Dr. ir. H. Priemus
Ir. R. S. F. J. van Elk

niet-traditionele woningbouwmethoden in nederland

2e druk

26

stichting bouwresearch

Research-Instituut voor de Woningbouw, Delft
Ir. R. S. F. J. van Elk
Dr. ir. H. Priemus

niet-traditionele woningbouwmethoden in Nederland

26

2e druk

Stichting Bouwresearch

NAUTA + SEQUITUR ASTRA +

1971

Samsom uitgeverij nv Alphen aan den Rijn

ISBN 90 14 41599 0

Ten geleide

De niet-traditionele woningbouw, zoals deze na 1945 in Nederland is toegepast, vormt een boeiend onderwerp. Bij de ontwikkeling ervan hebben de overheid, bedrijfsleven, bouwtechnici, architecten en organisatiedeskundigen in veelzijdige verstrengeling hun invloed uitgeoefend; bij hun werk zijn bouwtechnische, woontechnische, architectonische, sociale en economische motieven als drijfveren opgetreden en de resultaten ervan zijn op grond van deze zelfde gevarieerde motieven beoordeeld, toegejuicht of verworpen. Internationale invloeden waren belangrijk en tussen traditionele en niet-traditionele bouw is een voortdurende wisselwerking aanwezig geweest. Bovendien is de niet-traditionele bouw allerminst gelijkvormig; integendeel: zeer vele verschillende woningbouwsystemen zijn ontwikkeld, vele toegepast; daarvan zijn er vrij veel na kortere of langere tijd weer verdwenen, maar wordt volgens een groot aantal ook thans nog gebouwd. Hiermede is voldoende aangetoond hoe ingewikkeld het onderwerp is.

Een groot aantal publikaties is verschenen, waarin bepaalde bouwsystemen worden beschreven of van een bepaald gezichtspunt uit bepaalde aspecten van de problematiek worden behandeld. Na 1948 (toen de ontwikkeling nauwelijks was begonnen) is echter geen poging gedaan om tot een samenvattend beeld van de niet-traditionele woningbouw te komen. Dit is begrijpelijk, want de opgave om zo'n beeld samen te stellen, is verre van gemakkelijk. De vele gegevens, die nodig zijn voor een betrouwbare, evenwichtige en overzichtelijke beschrijving van de toegepaste bouwsystemen kunnen slechts moeizaam worden verzameld.

Dat thans twee jonge vakgenoten deze taak niet alleen hebben aangevat, maar ook tot een goed resultaat gebracht, is bijzonder verheugend. Het belang van deze publikaties lijkt tweeledig. Historisch is van grote waarde, dat een tijdbeeld is verkregen, waarin het streven van de laatste kwart eeuw om tot vernieuwing in de woningbouwtechniek te komen, goed is vastgelegd. Vooral echter geldt, dat ieder, die zich thans wil beijveren om de evolutie in de woningbouw voort te zetten, in deze publikatie een goed uitgangspunt vindt.

Voor iemand die – als schrijver dezes – de geschetste ontwikkeling heeft meebeleefd, is het belangwekkend te constateren, hoe de beide auteurs, voor wie het grootste deel van dit gebeuren tot de 'geschiedenis' behoort, er toch in geslaagd zijn alle belangrijke aspecten ervan goed naar voren te brengen. Stellig hebben zij niet over de vele vraagpunten, die het niet-traditionele bouwen oproept, het laatste woord gesproken. Zelf geven zij dit – bijv. ten aanzien van de economische vergelijking tussen traditioneel en niet-traditioneel bouwen – duidelijk aan. Gespecialiseerde, dieper gravende onderzoekingen blijven een wens. Maar als goed overwogen algemeen overzicht zal dit boek ook dan zijn waarde blijven behouden.

Prof. dr. ir. J. P. Mazure

Dit boek geeft een momentopname weer van het niet-traditionele bouwen in Nederland. De gegevens dateren in het algemeen van 1968. De lezer realisere zich dat in dit boek alleen een statische toestand kon worden vastgelegd. De niet-traditionele woningbouw is echter sterk in beweging. De zich steeds wijzigende werkelijkheid is nu eenmaal niet in een boek vast te leggen.

Door de niet-traditionele vorm van dit boek is het echter mogelijk het documentatiegedeelte te scheiden van de rest en dit gedeelte in een ringband op te bergen.

Auteurs en uitgever stellen zich voor om deze documentatie te continueren met een losbladig systeem, waarin aanvullingen, vernieuwingen en wijzigingen verwerkt kunnen worden.

Door middel van bijgevoegde kaart kunt u zich hierop abonneren bij de uitgever.

Inhoudsopgave

Introductie

1 Waarom dit boek?
2 Begripsbepaling
3 Historische schets

Analyse

4 Analyse van drie jaarprodukties I
5 Analyse van drie jaarprodukties II

Opinie

6 Traditioneel of niet-traditioneel?
7 Stapelbouw, gietbouw of montagebouw?
8 Andere ontwikkelingen
9 De toekomst van het niet-traditionele bouwen

Literatuurlijst.

Documentatie

10 Stapelbouw
10.1 Muwi
10.2 Pronto
10.3 Bakker VB
10.4 Pé-Gé
10.5 Huco
10.6 Airey
10.7 B.B.B.-Z-65

11 Gietbouw
11.1 Korrelbeton
11.2 Bitcon
11.3 EBO II
11.4 RBM
11.5 PBG
11.6 Lisman
11.7 Heykamp L
11.8 Heykamp H
11.9 EBA-gietbouw
11.10 Wilma II
11.11 Breda
11.12 Sanders
11.13 ERA

12 Zware montagebouw
12.1 B.M.B.
12.2 Simplex
12.3 Rottinghuis
12.4 Vam
12.5 Vaneg
12.6 Coignet-groep
12.7 Elementum-Larsen & Nielsen
12.8 Smit II
12.9 Schokbeton H-I
12.10 G.B.S.
12.11 Bouwvliet

13 Lichte montagebouw
13.1 B.G.

1 Waarom dit boek?

Als het goed is, stelt de schrijver van welk boek dan ook, zich te voren de vraag: Waarom dit boek? Als hij deze vraag niet stelt, doen de lezers het naderhand wel. Diezelfde schrijver zal, hoe dan ook, het antwoord moeten geven.
Er bestaan uitstekende internationale documentaties van woningbouwsystemen (Diamant, Interbuild, etc.). Er bestaan van nagenoeg alle Nederlandse woningbouwsystemen attesten of bouwkeuren van de Stichting Ratiobouw. En over een redelijk aantal Nederlandse bouwsystemen bestaan duidelijke tijdschriftartikelen.
Waarom dan dit boek?
Om een aantal redenen:

1 Er bestaat nog geen publikatie waarbij de in Nederland opererende woningbouwsystemen zo bij elkaar zijn gebracht, dat men de gehele sector kan overzien en zó, dat men de bouwmethoden enigszins kan vergelijken.

2 De bestaande documentaties zijn bouwtechnisch en bouwfysisch georiënteerd. Meer economische en plantechnische gegevens ontbreken veelal. Met name wat men precies met een systeem kan maken (en maakt) en wat niet, blijkt onvoldoende uit de thans bestaande overzichten.

Mazure stelt: (in: Nieuwe systemen in de woningbouw, Rotterdam, 1948, p. 4.) 'In elke bouwmethode kan een goed architect een huis ontwerpen dat qua grootte en indeling geschikt is voor zijn doel. Bij de beoordeling van de kwaliteit van een bouwsysteem kunnen dus deze belangrijke kanten van de kwaliteit van een woning buiten beschouwing blijven.' Ons gaat het echter juist wél om ook deze kant van de kwaliteit van een woning. Immers, wat met het ene bouwsysteem wél kan, kan met het andere niet! Elk bouwsysteem heeft zijn eigen beperkingen. Dat is niet erg, als men tevoren maar een duidelijk inzicht heeft in de consequenties van deze beperkingen voor de woning.
In deze publikatie wordt geprobeerd de relatie tussen technische, architectonische, stedebouwkundige en economische aspecten van de verschillende systemen centraal te stellen.
Ook deze publikatie kent haar beperkingen.
Om er twee te noemen:

1 De gegevens die zijn gepubliceerd, zijn grotendeels afkomstig van de promotors van de diverse bouwsystemen en moeilijk controleerbaar. Of een promotor een minimale seriegrootte van 100 dan wel 150 noemt, hangt niet alleen van zijn bouwmethode af, maar ook (en misschien wel voornamelijk) van zijn marktpositie, zijn koopmanschap e.d. Voor een ander deel zijn de gepubliceerde gegevens, met name die van hoofdstuk 4 en 5, moeilijk te interpreteren. Kubieke-meterprijzen bijv. hangen niet alleen af van de 'duurte' van het systeem, maar ook van tientallen andere factoren (marktpositie en koopmanschap van de ondernemer, bodemgesteldheid, gemeenteklasse, bouwhoogte, objectgrootte, stedebouwkundig ontwerp, woningontwerp, afwerkingsniveau, voorzieningenniveau, etc., etc.). In dit boek worden

vele gegevens gepresenteerd. De interpretatie van elk van deze gegevens is echter vaak geen eenvoudige zaak.

2 De gepubliceerde gegevens zijn aan tijd gebonden. De bouwwereld is in beweging. Voortdurend wordt er gewerkt aan de perfectionering van een bouwsysteem, voortdurend worden er nog nieuwe bouwsystemen ontwikkeld, terwijl er aan de andere kant geregeld oude bouwsystemen van het toneel verdwijnen. Dit alles betekent dat dit boek slechts korte tijd een actuele waarde zal hebben.
Binnen enkele jaren hebben de vermelde gegevens op zijn best alleen historische betekenis.

Niettemin hopen wij dat dit boek aan de door ons bij velen (onderwijs, kringen van woningcorporaties en beleggers, overheid, architecten en de bouwers zelf) geconstateerde behoefte zal voldoen.
Een woord van dank past op deze plaats aan de velen die aan de totstandkoming van dit werk hebben meegewerkt. Op gevaar af enkelen te vergeten noemen wij:

ir. H. L. Poolman die enkele belangrijke tekstbijdragen leverde;

de promotoren van de gepubliceerde systemen, zonder wier medewerking deze publikatie niet had kunnen worden samengesteld;

de Centrale Directie van de Volkshuisvesting en de Bouwnijverheid te Den Haag, met name de heren ir. A. O. Schuil, ir. J. Sippel, ir. J. R. Fillié, ir. C. J. van Coevorden, drs. G. H. Kosters, F. H. van Gigch en W. G. Doeve.

de Vereniging van Systeembouwers, met name de heren mr. J. H. Bast en ir. J. Zwart;

prof. dr. ir. J. P. Mazure die zijn aantekeningen m.b.t. systeembouw ter beschikking stelde;

de Stichting Ratiobouw, met name de heren ir. F. J. van Sante, ir. J. N. Wertenbroek en Z. J. H. Rietberg;

het Centraal Bureau voor de Statistiek, met name de heren drs. G. Th. M. van Meurs en E. Spit;

de Afdeling Bouwkunde van de Technische Hogeschool te Delft voor talloze faciliteiten;

de Stichting Bouwresearch voor een belangrijke financiële tegemoetkoming die deze uitgave mogelijk maakte;

de heren C. Thijssen, H. F. de Jong, en B. Touwen, die de illustraties verzorgden;

de heren J. H. Kroes, P. Groetelaers en J. van Belkum, die bij de analyses assisteerden;

mevr. A. Bominaar, mevr. A. J. J. Diks, mej. J. Wijnberg en mej. H. van Puffelen, die het typewerk verzorgden;

drs. G. Ch. Dupuis voor de correctie van de tekst;

de uitgevers voor de verzorging van dit boek.

De medewerking van de genoemde personen en instanties neemt niet weg dat wij verantwoordelijk zijn voor de inhoud, en m.n. de conclusies van dit boek.

ir. R. S. F. J. van Elk
dr. ir. H. Priemus

2 Begripsbepaling

Traditionele bouw, systeembouw, gerationaliseerde bouw, industriële bouw, arbeidsbesparende bouw, elementenbouw, gietbouw, stapelbouw, fabrieksbouw, montagebouw... dit is maar een greep uit het rijke arsenaal van weinigzeggende termen waarmee thans bouwmethoden worden aangeduid. Men hoeft er de achtereenvolgende circulaires van het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening maar op na te slaan om te ontdekken dat ook de beleidsinstanties niet goed raad weten met al deze begrippen : elke circulaire brengt een nieuwe indeling.

Deze onmacht is begrijpelijk, maar betreurenswaardig. Een gevolg is bijv. dat men in Nederland nog altijd niet over bouwstatistieken beschikt, die t.a.v. de verschillende categorieën van bouwmethoden zinvolle informatie verschaffen.
Er zijn tot nu toe wel diverse pogingen gedaan om tot een zuivere indeling te komen :

De *Vereniging van Systeembouwers* deelde de bouwmethoden in haar publikatie 'Vijf vragen over systeembouw' als volgt in :

1 *Gietbouw.*
1a Monolietbouw : alle onderdelen aaneen.
1b Monolietkernbouw : blijvende bekisting.

2 *Stapelbouw :* stapelen en verbinden (baksteen, holle baksteen, betonblokken).

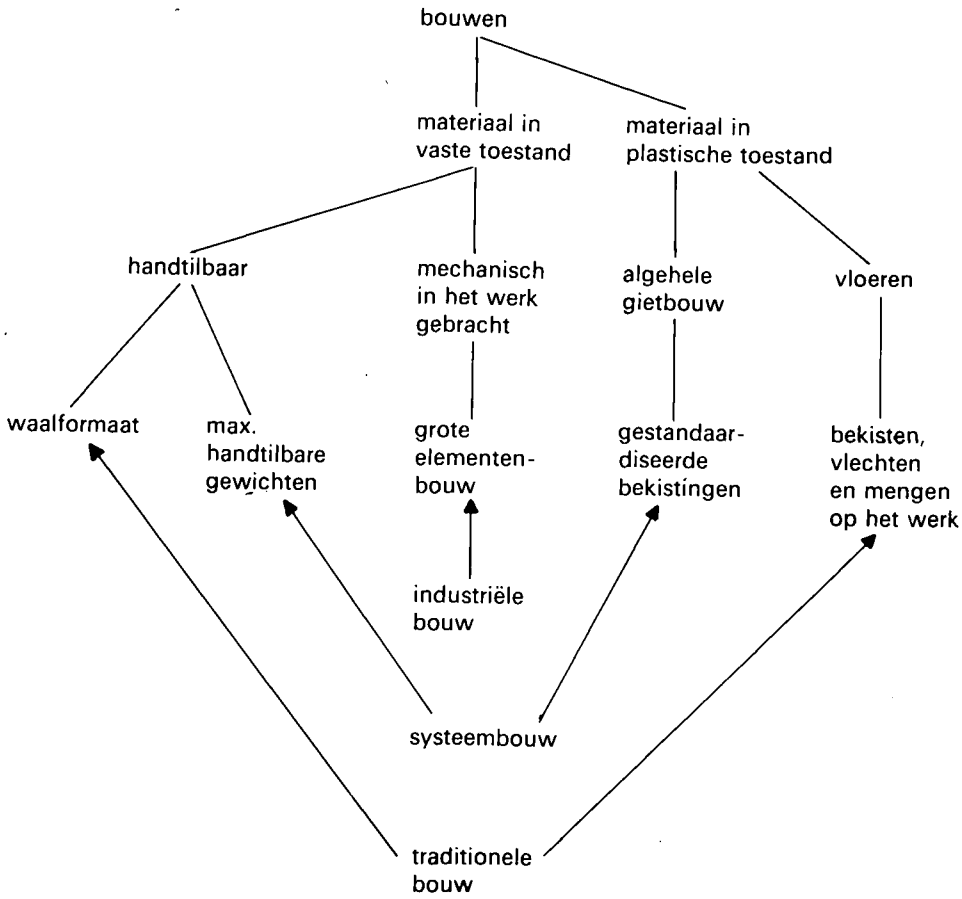
3 *Montagebouw :* Bouwelementen die veelal specifiek voor een bepaald bouwwerk worden gemaakt, verbonden zonder enige bewerking. Wordt er geen specie gebruikt, dan spreekt men van *droge* montagebouw. Onderscheid wordt gemaakt tussen montagebouw met kleine, resp. middelgrote en grote elementen.

Deze indeling roept direct al een aantal vragen op. We zien dat de wandconstructie van een systeem als *Muwi* min of meer onder het hoofd 'gietbouw' valt, terwijl bijv. Pronto als stapelbouwmethode kon worden geboekstaafd. We zien dat het systeem B.G. onder hetzelfde hoofd valt als Dura Coignet : montagebouw. En we signaleren een onderscheid in kleine, middelgrote en grote elementen dat in de praktijk moeilijk is te hanteren.

Naar stelt in zijn artikel 'Arbeidsbesparing in de bouw' een schema op (blz. 10).

Op het eerste gezicht lijkt deze verdeling zeer bruikbaar. Maar ook *Naar* roept een aantal vraagtekens op :

1 Traditionele bouw wordt door Naar omschreven als een bouwwijze gekenmerkt door de toepassing van nog juist handtilbare, in de handel verkrijgbare blokken, onder gelijktijdige aanwending van vrij overspannende, doch handtilbare – dus smalle – in de handel verkrijgbare vloerelementjes, of als een bouwwijze waarbij men de niet-gestandaardiseerde bekisting op het werk vervaardigt, terwijl men op



het werk vlecht of mengt.
Dit leidt ertoe dat volgens deze definitie een Muwi-vloer – die niet in de handel is te krijgen – niet-traditioneel is, en een Dewi-vloer – wél in de handel – wordt gerekend tot de traditionele constructies. Dit is weinig bevredigend.

2 Tegen het woord 'industrieel', zoals *Naar* dit hanteert (evenals overigens tot voor kort het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening) in 'industriële bouw', maken wij bezwaar.
Grote-elementenbouw heeft niet het exclusieve recht op dit predikaat: een goede gietbouwmethode bijv. kan ook zonder meer industrieel worden genoemd.

3 Bezwaarlijk achten wij het dat *Naar* het mechanisch in het werk brengen als criterium voor industriële bouw neemt. Dit leidt tot grote problemen. Waaronder rangschikt *Naar* het systeem B.G.? En wat moeten we aan met gepakketteerde stapelelementen die met een kraan worden gehanteerd? Naar onze mening is het al of niet hanteren van kranen, bouwliften e.d. geen zuiver criterium, omdat het gebruik van dergelijke machines in hoge mate samenhangt met de hoogte van het gebouw. De elementen van B.G. zullen bijv. op de begane grond met de hand worden getild en op grotere hoogten wellicht met een kraan.
Om de genoemde bezwaren van andere indelingen te ondervangen en er, naar wij hopen, niet te veel nieuwe bezwaren voor in de plaats op te roepen, stellen wij de volgende begrippen en omschrijvingen voor:

1 Traditionele bouw.
Traditioneel is elke bouwwijze die wordt gekenmerkt door een vloerconstructie van hout (balklaag en houten delen) die in het werk wordt vervaardigd, of van beton

welke in het werk in niet-gestandaardiseerde bekistingen is gestort, *en* door een draagwandconstructie van in het werk gemetselde bakstenen of kalkzandstenen ter grootte van het waalformaat of daaromtrent, of van beton dat in het werk in niet-gestandaardiseerde bekistingen is gestort.

2 Niet-traditionele bouw.
Niet-traditioneel is elke bouwwijze die wordt gekenmerkt door een vloerconstructie *en* een draagwandconstructie die volgens de omschrijving onder 1 niet als traditioneel zijn aan te merken.

3 Semi-traditionele bouw.
Semi-traditioneel is elke bouwwijze waarbij alleen de vloerconstructie *of* alleen de draagwandconstructie traditioneel is.
Opgemerkt moet worden dat het onderscheid traditioneel/niet-traditioneel dat in dit boek wordt gemaakt, uitsluitend een onderscheid naar *constructie*wijze inhoudt.

De aanduiding 'niet-traditioneel' houdt geen positieve of negatieve waardering van een bepaalde methode in. In de praktijk demonstreren vele traditionele bouwbedrijven door een perfecte organisatie toch een duidelijk industriële aanpak. Op grond van hun industriële organisatie dienen deze bedrijven zich – terecht – als industrieel, als niet-traditioneel aan.
De bouwmethoden die door deze bouwbedrijven worden toegepast, vallen echter buiten het kader van dit boek.
Aan de andere kant zijn er diverse niet-traditionele constructiewijzen, waarbij door een povere organisatie veel afbreuk wordt gedaan aan het industriële karakter van het 'systeem'. Hoewel deze methoden soms minder interessant zijn dan een goed georganiseerde traditionele bouwmethode, zijn deze in principe wél in deze publikatie opgenomen. Een niet-traditionele bouwmethode zullen wij, het spraakgebruik volgend, een *bouwsysteem* noemen.

Dwars door de onderscheiding traditioneel – niet-traditioneel – semi-traditioneel loopt een andere verdeling :

1 Stapelbouw.
Hierbij worden *bouwmaterialen* op het werk aangevoerd die zowel nat (metselwerk, beton, tegelwerk) als droog (hout, metaal, kunststof) worden verwerkt.

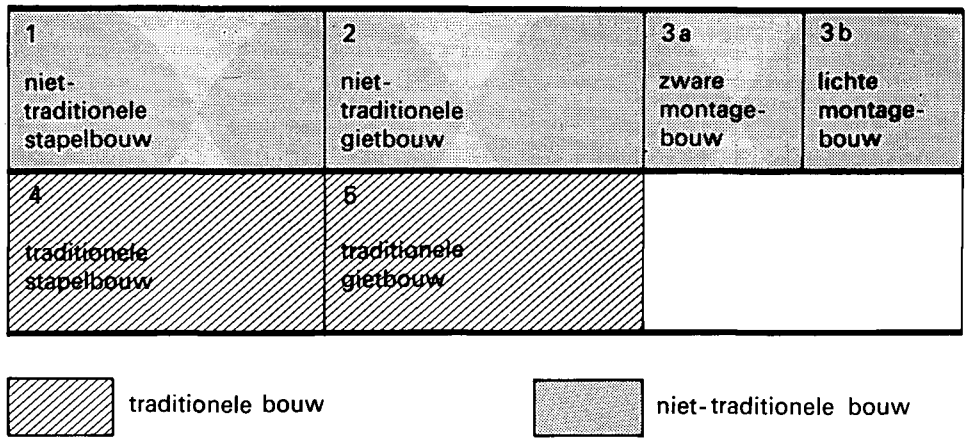
2 Gietbouw.
Hierbij worden *bouwstoffen* op het werk aangevoerd die nat worden verwerkt.

3 Montagebouw.
Hierbij worden *bouwelementen* op het werk aangevoerd.
Onderscheid wordt gemaakt tussen :

3.1 Zware montagebouw, d.i. montagebouw met zware elementen van een steenachtig materiaal, die meestal nat worden verwerkt.

3.2 Lichte montagebouw, d.i. montagebouw met relatief lichte elementen van hout, metaal, kunststof of dergelijke, die meestal droog worden verwerkt.

Stapelbouw kan zowel traditioneel als niet-traditioneel zijn. Is er sprake van betonblokken, dan rekenen wij de methode tot de niet-traditionele stapelbouw ; worden er traditionele bakstenen gemetseld, dan spreken we van traditionele stapelbouw.
Ook gietbouw kan dus zowel traditioneel als niet-traditioneel zijn : dat hangt van de aard der bekistingen af.
Alleen montagebouw behoort per definitie altijd tot de niet-traditionele bouw. Het bovenstaande is in een schema eenvoudig weer te geven (blz. 12).



Bij semi-traditionele bouw zijn theoretisch alle combinaties van de hokjes 1, 2 en 3 enerzijds, en de hokjes 4 en 5 anderzijds mogelijk.

In feite zijn nagenoeg alle bouwmethoden *mengvormen:* in een gietbouwstructuur worden wandelementen gemonteerd, of binnenwanden gestapeld, in traditionele bouw worden niet alleen bouwmaterialen gestapeld en geschakeld, maar ook worden er bouwelementen (ramen, deuren) gemonteerd.
Een bouwmethode zal in dit boek steeds worden ingedeeld bij die categorie waarop bij de *draagwandconstructie* het accent valt. Als bijv. een bouwmethode wordt gekenmerkt door het gieten van de wanden, toepassing van vloerelementen, het metselen van de kopgevels en het monteren van lichte puien en wandelementen, wordt de bouwmethode als gietbouw aangemerkt.
De hier in navolging van *Mazure* gebruikte begrippen bouwstoffen, bouwmaterialen en bouwelementen kunnen als volgt worden omschreven:

– *bouwstoffen* zijn de grondstoffen waaruit bouwmaterialen, bouwelementen en bouwwerken zijn samengesteld. Te onderscheiden vallen de grondstoffen voor bouwmaterialen of bouwelementen (bijv. hout, gebakken steen, staal, glas) en de *vormloze bouwstoffen* die als zodanig in het bouwwerk worden gebracht (bijv. zand, cement, mastiek):

– *bouwmaterialen* zijn de 'bouwstenen' waaruit het bouwwerk wordt opgebouwd. Zij hebben een bepaalde vorm en meestal geen grote afmetingen, zodat zij met de hand zijn te hanteren. Zij zijn meestal courant in de handel verkrijgbaar en worden op de bouwplaats, al of niet na voorafgaande bewerking (pasmaken) aan elkaar of aan andere materialen verbonden (bijv. metselstenen en dakpannen; houten balken, planken en latten; glasruiten, spijkers en schroeven, pijpen en buizen). Ook voorwerpen, als Muwi-blokken, Airey-gevelplaten en gibo-'elementen' worden als bouwmaterialen beschouwd.
Criterium hierbij is de omstandigheid dat bouwmaterialen *niet* specifiek voor één of enkele beperkte posities in de woning geschikt zijn gemaakt;

– *bouwelementen* zijn gewoonlijk specifiek voor één bouwwerk of één type bouwwerk gemaakt en meestal van grote afmetingen, waardoor zij vaak alleen mechanisch zijn te hanteren. Met een minimum aan verdere bewerking worden zij op de bouwplaats aan andere elementen of materialen verbonden (bijv. kozijnen, ramen, kapspanten, speciale wand- en vloerelementen).

De grens tussen bouwstoffen, bouwmaterialen en bouwelementen is niet altijd scherp te trekken.
Glaswoldekens en aluminiumfolies bijv. zijn betrekkelijk vormloos; wij rekenen ze niettemin tot de bouwmaterialen.

Op de grens tussen bouwmaterialen en bouwelementen verkeren binnendeuren, standaardramen, dakrandelementen, prefab kasten, aanrechten en galerijplaten. Hun positie in het bouwwerk is – met uitzondering van die van de aanrechten – allesbehalve uniek, zij zijn meestal courant in de handel verkrijgbaar en zijn niet specifiek voor één gebouw gemaakt. Op grond van hun vrij complexe vorm en hun grote afmetingen rekenen wij deze componenten tot de *niet-specifieke bouwelementen*.

Doordat onze definities zijn gekoppeld aan de constructie van de draagwanden doen zich bij de indeling in gietbouw, stapelbouw en montagebouw weinig problemen voor.

Naar merkt terecht op dat er tussen stapelbouw (traditioneel en niet-traditioneel) en montagebouw een vrij duidelijke grens ligt. Men zal niet gauw een bouwmethode ontmoeten met elementen van bijv. 300 kg. Deze zijn immers te zwaar om met de hand te worden gesteld, en te licht om het gebruik van een montagekraan te rechtvaardigen.
Het onderscheid tussen gietbouw (traditioneel en niet-traditioneel) en stapelbouw (traditioneel en niet-traditioneel) levert ook al geen enkel probleem op.
Bij de onderscheiding tussen niet-traditionele gietbouw en montagebouw vormt het verschijnsel *veldfabriek* misschien voor sommigen een moeilijkheid. Doordat echter ook in dit geval het materiaal als *element* op zijn plaats wordt gebracht, valt het niet moeilijk in te zien dat we hier met montagebouw hebben te maken.
Het onderscheid tussen traditionele stapelbouw en niet-traditionele stapelbouw baart weinig problemen. Het is alleen wat teleurstellend dat men een stapelwand van betonblokken van het waalformaat volgens onze definitie moet zien als een niet-traditionele constructie. Het is niet anders.
De vaagste grens ligt o.i. tussen traditionele en niet-traditionele gietbouw. De grens tussen standaardkist en specifieke kist is moeilijk aan te geven. Er bestaan enkele lastige tussenvormen.

Alle woningen in Nederland zijn gebouwd volgens één van de bouwmethoden die zijn weergegeven in afb. 2, dan wel volgens één van de vele semi-traditionele bouwmethoden die uit deze afbeelding kunnen worden afgeleid. Uiteraard zijn er zowel binnen de traditionele als de niet-traditionele sector ook nog mengvormen mogelijk, die vaak zeer zinvol kunnen zijn.

Dit boek behelst een behandeling van de 'niet-traditionele woningbouw' in Nederland. Wanneer de studie alle niet-traditionele wand- en vloerconstructies zou behandelen die er in Nederland bestaan (zoals deze bijv. in kenmerk- en modelbladen zijn weergegeven), zouden duizend bladzijden nog te kort schieten. Een dergelijke opzet zou zinloos zijn. Immers, een analyse van enkele tientallen representatieve bouwmethoden is voldoende om een inzicht te geven in de kenmerken en de consequenties van de verschillende categorieën.
Wij hebben ons beperkt tot een nadere analyse van 32 bouwmethoden. De selectie van deze methoden heeft plaatsgehad aan de hand van de ministeriële circulaires MG 66-5 en MG 67-3 aan de gemeenten, waarin vermeld wordt welke faciliteiten aan met name genoemde bouwmethoden worden verleend. In principe is elke bouwmethode die in ten minste één van beide circulaires wordt genoemd, door ons in de studie betrokken ; alle overige zijn in dit boek niet ter sprake gebracht (wat niet wil zeggen dat die bouwmethoden slechter of traditioneler zouden zijn).
Bij de besproken systemen bevindt zich ook een aantal systemen dat volgens onze begripsbepaling tot de semi-traditionele bouwmethoden is te rekenen.

De door ons aangehouden selectie heeft tot gevolg dat een aantal in latere circulaires opgenomen bouwsystemen (Gewi, Nijhuis, e.d.) in dit boek ontbreekt, terwijl systemen die sinds de genoemde circulaires niet meer of nauwelijks worden toege-

past (Pronto, Bakker V.B., Airey, Korrelbeton, Smit II) wél worden behandeld. Dit boek is dus een momentopname van de niet-traditionele woningbouw in Nederland met als peildatum ongeveer 1 januari 1968. Op het moment dat dit boek uitkomt, is de situatie al weer op een aantal punten gewijzigd. De lezer van dit boek, zeker hij die de gegevens van dit boek in een of ander verband wil gaan gebruiken, dient zich deze continue ontwikkeling in het niet-traditionele bouwen goed te realiseren.

Opgemerkt dient nog te worden dat de indeling die in de ministeriële circulaires wordt gebruikt, vrij aanzienlijk afwijkt van die welke wij hanteren. Dit is niet verwonderlijk als men bedenkt dat in de circulaires de aangetoonde arbeidsbesparing het belangrijkste criterium is, terwijl in de door ons gehanteerde indeling de bouwmethode en haar *consequenties voor de opzet* van woning en woongebouw centraal staan.

De 32 bouwmethoden die wij in dit boek de revue zullen laten passeren, zijn :

1 Stapelbouw	*2 Gietbouw*	*3 Zware montagebouw*	*4 Lichte montagebouw*
1.1 Muwi	*2.1* Korrelbeton	*3.1* B.M.B.	*4.1* B.G.
1.2 Pronto	*2.2* Bitcon	*3.2* Simplex	
1.3 Bakker V.B.	*2.3* EBO II	*3.3* Rottinghuis	
1.4 Pé-Gé	*2.4* RBM	*3.4* Vam	
1.5 Huco	*2.5* PBG	*3.5* Vaneg	
1.6 Airey	*2.6* Lisman	*3.6* Coignet-groep	
1.7 B.B.B.-Z-65	*2.7* Heykamp L	*3.7* Elementum-Larsen & Nielsen	
	2.8 Heykamp H	*3.8* Smit II	
	2.9 EBA-gietbouw	*3.9* Schokbeton H-I	
	2.10 Wilma II	*3.10* GBS	
	2.11 Breda	*3.11* Bouwvliet	
	2.12 Sanders		
	2.13 ERA		

In de hoofdstukken 9, 10, 11 en 12 zullen de genoemde methoden stuk voor stuk nader worden bekeken. In de hoofdstukken 4 en 5 zal de produktie van 1965, 1966 en 1967 worden geanalyseerd. Maar eerst willen wij de belangrijkste lijnen schetsen uit de historie van het niet-traditionele bouwen in Nederland.

3 Historische schets

De niet-traditionele woningbouw in Nederland is geen uitvinding van na de Tweede Wereldoorlog, zoals sommigen menen. In de jaren na de Eerste Wereldoorlog werd in ons land – en ook in andere landen – de basis gelegd voor het niet-traditionele bouwen. De situatie van toen was vergelijkbaar met de periode van ontreddering die wij in de eerste jaren na 1945 hebben gekend.

De gemeenten Rotterdam, Amsterdam en Den Haag, namen omstreeks 1920 het initiatief om te komen tot proefnemingen op grote schaal met afwijkende bouwmethoden.

Amsterdam zocht het in de richting van metselwerk-vervangende constructies. De gemeente plaatste een advertentie waarin gegadigden werden opgeroepen een bouwsysteem te ontwerpen op niet-traditionele basis en dit systeem aan de Gemeentelijke Woningdienst in te zenden. Uit de 45 inzendingen werden er ten slotte tien geselecteerd.

Van deze tien systemen volgens welke negenhonderd woningen in Watergraafsmeer ('Betondorp') werden gerealiseerd, hebben er vier redelijk voldaan:

- monolietsysteem Korrelbeton
- monolietsysteem Kossel
- monolietkernsysteem Bimsbeton
- montagesysteem Bron (waarbij portaalkranen werden toegepast).

Ook in Den Haag en Rotterdam werd geëxperimenteerd met enkele systemen, zoals Korrelbeton, Kossel en Stulemeijer.

In de jaren 1925–1926 daalden de bouwkosten van traditionele woningen vrij scherp. De systeembouw kon deze daling niet volgen, met het gevolg dat de belangstelling voor deze niet-traditionele wijze van bouwen geheel verdween.

Na de Tweede Wereldoorlog herleefde de belangstelling voor de niet-traditionele bouw in Nederland. Er was een enorm woningtekort ontstaan, niet alleen door de oorlogsverwoestingen, maar ook door de stilstand van de bouwnijverheid in de oorlogsjaren.

Eén fabriek deed grote investeringen in een nieuw bouwsysteem tijdens de oorlogsjaren: Bredero. Betonblokken werden door dit bedrijf ontwikkeld die metselbaksteen voor een groot deel konden vervangen en een flinke arbeidsbesparing teweegbrachten. Er verrezen twee proefwoningen op het fabrieksterrein. In 1943 werd een opdracht ontvangen voor een groot aantal woningen in Geleen. Door de oorlogshandelingen moest het werk te Geleen worden gestaakt. Pas na de bevrijding konden deze woningen worden voltooid.

In 1944 werd de Stichting Ratiobouw opgericht, die het ontwikkelen van bouwsystemen stimuleerde. Na de bevrijding verwees het Ministerie van Wederopbouw en Volkshuisvesting een ieder die plannen voor een nieuw bouwsysteem wilde indienen, naar deze nieuwe stichting voor een technische en economische beoordeling. Wanneer een bouwsysteem in eerste instantie werd goedgekeurd, kon een aantal van twee à tien proefwoningen ('experimentbouw') worden gerealiseerd. Bij een gunstig resultaat van deze experimentbouw werd een serie van vijftig à honderd woningen gebouwd in het nieuwe systeem ('seriebouw').

Voor de regeling van dit alles werd een subbureau 'Bouwsystemen' in het leven geroepen dat ressorteerde onder het directoraat-generaal voor de Volkshuisvesting. De regeling was dat wanneer een Nederlands bouwbedrijf een door de nieuwe Stichting Ratiobouw goedgekeurd bouwsysteem wilde gaan voeren, dit bedrijf een toeslag op de aannemingssom van 10% zou worden verstrekt als 'à-fonds-perdu'-deelname van de Overheid in de aanvangsinvesteringen, afhankelijk van de hoogte der investeringen tot voor maximaal vijfhonderd woningen.

Hoewel de regeling formeel hecht doortimmerd was, bleek de procedure minder snel te verlopen dan wel gewenst was. Om het tempo aan te geven introduceerde het Ministerie van Wederopbouw en Volkshuisvesting in 1947 het systeem-Airey in Nederland. De ontwikkeling van dit Engelse systeem werd opgedragen aan de Nederlandse Maatschappij voor Volkshuisvesting (NEMAVO). Deze kersverse maatschappij sloot een contract af met de N.V. Betondak Arkel: de produktie kon beginnen.
Eind 1947 was de balans als volgt:

– Onderzocht 128 Nederlandse en 45 buitenlandse systemen.

– Hiervan waren er 21 aanbevolen voor 'experimentbouw' (in 1947 was hiermede door negen systeemexploitanten metterdaad begonnen, van wie er zeven hetzelfde jaar met de bouw klaar kwamen).

– 19 Systemen werden aanbevolen voor 'seriebouw'.

Van belang waren ook de activiteiten van de N.V. Schokbeton te Kampen, die als toeleveringsbedrijf van geprefabriceerde elementen was betrokken bij de bouw van boerderijen in de nieuwe Noordoostpolder.

Mazure stelde in 1948 de volgende inventarisatie op van bouwsystemen, die toen in Nederland opereerden:

A	Monolietbouw	Korrelbeton
		Kosselbeton (zie: Mazure 1948, blz. 33)
		Van Hemsbergen (zie: Mazure 1948, blz. 33)
B	Stapelbouw	Bredero
C	Montagebouw	
–	dragende wanden	Trabo (zie: Mazure 1948, blz. 33)
		Bron (zie: Mazure 1948, blz. 34)
		Elementenbouw (zie: Mazure 1948, blz. 34)
		Bruynzeel (zie: Mazure 1948, blz. 35)
–	skeletbouw	Systeembouw (zie: Mazure 1948, blz. 34)
		Airey
		Duinker en Verruijt (zie: Mazure 1948, blz. 36)
		Polynormbouw (zie: Mazure 1948, blz. 36)
		Daalbouw (zie: Mazure 1948, blz. 36)

D Monolietkernbouw (= gemonteerde delen onderling verbonden door in het werk gestorte beton)	Welschen (zie : Mazure 1948 : blz. 36) Klein (zie : Mazure 1948, blz. 36) RBM (zie : Mazure 1948, blz. 36) Van Linge (zie : Mazure, 1948, blz. 37)
E Diversen	Pont (zie : Mazure 1948, blz. 37)

De periode 1946–1951 kan worden beschouwd als een ontwikkelingsperiode van de niet-traditionele bouw in Nederland, dank zij de stimulerende maatregelen van de overheid, die investeringen ten behoeve van de ontwikkeling van niet-traditionele bouwmethoden subsidieerde.

In het begin van de jaren vijftig heerste bij de overheid de verwachting dat de kwantitatieve woningnood nagenoeg was opgelost. Het beleid maakte in de periode 1952–1954 onder minister In 't Veld een reusachtige ommezwaai : de systeembouwers liet men volkomen links liggen. In 1954, toen ir Witte aan het bewind kwam en duidelijk werd dat de opheffing van de kwantitatieve woningnood nog ver weg lag, werd een contingentsregeling ingevoerd, waarbij werd bepaald dat, wanneer er ten minste 40% besparing aan vakarbeid kon worden aangetoond, contingentstoeslagen zouden worden verleend.

In dezelfde periode kreeg de niet-traditionele woningbouw in Nederland weer een injectie van grote betekenis. In 1956 werden in verschillende plaatsen continucontracten getekend, waardoor voor een aantal bedrijven de continuïteit gedurende enkele jaren was gegarandeerd. In Groningen werd voor het daar sinds 1948 ontwikkelde systeem 'Rottinghuis' een zesjarig contract gesloten. In Amsterdam werden vijfjarige contracten gesloten voor het in Nederland geïntroduceerde systeem 'Baksteen-Montage-Bouw' en voor 'R.B.M.'. 'Korrelbeton', het systeem dat reeds tientallen jaren tevoren in Watergraafsmeer tot produktie was gekomen, sloot in Dordrecht en Den Haag een vijfjarig contract. Verder werden er vijfjarige contracten gesloten in Enschede ('Muwi : bouwbedrijf Dura), Den Haag ('Muwi' en 'Rottinghuis' : aannemingsbedrijf 'Gembouw'), Schiedam ('Muwi') en – in een iets afwijkende vorm – in een aantal Brabantse gemeenten ('Pronto').

De continucontracten behelsden een basisovereenkomst die werd gesloten tussen gemeente en bouwonderneming, waarin de voorwaarden waren vastgelegd voor de bouw van complexen woningen over een bepaald aantal jaren. Binnen het raam van deze basisovereenkomst sloten vervolgens de opdrachtgevers – de gemeente of één of meer woningbouwcorporaties – voor elk complex een zogenaamd deelcontract waarvan de bepalingen niet in strijd mochten zijn met die van de basisovereenkomst. In de basisovereenkomst waren waarborgen opgenomen voor een nauwe samenwerking tussen opdrachtgever, architect en systeembouwer. Er was met name een uitgewerkte regeling voor de prijsvorming van elk complex, gebaseerd op een open begroting. Als de winst van de systeembouwer boven het daarvoor in de basisovereenkomst vastgestelde percentage uitkwam, ontving de opdrachtgever 75% van deze overwinst. Het behoeft geen betoog dat deze contracten de niet-traditionele bouw veel goed hebben gedaan.

Inmiddels was het aantal bouwsystemen in Nederland aanzienlijk gereduceerd. Van de 360 bouwsystemen die in de periode 1947–1957 door Ratiobouw waren beoordeeld en van de zestig systemen hiervan, die het tot een proefbouw hadden gebracht, bleven er slechts zes over, die dank zij de continucontracten alle tot redelijke produktiecijfers kwamen.
Wij ontlenen de volgende stand per 1 januari 1958 aan een artikel in het 'Polytechnisch Tijdschrift' (1959, blz. 110B-120B) :

Korrelbeton: (gietbouw)	7985 woningen gerealiseerd (bedrijf: Van Wijnen, Dordrecht). Capaciteit 2800 woningen per jaar.
Rottinghuis: (zware montagebouw)	2098 woningen gerealiseerd. Capaciteit 200 woningen per jaar (fabriek: Rottinghuis, Groningen) + 400 woningen per jaar (fabriek: Gembouw, Rotterdam).
Muwi: (stapelbouw)	5635 woningen gerealiseerd (fabrieken: Alphen a/d Rijn en Enschede). Capaciteit 2500 à 3000 woningen per jaar.
BMB: (zware montagebouw)	1934 woningen gerealiseerd (mobiele fabriek: Amsterdam). Capaciteit 400 à 500 woningen per jaar.
Nemavo-Airey: (lichte montagebouw)	5717 woningen gerealiseerd (fabriek: Amsterdam). Capaciteit 1500 woningen per jaar.
BBB: (stapelbouw)	10223 woningen gerealiseerd (fabriek: Maarssen). Capaciteit 2000 woningen per jaar.
Pronto: (stapelbouw)	1294 woningen gerealiseerd (fabriek: Tilburg). Capaciteit 2000 woningen per jaar.

In 1956 werd in Nederland een nieuw systeem geïntroduceerd: 'Coignet', dat door Dura's Aannemingsbedrijf in 1959 tot produktie werd gebracht in een moderne fabriek te Rotterdam.

Een ander toen nog onopvallend systeem, 'BG', stond aan het begin van een succesvolle ontwikkeling.

De firma Van Eesteren was in die jaren bezig de toepassingsmogelijkheden van het Franse systeem 'Camus' in Nederland te bestuderen.

In 1960 werd een regeling met contingentstoeslagen in het leven geroepen die wel het uitwerken van allerlei arbeidsbesparende ideeën stimuleerden, maar niet noodden tot het doen van hoge investeringen. De continucontracten verdwenen van de baan. In deze periode was het voor nieuwe systemen moeilijk, aan de slag te komen.

In 1960 waagt het montagebouwsysteem 'Larsen & Nielsen' de sprong en sticht een fabriek te Maassluis. Op het toneel verschijnt het montagebouwsysteem 'Iboco', dat zich later in Utrecht tot het VAM-systeem zal ontwikkelen.

Na de komst van minister Bogaers, in 1963, ontvangt het niet-traditionele bouwen een nieuwe impuls. De contingentsregelingen worden herzien. Er worden enkele nieuwe zware montagebouwmethoden ontwikkeld zoals Vaneg, Schokbeton H en GBS.

Het accent van de vernieuwing ligt echter in een andere sector: de gietbouw. Tot dan toe was 'Korrelbeton' het enige gietbouwsysteem. In Frankrijk en Zweden was inmiddels echter ervaring opgedaan met veel grotere bekistingspanelen en het is in de jaren rondom 1964 dat vele aannemers in Nederland, gezien het gunstige klimaat, de aanschaffing van dergelijke bekistingen en de bijbehorende torenkranen aandurven.

In slechts enkele jaren (vóór en na 1964) wordt Nederland een serie gietbouwmethoden rijker zoals EBA, Wilma II, RBM II en Sanders. Een aantal van deze systemen, die zich vooral op hoogbouw richten, ontloopt elkaar technisch niet veel. Aparte vermelding verdient het ERA-systeem van de firma Van Eesteren (die van een zware montagebouwmethode had afgezien), dat in 1964 wordt gelanceerd, en opvalt door het feit dat per woning de ruwbouw in één overspanning wordt gerealiseerd. Ook de zware-montagebouwers richten zich in deze jaren meer dan vroeger op hoogbouw en keren in zekere zin de tot dan toe populaire middelhoge blokken de rug toe.

Eén moment bij uitstek is in het recente verleden voor de gehele woningbouw in Nederland van belang: het van kracht worden van de 'Voorschriften en Wenken 1965 voor het ontwerpen van woningen' (V & W 1965), welke ook voor de niet-traditionele woningbouw grote gevolgen heeft.

De laatste jaren van de historie van het niet-traditionele bouwen in Nederland worden gekenmerkt door het inlopen van het woningtekort en het verruimen van de bouwmarkt, wat ertoe leidt dat de faciliteiten voor erkende systemen geleidelijk aan worden afgebroken. Na minister Bogaers wordt het overheidsbeleid omgebogen door Schut in de richting van een zo groot mogelijke liberalisering. Met ingang van 1 januari 1969 genieten alleen de montagebouwers nog een enkele faciliteit.

In dit zich wijzigende klimaat valt het verdwijnen op van een aantal gerenommeerde systemen als Airey, Bakker V.B., Pronto en B.G. Een aantal systemen ontwikkelt zich duidelijk tot een mengvorm: Muwi start met de toepassing van grote elementen (voor binnenwanden) in combinatie met een stapelbouwmethode, Bredero's Bouwbedrijf combineert een giet- en een stapelbouwmethode, EBA, doorgewinterd gietbouwer, prefabriceert elementen in een veldfabriek etc. De scheidingslijnen tussen de categorieën worden vager. Velen zoeken het in de richting van een combinatie van gegoten wanden en geprefabriceerde vloeren. En temidden van deze zich versmeltende systemen wordt een bouwmethode gelanceerd waarbij een voor Nederland nagenoeg nieuw principe wordt toegepast: Bouwvliet, montagebouwmethode met ruimtelijke elementen.

Wij zijn nu bij het heden aangeland. In de volgende hoofdstukken zullen wij de situatie in de periode 1965–1967 analyseren. Op basis van deze analyse zullen wij de huidige situatie en de nabije toekomst van de niet-traditionele woningbouw pogen te verkennen.

Ten slotte zullen wij 32 niet-traditionele woningbouwmethoden verder bekijken.

4 Analyse van drie jaarprodukties I

4.1 Algemeen

Om een inzicht te krijgen in produktie, kosten en vele andere facetten van het niet-traditionele bouwen zijn drie jaarprodukties (1965, 1966 en 1967) nader geanalyseerd. In hoofdstuk 5 worden de resultaten gepresenteerd van een door ons uitgevoerde analyse op basis van dossiergegevens van het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, waarbij de indeling montagebouw – gietbouw – stapelbouw is aangehouden, zoals in hoofdstuk 2 is aangegeven.
In dit hoofdstuk worden gegevens gepresenteerd die zijn verzameld door het C.B.S. Hierbij wordt de volgende indeling aangehouden:

industriële bouw (= zware en lichte montagebouw)

systeembouw[1] (= systeembouw volgens:
circulaire MG 65-6 d.d. 24 mei 1965
circulaire MG 67-3 d.d. 2 januari 1967[2]
circulaire MG 67-6 d.d. 15 februari 1967

traditionele bouw (= overige bouwmethoden).

In dit hoofdstuk zullen de termen 'industriële bouw', 'systeembouw', en 'traditionele bouw' worden gebruikt in de C.B.S.-betekenis. Wat terminologie betreft, vormt hoofdstuk 4 dus een enclave in dit boek.
Hoewel de C.B.S.-indeling o.i. nogal gebrekkig is (m.n. de gietbouwmethoden zijn nogal willekeurig verdeeld over systeembouw en traditionele bouw), geeft het cijfermateriaal van het C.B.S. interessante informatie.
Doordat de indeling in categorieën verschillend is, zijn de gegevens in hoofdstuk 4 en 5 niet zonder meer met elkaar te vergelijken. Niettemin zal blijken dat de resultaten van de analyse van de C.B.S.-gegevens en de door ons geanalyseerde dossiergegevens goed op elkaar aansluiten.
De gegevens van het C.B.S. zijn gebaseerd op tellingen, verricht door ambtenaren van de Arbeidsbureaus op de bouwwerken.

1 In 1965 zijn industriële bouw en systeembouw tot één categorie gecombineerd.
2 Om precies te zijn: per 1-1-1966 is de circulaire MG 65-6 aangehouden (categorie 'systeembouw'), aangevuld met de systemen ERA, Wilma II, Fort, HUCO, Outinord, Lely, Hultsfred Hus. Toen op 2 januari 1967 circulaire MG 67-3 verscheen, werd deze circulaire aangehouden met dien verstande dat de systemen Airey, Bakker, Bitcon, Korrelbeton, Muwi, Pronto en Simplex ook tot de groep 'systeembouw' werden gerekend.
Ook bij het verschijnen van de circulaire MG 67-6 werden deze systemen door het C.B.S. tot de groep 'systeembouw' gerekend, evenals systemen als Wilma II en Breda. De systemen Heykamp, P.B.G. en Sanders daarentegen werden door het C.B.S. tot de traditionele bouw gerekend.
Uit dit alles blijkt wel dat de grenzen tussen de categorieën industriële bouw, systeembouw en traditionele bouw zoals het C.B.S. deze hanteerde, nogal onduidelijk zijn en in de beschouwde periode niet geheel constant.

Achtereenvolgens behandelen wij:
- het aantal gereedgekomen woningen
- de produktie in woningequivalenten
- kubieke-meterprijzen
- prijzen per woningequivalent
- bouwtijd (in maanden)
- arbeidsbezetting

4.2 Het aantal gereedgekomen woningen

Het leeuwedeel van de in de jaren 1965, 1966 en 1967 gereedgekomen woningen is traditioneel gebouwd.

'In ieder geval staat vast', aldus de Vereniging van Systeembouwers (Informatiebulletin 1968/1), 'dat de geïndustrialiseerde bouw na de oorlog heeft kunnen voorzien in een ontzaglijke behoefte, waartoe de traditionele bouw niet in staat was geweest'.

De tabellen illustreren hoe men deze stelling moet interpreteren: op 1 januari 1968 waren er van de ruim 1 ½ miljoen na de oorlog gebouwde woningen 193.500, of 12,4% in een door de overheid erkend bouwsysteem vervaardigd. Deze woningen werden, dat moet worden opgemerkt, vooral gerealiseerd in die gebieden waar de woningnood het hevigst was.

Het aandeel van de sector industriële bouw is betrekkelijk stabiel, dat van de systeembouw heeft de neiging te stijgen.

In het laatste kwartaal van 1967 waren de gereedgekomen woningen als volgt verdeeld:

76% traditionele bouw
14% industriële bouw
10% systeembouw

De produktie in de niet-traditionele sector speelt zich voornamelijk af in de woningwetsector. Die in de premie- en de vrije sector is onbeduidend.

Gegevens over m^3-prijzen e.d. zijn bijgevolg voor de niet-traditionele bouw weinig betrouwbaar voor zover het de premie- en vrije sector betreft.

Nagegaan is nog hoe de gereedgekomen woningen over de diverse objectgrootten zijn verdeeld.

Duidelijk demonstreren de tabellen dat het aandeel niet-traditionele bouw groter is naarmate de series groter zijn, m.a.w. de voorwaarden voor een gunstige prijsvorming zijn wat dit betreft voor de niet-traditionele sector aanmerkelijk gunstiger dan voor traditionele bouw.

4.3 De produktie in woningequivalenten

Uit de tabellen die de produkties per kwartaal in woningequivalenten aangeven, blijkt, beter dan uit de overzichten van de gereedgekomen woningen, hoe het marktaandeel van de systeembouw waarbij de gietbouwers een belangrijke rol spelen, bezig is te stijgen, terwijl de produktie van de industriële bouw eerder terugloopt dan stijgt. Duidelijk blijkt ook dat in de beschouwde periode (bij alle bouwmethoden) het aandeel vrije-sectorwoningen geleidelijk is gedaald.

Op 1-1-1968 was de produktie verdeeld over:

77% traditionele bouw
12% industriële bouw
11% systeembouw

Ook de reële produktie van industriële en systeembouw speelde zich voornamelijk af in de woningwetbouw en in objectgrootte 9 (= meer dan 200 woningen per object).

4.4 Kubieke-meterprijzen

In de drie bestudeerde jaarperioden was voor alle financieringssectoren traditionele bouw per m^3 meestal het goedkoopst.
Het duurst was de systeembouw, maar vooral in 1967 was het verschil in m^3-prijs tussen systeembouw en industriële bouw niet groot.
Het beeld in de woningwetsector is nagenoeg identiek aan dat in de premiesector.
Alleen in de vrije sector (met name in 1967) zien we een afwijkend beeld: hier ontpopt industriële bouw zich als de goedkoopste bouwwijze.
De stijging van de m^3-prijs gedurende de bestudeerde periode van drie jaar (van *f* 64,— per m^3 op 1-1-1965 tot *f* 79,— per m^3 op 1-1-1968) wordt in alle sectoren gevoeld. Het lijkt alsof de m^3-prijs het snelst stijgt in de traditionele sector en de industriële bouw, en het minst in de sector systeembouw.
Deze tendens is in de woningwetsector duidelijk waarneembaar.
In de premiesector is de stijging in de sectoren traditionele bouw, systeembouw en industriële bouw in gelijke mate aanwezig.
Opvallend is in de vrije sector de ontwikkeling van de m^3-prijs van de industriële bouw.
Men merke en passant op dat de verschillen in m^3-prijs tussen de verschillende financieringssectoren bezig zijn groter te worden, vooral die tussen premie- en vrije-sectorwoningen:

	woningwet	*verschil*	*premie*	*verschil*	*vrije sector*
1-1-1965	*f* 59	*f* 5	*f* 64	*f* 5	*f* 69
1-1-1968	*f* 74	*f* 6	*f* 80	*f* 12	*f* 92

Bij de interpretatie van de verschillen in kubieke-meterprijzen tussen traditionele en niet-traditionele bouw, zoals deze uit de afgebeelde grafieken naar voren komen, dient voor de volgende 'spurious factors' te worden gewaarschuwd:

1 *hoog- en laagbouw* zijn in de C.B.S.-cijfers vermengd. Door het relatief hoge aandeel hoogbouw in de niet-traditionele bouw, is het mogelijk dat prijsverschillen tussen hoog- en laagbouw het beeld verstoren;

2 *regionale verschillen* komen in de C.B.S.-cijfers niet tot hun recht. Doordat niet-traditionele bouw hoofdzakelijk in het (dure) westen voorkomt, kan een vertekening in het materiaal ontstaan;

3 *funderingskosten* zijn in de C.B.S.-cijfers onderdeel van de bouwkosten en kunnen niet apart worden uitgesplitst. De hoge funderingskosten die bij het bouwen op slechte grondslag voorkomen, kunnen ongelijk over de sectoren traditionele en niet-traditionele bouw voorkomen;

4 *verschillen in kwaliteits- en afwerkingsniveau* zijn niet in de C.B.S.-cijfers geëlimineerd;

5 *verschillen in woninggrootte*, die eventueel tussen traditionele en niet-traditionele bouw voorkomen, zijn wat de gevolgen ervan voor de prijs betreft, in de C.B.S.-gegevens niet geëlimineerd;

6 verschillen in seriegrootte, die op de kubieke-meterprijs een belangrijk effect kunnen hebben, zijn niet in de C.B.S.-cijfers terug te vinden.

In de analyse die in het volgende hoofdstuk wordt gepresenteerd, zullen de onder 1, 3, 5 en 6 genoemde factoren kunnen worden ondervangen. Bij de interpretatie van de gegevens, zowel die in dit als in het volgende hoofdstuk dient men in elk geval de grootste reserve te betrachten.

Interessant is datgene wat minister Schut tijdens de behandeling van de begroting in de Eerste Kamer op 24 april 1968 naar voren bracht. Wij laten zijn standpunt, zonder commentaar, volgen :
'De geachte afgevaardigde acht de kosten van de industriële nieuwbouw te hoog. Ik heb redenen om deze opvatting te bestrijden. Dit is maar goed ook. De woningfabrieken hebben – de heer Kraaijvanger heeft erop gewezen – grote investeringen gedaan en het zou bijzonder triest zijn, als deze woningfabrieken nu nog niet in staat waren, tegen een prijs te bouwen, die de concurrentie van de traditionele bouwmethode niet kon weerstaan. De netto kubieke-meterprijzen van twee projecten van industriële bouw in de Bijlmermeer, gegund in 1967, bedragen *f* 73,40 respectievelijk *f* 76,85, terwijl die prijzen voor de traditionele bouw *f* 73,55 respectievelijk *f* 73,85 bedragen. Deze verschillen zijn bijzonder klein. De prijzen bedragen in een project in Tilburg *f* 64,60 voor industriële bouw en *f* 62,60 voor traditionele bouw. In Gendringen bedraagt de prijs *f* 54,45 voor industriële bouw en in Kesteren is deze prijs *f* 53,75 voor traditionele bouw. In beide laatste gevallen gaat het om de bouw van eengezinswoningen.
Ik meen, dat de gedachte, dat de industriële bouw duurder is dan de traditionele bouw, eigenlijk voortvloeit uit de praktijk. De fabrieksmatige woningbouw in grote elementen wordt overwegend aangetroffen in het westen van ons land en overwegend in de vorm van hoogbouw. Deze gang van zaken werkt ook voor de traditionele bouw kostenverhogend. Het gaat nl. om het bouwen op dure plaatsen en op een relatief wat duurdere wijze.
Ik meen dat de gedachte, dat de industriële woningbouw nodeloos duur was, kon worden ontzenuwd.'

4.5 Prijzen per woningequivalent

Voor alle financieringen en alle bouwmethoden is de gemiddelde bouwsom in de periode 1-1-1965 tot 1-1-1968 gestegen van *f* 20.500,— tot *f* 28.500,—.
In de woningwetsector zijn traditioneel gebouwde woningen duidelijk goedkoper dan niet-traditioneel gebouwde woningen.
Systeembouw is hier het duurst, maar de verschillen in deze sector zijn niet groot.

In de vrije sector is industriële bouw verreweg het goedkoopst en is traditionele bouw het duurst.

De conclusie dringt zich op dat waar de prijsvorming door de overheid wordt bepaald, niet-traditionele bouw relatief het duurst is, terwijl op de 'vrije' markt niet-traditionele bouw relatief goedkoper is. Dit verschijnsel is des te merkwaardiger als men bedenkt dat niet-traditionele bouw dan relatief het goedkoopst zou zijn in de sector met de kleinste series en de geringste continuïteit.
Het aantal niet-traditioneel gebouwde woningen in de vrije sector is overigens te klein voor het trekken van een definitieve conclusie.

4.6 Bouwtijd

Wanneer men de bouwtijd van woningen in gereedgekomen projecten zinvol wil meten, is een uitsplitsing naar objectgrootte noodzakelijk.
Immers, hoe groter het complex is, des te groter het aantal maanden tussen het

moment dat de bouw aanvangt en de oplevering van de laatste woning.
De grafieken tonen dat de bouwtijd inderdaad langer is naarmate het object groter is. Door deze verschillen per objectgrootte geeft tabel 36 een misleidend beeld. De bouwtijd van traditionele bouw ligt hier relatief laag, niet door de snelle wijze van produceren maar door het feit dat deze sector betrekkelijk veel kleine objecten telt.
Wanneer we binnen de afzonderlijke objectgrootte-klassen de bouwtijd vergelijken van traditionele bouw, systeembouw en industriële bouw, dan blijken er nauwelijks verschillen van enige betekenis op te treden. Alleen uit tabel 45 (objectgrootte 9 = meer dan 200 woningen per object) zou kunnen worden opgemaakt dat de bouwtijd bij traditionele bouw langer is dan die bij niet-traditionele bouwwijzen. Van een spectaculair verschil is in elk geval geen sprake.

4.7 Arbeidsbezetting

De arbeidsbezetting per 100 woningen is hoger naarmate de objectgrootte kleiner is.
Hoe groot deze verschillen zijn, blijkt uit de desbetreffende grafieken.

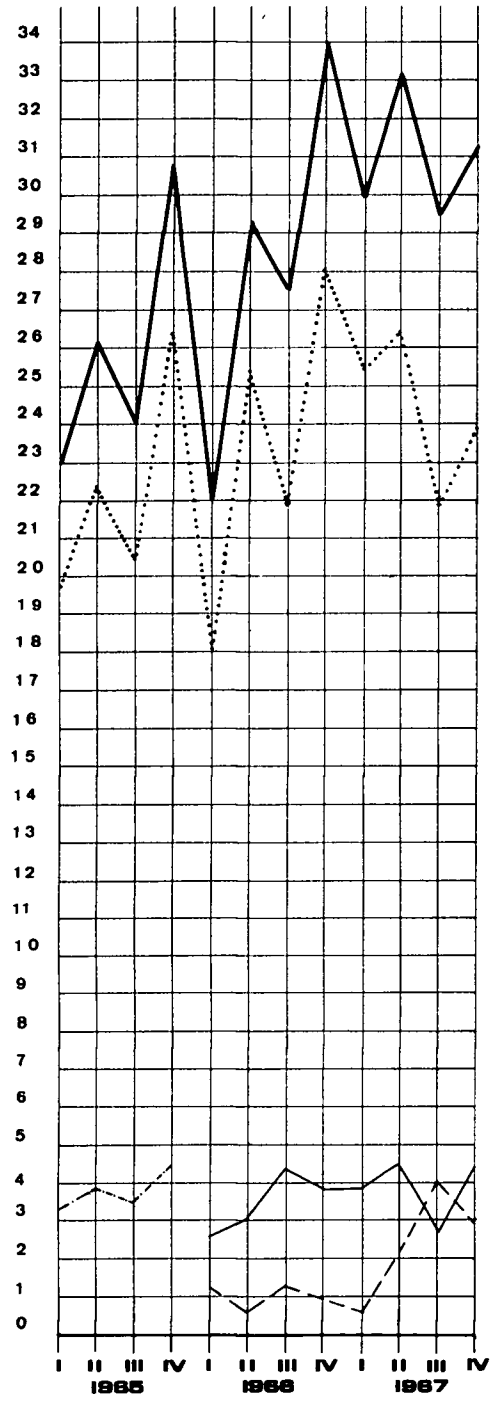
Vrij duidelijk is ook te zien dat binnen éénzelfde objectgrootte-categorie de arbeidsbezetting het hoogst is in de vrije sector en het laagst in de woningwetsector.
Neemt men alle objectgrootten te zamen, dan lijkt het alsof traditionele bouw de meeste arbeiders vergt, en systeembouw iets minder arbeidskrachten vraagt dan industriële bouw.
Kijkt men echter naar de objectgrootte-klassen afzonderlijk, dan blijkt er van dit verschijnsel weinig over te blijven.
De conclusie moet zijn: niet-traditionele bouw vergt evenveel arbeiders als traditionele bouw. Deze arbeiders realiseren een bouwtijd die nauwelijks korter is dan die bij de traditionele bouw.
Waar de schijn gewekt wordt dat de arbeidsbezetting lager is, komt dit doordat de objecten in de niet-traditionele sector groter zijn. Over de mate waarin de arbeiders geschoold zijn, zeggen de afgebeelde grafieken uiteraard niets. Voor een vergelijking tussen traditionele en niet-traditionele bouw zou een uitsplitsing van de arbeidsbezetting naar ruw- en afbouwfase nuttig zijn. Helaas, een dergelijke uitsplitsing bestaat niet.

4.8 Conclusie

De C.B.S.-gegevens laten zien dat er in de beschouwde periode 1965–1966–1967 een vrij constant aandeel industriële bouw en een stijgend aandeel systeembouw viel te registreren. De niet-traditionele bouw concentreerde zich vooral in de woningwetsector en in de objectgrootte-klasse 9 (meer dan 200 woningen per object).

Zowel de prijzen per m^3 als per woning blijken in de niet-traditionele sector iets boven die in de traditionele sector te liggen. Dit verschil is in de woningwetsector duidelijker dan in de andere financieringssectoren.

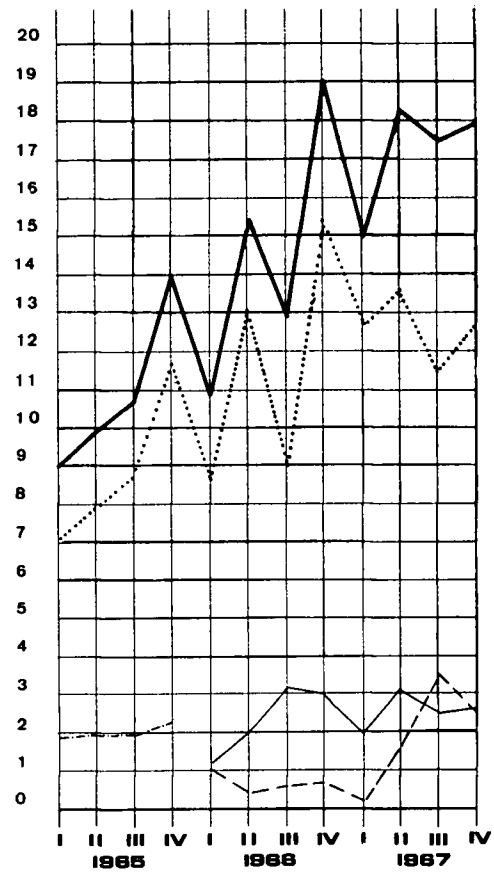
Door de grote objecten die volgens niet-traditionele bouwmethoden worden opgezet, is de arbeidsbezetting bij industriële en systeembouw laag, terwijl de bouwtijd er hoog is. Houden we echter de objectgrootte constant, dan blijken er noch in de arbeidersbezetting noch in de bouwtijd spectaculaire verschillen aan de dag te treden tussen traditionele bouw en niet-traditionele bouw.



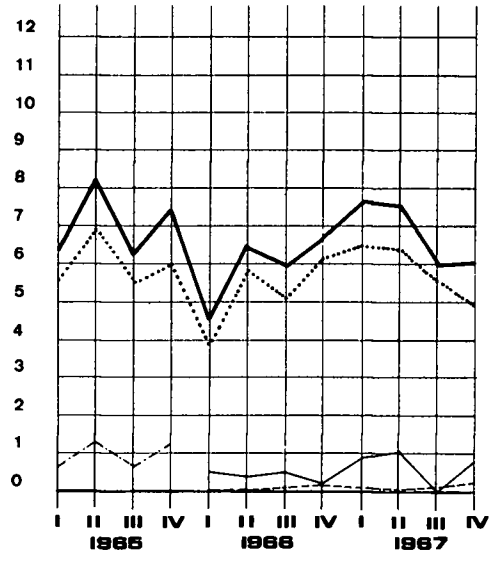
Tabel 1 Gereedgekomen woningen naar bouwmethode (× 1000)

renvooi bij de tabellen

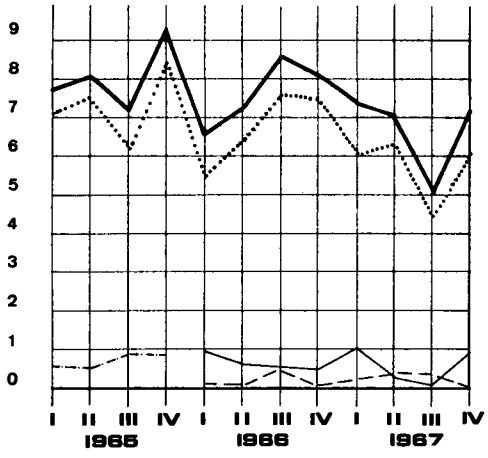
traditioneel + syteem + industrieel
traditioneel
systeem + industrieel
systeembouw
industriële bouw



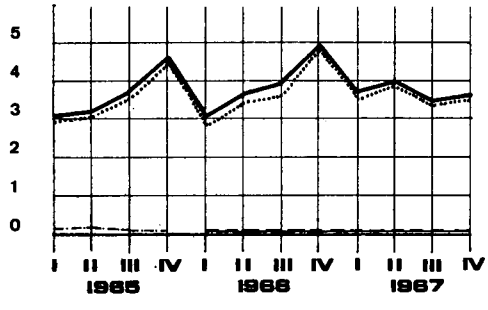
Tabel 2 Gereedgekomen woningwetwoningen naar bouwmethode (× 1000)



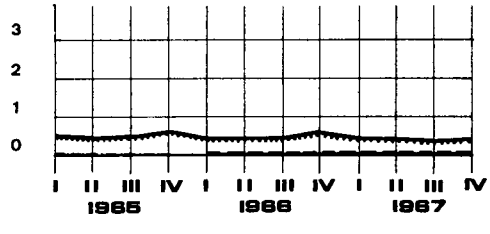
Tabel 3 Gereedgekomen premiewoningen naar bouwmethode (× 1000)



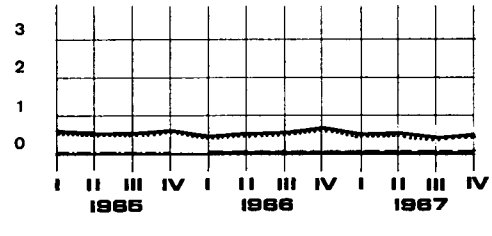
Tabel 4 Gereedgekomen vrije-sectorwoningen naar bouwmethode (× 1000)



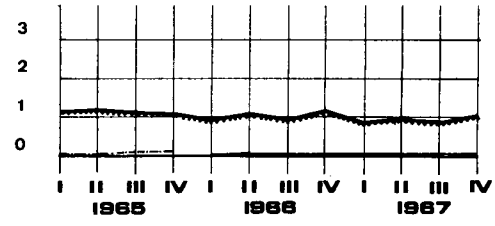
Tabel 5 Gereedgekomen woningen, objectgrootte 1, naar bouwmethode (× 1000)



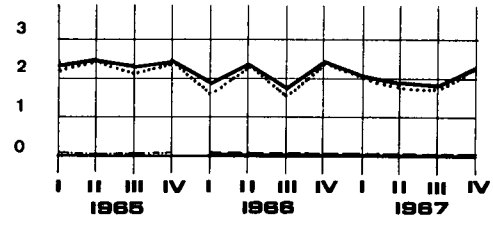
Tabel 6 Gereedgekomen woningen, objectgrootte 2, naar bouwmethode (× 1000)



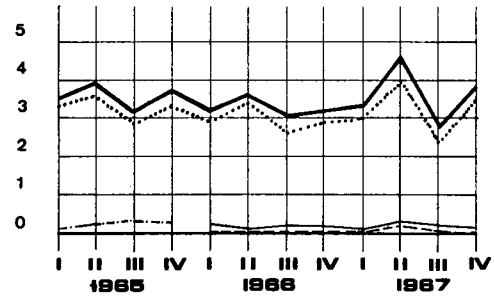
Tabel 7 Gereedgekomen woningen, objectgrootte 3, naar bouwmethode (× 1000)



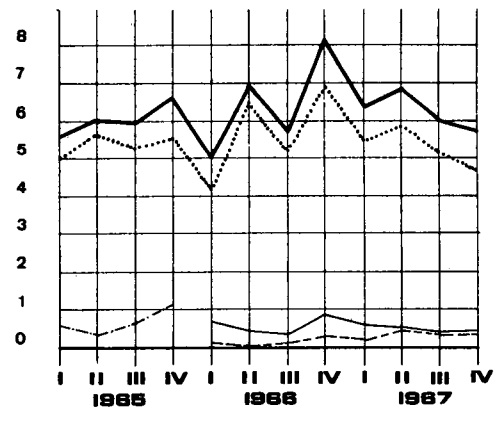
Tabel 8 Gereedgekomen woningen, objectgrootte 4, naar bouwmethode (× 1000)



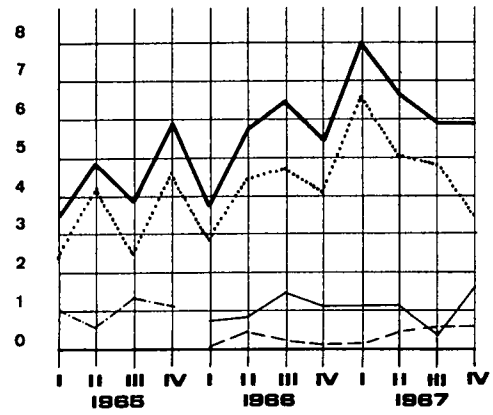
Tabel 9 Gereedgekomen woningen, objectgrootte 5, naar bouwmethode (× 1000)



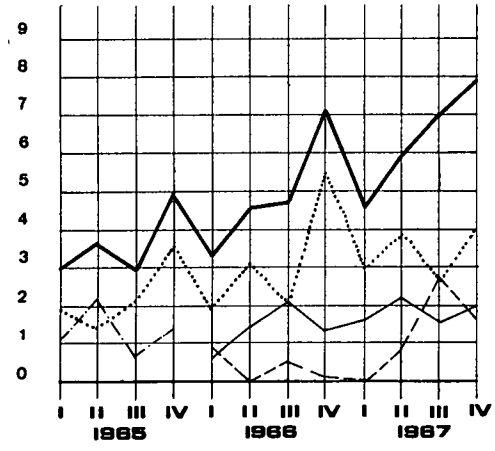
Tabel 10 Gereedgekomen woningen, objectgrootte 6, naar bouwmethode (× 1000)



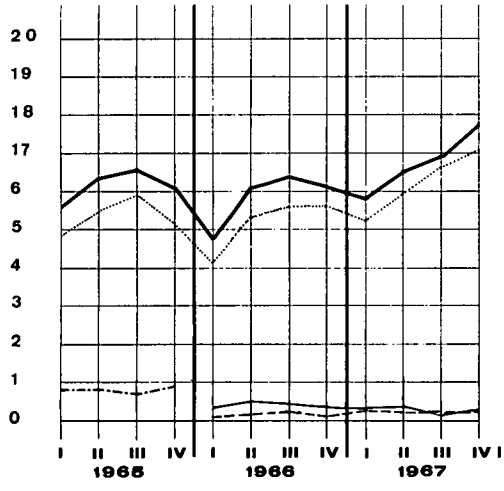
Tabel 11 Gereedgekomen woningen, objectgrootte 7, naar bouwmethode (× 1000)



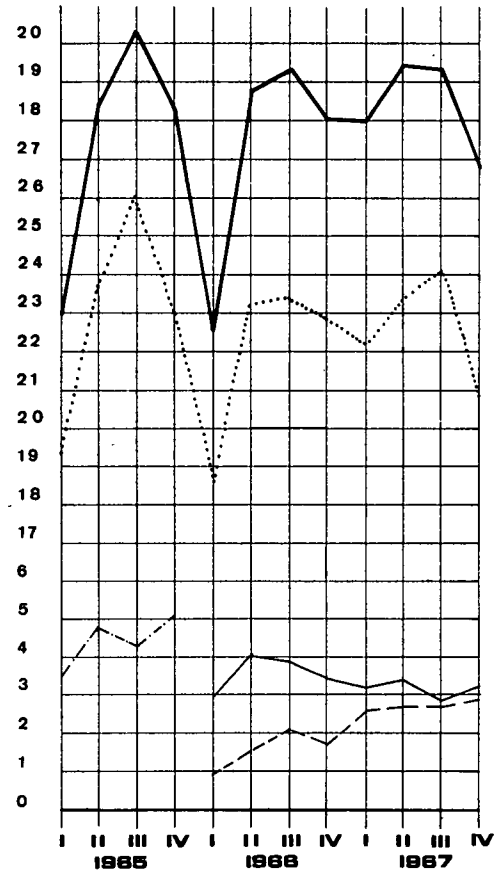
Tabel 12 Gereedgekomen woningen, objectgrootte 8, naar bouwmethode (× 1000)



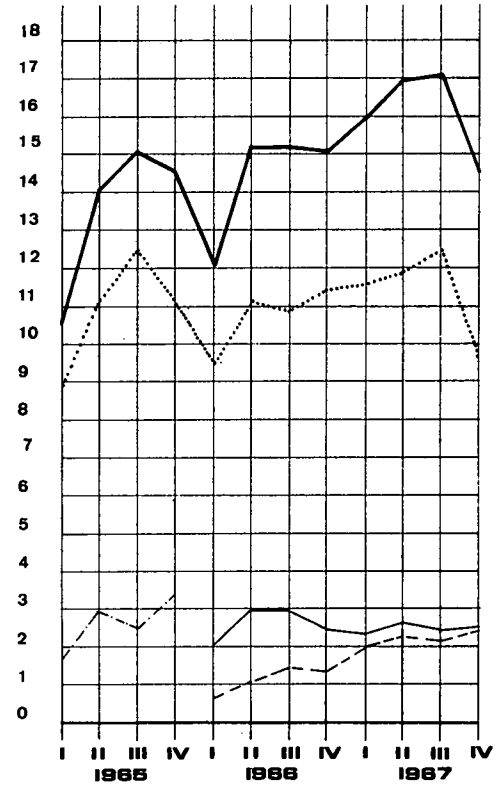
Tabel 13 Gereedgekomen woningen, objectgrootte 9, naar bouwmethode (× 1000)



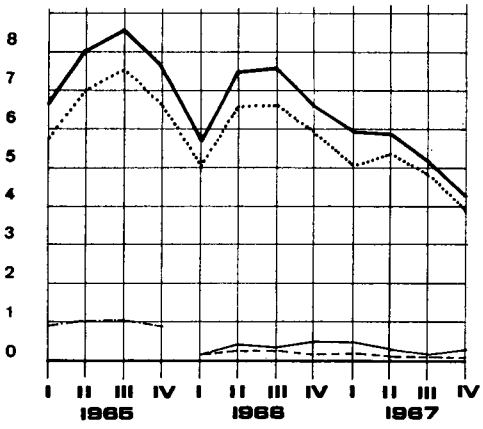
Tabel 16 Woningproduktie (premiesector) in woningequivalenten, naar bouwmethode



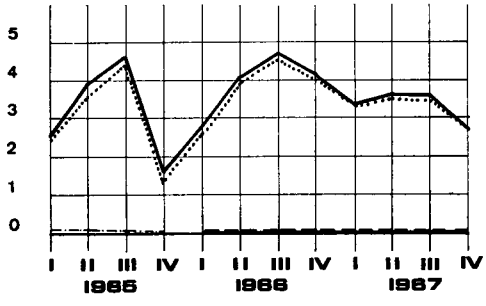
Tabel 14 Woningproduktie in woningequivalenten, naar bouwmethode



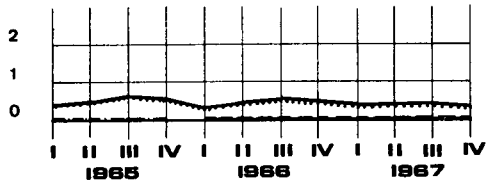
Tabel 15 Woningproduktie (woningwetsector) in woningequivalenten, naar bouwmethode



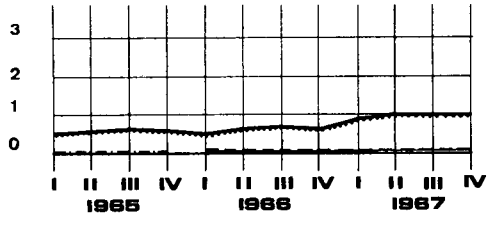
Tabel 17 Woningproduktie (vrije sektor) in woningequivalenten, naar bouwmethode



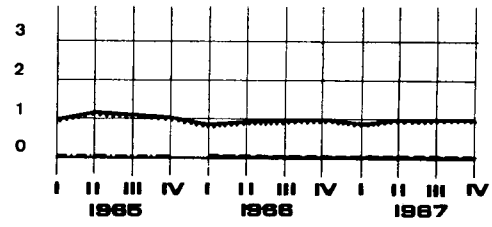
Tabel 18 Woningproduktie (objectgrootte 1) in woningequivalenten, naar bouwmethode



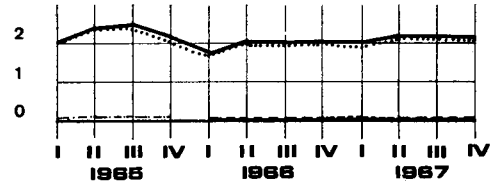
Tabel 19 Woningproduktie (objectgrootte 2) in woningequivalenten, naar bouwmethode



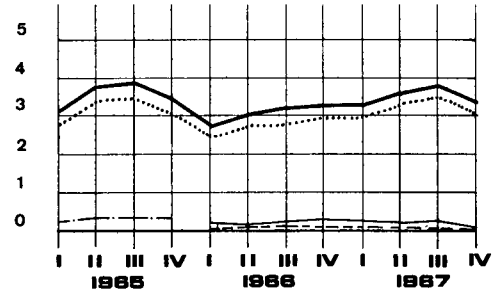
Tabel 20 Woningproduktie (objectgrootte 3) in woningequivalenten, naar bouwmethode



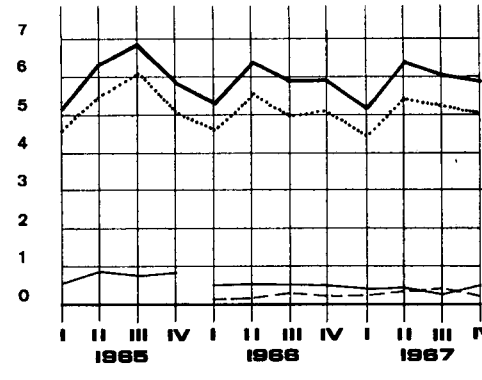
Tabel 21 Woningproduktie (objectgrootte 4) in woningequivalenten, naar bouwmethode



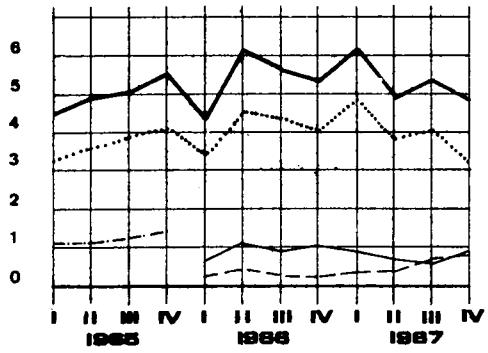
Tabel 22 Woningproduktie (objectgrootte 5) in woningequivalenten, naar bouwmethode



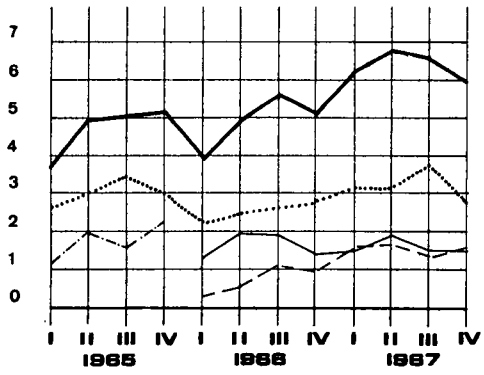
Tabel 23 Woningproduktie (objectgrootte 6) in woningequivalenten, naar bouwmethode



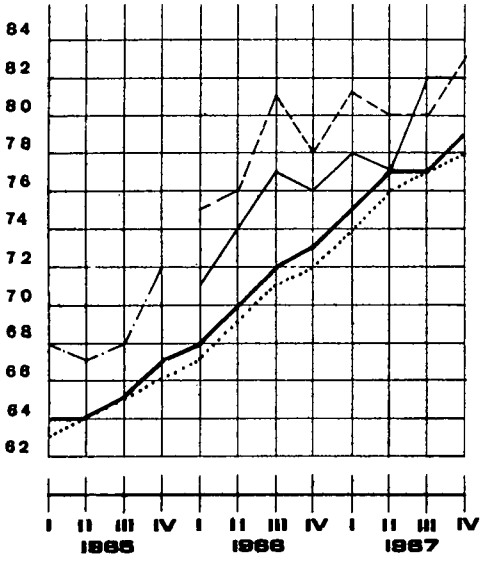
Tabel 24 Woningproduktie (objectgrootte 7) in woningequivalenten, naar bouwmehtode



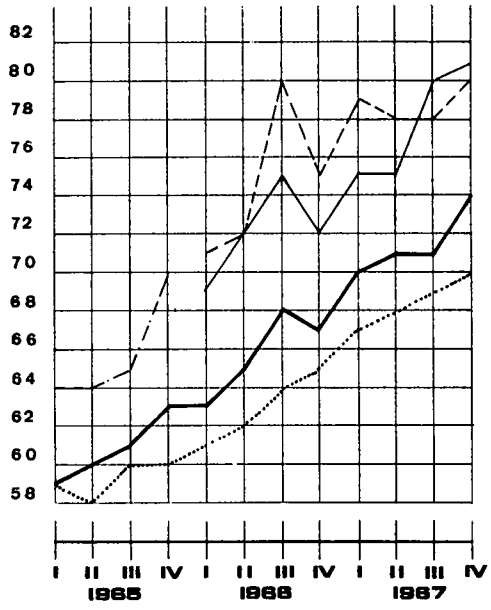
Tabel 25 Woningproduktie (objectgrootte 8) in woning-equivalenten, naar bouwmethode



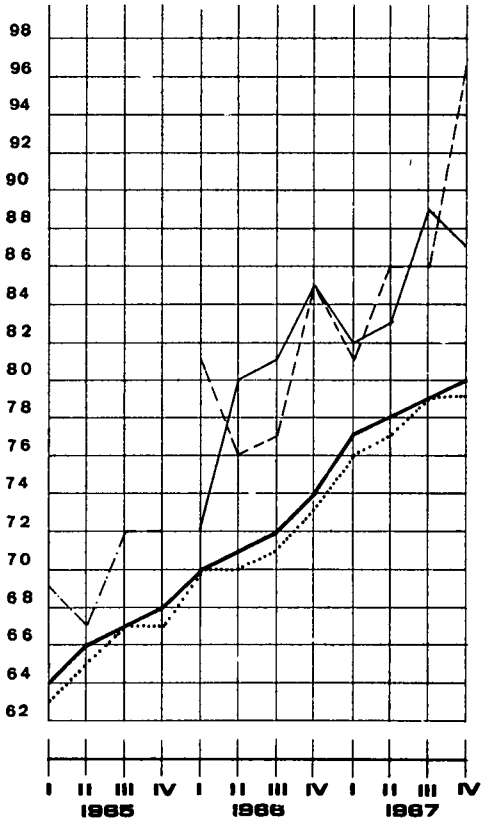
Tabel 26 Woningproduktie (objectgrootte 9) in woning-equivalenten, naar bouwmethode



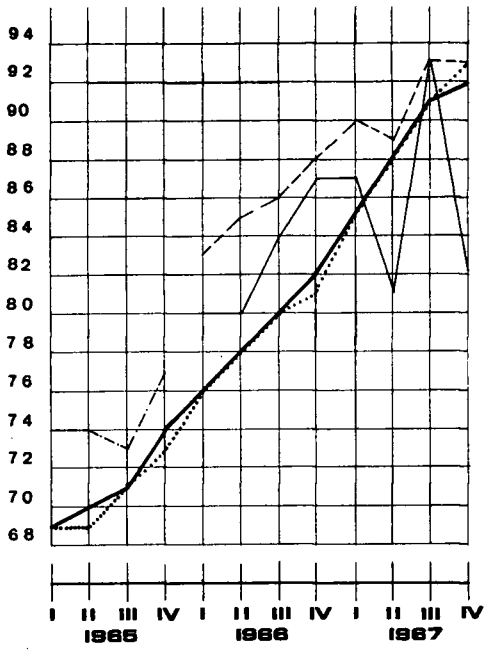
Tabel 27 Kubieke-meterprijs, naar bouwmethode (in guldens)



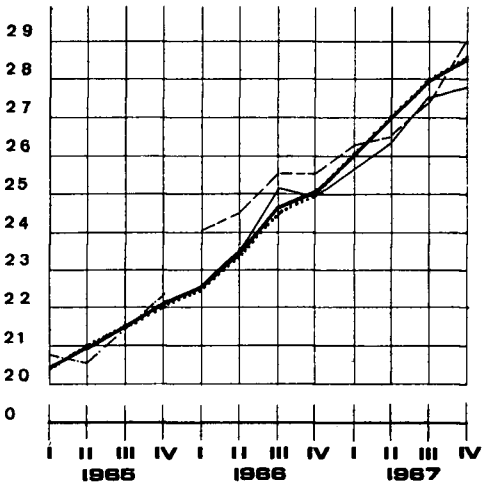
Tabel 28 Kubieke-meterprijs van woningwetwoningen, naar bouwmethode (in guldens)



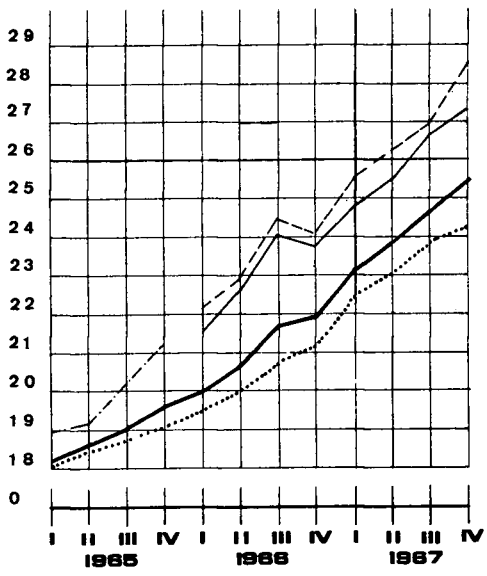
Tabel 29 Kubieke-meterprijs van premiewoningen, naar bouwmethode (in guldens)



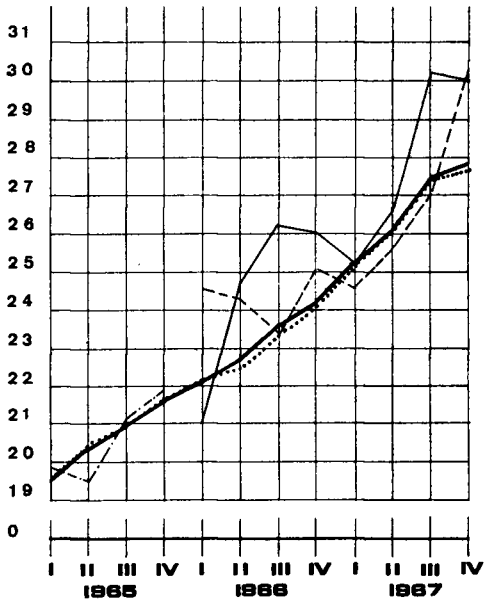
Tabel 30 Kubieke-meterprijs van vrije-sectorwoningen, naar bouwmethode (in guldens)



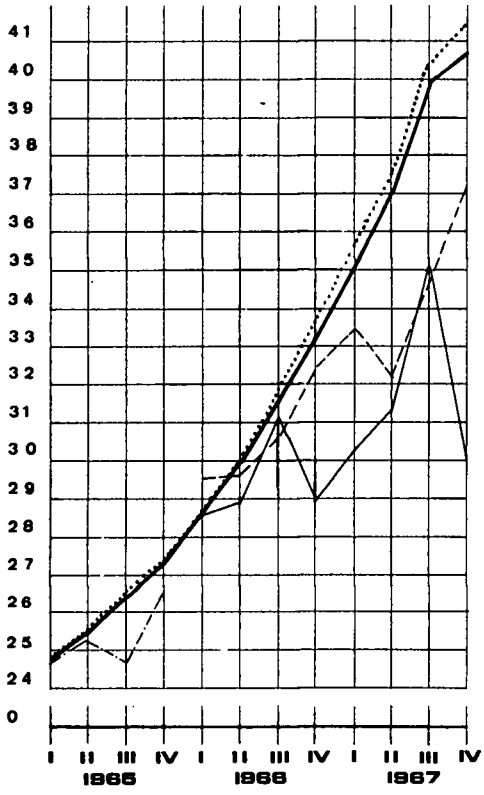
Tabel 31 Prijs per woningequivalent, naar bouwmethode (in guldens)



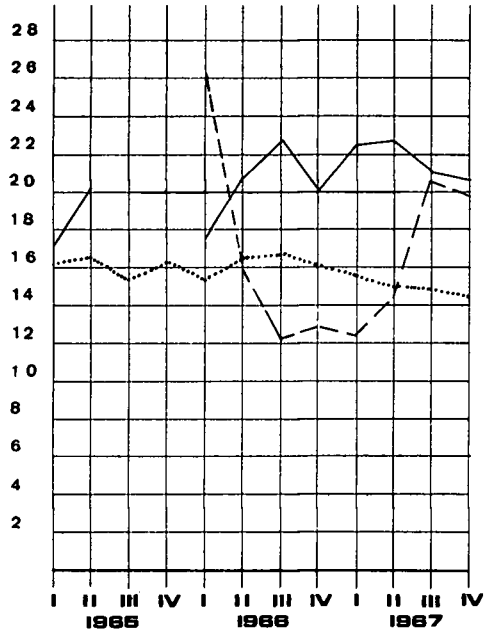
Tabel 32 Prijs per woningequivalent (woningwetsector), naar bouwmethode (in guldens)



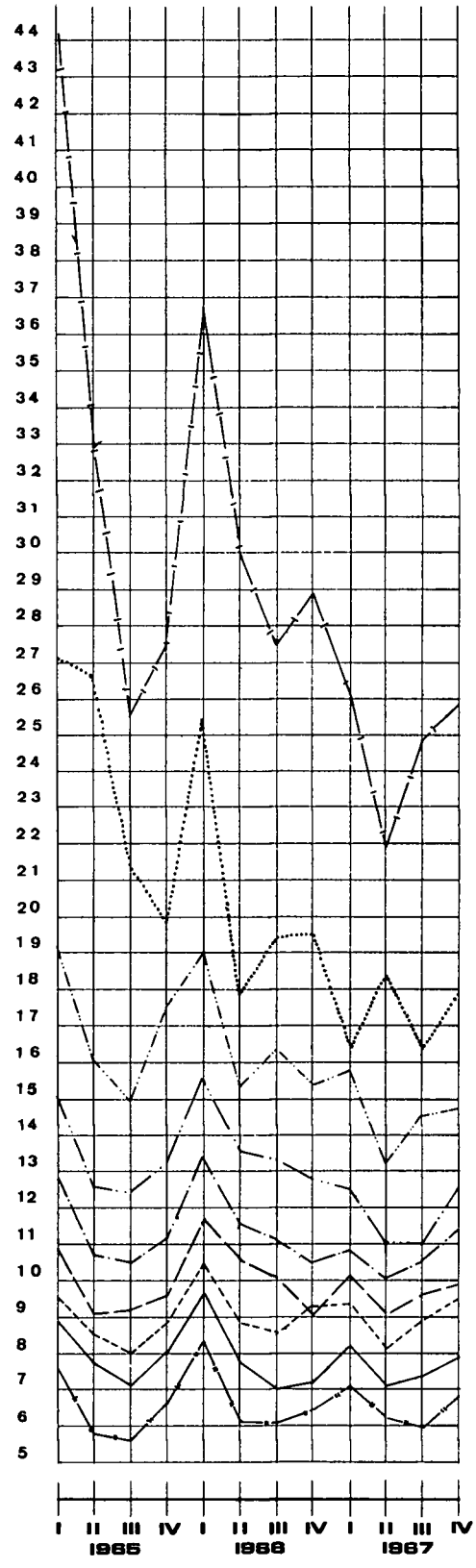
Tabel 33 Prijs per woningequivalent (premiesector), naar bouwmethode (in guldens)



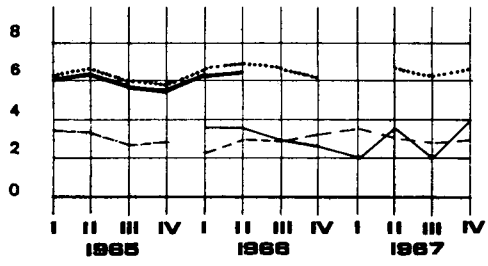
Tabel 34 Prijs per woningequivalent (vrije-sector), naar bouwmethode (in guldens)



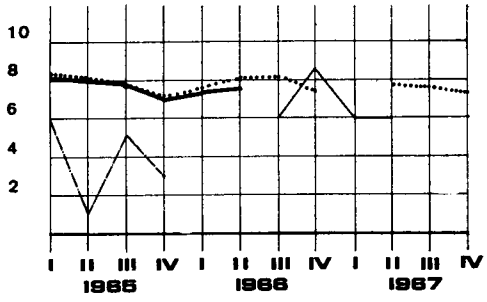
Tabel 36 Bouwtijd in maanden, naar bouwmethode



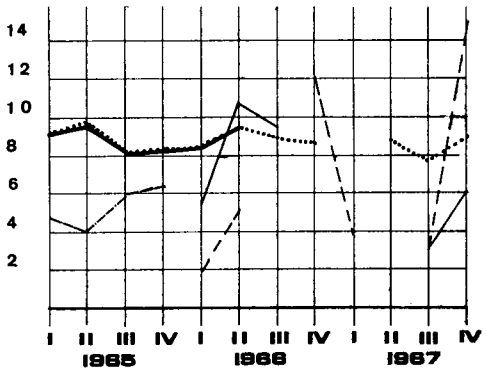
Tabel 35 Gecorrigeerde bouwtijd in maanden, naar objectgrootte. (Voor renvooi zie blz. 36.)



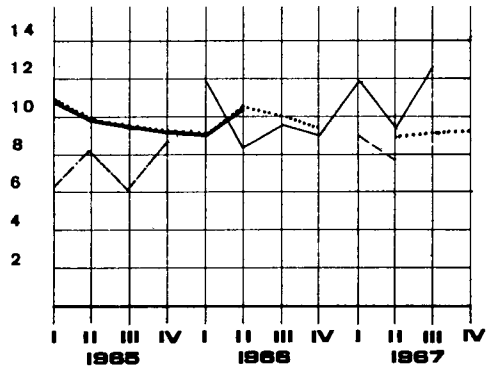
Tabel 37 Bouwtijd in maanden (objectgrootte 1), naar bouwmethode



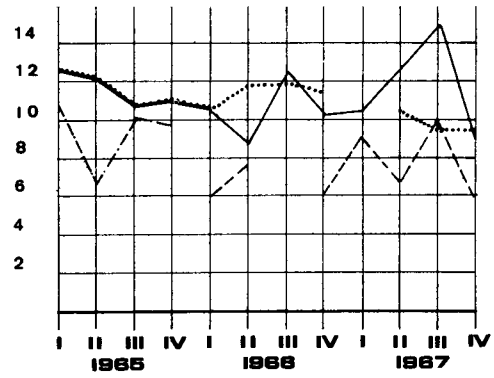
Tabel 38 Bouwtijd in maanden (objectgrootte 2), naar bouwmethode



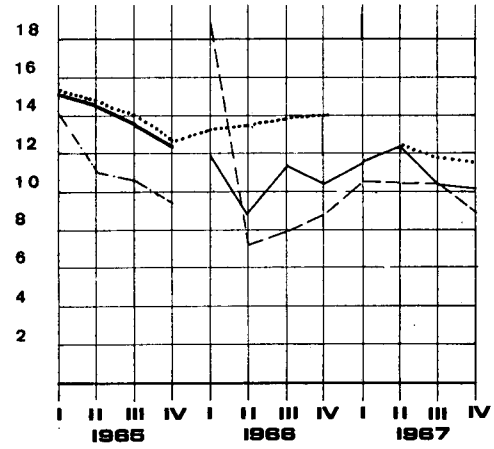
Tabel 39 Bouwtijd in maanden (objectgrootte 3), naar bouwmethode



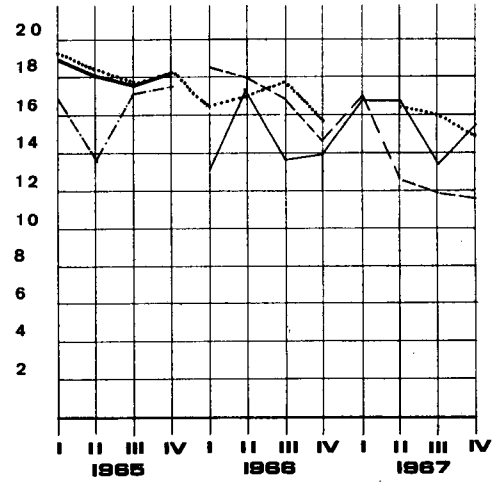
Tabel 40 Bouwtijd in maanden (objectgrootte 4), naar bouwmethode



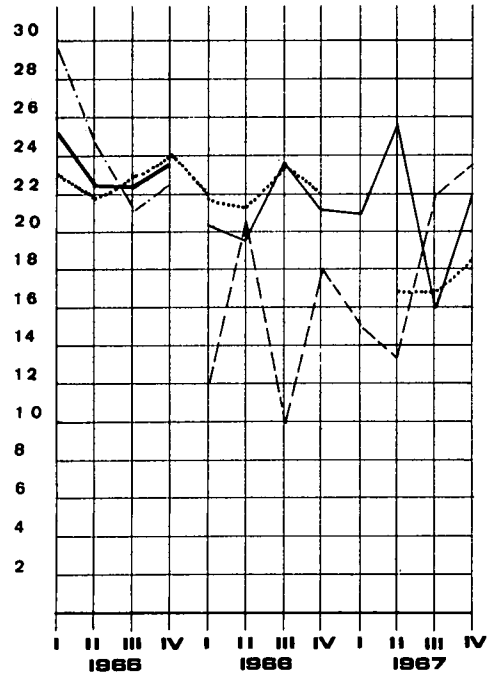
Tabel 41 Bouwtijd in maanden (objectgrootte 5), naar bouwmethode



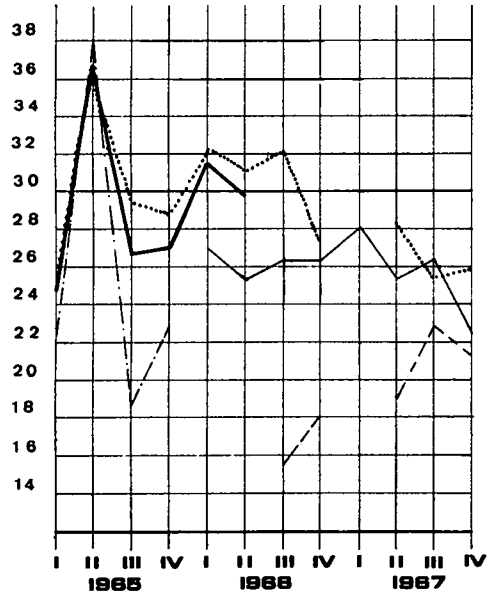
Tabel 42 Bouwtijd in maanden (objectgrootte 6), naar bouwmethode



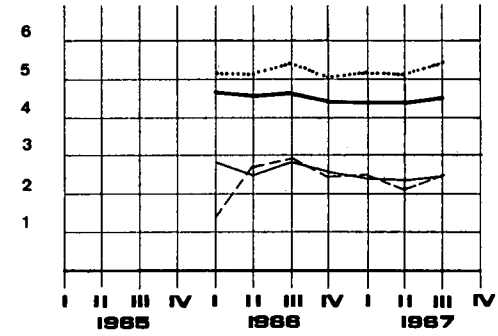
Tabel 43 Bouwtijd in maanden (objectgrootte 7), naar bouwmethode



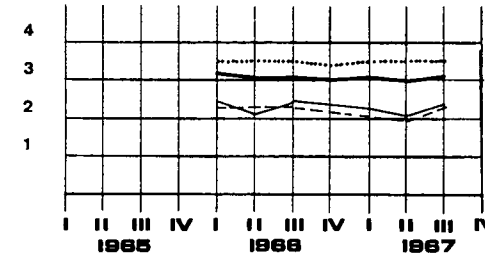
Tabel 44 Bouwtijd in maanden (objectgrootte 8), naar bouwmethode



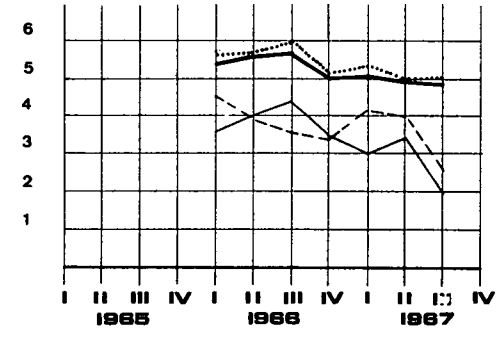
Tabel 45 Bouwtijd in maanden (objectgrootte 9), naar bouwmethode



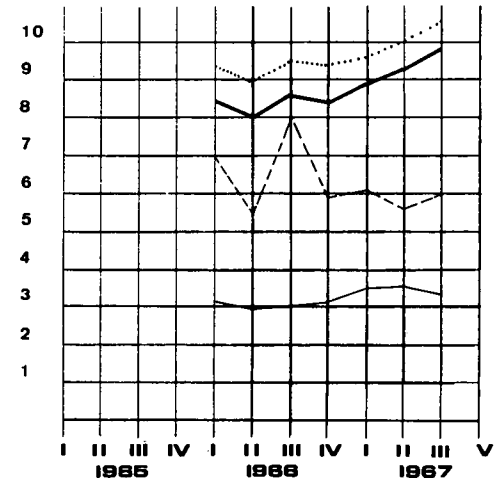
Tabel 46 Arbeidersbezetting naar bouwmethode (in aantal arbeiders per 100 woningen)



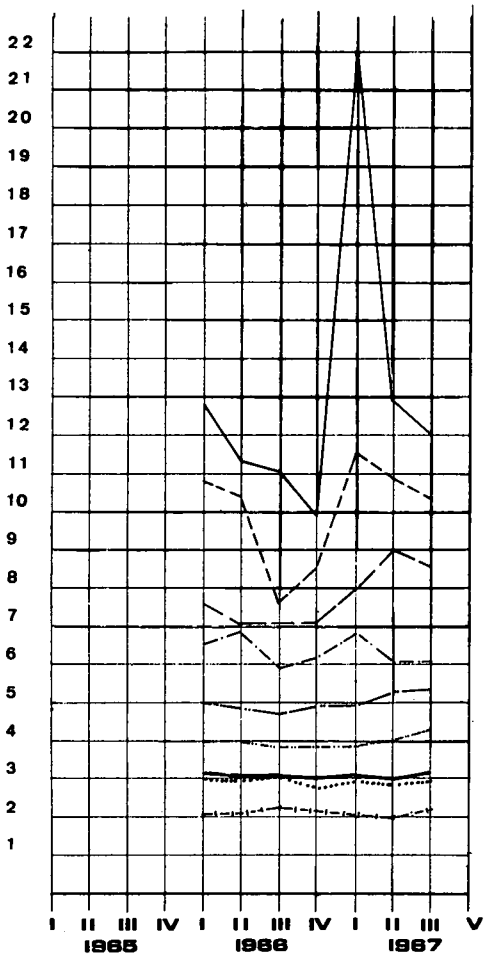
Tabel 47 Arbeidersbezetting (woningwetsector), naar bouwmethode (in aantal arbeiders per 100 woningen)



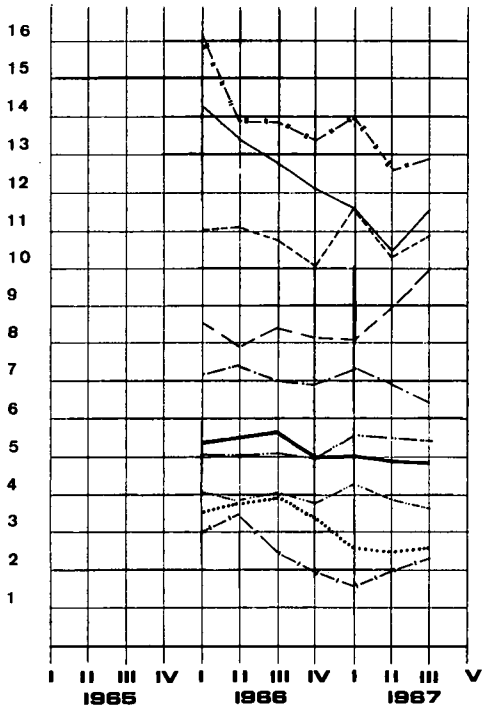
Tabel 48 Arbeidersbezetting (premiesector), naar bouwmethode (in aantal arbeiders per 100 woningen)



Tabel 49 Arbeidersbezetting (vrije sector), naar bouwmethode (in aantal arbeiders per 100 woningen)

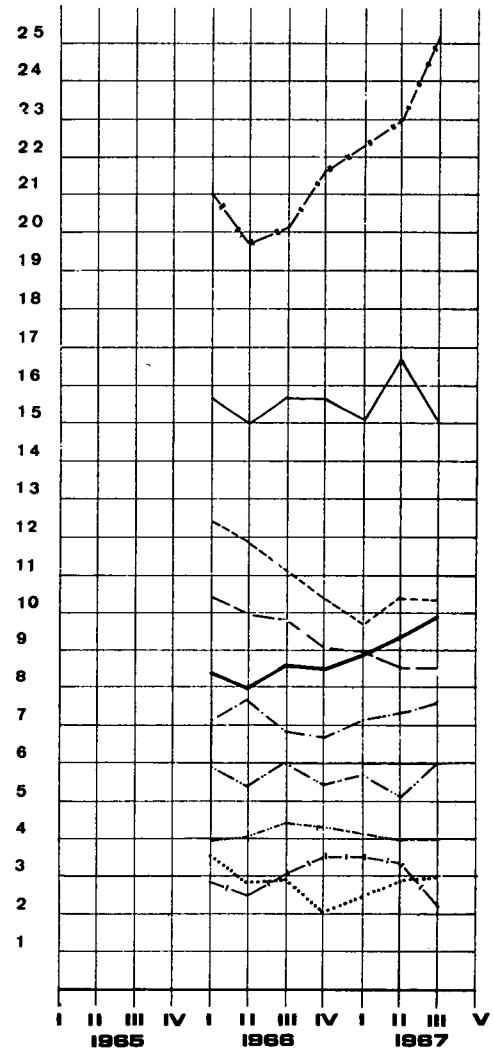


Tabel 50 Arbeidersbezetting (woningwetsector), naar objectgrootte (in aantal arbeiders per 100 woningen)

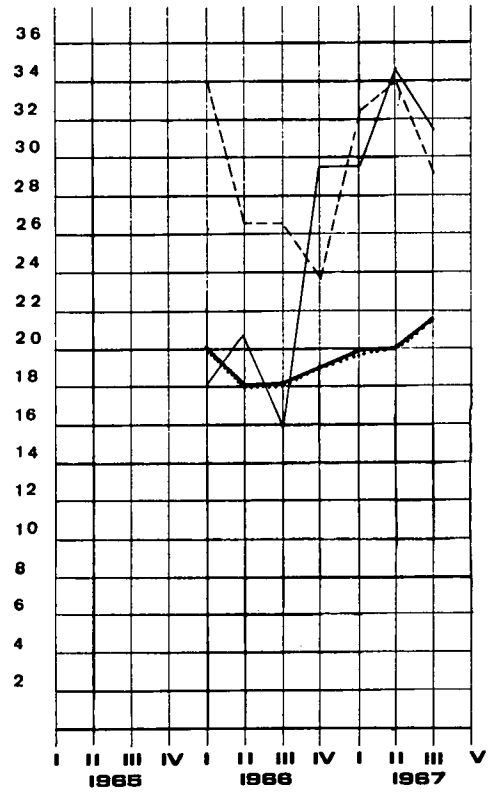


Tabel 51 Arbeidersbezetting (premiesector) naar objectgrootte (in aantal arbeiders per 100 woningen)

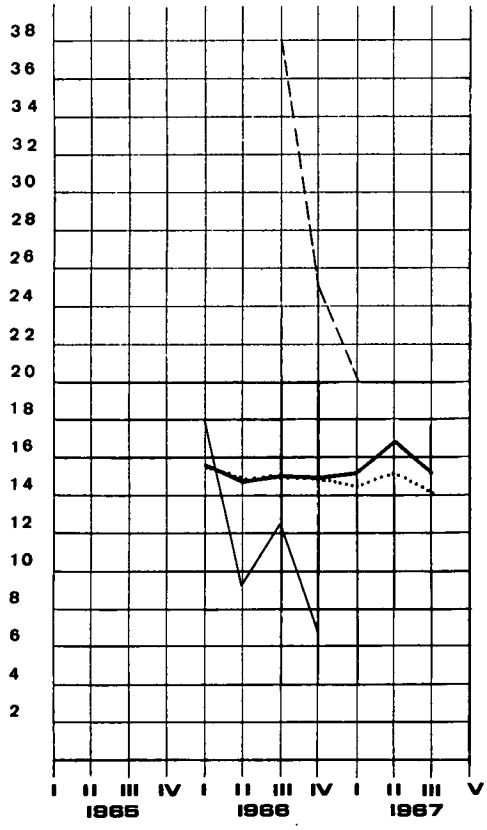
(Voor renvooi zie blz. 36.)



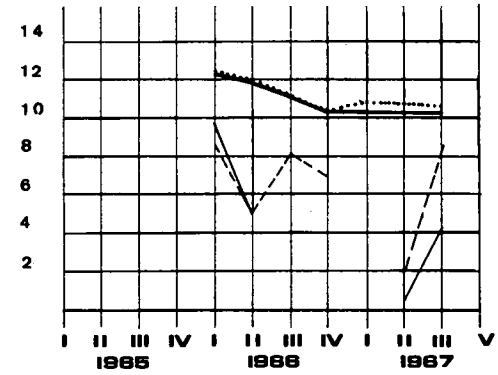
Tabel 52 Arbeidersbezetting (vrije sector) naar objectgrootte (in aantal arbeiders per 100 woningen)



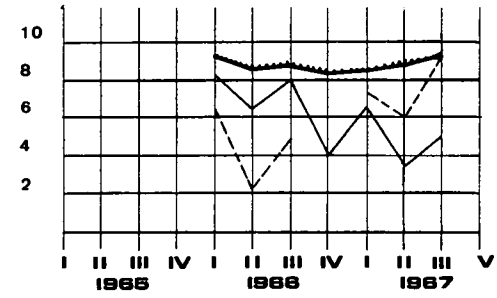
Tabel 53 Arbeidersbezetting (objectgrootte 1) naar bouwwijze (in aantal arbeiders per 100 woningen)



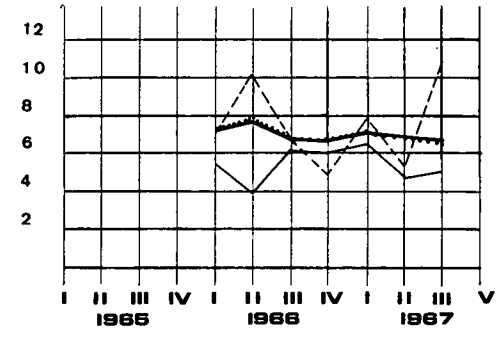
Tabel 54 Arbeidersbezetting (objectgrootte 2) naar bouwwijze (in aantal arbeiders per 100 woningen)



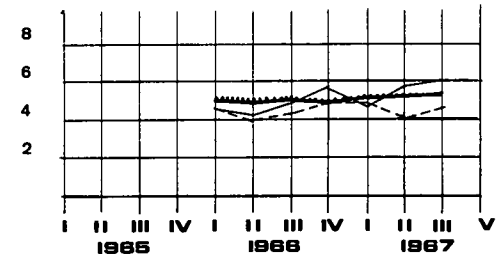
Tabel 55 Arbeidersbezetting (objectgrootte 3) naar bouwwijze (in aantal arbeiders per 100 woningen)



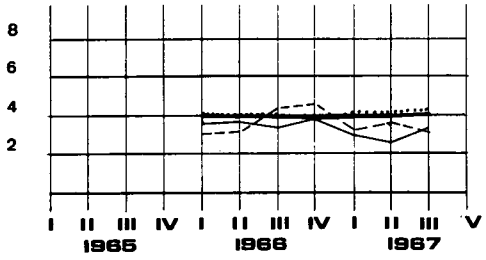
Tabel 56 Arbeidersbezetting (objectgrootte 4) naar bouwwijze (in aantal arbeiders per 100 woningen)



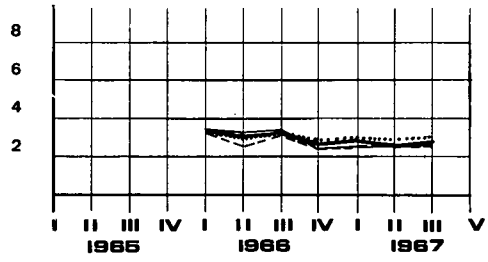
Tabel 57 Arbeidersbezetting (objectgrootte 5) naar bouwwijze (in aantal arbeiders per 100 woningen)



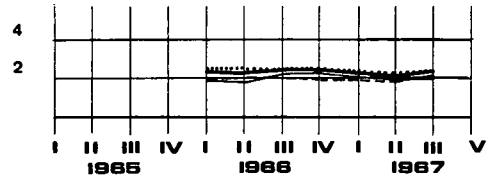
Tabel 58 Arbeidersbezetting (objectgrootte 6) naar bouwwijze (in aantal arbeiders per 100 woningen)



Tabel 59 Arbeidersbezetting (objectgrootte 7) naar bouwwijze (in aantal arbeiders per 100 woningen)



Tabel 60 Arbeidersbezetting (objectgrootte 8) naar bouwwijze (in aantal arbeiders per 100 woningen)



Tabel 61 Arbeidersbezetting (objectgrootte 9) naar bouwwijze (in aantal arbeiders per 100 woningen)

totaal
objektgrootte 1 = 1 woning
objektgrootte 2 = 2 woningen
objektgrootte 3 = 3-5 woningen
objektgrootte 4 = 6-9 woningen
objektgrootte 5 = 10-19 woningen
objektgrootte 6 = 20-39 woningen
objektgrootte 7 = 40-99 woningen
objektgrootte 8 = 100-199 woningen
objektgrootte 9 = 200 en meer woningen

5 Analyse van drie jaarprodukties II

5.1 Algemeen

Om de eigenschappen van de drie categorieën niet-traditionele bouw (stapelbouw, gietbouw en montagebouw) nader te analyseren, zijn drie jaarprodukties niet-traditionele bouw aan een nadere beschouwing onderworpen (gunningen in: 1965–1966–1967).
De verzamelde gegevens die m.b.v. een TR-4 computer zijn verwerkt, zijn ontleend aan de dossiers die i.v.m. premieaanvragen en verzoeken om woningwetbijdragen zijn aangelegd bij het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening.
Vrije-sectorprojecten ontbreken in het bestudeerde materiaal dus geheel. Niet alle dossiers konden in de studie worden betrokken, doordat sommige ervan herhaaldelijk in behandeling waren.
De studie bleef beperkt tot die systemen die in de hoofdstukken 9 tot en met 12 zijn besproken, met dien verstande dat de systemen B.G. en Smit II, beide sterk op de duurdere sectoren gericht, werden geëlimineerd. De analyse is uiteindelijk gebaseerd op in totaal 50.883 woningen, verdeeld volgens tabel 1 over de drie categorieën.

Tabel 1 Verdeling naar bouwmethode[1]

	aantal	*woningen*
stapelbouw	6696	13,16%
gietbouw	23453	46,09%
zware montagebouw	20734	40,75%
totaal	50883	100,00%

Volgens het Jaarverslag van de Centrale Directie van de Volkshuisvesting en de Bouwnijverheid kwamen in de jaren 1965, 1966 en 1967 de volgende aantallen woningen volgens 'systeembouw' of 'industriële bouw' klaar.

Tabel 2 In 1965, 1966 en 1967 gereedgekomen woningen (industriële bouw, systeembouw)[2]

	systeembouw	*industriële bouw*	*totaal*
1965	10.307	6.568	16.875
1966	12.584	7.954	20.538
1967	17.336	10.829	28.165
totaal	40.227	25.351	65.578
(waarvan B.G. en Smit II)		(5.704)	(5.704)

1 Door afrondingen kunnen in de optellingen van dit boek kleine verschillen voorkomen.
2 Bron: Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening.

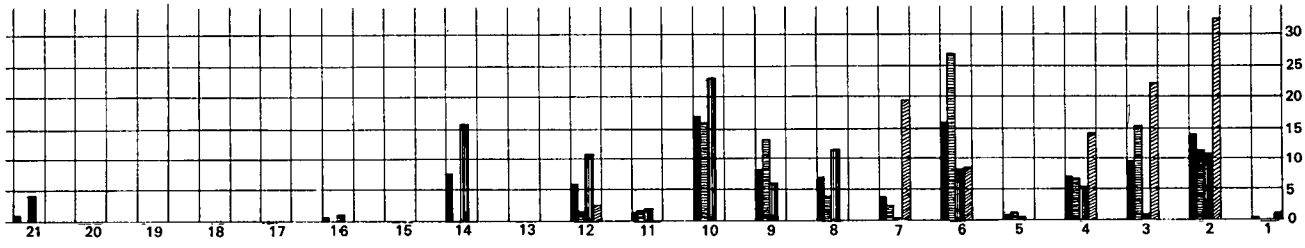
Wij menen dat het door ons onderzochte aantal woningen groot en representatief genoeg is om conclusies te kunnen trekken.

5.2 Bouwhoogte

Allereerst is nagegaan hoe de verdeling naar bouwhoogte is van de niet-traditionele woningbouwmethoden in Nederland.

Tabel 3 Verdeling naar bouwhoogte per bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
1 woonlaag	70	1,0%	0	0,0%	0	0,0%	70	0,1%
2 woonlagen	2176	32,5%	2537	10,8%	2290	11,3%	7003	13,9%
3 woonlagen	1478	22,1%	234	1,0%	3096	15,3%	4808	9,5%
4 woonlagen	952	14,2%	1207	5,1%	1322	6,5%	3481	6,9%
5 woonlagen	0	0,0%	120	0,5%	240	1,2%	360	0,7%
6 woonlagen	564	8,4%	1932	8,2%	5440	26,9%	7936	15,8%
7 woonlagen	1288	19,2%	96	0,4%	500	2,5%	1884	3,7%
8 woonlagen	0	0,0%	2645	11,3%	782	3,9%	3427	6,8%
9 woonlagen	0	0,0%	1403	6,0%	2618	13,0%	4021	8,0%
10 woonlagen	0	0,0%	5364	22,9%	3218	15,9%	8582	17,0%
11 woonlagen	0	0,0%	438	1,9%	352	1,7%	790	1,6%
12 woonlagen	168	2,5%	2524	10,8%	348	1,7%	3040	6,0%
13 woonlagen	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
14 woonlagen	0	0,0%	3705	15,8%	0	0,0%	3705	7,4%
15 woonlagen	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
16 woonlagen	0	0,0%	288	1,2%	0	0,0%	288	0,6%
17 woonlagen	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
18 woonlagen	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
19 woonlagen	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
20 woonlagen	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
21 woonlagen	0	0,0%	960	4,1%	0	0,0%	960	1,9%
totaal	6696	100,0%	23453	100,0%	20206	100,0%	50355	100,0%



Figuur 1 Verdeling naar bouwhoogte, per bouwmethode

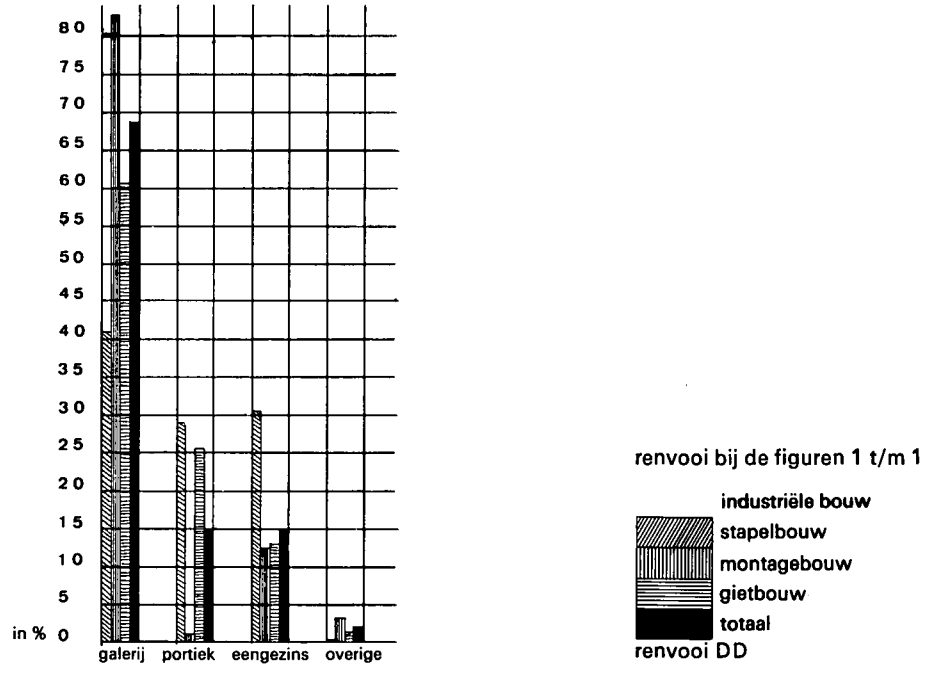
Duidelijk blijkt dat in gietbouw het hoogst wordt gebouwd, en in stapelbouw het laagst. Verwonderlijk is dit niet. Bij gietbouw zijn de stabiliteitsproblemen het eenvoudigst, terwijl bij niet te grote hoogten de voordelen van stapelbouw het meest spreken.
Opvallend is voorts dat sommige bouwhoogten betrekkelijk vaak voorkomen (10, 6, 2), terwijl andere hoogten (5 : liftgrens, 11) er nauwelijks aan te pas komen.

5.3 Woonvorm

Een belangrijk aspect is de verdeling naar woonvorm.

Tabel 4 Woonvorm per bouwmethode

woonvorm	*stapelbouw*		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
galerijflat	2735	40,9%	19208	82,7%	12747	60,7%	34690	68,3%
portiekflat	1915	28,7%	432	1,9%	5123	25,4%	7470	14,9%
eengezinshuis	2026	30,3%	2872	12,4%	2578	12,8%	7476	14,9%
overig	8	0,1%	710	3,1%	216	1,1%	934	1,9%
totaal	6684	100,0%	23222	100,0%	20664	100,0%	50570	100,0%
geen opgave	12		231		70		313	
totaal	6696		23453		20734		50883	



Figuur 2 Woonvorm per bouwmethode

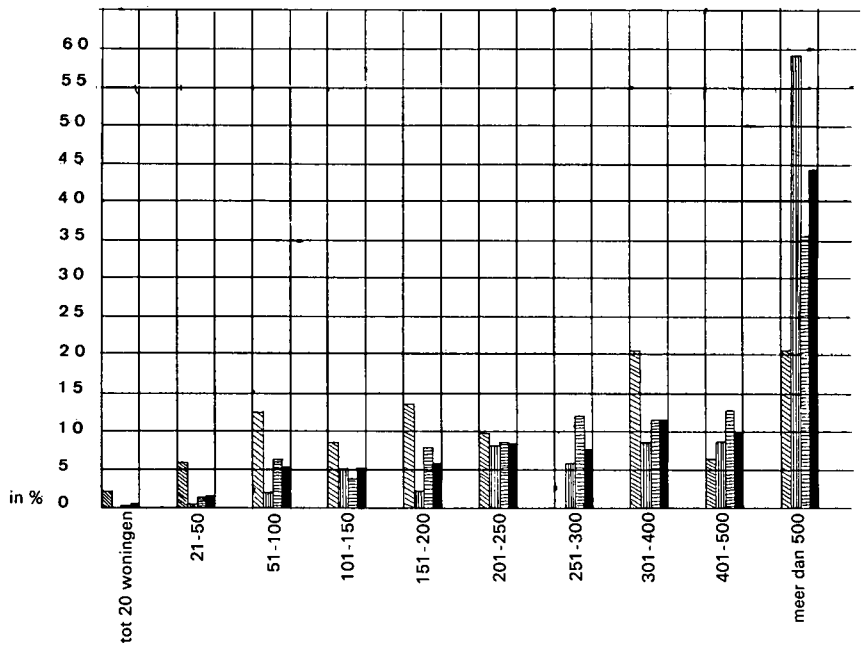
Zeer duidelijk is dat bij de niet-traditionele bouwmethoden het eengezinshuis sterk is ondervertegenwoordigd. Terwijl landelijk het percentage eengezinshuizen ruim 50% is, behoort in de niet-traditionele woningbouw slechts 14,9% tot deze sector. In alle categorieën komt de galerijflat het meest frequent voor. De meeste eengezinshuizen komen voor bij de stapelbouwmethoden, waar ook de meeste portiekflats zijn te vinden. De minste portiekflats vindt men in de gietbouwsector. Het eenzijdigste qua woonvorm is de sector gietbouw, de differentiatie is het grootst in de sector stapelbouw.

5.4 Complexgrootte en type-differentiatie

Nagegaan is voorts hoe groot de complexen zijn waarin is gebouwd. Ook op dit punt zijn de categorieën stapelbouw, gietbouw en montagebouw vergeleken.

Tabel 5 Complexgrootte naar bouwmethode

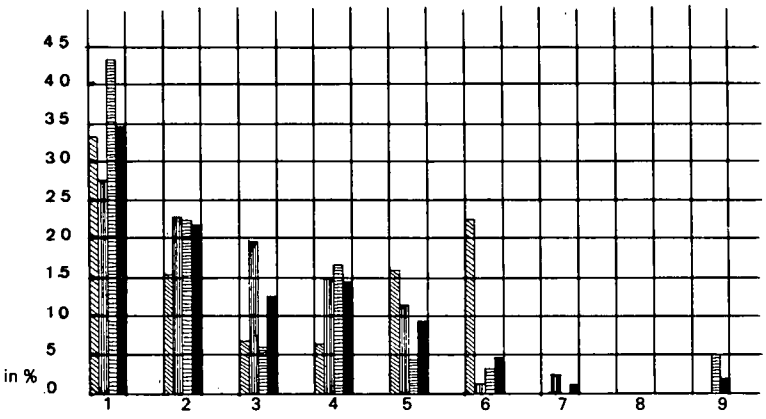
	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
tot 20 woningen	137	2,0%	0	0,0%	28	0,1%	165	0,3%
21– 50 woningen	407	6,1%	80	0,3%	300	1,4%	787	1,5%
51–100 woningen	834	12,5%	473	2,0%	1317	6,4%	2624	5,2%
101–150 woningen	557	8,3%	1201	5,1%	822	4,0%	2580	5,1%
151–200 woningen	909	13,6%	509	2,2%	1632	7,9%	3050	6,0%
201–250 woningen	663	9,9%	1843	7,9%	1784	8,6%	4290	8,4%
251–300 woningen	0	0,0%	1402	6,0%	2480	12,0%	3882	7,6%
301–400 woningen	1386	20,7%	2035	8,7%	2365	11,4%	5786	11,4%
401–500 woningen	432	6,5%	2045	8,7%	2631	12,7%	5109	10,0%
meer dan 500 woningen	1371	20,5%	13865	59,1%	7374	35,6%	22610	44,4%
totaal	6696	100,0%	23453	100,0%	20734	100,0%	50883	100,0%



Figuur 3 Complexgrootte naar bouwmethode

Tabel 6 Aantal woningtypen binnen één complex naar bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
1 type	2217	33,1%	6508	27,7%	8940	43,1%	17665	34,7%
2 typen	1037	15,5%	5316	22,7%	4650	22,4%	11003	21,6%
3 typen	457	6,8%	4583	19,5%	1214	5,9%	6254	12,3%
4 typen	430	6,4%	3522	15,0%	3432	16,6%	7384	14,5%
5 typen	1066	15,9%	2626	11,2%	876	4,2%	4568	9,0%
6 typen	1489	22,2%	333	1,4%	580	2,8%	2402	4,7%
7 typen	0	0,0%	565	2,4%	0	0,0%	565	1,1%
8 typen	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
9 typen	0	0,0%	0	0,0%	1042	5,0%	1042	2,0%
totaal	6696	100,0%	23453	100,0%	20734	100,0%	50883	100,0%



Figuur 4 Aantal typen per complex naar bouwmethode

Ondubbelzinnig blijkt dat in de gietbouwsector de complexen het grootst zijn en in de stapelbouw het kleinst.
Per complex komen vaak meer dan één type voor. Onderzocht is hoeveel typen er per complex voorkomen in de categorieën stapelbouw, gietbouw en montagebouw.

De differentiatie is verreweg het grootst bij stapelbouw, en het geringst bij montagebouw.

5.5 Funderingskosten

Om bouwprijzen te kunnen interpreteren is het o.a. nodig een inzicht te hebben in de funderingskosten van de categorieën stapelbouw, gietbouw en montagebouw. (Deze funderingskosten op zichzelf hebben uiteraard met de aard van de bouwmethode weinig of niets te maken.)

Tabel 7 Funderingskosten van meergezinshuizen naar bouwmethode

funderingskosten in procenten van de bovenbouw	*stapelbouw*		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
tot 5%	120	2,8%	100	0,6%	558	3,1%	778	2,0%
5–10%	668	15,6%	5528	33,3%	8314	45,5%	14510	37,1%
10–15%	742	17,4%	7362	44,3%	5264	28,8%	13368	34,1%
15–20%	1152	27,0%	2157	13,0%	2652	14,5%	5961	15,2%
meer dan 20%	1589	37,2%	1472	8,9%	1476	8,1%	4537	11,6%
totaal	4271	100,0%	16619	100,0%	18264	100,0%	39154	100,0%

Bij meergezinshuizen zijn de funderingskosten het hoogst voor stapelbouw, het laagst voor montagebouw.

Tabel 8 Funderingskosten van eengezinshuizen naar bouwmethode

funderingskosten in procenten van de bovenbouw	*stapelbouw*		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
tot 5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
5–10%	777	46,2%	1014	63,8%	524	26,3%	2315	44,0%
10–15%	701	41,7%	576	36,2%	892	44,8%	2169	41,2%
15–20%	195	11,6%	0	0,0%	512	25,7%	707	13,4%
meer dan 20%	8	0,5%	0	0,0%	61	3,1%	69	1,3%
totaal	1681	100,0%	1590	100,0%	1989	100,0%	5260	100,0%

Bij eengezinshuizen zijn de funderingskosten het hoogst voor montagebouw, het laagst voor gietbouw.

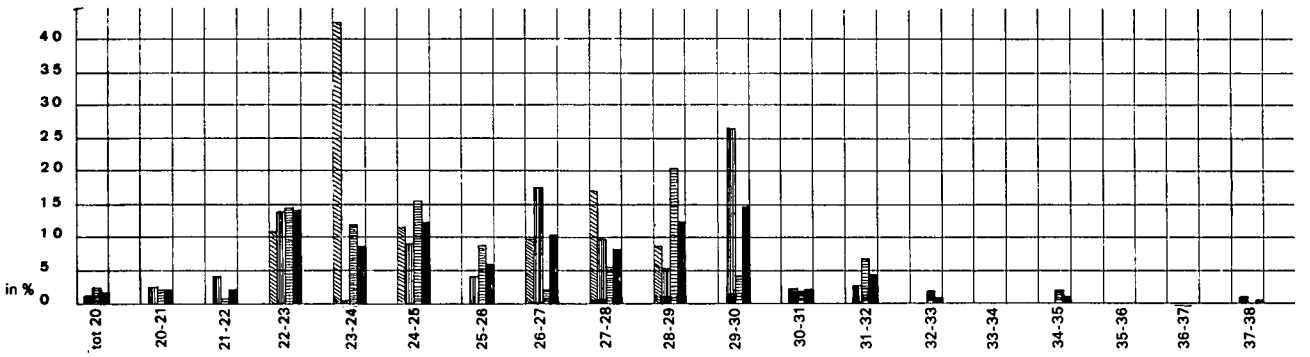
5.6 Bouwprijzen

Een belangrijke vraag is uiteraard hoe de bouwprijzen zijn in de categorieën stapelbouw, gietbouw en montagebouw. In tabel 9 en 10 zijn de bouwprijzen weergegeven voor hoog- en laagbouw *afzonderlijk*, zodat er per tabel (op dit punt) vergelijkbare prijzen konden worden opgenomen.

Tabel 9 Bouwprijzen van portiek- en galerijflats van vijf lagen of meer, naar bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
tot *f* 20.000,—	0	0,0%	144	1,1%	314	2,4%	458	1,6%
f 20000,— – *f* 21000,—	0	0,0%	336	2,5%	288	2,2%	624	2,2%
f 21000,— – *f* 22000,—	0	0,0%	568	4,1%	72	0,6%	640	2,2%
f 22000,— – *f* 23000,—	216	10,7%	1886	13,8%	1948	14,9%	4050	14,1%
f 23000,— – *f* 24000,—	861	42,6%	70	0,5%	1516	11,6%	2447	8,5%
f 24000,— – *f* 25000,—	231	11,4%	1232	9,0%	2012	15,4%	3475	12,1%
f 25000,— – *f* 26000,—	0	0,0%	557	4,1%	1144	8,8%	1701	5,9%
f 26000,— – *f* 27000,—	196	9,7%	2413	17,6%	288	2,2%	2897	10,1%
f 27000,— – *f* 28000,—	348	17,2%	1335	9,8%	690	5,3%	2373	8,2%
f 28000,— – *f* 29000,—	168	8,3%	704	5,1%	2690	20,6%	3562	12,4%
f 29000,— – *f* 30000,—	0	0,0%	3648	26,6%	528	4,0%	4176	14,5%
f 30000,— – *f* 31000,—	0	0,0%	314	2,3%	252	1,9%	566	2,0%
f 31000,— – *f* 32000,—	0	0,0%	360	2,6%	894	6,8%	1254	4,4%
f 32000,— – *f* 33000,—	0	0,0%	0	0,0%	234	1,8%	234	0,8%
f 33000,— – *f* 34000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 34000,— – *f* 35000,—	0	0,0%	0	0,0%	204	1,6%	204	0,7%
f 35000,— – *f* 36000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 36000,— – *f* 37000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 37000,— – *f* 38000,—	0	0,0%	122	0,9%	0	0,0%	122	0,4%
totaal	2020	100,0%	13689	100,0%	13074	100,0%	28783	100,0%

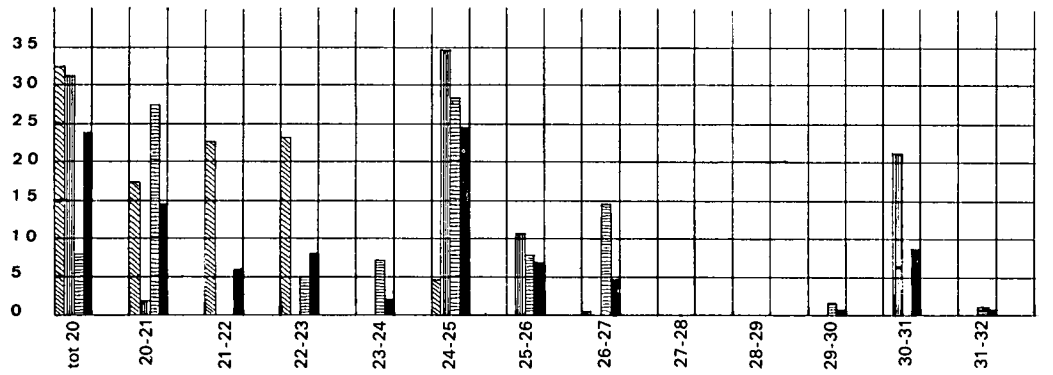
In de sector portiek- en galerijflats met lift is gietbouw iets duurder dan montagebouw; stapelbouw is in deze sector verreweg het goedkoopst.



Figuur 5 Bouwprijzen van portiek- en galerijflats van vijf lagen of meer, naar bouwmethode (in *f* 1000,—)

Tabel 10 Bouwprijzen van eengezinshuizen naar bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
tot *f* 20000,—	593	32,5%	822	31,1%	180	8,0%	1595	23,8%
f 20000,— – *f* 21000,—	313	17,2%	42	1,6%	611	27,3%	966	14,4%
f 21000,— – *f* 22000,—	410	22,5%	0	0,0%	0	0,0%	410	6,1%
f 22000,— – *f* 23000,—	413	22,7%	0	0,0%	113	5,0%	526	7,8%
f 23000,— – *f* 24000,—	0	0,0%	0	0,0%	157	7,0%	157	2,3%
f 24000,— – *f* 25000,—	85	4,7%	918	34,7%	624	27,9%	1627	24,3%
f 25000,— – *f* 26000,—	0	0,0%	284	10,7%	178	7,9%	462	6,9%
f 26000,— – *f* 27000,—	8	0,4%	0	0,0%	323	14,4%	331	4,9%
f 27000,— – *f* 28000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 28000,— – *f* 29000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 29000,— – *f* 30000,—	0	0,0%	0	0,0%	30	1,3%	30	0,4%
f 30000,— – *f* 31000,—	0	0,0%	576	21,8%	0	0,0%	576	8,6%
f 31000,— – *f* 32000,—	0	0,0%	0	0,0%	24	1,1%	24	0,4%
f 32000,— – *f* 33000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 33000,— – *f* 34000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 34000,— – *f* 35000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 35000,— – *f* 36000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 36000,— – *f* 37000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 37000,— – *f* 38000,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
totaal	1822	100,0%	2642	100,0%	2240	100,0%	6704	100,0%



Figuur 6 Bouwprijzen van eengezinshuizen naar bouwmethode (in *f* 1000,—)

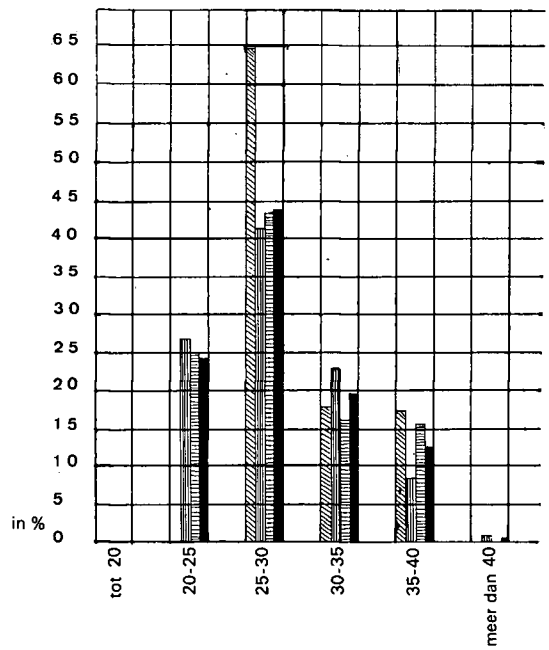
De bouwprijzen van eengezinshuizen zijn voor stapelbouw het laagst, voor gietbouw het hoogst. De prijzen van gietbouw-eengezinshuizen en die van montagebouw-eengezinshuizen ontlopen elkaar weinig.
De gemiddelde bouwprijs voor alle categorieën was in de jaren 1965, 1966 en 1967 : *f* 23.642,67.
In de tabellen 1 t/m 8 is een indruk gegeven van verschillen in seriegrootte, differentiatie, bouwhoogte en funderingskosten die voor de interpretatie van prijsverschillen onontbeerlijk zijn. Hetzelfde geldt voor de verschillen in woninggrootte, woningbreedte, e.d. die in dit hoofdstuk nog aan de orde worden gesteld.
Ook bij de onderhavige analyse kon met regionale factoren en met verschillen in kwaliteits- en afwerkingsniveau geen rekening worden gehouden.
Voor de tabellen 9, 10 en 11 geldt bovendien dat hier woningwet- en premiesector onder één noemer zijn gebracht, wat in feite zeker voor tabel 11 niet verantwoord is, ook al is het aandeel buiten de woningwetsector relatief gering.

5.7 Huurprijzen

Van de categorieën stapelbouw, gietbouw en montagebouw zijn de ('kale') weekhuren vergeleken.

Tabel 11 Weekhuur van portiek- en galerijflats van vijf lagen of meer, naar bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
tot *f* 20,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
f 20,— – *f* 25,—	0	0,0%	3816	26,8%	3212	25,0%	7028	24,2%
f 25,— – *f* 30,—	1308	64,8%	5856	41,2%	5564	43,3%	12728	43,8%
f 30,— – *f* 35,—	364	18,0%	3241	22,8%	2076	16,2%	5681	19,5%
f 35,— – *f* 40,—	348	17,2%	1200	8,4%	1988	15,5%	3536	12,2%
meer dan *f* 40,—	0	0,0%	105	0,7%	0	0,0%	105	0,4%
totaal	2020	100,0%	14218	100,0%	12840	100,0%	29078	100,0%

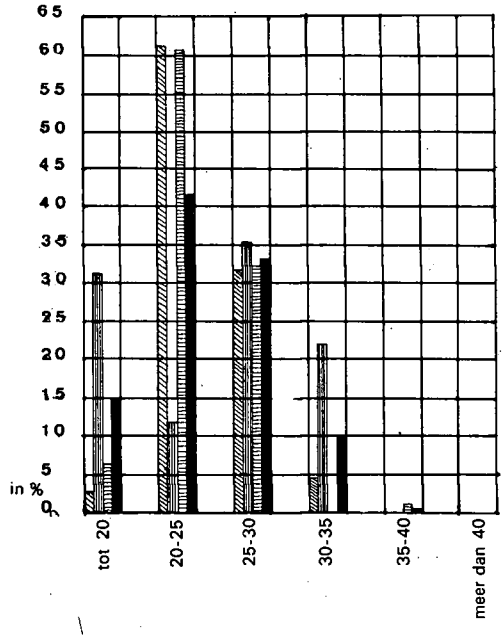


Figuur 7 Weekhuur van portiek- en galerijflats van vijf lagen of meer, naar bouwmethode (in guldens)

Merkwaardigerwijze is de weekhuur van stapelbouwprojecten het hoogst. De weekhuur van montagebouwobjecten is iets hoger dan die van gietbouwprojecten. De weekhuren vertonen dus exact het tegenovergestelde beeld t.o.v. de bouwprijzen. Doordat in gietbouw de hoogste gebouwen worden gerealiseerd, en in stapelbouw de laagste, wordt er wellicht zoveel aan grondkosten per woning bespaard in gietbouw, en in mindere mate ook in montagebouw, dat daardoor de extra bouwkosten ruimschoots worden gecompenseerd. Een belangrijke factor is voorts dat in stapelbouw het aandeel premiewoningen het grootst is.

Tabel 12 Weekhuur van eengezinshuizen naar bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
tot *f* 20,—	48	2,6%	822	31,1%	136	6,1%	1006	15,0%
f 20,— – *f* 25,—	1115	61,2%	316	12,0%	1359	60,7%	2790	41,6%
f 25,— – *f* 30,—	574	31,5%	928	35,1%	720	32,2%	2222	33,1%
f 30,— – *f* 35,—	85	4,7%	576	21,8%	0	0,0%	661	9,9%
f 35,— – *f* 40,—	0	0,0%	0	0,0%	24	1,1%	24	0,4%
meer dan *f* 40,—	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
totaal	1822	100,0%	2642	100,0%	2239	100,0%	6703	100,0%



Figuur 8 Weekhuur van eengezinswoningen naar bouwmethode

Duidelijk is dat bij eengezinshuizen de huren elkaar niet veel ontlopen. Bij gietbouw, die een fractie goedkoper is, is de spreiding van de huren het grootst.

5.8 Gemeenten

Aan de hand van de gunningslijsten is nagegaan in welke gemeenten zich in de periode 1965, 1966, 1967 de niet-traditionele bouw concentreerde. In twaalf plaatsen bleken er in die periode meer dan 1000 niet-traditioneel te bouwen woningen te zijn gegund.

Tabel 13 Vertegenwoordiging van gemeenten in de steekproef

1	Amsterdam	11,90%
2	Rotterdam	6,27%
3	Utrecht	5,14%
4	Leeuwarden	3,21%
5	Tilburg	3,12%
6	Purmerend	3,11%
7	Eindhoven	2,84%
8	Arnhem	2,43%
9	Schiedam	2,41%
10	Zoetermeer	2,16%
11	Velzen	1,98%
12	Haarlem	1,97%
13	Maassluis	1,91%
14	Amstelveen	1,91%
15	Den Haag	1,87%
16	Zwijndrecht	1,85%
17	Delft	1,82%
18	Zaandam	1,81%
19	Groningen	1,71%
20	Venlo	1,27%
		60,69%

100%= 50.883 woningen.

Wanneer we de twintig plaatsen rangschikken waarin de meeste niet-traditionele bouw werd gegund, dan zien wij dat meer dan de helft van deze sector in dit geringe aantal plaatsen is geconcentreerd. Duidelijk is zichtbaar dat het niet-traditionele bouwen zich sterk op het westen heeft gericht.
Onderzocht is voorts hoe de categorieën stapelbouw, gietbouw en montagebouw over de gemeenten zijn verdeeld.

Tabel 14 Vertegenwoordiging van gemeenten in de steekproef, per bouwmethode

	stapelbouw			*gietbouw*			*montagebouw*	
1	Schiedam	1226	1	Amsterdam	3399	1	Amsterdam	2656
2	Capelle a/d IJssel	628	2	Rotterdam	2840	2	Utrecht	2318
3	Leidschendam	564	3	Leeuwarden	1196	3	Tilburg	1590
4	Hoogeveen	510	4	Zoetermeer	1100	4	Purmerend	1008
5	Terneuzen	424	5	Arnhem	1038	5	Zwijndrecht	940
6	Nijmegen	378	6	Velzen	1008	6	Eindhoven	878
7	Den Helder	374	7	Delft	928	7	Groningen	870
8	Den Haag	320	8	Amstelveen	806	8	Maassluis	864
9	Batenburg	197	9	Zaandam	728	9	Gorinchem	612
10	Veenendaal	179	10	Den Haag	633	10	Haarlem	558

5.9 Bouwbedrijven

Aan de hand van de gunningen van de jaren 1965, 1966, 1967 is vervolgens nagegaan door welke bouwbedrijven de niet-traditionele bouw in Nederland wordt uitgevoerd.

Tabel 15 Vertegenwoordiging van uitvoerende bouwbedrijven in de steekproef

1	Intervam, Rijswijk Z.H.	21,13%
2	Coignet-groep, Rotterdam-Zaandam-Helden Beringe	11,13%
3	Muijs & De Winter, Rotterdam	7,13%
4	EBA, Amstelveen	6,83%
5	Van Eesteren, Rotterdam	5,35%
6	Wilma, Weert	4,91%
7	Ned. Bouwsyndicaat, Den Haag	4,12%
8	Van Wijnen, Dordrecht	3,45%
9	Panagro, Warmond	2,96%
10	Van Vliet & Van Dulst, Rotterdam	2,29%
11	Slokker, Huizen	2,25%
12	Kinsan, Arnhem	2,02%
13	Sanders, Arnhem	1,74%
14	Rottinghuis, Groningen	1,73%
15	Elementum, Maassluis[1]	1,72%
16	IBC, Best	1,68%
17	Guelen, Wychen	1,50%
18	Friso, Sneek	1,44%
19	Van Egteren, Enschede	1,31%
20	Bouwmij Leeuwarden, Leeuwarden	1,21%

100% = 50226 geen opgave = 657 totaal 50883

De getallen illustreren duidelijk de dominerende rol van het H.B.G.- (vroeger: H.B.M.-) concern in de niet-traditionele woningbouw in Nederland. Intervam, de Coignet-groep en Muijs & De Winter realiseren gezamenlijk meer dan een derde van de niet-traditionele woningbouw in Nederland.

5.10 Ontwerpers

Wie zijn de ontwerpers van niet-traditionele woningen?
Deze vraag wordt in de volgende tabel voor de periode 1965, 1966 en 1967 beantwoord.

Tabel 16 Vertegenwoordiging van ontwerpers in de steekproef

1	Bureau Inbo, Zeist	9,26%
2	Zanstra, Gmelig Meyling, De Clerq Zubli, Amsterdam	8,13%
3	Verschoor en Bier, Boskoop/Loosduinen	6,12%
4	Van Heelsbergen, Arnhem	5,34%
5	Fledderus, Rotterdam	5,30%
6	Groosman, Rotterdam	4,45%
7	Intervam, Rijswijk Z.H.	4,41%
8	Kurvers, Sittard	4,19%
9	Maaskant, Van Dommelen, Kroos, Senf, Rotterdam	3,44%
10	Bakker & Bakker, Amsterdam	3,44%
11	v. d. Broek & Bakema, Rotterdam	2,98%
12	Magis & Witlox, Helmond	2,83%
13	Rijnboutt, Amsterdam (Dienst Volkshuisvesting Amsterdam)	2,57%
14	Kromhout & Groet, Amsterdam	2,37%
15	Bouw- en Woningdienst, Utrecht	2,05%
16	Sluitman, Wychen	1,78%
17	Peters & Van Strien, Amsterdam	1,76%

1 Dit bedrijf is in de steekproef sterk ondervertegenwoordigd.

18	Van Waalwijk & Van Oostrum, Vlaardingen	1,72%
19	Klein, Groningen	1,71%
20	Spruyt & Den Butter, Schiedam	1,70%
		75,55%

Het blijkt dat voor driekwart van de totale produktie de vormgeving in handen is van twintig bureaus.

100%	=	50739
geen opgave		144
totaal		50883

Interessant is het vervolgens te registreren hoe de ontwerpers zijn verdeeld over de sectoren stapelbouw, gietbouw en montagebouw.

Tabel 17 Vertegenwoordiging van ontwerpers in de steekproef per bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*	
1	Groosman, Rotterdam	1350	Verschoor & Bier Boskoop/Loosduinen	2817	Inbo N.V., Zeist	4696
2	Sluitman, Wychen	901	Zanstra, Gmelig Meyling, de Clerq Zubli, Amsterdam	2333	Intervam N.V., Rijswijk Z.H.	1696
3	Spruyt & Den Butter, Schiedam	861	Fledderus, Rotterdam	2688	Van Heelsbergen, Arnhem	2710
4	Van der Par,	510	Bakker & Bakker, Amsterdam	1664	Magis & Witlox, Helmond	1436
5	Maaskant, Van Dommelen, Kroos, Senf, Rotterdam	424	Kurvers, Sittard	2124	Zanstra, Gmelig Meyling, de Clerq Zubli, Amsterdam	1624
	totaal	6696	totaal	23453	totaal	20734

Het overzicht suggereert dat een aantal bureaus zich min of meer heeft gespecialiseerd in een bepaalde methode, vaak doordat het bureau is gekoppeld aan een bepaald systeem (Inbo N.V. : Coignet ; Fledderus : ERA ; Sluitman : Pé-Gé etc.).

5.11 Onderhuis

Bij de meergezinshuizen is de ligging van de onderbouw geregistreerd in relatie tot de bouwwijze.

Tabel 18 Ligging onderbouw meergezinshuizen per bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
vloerpeil onderbouw lager dan 1,50 m÷MV	320	7,2%	0	0,0%	0	0,0%	320	0,8%
vloerpeil onderbouw ca. 1,50 m÷MV	120	2,7%	314	1,6%	2594	14,8%	3028	7,2%
vloerpeil onderbouw op ca. MV	3842	86,3%	15045	75,2%	14434	82,4%	33321	79,4%
onderbouw in twee lagen	168	3,8%	4650	23,2%	480	2,7%	5298	12,6%
totaal	4450	100,0%	20009	100,0%	17508	100,0%	41967	100,0%

Geheel ingegraven onderhuizen komen het meest voor bij stapelbouw, half ingegraven onderhuizen bij montagebouw, dubbele onderhuizen bij gietbouw; bij alle bouwmethoden komt evenwel het onderhuis waarvan de vloer ongeveer gelijk ligt met het maaiveld, het meest voor.
Nagegaan is, voor alle categorieën, welke bestemming de onderbouw van meergezinshuizen is gegeven.

Tabel 19 Bestemming onderbouw van meergezinshuizen

alleen bergingen	15321	36,42%
alleen garages	1152	2,74%
alleen woningen	0	0,00%
alleen winkels	38	0,09%
bergingen + garages	19724	46,89%
bergingen + woningen	1720	4,09%
bergingen + winkels	0	0,00%
garages + woningen	53	0,13%
garages + winkels	0	0,00%
woningen + winkels	0	0,00%
bergingen + garages + woningen	2675	6,36%
bergingen + garages + winkels	820	1,95%
bergingen + woningen + winkels	0	0,00%
garages + woningen + winkels	0	0,00%
bergingen + garages + woningen + winkels	0	0,00%
anders	560	1,33%
totaal	42063	100,0%

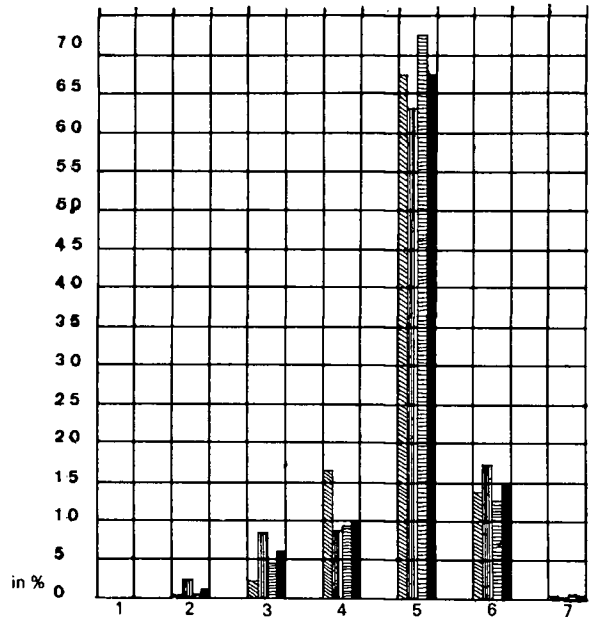
Twee bestemmingen geven de toon aan: 'bergingen + garages', en 'alleen bergingen', die samen meer dan 83% uitmaken.

5.12 Bouwinhoud

Tabel 20 Aantal vertrekken per woning per bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
1 kamer	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
2 kamers	16	0,2%	521	2,3%	91	0,5%	628	1,3%
3 kamers	139	2,1%	1902	8,4%	914	4,5%	2955	6,0%
4 kamers	1105	16,5%	1949	8,6%	1869	9,3%	4923	10,0%
5 kamers	4500	67,3%	14252	63,0%	13836	72,6%	32588	67,5%
6 kamers	907	13,6%	3959	17,5%	2521	12,5%	7387	14,9%
7 kamers	17	0,3%	32	0,1%	130	0,6%	179	0,4%
totaal	6684	100,0%	22615	100,0%	19361	100,0%	48660	100,0%
geen opgave	12		838		1373		2223	
totaal	6696		23453		20734		50883	

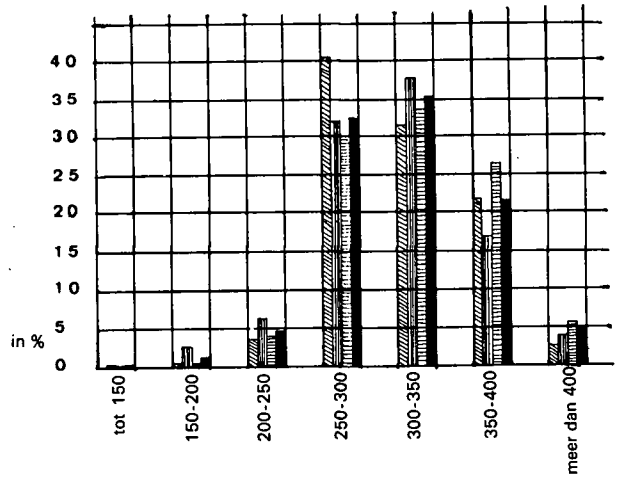
De grootste differentiatie naar aantal vertrekken zien wij bij de gietbouw. Naar aantal vertrekken ontlopen de drie categorieën elkaar niet veel.
Een exactere maat voor de woninggrootte is de bouwinhoud. De volgende tabel geeft een beeld van de bouwinhoud in de drie beschouwde categorieën.



Figuur 9 Aantal vertrekken per woning naar bouwmethode

Tabel 21 Bouwinhoud per bouwmethode

m^3	*stapelbouw*		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
<150	3	0,0%	120	0,5%	67	0,3%	190	0,4%
150–200	37	0,6%	605	2,6%	89	0,4%	731	1,5%
200–250	243	3,6%	1456	6,3%	750	3,7%	2449	4,9%
250–300	2705	40,5%	7438	32,0%	6117	30,0%	16260	32,3%
300–350	2079	31,1%	8791	37,9%	6891	33,8%	17766	35,3%
350–400	1435	21,5%	3904	16,8%	5391	26,4%	10730	21,3%
>400	182	2,7%	906	3,9%	1093	5,4%	2181	4,3%
totaal	6684	100,0%	23220	100,0%	20398	100,0%	50307	100,0%
geen opgave	12		228		336		576	
totaal	6696		23448		20734		50883	



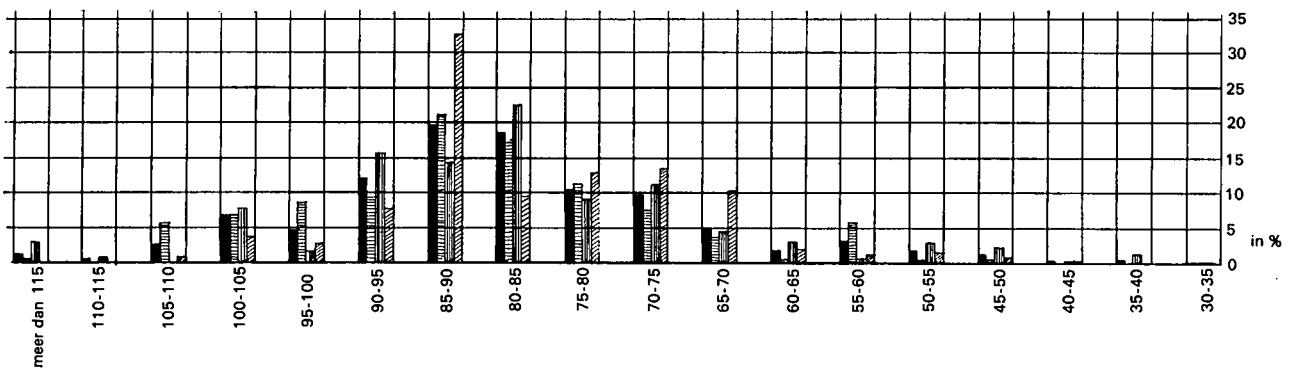
Figuur 10 Bouwinhoud per bouwmethode (in m^3)

Voor de gehele niet-traditionele woningbouw ligt de top in de categorie 300–350 m³. De bouwinhoud van montagewoningen is gemiddeld groter dan die van stapelbouwwoningen. Tussen de bouwinhoud van gietbouw- en stapelbouwwoningen is weinig verschil te bespeuren. In het algemeen zijn de woningen in 1965 kleiner dan die in 1967: hier doet de invloed van de Voorschriften Wenken 1965 zich gelden.
Hoe het staat met de binnenwerkse kernoppervlakte en de woonoppervlakken in de diverse sectoren tonen de volgende twee tabellen.

Tabel 22 Binnenwerkse kernoppervlakte per bouwmethode

m²	*stapelbouw*		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
30– 35	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
35– 40	0	0,0%	262	1,2%	0	0,0%	262	0,5%
40– 45	16	0,2%	49	0,2%	24	0,0%	89	0,2%
45– 50	43	0,7%	404	1,8%	113	0,6%	560	1,1%
50– 55	105	1,6%	598	2,7%	125	0,6%	828	1,7%
55– 60	88	1,3%	183	0,8%	1185	5,9%	1456	3,0%
60– 65	135	2,0%	686	3,1%	128	0,6%	949	1,9%
65– 70	667	10,1%	1031	4,6%	744	3,7%	2442	5,0%
70– 75	889	13,5%	2479	11,1%	1472	7,3%	4840	9,9%
75– 80	854	12,9%	1858	8,3%	2281	11,3%	4993	10,2%
80– 85	609	9,2%	5034	22,6%	3474	17,3%	9117	18,6%
85– 90	2175	33,0%	3197	14,3%	4389	21,8%	9761	19,9%
90– 95	526	8,0%	3569	16,0%	1891	9,4%	5986	12,2%
95–100	195	3,0%	459	2,1%	1725	8,6%	2379	4,9%
100–105	240	3,6%	1723	7,7%	1343	6,7%	3306	6,7%
105–110	54	0,8%	0	0,0%	1165	5,8%	1219	2,5%
110–115	0	0,0%	176	0,8%	0	0,0%	176	0,4%
>115	0	0,0%	592	2,7%	60	0,3%	592	1,3%
totaal	6596	100,0%	22300	100,0%	20119	100,0%	49015	100,0%
geen opgave	100		1153		615		1868	
totaal	6696		23453		20734		50883	

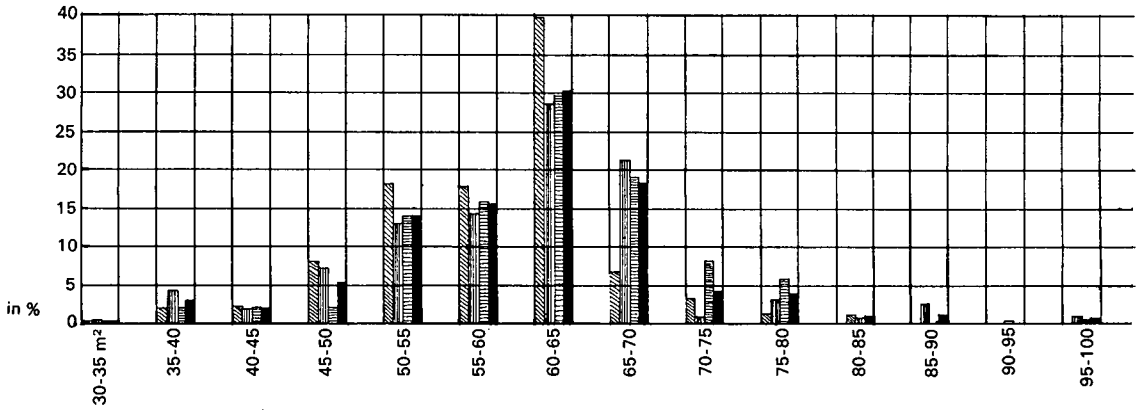
Tussen de drie categorieën zijn geen spectaculaire verschillen in binnenwerkse kernoppervlakte te registreren.



Figuur 11 Binnenwerkse kernoppervlakte per bouwmethode (in m²)

Tabel 23 Woonoppervlakte per bouwmethode

m^2	*stapelbouw*		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
30– 35	21	0,3%	89	0,4%	52	0,3%	162	0,3%
35– 40	131	2,0%	975	4,3%	384	1,9%	1490	3,0%
40– 45	157	2,3%	444	2,0%	457	2,2%	1058	2,1%
45– 50	541	8,1%	1660	7,3%	426	2,1%	2627	5,3%
50– 55	1225	18,3%	2946	13,0%	2867	14,1%	7038	14,1%
55– 60	1198	17,9%	3344	14,7%	3212	15,8%	7754	15,6%
60– 65	2653	39,7%	6508	28,6%	6025	29,6%	15186	30,5%
65– 70	455	6,8%	4806	21,2%	3877	19,0%	9138	18,4%
70– 75	222	3,3%	195	0,9%	1652	8,1%	2069	4,2%
75– 80	78	1,2%	714	3,1%	1199	5,9%	1991	4,0%
80– 85	0	0,0%	262	1,2%	170	0,8%	432	0,9%
85– 90	0	0,0%	600	2,6%	0	0,0%	600	1,2%
90– 95	0	0,0%	0	0,0%	24	0,1%	24	0,0%
95–100	0	0,0%	176	0,8%	36	0,2%	212	0,4%
100–105	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
105–110	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
110–115	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
>115	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
totaal	6681	100,0%	22719	100,0%	20381	100,0%	49781	100,0%
geen opgave	15		734		353		1102	
totaal	6696		23453		20734		50883	



Figuur 12 Woonoppervlakte per bouwmethode (in m^2)

De kleinste woonoppervlakte biedt de stapelbouwsector. De woonoppervlakken van gietbouw en montagebouw ontlopen elkaar weinig.

5.13 Woningbreedte en -diepte

De breedte en diepte van de woningen in het niet-traditionele meergezinshuis zijn als volgt.

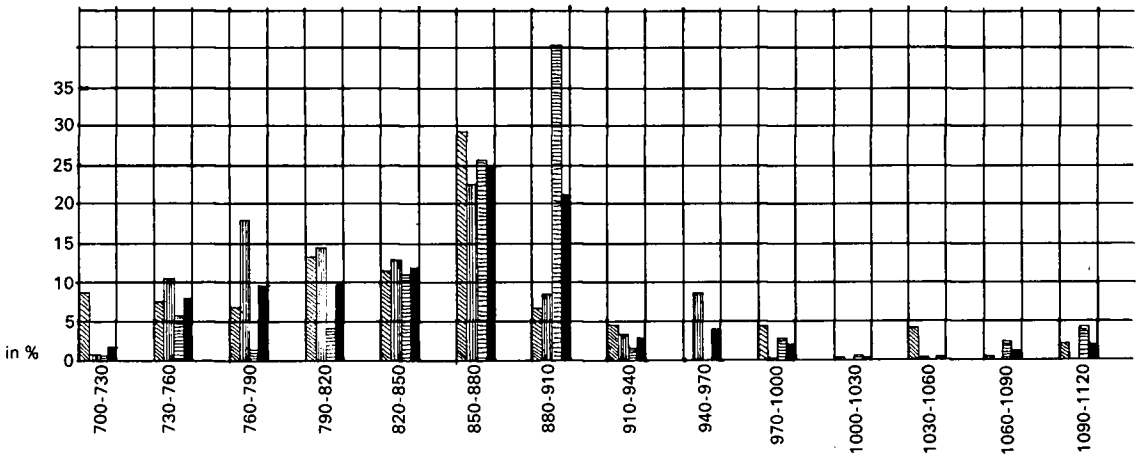
Tabel 24 Breedte en diepte van niet-traditionele woningen in meergezinshuizen

	breedte		*diepte*	
700– 729 cm	582	1,57%	67	0,16%
730– 759 cm	2935	7,94%	21	0,05%
760– 789 cm	3487	9,43%	213	0,52%
790– 819 cm	3651	9,88%	431	1,06%
820– 849 cm	4344	11,75%	992	2,43%
850– 879 cm	9158	24,77%	156	0,38%
880– 909 cm	8069	21,82%	0	0,00%
910– 939 cm	1113	3,01%	3588	8,80%
940– 969 cm	1459	3,95%	4663	11,43%
970– 999 cm	742	2,01%	2553	6,26%
1000–1029 cm	105	0,28%	2528	6,20%
1030–1059 cm	192	0,52%	6313	15,48%
1060–1089 cm	390	1,05%	9693	23,77%
1090–1119 cm	0	0,00%	6419	15,74%
groter dan 1119 cm	745	2,02%	3148	7,72%
totaal	36972	100,00%	40785	100,00%
geen opgave	13911		10098	
totaal	50883		50883	

Bijna de helft van alle etagewoningen is 850 à 900 cm breed. De 745 woningen die breder zijn dan 1119 cm danken deze grote breedte aan bajonetten in de bovenmuur (bijv. driespänner). Wat de diepte betreft ligt de top tussen 1030 en 1120 cm. Verdeeld over de categorieën stapelbouw, gietbouw en montagebouw, geven breedte en diepte van meergezinshuizen het volgende te zien.

Tabel 25 Woningbreedte meergezinshuizen per bouwmethode

	stapelbouw		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
700– 730 cm	405	8,9%	132	0,8%	45	0,3%	582	1,6%
730– 760 cm	345	7,6%	1694	10,2%	896	5,6%	2935	7,9%
760– 790 cm	315	6,9%	2980	18,0%	192	1,2%	3487	9,4%
790– 820 cm	608	13,4%	2383	14,4%	660	4,2%	3651	9,9%
820– 850 cm	526	11,6%	2117	12,8%	1701	10,7%	4344	11,7%
850– 880 cm	1323	29,1%	3720	22,5%	4115	25,9%	9158	24,8%
880– 910 cm	307	6,8%	1408	8,5%	6354	40,1%	8069	21,8%
910– 940 cm	196	4,3%	620	3,7%	297	1,9%	1113	3,0%
940– 970 cm	0	0,0%	1459	8,8%	0	0,0%	1459	3,9%
970–1000 cm	200	4,4%	48	0,3%	494	3,1%	742	2,0%
1000–1030 cm	9	0,2%	0	0,0%	96	0,6%	105	0,3%
1030–1060 cm	183	4,0%	9	0,1%	0	0,0%	192	0,5%
1060–1090 cm	24	0,5%	0	0,0%	366	2,3%	390	1,1%
1090–1120 cm	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
meer dan 1120 cm	101	2,2%	0	0,0%	644	4,1%	745	2,0%
totaal	4542	100,0%	16570	100,0%	15860	100,0%	36972	100,0%
geen opgave	2154		6883		4874		13911	
totaal	6696		23453		20734		50883	



Figuur 13 Woningbreedte meergezinshuizen per bouwmethode (in cm)

De breedten van de woningen ontlopen elkaar, wat de drie categorieën betreft, niet veel. Gietbouwwoningen zijn iets smaller dan stapelbouw- en montagebouwwoningen.

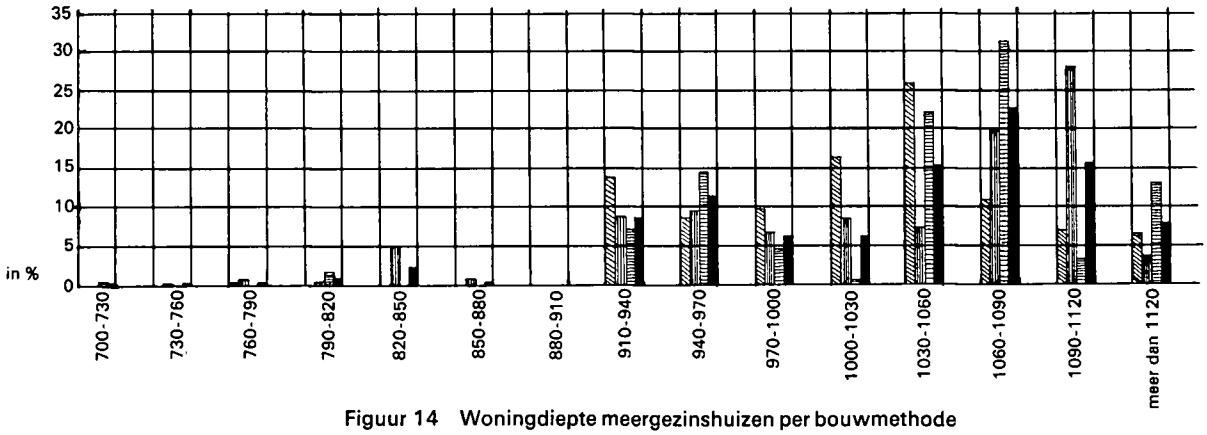
Tabel 26 Woningdiepte meergezinshuizen per bouwmethode

diepte	*stapelbouw*		*gietbouw*		*montagebouw*		*totaal*	
700– 730	0	0,0%	0	0,0%	67	0,4%	67	0,2%
730– 760	0	0,0%	21	0,1%	0	0,0%	21	0,1%
760– 790	24	0,5%	189	0,9%	0	0,0%	213	0,5%
790– 820	0	0,0%	120	0,6%	311	1,9%	431	1,1%
820– 850	0	0,0%	992	5,0%	0	0,0%	992	2,4%
850– 880	0	0,0%	156	0,8%	0	0,0%	156	0,4%
880– 910	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
910– 940	624	13,9%	1764	8,9%	1200	7,3%	3588	8,8%
940– 970	396	8,8%	1895	9,5%	2372	14,5%	4663	11,4%
970–1000	404	9,0%	1404	7,0%	745	4,5%	2553	6,3%
1000–1030	742	16,5%	1666	8,4%	120	0,7%	2528	6,2%
1030–1060	1175	26,2%	1460	7,3%	3678	22,5%	6313	15,5%
1060–1090	510	11,4%	3950	19,8%	5233	31,9%	9693	23,8%
1090–1120	315	7,0%	5576	28,0%	528	3,2%	6419	15,7%
meer dan 1120 cm	294	6,6%	726	3,6%	2128	13,0%	3148	7,7%
totaal	4484	100,0%	19919	100,0%	16382	100,0%	40785	100,0%
geen opgave	2212		3534		4352		11098	
totaal	6696		23453		20734		50883	

In de sector gietbouw komen de diepste woningen voor, stapelbouwwoningen zijn gemiddeld het ondiepst.

5.14 Traveematen

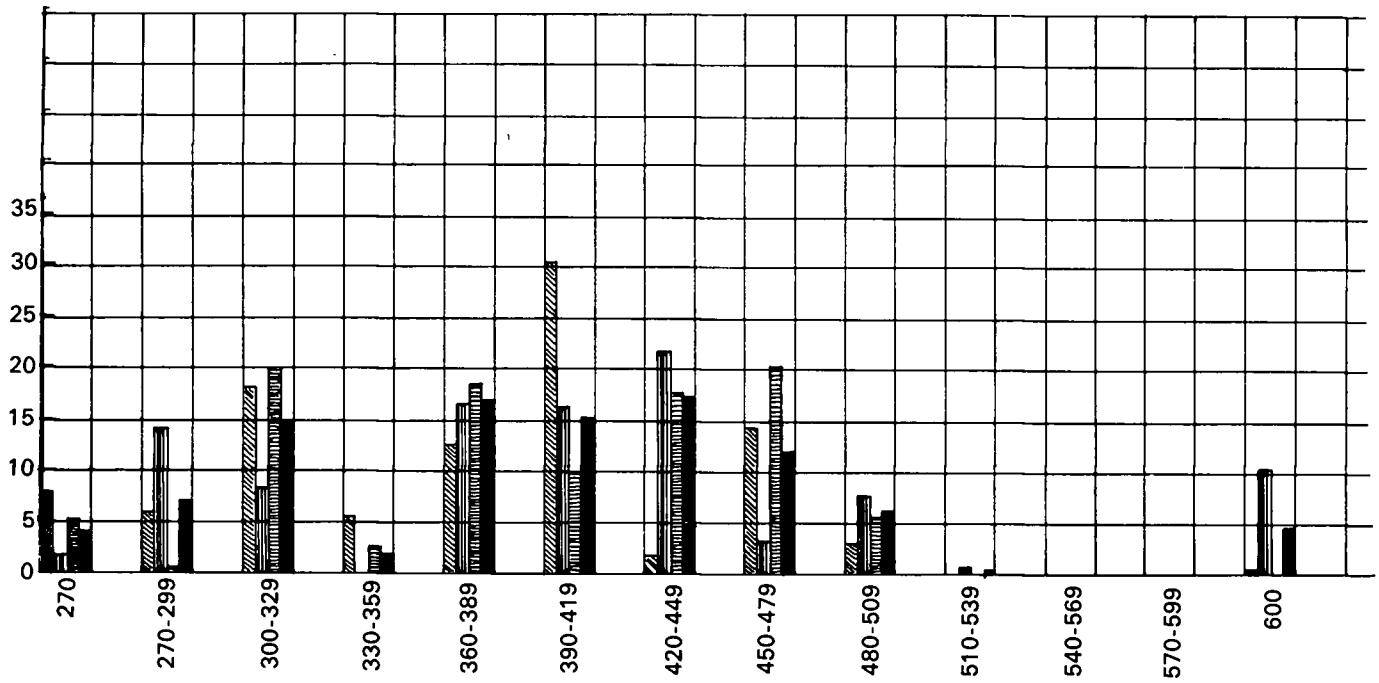
Welke traveematen er in niet-traditioneel gebouwde meergezinshuizen voorkomen, laat de volgende tabel zien.



Figuur 14 Woningdiepte meergezinshuizen per bouwmethode (in cm)

Tabel 27 Traveematen meergezinshuizen

	stapelbouw	*gietbouw*	*montagebouw*	*totaal*
< 270	854	673	2015	3542
270–299	641	5409	228	6278
300–329	1938	3174	7891	13003
330–359	624	0	1015	1639
360–389	1307	6328	7337	14972
390–419	3289	6200	3804	13293
420–449	204	8270	6901	15375
450–479	1536	1188	7901	10625
480–509	318	2912	2195	5425
510–539	0	282	0	282
540–569	0	0	0	0
570–599	0	0	0	0
> 600	8	4080	0	4088
totaal				88522



Figuur 15 Traveematen meergezinshuizen (in cm)

5.15 Basistypen

Om te onderzoeken welke plattegrondvormen er voorkomen in de categorieën stapelbouw, gietbouw en motagebouw is gebruik gemaakt van het begrip 'basisvorm', zoals dit is gedefinieerd en uitgewerkt in de publikatie 'Systematiek van basistypen voor woningen' van de Werkgroep Basistypen van de Stichting Studiegroep Efficiënte Woningbouw in 'Bouw' nr. 7 van 18 februari 1967, blz. 245–253. De volgende tabellen laten zien welke basistypen er in de sectoren portiekwoningen, galerijwoningen en eengezinshuizen worden gerealiseerd in de categorieën stapelbouw, gietbouw en montagebouw.

Tabel 28 Basistypen in portiekflats per bouwmethode

*basistype**	*stapelbouw*	*gietbouw*	*montagebouw*	*totaal*
A1	6,6%	0,0%	4,5%	4,8%
A2	4,4%	0,0%	0,0%	1,2%
A3	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
B1	0,0%	0,0%	0,4%	0,3%
B5	0,0%	0,0%	0,5%	0,3%
C1	0,0%	19,4%	1,6%	2,3%
C2	0,0%	4,9%	0,0%	0,3%
C5	0,0%	0,0%	10,4%	7,0%
C7	0,0%	0,0%	0,6%	0,4%
E1	8,5%	22,2%	5,1%	7,0%
E2	0,0%	0,0%	1,7%	1,2%
E3	70,4%	25,7%	30,6%	40,9%
E5	2,6%	0,0%	22,6%	15,9%
E7	0,0%	0,0%	7,6%	5,1%
E8	0,0%	0,0%	5,5%	3,7%
G1	0,0%	0,0%	2,6%	1,8%
G3	0,0%	27,8%	6,3%	5,9%
H1	1,3%	0,0%	0,0%	0,3%
J3	6,3%	0,0%	0,0%	1,7%

* Niet vermelde basistypen komen in de niet-traditionele woningbouw niet voor.

PORTIEKETAGEFLATS: BASISTYPEN

P

- (W) Woonruimte
- (K) Keukruimte
- (S) Kamer (S)
- (E) Entree (E)
- Directe of indirekte verbinding
- Ingangszijde
- Verkeersruimte
- Sanitair, kasten e.d.
- Δ Trap
- --- Gevelzijde

RELATIESCHEMA'S MET VALENTIE-AANDUIDING

1	2	3	4	5	6	7	8
$(E_3W_1K_1S_1S_1S_1)$	$(E_4S_1S_1S_1)(W_2K_1)$	$(E_4K_1S_1S_1)(W_2S_1)$	$(E_3S_1S_1)(W_3K_1S_1)$	$(E_3K_1S_1)(W_3S_1S_1)$	$(E_2S_1)(W_4K_1S_1S_1)$	$(E_2K_1)(W_4S_1S_1S_1)$	$(E_1)(W_5K_1S_1S_1S_1)$

ONDERLINGE LIGGING EN VORM VAN DE WOONRUIMTE, DE KOOKRUIMTE EN DE ENTREE

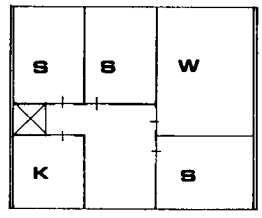
A B C D = C E F G H J K L M

Tabel 29 Basistypen in galerijflats per bouwmethode

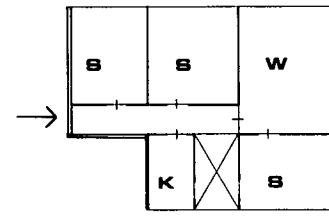
*basistype**	*stapelbouw*	*gietbouw*	*montagebouw*	*totaal*
A1	0,1%	0,6%	0,0%	0,4%
A2	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%
A3	0,0%	0,0%	1,6%	0,6%
A7	0,0%	0,0%	2,2%	0,8%
A8	0,0%	0,3%	1,8%	0,8%
C1	11,6%	7,9%	23,2%	13,7%
C2	0,0%	2,5%	1,8%	2,1%
C3	5,4%	0,2%	0,0%	0,5%
C5	0,0%	0,7%	10,5%	4,1%
C7	0,0%	18,8%	18,3%	17,1%
C8	0,0%	6,6%	0,0%	3,7%
E1	67,6%	43,8%	35,2%	42,6%
E3	14,0%	5,1%	5,4%	5,9%
E5	0,0%	6,0%	0,0%	3,4%
H1	1,3%	5,2%	0,0%	3,0%
H2	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%
J1	0,0%	1,9%	0,0%	1,1%
J3	0,0%	0,2%	0,0%	0,1%

Tabel 30 Basistypen in eengezinshuizen per bouwmethode

*basistype**	*stapelbouw*	*gietbouw*	*montagebouw*	*totaal*
A1	0,0%	14,5%	0,0%	4,8%
A3	0,0%	8,2%	0,0%	2,7%
A7	0,0%	10,2%	0,0%	3,4%
C1	3,2%	7,7%	0,0%	3,5%
C3	0,8%	0,0%	0,0%	0,2%
D1	0,0%	0,0%	5,1%	1,2%
D2	0,0%	0,0%	39,0%	14,6%
F1	0,3%	0,0%	0,0%	0,1%
F3	0,0%	26,2%	39,9%	23,6%
G1	0,5%	0,0%	11,2%	4,3%
K1	95,3%	32,4%	6,8%	41,3%
K3	0,0%	0,9%	0,0%	0,3%



galerijflat E1



portiekflat E3

Bij portiekflats blijkt basistype E3 verreweg het meest voor (40,9%) te komen. Bij galerijflats is basistype E1 het meest favoriet (42,6%)

* Niet vermelde basistypen komen in de niet-traditionele woningbouw niet voor.

GALERIJFLATS: BASISTYPEN

G

- (W) Woonruimte
- (K) Keukenruimte
- (S) Kamer (S)
- Entree (E)
- Directe of indirecte verbinding
- Ingangszijde
- Verkeersruimte
- Sanitair, kasten e.d.
- Trap
- Gevelzijde

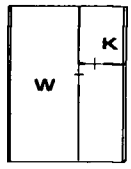
RELATIESCHEMA'S MET VALENTIE-AANDUIDING

1	2	3	4	5	6	7	8
$(E_5W_1K_1S_1S_1S_1)$	$(E_4S_1S_1S_1)(W_2K_1)$	$(E_4K_1S_1S_1)(W_2S_1)$	$(E_3S_1S_1)(W_3K_1S_1)$	$(E_3K_1S_1)(W_3S_1S_1)$	$(E_2S_1)(W_4K_1S_1S_1)$	$(E_2K_1)(W_4S_1S_1S_1)$	$(E_1)(W_5K_1S_1S_1S_1)$

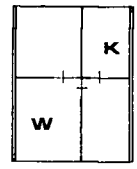
ONDERLINGE LIGGING EN VORM VAN DE WOONRUIMTE, DE KOOKRUIMTE EN DE ENTREE

A B C D E F G H J K L M

Bij eengezinshuizen heeft basistype K1 de grootste frequentie (vooral in de sector stapelbouw)



eengezinshuis type K1



eengezinshuis type F3

Type F3, dat een frequentie van 23,6% heeft, onderscheidt zich van type K1 slechts door de aanwezigheid van een tussenpui. De typen K1 en F3 komen te zamen bij 64,9% van de eengezinshuizen voor.
De conclusie is dat in geen van de sectoren stapelbouw, gietbouw en montagebouw de differentiatie naar type erg groot is. Bij de eengezinshuizen is, zoals was te verwachten, het doorzontype favoriet. Bij de portiek- en galerijflats komen die typen het meest voor waarbij de kookruimte diagonaal ligt t.o.v. de woonruimte. Oorzaak hiervan is (evenals bij traditionele bouw) het ontwerpen met één leidingschacht als uitgangspunt, wat er bij portiekflats bovendien toe leidt dat bij een groot aantal woningen ten minste één slaapruimte een 'gevangen' positie inneemt.

5.16 Conclusie

De analyse van drie jaarprodukties laat zien dat de produktie van de niet-traditionele woningbouw sterk in het westen is geconcentreerd, met Amsterdam als centrum van giet- en montagebouw, Utrecht van montagebouw en Schiedam van stapelbouw. De grootste producenten in de beschouwde periode zijn Intervam, Coignet en Muys & De Winter; de meest bij niet-traditionele bouw betrokken architectenbureaus zijn Inbo en Zanstra c.s.
De produktie wordt voor een groot deel gerealiseerd in een klein aantal gemeenten, door een betrekkelijk klein aantal ontwerpers en bouwbedrijven.
In gietbouw worden in het algemeen grote complexen hoge gebouwen gerealiseerd met een vrij geringe typedifferentiatie en een geringe differentiatie naar woonvorm. De gietbouwwoningen zijn relatief smal en diep; de bouwkosten liggen hoog, de huren echter relatief vrij laag.
In stapelbouw worden vrij kleine complexen gerealiseerd van een betrekkelijk geringe hoogte, met een grote differentiatie naar woonvorm en type. De funderingskosten zijn hoog, de bouwprijzen zijn laag, de huren relatief vrij hoog. De woningen zijn aan de ondiepe kant.
In montagebouw worden relatief de grootste woningen gemaakt; de typedifferentiatie is er het laagst. Ook de funderingskosten zijn laag. Voor het overige neemt de montagebouw een tussenpositie in tussen gietbouw en stapelbouw.

EENGEZINSRIJENHUIZEN EN MAISONNETTES: BASISTYPEN

E/M

(W) Woonruimte
(K) Keukenruimte
(S) Kamer (S)
Entree (E)
Directe of indirekte verbinding
Ingangszijde
Verkeersruimte
Sanitair, kasten e.d.
Δ Trap
--- Gevelzijde

RELATIESCHEMA'S MET VALENTIE-AANDUIDING

1	2	3	4	5	6	7	8
$(E_5W_1K_1S_1S_1S_1)$	$(E_4S_1S_1S_1)(W_2K_1)$	$(E_4K_1S_1S_1)(W_2S_1)$	$(E_2S_1S_1)(W_3K_1S_1)$	$(E_2K_1S_1)(W_3S_1S_1)$	$(E_2S_1)(W_4K_1S_1S_1)$	$(E_2K_1)(W_4S_1S_1S_1)$	$(E_1)(W_5K_1S_1S_1S_1)$

ONDERLINGE LIGGING EN VORM VAN DE WOONRUIMTE, DE KOOKRUIMTE EN DE ENTREE

A
B
C
D
E
F
G
H
J
K
L
M

6 Traditioneel of niet-traditioneel?

Onvermijdelijk is de vraag, waarom we nu zo nodig niet-traditioneel moeten bouwen.
Wie zijn oor te luisteren legt, wordt immers met heel wat weerstanden tegen niet-traditionele bouwmethoden geconfronteerd. In het nu volgende willen wij een aantal veel geuite bezwaren memoreren, voorzien van enkele kanttekeningen.

1 Is niet-traditionele bouw uniform?

De huidige bouwpraktijk geeft inderdaad alle aanleiding tot deze klacht. Echter, de eerlijkheid gebiedt te doen opmerken dat traditionele bouw in dezelfde prijsklasse nauwelijks minder uniform is. Relevante differentiatie komt zowel in de traditionele als de niet-traditionele sector te weinig voor.
Van belang is de vraag of deze waargenomen uniformiteit een onafwendbaar gevolg is van de niet-traditionele woningbouw. Het antwoord is: neen.
Natuurlijk zijn 50 identieke woningen goedkoper dan 2 verschillende series van 25. Maar dat geldt voor traditionele bouw ook.
Van Beusekom constateert in 'Nieuwe wegen in de woningbouw', 1956, p. 34 terecht:
'... dat een systeemwoning geen zielloos massaprodukt behoeft te zijn, maar dat zij evenzeer een karakter kan hebben. Daarom behoeft de bouw van systeemwoningen ons uit een oogpunt van woonstijl en wooncultuur niet te verontrusten'.
Toch proeven wij bij *Van Beusekom* nog een diepgewortelde angst tegen niet-traditionele bouw, waar hij vervolgt:
'Ook zelfs wanneer het grootste deel van ons volk in systeemwoningen zou wonen, kunnen wij als volk nog een toekomst hebben.'
In principe kan men met behulp van niet-traditionele bouwmethoden een minstens even grote variatie tot stand brengen als met behulp van traditionele bouw, mits men deze variatie niet los van de betrokken bouwmethode ontwerpt.

2 Is niet-traditionele bouw duur?

Wanneer men de bouwstatistieken van het C.B.S. op een bepaalde manier interpreteert, krijgt men inderdaad de indruk dat niet-traditionele bouw allesbehalve goedkoper is dan traditionele bouw. Vragen van kamerleden in deze richting demonstreren dat deze indruk ook op beleidsniveau bestaat.
Er is tegen de conclusie dat niet-traditionele bouw duurder is dan traditionele bouw in het nabije verleden heftig geprotesteerd, waarbij de volgende punten naar voren zijn gebracht:

1 Er bestaan geen statistieken waarin traditionele en niet-traditionele bouw als zuivere categorieën zijn onderscheiden.

2 In de gebrekkige onderscheiding in 'industriële bouw', 'systeembouw' en 'traditionele bouw' worden laagbouw en hoogbouw niet apart gehouden. Niemand

kan nagaan of de verschillen in m^3-prijzen tussen bijv. industriële bouw en traditionele bouw misschien geheel of gedeeltelijk zijn te verklaren op grond van verschillen in het percentage hoogbouw binnen deze categorieën.

3 Niet-traditionele bouw is, relatief gesproken, nogal geconcentreerd in het westen, waar men niet alleen heeft te maken met een uitgesproken slechte grondslag en dus hoge funderingskosten, maar ook met relatief dure arbeidskrachten en een vrij gespannen arbeidsmarkt.

4 De bouwprijzen tot nu toe zijn gebaseerd op een bouwmarkt zonder continuïteit. Hierdoor is de prijsvorming bij de niet-traditionele bouw niet op z'n scherpst. (Bijv. te snelle afschrijvingen van duur materieel.) Ook voor traditionele bouw is het gebrek aan continuïteit een handicap, maar in mindere mate.

5 Tot nu toe zijn de specifieke voordelen en beperkingen van de afzonderlijke niet-traditionele bouwmethoden nog onvoldoende in acht genomen. Er zijn in het algemeen te kleine series gemaakt, met te weinig op het systeem afgestemde plannen. Overigens zijn de series in niet-traditionele bouw groter dan in traditionele bouw, wat de m^3-prijzen van beide sectoren ook al niet erg vergelijkbaar maakt.

6 Een aantal niet-traditionele bouwmethoden in Nederland bevindt zich nog in het stadium van ontwikkeling. De ontwikkelingsfase die meestal enkele jaren duurt, is niet bepaald de goedkoopste fase.

7 Kwaliteitsverschillen tussen niet-traditionele en traditionele bouw worden bij de geschetste interpretatie van de cijfers verwaarloosd.

8 De m^3-prijzen in de sectoren traditionele bouw en niet-traditionele bouw hangen niet alleen af van de economie van de bouwmethode, maar ook van de *marktpositie* en het koopmanschap van de bouwer.

Deze en wellicht nog andere factoren maken het onmogelijk zonder meer betrouwbare conclusies te trekken uit het thans bestaande officiële cijfermateriaal. Ook deze publikatie zal op dit punt het verlossende woord niet spreken. Wij kunnen slechts één conclusie trekken: Er bestaat in Nederland nog geen enkele studie of analyse die op een verantwoorde wijze aanleiding geeft tot een definitieve uitspraak over de economie op langere termijn van traditionele bouw versus niet-traditionele bouw. Dat thans niet-traditioneel bouwen duurder is dan traditioneel bouwen, schijnt juist, maar hoe dit op langere termijn gezien, moet worden geïnterpreteerd, is onduidelijk.

3 Is niet-traditionele bouw star?

Men stelt vaak dat in niet-traditionele bouw 'zo weinig kan'. Er zijn beperkingen in overspanningsmaten, in bouwhoogte, bloklengte, ja soms is men geheel aan een bepaalde plattegrond gebonden. Erkend moet worden dat dit bezwaar t.a.v. een groot aantal bouwmethoden gegrond is. Dit blijkt wel uit de documentatie van de 32 systemen. Maar: ook deze starheid is niet inherent aan de bouwmethode. Als een promotor het nodig vindt, zijn 'systeem' te koppelen aan een bepaald 'standaardplan', dan is dat een beslissing die in feite los staat van de 'flexibiliteit' van het systeem. Wanneer alle promotoren eens overtuigd zouden zijn van de noodzaak de mogelijkheden van hun bouwmethode zoveel mogelijk te benutten, dan zou ongetwijfeld blijken dat het met de starheid van de bouwmethoden 'as such' nogal meevalt. Zoals nog zal worden aangetoond, geldt dit voor de ene niet-traditionele bouwmethode meer dan voor de andere.

4 Vertoont niet-traditionele bouw kinderziekten?

Door de geringe ervaring van menige niet-traditionele bouwmethode heeft men in deze sector veel te kampen met kinderziekten. Problemen zoals die t.a.v. de voegen tussen elementen, welke zich in de traditionele bouw niet voordeden, zijn nieuw, en zijn nog niet alle even vlekkeloos opgelost.
Er zijn bouwmethoden die elk jaar van kit veranderen, en nog altijd de definitieve oplossing niet hebben gevonden.
Anderzijds zijn er toch ook al vrij veel bouwmethoden waarmee een rijke ervaring is opgedaan. Zij hebben op vele traditionele bouwmethoden vóór, dat men er van de gemaakte fouten heeft geleerd dank zij een doelbewuste terugkoppeling. In de traditionele bouw worden, ondanks eeuwenlange ervaring, telkens opnieuw dezelfde fouten gemaakt.
Opgemerkt moet worden dat de publiciteit t.a.v. de niet-traditionele bouw de indruk maakt kritischer te zijn dan de traditionele bouw. Scheuren in een muur van een bouwsysteem zijn nieuws, scheuren in een traditionele gemetselde muur meestal niet.
In het algemeen kan worden gesteld dat het bezwaar van de kinderziekten slechts voor enkele bouwmethoden opgaat. Bij een aantal beproefde niet-traditionele bouwmethoden dient men daarentegen te constateren dat de kans op technische gebreken eer kleiner is dan groter in vergelijking met traditionele bouw.
Men bedenke hierbij dat de Centrale Directie van de Volkshuisvesting en de Bouwnijverheid op advies van de Stichting Ratiobouw aan bouwsystemen eisen stelt waaraan de traditionele bouw in het algemeen niet voldoet.

5 Vergt niet-traditionele bouw meer onderhoud?

In hun jacht op nóg meer arbeidsbesparing zijn vele promotoren van niet-traditionele bouwmethoden ertoe overgegaan, zoveel mogelijk met zeer grote geprefabriceerde puiconstructies te werken, ter vervanging van de arbeidsintensieve metselwerkconstructies. Vele niet-traditionele bouwmethoden worden bovendien gekenmerkt door betonoppervlakken die aan de buitenlucht zijn blootgesteld.
Alle instanties die met het beheren van woningen hebben te maken, zijn het er echter over eens dat de traditionele baksteenconstructie uit een oogpunt van onderhoud gunstiger is dan welke constructie ook. Ook bewoners waarderen in het algemeen traditionele muren hoger dan betonnen of glazen gevels. De Jonge maakt in zijn dissertatie[1] melding van een enquête in een middelgrote stad in het westen des lands waaruit bleek dat de voorkeur van de meerderheid van de bewoners uitging naar baksteengevels.
Toepassing van grote puien en beton in de gevel is echter bij weinig niet-traditionele bouwmethoden onverbrekelijk aan de bouwmethode verbonden. De meeste bouwmethoden zijn geheel vrij in de materiaalkeuze van de gevels. Dit heeft er reeds in het verleden toe geleid dat de baksteen in het niet-traditionele bouwen is aanvaard als een vanzelfsprekende component, 'ook indien dit in zekere mate afbreuk doet aan het industriële karakter'.[2]
Hetzelfde geldt voor de materiaalkeuze van binnenwanden en vloeren. In zijn algemeenheid moeten wij constateren dat niet-traditionele bouwmethoden niet *onderhoudintensiever behoeven* te zijn.
Wanneer er echter enorme puien of twijfelachtige betonoppervlakken in de gevel worden toegepast, of wanneer men afziet van traditioneel tegelwerk en stukadoorswerk in het interieur zonder er waardige alternatieven voor in de plaats te stellen, dreigt het gevaar dat ter wille van een snellere en schonere bouw wordt bespaard op kwaliteit.

1 P. 69.
2 Vgl.: 'Systeembouw en zijn eigenschappen, Vereniging van Systeembouwers, Den Haag, 1959, p. 18–19.

Zelden is dat echter onvermijdelijk in het niet-traditionele bouwen.

In het algemeen kan wel worden geconstateerd dat de stereotiepe bezwaren tegen niet-traditionele bouw weinig hout snijden.
Toch blijft de vraag : waarom niet-traditioneel bouwen?
Wat zijn de voordelen?
Wij volgen allereerst de Vereniging van Systeembouwers, die in haar publikatie 'Vijf vragen over systeembouw' de volgende eisen stelt aan systeembouw (waarvan wij aannemen dat deze ongeveer identiek is met onze 'niet-traditionele bouw') :

1 Minder arbeidsuren, vooral vakarbeidersuren.
2 Minimaal gebruik van schaarse materialen.
3 Bouwkosten niet hoger dan traditionele bouw.
4 Kwalitatief ten minste gelijkwaardig aan traditionele bouw.
5 Niet meer onderhoud dan bij traditionele bouw.

De voorsprong van niet-traditionele bouw op traditionele bouw zou dus te vinden moeten zijn in de onder 1 en 2 genoemde eisen. Inderdaad kan worden opgemerkt dat het *ontstaan* van de niet-traditionele bouwmethoden moet worden verklaard op grond van het tekort aan bouwvakkers, met name geschoolde bouwvakarbeiders, en op grond van een tekort aan bepaalde materialen, met name baksteen.
Niet-traditionele bouw was de enige mogelijkheid om, gegeven de schaarste aan arbeiders en materialen, de bouwcapaciteit toch vrij aanzienlijk uit te breiden. Vandaar ook dat in een periode van een dergelijke schaarste, te weten vlak na de Eerste Wereldoorlog en na de Tweede Wereldoorlog, de niet-traditionele bouw te hulp werd geroepen. Velen beschouwden dat als een tijdelijke aanvulling, zoiets als duplexwoningen, waarmee je ophoudt zodra het niet langer strikt noodzakelijk is. Toen het ergste woningtekort na de Eerste Wereldoorlog was gelenigd, verdween de niet-traditionele bouw vrijwel onmiddellijk. Na de Tweede Wereldoorlog floreert de niet-traditionele bouw nog altijd. Echter niet doordat er sprake is van 'een steeds duidelijker aan de dag tredend structureel tekort in de nationale bouwcapaciteit' (zie Naar in Bouw 6-7-1963, overdruk p2, die enkele bladzijden verder bij zijn prognose voor 1970 volslagen mistast).
Op het moment dat dit geschreven wordt, is er een zeker overschot aan baksteen, en er is enige werkloosheid in de bouw. De oude argumenten voor niet-traditionele bouw kunnen dus onmogelijk doorslaggevend zijn.
Zo lijkt het althans.
Laten wij eens bezien welke motieven de promotoren van niet-traditionele bouwmethoden in het geding brengen, in een tijd dat materiaalschaarste, personeelschaarste en het weinig rooskleurige perspectief t.a.v. de arbeidsvoorziening niet of nauwelijks aan de orde lijken te zijn. *Den Ouden* noemt, vooral doelend op zware montagebouw, negen overwegingen[1] :

'*1* besparing op het aantal arbeidsuren per woning ;
2 een groter percentage ongeschoolden kan te werk worden gesteld ;
3 betere werkomstandigheden op de fabriek in vergelijking met de bouwplaats, hetgeen het aantrekken van jonge werkkrachten kan bevorderen ;
4 betere werkmethoden ;
5 hogere en constant blijvende kwaliteit ;
6 de produktie in de fabriek is niet afhankelijk van de weersinvloeden, ook op de bouwplaats is men er minder gevoelig voor ;
7 de industriële woningbouw komt niet ten laste van het jaarlijkse door het ministerie aan elke gemeente toegewezen contingent maximaal te bouwen woningen ;
8 opvoering van de produktiviteit ;
9 snelle bouw en dus geringer renteverlies.'

1 Den Ouden, 1968, p. 82.

Wanneer we de argumenten van *Den Ouden* nader bezien, dan zien we dat de negen punten zijn terug te brengen tot vier factoren:

1 niet-traditionele bouw bespaart manuren;
2 niet-traditionele bouw gaat sneller;
3 niet-traditionele bouw verhoogt de bouwcapaciteit;
4 niet-traditionele bouw is kwalitatief beter.

De vierde factor is voorlopig nog zeer twijfelachtig. We kunnen ons beter bepalen tot de drie eerstgenoemde factoren. Deze drie factoren hangen onderling trouwens ook weer samen. Eigenlijk is er maar één factor: In niet-traditionele bouw is de produktiviteit per man groter. Er is dus weinig veranderd in de argumentatie van de promotoren van niet-traditionele bouw.
Twee vragen dringen zich nu op.
Is de opvoering van de produktiviteit niet op een andere manier te bewerkstelligen?
En is de opvoering van de produktiviteit wel zo nodig?
Om met de beantwoording van de eerste vraag te beginnen:
Buskens noemt 8 factoren die bij arbeidsbesparing, dus bij produktiviteitsverhoging een belangrijke rol spelen.[1]

'1 Verplaatsing van arbeid naar de fabriek. Hieronder zijn zowel de ver geïndustrialiseerde methoden van grote-elementenbouw alsook alle toepassingen van prefabrikatie te vermelden.
2 Mechanisatie op de bouwplaats. Het omzetten van individuele menselijke arbeid in machinale produktie, bewerking en transport.
3 Organisatie van de aannemer. Hieronder valt de goede regeling en orde van het werk, de juiste tijdbepaling van de toelevering, de efficiëntie in opslag, werkopvolging, samenstelling van arbeidsteams, tijdindeling en -meting en goede werkverhouding.
4 Doelgerichte voorbereiding. Op dit punt is vooral veel medewerking van de architect gevraagd. Goede uitvoerbare efficiënte plattegronden en constructiemethoden, alsook typebeperking. Belangrijke voordelen liggen in het tijdig, zo mogelijk vooraf beschikbaar stellen van detailtekeningen. Wellicht reeds overleg in het voorbereidingsstadium tussen architect – aannemer – efficiencydeskundige. Invoering van vaste maatvoering.
5 Vervanging van samengestelde bouwonderdelen door toepassing van nieuwe materialen (staal, aluminium, kunsthars e.d.)
6 Inschakeling van nieuwe producenten, de zg. additionele bouwcapaciteiten. Scheepswerven en andere niet voor de bouwnijverheid werkende bedrijven.
7 Repetitie-effect door veelvuldige herhaling van zelfde onderdelen en werkzaamheden.
8 Ten slotte nog de prestaties van de afzonderlijke arbeiders.'

De punten 1, 2, 5 en 6 gelden vooral voor de niet-traditionele bouw, de overige gelden ook voor traditionele bouw.
Ook in de traditionele bouw is de produktiviteit aanmerkelijk te verhogen (wat bijv. door de Stichting Ratiobouw met behulp van bouwstromen e.d. wel is gedemonstreerd). Niet-traditionele bouw kan echter, naar wij mogen aannemen, verder komen, ook als we de manuren besteed aan de prefabricage meetellen.
Niet-traditionele bouw biedt, wanneer aan een aantal eisen wordt voldaan, de beste voorwaarde voor een maximale produktiviteit in de bouwnijverheid. Nu rijst dan toch de tweede vraag: Is de opvoering van de produktiviteit wel zo nodig? Dit is voer voor economen. En economie is een terrein waarop wij, arme eenzijdige technische auteurs, niet thuis zijn. Maar wanneer wij uit de kringen der economen voortdurend horen verkondigen dat het opvoeren van de produktiviteit in alle sec-

1 Cobouw 18/2/1964, p. 1.

toren van het leven, hoogst nuttig en noodzakelijk is, dan willen wij dat graag geloven. Het is dan de opgave om een hoge produktiviteit, dus een hoge bouwproduktie te combineren met een redelijk evenwicht op de bouwmarkt. Evenwicht op de bouwmarkt is alleen te bereiken wanneer vraag en aanbod zich zonder schokken ontwikkelen en voortdurend op elkaar worden afgestemd. Hiervoor is nodig: continuïteit in vraag en aanbod.

Van Beusekom stelt in 'Nieuwe wegen in de woningbouw', Den Haag 1956: (p.29): 'Een verantwoorde systeembouw eist een regelmatige produktie, een programma van opdrachten op lange termijn, een regelmatige produktie zonder schokken. Alleen op deze wijze zal het mogelijk zijn, de voordelen van het industriële grootbedrijf, die tal van produkten, welke een vorig geslacht als luxe zou hebben beschouwd, binnen het bereik van de overgrote meerderheid van onze bevolking heeft gebracht, ook aan de voorziening met woningen ten goede te laten komen.'

De noodzaak voor een betere continuïteit geldt uiteraard voor de gehele bouwwereld, ook voor de traditionele bouwers. Toch hebben vooral promotoren van niet-traditionele bouwmethoden de laatste tijd verreweg het hardst om deze continuïteit gevraagd. Dat is geen wonder.
Twijnstra laat zien[1] hoe de structuur van het niet-traditionele bouwbedrijf principieel verschilt van die van het traditionele bouwbedrijf. Van eminent belang zijn de overhead-kosten voor het grotere machinepark en de zwaardere staf van het niet-traditionele bouwbedrijf.
De bezetting van kisten en kranen is van onschatbare betekenis. De organisatie van het niet-traditionele bouwbedrijf is daardoor belangrijker en kwetsbaarder. Discontinuïteiten in de produktie treffen het niet-traditionele bouwbedrijf ernstiger dan het traditionele bouwbedrijf. Overigens kan het niet-traditionele bouwbedrijf zich tegen het gevaar van dergelijke discontinue momenten in de produktie enigszins wapenen door o.a. schaalvergroting en door ontwikkeling van bouwmethoden die op meer sectoren kunnen worden gericht (hoog-, laag-, woningwet-, vrije sector, en ook woningbouw-utiliteitsbouw).

Continuïteit kan op verschillende wijzen worden gezocht.
De promotoren van niet-traditionele bouwmethoden hebben vaak een pleidooi gehouden voor continucontracten, voor contingentsfaciliteiten e.d.

Het bezwaar van dergelijke faciliteiten is dat hierdoor de niet-traditionele bouwmethoden worden bevoordeeld boven de traditionele bouwmethoden. De concurrentieverhoudingen worden erdoor verstoord.
Een zuiverder en uiteindelijk doeltreffender methode om de continuïteit te bevorderen is een betere beheersing door de overheid van het marktmechanisme, met name het evenwicht tussen vraag en aanbod. Wanneer de bouwcapaciteit telkens redelijk in overeenstemming is met de vraag op de woningmarkt, dan is er continuïteit voor alle bouwbedrijven, mits zij concurrerend kunnen werken. Regulering van de vraagzijde is in feite een eenvoudige zaak, als de overheid bereid is om aan het woningprobleem – dat er nog altijd is – opnieuw de hoogste prioriteit te verlenen. Als men bijv. krotopruiming op gang wil brengen ten koste van de nieuwbouwproduktie tast men de continuïteit op pijnlijke wijze aan. Breidt men bijv. premiebouw uit en krimpt men de woningwetcontingenten in, dan is er van continuïteit evenmin sprake. Continuïteit wordt verleend door een zich harmonisch ontwikkelend nieuwbouwprogramma, gekoppeld aan een zich geleidelijk uitbreidend renovatieprogramma, waarbij er regionaal en naar financieringswijze per jaar geen al te abrupte wijzigingen mogen worden aangebracht.

1 In NIRIA, p. 14–15.

De continuïteit kan voorts worden bevorderd door een uitbanning van het verschijnsel openbare aanbesteding. Ontwerper en uitvoerend bouwbedrijf behoren *samen* plannen te ontwikkelen.
Dit vereist een aanpassing van de structuur van de bouwnijverheid. De ene mogelijkheid is die van het geïntegreerde bouwbedrijf dat zelf ontwerpt, de andere mogelijkheid is die van het bouwteam waarbij dan aan de opdrachtgevers en/of ontwerpers hoge eisen worden gesteld voor zover het de calculatorische begeleiding betreft. Ook de goedkeuringsprocedures en het hanteren van contingenteringsregelingen zouden meer op het garanderen van een betere continuïteit moeten worden afgestemd.
En dan zijn er nog de nutsbedrijven, bouwtoezichten en brandweercommandanten wier plaatselijk zeer uiteenlopende eisen aan een behoorlijke continuïteit veel afbreuk doen. Standaardisatie van eisen op dit gebied zou – het is vaker gesteld – de mogelijkheden tot continuïteit aanmerkelijk verruimen.

Al deze maatregelen ter verbetering van de continuïteit zijn slechts goed mogelijk wanneer het overheidsbeleid in zichzelf continuïteit vertoont en blijk geeft van een meerjarenplanning. De ontwikkeling sinds 1945 demonstreert dat het hieraan nogal ernstig heeft geschort, met name op momenten dat de ene Minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening de andere opvolgde. Gelukkig blijkt uit de Memorie van Toelichting van de huidige bewindsman t.a.v. het beleid in de komende jaren dat de overheid met de beste voornemens is bezield.

7 Stapelbouw, gietbouw of montagebouw?

Na het overzicht van de drie jaarprodukties en vóór het overzicht van de 32 niet-traditionele woningbouwmethoden branden de lezer wellicht twee vragen op de tong: 'Welk systeem is het beste?' en 'Welke categorie – stapelbouw, gietbouw of montagebouw – biedt de meeste perspectieven?'
De eerste vraag is niet te beantwoorden. Het enige dat men kan stellen is, dat voor *een bepaalde opgave* de ene methode zich beter leent dan de andere. Voor zover het de afzonderlijke bouwmethoden betreft, kan uit de documentatie van de 32 woningbouwmethoden, weergegeven in hoofdstuk 9 t/m 12, wel worden geconcludeerd welke systemen voor een bepaald geval interessant zijn en welke niet.
Hoe staat het echter met de tweede vraag: 'Welke categorie biedt de meeste perspectieven?' Deze vraag is in algemene zin wel min of meer te beantwoorden.

Bij bijna alle niet-traditionele bouwmethoden is beton het meest karakteristieke materiaal. Alleen de systemen B.G. en Pé-Gé zijn in eerste instantie op gebruik van hout gebaseerd. In de meeste gevallen gaat het om grindbeton, dat als nadelen o.a. heeft dat het niet spijkerbaar is en geen vocht opneemt, en geluid weerkaatst, maar als voordeel dat de omhulling van de wapening met cement te allen tijde is verzekerd. Het bezwaar van de geringe vochtopneming leidt ertoe dat uitrusting met centrale verwarming als voorwaarde dient te worden gesteld, terwijl de hoeveelheid dubbele beglazing moet worden beperkt.
Alle beton moet zijn vorm vinden in een bekisting. Bij de stapelbouwers en zware-montagebouwers geschiedt dit in de fabriek, bij de gietbouwers op het werk. Hiermee hangt samen dat het aantal manuren op de bouwplaats bij montagebouwers iets lager kan zijn dan bij gietbouwers. Anderzijds is, o.a. door verdere rationalisatie van de afbouw, menig gietbouwsysteem arbeidsbesparender dan een montagebouwmethode. Naar bijv. onderschat de arbeidsbesparing van gietbouw aanmerkelijk (Bouw 4-8-1962 en 6-7-1963). Een gevolg is verder dat de betonverharding bij de gietbouwmethoden wat meer afhankelijk is van de weersomstandigheden, en voor bouwtempo en organisatie op het werk bepalender is dan bij de andere categorieën. Daartegenover staat dat het transport voor de gietbouwers wat eenvoudiger is. Het beton kan betrokken worden uit een naburige centrale, of het kan op het werk worden bereid. Alleen kozijnen, galerijplaten e.d. moeten van verre worden aangevoerd.
Erkende stapelbouwers, en vooral de zware-montagebouwers zijn gebonden aan één fabriek of een beperkt aantal fabrieken, waardoor de transportafstanden en -kosten bij ongunstig gelegen bouwplaatsen nogal kunnen oplopen. Het transport is bovendien nogal kwetsbaar en leidt meestal tot de noodzaak op het bouwterrein een opslagplaats in te richten.
De organisatie op de bouwplaats luistert bij de montagebouwers bijzonder nauw. Bij zware-montagebouwers is bovendien een groot organisatieprobleem dat van de onderlinge afstemming van de bouwsnelheid en het produktietempo.
Qua investeringen hebben de stapelbouwers het het gemakkelijkst. Het fabriceren van kleine elementen kan met betrekkelijk eenvoudige apparaten geschieden, terwijl op de bouwplaats weinig bijzonder materieel noodzakelijk is. De zware mon-

tagebouwers hebben zeer hoge investeringen nodig om de produktie te kunnen starten. Ook binnen deze sector zien we echter aanzienlijke verschillen in investeringsniveau. Zo heeft B.M.B. voor 30 matrijzen één triltafel, één afdruktoestel en één kanteltoestel nodig, terwijl Coignet een systeem heeft gekozen waarbij voor elke matrijs dergelijke toestellen nodig zijn.
Ook bij de gietbouwers zijn er vrij aanzienlijke verschillen in investeringsniveau (houten versus stalen kisten; toepassing vloerplaten versus bekistingstafels), maar in het algemeen behoeven er minder investeringen te worden gedaan dan bij de zware-montagebouwers. De gietbouwers hebben daarentegen het nadeel dat zij gewoonlijk kwetsbaarder zijn voor vorst (m.n. bij toepassing van stalen bekistingen) en ijzel, en dat zij een wat lager bouwtempo hebben. Toepassing van vloerelementen kan in deze sector het tempo aanzienlijk verhogen.
Het onderstaande lijstje geeft de belangrijkste criteria van stapelbouw, gietbouw en montagebouw *globaal* weer, zodat een indruk kan worden gekregen van de mogelijkheden en beperkingen van elke der categorieën. De weergave van de plussen en minnen in deze tabel is voornamelijk gebaseerd op de documentatie van de 32 systemen.

	Stapelbouw	*Gietbouw*	*Montagebouw*
bouwtempo	±	+	++
arbeidsbesparing op de bouwplaats	±	+	++
totale arbeidsbesparing	+	++	++
geringe investeringen	++	+	±
kleine minimale seriegrootte	++	+	±
kleine minimale bouwplaatsomvang	++	±	+
actieradius en ontbreken van overige transport-beperkingen	+	++	±
ongevoeligheid voor vorst en neerslag	±	±	+
ongevoeligheid voor wind	++	+	±
ongevoeligheid voor continuïteitsstoornissen	++	+	±
geschiktheid voor laagbouw	++	+	±
geschiktheid voor hoogbouw van 3 tot 8 lagen	+	++	++
geschiktheid voor zeer hoge bouw	±	++	+
geschiktheid voor gecompliceerde ontwerpen	+	±	±

++ = zeer gunstig + = gunstig ± = matig

8 Andere ontwikkelingen

In het algemeen kan wel gesteld worden dat de behandelde 32 bouwmethoden vrij representatief zijn voor de gehele niet-traditionele bouw in Nederland. Er is echter een aantal niet-traditionele bouwmethoden dat niet op de ministeriële circulaires voorkomt, en dat aparte vermelding verdient, doordat deze bouwmethoden bepaalde aspecten hebben die in de tot nu toe behandelde methoden ontbreken.

Achtereenvolgens zullen wij aandacht schenken aan:
- Staalproject Delft (systeem-Porte des Lilas);
- Systeem-HBC-4 (Shell);
- Het Fokker-huis;
- Het systeem-Van der Lely;
- Houtskeletbouw;
- De SAR-ontwerpmethodiek.

Het gaat hierbij niet direct om een intensieve confrontatie, maar om een vluchtige kennismaking met exponenten van gedachten die misschien het gezicht van de niet-traditionele bouw van overmorgen zullen bepalen.

1 Staalproject Delft

Reeds geruime tijd leeft bij een aantal deskundigen in Nederland de wens om draagstructuren samen te stellen uit lichtere materialen dan beton. De gedachten gingen uit naar een stalen skelet, zoals in de V.S. in woongebouwen wordt toegepast. Een goed aanknopingspunt vormde het in Parijs ontwikkelde systeem Porte des Lilas, dat omstreeks 1964 in Nederland werd geïntroduceerd door een groep waarbij Eurowoningen en pletterij Enthoven te Delft waren betrokken. Een belangrijke rol bij de introductie van het Franse systeem in Nederland speelde prof. ir. M. Gout.

Bij het systeem Porte des Lilas gaat men uit van een horizontale voortgang van de ruwbouw i.p.v. een verticale voortgang. Nadat de funderingen zijn gelegd, worden op de grond één voor één stalen portalen horizontaal klaargemaakt die de hoogte van het gehele woongebouw hebben. Aan de onderzijde worden de portalen scharnierend bevestigd aan zg. 'pré-poteaux'. Vervolgens worden de portalen met een lier van horizontale in verticale stand gehesen, en bevestigd.

Op de grond worden ondertussen betonnen vloeren tussen de kolommen op elkaar gestort. De vloeren zijn tijdens het verharden door folies gescheiden. Wanneer het skelet voldoende stabiel is, wordt een begin gemaakt met het ophijsen van de – meestal vierkante – vloervelden. Ten slotte worden de gevels, perceelscheidingen en het inbouwpakket aangebracht. Een groot deel van de werkzaamheden welke normaliter op grote hoogte moeten worden verricht, vindt plaats op de begane grond.

Voordelen van de methode zijn het lichte gewicht van de constructie en de hoge

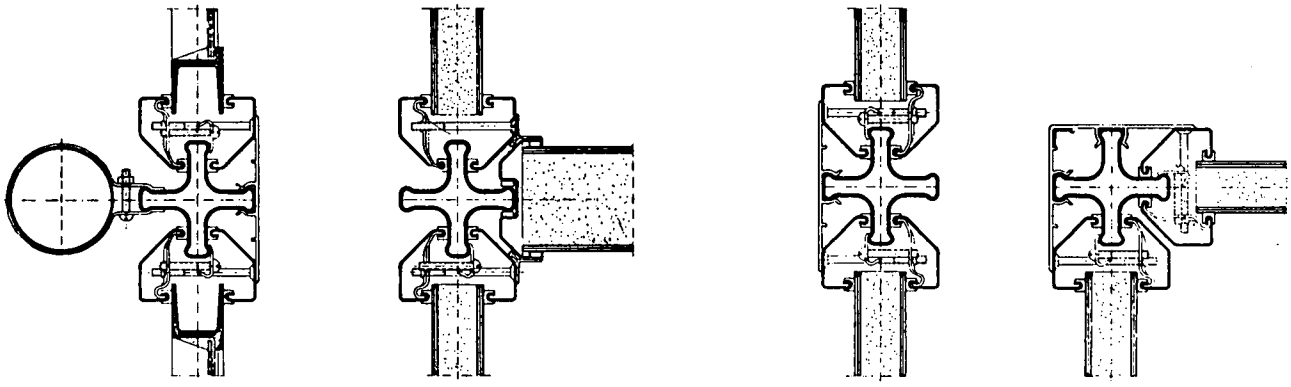
bouwsnelheid. Nadelen zijn de kostbare voorzieningen die geëist worden om de kolommen brandwerend te maken en de problemen om een perfecte geluidsisolerende niet-dragende perceelscheiding te maken die aansluit zonder geluidlekken.

In de formatie van de woningplattegrond is men vrij. Stabiliteit kan meestal aan het trappehuis ontleend worden. Vierkante vloervelden genieten de voorkeur.

Lange blokken lenen zich zeer goed voor uitvoering in het systeem.

2 Systeem HBC-4

Sinds ongeveer 1964 is het Koninklijke Shell Plastics Laboratorium Delft bezig met de ontwikkeling van kunststofrijke huizen, onder leiding van ir. M. E. Zwarts. Uit een combinatie met het gevelsysteem van de Holland Building Corporation dat reeds geruime tijd voor scholen e.d. werd toegepast, ontstond het systeem HBC-4. In 1967 werden in Assen enkele proefbungalows in het systeem opgericht; in 1968 een benzinestation in Delft. Uitgangspunt van het systeem dat tot nu toe uitsluitend op bungalows is gericht, is dat het dak, bestaande uit een ruimtevakwerk, draagt op kolommen in de gevel, zodat de ruimte in de woning vrij indeelbaar blijft. De grote constructiehoogte van het dak is voor bungalows geen bezwaar. De bungalows zijn ontworpen op een moduul van 120 cm. Op elk kruispunt van de rasterlijnen kan in de woning een kolom van gevouwen plaatstaalprofielen worden geplaatst, die aan vloer en plafond wordt bevestigd. Tussen twee van zulke kolommen kan d.m.v. een vernuftige schaarconstructie een niet-dragend kunststofpaneel worden bevestigd. Zulk een paneel is volkomen uitwisselbaar.



De gehele indeling van een bungalow, waarin alleen kookgedeelte en sanitairblok zijn gefixeerd i.v.m. de bijzondere voorzieningen aldaar, is dus werkelijk flexibel. De bewoners kunnen zelf hun indeling wijzigen wanneer zij dat willen.

Elektriciteit, verwarming, verlichting e.d. zijn geheel op deze veranderbaarheid afgestemd. Over kosten, bouwfysische eigenschappen e.d. van de bungalows bij grote serieproduktie is nog niets bekend. Het ligt in de bedoeling na verwerking van de ervaring met de bungalows opgedaan, het systeem ook op volkswoningbouw te richten.

3 Het Fokker-huis

In ca. 1962 startte de vliegtuigfabriek Fokker met de ontwikkeling van een kunststofhuis. Fokker kon hierbij gebruik maken van de geweldige ervaring die het bedrijf inmiddels had opgedaan met kunststoftoepassingen in de luchtvaart.

Onder de bezielende leiding van prof. ir. E. van Emden die in 1964 is overleden, kwam op het terrein van Fokker een proefwoning tot stand. Hierin was niet alleen het inbouwpakket, maar ook de draagconstructie van kunststof.

Door architect Groosman werden in een later stadium ook plannen ontwikkeld voor een mengvorm van beton en kunststof voor etagebouw, maar deze is tot nu toe nooit uitgevoerd. Fokker besloot na verloop van tijd de ontwikkeling van complete kunststofhuizen ondergeschikt te maken aan de produktie van kunststofpanelen die voor allerlei toepassingen in meer traditionele woningen konden worden gebruikt.

Als meest consequente toepassingswijze van kunststof in de woningbouw dient het Fokkerhuis te worden beschouwd als een markante ontwikkeling.

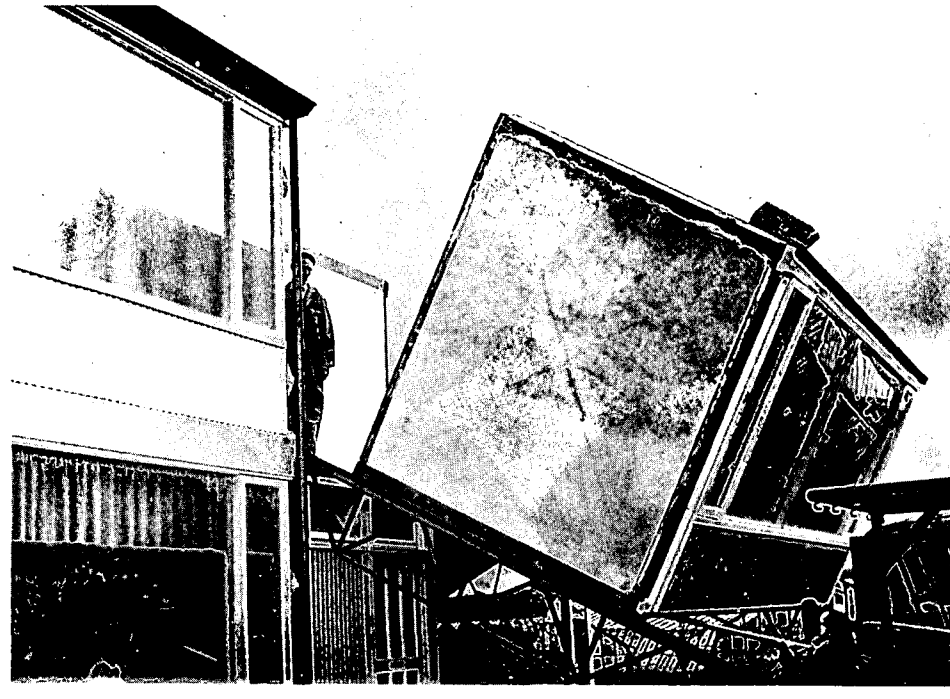
4 Het systeem-Van der Lely

Het systeem-Van der Lely is een montagebouwwijze voor bungalows waarbij op het werk driedimensionale elementen worden gemonteerd.

In de fabriek worden op een vrij traditionele wijze de onderdelen geprefabriceerd. De afmetingen van deze elementen worden voornamelijk bepaald door de eisen die transport langs de weg stelt. In zeer korte tijd worden de bungalows op het bouwterrein geassembleerd.

5 Houtskeletbouw

In landen waar veel hout wordt gewonnen, zoals Canada en Scandinavië, is dit materiaal voor draagconstructies zeer populair. Na een reis van een aantal Nederlandse deskundigen door Canada in 1964,(in 1968 gevolgd door een tweede reis), werd de Canadese houtskeletbouw in Nederland geïntroduceerd. Een aantal eengezinshuizen (o.a. te Horst, St.-Maartensdijk en Spijkenisse) is tot nu toe in Nederland volgens deze methode gebouwd.



Uitgangspunt is, een standaardskelet waarin, net als in het systeem BG, vaak een constructie met modulaire panelen wordt aangebracht zodat een grote variatie kan worden gerealiseerd.

6 De SAR-ontwerpmethode

In 1964 staken negen grote Nederlandse architectenbureaus de koppen bij elkaar om zich erop te beraden welke bijdrage de architectenwereld zou kunnen leveren tot de industrialisering van de woningbouw. In overleg met de Bond van Nederlandse Architecten besloot men tot de oprichting van de Stichting Architecten Research (SAR), waarbij de dagelijkse leiding werd toevertrouwd aan ir. N. J. Habraken. Deze had van zich doen spreken door zijn boek 'De dragers en de mensen', (1962) waarin hij zijn ideeën in navolging van o.a. Le Corbusier met betrekking tot de volkswoningbouw uiteenzette.

De Stichting Architecten Research kwam op 1 januari 1965 tot stand. Vanaf het eerste begin maakte naast Habraken de heer H. van Olphen deel uit van het onderzoekbureau. In de loop van 1965 versterkte ir. M. F. Th. Bax de gelederen, terwijl in 1966 ir. M. de Jong aan het bureau werd toegevoegd.

In december 1965 presenteerde de Stichting Architecten Research zich voor het eerst naar buiten met de publikatie 'SAR 1965, voorstellen van de Stichting Architecten Research', welke gunstig werd ontvangen. Op overzichtelijke wijze werden in SAR 1965 de ideeën van de SAR omschreven. In het kort komt de visie op het volgende neer.

Twee sferen worden onderscheiden, n.l. die van de draagstructuur en het inbouwpakket. Beide sferen worden niet door bouwtechnische criteria bepaald (zoals bijv. ruwbouw en afbouw), maar door het gebruik. De draagstructuur is dat gedeelte van een woongebouw dat door de gemeenschap tot stand wordt gebracht, waarover de gemeenschap beslist. Het inbouwpakket is de sfeer van de individuele huishoudens; hier beslissen de huishoudens elk voor zich. Beide sferen lopen parallel met twee produktietakken. De draagstructuur is typisch de sfeer van de bouwnijverheid: aan plaats gebonden, gekenmerkt door een hoge levensduur. Het inbouwpakket is typisch de sfeer van de industrie: niet aan plaats gebonden, met een kortere levensduur, ingesteld op de massale aanmaak van produkten waaruit de individu kan kiezen. Het onderscheiden van beide sferen stond en staat centraal bij de activiteiten van de SAR. Als werkhypothese is van het begin af gesteld, 'dat zowel industrie als gebruiker gebaat zouden zijn bij een verzelfstandiging van ruwbouw en afbouw'.
Om beide sferen enerzijds te verzelfstandigen en anderzijds tot haar recht te laten komen, zijn afspraken nodig. Pas dan is het mogelijk, het beslissingsproces dat beide sferen omvat, goed te laten functioneren.

Essentieel voor het pakket afspraken dat de SAR lanceerde, zijn het modulaire raster, gebaseerd op stroken van afwisselend 10 en 20 cm, en de zonering.

De achtergrond van het door de SAR voorgestelde modulaire raster is dat de behoefte bestond aan vrij grote maatsprongen, terwijl anderzijds het fijnmazige raster van 10 × 10 cm noodzakelijk was om het probleem van passingen en toleranties in de praktijk de baas te kunnen worden. Men zou kunnen zeggen dat het SAR-raster in één raster het in NEN 5700 voorgeschreven raster van M = 10 en de voorkeursmaat van 3M = 30 weergeeft.

Op het ogenblik zijn concrete toepassingen van de SAR-methodiek in voorbereiding, zoals een 'speelstructuur' te Doorwerth, en de tweede ontwikkelingscyclus

van het Bouwcentrum, welke laatste zal worden gericht op 'beganegrond-structuren'.

Op het ogenblik is er omtrent de bouwtechniek die de SAR zich voorstelt om de ontwerpmethode te concretiseren, nog weinig bekend. Met name de vraag hoe men zich de pasmaat voorstelt die nodig is wanneer men met niet-modulaire materialen bouwt in een modulair raster, is nog niet beantwoord.

Als algemene geachte is de SAR-methodiek van groot belang te achten, niet alleen voor de architecten, maar ook voor de richting waarin zich de niet-traditionele en traditionele woningbouw zou kunnen ontwikkelen.

9 De toekomst van het niet-traditionele bouwen

Wij gaven een kort overzicht van de historie van het niet-traditionele bouwen in Nederland, en wij analyseerden drie jaarprodukties in de sector van de sociale woningbouw.

In het voorgaande hoofdstuk gaven wij een opsomming van voor- en nadelen, die in het algemeen aan niet-traditionele woningbouwmethoden worden toegekend. Wij zagen dat niet-traditionele bouwmethoden betere voorwaarden scheppen voor verhoging van de produktiviteit in de bouwnijverheid dan traditionele bouwmethoden, en dat tot nu toe de prijzen van m.n. gietbouw en montagebouw eerder hoger liggen dan lager in vergelijking met traditionele bouw. Wij constateerden dat het niet-traditionele bouwen bijzonder gevoelig is voor continuïteitsstoornissen, wat, zodra de protectie van overheidswege zal zijn verdwenen, op pijnlijke wijze zou kunnen blijken, als niet de bouwbedrijven *zelf* een oplossing zoeken. De vraag rijst na dit alles: wat is de toekomst van het niet-traditionele bouwen? Een vraag die men kan stellen voor de categorieën stapelbouw, gietbouw en montagebouw afzonderlijk, maar die grotendeels kan worden beantwoord voor de gehele niet-traditionele sector.
De eerste opmerking die wij maken, in een poging deze toekomst aan te duiden, betreft de basisvorm en de bouwhoogte. Wij zagen dat de niet-traditionele bouwers zich concentreren op het meergezinshuis, en dan nog in hoge mate op de galerijflat. In de laatste jaren heeft men de sector middelhoogbouw – vroeger de systeembouwvorm bij uitstek – grotendeels verlaten en heeft men zich gericht op de hoogbouw van zes lagen en meer.
Vooral nu in grote delen van ons land een eind komt aan de allerergste kwantitatieve nood, blijkt niet alleen uit elke peiling van woonwensen, maar ook uit het marktgedrag van de bewoners dat het gros van de huishoudens hoogbouw en middelhoogbouw de rug toekeert. Waar leegstand optreedt, is dat allereerst in de hoogbouwsector (m.n. de duurdere flats).
Vreemd zijn dan ook de fulminaties van de Vereniging van Systeembouwers tegen de laagbouwsector.

'Alleen voor een zeer kleine groep zal de eigen woning met tuin in de toekomst zijn weggelegd...' stelt de Vereniging (Informatiebulletin 1968/1, p. 5), en: 'Vooral in het westen van het land waar grote aantallen mensen op een zeer beperkte oppervlakte wonen, is het bezit van een eengezinswoning in feite een enorme luxe, die in de prijzen niet of nauwelijks tot uitdrukking komt...' waarna de Vereniging stelt (idem, p. 11) dat steeds meer nadruk zal vallen op hoogbouw...
'nog niet eens zozeer omdat anders zoveel weiland en cultuurgrond aan de stedelijke uitbreidingen ten offer zullen vallen, maar bovenal omdat allerlei utiliteitsvoorzieningen – gas, water, elektriciteitsvoorziening, afvoer van afvalwater, verkeer, enzovoort – dan dermate kostbaar gaan worden, dat zij zelfs in een super welvarende maatschappij onbetaalbaar worden. Hoogbouw is dus nodig uit een oogpunt van doelmatigheid, van economie'.

Echter, het gaat niet om de vraag: hoogbouw *of* laagbouw, maar om de vraag: welke verhouding hoog–laag?
Wanneer de niet-traditionele bouwers zelf zoveel mogelijk gunstige voorwaarden willen creëren voor continuïteit – en dat zullen ze wel moeten – dan zullen zij zich naar de woningmarkt moeten richten. En dat betekent dat zij niet 13% laagbouw moeten produceren, maar zeker 70%. En dat kan. Ook in het westen. Ook zonder prijsversluieringen. Als alle betrokkenen het maar willen.

Een aantal notoire hoogbouwspecialisten onder de niet-traditionele bouwers is thans reeds bezit intensief de mogelijkheden te bestuderen voor toepassing van niet-traditionele bouwmethoden in de laagbouwsector.
Dit vergt voor een aantal bedrijven een volledige omschakeling. Een omschakeling die nodig is om de concurrentiestrijd te kunnen volhouden. Men kan zich ook gaan specialiseren als systeembouw in de sector hoogbouw. Dat zou echter betekenen, dat men vrijwillig een zeer grote markt links laat liggen. En waarom zou men dat doen? Systemen als Vaneg, BBB, Huco, Breda en Pé-Gé bewijzen dat men ook in de laagbouwsector goede resultaten kan bereiken door toepassing van niet-traditionele bouwmethoden. In samenhang met de omschakeling naar een hoger percentage laagbouw zal de sector niet-traditionele bouw zich moeten richten op kleine series, waarbij een behoorlijke type-differentiatie kan worden gerealiseerd.
Dit betekent dat per type en per bouwplaats bijzonder zuinig moet worden omgesprongen met investeringen. De investeringen die thans voor een groot deel van de niet-traditionele bouwmethoden zijn gedaan, zijn waarschijnlijk veel te hoog. Wij mogen niet vergeten dat een investering van *f* 5.000.000,— t.b.v. een bouwsysteem bij een totale produktie van bijv. 5000 woningen een bedrag van *f* 1.000,— per woning betekent dat niet één-twee-drie op andere fronten wordt goedgemaakt. Wanneer dergelijke investeringen, wat in de praktijk herhaaldelijk gebeurt, over een aanmerkelijk kleiner aantal woningen worden afgeschreven, omdat anders de risico's voor de ondernemer te groot worden, betekent dit dat ter wille van enkele manuren of woningcontingenten onnodig duur wordt gebouwd.
Een punt dat met het voorafgaande onmiddellijk samenhangt, is dat een promotor die zich op de markt wil richten, zal moeten ophouden een standaardhuisje te ontwikkelen waaraan geen opdrachtgever, geen gemeente en geen bewoner iets kan veranderen. De promotoren dienen *bouwmethoden* op de markt te brengen, geen huisjes.

Elke bouwmethode moet aan de opdrachtgever, en zo mogelijk direct aan de bewoners mogelijkheden geven tot inspraak, zodat de woningen kunnen worden aangepast aan specifieke situaties. Kleinere series, type-differentiatie en mogelijkheden tot inspraak kosten manuren, dat staat als een paal boven water. Maar met de wijze waarop in de laatste jaren arbeidsbesparingen zijn geforceerd, was men op de verkeerde weg: niet alles mag worden opgeofferd aan het routine-effect en de mechanisatie.

De niet-traditionele bouwers zullen voorts bereid moeten zijn om een antwoord te geven op stedebouwkundige situaties waarin niet alle blokjes kaarsrecht zijn en een lengte hebben van 6 en 8 woningen.
Het gaat erom, het spectaculaire dat tijdens de laatste jaren de uitvoering heeft gekenmerkt, meer te richten op het produkt.
Een volgende voorwaarde is dat de niet-traditionele bouw zal moeten proberen de onvermijdelijke stoornissen in de continuïteit wat beter op te vangen dan tot nu toe mogelijk bleek. Grotere bedrijven met kraanpools e.d. kunnen zich gemakkelijker aanpassen aan diskontinuïteit dan een kleine systeembouwer die met één of twee kranen opereert die bij de geringste stoornis stilgelegd moeten worden.
Voorbereidingsprocedures waarbij het ontwerp niet los van de uitvoeringstechniek ontstaat, moeten verder worden ontwikkeld, wil de niet-traditionele bouw zich goed kunnen ontplooien.

De eisen die de Vereniging van Systeembouwers stelt voor een doeltreffende toepassing van niet-traditionele bouwmethoden zijn te beperkt, voor zover het het aandeel van de promotor betreft, en te overdreven voor zover het het aandeel van de overige betrokkenen aangaat. (Zie: Vijf vragen over systeembouw, 1957, p. 10.) De eis van continuïteit en de eis van stedebouwkundige groepering kunnen niet absoluut worden gesteld. De promotoren zullen wat minder eisen aan de markt moeten stellen; de markt zal nu eisen aan de promotor gaan stellen.

De bouwmethoden zullen – over de hele linie – doeltreffender moeten worden, meer gericht op het doel, nl. de realisatie van kwalitatief goede woningen en woonmilieus met een gedifferentieerde en gevarieerde opzet. Hierbij is het helemaal niet nodig een 'puur' systeem te ontwikkelen waarbij elke baksteen en elke cm^2 stucwerk volledig worden geweerd. Wij zijn het niet eens met *Naar* die stelt dat (Bouw 1963): '... het woord 'systeem' pas tot zijn recht komt als dan alle onderdelen van de bouw worden ontworpen, vervaardigd en geplaatst vanuit eenzelfde conceptie, welke dan het Leitmotiv van dat bouwsysteem uitmaakt', als uit deze 'integraliteitseis' wetten zouden voortvloeien als 'wie gietbouw pleegt, dient de gehele ruwbouw te gieten' en 'wie elementen monteert, moet dit consequent 'volhouden''.

De tijd heeft anders geleerd. Monolietbouw houdt op bij galerijen en balkons, en ook bij portalen met ranke kolommen. Vele vormen van stapelbouw worden dubieus bij zeer hoge bouw.
Er worden thans uitstekende resultaten geboekt met bouwmethoden waarbij de wand in het werk wordt gestort, terwijl de vloeren worden geprefabriceerd. Muwi, stapelbouwmethode bij uitstek, past elementen toe voor de binnenwanden, en met succes.
Deze ontwikkeling naar mengvormen, waarbij voor de diverse onderdelen die constructiemethodieken worden toegepast die zich juist voor die onderdelen lenen, achten wij gezond, mits de totale opzet een grote samenhang vertoont.
Evenzo juichen wij de ontwikkeling toe waarbij doelbewust wordt afgezien van de winst van het allerlaatste manuur als kwaliteit of kosten dit streven in de weg staan. Toen het systeem 'Korrelbeton' omstreeks 1950 overstapte op bakstenen omhullingen, waren er vele protesten (o.a. van de Stichting Ratiobouw) tegen deze 'systeemvreemde' combinatie. De veel betere eigenschappen van baksteen voor geveltoepassingen maakten deze stap logisch en juist. Een soortgelijk spanningsveld zien we thans tussen de gevel bestaande uit grote doorlopende puien en de gevel met penanten en borstweringen van baksteen. Het is zeer de vraag of de manurenbesparende puiengevels het onderhoudstechnisch en prijstechnisch kunnen opnemen tegen de meer traditionele gevelopbouw en het is al evenzeer de vraag of de bewoners deze grote puien waarderen. De verdere ontwikkeling van niet-traditionele bouwmethoden zal niet in de eerste plaats in het teken van de arbeidsbesparing moeten staan, maar in het teken van kwaliteit. Hierbij is kwaliteit niet het slim oplossen van problemen die de niet-traditionele bouw zelf teweegbrengt (voegen, bouwen zonder stucadoor en tegelzetter; puiconstructies; kit). Kwaliteit is het antwoord dat gegeven wordt op de vragen die de markt stelt. Door mechanisatie en rationalisatie zijn talloze zg. traditionele aannemers nu reeds grote concurrenten geworden van de in dit boek behandelde 32 erkende systeembouwers.
Dank zij overheidsmaatregelen en een sterke positie van de gemeenten kon de 'erkende' niet-traditionele bouw bloeien. Bij een grotere zelfstandigheid van de woningbouwcorporaties, een groter marktaandeel van de belegger, en bij een beeindiging van de bevoordeling van de niet-traditionele bouw, zal het van de promotoren zélf afhangen of zij de concurrentiestrijd met de traditionele bouw zullen overleven.
Als de promotoren zich tijdig het veranderend getij bewust worden, en tijdig hun antwoord klaar hebben, gaat de niet-traditionele woningbouw in Nederland een schitterende toekomst tegemoet.

Literatuurlijst

Abraham, P. – *Architecture préfabriquée.* Parijs, 1947.

Anthony, H. – *Houses; Permanence and Prefabrication.* London, 1945.

Auten Rieth, B. von – *Montagebauwesen im mehrgeschossigen Wohnungsbau.* Stuttgart, 1961.

Baar, G. A. M. – Het fundamentele belang van industriële woningfabricage, wezenlijke bijdrage tot opheffing van woningnood. *Industrieel Bouwen, 1,* 1964, p. 5–14.

Bemis, A. F. – *The evolying house (III).* Cambridge, 1936.

Berg, H. C. van den – Het héfvloersysteem binnenkort ook in Nederland. *Bouw* 1966, *21,* p. 46–49.

Betonvereniging en Stichting Ratiobouw – *Geprefabriceerde bekistingssystemen.* Rotterdam, 1966.

Beyer, G. H. – *Housing and society.* New York, 1965.

Beyer, G. H. – *Practices and percepts of marketing prefabricated houses.* Washington, 1952.

Bonnome, C. en L. Léonard – *l'Industrialisation du bâtiment.* Parijs, 1959.

Bouwcentrum – *Ervaringen met verplaatsbare scheidingswanden.* Rotterdam, 1965.

Bouwcentrum (ed.) – *Torendraaikranen (Aannemersmaterieel-documentatie). Bouwliften. Bekistingen.* Rotterdam, 1966.

Bouwcentrum (ed.) – *Gebouw en getal.* Rotterdam, 1967.

Bouw- en Aann. bedrijf Van Omme & De Groot e.a. – *Rapport betreffende enige nieuwe bouwsystemen en hun mogelijke bijdrage tot de realisatie van de toekomstige woningbouwprogramma's.* Z.pl Z.j.

Bowley, M. – *The British building industry, four studies in response and resistance to change.* Cambridge, 1966.

Bromberg, P. – *Doelmatig bouwen en wonen.* New York, 1945.

Bromberg, P. – *Bouwen in nieuwe banen.* Amsterdam, 1947.

Bungalows van staal en plastic – *Bouw,* 1965, *20,* p. 1997.

Burkhardt, G. – *Kostenprobleme der Bauproduktion.* Wiesbaden, 1963.

Bussat, P. – *Die Modul-Ordnung im Hochbau; La coordination modulaire dans le bâtiment.* Stuttgart, 1963.

Camus, R. – *Procédé industriels de construction Camus.* Parijs, 1955.

Camus, R. – *Fabrication industrielle de 8 logements par jour dans la région Parisienne.* Parijs, 1956.

Centraal Bureau voor de Statistiek. Maandoverzichten Bouwnijverheid.

Centrale Directie van de Volkshuisvesting en de Bouwnijverheid.
- Jaarverslagen.
- Driemaandelijkse publikatie 'Volkshuisvesting, Bouwnijverheid'.
- Circulaires.

CIB – *Towards industrialised building;* proc. of the third CIB congress, Copenhagen, 1965.

Cobouw, – Speciale editie van 18-1-1964.

Craig, C. N. – *Multi-storey flats-design, building methods and costs.* Londen, 1963.

Deeson, A. F. L. – *The comprehensive industrialised building systems annual.* Londen, 1965.

Deilmann, H. en E. Ridderström – *Einfamilienhaus für Morgen.* Stuttgart, 1967.

De systeembouw in Nederland – *Polytechnisch Tijdschrift* 1959, *14,* p. 110B–121B.

Diamant, R. M. E. – *Industrialised building; 50 international methods.* London, 1964.

Diamant, R. M. E. – *Industrialised building 2; 50 International methods, second series.* London, 1965.

Documentatie Bouwwezen – *Lichte scheidingswanden voor de woning- en utiliteitsbouw.* Rotterdam, 1964.

Douwen, A. A. van – Flatgebouwen staalproject Delft. *Bouw,* 1966, *21,* p. 835–837.

Dullens, G. – Nieuwe toepassing grote elementenbouw in Nederland. Industrieel bouwen, *5,* 1968, nr. 11, p. 651–657.

Dunstone, P. H. – *Combinations of numbers in building.* London, 1956.

Dura Dzn., J. – Industrieel bouwen, een zaak van landsbelang. *Bouw,* 1960, *15,* p. 1082–1085.

Economisch Instituut voor de Bouwnijverheid – *Bouwmarkt Eindhoven 1959–1960–1961.* Delft, 1961.

Economisch Instituut van de Bouwnijverheid – *Bouwproduktie en bouwbedrijven in Nederland.* Delft, 1963.

Economisch Instituut van de Bouwnijverheid – *Economische bijdrage tot de bouwproduktie.* Delft, 1963.

Economisch Instituut van de Bouwnijverheid – *Toetsing van een nota.* Delft, 1963.

Economisch Instituut van de Bouwnijverheid – *Toetreding tot het niet-fabrieksmatig bouwbedrijf.* Delft, 1965.

Eerste toepassing van het Sectra-systeem; gesprek met architect Bas Tol. *Industrieel Bouwen 2*, 1965, nr. 2, p. 68–70.

Emmerich, D. G. – Habitation flexible extensible démontable et assemble d'éléments industrialisés. *Techniques et Architekture*, 1960, *20*, nr. 5, p. 22–24.

European Productivity Agency of the Org. for Eur. Econ. Cooperation. *Prefabricated building; a survey of some European systems.* Parijs, 1958.

F.B.W. – *Montagebauweisen im mehrgeschossigen Wohnungsbau.* Stuttgart, 1964.

Fertighäuser – Bluff oder Fortschritt? *Schöner Wohnen*, (1) 1963, p. 8 e.v.

Fischer, R. F. – *Architectural engineering; new structures.* New York, 1964.

Fougea, M. E. – *De industrialisatie van het bouwen*, z.pl., 1955 (stencil).

Gietbouw nog steeds in een experimenteel stadium – *Misset's Bouwwereld, 64*, 1968, nr. 1, p. 64.

Gloag, J. en G. Wornum – *House out of factory.* Londen, 1946.

Gossmann, H. – *Grundlagen der Fertigungsorganisation im Bauwesen.* Berlin, 1961.

Gout, M. – *Kentering in het bouwvak.* Delft, 1954.

Gout, M. – Bouwen in de toekomst. *De Ingenieur*, 1967, *79*, nr. 5, p. A 65–70.

Grebler, L. – *The production of housing.* New York, 1950.

Groosman, E. F. – Staalproject Delft. *Industrieel Bouwen 2*, 1965, nr. 1, p. 7–13.

Habraken, N. J. – *De dragers en de mensen; het einde van de massawoningbouw.* Amsterdam, 1961.

Habraken, N. J. – De twee gezichten van het fabriekmatig bouwen. *Bouw*, 1963, *18*, p. 447–448.

Habraken, N. J. – De Stichting Architecten Research. *Bouw*, 1965, *20*, p. 843–844.

Habraken N. J. – *Het alledaagse; over het ontstaan van de omgeving van alle dag.* Rotterdam, 1967.

Halasz, R. von – *Industrialisierung der Bautechnik; Bauen und Bauten mit Stahlbetonfertigteilen.* Düsseldorf, 1966.

Handleiding voor het bestuderen en waarderen van woningontwerpen. Studiedagen systeembouw voorleden van Vrouwenadviescommissies voor de woningbouw, Den Haag, 1966.

Hendriks, A. – *De bouwproduktie en het steeds wijkende evenwicht.* Delft, 1964.

Herrey, H. – *Prefabrication; the packaged building system.* New York, 1943.

Hinkema, J. H. – Voortgezette ontwikkeling van het industrieel bouwen *Misset's Bouwwereld*, 1966, *62*, p. 1590–1592.

Horstman, A. J. C. – *Canadese houtbouw. Houtskeletbouw – voorbeeld van industriële ontwikkeling van traditioneel bouwen.* Amsterdam, 1966.

Interbuild. *System building 2.* Londen, 1964.

Interdepartment Committee appointed by the Ministery of Health, the secretary of state for Scotland and the minister of Works, House construction.
2nd report. Londen, 1946.
3nd report. Londen, 1948.

International Congress for Housing and Town Planning. *Prefabrication and new building technique for housing.* Amsterdam, 1950.

Japanse montage-woning. Het Sekisui-bouwsysteem. *Misset's Bouwwereld* 1965, *61*, p. 1115–1116.

Jawerth, D., e.a. – *Bouwen 1967.* Best, 1966.

Jockin, V. – *Nieuwe woningbouwsystemen.* Amsterdam, 1920.

Jockusch, P. – *Industrialisierung im Wohnungsbau.* Wiesbaden, 1966 (diss.).

Kelly, B. – *The prefabrication of houses.* New York, 1951.

Kelly, P. M. en C. Shillaber – *International bibliography of prefabricated housing.* Cambridge, 1954.

Keyte, M., A. Williams, R. Ierdale – *The industrialisation of building.* Londen, 1965.

Knowles, M. – *Industrial housing.* New York, 1920.

Koncz, T. – *Handbuch der Fertigteilbauweise* (3 vol). Wiesbaden, Berlijn, 1962.

Larson, C. Th. – *New housing designs and construction systems.* Z.pl., 1934.

Lely N.V., C. van der – *Woningbouw met doosvormige elementen.* Maasland, z.j.

Les habitations préfabriquées. *La revue de Rouen.* Rouen, 1957.

Lewicki, B. – *Bâtiments d'habitations préfabriqués en éléments de grandes dimensions.* Paris, 1965.

Madge, J. – *Tomorrow's houses; new building methods, structures and materials.* Londen, 1946.

Mak, L. – Fabriekmatige bouw : nieuwe mogelijkheden. *Misset's Bouwwereld*, 1966, *62*, p. 1015–1018.

Mazure, J. P. – Nieuwe bouwsystemen voor woningen. *Cement, 10*, 1958, nr. 21–22, p. 865–868.

Mazure, J. P. – Systeembouw. *De Ingenieur*, 1959, 71, p. B135–147.

Mazure, J. P.; Jelsma, O; Wijmer, N. F.; Breukelman, J. – *Nieuwe bouwsystemen.* Den Haag, 1946.

Meyer-Bohe, W. – *Vorgefertigte Wohnhäuser.* München, 1959.

Meyer-Bohe, W. – *Vorfertigung; Atlas der Systeme.* Essen, 1967.

Meyerson, M. e.a. – *Housing, people, and cities.* New York, 1962.

Ministerie van Volkshuisvesting. Circulaires aan gemeentebesturen.
MG 64-1 (2 januari 1964)
MG 64-13 (19 oktober 1964)
MG 65-6 (24 mei 1965)
MG 66-5 (11 maart 1966)
MG 67-3 (2 januari 1967)
MG 67-6 (15 februari 1967)
MG 67-20 (10 augustus 1967)
MG 67-21 (7 november 1967)
MG 68-9 (18 september 1968)

Ministerium für Bauwesen – Deutsche Bauakademie. *Serienfertigung im Wohnungsbau.* Berlin, 1959.

Ministry of Housing and Local Government. *Dimensions and components for housing with special reference to industrialised building.* London, 1963.

Ministry of Public Building and Works. *Industrialised building, four case studies of the selection of a main contractor.* Londen, 1966.

Misset N.V. (e.d.). Jaarbeurs nr. I : *Bouw- en transportmaterieel.* Doetinchem, 1965.

Momentopname 1969. *Industrieel Bouwen, 6,* 1969, nr. 1, p. 7–73.

Naar, L. – Arbeidsbesparing in de woningbouw. *Bouw 17,* 1962, nr. 31, p. 1078-1084.

Naar, L. – Rationalisatie van het bouwen. *Cobouw,* 7 juni 1963.

Naar, L. – Vergroting van het industriële bouwpotentieel. *Cobouw,* 6 juli 1963.

Naar, L. – Zal de systeembouw de traditionele bouw verdringen? *Bouw, 18,* 1963, nr. 27, p. 872–876.

National Building Agency. *Systems directory.* Londen, 1965.

Ned. Bond van Bouwondernemers. *Na-oorlogse woningproduktie : 1 miljoen woningen.* z.pl., z.j.

Nezval, J. – *Grundlagen der Fliessfertigung in der Bauproduktion.* Berlin, 1968.

Nieuwkerk, W. J. van – Industrialisatie van de woningbouw in Nederland. *Bouw,* 1965, *20,* p. 836–838.

NIRIA Nederlands Instituut van Register-Ingenieurs en afgestudeerden van Hogere Technische Scholen. *Symposium industrieel bouwen.* Den Haag, 1967.

Oesterlen, D. en D. Hoffmann – *Aufgaben der Planung im industrialisierten Wohnungsbau. Studienheft zum Fertigbau.* Essen, 1965.

Peer, S. – *Vorfertigung auf der Baustelle.* Keulen, 1964.

Poolman, H. L. – Gietbouw
I *Misset's Bouwwereld, 64,* 1968, nr. 1, p. 51– 57;
II *Misset's Bouwwereld, 64,* 1968, nr. 2, p. 149–159;
III *Misset's Bouwwereld, 64,* 1968, nr. 3, p. 259–276;
IV *Misset's Bouwwereld, 64,* 1968, nr. 4, p. 357–381.

Poot, J., W. J. van Nieuwkerk, E. F. Groosman, A. J. de Groot, J. Bommer – Zijn fundamentele veranderingen noodzakelijk? *Bouw,* 1964, *19,* h.1433–1440.

Priemus, H. – Wonen – creativiteit en aanpassing. Delft, 1968/ 's-Gravenhage - Prijs, 1969.

Priemus, H. – Bewoningsmogelijkheden van een gekozen galerijbouwstructuur. *Bouw,* 1969, *24,* p. 13–22.

Ratiobouw, Stichting tot rationalisatie van het bouwen. *Nieuwe systemen voor woningbouw.* Den Haag, 1948.

Rationalisatie en industrialisatie van de woningbouw. *De Ingenieur,* 1964, *76,* p. A683.

Reiners, W. J. en D. Bishop – *Construction of multi-storey flats.* z.pl., 1962.

Scheepswerf ontwikkelt nieuw bouwsysteem. *Polytechn. Tijdschrift,* 1964, 19, p. 349B–351B.

Schmitt, H. – *Hochbaukonstruktion.* Ravensburg, 1962.

Schultz, K. H. – *Wirtschaflichkeit des Bauens durch Anwendung der neuesten Technik und beste Organisation.* Berlijn, 1956.

Schwabe, A. – *Das Fertighaus.* Berlijn, 1962.

Sheppard, R. – *Prefabrication in building.* Londen, 1964.

Sittig, J. – Normalisatie als basisvoorwaarde voor industrialisering van het bouwwezen. *Bouw,* 1965, *20,* p. 839–841.

Skeist, J. – *Plastics in building.* New York, 1966.

Spek, J. C. – Nieuwe bedrijven voor industriële woningbouw. *Polytechnisch Tijdschrift, 20,* 1965, p. 381B–383B.

Stalen bekistingssysteem Outinord. *Industrieel Bouwen, 3,* 1966, nr. 1, p. 27–32.

Stichting Arbeidstechnisch Onderzoek Bouwnijverheid. *Vloerbekistingen – gegevens voor het bepalen van optimale konstructies.* Amsterdam, 1968.

Stichting Arbeidstechnisch Onderzoek Bouwnijverheid.

ABOMA – GTC	*Kenmerkbladen*	*Torenkranen*
– Toptorenkraan	Liebherr	45A/65
– Toptorenkraan	Liebherr	56A/72
– Toptorenkraan	Liebherr	16A/20
– Toptorenkraan	Peiner	T.32
– Toptorenkraan	Peiner	T.45
– Kattorenkraan	Weitz	X 1267 NL
– Kattorenkraan	Weitz	X 1265 L.NL.3
– Kattorenkraan	Potain	642 A
– Kattorenkraan	Potain	646 C
– Kattorenkraan	Potain	214 B.rv.
– Schuiftorenkraan	S.G.M.E.	K.R.70.4.
– Schuiftorenkraan	S.G.M.E.	K.R.70.5.
– Kattorenkraan	Besto	A16-620
– Kattorenkraan	Besto	B20-B50
– Kattorenkraan	Besto	B20-1000

Utrecht, tot 1968.

Stichting Arbeidstechnisch Onderzoek Bouwnijverheid. *Rapporten Toeslagstudies Stalen Wand-, Tafel- en Tunnelbekisting.*
001 NOE wandbekisting
002 Delcour wandbekisting
003 Thermoplan wandbekisting en Filigran vloeren
004 Van den Heuvel wand- en tafelbekisting
005 Van den Heuvel wand- en tafelbekisting
006 Van den Heuvel wand- en tafelbekisting

007 Outinord tunnelbekisting
008 Monobloc wandbekisting
009 Constructil wandbekisting
010 Constructil wandbekisting
011 Constructil wandbekisting
012 Monoliet vloeren
013 Van den Heuvel wandbekisting
014 Traditionele vloerbekisting
015 Outinord tunnelbekisting
016 Aarding wandbekisting
017 Scanform wandbekisting
Utrecht, tot 1968 (interne publikaties).

Stichting Architecten Research. *Voorbeelden van toepassing van de SAR-ontwerpmethode.* Eindhoven, 1967.

Stichting Bouwresearch. *Houtskeletbouw.* Alphen aan den Rijn, 1968.

Stichting Bouwresearch. *Transport op de bouwplaats.* Alphen aan den Rijn, 1968.

Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake de goedkope woningbouw.* Den Haag, 1951.

Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake seriegrootte en bouwkosten.* Rotterdam, 1961.

Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake seriegrootte en manuren.* Rotterdam, 1961.

Stichting Ratiobouw. *Rationele woningproduktie.* Rotterdam, 1962.

Stichting Ratiobouw. *Seriegrootte en bouwkosten.* Rotterdam, 1962.

Stichting Ratiobouw. *Metingen van onnauwkeurigheden in niet-traditioneel gebouwde woningen.* Rotterdam, 1967. (Verzamelde Bouwstudies 23).

Stichting Ratiobouw en Stichting Bouwcentrum. *Rapport betreffende verhoging van de produktiviteit van het bouwen in het bijzonder van de woningbouw.* Den Haag, 1952.

Stichting Studiegroep Efficiënte Woningbouw. Werkgroep Basistypen. Systematiek van basistypen voor woningen. *Bouw,* 1967, *22,* p. 245–253.

Stichting Werkgemeenschappen Bergeyk. *Bouwen en wonen, huisvesting in de toekomst, op zoek naar uitgangspunten,* belicht door: ir. N. J. Habraken, A. van Hoboken N.D.D.M.S., prof. dr. A. Hendriks ing., prof. dr. ir. Ph. A. Tellegen. Bergeyk, 1965.

Strebel, O. – *Das Fertighaus Katalog.* Stuttgart, 1965.

Tindale, P. – *House building in the U.S.A.; a study of rationalisation and its implications.* London, 1966.

Triebel, W. – *Technische Entwicklung und Kostensenkung im Wohnungsbau.* Stuttgart, 1950.

Triebel, W. – *ASA - Holzhaus.* Berlijn, 1963.

Triebel, W. – *Camus - Fertighaus.* Berlijn, 1964. (+ vele andere delen, gewijd aan systemen in binnen- en buitenland.)

Triebel, W. – *Fertighaus verzeichnis Ubersichtsheft.* Berlijn, 1966.

Triebel, W. – *Rationalisierung im Hoch- und Wohnungsbau.* Wiesbaden, 1966.

Triebel, W. – Inrichting van de bouwplaats voor het monteren van elementen. *Industrieel bouwen, 5,* 1968, nr. 11, p. 664–669.

Triebel, W. – *Rationelles Bauen mit Fertigteilen.* Wiesbaden, 1968.

Triebel, W., E. Brocker en K. R. Kräntzer. *Technische und wirtschafliche Anforderungen an Fertighäuser.* Hannover, 1962.

Twijnstra, A. – Industrialisatie. *Bouw,* 1966, *21,* p. 1981–1984.

Uchow, B. S. – *Arbeitsorganisation im Industrie- und Wohnungsbau.* Berlin, 1958.

United Nations. *European housing trends and policies in 1958.* Genève, 1959.

Vereniging van Systeembouwers (ed.) *Nieuwe wegen in de woningbouw.* Den Haag, 1956.

Vereniging van Systeembouwers, *Vijf vragen over systeembouw.* Den Haag, 1957.

Vereniging van Systeembouwers, *Systeembouw en zijn eigenschappen.* Den Haag, 1959.

Vereniging van Systeembouwers, *Informatie-bulletin* 1968/1 en 1968/2.

Verschuren, C. P. – Industrialisatie van de Nederlandse woningbouw. *Misset's Bouwwereld,* div. nrs. 1959–1960.

Verschuren, C. P. – Systeembekistingen voor betonwanden en -vloeren.

Bouwmachines 3, 1968, nr. 11, p. 418–419.
Verslag van de Studiedagen Systeembouw. Gehouden voor leden van Vrouwenadviescommissies voor de woningbouw in Nederland. 's-Gravenhage, 1966.

Voss, H. van – Tafelbauweise. Bauen mit Grossplaten. Stuttgart, 1958.

Wachsmann, K. – *Wendepunkt im Bauen.* Wiesbaden, 1959.

Wal, J. J. van der – *De economische ontwikkeling van het bouwbedrijf in Nederland.* Delft, 1940.

Walvis, W. Ch. – De bouwtijd van woningcomplexen. In: C.B.S. – *Statistische en econometrische onderzoekingen 6,* 1951, nr. 2, p. 103–111, Utrecht, 1951.

Wemelsfelder, J. – *Bouwen en wonen, vandaag en overmorgen.* Den Haag, 1964.

Westerlaken, M. – *De na-oorlogse ontwikkeling van betonprefabricage in de bouwwereld.* Haarlem, 1963.

White, R. B. – *Prefabrication, a history of its development in Great Britain.* Londen, 1965.

Wigbout, F. – *Geprefabriceerde bekistingssystemen.* Rotterdam, 1966.

Wijk, B. van – Praktijkproblemen bij scheidingswanden. *Bouw,* 1966, *21,* p. 874–879.

Yorke, F. R. S. en F. Gibberd – *Modern flats.* Londen, 1961.

Zietzschmann, E. e.a. – *Wie wohnen.* Zürich, 1949.

Zwet, J. van – *De invloed van de uitvoeringswijze en van de seriegrootte op de bouwtijd en op de bouwkosten van woningen.* Rotterdam, 1964.

Zwet, J. van – Industrialisatie van traditionele woningbouw. *Bouw,* 1965, *20,* p. 833–835.

Zwet, J. van – *Produktie en produktiviteit op woningbouwwerken ingedeeld naar objectgrootte.* Rotterdam, 1967.

Attesten van woningbouwsystemen, geldig per 1-7-1968

1. Breda ; (A 1783/1965)
2. Redwood ; (A 1891/1966)
3. Atho ; (A 1955/1966)
4. Wilma II ; (A 1970/1966)
5. B 3 ; (A 2023/1966)
6. Gietbouw P.B.G. ; (A 2024/1966)
7. E.O.B. ; (A 2036/1966)
8. Bouwvliet ; (A 2043/1966)
9. Pronto ; (A 2044/1966)
10. B.G. ; (A 2084/1966)
11. ASA ; (A 2189/1967)
12. VEKO-Laagbouw ; (A 2193/1967)
13. Bouwmeester ; (A 2207/1967)
14. Fort II ; (A 2232/1967)
15. Sanders ; (A 2273/1967)
16. Heykamp-L ; (A 2286/1967)
17. Heykamp-H ; (A 2290/1967)
18. K en G ; (A 2334/1967)
19. Schokbeton H-1 ; (A 2362/1967)
20. R.B.M. ; (A 2367/1967)
21. Nijhuis-L ; (A 2537/1968)
22. Gietbouw Oost-Nederland ; (A 2538/1968)
23. Gewi ; (A 2539/1968)
24. Mobielbouw-gietbouw ; (A 2542/1968)

Dr. ir. H. Priemus
Ir. R. S. F. J. van Elk

niet-traditionele woningbouwmethoden in nederland

2e druk

26

stichting bouwresearch

Research-Instituut voor de Woningbouw, Delft
Ir. R. S. F. J. van Elk
Dr. ir. H. Priemus

niet-traditionele woningbouwmethoden in Nederland

26

2e druk

Stichting Bouwresearch

NAUTA + SEQUITUR ASTRA +

1971

Samsom uitgeverij nv Alphen aan den Rijn

ISBN 90 14 41599 0

Inhoudsopgave

Introductie

1 Waarom dit boek?
2 Begripsbepaling
3 Historische schets

Analyse

4 Analyse van drie jaarprodukties I
5 Analyse van drie jaarprodukties II

Opinie

6 Traditioneel of niet-traditioneel?
7 Stapelbouw, gietbouw of montagebouw?
8 Andere ontwikkelingen
9 De toekomst van het niet-traditionele bouwen

Literatuurlijst.

Documentatie

10 Stapelbouw
10.1 Muwi
10.2 Pronto
10.3 Bakker VB
10.4 Pé-Gé
10.5 Huco
10.6 Airey
10.7 B.B.B.-Z-65

11 Gietbouw
11.1 Korrelbeton
11.2 Bitcon
11.3 EBO II
11.4 RBM
11.5 PBG
11.6 Lisman
11.7 Heykamp L
11.8 Heykamp H
11.9 EBA-gietbouw
11.10 Wilma II
11.11 Breda
11.12 Sanders
11.13 ERA

12 Zware montagebouw
12.1 B.M.B.
12.2 Simplex
12.3 Rottinghuis
12.4 Vam
12.5 Vaneg
12.6 Coignet-groep
12.7 Elementum-Larsen & Nielsen
12.8 Smit II
12.9 Schokbeton H-I
12.10 G.B.S.
12.11 Bouwvliet

13 Lichte montagebouw
13.1 B.G.

10 Stapelbouw

1 Grondprincipe

Een stapelbouwmethode wordt gekenmerkt door een wandconstructie en een vloerconstructie die zijn samengesteld uit bouwmaterialen die met de hand in het werk worden gebracht. De wanden bestaan meestal uit blokken van middelzware beton of grindbeton, terwijl voor de vloeren meestal een in de handel verkrijgbare systeemvloer wordt toegepast.
In het algemeen kan de constructie van de wand los worden gezien van die van de vloer. In vele gevallen is er niet eens sprake van een volledige stapelbouwmethode, doch van een semi-stapelbouwmethode, die alleen voor de wandconstructie wordt toegepast. De vloeren worden in dat geval in het werk gestort of bestaan uit een traditionele houten balklaag.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*
De dragende wanden kunnen zijn samengesteld uit:
- kalkzandsteenblokken
- gemetselde (holle) betonblokken
- gestapelde holle betonblokken, waarvan de holten in het werk met mortel worden gevuld
- lichtbeton panelen } niet voor perceelscheidingen
- houten of sandwich-panelen }

2.1.2 *Gevels*
De gevels worden meestal op traditionele wijze samengesteld uit een spouwconstructie van baksteen metselwerk, eventueel met een binnenspouwblad van een afwijkend materiaal. Een uitzondering vormt het systeem Airey waar juist voor de gevel een niet-traditionele constructie wordt toegepast, die als een mengvorm tussen stapel- en montagebouw is te beschouwen. Bij sommige stapelbouwmethoden worden ook wel geprefabriceerde verdiepinghoge puiconstructies in de gevel toegepast.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*
De constructie van de niet-dragende wanden is vaak overeenkomstig die van de dragende wanden (toepassing van een smaller blokformaat e.d.). Bij vele stapelbouwmethoden maakt de constructie van de niet-dragende wanden geen deel uit van het systeem. Elke wandconstructie met een geldig kenmerkblad (lichtbetonpanelen, gips, gipskarton etc.) kan dan worden toegepast.
Een uitzondering vormt Muwi, waarbij voor de samenstelling van de binnenwand zoveel mogelijk vertreklange en vertrekhoge panelen van middelzware beton in het werk worden gemonteerd.

2.1.4 *Vloeren*
De vloeren kunnen zijn samengesteld uit:

- houten panelen
- gemetselde holle baksteenplaten (al of niet met voorspanning)
- al of niet voorgespannen betonliggers (aaneensluitend) met druklaag
- al of niet voorgespannen betonliggers met vullichamen en druklaag
- kleine 'elementen', tot platen aaneengespannen
- prefab handtilbare betonplaten.

Bij eengezinshuizen worden nog wel traditionele houten balklagen toegepast, of niet-traditionele paneelconstructies die hiervan direct zijn afgeleid.
Vele stapelbouwmethoden passen, met name voor de samenstelling van de begane-grondvloeren van eengezinshuizen in de handel verkrijgbare systeemvloeren toe, die zijn voorzien van een geldig modelblad.
In het werk gestorte betonvloeren komen ook frequent voor in combinatie met gestapelde wandconstructies, waardoor een mengvorm tussen stapel- en gietbouw ontstaat. Dat stapelbouw bij uitstek een methode is voor het samenstellen van wanden, ligt bijna in het begrip opgesloten.

2.2 *Fabricage*
Houten componenten worden in een timmerfabriek vervaardigd.
De betonblokken, -balken e.d. worden meestal in persen gemaakt, zoals deze bij een 'traditionele' betonfabriek worden gebruikt.
Onderdelen van voorgespannen beton worden op een lange bank voorgespannen. Door de geconditioneerde omgeving van de fabriek, door een betere controle op materiaalsamenstelling, fabricageproces e.d. (trillen, verharding met stoom, houtconservering etc.) zijn gunstige voorwaarden aanwezig voor een goede en constante kwaliteit.

2.3 *Uitvoering*
De wanden en vloeren worden in het werk gestapeld c.q. aangebracht. T.o.v. de traditionele bouw vergt een niet-traditionele bouwmethode meestal minder uren in de groep 'knelarbeiders' (metselen versus droog stapelen). Bij het stapelen en/of metselen wordt langs de draad gewerkt.
Bij sommige methoden worden de holtes van de droog gestapelde betonblokken in het werk met mortel gevuld, waardoor in zekere zin een mengvorm tussen stapel- en gietbouw ontstaat.
Bij het stapelen of metselen kan gebruik worden gemaakt van mechanische hulpmiddelen.

2.4 *Materialen*
Voor de niet-traditionele constructies wordt een verscheidenheid aan materialen toegepast, deze moeten voldoen aan de eisen zoals deze in model- c.q. kenmerkblad zijn omschreven.

2.5 *Afwerking*
In nagenoeg alle gevallen moeten wanden en vloeren in het werk worden afgewerkt. Dit geschiedt meestal op een traditionele wijze waarbij een groot beroep gedaan wordt op de groep 'knelarbeiders'.
De meeste afwerkingsmethoden brengen bovendien veel vocht en rommel in de woning.
De afwerking bij de meeste stapelbouwmethoden vergt niet alleen veel manuren, maar ook veel arbeidsgangen, wat voor de organiseerbaarheid van de uitvoering vérgaande consequenties heeft.
De afwerklaag van de vloeren wordt gewoonlijk gebruikt voor het opbergen van de leidingen.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
In het algemeen zijn er m.b.t. de thermische eigenschappen bij stapelbouwmethoden geen bijzonderheden te vermelden. Bij begane-grondvloeren van eengezinshuizen verdient de thermische isolatie van sommige constructies de aandacht: meestal moeten bijzondere maatregelen worden getroffen om aan de eisen van NEN 1068 te voldoen.
Voor het samenstellen van bouwonderdelen als balkons, galerijen e.d. leent zich een stapelbouwmethode minder goed i.v.m. het gevaar van koudebruggen. Voor deze delen is de toepassing van grote elementen die met de kraan worden gemonteerd, aangewezen.

3.2 *Geluidwering*
Doordat de wanden bestaan uit kleine onderdelen, kan de geluidsisolatie van de wanden nadelig beïnvloed worden door kieren en holten tussen de blokken.
Doordat de vloeren in principe uit handtilbare componenten zijn samengesteld, is de massa ervan bijna altijd te gering om te voldoen aan de eisen die i.v.m. een goede contactgeluidsisolatie worden gesteld in NEN 1070. Een in het werk gebrachte afwerklaag is vereist.

3.3 *Diversen*
De spijkerbaarheid van de wanden is in het algemeen goed. De sterkte van de draagwanden is zodanig dat zonder bijzondere voorzieningen in het algemeen niet hoger dan circa 4 bouwlagen kan worden gebouwd. Wil men toch hoger gaan, dan moet men de wanden gaan verdikken (wat problemen oproept), of men moet door in het werk gestorte of geprefabriceerde grindbetonkolommen bijzondere voorzieningen treffen. Er ontstaan dan mengvormen tussen stapel- en gietbouw. Overigens is de combinatie stapelbouw-hoogbouw bijna een contradictio in terminis. Bij hoogbouw heeft men per definitie een bouwkraan (of bouwlift) nodig, waardoor de handtilbaarheid van de stapelbouw een wat vreemd principe wordt. Niettemin bewijst een systeem als Muwi, dat er in deze sector bevredigende resultaten zijn te bereiken.

4 Materieel

4.1 *Bij de fabricage*
De bij de fabricage toegepaste instrumenten (persen, houtbewerkingsmachines e.d.) behoeven in het algemeen betrekkelijk weinig investeringen te vergen (bijv. Bakker V.B.). Door de universele toepassingsmogelijkheden van de blokken, balken e.d. is het risico in het algemeen gering, terwijl daardoor een grote produktie gerechtvaardigd is. Wanneer een werkelijk grote produktie wordt nagestreefd (Bredero, Muwi), kan een volautomatische fabriek ontstaan waarvan de investeringen, vergeleken met die welke normaliter op de bouwplaats worden gedaan, zeer hoog zijn te noemen.

4.2 *Bij het transport*
Voor het transport worden normale of aangepaste vrachtwagens ingeschakeld. Het laden en lossen, en het transport op de fabriek en de bouwplaats zijn meestal gemechaniseerd. Hierbij worden de blokken gepakketteerd en met een grijper geladen en gelost, terwijl ook wel vorkheftrucks, kranen, liften, lopende banden etc. worden ingezet.

4.3 *Bij de uitvoering*
Om de uitvoering te vergemakkelijken wordt ernaar gestreefd de blokken e.d. op de bouwplaats vanaf de vrachtwagen direct op de juiste plaats te lossen. Dit vergt een goede organisatie.
Het gebruik van speciaal materieel is alleen verantwoord als de organisatie zodanig is dat er geen onderbezetting van het materieel optreedt door afstemverliezen e.d.
In het algemeen kan worden gesteld dat bij stapelbouw het transport op de bouwplaats specifieke organisatorische problemen met zich brengt.
Doordat de investeringen t.b.v. materieel voor fabricage, transport en uitvoering zelden uitsluitend voor een stapelbouw-

systeem worden gedaan, ontstaan bij de afschrijving van de investeringen en de toerekening van materieelkosten naar bepaalde objecten grote verschillen.
Bij het mechaniseren van het stapelproces worden nog altijd moeilijkheden ondervonden. Er zijn op dit gebied wel vorderingen gemaakt, maar de ideale, op het werk te gebruiken metselmachine, moet nog worden uitgevonden.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Bij stapelbouwmethoden treft men in het algemeen dezelfde ploegen aan als bij traditionele bouw: er is dus een zeer gedifferentieerde bezetting.
Meestal is de metsel- of stapelploeg bepalend voor het tempo; het tempo van de overige ploegen wordt hierop afgestemd.

5.2 *Manuren op het werk*
Doordat het stapelen op zichzelf al arbeidsintensief is en doordat het aanbrengen en bijwerken van de afwerking eveneens zeer bewerkelijk is, vergt de stapelbouw in het algemeen relatief veel manuren op de bouwplaats.
Het opruimen, het herstellen, het bijwerken, kortom het ambachtelijke karakter van de stapelbouw, leidt tot meer improvisaties ter plaatse.

5.3 *Verlet*
Licht- en regenverlet kunnen in het algemeen op betrekkelijk eenvoudige wijze worden ondervangen.
Mede doordat per bouwwerk de vaste lasten bij stapelbouw vrij laag zijn, is het niet altijd vanzelfsprekend, voor het bestrijden van vorstverlet bijzondere maatregelen te nemen.
Windverlet speelt alleen een rol wanneer een bouwkraan wordt toegepast. Hoewel vele bedrijven als bovengrens een windkracht van 7 Bf vermelden, geeft het doorwerken bij een windkracht groter dan 5 Bf reeds grote problemen. Vooral bij zeer hoge bouw kan het windverlet een belangrijke rol spelen.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Stapelbouw is te beschouwen als een logische ontwikkeling uit traditionele bouw. Aanleidingen tot deze ontwikkeling waren: het tekort aan geschoolde arbeiders, de schaarste aan baksteen en de behoefte om tot een rationalisatie van het bouwen te komen.

6.2 *Produktie-omvang*
De produktie-omvang volgens niet-traditionele stapelbouwmethoden is aanzienlijk. De zg. traditionele woningbouw in Nederland valt, strikt genomen, grotendeels onder de sector niet-traditionele stapelbouw, aangezien ook hier op grote schaal beton-, kalkzandsteenblokken e.d. worden toegepast.

6.3 *Produktiecapaciteit en bouwsnelheid*
Per kraan is de bouwsnelheid in het algemeen niet hoger dan 1 woning per dag. Gezien de vele bewerkingen leent stapelbouw zich niet tot zeer hoge bouwsnelheden.
De produktiecapaciteit van de stapelbouwmethoden is zeer flexibel en in feite onbeperkt. Voor continuïteitsstoornissen is stapelbouw het minst gevoelig.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De minimale seriegrootte is in het algemeen identiek aan de minimale bouwplaatsomvang. Deze minimale seriegrootte (variërend van 1 tot circa 50 woningen) hangt niet zozeer af van de bouwmethode, als wel van de grootte en de structuur van het bouwbedrijf.

6.5 *Ontwikkelingen*
De stapelbouwsector is onderhevig aan vele ontwikkelingen. Enerzijds vallen er systemen af in de concurrentiestrijd met andere niet-traditionele woningbouwmethoden (Bakker V.B., Airey), anderzijds zijn er ontwikkelingen gaande in de richting van mengvormen (Muwi, Huco).

7 Organisatiestructuur

De organisatiestructuur rondom een stapelbouwmethode kan open zijn. Het systeem kan worden beheerd door een architect (Bakker V.B.), of door een toeleveringsbedrijf, maar zal toch meestal door een uitvoerend bouwbedrijf worden geëxploiteerd, omdat dit verantwoordelijk is voor de totale organisatie. Vaak zijn toelevering en uitvoering in één hand (Bredero, Muwi).

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
De ervaring met stapelbouwmethoden is in het algemeen groot.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
In stapelbouwmethoden kunnen zowel eengezinshuizen, bungalows als portiek- en galerijflats e.d. worden gerealiseerd. De sector leent zich bij uitstek tot laagbouw en middelhoogbouw.
De differentiatie naar woonvorm is in stapelbouw relatief groot.
Wat bloklengte e.d. betreft onderscheidt stapelbouw zich niet van traditionele bouw; er zijn minder beperkingen dan bij gietbouw en montagebouw.
Het spiegelen van woningen is nauwelijks een probleem.

8.3 *Ontwerp*
Ten aanzien van het ontwerp is de vrijheid maximaal. Er zijn geen mallen die bij ontwerp-wijzigingen moeten worden gewijzigd.
Ontwikkelingen van inzichten kunnen snel worden gevolgd. Niettemin is bij vele stapelbouwmethoden het systeem aan een standaardwoning en/of een vaste architect gebonden, met als argument: de soepeler organisatie. Deze koppeling van het systeem aan een ontwerp is echter, gezien de mogelijkheden van de stapelbouw, ongerijmd.

renvooi bij de kaartjes

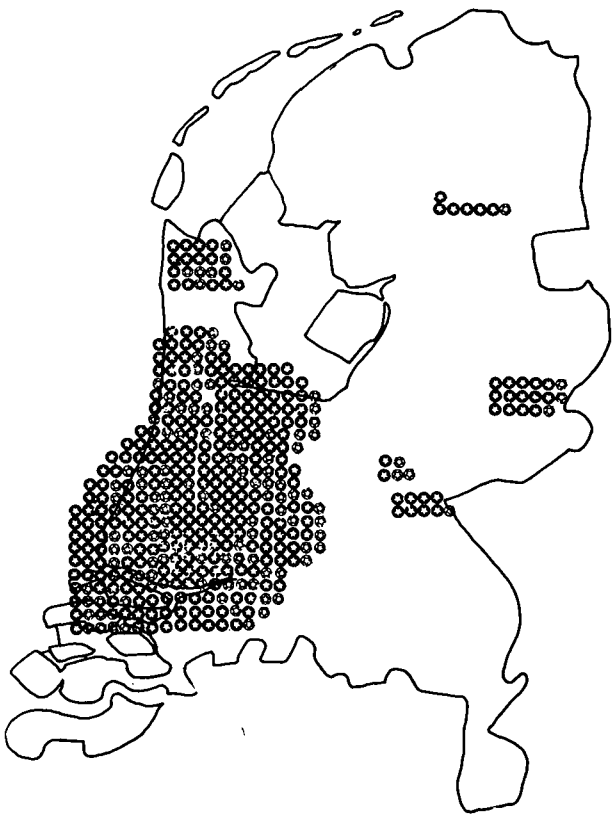
- eengezinshuis
- galerijflat
- maisonnette
- portiekflat
- woonvorm niet gespecificeerd

dicht: 100 woningen
open: 1 t/m 100 woningen

10.1 MUWI

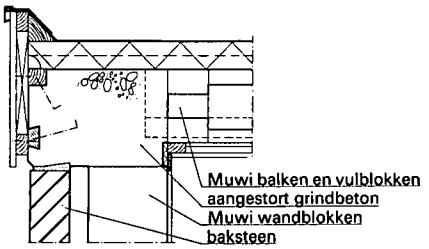
Promotor: Muijs en De Winter's Bouw- en Aannemingsbedrijf N.V.,
Heemraadssingel 180, Rotterdam.
Tel. (010) 23 58 95.

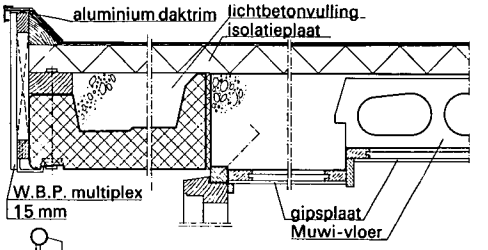
Bouwkeur: 1959.

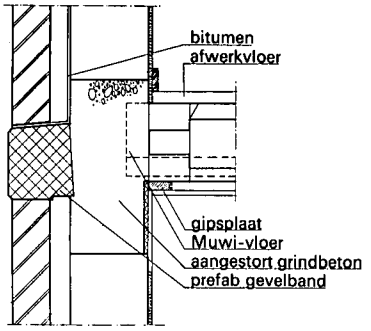


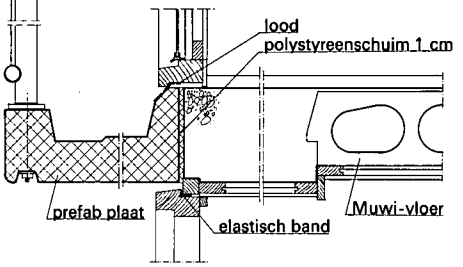
Voorbeeldproject

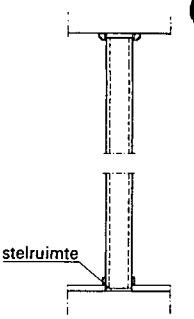
72 + 198 galerijwoningen (woningwet) in plan 'Prinsenhof', Leidschendam.
Opdrachtgever: Christelijke Woningbouwvereniging 'Leidschendam'.
Architectenbureau: L. J. Cussell, J. Cussell en A. H. Willems N.V., Voorburg.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Muijs & De Winter, Rotterdam.

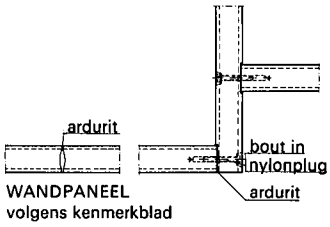




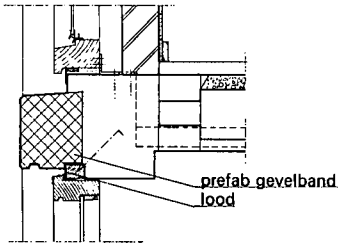


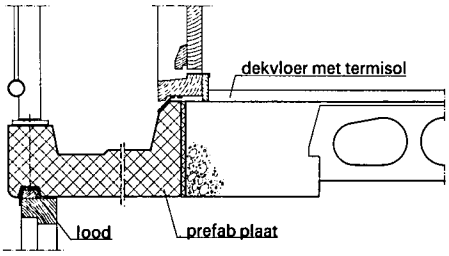


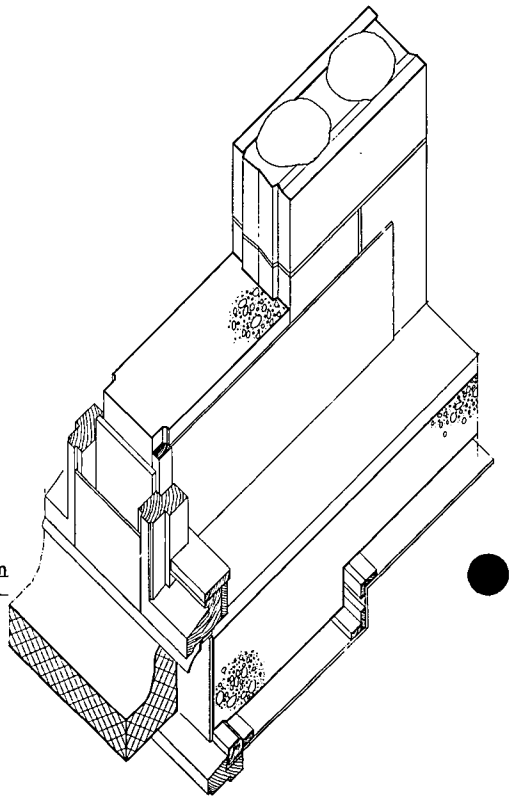


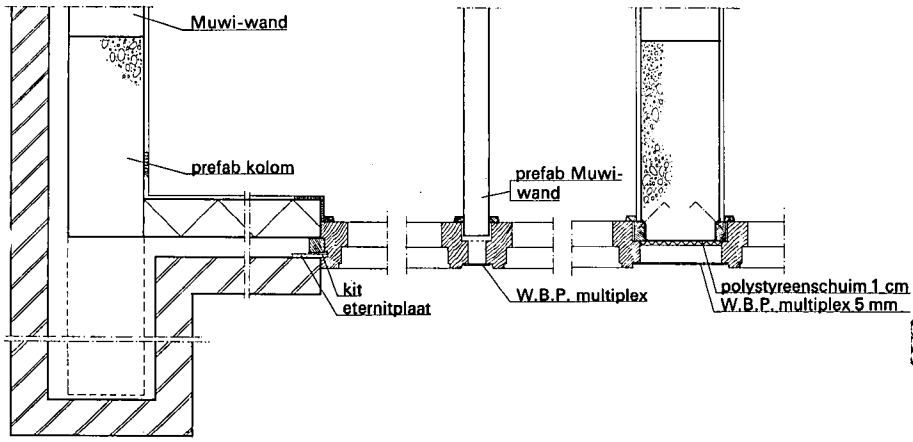


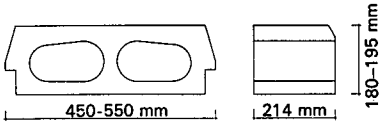
WANDPANEEL
volgens kenmerkblad



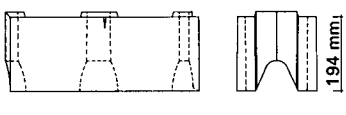


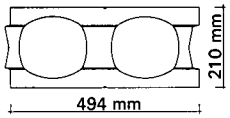




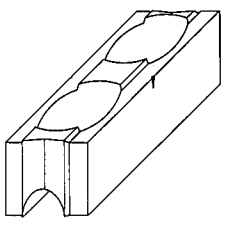


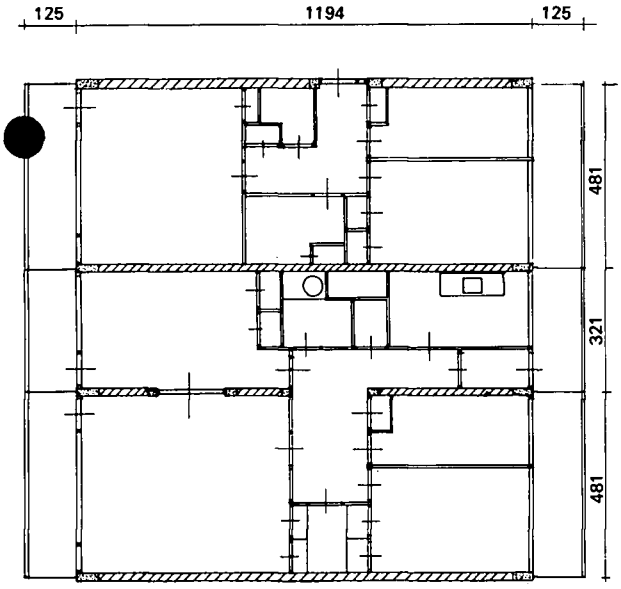
VULBLOK VLOER
volgens modelblad

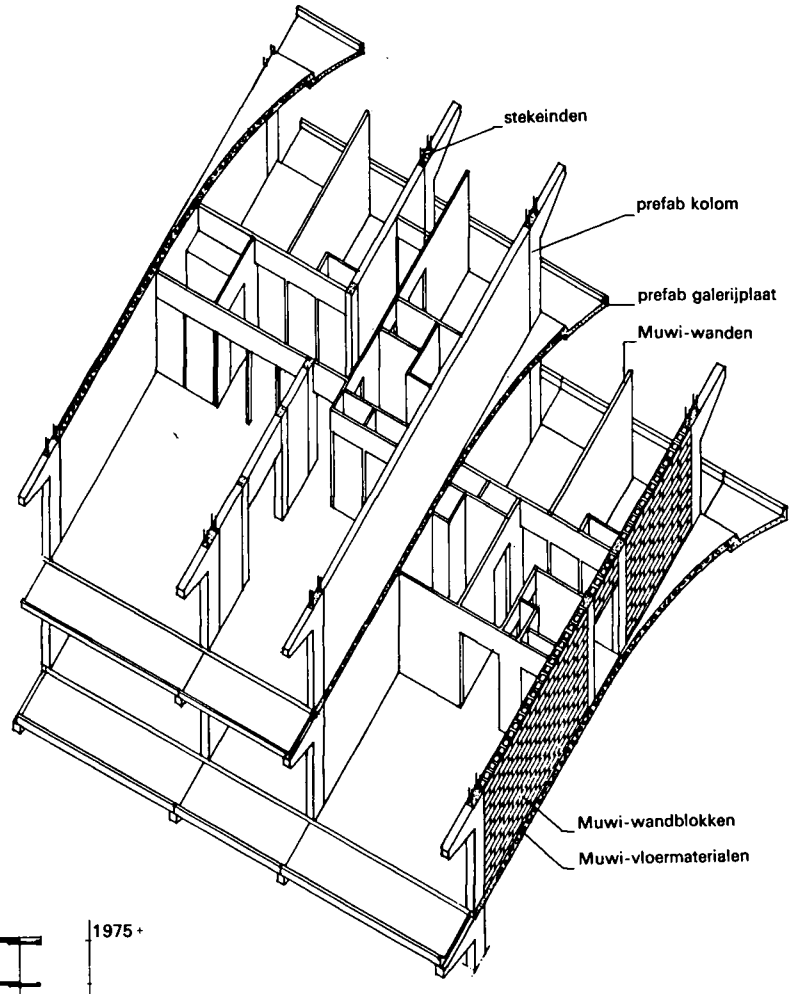


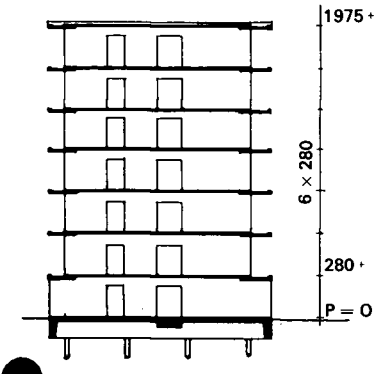


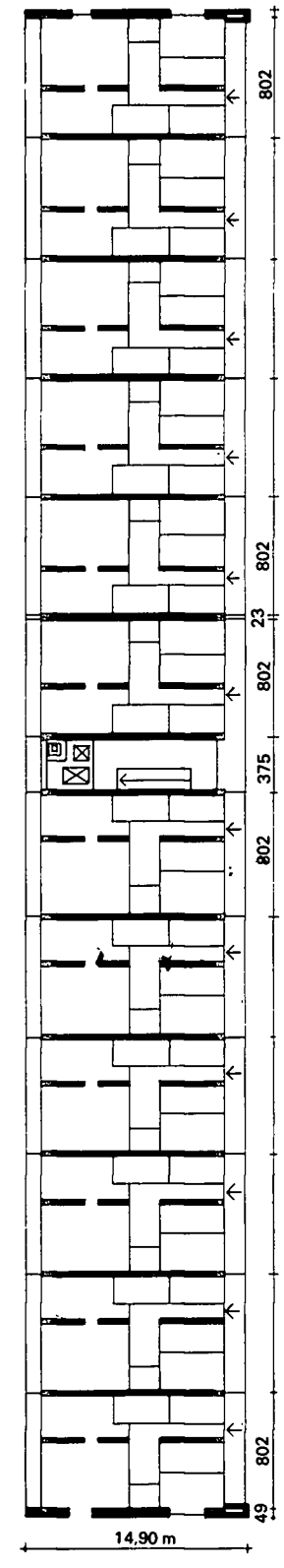
WANDBLOK
volgens bouwkeur




125
1194
125
481
321
481


stekeinden
prefab kolom
prefab galerijplaat
Muwi-wanden
Muwi-wandblokken
Muwi-vloermaterialen


1975
6 × 280
280
P = 0


802
802
23
802
375
802
802
49
14,90 m

1 Grondprincipe

Stapelbouwmethode voor laag- en middelhoogbouw waarbij de bouwmuren worden samengesteld uit holle lichtbetonblokken die in halfsteensverband worden gestapeld en later met beton worden gevuld, en waarbij de vloeren worden samengesteld uit voorgespannen betonbalkjes en holle vullichamen van lichtbeton, alle door één of twee man te hanteren. Door toepassing van in het werk gegoten betonkolommen in de draagconstructie kan het systeem ook voor hoogbouw worden toegepast.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De bouwmuur bestaat uit in halfsteensverband gestapelde holle lichtbetonblokken: lang 50 cm, hoog 19,4 cm en breed 21 cm. Deze bevatten elk twee holten, in horizontale doorsnede 16 × 17,7 cm², die over de volle muurhoogte doorlopende verticale kanalen vormen.
Wanneer de blokken zijn gestapeld, worden deze kanalen met grindbeton gevuld. Ter hoogte van elke verdiepingsvloer wordt in de muur een gewapend-betonbalk gestort, waarin de vloerbalken worden verankerd.
Bij de gevelaansluiting wordt in de bouwmuur een gewapend-grindbetonkolom gestort, die gewoonlijk door een buitenspouwwand is beschermd.
Het in de spouw reikende vlak van de betonkolom wordt gebitumeerd. Wanneer de kolom niet door een gemetseld buitenspouwblad of een constructie met een gelijkwaardige isolatiewaarde van de buitenlucht wordt gescheiden, dan krijgt deze aan de binnenzijde een bekleding met een isolatieplaat.

2.1.2 *Gevels*

Voor de samenstelling van langsgevels worden gewoonlijk montagekozijnen toegepast, al of niet met gemetselde borstweringen of penanten. Kopgevels bestaan uit een binnenspouwwand van een constructie gelijk aan die van een normale dragende wand, en een buitenspouwwand van baksteenmetselwerk.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

Vroeger werden voor de samenstelling van niet-dragende wanden lavakiesstenen van drijfsteenformaat of andere materialen zoals gips, lichtbeton e.d. toegepast. Mede door het gebruik van bouwkranen zijn sinds kort verdiepinghoge, vertrekbrede of -lange wanden van middelzware beton in gebruik. Door de afmetingen van deze wanden komen geen voegen in het zicht.
De binnenwanden worden samengesteld uit rechthoekige vlakke panelen, bestaande uit een 5 cm dikke kern van klinkerisolietbeton, voorzien van een centraal gelegen gegalvaniseerd wapeningsnet (Ø 5-20 mm, staalkwaliteit QR 40), met aan beide zijden een 1 cm dikke laag van een zandcementmortel.

2.1.4 *Vloeren*

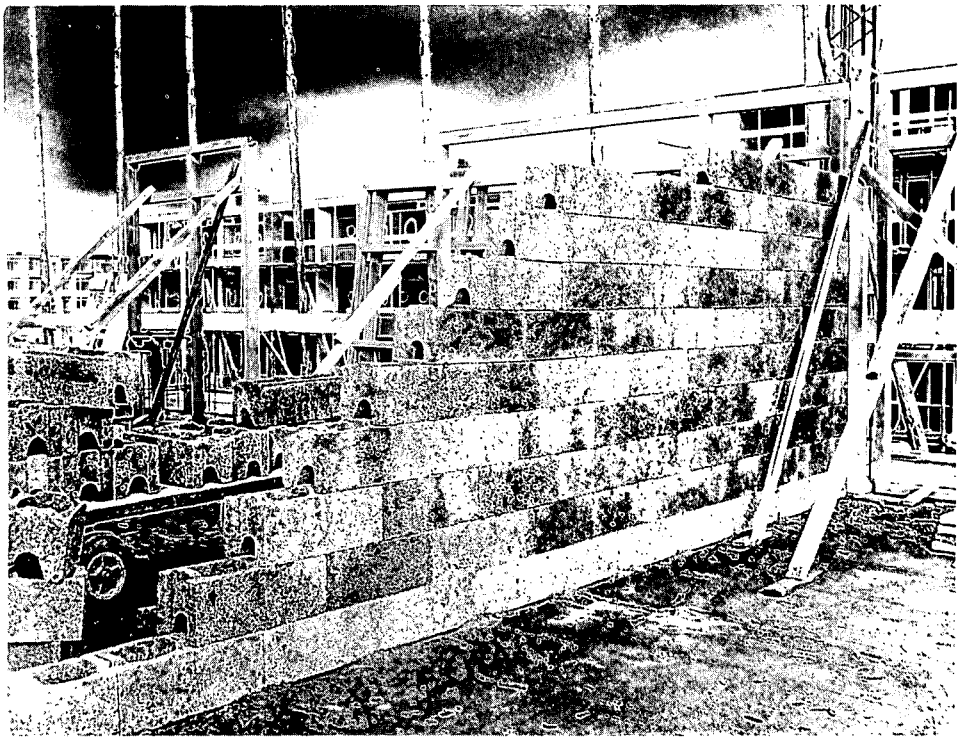
De vloerconstructie bestaat uit vooraf vervaardigde spanbetonbalkjes, h.o.h. variërend van 50 tot 65 cm, waartussen holle vullichamen van lichtbeton worden aangebracht. De vullichamen rusten op de randen van de balkjes. De balkjes zijn opgelegd op de trekbalk, die op de bouwmuur is gestort, en eventueel in moerbinten van gewapend beton.
Het ondervlak van de vullichamen ligt 1,5 cm lager dan de onderkant der balkjes. In de aldus ontstane sponning worden elektrische leidingen weggewerkt. Voor elektrische leidingen haaks op de balken zijn aan de onderzijde van de vullichamen sleuven gespaard. Bij de aansluiting tegen de dragende muren en moerbinten worden massieve vulblokken aangebracht. De uitstekende wapening van de balkjes wordt in de boven de bouwmuur te storten trekbalk opgenomen en dient als verankering van de vloer.
Aan de gevelzijde worden de vloeren opgesloten door een in het werk gestorte gewapend-betonlatei, die aan de binnenzijde met een isolatieplaat wordt bekleed en afgepleisterd, dan wel wordt afgewerkt met gipsplaten.
De tussen de afgeschuinde bovenkant der vulblokken en de balkjes aanwezige voegen worden met cementzandspecie dichtgegoten, waarna de gehele vloer met hetzelfde materiaal tot de bovenkant van de balkjes wordt aangevuld tot één samenhangend geheel.

2.2 *Fabricage*

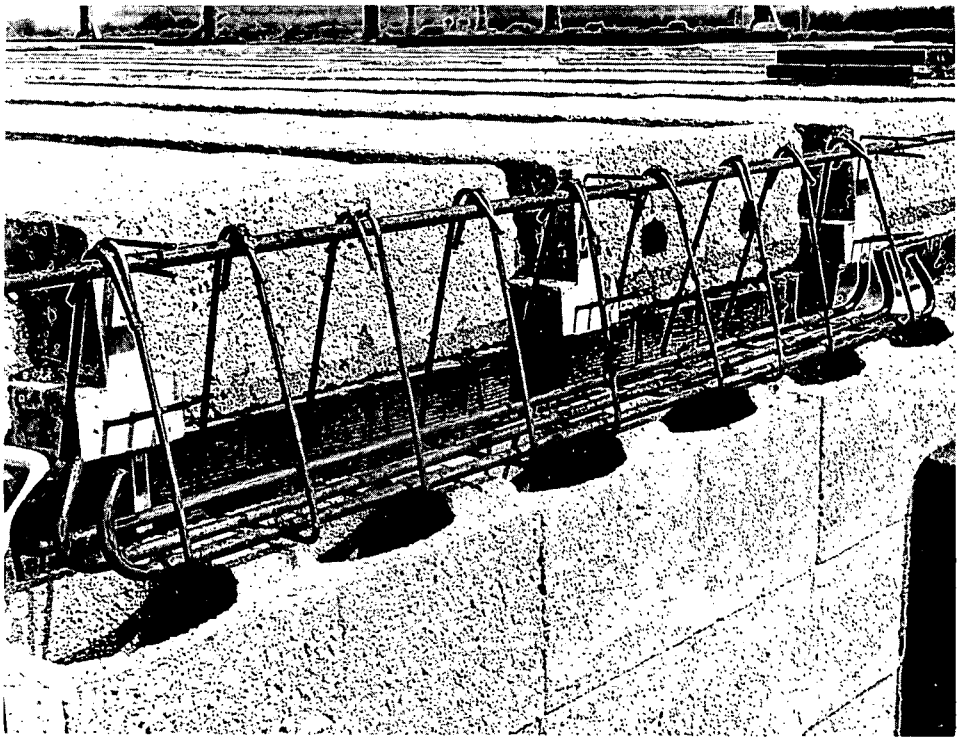
De muurblokken worden getrild in stalen mallen.
De fabricage van de binnenwanden vindt plaats in een produktiehal te Alphen aan den Rijn, waar een aantal stalen mallen is opgesteld met een inwendige lengte van 3,50 m en een breedte van 2,59 m. Aan het begin van de baan worden de mallen gereed gemaakt, d.w.z. eventuele sparingen worden geplaatst (met magneten vastgeklemd op de stalen bodemplaat) en de leidingen met dozen voor de schakelaars en wandcontactdozen aangebracht (ook met magneetblokjes). De mal wordt over de rollenbaan voortbewogen tot onder de automatische vulmachine met afwerkspecie (zand-cement-mortel).
Via een grote stalen rol valt er een dunne laag afwerkspecie van gelijkmatige dikte (1 à $1^1/_2$ cm) in de mal. Hierna wordt de mal geplaatst onder de volgende vulmachine met argex-beton.
Nu valt er een laagje ter dikte van $2^1/_2$ à 3 cm op de reeds aangebrachte afwerkspecie, waarna op maat geprefabriceerde wapeningsnetten van gegalvaniseerd draadstaal worden neergelegd.
Na het aanbrengen van een tweede $2^1/_2$ à 3 cm dikke laag argex, wordt de mal verplaatst naar een volgende vulmachine die nog eens 1 à $1^1/_2$ cm afwerkspecie aanbrengt. De mal gaat vervolgens over de rollenbank naar de wals. Ook deze werkt geheel automatisch en perst de inhoud van de mal volkomen glad tot een dikte van 7 cm.
Aan het eind van de rollenbaan staat het mes. De wand van 3,50 m lengte wordt nu, waar nodig, volgens het produktieplan doorgesneden in stukken van vooraf bepaalde lengte. Het is dus zowel mogelijk om wanden van één lengte tot maximaal 3,50 m te maken, als alle andere kleinere lengtematen die nodig zijn in een woning.
Na het snijden wordt de wand even nagerold onder de wals. Een vorkheftruck brengt de mal naar de droogkamer. Vervolgens gaat de vorkheftruck naar de tweede droogkamer om daaruit een mal van de vorige dagproduktie te halen en deze neer te leggen op de kanteltafel, die buiten de hal is opgesteld. De verharding vindt plaats bij een temperatuur van ongeveer 35° C en een relatieve vochtigheid van circa 95%.
De mal wordt nu gelost: de zijkanten en bovenkanten worden omgeklapt en vervolgens wordt de kanteltafel in werking gesteld.
De platen worden nu met de portaalkraan in de voorraadrekken geplaatst.

2.3 *Uitvoering*

De muurblokken worden eerst droog gestapeld in halfsteensverband tot 6 cm beneden de onderkant van de vloerconstructie. Tegen de aldus gestapelde muur worden houten hulpjukken gesteld, die 6 cm boven de muren uitsteken en waarop de vloerliggers op afstanden van ± 60 cm komen te rusten, waarna de vloervulblokken worden aangebracht. Daarna worden de openingen in de muurblokken met grindbeton gevuld en tegelijkertijd de beëindigingskolommen gestort, waarna de trekbalk over



10.1.1 Muurconstructie van stapelblokken (foto : Multicolor, Rotterdam)



10.1.2 Aansluiting vloer- en muurconstructie (vóór het storten van de beton)

de muurblokken wordt gestort. De vloerliggers worden opgesloten in de trekbalken.
Binnendeurkozijnen kunnen in de bekistingen worden opgenomen en vastgestort.
De vertrekbrede binnenwanden van middelzware beton worden met een montagekraan op hun plaats gebracht en onderling verbonden door Ardurit-x7 of een gelijkwaardig cementprodukt, waarmee de sponningen worden gevuld.

2.4 *Materialen*
De muurblokken bestaan uit een lichtbeton in de samenstelling in volumedelen 1 portlandcement – 0,75 zand – 2,5 natuurbims – 3,1 lavakies. Het vulbeton in de holten der muurblokken bevat 300-325 kg cement per verwerkte m³. De vloerbinten zijn van gewapend beton met voorgespannen wapening. Het lichtbeton van de vloervullichamen heeft een samenstelling van 1 portlandcement – 0,7 zand – 1,4 natuurbims – 4,25 lavakies.
De niet-dragende binnenwanden bestaan uit argexbeton in een mengverhouding (in volumedelen) van 1 cement : circa 1 zand : circa 4 klinkerisoliet (diameter korrels 3-12 mm). De mengverhouding van de toplagen bedraagt in volumedelen 1 cement : 3-3,5 fijn zand.
De toleranties bedragen :

op rechthoekigheid	± bg tg 0,003
op vlakheid	± 3 mm
op rechthoekigheid van de kanten	± 2 mm
op evenwijdigheid van de verticale zijden	± 2 mm

De panelen zijn 7,0 cm dik (± 3 mm), 50,0 tot 350,0 cm breed (± 3 mm) en 50,0 tot 259,0 cm hoog (± 3 mm).
Het gewicht bedraagt 107 kg/m² (± 8) bij 20-25° C en een relatieve vochtigheid van 65%.

2.5 *Afwerking*
De bouwmuren worden afgewerkt met een raap- en pleisterlaag.
De bovenzijde van de vloer wordt voorzien van een 1,5 cm dikke afwerklaag van vermiculite-beton in de samenstelling van 1 portlandcement - 1 vermiculite - 3,5 zand.
Aan de onderzijde tegen de vulblokken werd voorheen steengaas bevestigd, dat afgepleisterd werd; thans worden gipsplaten op rachels toegepast.
Dakvloeren worden aan de bovenzijde geïsoleerd om de vloer tegen te grote temperatuurwisselingen te beschermen en het dak voldoende warmte-isolerend te maken.
De niet-dragende binnenwanden behoeven niet te worden afgewerkt.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens een rapport uit 1958 voldoen de bouwmuren, de gevelmuren, de vloeren en daken aan de toenmalige norm V1068 respectievelijk met een k-waarde van :
1,9 kcal/m²h°C voor bouwmuur van stapelstenen 21 cm type SA normaal
1,4 kcal/m²h°C voor gevelmuur als in bouwkeur
1,4 kcal/m²h°C voor vloer van type IA - van het C.G.W. modelblad nr. 14, met een gemiddelde waarde over element en balk 0,75 kcal/m²h°C voor dakvloer met schewil – V.V. – kanaalplaten en 3 cm grind op mastiek.
Van de binnenwand is de warmteweerstand 0,14 m²h°C/kcal.

3.2 *Geluidwering*
Volgens rapport B 208 (januari 1967) van het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO voldoet de luchtgeluidsisolatie tussen naast elkaar gelegen MUWI-woningen aan NEN 1070 voor de kwaliteitsklasse 'goed' voor het geval de MUWI-vloeren zijn voorzien van een gipsplatenplafond op tengels en er geen geluidlekkende en sterk afstralende binnenwanden aanwezig zijn. Wanneer de MUWI-vloeren zijn voorzien van een steengaasplafond voldoen dezelfde woningen meestal slechts aan de kwaliteitsklasse 'matig'.
De Muwi-vloer van het type I (balken h.o.h. 60 cm) heeft een isolatie van 46,5 dB
Volgens rapport nr. 468 (oktober 1957) van de Stichting Ratiobouw, betreffende geluidmetingen aan Muwi-muren en -vloeren, geven de onderzochte muren van stapelstenen type SA normaal een gemiddelde luchtgeluidisolatie van 49 (± 1) dB. Het gewicht per m² oppervlak van de vloeren is zodanig dat aan de massa-eisen van V1070 wordt voldaan voor toekenning van het akoestische prestatienummer P = 11.
De isolatie-index van contactgeluid van de vloer voldoet niet aan de eisen die volgens NEN 1070 worden gesteld. Hieraan kan onder meer worden tegemoetgekomen door het aanbrengen van een zwevende dekvloer.
De binnenwanden hebben een massa van ruim 100 kg/m², en een isolatie-index voor luchtgeluid van circa — 14 dB.

3.3 *Diversen*
Volgens proeven bedraagt de brandwerendheid van de vloerconstructie 99 minuten (zonder steengaasplafond), zodat deze constructie ingedeeld kan worden in klasse E volgens NEN 1076. De draagwanden hebben een druksterkte van meer dan 50 kg/cm².
Zowel de binnenwanden als de draagwanden zijn spijkerbaar en spijkervast. De binnenwanden hebben op de kube een druksterkte van ten minste 100 kg/cm².

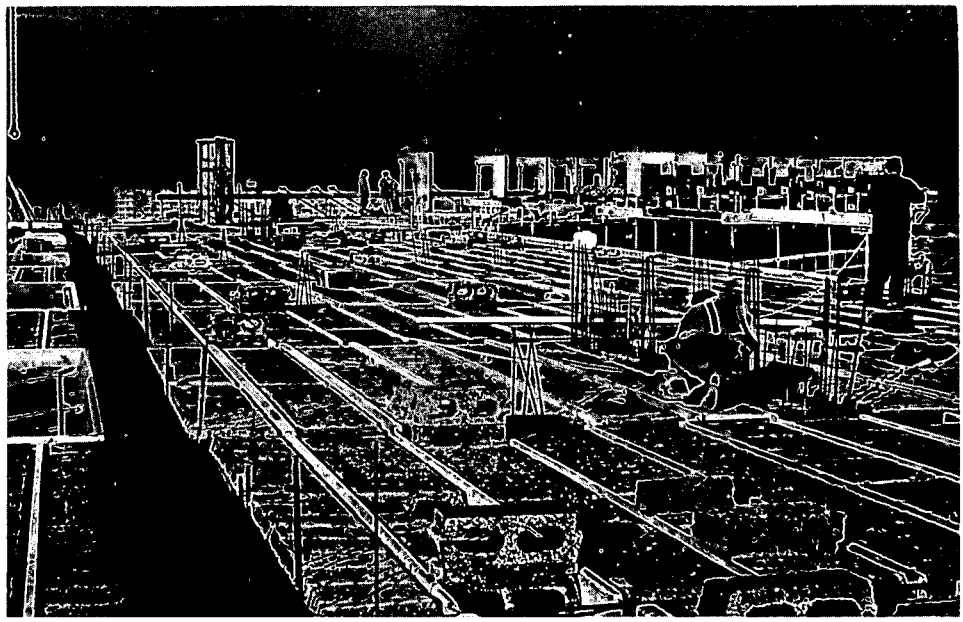
4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
Geen gegevens beschikbaar.

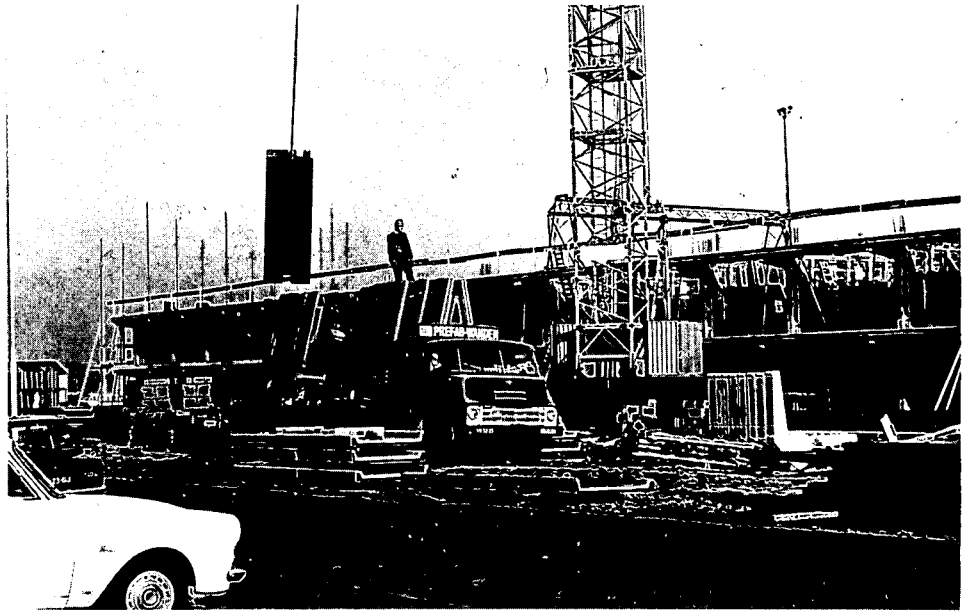
4.2 *Bij het transport*
Transport van blokken en balken vindt uitsluitend plaats per auto. Vervoer per trein en per schip komt niet voor i.v.m. tijdverlies, kosten en breukrisico bij extra overladingen.
De stenen worden gepakketteerd en met grijpers geladen en gelost. Met een vervoersbedrijf is een contract gesloten waarbij per 1 april 1967 de volgende tarieven per ton golden :

Alphen aan den Rijn–Schiedam	(± 40 km)	*f* 5,05
Alphen aan den Rijn–Den Helder	(± 105 km)	*f* 8,15
Alphen aan den Rijn–Zoetermeer	(± 20 km)	*f* 4,80
Alphen aan den Rijn–Leidschendam	(± 25 km)	*f* 4,25
Alphen aan den Rijn–Den Haag	(± 40 km)	*f* 5,05

4.3 *Bij de uitvoering*
Uitgangspunt bij de ontwikkeling van het systeem is geweest, dat alle elementen door twee man zijn te hanteren. In een later stadium, toen galerij- en balkonplaten als geprefabriceerde elementen en de vertrekbrede binnenwandelementen hun intrede deden, kon men echter niet ontkomen aan torenkranen die ook al door de grotere bouwhoogten onmisbaar waren geworden. De vloer- en muurelementen wegen elk max. ca. 25 kg, de vloerbalkjes (max. 510 cm lang) wegen 25, 29, 34 of max. 45 kg per m¹. Een belangrijk hulpmaterieel wordt gevormd door de bekistingen.
De door het bedrijf Muijs & De Winter ingezette kranen zijn :
1 Atlas torenkraan,
2 Liebherr 8A,
1 Liebherr 25A,
1 Liebherr 30A/35,
4 Liebherr 35A/45,
4 Liebherr 45A/65,
10 Liebherr 65A/90.
In totaal beschikt het bedrijf dus over 23 torendraaikranen. Bovendien beschikt het bedrijf over 2 mobiele Garwood-kranen, 10 mobiele Centaur-kranen en 2 mobiele Nellen-kranen N525T.
Over de kosten en afschrijvingen van het materieel werden geen gegevens verstrekt.



10.1.3 Een complex galerij-flats in aanbouw ; op de achtergrond de galg-constructies waarover galerij- en balkon-platen worden gelegd (foto : archief Muijs & De Winter)



10.1.4 Montage van de verdiepinghoge binnenwandpanelen (foto : archief Muijs & De Winter)

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

De volgende ploegen komen per bouwobject in actie.

a stapelploeg: 4 man: vloerenploeg 6 man
per m² wand stapelen en 'opperen' 0,26 manuur ⎫ excl. be-
per m² vloer 0,13 manuur ⎭ tonstorten.

b storten 8 storters van fabrieksbeton 1,65 manuur/m³
10 storters van 'eigen' beton 2,25 manuur/m³

c bekistingsploeg:
6 man bekisting stellen + ontkisten 1,35 manuur/m².

d andere ploegen als traditioneel: elektricien, loodgieter etc.

e algemeen bijwerk van in het werk gestorte beton (loopt soms op tot 32 manuren per woning, wat een reden is om te prefabriceren).

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*

Geen gegevens beschikbaar.

5.2.2 *Op het werk*

Volgens een eerste interimrapport van de Stichting Ratiobouw zijn er op een project van 192 galerijwoningen te Heemskerk (4 blokken 8 hoog), na produktie van 77 woningequivalenten per woning besteed:
465,6 manuren (hoofdaannemer)
351,6 manuren (onderaannemer)
817,2 manuren totaal
164,0 manuren (nog niet in bewerking)
981,2 manuren (excl. lift en c.v.).
De bruto-inhoud van de betrokken woning bedraagt 391 m³, de gecorrigeerde bruto-inhoud is 376 m³.
De bereikte arbeidsbesparing is 40%.

Volgens een tweede interimrapport van de Stichting Ratiobouw zijn er op een project van 455 galerijwoningen te Schiedam (13 gelijke blokken in drie woonlagen op onderbouw), na een produktie van 432 woningequivalenten per woning besteed:
219,4 manuren (hoofdaannemer)
630,9 manuren (onderaannemer)
850,3 manuren totaal
Per woningequivalent zijn excl. doorwerkuren 825,9 manuren besteed.
De bruto inhoud van de betrokken woning bedraag 314,2 m² (gecorrigeerd). De bereikte arbeidsbesparing is 43,9% t.o.v. de oude norm (tot 31-12-1966). Ten opzichte van de nieuwe norm is deze 44,5%.

Volgens een definitief rapport van de Stichting Ratiobouw zijn er op een project van 2 × 216 galerijwoningen te Leidschendam (2 blokken in 6 woonlagen op onderbouw) per woning besteed:

1ste serie	*2de serie*	
155,3	134,9	(hoofdaannemer)
631,3	631,3	(onderaannemer)
786,6	766,2	
13,1	5,2	af: doorgewerkt tijdens onwerkbaar weer
773,7	761,0	

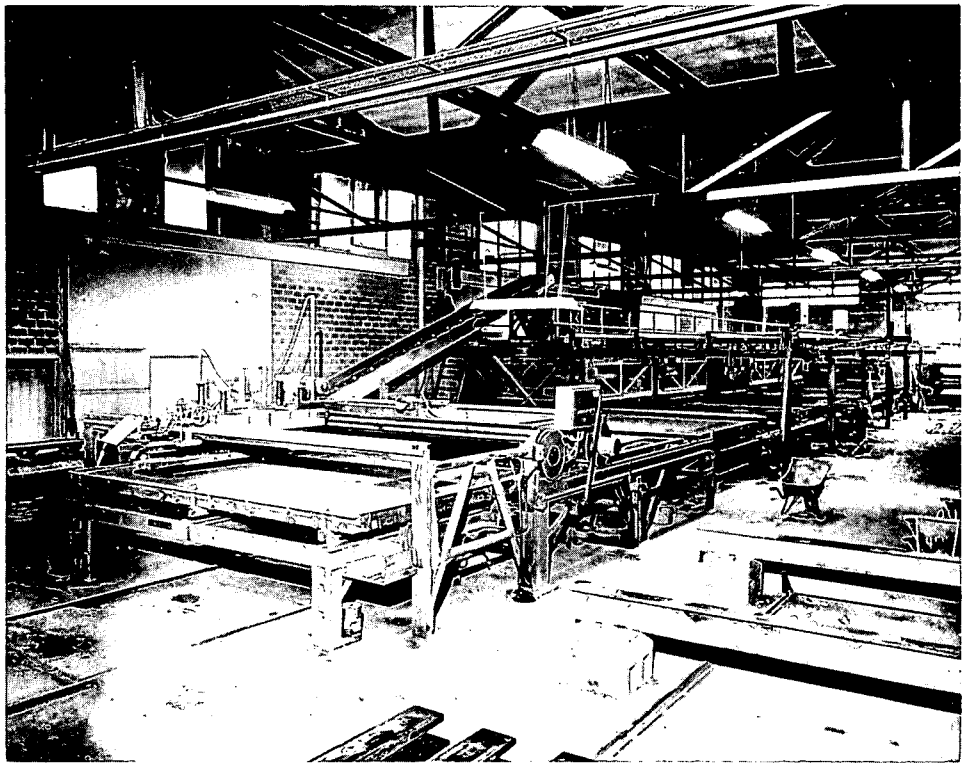
De bruto-inhoud van de betrokken woning bedraagt 328,4 m³ (gecorrigeerd). De bereikte arbeidsbesparing t.o.v. de oude norm (tot 31-12-1966) bedraagt 44,7%, t.o.v. de nieuwe norm 45,1% voor de eerste serie, en 45,4%, resp. 45,8% voor de tweede deelserie.
De manuren van het tweede deelproject van 216 woningen te Leidschendam (= het gunstigste project) kunnen als volgt worden gespecificeerd:

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
Fundering		
uitzetten	50	0,2
ontgraven + aanvullen	444	2,1
opstorten + uitvlakken	226	1,0
storten werkvloer	67	0,3
schewillplaten werkvloer	80	0,4
storten balkon	353	1,6
vloeren	222	1,0
afstorten vloer	243	1,1
Totaal fundering	1685	7,7
Ruwbouw		
opperen stapelsteen	232	1,1
stapelen bouwmuren	820	3,8
vloeren	1342	6,2
storten	3698	17,1
steiger zetten	2043	9,5
dakopbouw	76	0,3
Totaal ruwbouw	8211	38,0
Afbouw		
reparatie + aanstorten	465	2,2
dakplaten	10	–
afwerken beton	5228	24,2
steiger slopen	1136	5,3
hak- en boorwerk	989	4,6
inertollen	132	0,6
balkonplaten	584	2,7
lavets en aanrechtplaten	44	0,2
eterniet platen	450	2,1
opruimen woningen	2785	12,9
timmerwerk	1972	9,1
reparatie bouwmuren	110	0,5
aanvoegen kozijnen	259	1,2
Totaal afbouw	14164	65,6
Algemeen		
bouwplaats inrichten	271	1,2
onderhoud materieel	626	2,9
laden en lossen	1188	5,5
transport	1356	6,3
opruimen terrein	1176	5,5
hulp aan derden	225	1,0
diversen	254	1,2
Totaal algemeen	5096	23,6
Onderaannemers		
heiwerk	1514	7,0
koppensneller	195	0,9
vlechter	3553	16,5
metselwerk	18702	86,6
voegwerk	1929	8,9
stucadoor	20552	95,1
hekwerk	1844	8,5
granito	3001	13,9
vloerenlegger	6281	29,1
tegelzetter	2033	9,4
dakdekker	923	4,3
behanger	1152	5,3
timmerwerk	30512	141,3
loodgieter	9311	43,1
elektra	8240	38,1

10.1.5 De fabricage van binnenwanden in Alphen aan den Rijn (foto : archief Muijs & De Winter)

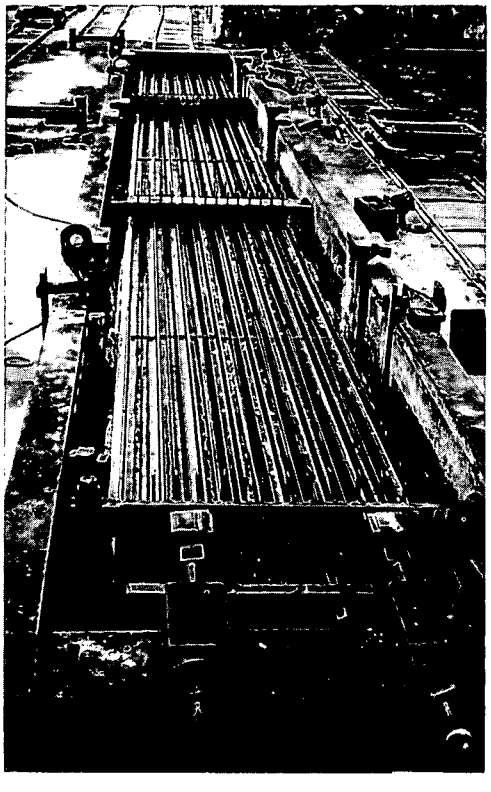
10.1.6 Apparatuur voor de fabricage van de voorgespannen vloerbalken (N.V. Nederlandse Spanbeton Maatschappij te Alphen aan den Rijn) (foto : archief Muijs & De Winter)

10.1.7 Muwi-flats te Delft (foto : Fas Keuzenkamp, Pijnacker)



5

6



7



bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
wandafwerking	621	2,9
schilder	21612	100,1
lift	4384	20,3
Totaal onderaannemers	136360	631,3
Totaal generaal (ongecorrigeerd)	165516	766,2
Af: doorgewerkt tijdens regen	1135	
Totaal	164381	761,0
Betaald verzuim hoofdaannemer		
regen	35	
wettig verzuim	171	
Totaal	206	
Betaald verzuim onderaannemers	1968	
Totaal verzuim	2174	
Centrale verwarming hoofd-aannemer reparatie en aanstorten	465	
hak- en breekwerk	194	
Totaal hoofdaannemer	659	3,0
Centrale verwarming onderaannemers		
C.V.-installatie	14688	68,0
Totaal C.V.	15347	71,0

5.3 *Verlet*
Als bij traditionele bouw.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
In 1941 nam de heer D. de Winter, te zamen met de heer D. Muijs het initiatief tot oprichting van het Bouw- en Aannemingsbedrijf Muijs & De Winter N.V. De eerste opdracht was er een voor de bouw van 176 woningen. De samenwerking, die aanvankelijk een tijdelijk karakter droeg, werd permanent en leidde tot oprichting van een N.V. op 1 januari 1949.
In 1947 begon men in licentie met het systeem Welschen. De eerste opdracht was voor 261 woningen te Vlissingen, later volgden andere projecten in Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen.
Tot 1951 werden hier 1034 woningen door de firma Muijs & De Winter in het systeem Welschen gerealiseerd.
Het bedrijf vestigde zich in Vlaardingen, waar men inmiddels 700 woningen volgens het Welschen-systeem had gebouwd. Hier bouwde men 650 woningen in het Muwi-systeem, dat door het bedrijf zelf is ontwikkeld. In deze jaren vond de omschakeling van het gehele bedrijf van Welschen op Muwi plaats.
In 1954 werden onderhandelingen geopend om te komen tot het afsluiten van continucontracten, wat in 1956 leidde tot een vijfjarencontract met Schiedam (2500 woningen), Den Haag (2500 woningen), een vijfjarencontract met de gemeente Amsterdam (2500 woningen), en een vijfjarencontract met Enschede (1000 woningen).
De woningbouw in Amsterdam werd in uitvoering gegeven aan de firma A. Voordouw & Zoon en W. Hoogstraaten. In Enschede werd de uitvoering overgedragen aan de N.V. Dura's Aannemings-Mij die al 500 Muwi-woningen in Vlaardingen had gebouwd.
Ook aan de N.V. Aannemersbedrijf v/h B. van Berkel te Nijmegen werd licentie verleend tot het bouwen van woningen in het Muwi-systeem. In samenwerking met enkele andere aannemingsbedrijven werden eveneens een aantal Muwi-woningen gebouwd.
In 1956 werd in Vlaardingen een industriehal geopend, die wordt gebruikt als zagerij en smederij.
Op 1 januari 1968 waren er bijna 30.000 Muwi-woningen opgeleverd, het grootste aantal dat op dat moment door een Nederlandse systeembouwer was bereikt.

6.2 *Produktie-omvang*
De onderstaande tabel geeft een beeld van de produktie-omvan sinds 1-1-1957.

per	*aantal opgeleverde woningen voorafgaande jaar*	*totaal*
1-1-1957	....	3403
1-1-1958	2232	5635
1-1-1959	3518	9153
1-1-1960	2499	11652
1-1-1961	2500	14152
1-1-1962	2119	16271
1-1-1963	1520	17791
1-1-1964	1292	19083
1-1-1965	2240	21323
1-1-1966	2824	24147
1-1-1967	2668	26815
1-1-1968	2791	29606
gemiddeld in de laatste 3 jaren	2761	

Voor zover het het bedrijf Muijs & De Winter betreft, kan de produktie van Muwi-woningen als volgt worden gespecificeerd:

gemeente	*aantal woningen*	*architect*
Vlaardingen	734 + 21 winkels	Groosman
Schiedam	448 + 9 winkels	Spruit en Den Butter
Den Haag	258 + 6 winkels	Gem. Won. Dienst, Den Haag
Schiedam	200 + 16 winkels	Spruit en Den Butter
Vlaardingen	60 + 21 winkels	Groosman
Den Haag	311	v. d. Togt
Schiedam	152	Groosman
Vlaardingen	557	Groosman

gemeente	*aantal woningen*	*architect*
Schiedam	208	Spruit en Den Butter
Schiedam	98	Groosman
Den Haag	491	Van den Broek en Bakema
Den Haag	329 + 8 winkels	Merkelbach & Elling
Den Haag	288 + 8 winkels	Merkelbach & Elling
Den Haag	231	Ritter
Schiedam	196	Groosman
Den Helder	752	Groosman
Ridderkerk	185	Spruit en Den Butter
Rotterdam	624 + 8 winkels	Volkshuisvesting, Rotterdam
Schiedam	228	Spruit en Den Butter
Den Haag	268 + 12 winkels	Gouwetor en De Ranitz
Schiedam	471 + 8 winkels	Groosman
Bolnes	182	Spruit en Den Butter
Schiedam	266	Spruit en Den Butter
Schiedam	408	Groosman
Schiedam	132 + 28 winkels	Spruit en Den Butter
Ridderkerk	183 + 3 winkels	Groosman
Maassluis	72	Groosman
Den Helder	180	Groosman
Heemskerk	278	Groosman
Schiedam	454 + 6 winkels	Spruit en Den Butter
Den Haag	284	Meijburg
Den Haag	180	Gouwetor en De Ranitz
Rotterdam	98	Groosman
Schiedam	531 + 21 winkels	Spruit en Den Butter/Groosman
Schiedam	362	Groosman/Spruit en Den Butter
Den Haag	236	Gem. Won. Dienst, Den Haag
Maassluis	76	Groosman
Den Haag	450	Gem. Won. Dienst, Den Haag
Rotterdam	196	Groosman
Haarlem	289	Dunnebier
Heemskerk	98	Groosman
Den Helder	288	Groosman
Heemskerk	560	Groosman
Maassluis	119	Groosman
Leidschendam	480	Gem. Won. Dienst, Den Haag
Delft	1011 + 17 winkels	Van Embden/Groosman
Schiedam	130	Groosman/Spruit en Den Butter
Den Haag	24 + 11 winkels	Meijburg
Den Haag	210	Meijburg
Den Helder	165	Openbare Werken, Den Helder
Den Haag	89	Groosman
Schiedam	182	Groosman/Spruit en Den Butter
Schiedam	84 + 11 winkels	Spruit en Den Butter
Velsen	252	Groosman
Den Haag	100	Groosman
Schiedam	157	Spruit en Den Butter
Leidschendam	145	Van Mil
Beverwijk	126	Zoetmulder
Schiedam	419 + 9 winkels	Spruit en Den Butter
Den Haag	432	Muijs en De Winter
Den Helder	132	Openbare Werken, Den Helder
Leidschendam	52	Muijs & De Winter
Leidschendam	138	Cusell & Willems
Leidschendam	130	Gem. Won. Dienst, Den Haag
Schiedam	150	Spruit en Den Butter
Schiedam	152	Spruit en Den Butter
Den Haag	150	Gem. Won. Dienst, Den Haag
Heemskerk	105	Groosman
Maassluis	216	Muijs & De Winter
Leidschendam	216	Lucas & Niemeijer
Schiedam	126	Groosman
Den Haag	16 + 8 winkels	Meijburg
Leidschendam	72	Cusell & Willems
Schiedam	455	Spruit en Den Butter
Schiedam	798	Swaneveld & Goslinga

gemeente	*aantal woningen*	*architect*
Capelle a/d IJssel	432	Groosman
Alphen a/d Rijn	82	Groenhart
Leidschendam	126	Van Vliet
Leidschendam	216	Lucas & Niemeijer
Heemskerk	336	Zanstra
Leidschendam	66	Fiolet
Zoetermeer	380	Groosman
Schiedam	756	Groosman
Leidschendam	270	Cusell & Willems
Den Helder	42	Openbare Werken, Den Helder
Schiedam	126	Groosman
Schiedam	480	Groosman
Capelle a/d IJssel	196	Swaneveld & Goslinga
Den Haag	508	Groosman
Leidschendam	348	Van Vliet
Wassenaar	213	Groosman
Leidschendam	108	Lucas & Niemeijer
Den Helder	227	Cusell & Willems
In samenwerking met, respectievelijk in licentie door, werden nog gebouwd :		
Kiers, Ruinen		
Hoogeveen	100	Groosman
Hoogeveen	510	Muijs & De Winter
Van Berkel, Nijmegen		
Nijmegen	846	Groosman
Arnhem	105	Groosman
Arnhem	69	Groosman
Voordouw, Amstelveen		
Amsterdam	1215	Groosman
Amsterdam	856	Van Bodegraven
Amsterdam	98	Abma
Amsterdam	134	Van Velzen
Amstelveen	112	Groosman
Amstelveen	763	Zanstra
Haarlem	360	Groosman
Dura, Rotterdam		
Enschede	362	Spruit en Den Butter
Enschede	671	Groosman
Enschede	538	Groosman/Spruit en Den Butter
Haaksbergen	178	Groosman
Vlaardingen	461	Groosman
Ridderkerk	96	Spruit en Den Butter
Zwijndrecht	80	Groosman
v. d. Vorm, Rotterdam		
Rotterdam	576	Groosman
Voorschoten	168	Groosman
Capelle a/d IJssel	105	Jos en Leo de Jonge
Brandwijk, Leidschendam		
Leidschendam	150	De Ruijter
Leidschendam	120	De Bruijn
Leidschendam	100 + 20 winkels	Smit
Leidschendam	48	De Bruijn
Gebam, Rijswijk		
Leidschendam	89	Blankespoor & De Vries
De Water, Leiden		
Schiedam	231	Groosman
Maassluis	110	Steenkist
Gebr. Den Ouden, Alphen a/d Rijn		
Alphen a/d Rijn	189	Groenhart

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De jaarcapaciteit is in feite onbeperkt. Met de huidige fabricagemogelijkheden is een jaarproduktie van 3.000 woningen te realiseren. De fabriek is desgewenst uit te breiden tot een grotere capaciteit.
Afhankelijk van het woningtype is de bouwsnelheid op 6–9 woningen per week te stellen. Bij prefabricage is volgens de promotor een snelheid van 9–12 woningen per week te realiseren als de bloklengte gunstig is en discontinuïteit, bijv. ter plaatse van trappenhuizen, weinig voorkomt.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Herhalingsprojecten zijn in het Muwi-systeem betrekkelijk zeldzaam. Elk project is anders, wat voor dit systeem weinig bijzondere complicaties oplevert. Als globale norm is te hanteren dat een serie, en ook een bouwplaats, minimaal 200 woningen omvat.

6.5 *Ontwikkelingen*
De belangrijkste ontwikkelingen in het Muwi-systeem zijn de toepassing van de argex binnenwanden en de verdergaande prefabricage (bijv. balkonplaten, galerijen van spanbeton, consoles, gevelkolommen met aangestorte consoles), waardoor de arbeidsbesparing op de bouwplaats en de kwaliteit hoger worden.

7 Organisatiestructuur

Met architecten bestaan geen vaste relaties. Elke architect kan in principe in het Muwi-systeem woningen ontwerpen. Vooral in de ontwikkelingsfase van het systeem is veel samengewerkt met architect E. F. Groosman te Rotterdam.
Behalve Muijs & De Winter's Bouw- en Aannemingsbedrijf N.V. te Rotterdam, zijn de volgende licentiehouders gerechtigd projecten in het Muwi-systeem uit te voeren :

Dura	Rotterdam
Van Berkel	Nijmegen
Voordouw	Amsterdam
v. d. Vorm	Rotterdam
Kiers	Hoogeveen

Met onderaannemers bestaan geen vaste bindingen, wel historisch gegroeide relaties.
Het belangrijkste toeleveringsbedrijf is het zusterbedrijf N.V. Betonfabriek Van Dijk Jr., dat vestigingen heeft in Alphen aan den Rijn en Enschede en een samenwerkend bedrijf in Nijmegen, dat de Muwi-blokken levert.
De vloerelementen van het Muwi-systeem mogen niet aan derden worden verkocht ('geslotenheid' van het systeem). Wel op de markt zijn Dewi-vloeren te verkrijgen, die identiek zijn met de Muwi-vloeren.
Een belangrijke vaste relatie is de Spanbeton N.V., Alphen aan den Rijn, die de vloerbalkjes prefabriceert. Een jaarverslag van het bedrijf Muijs & De Winter kon niet ter inzage worden gegeven.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het Muwi-systeem is bijzonder veel ervaring opgedaan. Het is een van de oudste en meest toegepaste bouwsystemen in Nederland. Van kinderziekten is geen sprake.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het systeem is oorspronkelijk ontwikkeld voor niet te hoge bouw (4-hoog). Bij hoogbouw (6-12 hoog) zijn dikkere wandblokken (25 cm) nodig. In verband met de zware belasting is hier de toepassing van een mengconstructie noodzakelijk. Hierdoor ontstaat een stapelbouw met een randskelet dat afhankelijk van de hoogte kan 'ontaarden' in een volledig skelet met vulling.

8.3 *Ontwerp*
Het systeem wordt gekenmerkt door een groot aanpassingsvermogen. Aanpassing aan elk redelijk ontwerp is mogelijk. Zelfs de afmeting van de kleine muurblokken is niet bepalend. Betonopvullingen zijn altijd mogelijk.
Ontwikkelingen, zoals nieuwe inzichten bij de ontwerpers of nieuwe voorschriften, zijn met het Muwi-systeem snel te volgen.

9 Literatuur

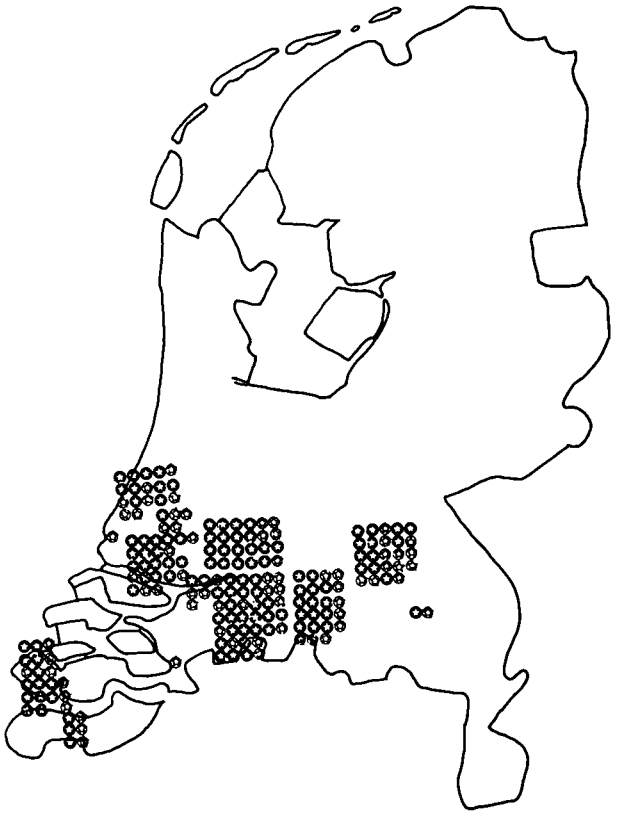
Overdruk *'Het Muwi-bouwsysteem voor woningen en scholen'*.
Groosman, E. F. Het systeem 'Muwi'.
Cement, 12, 1960, nr. 8, p. 666-670.
Instituut voor gezondheidstechniek TNO (A. M. van den Berg en L. H. J. Willigers), *Laboratoriummetingen vanaf 30 september 1966... 21 december 1966 in het kader van het geïntegreerd onderzoek*. Delft, januari 1967 (werkrapport B 208).
Folder *'Muwi-elementen voor muren en vloeren'*, tekst: Ad Raadtgever.
Stichting Ratiobouw. *Rapport betreffende geluidmetingen aan Muwi-muren en -vloeren*. Rotterdam, oktober 1957 (rapport nr. 468).
Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake de warmte-isolatie van de Muwi-muurconstructie en Muwi-vloerconstructie*. Rotterdam, augustus 1958 (rapport nr. 577/1958).
Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake het Muwi-vloersysteem*, Rotterdam, dec. 1957 (rapport nr. 491/1957).
Stichting Ratiobouw en Brandveiligheidsinstituut TNO. *Rapport over een brandproef op een Muwi-vloerconstructie* (rapport nr. 2/1958) Rotterdam, juni 1958.
Jongeburger, J. *De functie van de muren en de vloeren van het Muwi-systeem t.a.v. de stabiliteit van woongebouwen uitgevoerd in dit systeem, 1ste serie proeven*. Alphen a. d. Rijn, dec. 1961 (interne publ.).
Jongeburger, J. *Draagvermogen en stabiliteit van Muwi-woongebouwen onder toepassing van bouwmuren zonder betonkolommen of hoekstenen*. Alphen a. d. Rijn, jan. 1962 (interne publ.).
Jongeburger, J. *Benaderingsberekening van de langsstabiliteit van regelmatige raamwerken*. Alphen a. d. Rijn, maart 1962 (interne publ.).
Jongeburger, J. *De functie van de muren en de vloeren van het Muwi-systeem t.a.v. de stabiliteit van woongebouwen uitgevoerd in dit systeem, 2de serie proeven*. Alphen a. d. Rijn, maart 1962 (interne publ.).
Maltha, J. Nieuwe ontwikkelingen in het Muwi-systeem. *Muwi mededelingen*, december 1967, p. 21-23.
Muwi-mededelingen, Personeelsorgaan van Muijs & De Winter's Bouw- en Aannemingsbedrijf N.V., Rotterdam.
Nederlands Economisch Cultureel Archief (ed.). *Muijs & De Winter's Bouw- en Aannemingsbedrijf N.V.* Amsterdam, ca. 1957.
Vereniging van Systeembouwers. *Nieuwe wegen in de woningbouw*. Den Haag, 1956, p. 18.
Stichting Ratiobouw. *Woningbouw in de gemeente Heemskerk, bouwsysteem 'Muwi', 1ste interim-rapport nacalculatie manuren betreffende 192 galerijwoningen*. Rotterdam, 1968.
Stichting Ratiobouw. *Woningbouwplan 'Groenoord-Midden' in de gemeente Schiedam, bouwsysteem 'Muwi'*. Rotterdam 1967.
Stichting Ratiobouw. *Woningbouw in de gemeente Schiedam, bouwsysteem 'Muwi', 2de interim-rapport nacalculatie manuren betreffende 455 galerijwoningen type A*. Rotterdam, 1968.
Stichting Ratiobouw. *Woningbouwplan 'Prinsenhof' in de gemeente Leidschendam. Bouwmethode 'Muwi', definitief-rapport nacalculatie manuren betreffende :*
216-galerijwoningen – hoogbouw (1ste deelplan)
216-galerijwoningen – hoogbouw (2de deelplan).
Rotterdam, 1968.

Stichting Ratiobouw. *Kenmerkblad lichte wandelementen, Merk: DEWI-wanden*. Rotterdam, 1968 (Nr. W7).
Groosman, E. F. – Het systeem 'Muwi'. *Cement, 12*, 1960, nr. 8, p. 666-670.
De systeembouw in Nederland. *Polytechnisch Tijdschrift*, 1959, *14*, p. 115B-116B.

10.2 Pronto

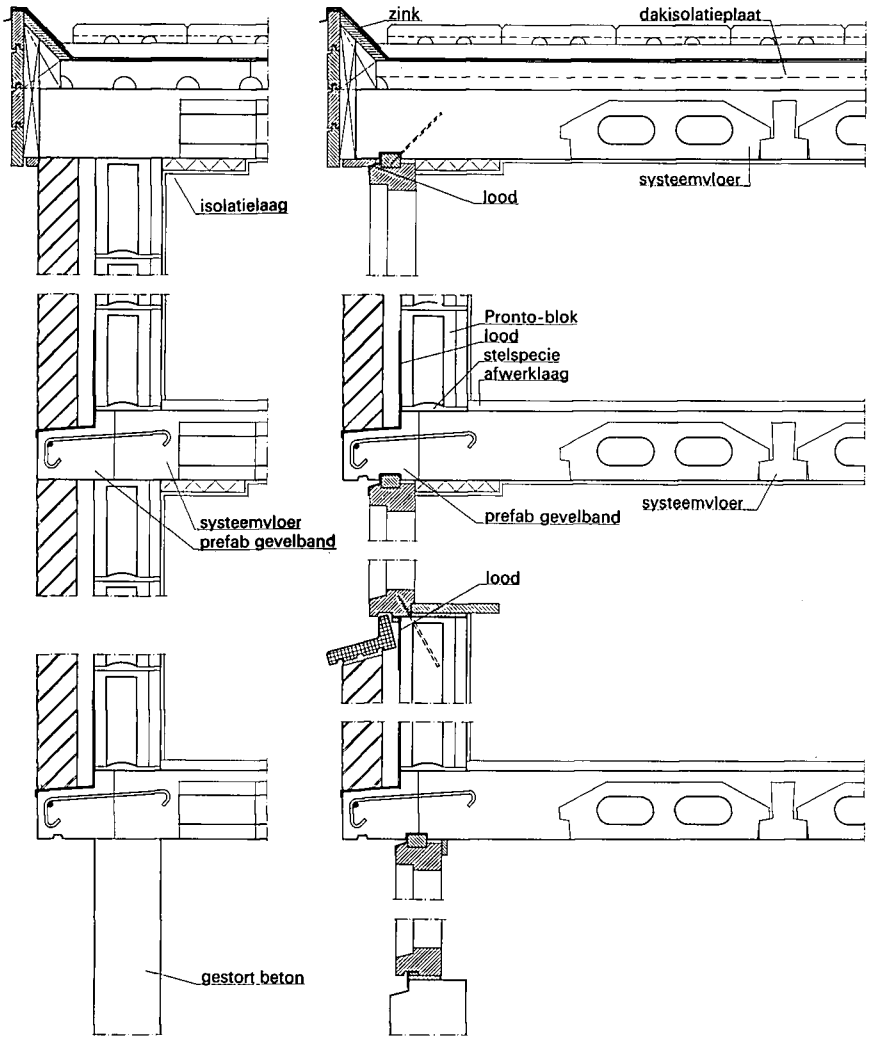
Promotor: Van Vliet en Van Dulst's Bouwbedrijf N.V.
Schiekade 189, Rotterdam.
Tel. (010) 13 28 50

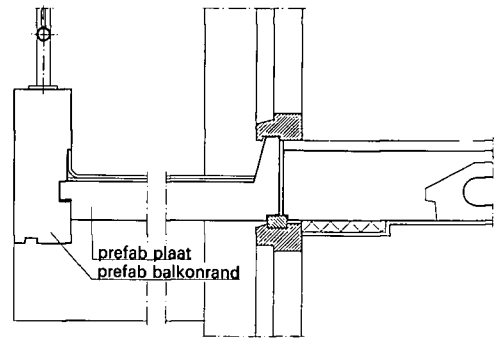
Bouwkeur: 1955

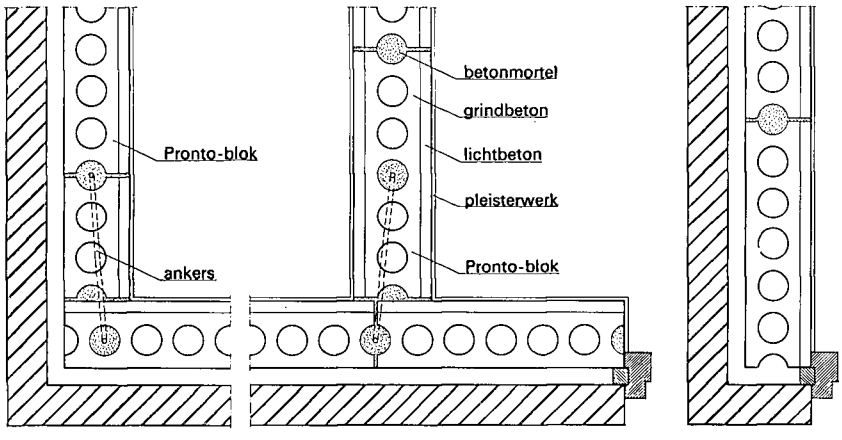


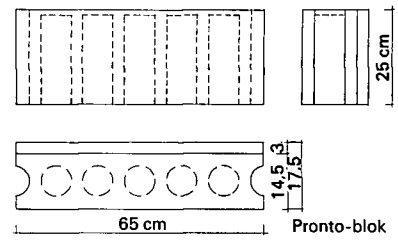
Voorbeeldproject

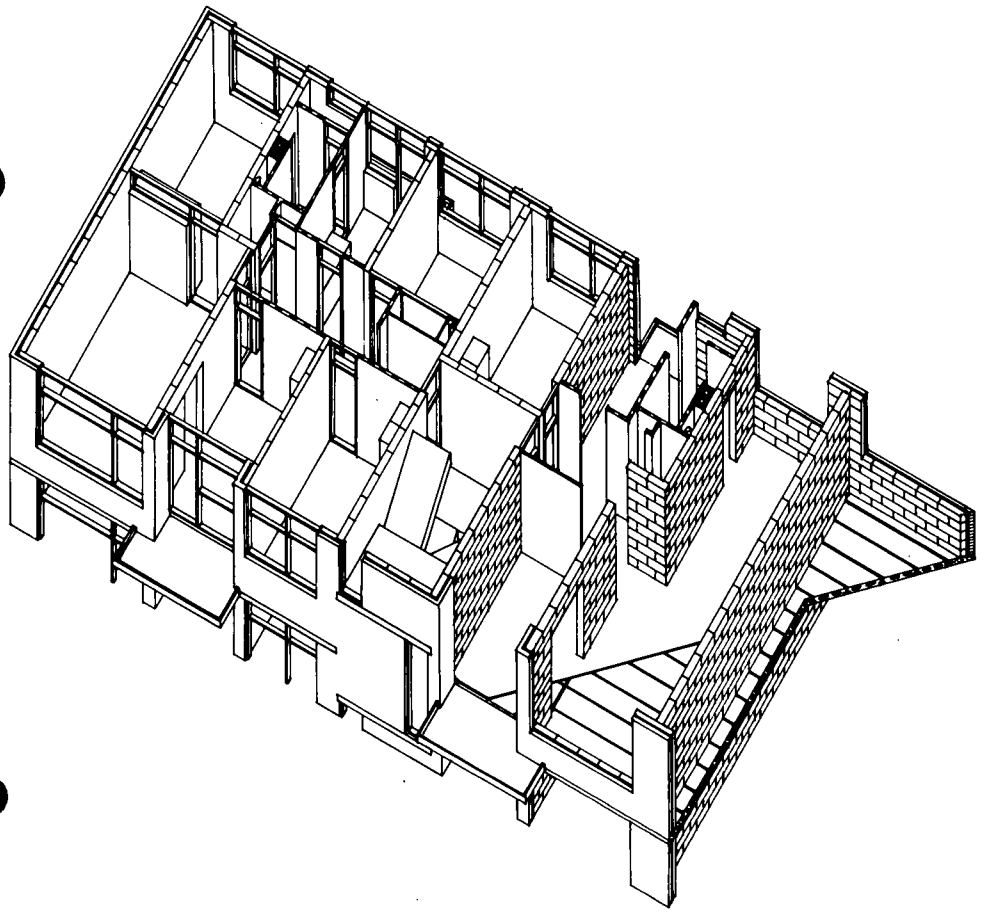
320 portiekwoningen (woningwet), te Den Haag.
Opdrachtgevers:
Algemene Woningbouwvereniging
Algemene Woningbouwvereniging "s-Gravenhage'
Woningbouwvereniging 'Verbetering zij ons streven'
Woningbouwvereniging 'De Goede Woning'.
Architect: Leo de Jonge N.V., Rotterdam.
Uitvoerend bouwbedrijf: Van Vliet en Van Dulst's Bouwbedrijf N.V., Rotterdam.

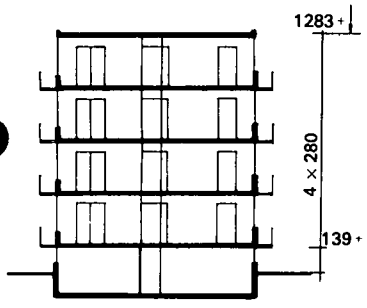

zink
dakisolatieplaat
isolatielaag
lood
systeemvloer
Pronto-blok
lood
stelspecie
afwerklaag
systeemvloer
prefab gevelband
systeemvloer
prefab gevelband
lood
gestort beton

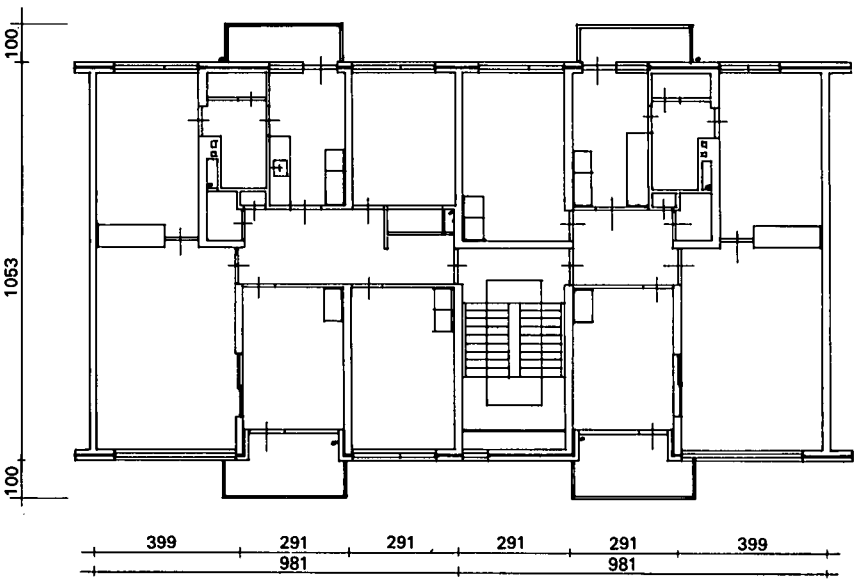

prefab plaat
prefab balkonrand

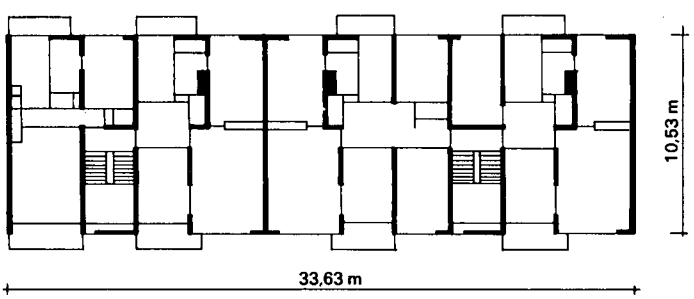

Pronto-blok
ankers
betonmortel
grindbeton
lichtbeton
pleisterwerk
Pronto-blok


25 cm
14,5
3
17,5
65 cm
Pronto-blok




1283
4 × 280
139


100
1053
100
399
291
291
291
291
399
981
981


10,53 m
33,63 m

1 Grondprincipe

Stapelbouwmethode voor laagbouw en middelhoogbouw, waarbij de bouwmuren bestaan uit twee-mans-blokken, die in halfsteensverband worden gemetseld en waarbij gewoonlijk in de handel verkrijgbare systeemvloeren worden gekozen.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De bouwmuur bestaat uit gemetselde betonblokken: lang 65 cm, hoog 25 cm en breed 21 cm. In de breedterichting bestaan deze uit een kern van 15 cm grindbeton met aan weerszijden een 3 cm dikke isolatielaag. In de betonnen kern komen verticale cilindervormige niet-doorlopende gaten Ø 8 voor. De blokken zijn aan de bovenzijde over een hoogte van 1 cm gesloten. De halfcirkelvormige sparingen in de blokken op de stootvlakken worden met specie volgezet; de blokken worden verder normaal gemetseld. Verankering met de gevelmuren heeft plaats door het inbrengen van ankers in de specievullingen van de stootvlakken.
Dragende toppen van bouwmuren worden van dezelfde blokken zonder isolatielaag opgemetseld.

2.1.2 *Gevels*

De binnenspouwwand wordt samengesteld uit gemetselde betonblokken: 65 × 25 × 17,5 cm met een kern van 14,5 cm grindbeton, aan de binnenzijde voorzien van een 3 cm dikke isolatielaag. Het buitenspouwblad bestaat uit baksteenmetselwerk. De spouw is 4,5 cm breed. De beide spouwwanden worden door gegalvaniseerde spouwankers gekoppeld. De gevels worden aan de bouw- en binnenmuren en onderling verankerd door middel van ankers in de specievullingen van de stootvlakken der metselblokken.

2.2 *Fabricage*

De blokken worden in de fabriek te Tilburg machinaal getrild in stalen mallen.

2.3 *Uitvoering*

De uitvoering is in het algemeen vrij traditioneel. Bij het metselen van de bouwmuur wordt gebruik gemaakt van een eenvoudig metselkraantje dat op zijn beurt telkens met een kraan moet worden verplaatst.

2.4 *Materialen*

De samenstelling in volumedelen van het grindbeton is:
1 portlandcement - 2 zand - 3 grind (spramex); het materiaal van de isolatielaag heeft een samenstelling: 1 portlandcement - $1^1/_4$ zand - $5^3/_8$ lichte toeslagstof (slakken, zand, natuurbims, hollith).
Het volumegewicht van het isolatiebeton zal ten minste 1300 kg/m³ bedragen.
De muurblokken wegen per stuk circa 50 kg.

2.5 *Afwerking*

De binnenspouwwand en de bouwmuur worden gepleisterd.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1. *Thermische eigenschappen*

De K-waarde van de bouwmuur bedraagt ca. 1,6 kcal/m²h°C, die van de buitenmuur 1,3 kcal/m²h°C.

3.2 *Geluidwering*

Het gewicht van de bouwmuur is bij toepassing van grindbeton 2200 kg/m³ en van lichtbeton van 1300 kg/m³ (365 kg per m²), zodat aan de thans in de volkswoningbouw geldende eisen wordt voldaan.

3.3 *Diversen*

De muren zijn voldoende spijkerbaar en spijkervast.

4 Materieel, hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*

De Pronto-blokken worden gemaakt in een machinepers met stoomverharding, merk Schlosser. Per machine wordt een produktie bereikt van 2500 stuks per dag.
Er zijn twee van dergelijke machines aanwezig, welke ca. *f* 32.000,— per stuk kosten en in vier jaar worden afgeschreven.
Als de blokken zijn geperst, worden de stalen scheidingswandjes tussen grind en bimsbeton eruit getrokken.
De stalen vormkasten worden in 1 jaar afgeschreven.

4.2 *Bij het transport*

Hoewel het bedrijf aan het water ligt, vindt het vervoer van de blokken uitsluitend met vrachtauto's plaats. Er worden auto's van 7 tot 24 ton ingelegd.
De actieradius vanuit Tilburg is ca. 125 km (uiterste plaatsen: Den Haag, Terneuzen). Bij projecten op korte afstand worden frequent zelflossers gebruikt.
De vervoerskosten zijn afhankelijk van retourvrachten. Gewoonlijk variëren de kosten van *f* 2,25 per ton (omgeving Tilburg) tot *f* 9,— per ton (Terneuzen).
In een middelgrote flat (ca. 10 m diep) gaan:

30 m² grote blokken =	8 ton
30 m² kleine blokken =	4 ton
totaal per woning	12 ton

4.3 *Bij de uitvoering*

Bij de uitvoering wordt gebruik gemaakt van:
- een metselapparaat (150 kg), waarvan het bedrijf er 20 heeft
- bouwliften (het bedrijf heeft er ca. 50)
- bouwkranen (het bedrijf heeft er ca. 8)
- motor-japanners (*f* 1.500,— per stuk).

De kranen, liften en metselapparatuur worden in ca. 3 jaar afgeschreven.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

Door de zeer grote verscheidenheid in aard en omvang der werken kon de promotor geen opgave doen van de arbeidsbezetting op het werk.

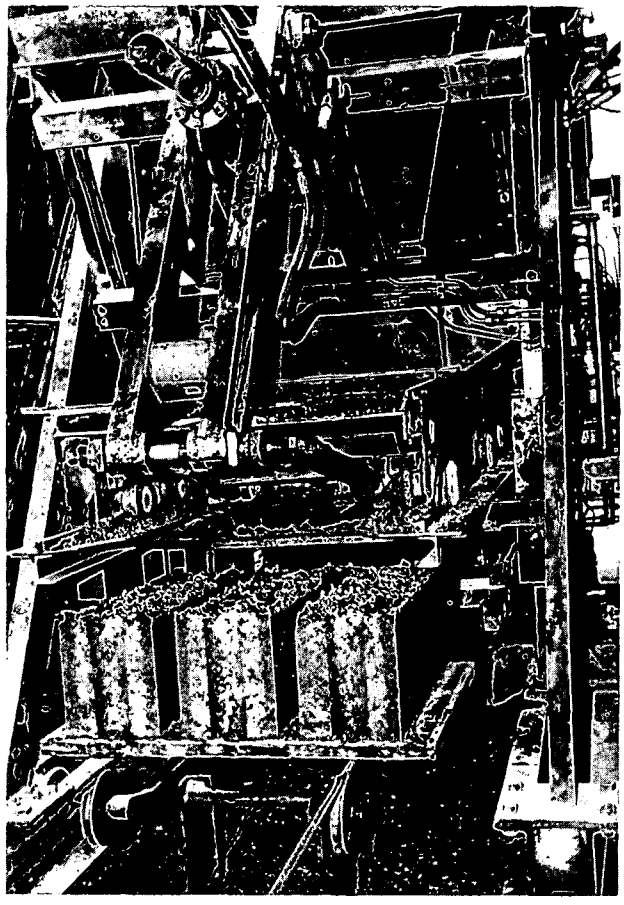
5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*

Aan een dagproduktie van 2500 blokken worden in de fabriek circa 80 manuren besteed.

5.2.2 *Op het werk*

Volgens de promotor wordt een besparing van 38% aan vaklieden en 50% aan metselaars bereikt. Een gespecificeerde opgave van manuren kon niet worden verstrekt.
Als efficiencybureau wordt de Stichting Ratiobouw ingeschakeld.



1



2



3

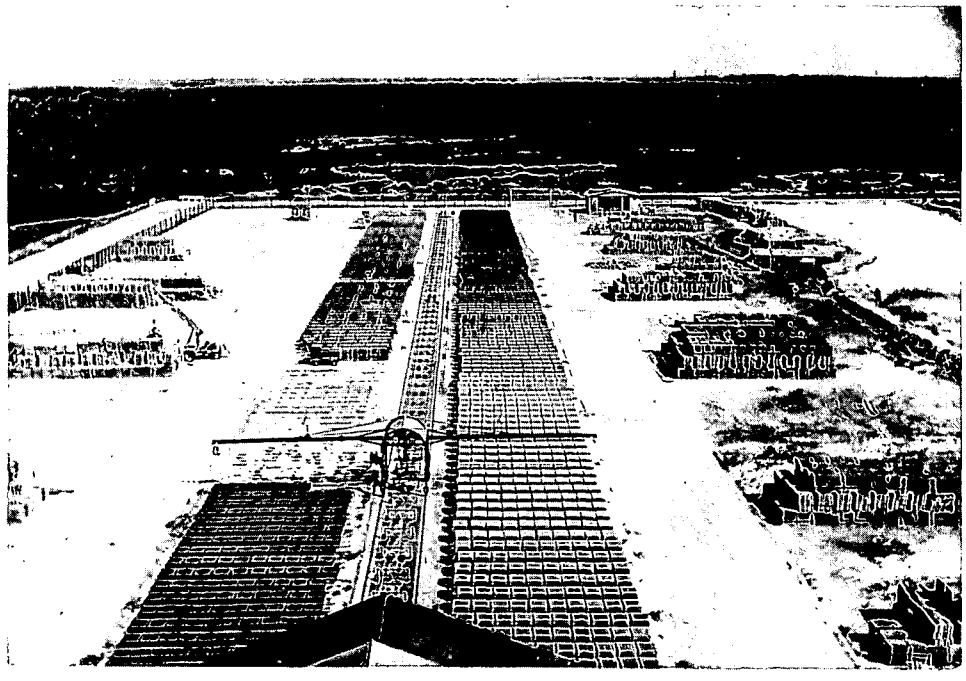
4

10.2.1 Blokkenpers
(foto : archief Van Vliet en Van Dulst)

10.2.2 De blokken passeren de roterende borstels
(foto : archief Van Vliet en Van Dulst)

10.2.3 Het metselen van Pronto-blokken langs de draad
(foto : archief Van Vliet en Van Dulst)

10.2.4 Opslagveld van muurblokken
(foto : archief Van Vliet en Van Dulst)



5.3 *Verlet*
Als bij traditionele bouw.

6 Ontwikkeling en toepassing

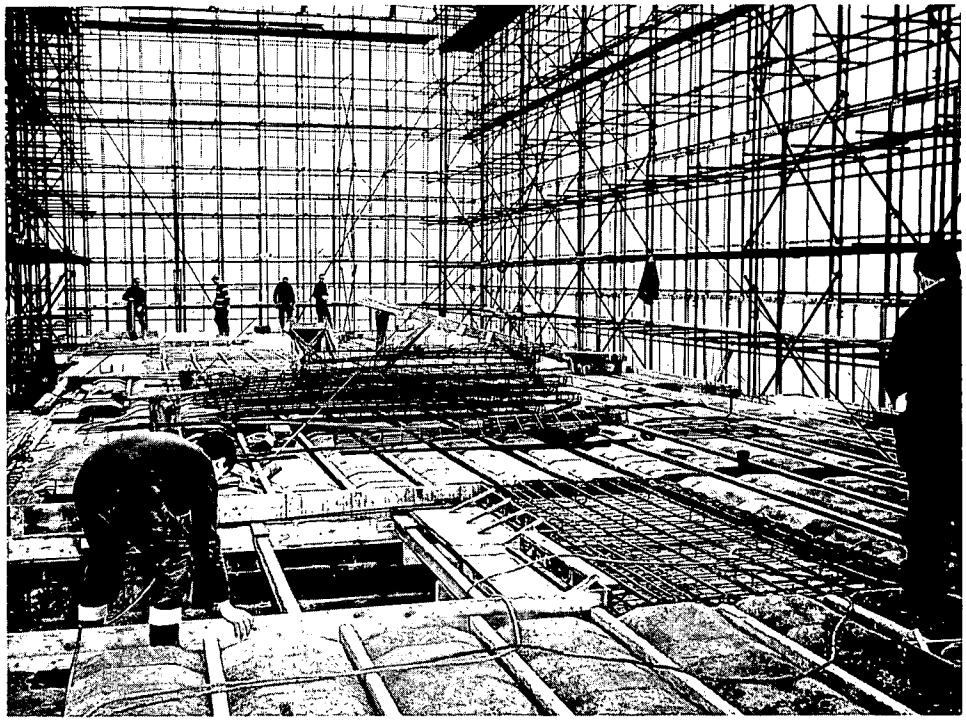
6.1 *Historie*
Het systeem Pronto is het resultaat van een streven om een tussenoplossing te vinden tussen traditionele bouw en 100% systeembouw. Aanvankelijk was Pronto gebaseerd op de toepassing van met baksteen en isolatiesteen beklede elementen van grindbeton. Deze elementen wogen 80 kg, zodat een bokje nodig was om de elementen te stellen.
In 1948 werden enkele prototypen uitgevoerd in deze enigszins andere constructie die als voorloper van het huidige systeem kan worden beschouwd.
In zijn huidige vorm dateert Pronto uit 1952.
Tot eind 1957 waren er ongeveer 1300 Pronto-woningen voltooid, voornamelijk te Rotterdam, Rijswijk en Den Bosch. In dit jaar werd een vijfjarencontract gesloten voor een aantal Brabantse gemeenten, zodat toen ook de produktie in Tilburg, Den Bosch en Breda op gang kwam.

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1957	....	843
1-1-1958	451	1294
1-1-1959	1135	2429
1-1-1960	2228	4657
1-1-1961	2124	6781
1-1-1962	1968	8749
1-1-1963	336	9085
1-1-1964	715	9800
1-1-1965	750	10550
1-1-1966	845	11395
1-1-1967	1252	12647
1-1-1968	957	13604
gemiddeld in de laatste 3 jaren	1018	

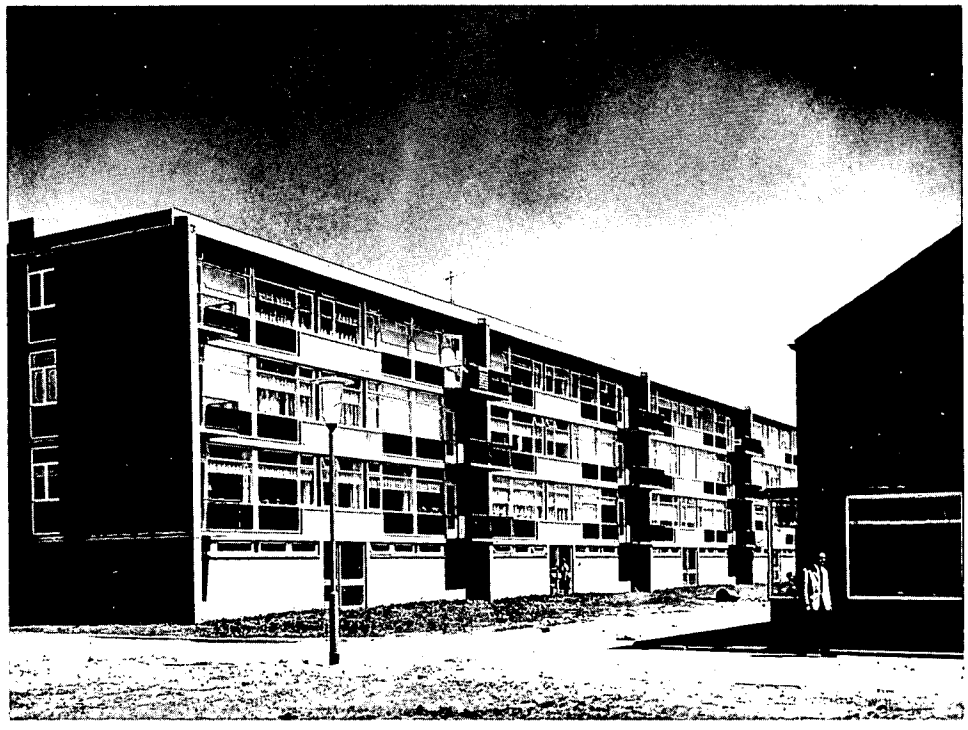
6.2 *Produktie-omvang*
De produktie in het systeem-Pronto sinds 1957 wordt in de volgende tabel weergegeven:

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*financierings-sector*	*gunnings-datum*
Rotterdam	408	De Jonge	w.w.	vóór 1-1-1958
Rotterdam	497	De Jonge	w.w.	
Rotterdam	64	De Jonge	w.w.	
Rotterdam	663	Sickler	w.w.	
Rijswijk	100	Fiolet	pr.	
Den Bosch	272	Fiolet	w.w.	
Eindhoven	308	Fiolet	w.w.	
Tilburg	221	Fiolet	w.w.	
Breda	268	Fiolet	w.w.	
Den Bosch	244	Fiolet	w.w.	
Boxtel[1]	120	Maaskant – Bouwman	w.w.	
Rotterdam	561	De Jonge	w.w.	30- 5-'58
Eindhoven	254	Van Tijen – Maaskant	w.w.	30- 1-'59
Den Haag	254	Brouwer en Deurvorst	pr.	30- 4-'59
Eindhoven	362	Van Tijen - Maaskant	w.w.	30- 7-'59
Pernis	560	Dienst Volkshuisvesting Rotterdam	w.w.	30- 7-'59
Tilburg	530	Maaskant	w.w.	30- 7-'59
Den Bosch	250	Fiolet	w.w.	30- 7-'59
Tilburg	22	Maaskant - Bouwman	w.w.	30- 9-'59
Den Bosch	266	Fiolet	w.w.	30-12-'59
Breda	532	Maaskant - Bouwman	w.w.	30-12-'59
Hoogvliet	578	De Jonge	w.w.	1959
Hoogvliet	309	Dienst Volkshuisvesting Rotterdam	w.w.	28- 2-'60
Tilburg	534	Maaskant	w.w.	30- 4-'60
Eindhoven	326	Maaskant	w.w.	30- 9-'60
Delft	34	Blankespoor en De Vries	w.w.	1961
Den Bosch	214	De Jonge	w.w.	30- 1-'61
Breda	52	De Jonge	pr.	30- 9-'61
Breda	144	De Jonge	w.w.	30- 9-'61
Tilburg	166	Maaskant	w.w.	30-10-'61
Eindhoven	348	Maaskant	w.w.	30-11-'61
Breda	80	Maaskant	w.w.	28- 2-'62
Tilburg	168	Maaskant	w.w.	30- 3-'62
Den Bosch	42	Maaskant	w.w.	30- 6-'62
Breda	160	Maaskant	w.w.	30- 6-'62

1 Uitgevoerd in combinatie met E.B.C.



10.2.5 Doorwerken in de winter: bescherming van de bouw met plastic
(foto: Spies, Amsterdam)



10.2.6 Portiekflats, opgetrokken in het systeem Pronto
(foto: Henning, Breda)

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit is thans volgens de promotor 1500 woningen per jaar.
De normale bouwsnelheid in een bouwstroom is 8 woningen per week bij inschakeling van 4 à 6 bouwliften. Een tempo van 10 woningen per week wordt ook wel eens gehaald.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De minimale seriegrootte en bouwplaatsomvang worden geschat op circa 50 woningen. Hierbij is, volgens de promotor, niet het systeem als zodanig, maar de organisatiestructuur van het bedrijf maatgevend.

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*finan-cierings-sector*	*gunnings-datum*
Den Bosch	116	De Graaf	w.w.	30- 6-'62
Eindhoven	56	Maaskant	w.w.	30- 6-'62
Den Bosch	24	Maaskant	w.w.	30- 6-'62
Pijnacker	42	Groosman	w.w.	30- 8-'62
Tilburg	148	Maaskant - Klein	w.w.	30- 9-'62
Den Bosch	52	Klein	v.s.	21-10-'62
Hoek van Holland (Rotterdam)	52	Maaskant - Klein	w.w.	30-11-'62
Den Bosch	15	Maaskant - Klein	w.w.	30- 3-'63
Rozenburg	309	Maaskant	w.w.	30- 7-'63
Bergen op Zoom	31		pr.	30- 7-'63
Breda	10	Maaskant	pr.	30- 7-'63
Pijnacker	96		w.w.	
Vlissingen	339	Maaskant - Klein	w.w.	28- 2-'64
Pijnacker	12	Groosman	w.w.	30- 6-'64
Rijswijk	104	Brouwer en Deurvorst	v.s.	31- 7-'64
Breda	24	Maaskant	v.s.	31- 7-'64
Eindhoven	28	Maaskant	v.s.	31- 7-'64
Rozenburg	198	Van Tijen, Boom, Posno	v.s.	31- 7-'64
Middelburg	128	E.M.S.	v.s.	30- 8-'64
Middelburg	156	E.M.S.		juli 1964
Middelburg	107	E.M.S.		juli 1964
Middelburg	294	Zuiderhoek	w.w.	8- 6-'64
Vlissingen	353	E.M.S.		30- 8-'64
Vlissingen	354	Jobse		11- 6-'64
Veldhoven	68	Klein	v.s.	31-10-'64
Tilburg	360	Maaskant	w.w.	30-11-'64
Terneuzen	112	Maaskant	v.s.	dec. 1964
Den Bosch	15	De Graaf	v.s.	30-12-'64
Voorburg	48	Krijger	v.s.	31- 1-'65
Den Bosch	162	Blankespoor en De Vries	v.s.	31- 1-'65
Den Haag	495	De Jonge	w.w.	15- 3-'65
Rozenburg	24	Groosman	pr.	30- 4-'65
Eindhoven	6	Maaskant	v.s.	31- 5-'65
Terneuzen	176	Maaskant	w.w.	1- 7-'65
Terneuzen	112	Maaskant	w.w.	1- 7-'65
Den Haag	320	De Jonge	w.w.	30-11-'65
Den Haag	18	De Jonge	v.s.	30- 4-'66
Den Haag	17	Mehrtens	pr.	31- 5-'66

6.5 *Ontwikkelingen*
Het systeem-Pronto maakt een periode van consolidatie door. Het bedrijf Van Vliet en Van Dulst hoopt zich in de toekomst meer toe te leggen op het systeem-Bouwvliet en op gietbouw (als licentiehouder van het EBA-systeem).

7 Organisatiestructuur

De firma Van Vliet en Van Dulst treedt zelf op als hoofdaannemer. Het vloerenbedrijf en de loodgieterij zijn dochterondernemingen die ook voor anderen werken.
De betonfabriek en de timmerfabriek die tot het concern behoren, werken alleen voor het eigen bedrijf.
Met architecten bestaan geen vaste bindingen. Er wordt met vele ontwerpers samengewerkt.
Voor het transport wordt meestal de firma M. J. van Riel te Tilburg ingeschakeld.
Een jaarverslag werd door de firma Van Vliet en Van Dulst niet verstrekt.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem Pronto is zeer veel ervaring opgedaan, zowel in de woningwetsfeer als de premie- en vrije sector.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Als bij rationele traditionele bouw. Voor hoogbouw (meer dan vier lagen) leent het systeem zich minder goed.

8.3 *Ontwerp*
Elk woningontwerp dat traditioneel goed uitvoerbaar is, is ook in het Pronto-systeem goed te realiseren. In de keuze van de architect is men vrij. Pronto is een open systeem.

9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur Systeem Pronto bouwmuur.* Den Haag, 1955.
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur Systeem Pronto buitenmuur.* Den Haag, 1955.
Stichting Ratiobouw. Documentatie bouwwezen B2 constructie, O Bouwmethoden, groep 6, *Pronto.* Rotterdam, 1957.
Van Vliet, J. *Pronto-bouwsysteem.* Bouw 1955, *10,* p. 45-47.
Van Vliet en Van Dulst's Bouwbedrijf. *Pronto Systeembouw.* Rotterdam, ca. 1963.

10.3 Bakker VB

Promotor: 'Bakker-systeem'
Zuidloo 47 B, Bathmen (O.).
Tel. (05704) 5 05.

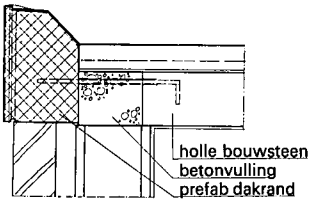
Uitvinders: B. Bakker, J. de Vries, J. R. v. d. Bergh.

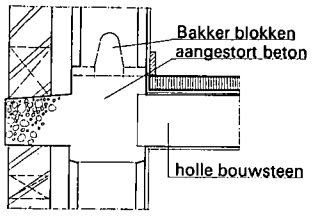
Attest: 1964 (ingetrokken 1968)

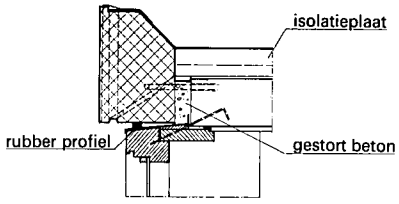


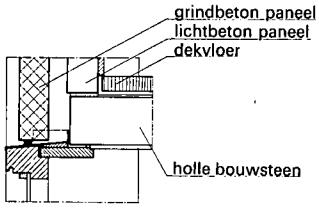
Voorbeeldproject

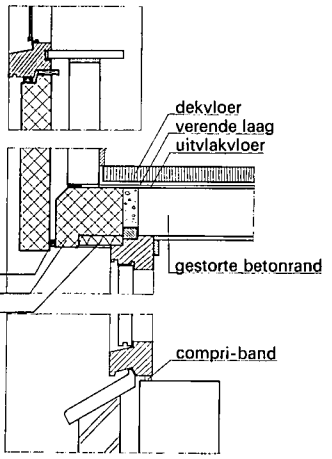
179 galerijwoningen (woningwet) te Veenendaal.
Opdrachtgever: Bouwvereniging 'Patrimonium'.
Architect: H. Nieuwenhuys, Veenendaal.
Uitvoerend bouwbedrijf: firma Van Elst, Veenendaal.

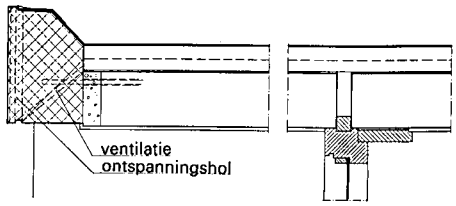

holle bouwsteen
betonvulling
prefab dakrand

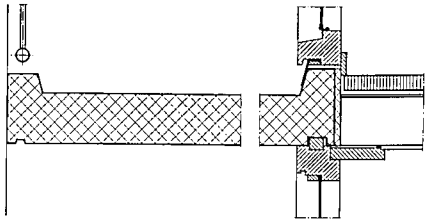

Bakker blokken
aangestort beton
holle bouwsteen

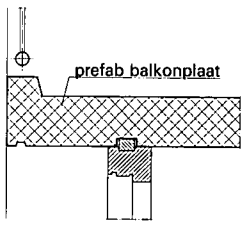

isolatieplaat
rubber profiel
gestort beton

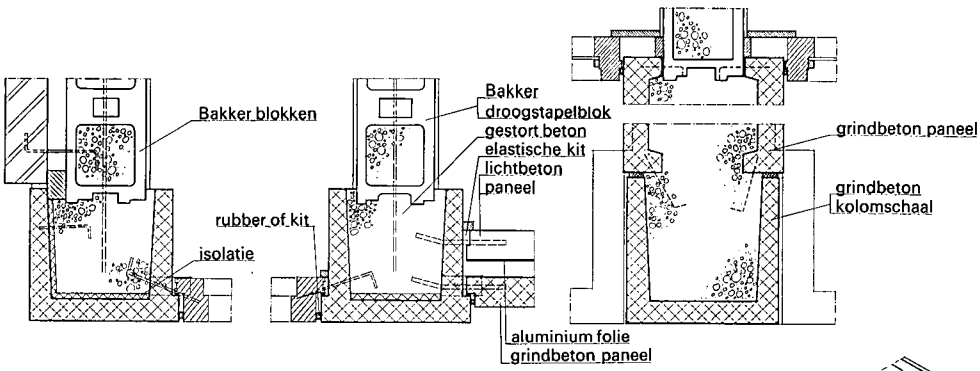

grindbeton paneel
lichtbeton paneel
dekvloer
holle bouwsteen

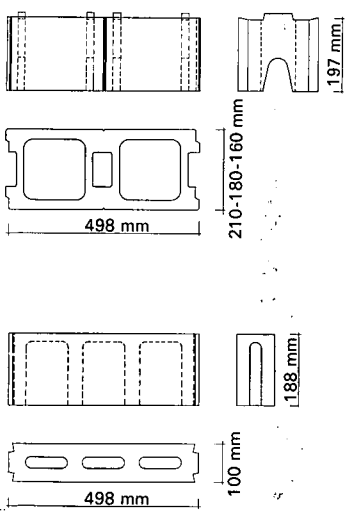

dekvloer
verende laag
uitvlakvloer
rubberprofiel
prefab grindbeton
heraklith
gestorte betonrand
compri-band

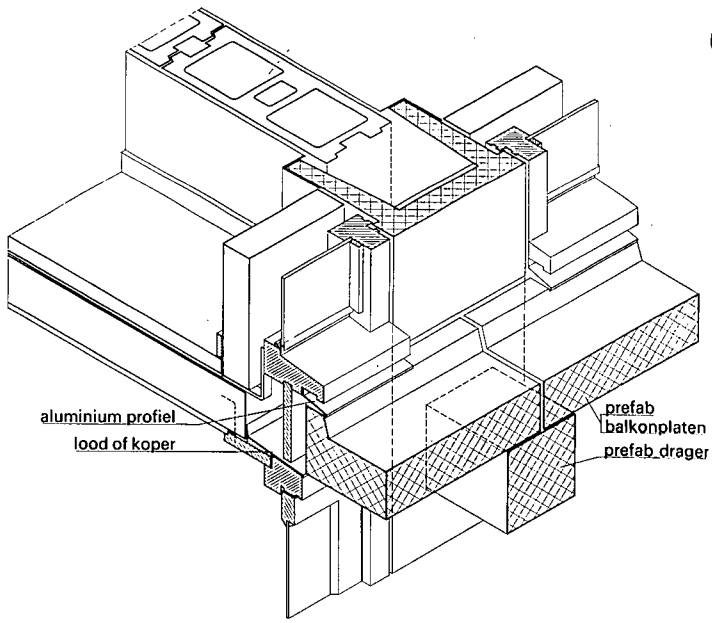

ventilatie
ontspanningshol

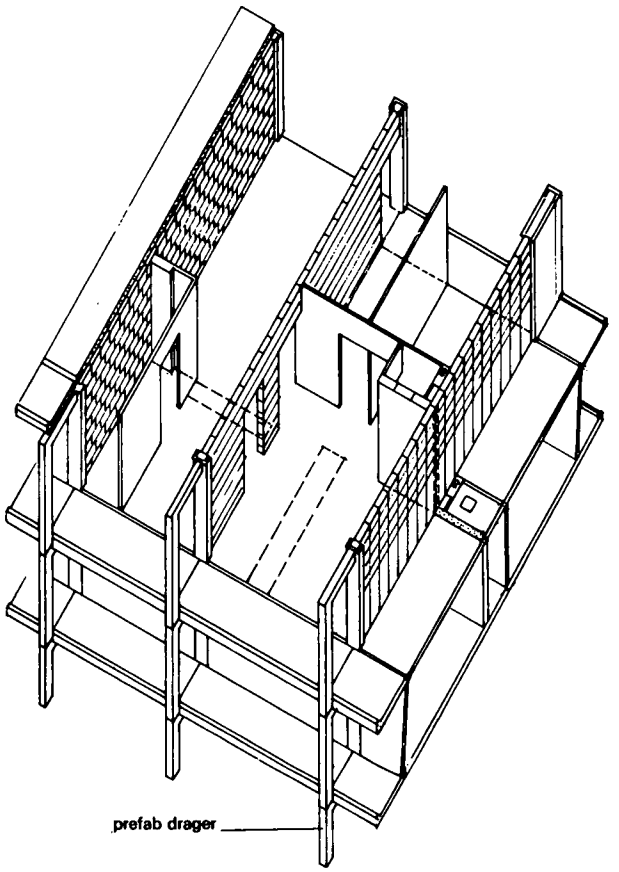


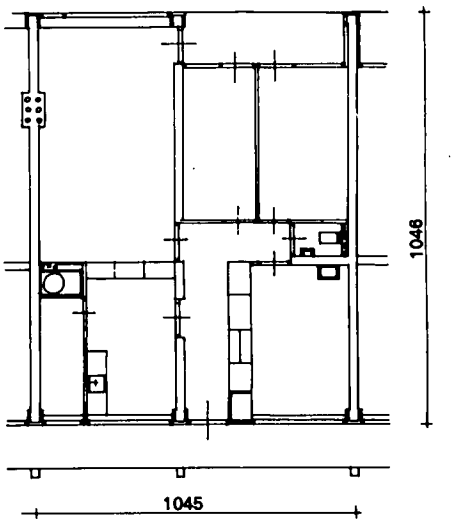

prefab balkonplaat

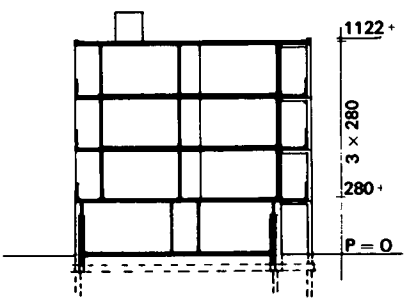

Bakker blokken
Bakker
droogstapelblok
gestort beton
elastische kit
lichtbeton
paneel
rubber of kit
isolatie
aluminium folie
grindbeton paneel
grindbeton paneel
grindbeton
kolomschaal

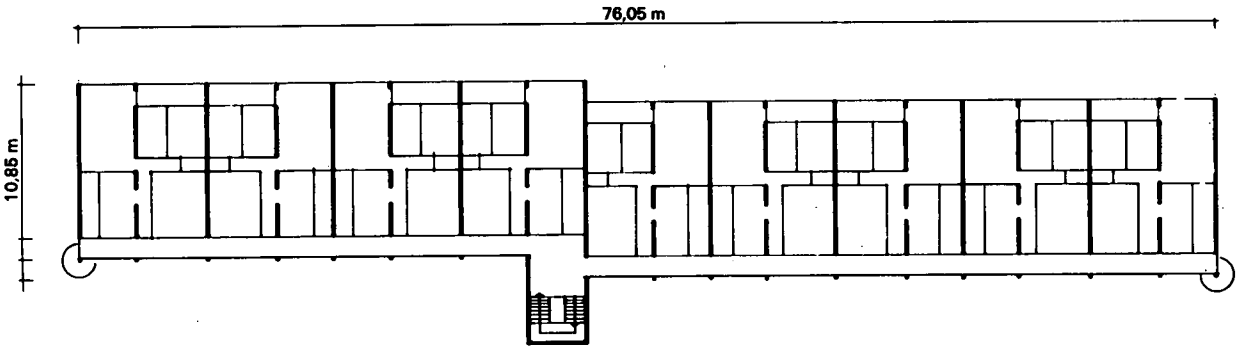

197 mm
210-180-160 mm
498 mm
188 mm
100 mm
498 mm


aluminium profiel
lood of koper
prefab
balkonplaten
prefab drager


prefab drager


1046
1045


1122
3 × 280
280
P = 0


76,05 m
10,85 m

1 Grondprincipe

Stapelbouwmethode voor laagbouw en middelhoogbouw, waarbij de bouwmuren bestaan uit licht-betonblokken die in halfsteensverband worden gemetseld of los op elkaar worden gestapeld, waarna de holten worden gevuld, en waarbij in het werk gestorte betonvloeren of systeemvloeren (met een geldig modelblad) worden toegepast en waarbij de langsgevels zijn samengesteld uit vooraf vervaardigde betonnen kolomschalen en borstweringspanelen, waarop houten montagekozijnen aansluiten.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De bouwmuren en binnenspouwmuren worden vervaardigd van in halfsteens verband gestapelde blokken: lang 50 cm, hoog 19,8 cm en breed 16, 18 of 21 cm. Voor niet-perceelscheidende bouwmuren en binnenspouwmuren kunnen als alternatief metselblokken van middelzware beton worden toegepast: lang 49,8 cm, hoog 18,8 cm en breed 10 cm. Deze metselblokken zijn voorzien van open sponningen, die in de stootvoegen zwaluwstaartvormige sponningen aan de buitenzijde vormen. Deze sponningen worden tijdens het metselen met specie gevuld.

2.1.2 *Gevels*

Voor de samenstelling van langsgevels wordt soms een traditionele spouwmuurconstructie toegepast. De beide spouwwanden worden dan verbonden door 4 spouwankers Ø 5 per m^2. Eventueel kan een extra-verankering tussen binnen- en buitenspouwmuur worden aangebracht door in de binnenspouwmuur verankerde betonklossen.
De langsgevel kan ook worden samengesteld uit vooraf vervaardigde kolomschalen van grindbeton, borstweringen, opgebouwd uit twee door een spouw gescheiden betonplaten, en montagekozijnen.
De kolomschalen vormen de afsluiting van de bouwmuren of de binnenspouwwanden van de kopgevels, die over een variabele diepte in de open zijde van de schalen steken. Zij zijn verdiepinghoog, 35 tot 60 cm breed en 35 tot 40 cm diep; de dikte van de schaal varieert van $4^1/_2$ tot 6 cm.
De ruimte tussen de kolomschaal en de bouwmuur wordt met grindbeton gevuld. In deze met beton gevulde ruimte steken ankerstaven en kozijnankers, die de aansluiting tussen bouwmuur en gevelconstructie waarborgen. Tussen de vulling en het gedeelte van de schaal, dat met de buitenlucht in contact staat, bevindt zich een 1,5 cm dikke isolatielaag van polystyreenschuim.
Voor zover zich naast de kolomschaal borstweringen en kozijnen bevinden, is de schaal voorzien van open sponningen die een aanslag vormen.
De borstweringen bevinden zich tussen de kolomschalen en bestaan uit een tweetal vooraf vervaardigde en door een licht geventileerde spouw gescheiden betonplaten met een dikte van 8 tot 12 cm en een maximale lengte van 6 m, en is aan de spouwzijde voorzien van een opgeplakte aluminiumfolie of een 1 cm dikke opgeplakte laag polystyreenschuim. De binnenplaat rust, gesteld op een specielaag, op de vloer; de buitenplaat loopt voor de vloer langs, rust op in de kolommen verankerde stalen platen (zwaar 12 × 50 mm) en vormt de aanslag van de montagekozijnen.
In ieder der zijkanten van de borstweringplaten zijn 2 gaten gespaard Ø 14, diep 10 cm, die corresponderen met slobvormige gaten in de kolommen.
Hierin worden ankerstaven gestoken Ø 12, die vóór het inbrengen worden voorzien van een extra bitumenlaag over de lengte die in de platen steekt.
Bij borstweringen met een lengte groter dan 450 cm, wordt de buitenste borstweringplaat in het midden via een hoekstaal aan de vloer verankerd.
Tussen de aanrakingsvlakken van kolommen en buitenste borstweringplaten wordt tijdens de montage een elastisch materiaal aangebracht in de vorm van Densokoord, P.V.C.-schuim o.i.d. In de voeg komt een circa 1 cm terugliggend profiel van synthetische rubber of een afdichting met een plastische kit, waarachter een ontspanningsruimte wordt gevormd.
De aansluiting tussen kolommen en binnenste borstweringplaten wordt afgedicht met een specievoeg, waarover een elastische strip of platisch kit wordt aangebracht.
De verbinding tussen de kolomschalen en de kozijnen komt tot stand door kozijnankers Ø 8, afstand ± 50 cm h.o.h. die worden gestoken in gaten Ø 9, gespaard in de kolomschalen, en in de betonvulling worden verankerd.
Een variantoplossing voor de aansluiting van de montagekozijnen aan de bouwmuren bestaat uit het rechtstreeks verankeren van de kozijnen in de bouwmuur zonder toepassing van kolomschalen; deze oplossing komt niet voor in combinatie met de beschreven borstweringconstructie.

2.1.3 *Vloeren e.d.*

De vloeren worden vervaardigd van in het werk gestort beton, of van een systeemvloer volgens een geldig modelblad.
Indien de vloer buiten het binnenspouwblad van buitenmuur of borstwering doorloopt, wordt de vloer binnenshuis aan onder- en bovenzijde voorzien van een 25 cm brede en 1 cm dikke laag opgeplakt polystyreenschuim. Door middel van een 4 cm uitstekende wapeningsstaaf aan de onderzijde van de beide vleugels van de kolomschalen, welke in een sparing in de vloer steekt en met specie wordt aangegoten, komt de koppeling tot stand tussen de vloer en de gevelconstructie.
Het dakvlak wordt beëindigd door vooraf vervaardigde betonnen dakranden van maximaal 6 m lengte, die op de bouwmuren rusten en met ankers Ø 14 in de dakvloer zijn bevestigd. De ankers hebben in de dakvloer enige speling, doordat zij door een P.V.C.-buis met een inwendige diameter van 16 mm en een wanddikte van ten minste 2 mm lopen.
Tussen dakrand en -vloer wordt een 2 cm dikke laag polystyreenschuim aangebracht. De dakvloer wordt voorzien van 7 cm dikke met buitenlucht geventileerde kanaalplaten.

2.2 *Fabricage*

De lichte betonblokken worden in stalen mallen vervaardigd in een fabriek te Liempde. De grindbetonnen elementen worden in een fabriek te Alphen aan den Rijn vervaardigd.
Beide fabrieken zijn particuliere betonfabrieken, waarvan de produktie voornamelijk is gericht op in de handel verkrijgbare betonprodukten.

2.3 *Uitvoering*

Op de vloer worden eerst de kolomschalen gesteld op de juiste plaats en hoogte, naar binnen en in het vlak van de gevel afgeschoord. De voor- en zijkanten vormen de juiste maatvoering in horizontale zin en de bovenkant in verticale richting. Bovenkant kolom is steeds onderkant (onafgewerkt) vloer of betonbalk en tevens bovenkant kozijn.
Vervolgens worden de borstweringplaten aangebracht en met de beschreven verankering verbonden aan de kolommen.
Hierna volgt het aanbrengen en verankeren van de kozijnen.
Het op hoogte stellen geschiedt door middel van hardhouten klosjes op de borstweringplaat. Hierna volgt het stapelen, eventueel metselen van de binnenmuren, het aanbrengen van de vloeren en het volstorten van de wanden en kolommen.
Het geheel geschiedt zonder gebruikmaking van buitensteigers.



10.3.1 Complex Bakker-VB-woningen te Rijswijk
(foto : Fas Keuzenkamp)



10.3.2 Woonzijde van de galerijflats te Rijswijk
(foto : Fas Keuzenkamp)

2.4 *Materialen*
Het grindbeton van de vooraf vervaardigde onderdelen heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement : $1^1/_2$ à 2 zand : $2^1/_2$ à 3 grind.
Het volumegewicht van de gestapelde muurblokken, na droging tot constant gewicht, bedraagt 1400 tot 1600 kg/m³.
Het middelzware beton van de vooraf vervaardigde onderdelen heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement : $1^1/_2$ à 2 zand : $3^1/_2$ à 8 natuurbims, schuimlava, hollith en/of klinkerisoliet.
Het volumegewicht van de in de gemetselde muurblokken en gevelborstweringen toegepaste middelzware beton bedraagt, na droging tot constant gewicht, 1300 tot 1500 kg/m³; de bloksterkte bedraagt ten minste 100 kg/cm².
De buitenplaat van de borstweringen is van grindbeton; de binnenplaat is van middelzwaar beton.
Beide platen zijn gewapend met een van geval tot geval berekende transportwapening, doch ten minste met een enkel bouwstaalnet Ø 5 – 20 met een minimale betondekking van 3 cm. Indien het betonmengsel van de binnenplaat minder dan 325 kg cement per m³ bevat, en/of geen volledige omhulling van het betonstaal verzekerd is, wordt de wapening vooraf gecementeerd.
De wapening van de kolomschalen is een van geval tot geval berekende transportwapening met staven maximaal Ø 5 met een minimale dekking aan de buitenzijde van $2^1/_2$ cm.
Het gewicht van de afgewerkte vloer bedraagt ten minste 270 kg/m².

2.5 *Afwerking*
De binnenmuren worden gepleisterd en kunnen daarna op de normale wijze afgewerkt worden.
De buitenkant van de kolomschalen en borstweringplaten kunnen al dan niet van een profilering of afwerklaag worden voorzien.
Aangezien zich ter plaatse van de kolomschalen in de gevel een koudebrug bevindt, waardoor bij lage buitentemperaturen het optreden van oppervlaktecondensatie mogelijk is, wordt ter plaatse een binnen- of buitenbekleding met een warmteweerstand van ca. 0,5 m²h°C/kcal aangebracht, tenzij door middel van proeven wordt aangetoond dat de oppervlaktetemperaturen zonder of met een minder isolerende bekleding niet dalen onder een waarde waarbij condensatie optreedt en bedoelde proefresultaten door de praktijkervaring worden bevestigd.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens normblad NEN 1068 kunnen de volgende R-waarden worden berekend:
– buitenmuren uitgevoerd als spouwmuur met een binnenspouwmuur van 16 cm dikke droogstapelelementen of 10 cm dikke metselblokken; ca. 0,5 m²h°C/kcal.
– borstweringen met 1 cm polystyreenschuim: ca. 0,7 m²h°C/kcal.
– borstweringen met aluminiumfolie: ca. 0,5 m²h°C/kcal.
Het systeem kan derhalve worden toegepast voor woningen van de thermische kwaliteitsklasse 'matig'.
De bevestiging van de borstweringen en dakranden biedt de mogelijkheid tot het opvangen van thermische lengteveranderingen.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer dan normale flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van normblad NEN 1070 te verwachten is, bedraagt de isolatie-index voor luchtgeluid tussen ruimten die worden gescheiden door:
een bouwmuur van 21 cm dikke droogstapelelementen: ca. + 1 dB
een bouwmuur van 18 cm dikke droogstapelelementen: ca. 0 dB
een vloer met een gewicht van 270 kg/m²: ca. 1 dB
De isolatie-index van contactgeluid van de vloer bedraagt — 13 dB en voldoet daardoor niet aan de eisen die volgens NEN 1070 worden gesteld.
Hieraan kan onder meer worden tegemoetgekomen door het aanbrengen van een zwevende dekvloer.
Indien een zwevende dekvloer wordt aangebracht, is het bouwsysteem bij toepassing van 18 of 21 cm dikke bouwmuren geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' volgens NEN 1070.

3.3 *Diversen*
De muren zijn spijkerbaar en spijkervast.

4 Materieel, hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
Geen gegevens beschikbaar.

4.2 *Bij het transport*
De blokken worden per vrachtauto vervoerd.
Overigens geen gegevens beschikbaar.

4.3 *Bij de uitvoering*
Bij de uitvoering wordt gebruik gemaakt van een kleine kraan.
Kosten, merk, capaciteit, afschrijvingswijze: als bij traditionele bouw.
Bij het stapelen van de blokken gebruikt men stalen maatlatten.
Het maximum gewicht der elementen is 1 ton.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Geen gegevens beschikbaar.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Geen gegevens beschikbaar.

5.2.2 *Op het werk*
Op de bouwplaats worden ca. 900 manuren per woning besteed. Specificaties ontbreken. Er zijn geen vaste relaties met een efficiencybureau.

5.3 *Verlet*
Als bij traditionele bouw.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Het systeem Bakker VB is ontwikkeld uit het systeem Bakker. Het systeem Bakker is op zijn beurt ontstaan uit het BACO-systeem. Omstreeks 1954 werden de eerste woningen opgeleverd. Vooral in Zuid- en Noord-Holland en na de watersnood in Zeeland is er veel in het systeem Bakker geproduceerd. De produktiecapaciteit was in die jaren in feite onbeperkt.
In 1964 is men met het nieuwe systeem Bakker VB gestart dat zijn naam dankt aan de namen van drie promotoren.
Nu het systeem Bakker heeft plaatsgemaakt voor het meer arbeidsbesparende systeem Bakker VB is de produktie in het systeem Bakker geheel stil komen te liggen.

6.2 *Produktie-omvang*
De onderstaande tabellen geven een indruk van de bij het ministerie geregistreerde produktie in het systeem Bakker VB en in het systeem Bakker sinds 1-1-1957.

Bakker VB

Systeem Bakker

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1957	...	847
1-1-1958	264	1111
1-1-1959	212	1323
1-1-1960	0	1323
1-1-1961	48	1371
1-1-1962	183	1554
1-1-1963	197	1751
1-1-1964	266	2017
1-1-1965	939	2956
1-1-1966	1601	4557
1-1-1967	611	6168
1-1-1968	287	5455
gemiddeld in de laatste 3 jaren	835	

Systeem Bakker VB

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1965	0	0
1-1-1966	42	42
1-1-1967	120	162
1-1-1968	17	179
gemiddeld in de laatste 3 jaren	60	

De totale produktie in het systeem Bakker sinds 1959 is in de volgende tabel aangegeven.

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunningsdatum*
Brielle	31	Bakker	Stam	v.s.	vóór 1962
Zwijndrecht	51	Bakker	Stam	v.s.	vóór 1962
Geleen	248	Schwencke	Stam	pr.	30-12-'59
Rozenburg	64	Bakker	Stam	w.w.	30- 4-'61
Rozenburg	72	Bakker	Stam	w.w.	30- 4-'61
Emmen	236	Gem. Werken	Knoop & Giezen	w.w.	30- 9-'61
Brielle	18	Bakker	Stam	pr.	30-10-'61
Emmen	12	Gem. Werken	Knoop & Giezen	w.w.	30- 2-'62
Brielle	60	Schwencke	Stam	v.s.	30- 8-'62
Zwijndrecht	24	Bakker	Stam	v.s.	30- 9-'62
Ridderkerk	24	Bakker	Heybeek	w.w.	30-10-'62
Ridderkerk	42	Bakker	Heybeek	w.w.	30-10-'62
Leiden	128	Buurman Schutte	Stam	pr.	30- 1-'63
Den Haag	35	Bakker	Stam	pr.	30- 1-'63
Groningen	60	Weertman	Knoop & Giezen	pr.	30- 3-'63
Hoogeveen	36	Weertman	Knoop & Giezen	w.w.	30- 3-'63
Delfzijl	63	Weertman	Knoop & Giezen	w.w.	30- 3-'63
Delfzijl	49	Weertman	Knoop & Giezen	w.w.	30- 3-'63
Stadskanaal	186	Weertman	Knoop & Giezen	166 w.w./20 pr.	30- 3-'63
St. Maartensdijk	23	Weertman	v. Gorp & Zn.	w.w.	30- 3-'63
Groningen	390	Martini	Knoop & Giezen	w.w.	30- 3-'63
Groningen	311	Bakker	Knoop & Giezen	w.w.	30- 3-'63
Rotterdam	180	Groosman	Stam	v.s.	30- 4-'63
Emmen	30	Gem. Werken	Knoop & Giezen	w.w.	30- 4-'63
Stadskanaal	32	Martini	Knoop & Giezen	w.w.	30- 4-'63
Zwijndrecht	225	Bakker	Stam	w.w.	30- 5-'63
Hengelo	66	Van Broekhuizen	Knoop & Giezen	pr.	30- 5-'63
Hoogeveen	72	Bulder	Knoop & Giezen	w.w.	30- 8-'63
Hoogezand	72	Bulder	Knoop & Giezen	w.w.	30- 8-'63
Brielle	29	Bakker	Stam	v.s.	30- 9-'63
Brielle	42	Bakker	Stam	v.s.	30- 9-'63
Zwijndrecht	110	Bakker	Stam	pr.	30-10-'63
Hoogezand	66	Bulder	Knoop & Giezen	pr.	30- 2-'64
Groningen	78	Martini	Knoop & Giezen	v.s.	30- 3-'64
Den Haag	39	Bakker	Stam	v.s.	30-10-'64
Stadskanaal	49	Martini	Knoop & Giezen	w.w.	30-11-'64
Haren	39	Martini	Knoop & Giezen	w.w.	30-11-'64
Sliedrecht	160	Bakker	Seriebouw N.V.	w.w.	30-12-'64
Hoensbroek	120	Wolt	Stam	w.w.	30-12-'64
Hengelo	270	Van Broekhuizen	Knoop & Giezen	pr.	30- 1-'65
Hoensbroek	120	Wolfs	Stam	w.w.	30- 4-'65

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunningsdatum*
Brielle	330	Bakker	Stam	w.w.	30- 4-'65
Haren	27	Martini	Knoop & Giezen	pr.	30- 5-'65
Eelde	30	Martini	Knoop & Giezen	pr.	30- 5-'65
's-Gravenzande	89	Bakker	Heybeek	w.w.	30- 1-'66
De produktie-omvang van het systeem Bakker VB is bescheiden:					
Veenendaal	179	Nieuwenhuis	Van Elst	w.w.	1966
Voorburg	84	Bakker	Brandwijk	v.s.	1966

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit, die zeer rekbaar is, werd door de promotor geraamd op 1000 woningen per jaar.
Produktiesnelheid: geen opgave.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaats zou genoemd kunnen worden: 20 eengezinshuizen of 50 middelhoge woningen. Deze aantallen kunnen tevens als de minimale seriegrootte worden beschouwd.

6.5 *Ontwikkelingen*
Het systeem Bakker VB is thans bezig plaats te maken voor een nieuw gietbouwsysteem 'Bakker-NWR', waarvan binnenkort een attest is te verwachten. In het systeem Bakker VB wordt thans niet meer geproduceerd.

7 Organisatiestructuur

Het systeem Bakker VB is een volledig open systeem, waarbij nauwelijks van een bepaalde organisatiestructuur is te spreken. De promotoren hebben geen vaste relaties met architecten en ook geen vaste relaties met aannemers. Slechts met de betonfabrieken die over mallen voor de betonblokken beschikken, bestaan, tamelijk vrijblijvende, relaties. Dit zijn de firma Bax te Liempde en de betonfabriek Spreij te Alphen aan den Rijn.
Het systeem Bakker VB is het enige van de in dit boek behandelde bouwmethoden dat grotendeels in handen is van een architectenbureau.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem Bakker is vrij veel ervaring opgedaan. De ervaring met het systeem Bakker VB is gering. Een apart probleem bij dit zeer open systeem is een goed lopende terugkoppeling waardoor van de opgedane ervaring effectief kan worden geprofiteerd.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De optimale bouwhoogte is 4 à 5 lagen. Het maximum is circa 20, het minimum 2 lagen. Het attest geldt tot maximaal 5 lagen.
De optimale bloklengte is 6 à 8 woningen.

8.3 *Ontwerp*
Elk redelijk ontwerp is in het systeem Bakker VB te realiseren.
Het systeem is volkomen open.

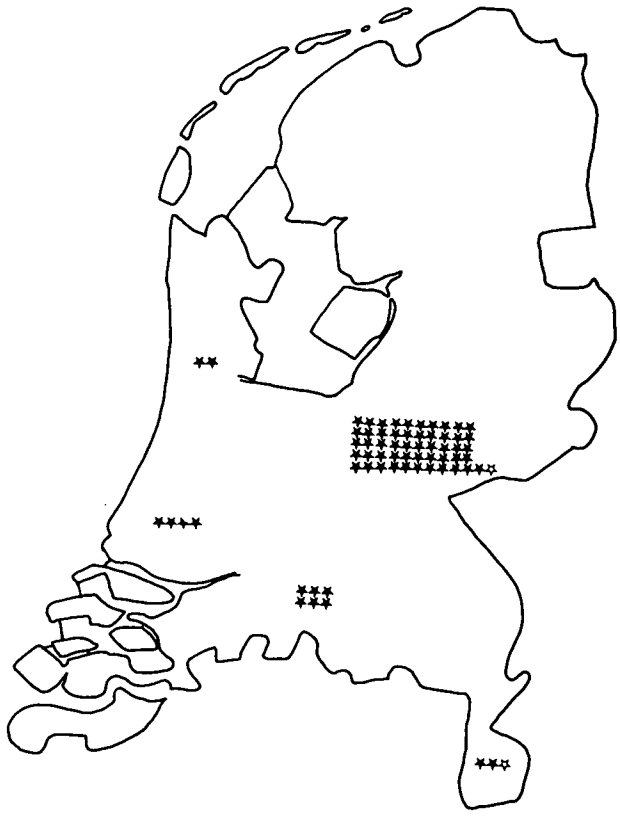
9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem Bakker VB voor woningbouw.* Rotterdam 1964.
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur systeem Bakker buitenmuur.* Rotterdam 1959.
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur systeem Bakker bouwmuur en binnenmuur.* Rotterdam 1959.

10.4 Pé-Gé

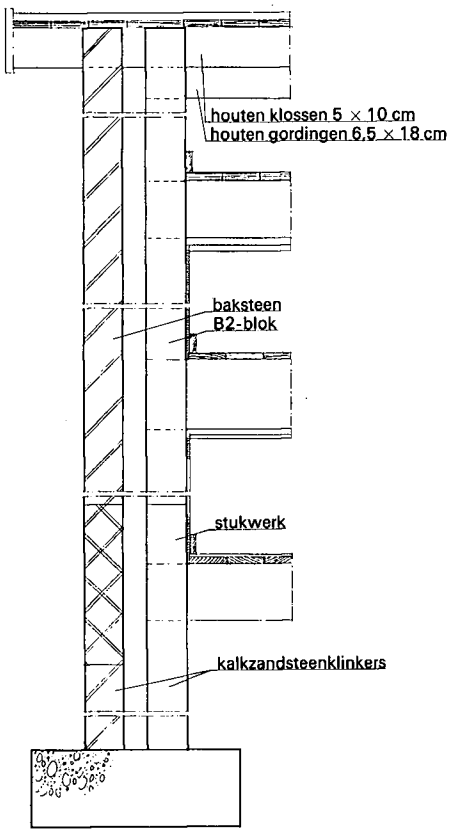
Promotor: Guelen N.V., Timmerfabriek, Aannemings Mij,,
Verkoop- en Exploitatie Mij.,
Kasteellaan 51, Wychen.
Tel. (08894) 31 35

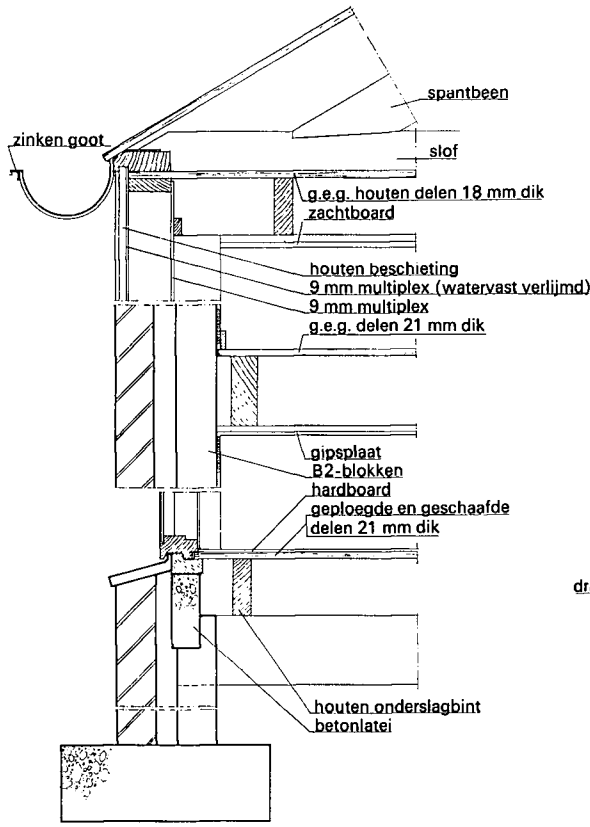
Bouwkeur: 1962

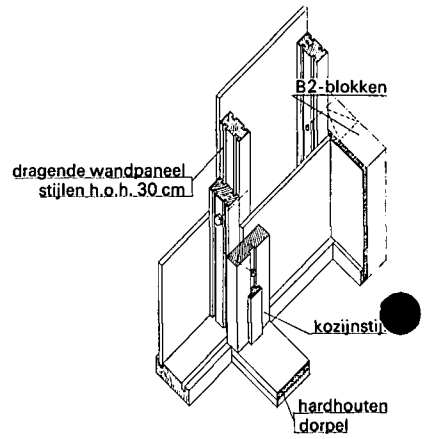


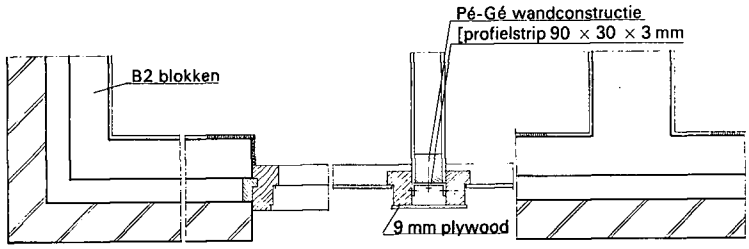
Voorbeeldproject

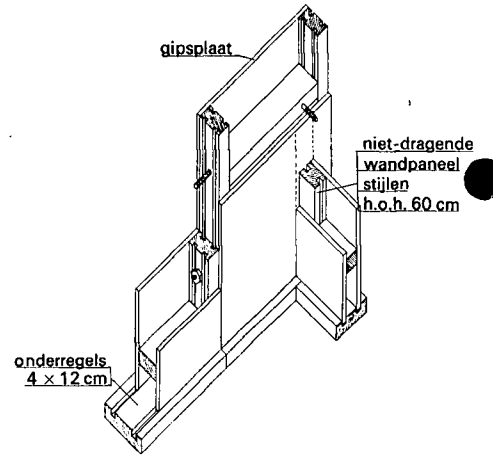
24 eengezinshuizen (woningwet) te Bergeyk.
Opdrachtgever: gemeente Bergeyk.
Architectenbureau: W. K. M. Sluitman, Wychen.
Uitvoerend bouwbedrijf: Guelen N.V. Aannemingsmij., Wychen



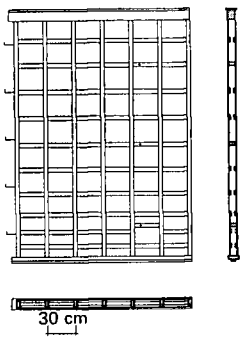




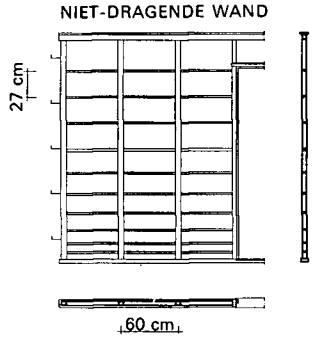


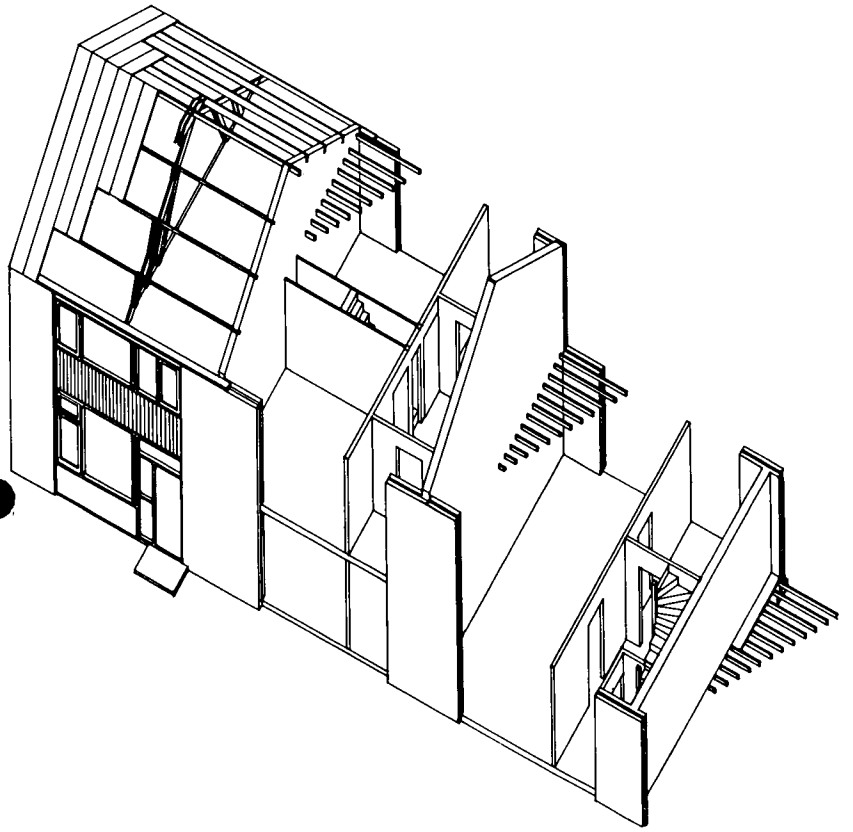


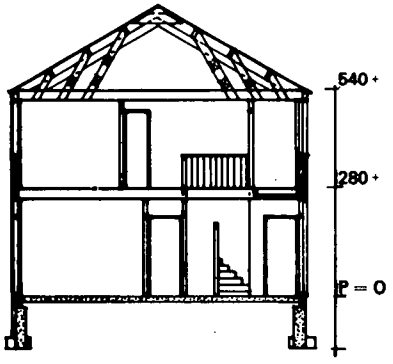
DRAGENDE WAND

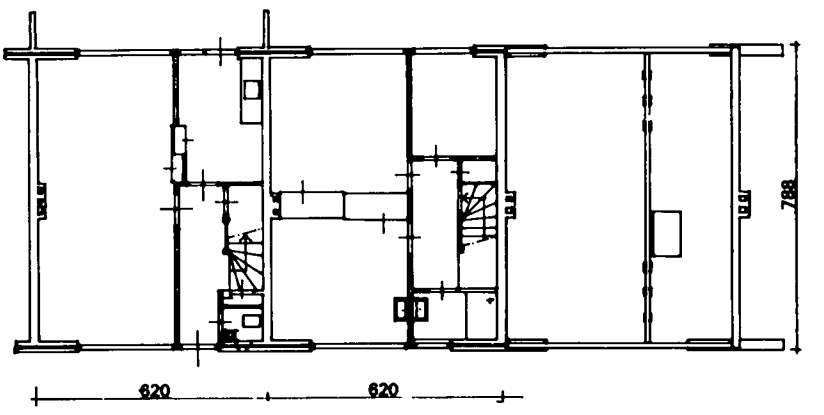


NIET-DRAGENDE WAND






540+
280+
P = 0


788
620
620

1 Grondprincipe

Stapelbouwmethode, deels lichte montagebouwmethode voor laagbouw, waarbij bouwmuren worden gemaakt van B2-blokken, een dragende binnenwand van verdiepinghoge houten panelen, grotendeels geprefabriceerde vloeren van hout, gevels van metselwerk en geprefabriceerde montagekozijnen.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*
De bouwmuur is een traditioneel gemetselde muur van B2-blokken.

2.1.2 *Gevel*
De gevels bestaan uit een spouwconstructie van metselwerk en uit verdiepinghoge houten montagekozijnen. Kozijnen, ramen en deuren worden vooraf op de timmerfabriek gegrond. De puien worden onbeglaasd aangevoerd. Ramen en deuren zijn reeds afgehangen, en in schuurverf afgewerkt.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*
Het meest karakteristieke voor het systeem Pé-Gé is de binnenwandconstructie, welke is opgebouwd uit panelen met een hoogte gelijk aan de verdiepinghoogte, en een dikte van 9 cm voor de dragende en 5,5 cm voor de niet-dragende wanden.
De dragende wanden rusten op de balklagen via een stellat van 2,2 × 5 cm.
De verankering vindt plaats door twee ter steek ingeslagen draadnagels 48/7 per balk. De vloerbalken dragen op de wanden door middel van een schroot van 2 × 12 cm, en worden bevestigd door vanaf de zijvlakken twee ter steek ingeslagen draadnagels 48/7 per balk.
De niet-dragende wanden rusten met de onderregel rechtstreeks op het vloerhout, waaraan zij worden bevestigd met ter weerszijden ter steek ingeslagen draadnagels 33/10. Aan de bovenzijde worden de wanden aan de plafondtengels bevestigd.
Een schroot van 2 × 9,5 cm is tussen de tengels op de bovenzijde van de wand gespijkerd voor de bevestiging van de plafondafwerking.

2.1.4 *Vloeren*
De vloeren van de grote beuk zijn traditionele houten balklagen, met delen twee aan twee gelegd.
Voor de kleine beuk worden vloeren toegepast van spanbeton of perfora-'elementen'.

2.2 *Fabricage*
De prefabricage van dragende en niet-dragende binnenwanden, puien en houten vloeren vindt plaats in de timmerfabriek te Wychen. De spanbeton- of perfora-elementen worden in de betonafdeling van deze zelfde fabriek gemaakt. De balklagen worden reeds op de fabriek van gripankers voorzien.

2.3 *Uitvoering*
De uitvoering geschiedt in het algemeen vrij traditioneel. Met behulp van een mobiele kraan worden de wandpanelen en andere grotere geprefabriceerde onderdelen gesteld. De vloerbalken worden zodanig geplaatst, dat zij rechtstreeks ondersteund worden door de stijlen in de geprefabriceerde wandpanelen.

2.4 *Materialen*
De panelen voor de dragende wanden bestaan uit een houten raamwerk met stijlen van 4 × 7 cm, een bovenregel van 9,5 × 7 cm, een onderregel van 4 × 12 cm en enkelvoudige tussenregels van 4 × 7 cm of dubbele tussenregels van 2 × 4,7 cm. Deurkozijnen, met stijlen zwaar 4 × 12 cm, zijn in de panelen van 9 cm dikte opgenomen; bij een wanddikte van 5,5 cm zijn de stijlen van de deurkozijnen 4 × 8,5 cm. Voor de smallere openingen worden stijlen van 6 × 7 of 7 × 7 toegepast. De hartafstand van de stijlen en de regels en/of tussenregels is ten hoogste 30 cm. Het raamwerk is aan beide zijden bekleed met daarop gelijmde en gespijkerde gipsplaten van 9,5 mm dikte.
De panelen voor de niet-dragende wanden bestaan uit een houten raamwerk met stijlen van 3,5 × 6 cm, een bovenregel van 3,5 × 6 cm, een onderregel van 4 × 8,5 cm, één tussenregel van 3 × 3,5 cm op halve deurhoogte en verder tussenregels van 2 × 3,5 cm Deurkozijnen, met stijlen zwaar 4 × 8,5 cm zijn in de panelen opgenomen.
De hartafstand van de stijlen is ten hoogste 60 cm, die van de regels en/of tussenregels ten hoogste 30 cm. Het raamwerk is aan beide zijden bekleed met daarop gelijmde en gespijkerde gipsplaten van 9,5 mm dik.
De begane-grondbalklagen worden in de fabriek in houtzout gedompeld. Eveneens worden de onderkanten van de houten vloerdelen voor de begane grond met houtzout behandeld.
De koppen van alle balklagen en kaphout, alsmede met metsel- of betonwerk in aanraking komend houtwerk worden op de fabriek gemenied.
De balken worden gedompeld in basileum.

2.5 *Afwerking*
De wandpanelen worden met blauw pleisterwerk afgewerkt. De overige wandconstructies worden op traditionele wijze van een raap- en pleisterlaag voorzien.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Geen gegevens beschikbaar.

3.2 *Geluidwering*
Geen gegevens beschikbaar.

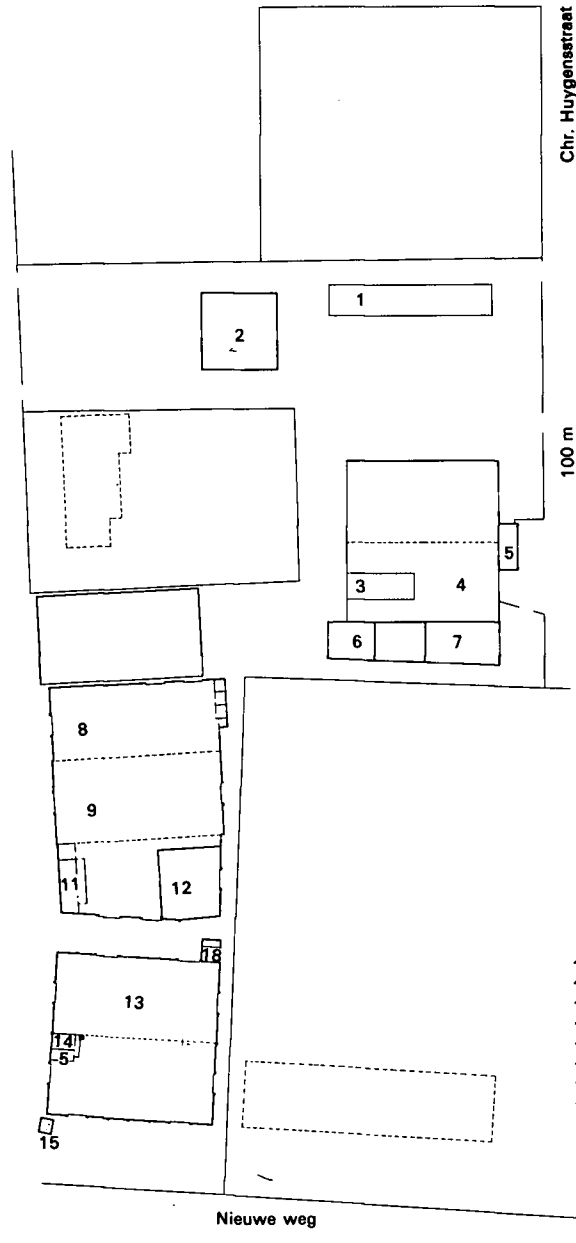
3.3 *Diversen*
De gipsplaten waarmee de panelen bekleed zijn, bieden de mogelijkheid voor het ophangen van lichte voorwerpen; spijkers e.d. voor het ophangen van zwaardere voorwerpen moeten worden aangebracht in stijlen of regels.

4 Materieel en hulpmaterieel

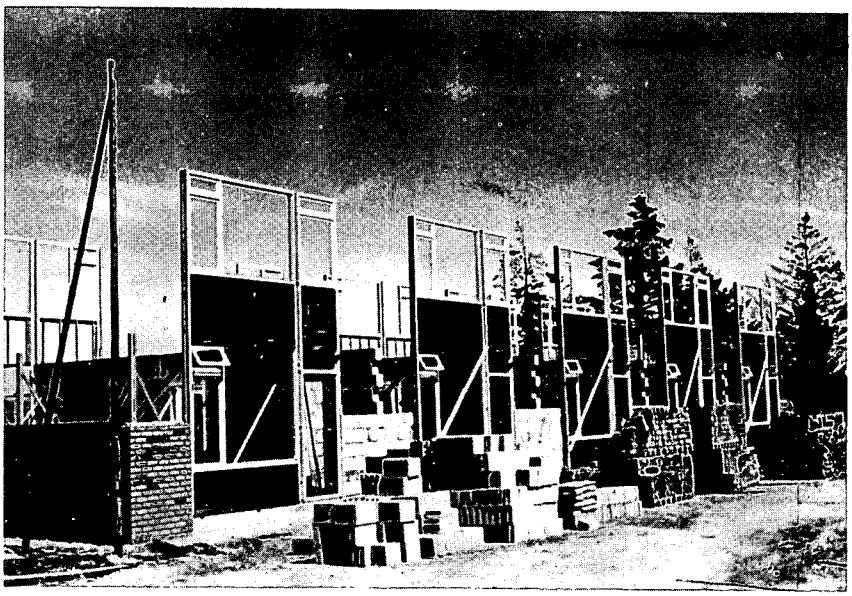
4.1 *Bij de fabricage*
De fabricage van de vloeren en binnenwanden vindt plaats in een timmerfabriek. In deze timmerfabriek is ca. *f* 1.000.000,— geïnvesteerd. De afschrijving van de machines is 20% per jaar.

4.2 *Bij het transport*
Het transport vindt plaats per trailer (één woning per trailer). De transportkosten bedragen *f* 200,— per woning. Er is een contract met Burgers Transporten, Kasteellaan 85, Wychen. Het grootste bouwelement weegt 575 kg.

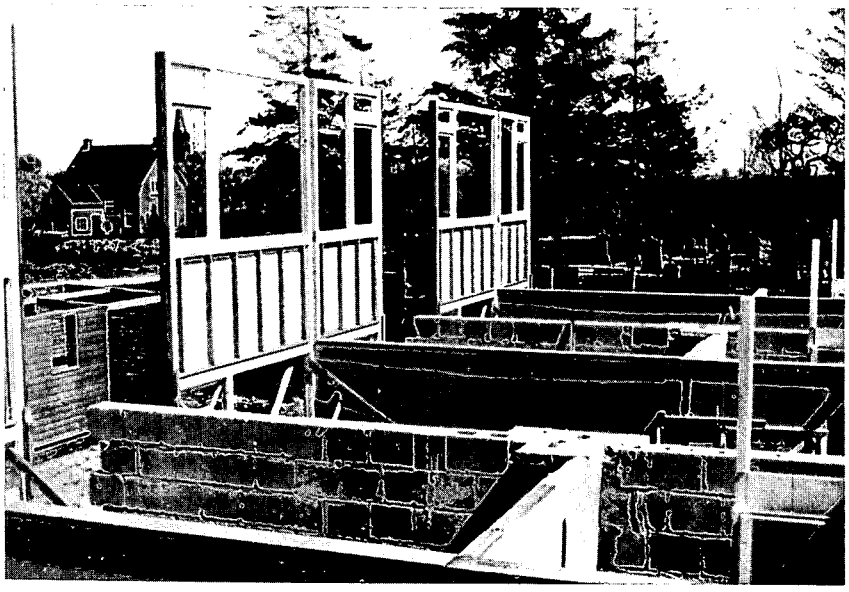
4.3 *Bij de uitvoering*
De firma Guelen beschikt over 7 mobiele kranen:
1 Fuchs
1 Liebherr



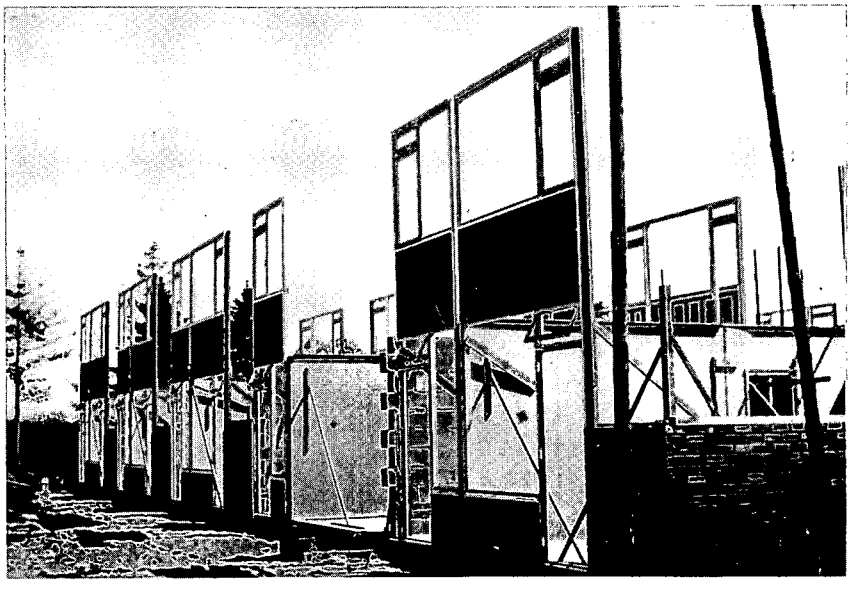
10.4.1 Fabrieksterrein Guelen nv Wychen .



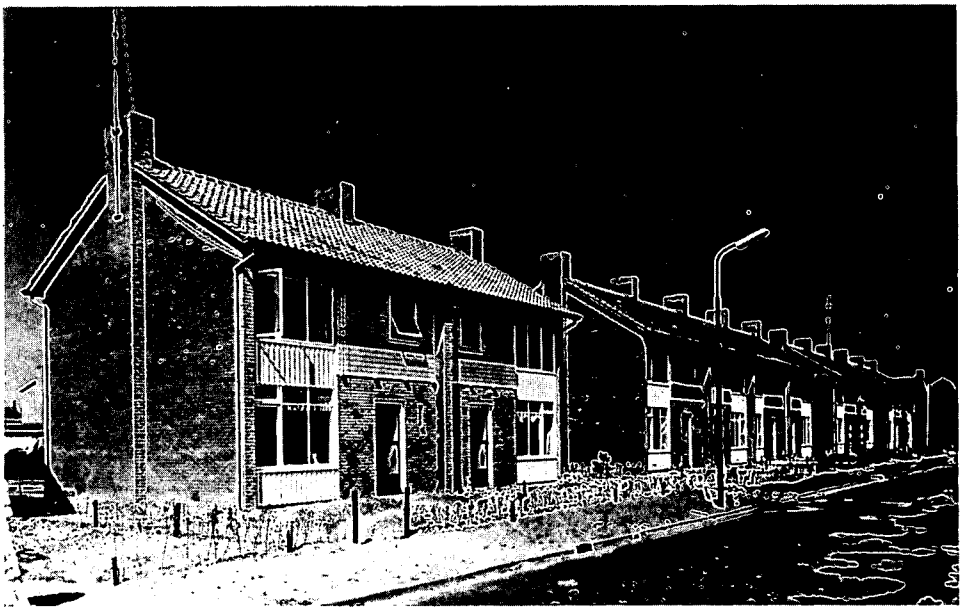
10.4.2 Woningen in aanbouw, de gevelpuien zijn gesteld
(foto : archief Guelen)



10.4.3 Overzicht van de draagconstructie : gemetselde perceelscheidingen en verdiepinghoge houten panelen als tussendraagwanden
(foto : archief Guelen)



10.4.4 De achtergevel in wording
(foto : archief Guelen)



10.4.5 Eengezinshuizen
('tweede type')
(foto : archief Guelen)



10.4.6 Bejaardenwoningen
(foto : archief Guelen)

5 Potain
De capaciteit van elk is 600 kg, de kosten bedragen *f* 23.000,— per stel. De afschrijving van de kranen is 20% per jaar.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Per bouwplaats is de gemiddelde arbeidsbezetting 18 arbeiders.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Volgens de promotor vergt de fabricage 152 manuren per woning (50 : machinaal timmerwerk, 93 : montage, 9 transport).

5.2.2 *Op het werk*
Volgens opgave van de promotor vergt de uitvoering op de bouwplaats circa 500 manuren, als volgt gespecificeerd :

grond- en betonwerk	60 manuren
timmerwerk opbouw	130 manuren
metselwerk opbouw	190 manuren
timmerwerk afbouw	100 manuren
afmaken, afmonteren	15 manuren
oplevering	5 manuren
onderaannemers (loodgieters, elektriciens, schilder, tegelzetter, behanger, stukadoor, pannendekker, voeger)	150 manuren

Deze opgave is gebaseerd op begrotingen en nacalculaties van de N.V. Guelen. Er wordt regelmatig samengewerkt met Bedaux Nederland N.V. te Amsterdam.

5.3 *Verlet*
Als bij traditionele bouw.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Door de behoefte aan meer geprefabriceerde woningen is de familie Guelen, bestaande uit vader en zes zoons, op de gedachte gekomen van het vervaardigen van woningen volgens het systeem Pé-Gé. Na vele proeven is het eerste plan in 1956 van start gegaan. In de loop der jaren zijn in samenwerking met architect Sluitman te Wychen diverse typen uitgebracht.
In 1958 werd de heer P. H. Guelen op de Houtdag te Amsterdam de Zilveren Molen uitgereikt i.v.m. de succesvolle uitwerking van het begrip houtrijke bouw.

6.2 *Produktie-omvang*
Van de produktie-omvang tot 1-1-1968 geeft onderstaande tabel een beeld :

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1966	680	5300
1-1-1967	740	6040
1-1-1968	840	6880
gemiddelde in de laatste 3 jaren	750	

Naar provincie en financieringssector is de verdeling :

	woning-wet	*premie*	*vrije sector*
Gelderland	4520	620	–
Noord-Brabant	180	420	–
Limburg	–	280	–
Zuid-Holland	270	110	20
Noord-Holland	140	40	20

In totaal is circa 75% gerealiseerd in de woningwetsector.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
Afhankelijk van de bezetting van de bouwplaats is de bouwsnelheid 1 tot 2 woningen per week. De produktiecapaciteit is 700 à 900 woningen per jaar.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang wordt door de promotor een aantal van 12 opgegeven. Als minimale seriegrootte wordt een aantal van 40 à 50 opgegeven.

6.5 *Ontwikkelingen*
Getracht wordt het systeem verder te perfectioneren, o.a. tot bejaardenwoningen in één bouwlaag en bungalows.

7 Organisatiestructuur
Als hoofdaannemer treedt gewoonlijk de firma Guelen N.V. op, die tevens als promotor optreedt en over een timmerfabriek beschikt.
De firma's Elschot te Bredevoort, Gebr. Van Dijk te Nieuwveen, Gebr. Heemskerk te Nieuwkoop, en Gebr. Sengers te Bergeyk treden ook als aannemer op, maar betrekken de wanden van Guelen N.V.
Met onderaannemers bestaan veel historisch gegroeide bindingen. Voor het ontwerp wordt samengewerkt met architect W. K. M. Sluitman te Wychen.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Er is met het systeem veel ervaring opgedaan, met name in de woningwetsector.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Als bij rationele traditionele bouw.

8.3 *Ontwerp*
In het systeem zijn reeds kleine series woningen in één en twee lagen te realiseren.
Het is echter een gesloten systeem, waarbij ontwerp en fabricage aan elkaar zijn gekoppeld. Het is niet zonder meer mogelijk voor een opdrachtgever door een eigen architect een nieuw ontwerp te doen realiseren in het systeem Pé-Gé.

8.4 *Actieradius*
De actieradius van de eigen bouwploeg is circa 75 km rondom Nijmegen. Daarbuiten worden andere aannemers ingeschakeld.

9 Literatuur

Pé-Gé binnenmuurconstructie. *Documentatie Bouwwezen* (B2.o.i.) Rotterdam, 1963.
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur Systeem Pé-Gé binnenmuurconstructie.* Rotterdam ,1962.

10.5 HUCO

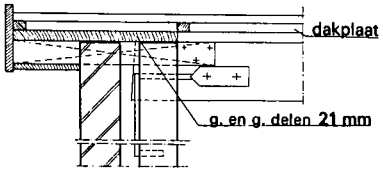
Promotor: Bouwbedrijf J. Th. ter Huurne N.V.
Haaksbergen.
Tel. (05427) 18 83.

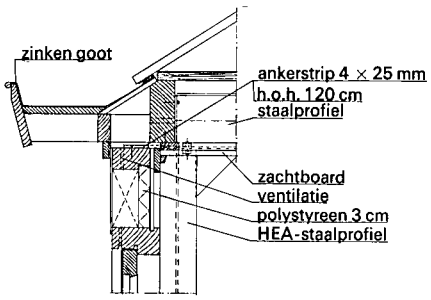
Attest: 1968

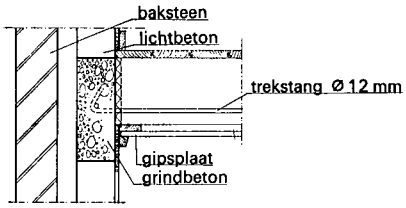


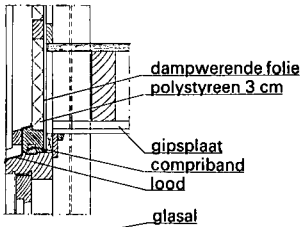
Voorbeeldproject

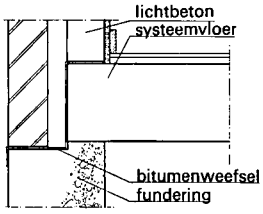
52 eengezinshuizen (woningwet) te Neede.
Opdrachtgever: gemeente Neede.
Architectenbureau: H. Q. M. Michon en J. A. Scholten, Haaksbergen.
Uitvoerend bouwbedrijf: Bouwbedrijf J. Th. ter Huurne N.V., Haaksbergen.

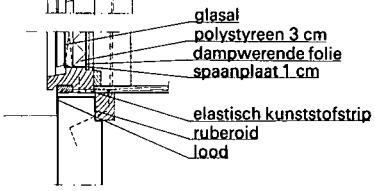

dakplaat
g. en g. delen 21 mm

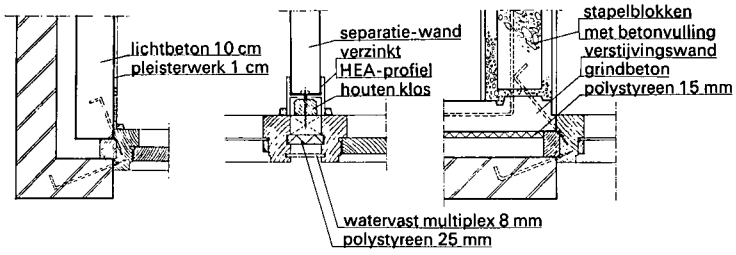

zinken goot
ankerstrip 4 × 25 mm
h.o.h. 120 cm
staalprofiel
zachtboard
ventilatie
polystyreen 3 cm
HEA-staalprofiel

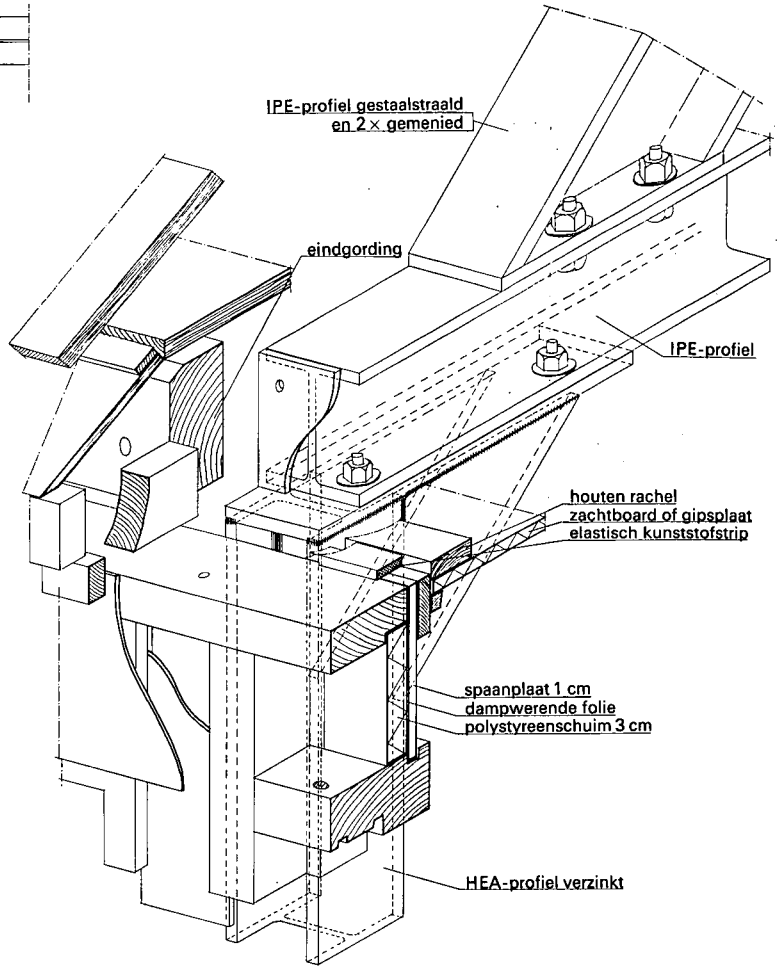

baksteen
lichtbeton
trekstang Ø 12 mm
gipsplaat
grindbeton

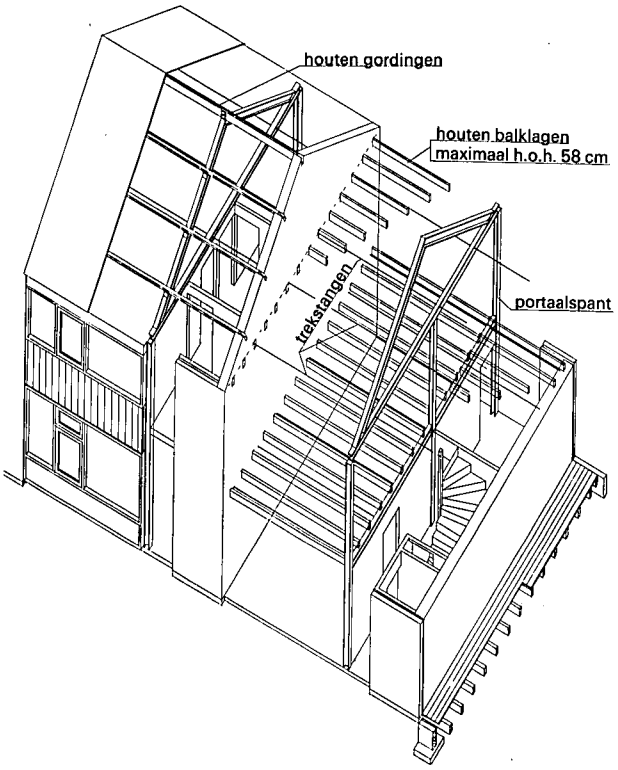

dampwerende folie
polystyreen 3 cm
gipsplaat
compriband
lood

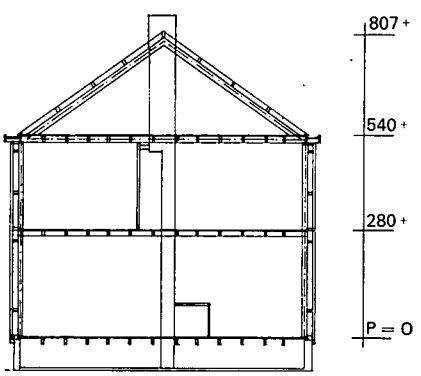

lichtbeton
systeemvloer
bitumenweefsel
fundering

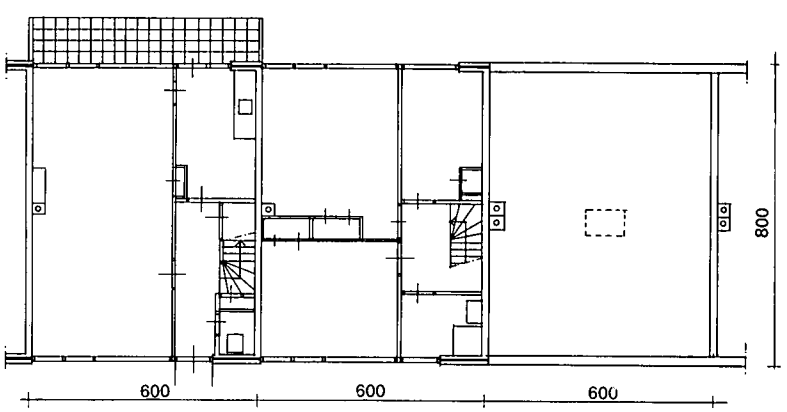

glasal
polystyreen 3 cm
dampwerende folie
spaanplaat 1 cm
elastisch kunststofstrip
ruberoid
lood


lichtbeton 10 cm
pleisterwerk 1 cm
separatie-wand
verzinkt
HEA-profiel
houten klos
stapelblokken
met betonvulling
verstijvingswand
grindbeton
polystyreen 15 mm
watervast multiplex 8 mm
polystyreen 25 mm


IPE-profiel gestaalstraald
en 2 × gemenied
eindgording
IPE-profiel
houten rachel
zachtboard of gipsplaat
elastisch kunststofstrip
spaanplaat 1 cm
dampwerende folie
polystyreenschuim 3 cm
HEA-profiel verzinkt


houten gordingen
houten balklagen
maximaal h.o.h. 58 cm
portaalspant
trekstangen


807 +
540 +
280 +
P = 0


800
600
600
600

1 Grondprincipe

Stapelbouwmethode voor laagbouw, waarbij tussen de van holle blokken gestapelde bouwmuren die in het werk met grindbeton worden gevuld, een stalen draagconstructie de houten vloeren en het dak ondersteunt en waarbij in het werk gestort grindbeton voor de langsstijfheid zorg draagt. Tot het eigenlijke systeem behoren alleen de stalen draagwandconstructie en de grindbetonnen verstijvingswanden.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Stalen draagconstructie*

Per woning worden de vloerbalklagen en dakgordingen tussen de bouwmuren, c.q. bouwmuur en eindgevel, ondersteund door een stalen draagconstructie, samengesteld uit geprefabriceerde onderdelen, nl. twee gevelhoge kolommen bij voor- respectievelijk achtergevel, twee liggers ter hoogte van de verdieping respectievelijk zoldervloer, twee verdiepinghoge tussenkolommen alsmede een spant. De onderdelen van de staalconstructie worden onderling gekoppeld d.m.v. aangelaste koppelplaten ter verankering aan de fundering.

2.1.2 *Verstijving*

In langsrichting worden verstijvingswanden c.q. binnenspouwbladen van langsgevelpenanten toegepast van het in het werk gestort grindbeton met een minimumdikte van 10 cm, voorzien van wapening. De verstijvingswanden zijn per verdieping voorzien van 3 doorgaande, horizontale wapeningstaven Ø 8 h.o.h. 1,00 m ter verankering aan de bouwmuren die tevens dienst doen als verankering van de daarop aansluitende montagekozijnen. Voor vervaardiging wordt een voor het systeem ontworpen houten bekisting toegepast.

2.1.3 *Overige constructies*

De bouwmuur wordt samengesteld uit holle A.B.B.-stapelblokken van middelzware beton met een dikte van minimaal 18 of 25 cm, die in het werk met grindbeton worden gevuld en aan weerszijden worden afgepleisterd.
De kopgevel wordt uitgevoerd als een traditionele spouwmuur met dien verstande, dat het binnenspouwblad wordt samengesteld uit gasbetonelementen met een dikte van 10 cm volgens een geldig kenmerkblad; de spouwbladen worden onderling gekoppeld door 4 spouwankers Ø 4 per m².
De langsgevel wordt samengesteld uit houten montagekozijnen met een breedte overeenkomend met de afstand tussen de penanten, bestaande uit het als verstijvingswand functionerend betonnen binnenspouwblad, aan de spouwzijde bekleed met 1,5 cm dik polystyreenschuimplaat, en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk, gekoppeld door spouwankers Ø 4 op onderlinge afstanden van maximaal 1,00 m in horizontale en 0,60 m in verticale richting. Borstweringen bestaan uit een vocht- en schimmelbestendige spaanplaat, een dampwerende folie, 3 cm polystyreenschuim, een zwak geventileerde spouw en een buitenbekleding van weerbestendig materiaal (Redwood, aluminium, glasal of iets dergelijks).
Separatiewanden worden samengesteld uit lichte wandelementen van gips of met een gipsplaatbekleding, gasbeton of iets dergelijks volgens een geldig kenmerkblad.
Vloeren worden op traditionele wijze uitgevoerd in hout, eventueel met platen multiplex, dik 19 mm, in verband gelegd en onderling verbonden door messing en groef.

De begane-grondvloer wordt geheel of gedeeltelijk uitgevoerd als systeemvloer volgens een geldig modelblad. De vloer in de natte cel op de verdieping wordt vervaardigd van in het werk gestort grindbeton.
Het dak wordt uitgevoerd als een traditioneel pannendak, eventueel met een beschot van dakplaten volgens een geldig certificaat, zonodig in combinatie met een extra warmte-isolerende laag.

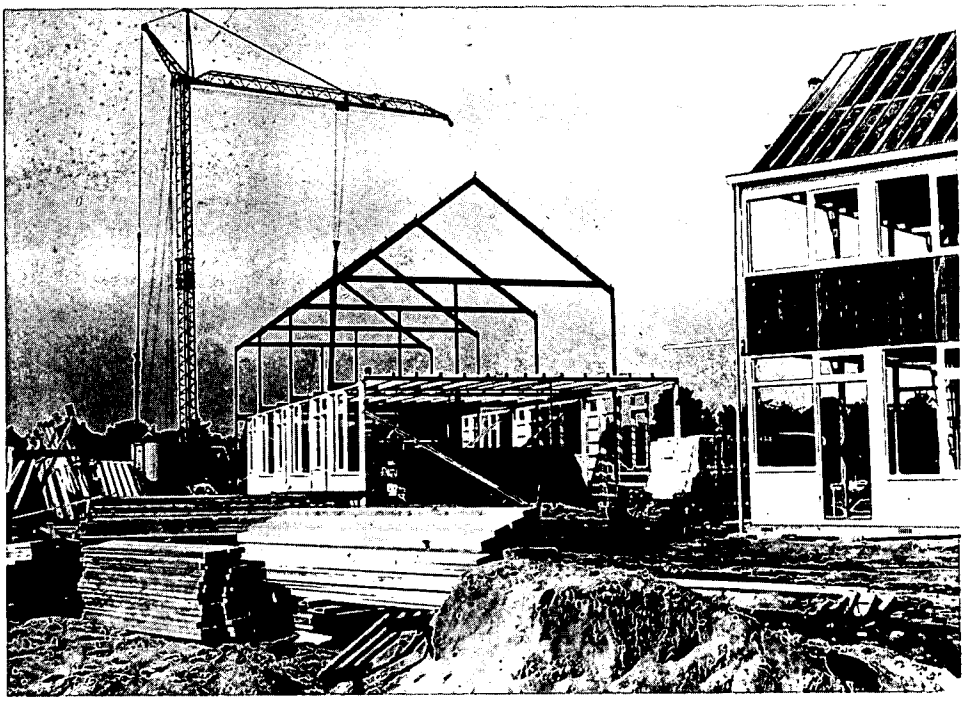
2.2 *Fabricage*

De onderdelen van de stalen draagconstructie en het machinale timmerwerk worden in een fabriek te Haaksbergen geprefabriceerd.

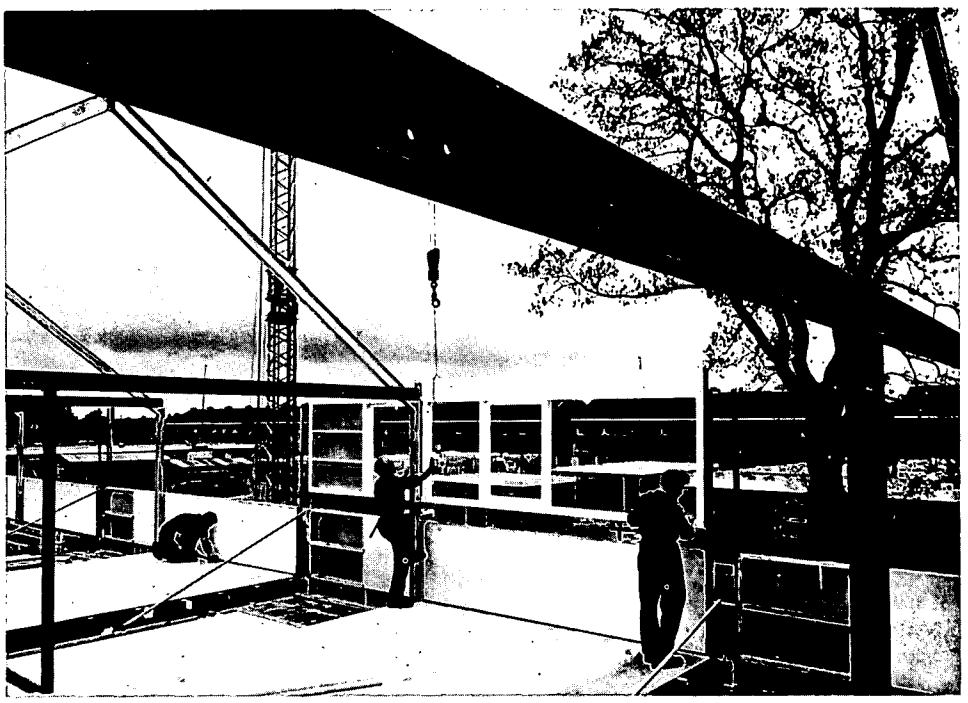
2.3 *Uitvoering*

Bij de montage van een HUCO-woning kunnen de volgende fasen worden onderscheiden:
1 Opstellen montage-eenheden
2 Spanten monteren (op de grond)
3 Spant en puien begane grond stellen
4 Rekken begane grond en balklaag eerste verdieping stellen (grote travee)
5 Stapelen ABB-blokken begane grond
6 Rekken, schotten begane grond en balklaag eerste verdieping stellen (kleine travee)
7 Borstwering en voorpui begane grond stellen
8 Verdiepingvloeren en trekstangen aanbrengen
9 Begane grond constructie stortklaar maken
10 Storten begane grond
11 Puien verdieping stellen
12 Rekken eerste verdieping en balklaag tweede verdieping stellen (grote travee)
13 Stapelen ABB-blokken verdieping
14 Rekken, schotten eerste verdieping en balklaag tweede verdieping stellen (kleine travee)
15 Borstwering en voorpui verdieping stellen
16 Zoldervloeren en trekstangen aanbrengen
17 Verdiepingsconstructie stortklaar maken
18 Storten verdieping
19 Goten plaatsen en africhten

De draagconstructies worden door ingestorte ankerbouten verankerd aan de fundering en tijdelijk afgeschoord.
De pui-elementen worden via houten klossen en een houten tussenstijl verankerd aan de stalen gevelkolommen met houtdraadbouten h.o.h. 50 cm, alsmede aan de begane-grondvloer met stripijzers h.o.h. 120 cm.
De verdieping-balklagen worden bij stalen liggers opgelegd en ter plaatse van de woningscheidingen tijdelijk ondersteund door montage-raamwerken, waartussen de muurblokken zijn gestapeld; de balklagen worden daarna door middel van stalen trekstangen Ø 12 – zoveel mogelijk h.o.h. 140 cm – stijf opgesloten tussen stalen liggers. Nadat de pui-elementen met strijkankers h.o.h. 120 cm zijn gekoppeld aan de verdieping-balklagen wordt het vloerbeschot van de verdiepingvloeren aangebracht.
Vervolgens worden de bekistingen voor de verstijvingswanden en de bijbehorende ankerstaven gesteld. Het beton van de verstijvingswanden wordt tegelijkertijd gestort in de holle stapelblokken van de bouwmuren. Na voldoende verharding worden de bekistingen en montage-raamwerken verwijderd.
Nadat op overeenkomstige wijze de verdieping is opgebouwd, worden de dakconstructie en de eindgevel aangebracht en volgt ten slotte de verdere afwerking.
Een zeer gedetailleerde beschrijving van de uitvoering is te vinden in het rapport 'Montage HUCO-woning' van het Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V., dat is gebaseerd op een bouwtempo van 5 woningen per week.
Aan dit rapport is fig. 10.5.1 ontleend die een goede opstelling weergeeft van de montage-eenheden.



10.5.1 De stalen portalen zijn gesteld ; de gevelpuien worden nu aangebracht (foto : Meyer, Enschede)



10.5.2 Montage van de gevelelementen (foto : Meyer, Enschede)

2.4 *Materialen*
De stalen gevelkolommen en verbindingsmiddelen als stripijzers, ankerbouten e.d. zijn thermisch verzinkt met ten minste 500 gram zink per m²; de overige onderdelen van de stalen draagconstructie zijn gestaalstraald en 2 × behandeld met loodmenie. Voor zover de stalen onderdelen in aanraking komen met beton, metselwerk e.d. worden zij bovendien gebitumeerd.
Het toegepaste grindbeton is van de kwaliteit K 160 volgens NEN 1009 (G.B.V. 1962) met een minimum cementgehalte van 275 kg/m³.
Het volumegewicht van het grindbeton en van het middelzwaar beton van de stapelblokken is zodanig, dat de afgewerkte bouwmuren bij een blokdikte van 18 respectievelijk 25 cm een gewicht hebben van ten minste 360 respectievelijk 540 kg/m².
De gasbetonblokken bij eindgevels hebben een volumegewicht van maximaal 700 kg/m³; deze blokken alsmede die voor het samenstellen van de separatiewanden worden droog getransporteerd, opgeslagen en verwerkt, een en ander volgens een geldig kenmerkblad.
Het toegepaste polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³; de bevestiging hiervan tegen het betonwerk geschiedt met een waterbitumenemulsie o.d.
Het polystyreenschuim in de puiborstweringen heeft een volumegewicht van ten minste 20 kg/m³.
Het eventueel toegepaste multiplex is vervaardigd van Douglas Fir (Oregon Pine), verlijmd met fenolformaldehyde in de klasse 'Exterieur 1', volgens de T.K.H. 1965.

2.5 *Afwerking*
De stalen kolommen bij de begane grond en, in geval van een bewoonbare kapruimte, ook bij de verdieping worden zodanig afgewerkt met een bekleding (Pical, Nobranda o.d.) dan wel met een speciale verflaag (Unitherm o.d.), dat de constructie een brandwerendheid heeft van ten minste 30 minuten.
Verdiepingsvloeren worden aan de onderzijde afgewerkt met een plafond van gipsplaten; zoldervloeren worden in geval van een onbewoonbare kap voorzien van een zachtboardplafond o.d.
Wanden en plafond worden op traditionele wijze afgewerkt met behang, verf, betegeling o.d.
In natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van naden, waterdicht afgewerkt.
De verstijvingswanden behoeven, dank zij de toepassing van een speciale houten bekisting, niet te worden afgepleisterd.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de navolgende warmteweerstand en bijbehorende kwaliteitsklasse worden bepaald:

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels	ca. 0,80	voldoende
Langsgevelpenanten	ca. 0,85	voldoende
Puiborstweringen	ca. 1,20	voldoende

De methode kan derhalve voor de bouw van woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig' of 'voldoende' worden toegepast.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer dan normale flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen voor ruimten die gescheiden worden door ondervermelde constructies, de volgende isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklasse worden aangegeven:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Bouwmuren van 18 cm dikke stapelblokken	0 dB	matig
Bouwmuren van 25 cm dikke stapelblokken	+ 3 dB	goed
Verdiepingvloeren	— 13 dB	matig

De methode is dus geschikt voor de bouw van eengezinsrijenhuizen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig', mits tevens wordt voldaan aan de desbetreffende, overige eisen volgens eerder vermeld normblad.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton van de verstijvingswanden is niet spijkerbaar.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
Geen gegevens beschikbaar.

4.2 *Bij het transport*
Het transport vindt plaats per auto. Voor het vervoer van hulpmaterieel, keten enz. is per bedrijf een 5-tons vrachtwagen met volgwagen beschikbaar. Deze kan een produktiestroom van ± 200 woningen per jaar ruimschoots bedienen. Het vervoer van prefab-artikelen (gevelpuien, separatiewanden, goten etc.) van de diverse fabrieken wordt ook door deze combinatie verzorgd. De kosten hiervan bedragen circa *f* 90,— per woning. De overige materialen worden evenals bij traditionele bouw franco werk geleverd.
Het zwaarste prefab-element weegt 400 kg.

4.3 *Bij de uitvoering*
Bij de bouw wordt gebruik gemaakt van een Besto-kraan (*f* 30.000,—), welke in 5 jaar wordt afgeschreven. De kraan is mobiel (rijdt op luchtbanden), heeft een lengte van 14 m en kan aan de punt 650 kg dragen.
De uitvoerende bouwbedrijven beschikken over in totaal 7 à 8 kranen.

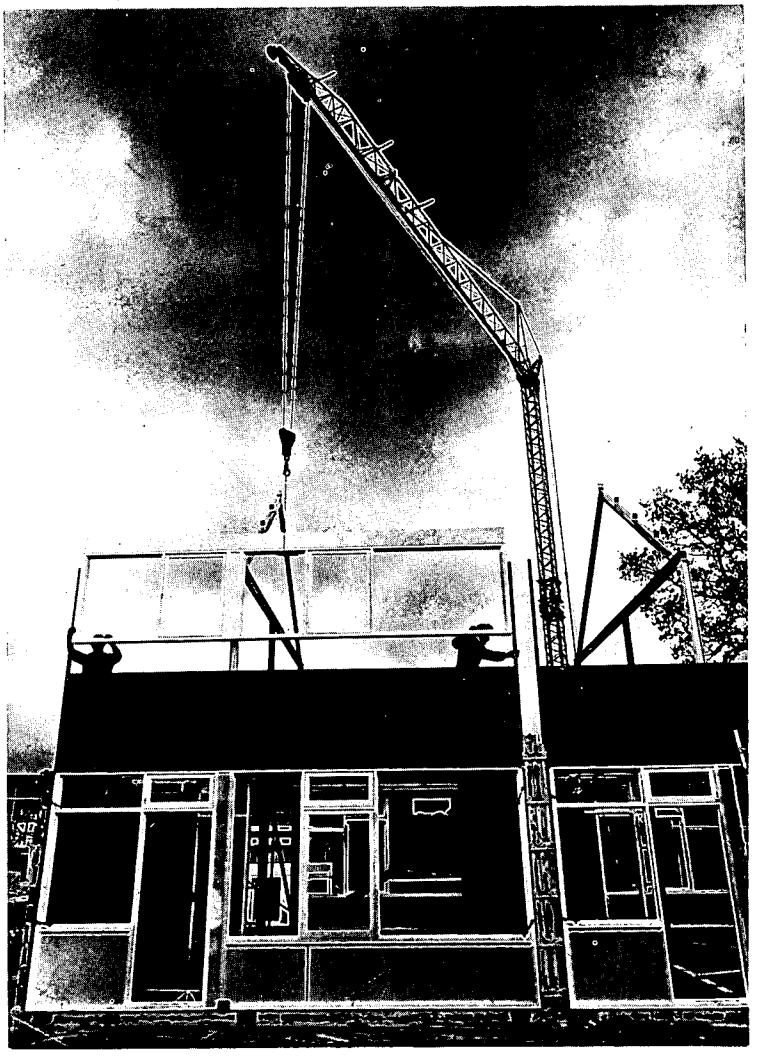
De verstijvingswanden worden in een houten standaardbekisting gestort.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
De arbeidsbezetting is als volgt:
fase 1 = fundering: 10 man
fase 2 = montage + metselwerk (waterdicht): 15 man
fase 3 = binnenmontage (gereed voor schilder): 10 man
fase 4 = afwerking (schilderwerk, bestrating enz.): 10 man
Deze totale bezetting komt op één project alleen voor als alle vier fasen nog in bewerking zijn; dat is bij een serie van bijv. 100 woningen slechts enkele weken.
Aan de eigenlijke montage van de HUCO-woning komen 8 man te pas, verdeeld over 4 ploegen. Fig. 10.5.2 laat zien hoe deze ploegen zijn verdeeld en hoe hun taken op elkaar zijn afgestemd.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Omtrent het aantal manuren in de diverse toeleverende fabrieken zijn geen gespecificeerde gegevens beschikbaar.



10.5.3 Gevel, opgebouwd uit elementen (foto : Meyer, Enschede)



10.5.4 Eengezinshuizen, gerealiseerd in het systeem Huco (foto : Meyer, Enschede)

5.2.2 *Op het werk*
In het rapport 'Montage HUCO-woning' is door het bureau Berenschot het volgende tariefblad opgenomen (* = alleen voor werkzaamheden te verrichten door de montageploeg):

bewerking	*manuren per woning*
* Ontkisten en transport begane grond	3,0
Rijbaan leggen	0,5
Lossen: staalconstructie, balken en vloerdelen, gevelpuien	3,0
Klosjes op balken aanbrengen	1,0
Spanten uitleggen	1,0
Spanten monteren	1,0
* Spant en 2 puien stellen	3,5
* Rekken en balklaag van A	2,5
* ABB-blokken stapelen en transport	2,0
* Rekken en schotten van B	9,0
* Borstwering schotten stellen	1,2
* Vloeren en trekstangen	6,0
* Stortklaar maken	6,0
* Storten	2,0
	41,7 + 20% (=8,3) = 50 (waarvan 41,6: alleen montageploeg)
* Puien verdieping en transport rekken en blokken	4,0
* Rekken en balklaag vak A	2,5
* Stapelen ABB-blokken	1,5
* Rekken en schotten en balklaag vak B	6,0
* Vloeren en trekstangen en schotjes	6,0
* Balklaag	
* Storten	2,0
* Goten leggen en africhten	3,0
Gordingen ravelingen noodspant	4,0
Dakplaten leggen met schroot langs bouwmuur	5,0
* Ontkisten en transport verdieping	4,0
	38,0 + 20% (= 7,6) = 45,6 (waarvan 35: alleen montageploeg)
Totaal	95,6 (waarvan 76,6: alleen montageploeg)

Volgens een rapport van het Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot vergde een complex van 30 woningen te Borne in totaal 20.788 manuren. De bouwtijd van dit complex was 1 jaar (1 juli 1965-1 juli 1966). Per woning werden gemiddeld 693 manuren besteed (bij een gemiddelde woninginhoud van 350 m³ betekent dit per m³ 1,98 manuren), wat neerkomt op een arbeidsbesparing van 53,8 t.o.v. de norm van de Centrale Directie van de Volkshuisvesting en de Bouwnijverheid.
Het project maakte deel uit van een combinatieproject Neede-Haaksbergen-Borne, dat als één bouwstroom is uitgevoerd.
De uren kunnen als volgt worden gespecificeerd:

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
Hoofdaannemer		
bouwplaatsinrichting en uitzetten	195	6,5
fundatie woningen	2.543	84,8
fundatie bergingen	1.211	40,4
ruwbouw woningen	5.422	180,7
ruwbouw bergingen	1.280	42,7
afwerking ruwbouw	2.588	86,3
afwerking woningen	4.006	133,5
totaal hoofdaannemer	17.245	574,9
Onderaannemers		
stukadoor	712	23,7
schilder	2.103	70,1
totaal onderaannemers	2.815	93,8
Installaties		
loodgieter	510	17,0
elektra	227	7,6
totaal installaties	737	24,6
totaal-generaal (ongecorrigeerd)	20.797	693,3

Het aantal geregistreerde verleturen bedroeg 1412 manuren d.i. 47 manuren per woning (lichtverlet: 22 procesuren; vorstverlet: 333 procesuren; regenverlet: 293 procesuren).

5.3 *Verlet*
Door de gedeeltelijk droge montage is het systeem minder kwetsbaar dan traditionele bouw.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Volgens de promotor is het systeem HUCO omstreeks 1966 ontstaan uit de behoefte om kleinere series speciaal voor de kleinere gemeenten met arbeidsbesparing maar zonder grote bouwstroomverplichtingen te kunnen realiseren.
In 1967 werd de HUCO-woning van 4½ verblijfseenheden opgenomen in het supplement vierde collectie keuzeplannen. In 1968 werd een premiewoning van 5½ verblijfseenheden ontwikkeld, terwijl de ontwikkeling van een bejaardenwoning (2½ verblijfseenheden) werd gestart.

6.2 *Produktie-omvang*
Onderstaand schema geeft een beeld van de aantallen opgeleverde woningen tot 1-1-1968:

	aantal opgeleverde woningen voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1966	0	0
1-1-1967	355	355
1-1-1968	209	564
gemiddeld in de laatste 3 jaren	188	

Onderstaande tabel geeft de totaalstand weer van de diverse

complexen van in het HUCO-systeem gerealiseerde en in uitvoering zijnde woningen per 1-7-1968:

gemeente	*straat of plaatsaanduiding van het werk*	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financieringssector*
Neede	Kempershof	45	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	w.w.
Neede	Beatrixstraat	34	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	w.w.
Haaksbergen	Merelstraat	40	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	w.w.
Enter/Wierden		38	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	pr.
Den Ham	Vroomshoop	50	Michon-Scholten	Moes N.V.	w.w.
Dalfsen		74	Michon-Scholten	Moes N.V.	w.w.
Neede	Kempershof	48	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	w.w.
Neede	in den Bos	52	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	w.w.
Meppel	Koedijkslanden	100	Michon-Scholten	Moes N.V.	w.w.
Heerde	Wapenveld	118	Michon-Scholten	Moes N.V.	w.w.
Heerde	Molenkampjes	85	Michon-Scholten	Moes N.V.	w.w.
Heerde	Schatkamp	28	Michon-Scholten	Moes N.V.	pr.
Borne	't-Wensink	103	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	pr.
Borne	't-Wensink	30	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	w.w.
Borne	Letterveld I	100	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	w.w.
Borne	Letterveld II	33	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	pr.
Emmeloord	Espel/Marknesse/ Kragtenburg	101	Michon-Scholten	Moes N.V.	w.w.
Brummen	Mezenstraat	180	Michon-Scholten	Reussink	w.w.
Hengelo (O.)	Anninkshoek	73	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	pr.
Haaksbergen	in de Pas	46	Michon-Scholten	Ter Huurne N.V.	pr.
Maarssen		60	Michon-Scholten	ESRO N.V.	pr.
Maarssen		12	Michon-Scholten	ESRO N.V.	vs.
Maarssen		6	Michon-Scholten	ESRO N.V.	w.w.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
Volgens opgave van de promotor kunnen 10 man in 5 dagen 1 woning opleveren. De produktiecapaciteit is nauwelijks te begrenzen. Per kraan worden er 5 woningen per week gemonteerd; dit is een jaarproduktie van circa 200 woningen. Per 2 kranen is het bouwtempo 7 à 8 woningen in de week.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang noemt de promotor een aantal van 30 woningen. Een aantal van circa 200 woningen wordt als minimale seriegrootte beschouwd.

6.5 *Ontwikkelingen*
Gestreefd wordt naar de samenstelling van een gedifferentieerder pakket (woningwet-, premie-, bejaardenwoningen) en naar uitbreiding van de produktie.

7 Organisatiestructuur

Het HUCO-systeem is ontstaan uit een initiatief van Bouwbedrijf J. Th. ter Huurne te Haaksbergen en Timmerfabrieken Ter Huurne N.V. te Haaksbergen - Weerselo.
De firma Ter Huurne treedt als hoofdaannemer op, behalve in het rayon Noord-Nederland waar licentiehouder bouwbedrijf N.V. Moes te Kampen als hoofdaannemer optreedt. Een tweede licentiehouder is de firma Reussink te Zutphen.
Er is een zeer nauwe samenwerking met het bureau voor architectuur H. Q. M. Michon en J. A. Scholten, arch. V.B.O. te Haaksbergen.
Bij de adviesverlenende instanties zijn vooral van belang:
Raadgevend bureau Berenschot N.V. te Hengelo (O.),
Stichting Centrum Bouwen in Staal te Rotterdam,
Stichting Ratiobouw te Rotterdam.
Een jaarverslag van de N.V. Bouwbedrijf J. Th. ter Huurne kon niet worden verstrekt.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Er is een redelijke ervaring met het systeem opgedaan. Omtrent de levensduur van de toegepaste materialen bestaat nog geen ervaring.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Als bij rationele traditionele bouw.

8.3 *Ontwerp*
Het HUCO-systeem is voornamelijk toegepast in de vorm van een woning van 6,00 × 8,00 m (zoals opgenomen in de keuzecollectie). Voorts is een premiewoning van $5^1/_2$ verblijfseenheden toegepast, terwijl een bejaardenwoning van $2^1/_2$ verblijfseenheden in ontwikkeling is.
Door het stalen portaal is er binnen de HUCO-woning wel enige flexibiliteit. Voor de opdrachtgever is het niet zonder meer mogelijk door een eigen architect een nieuw ontwerp te doen realiseren in het systeem. HUCO is een typisch gesloten systeem.

9 Literatuur

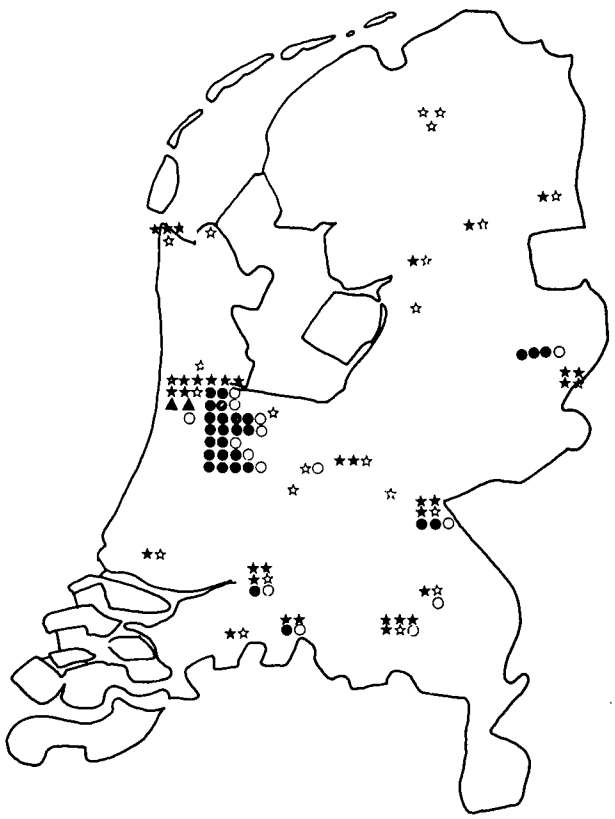
De weg naar een betere en snellere bouw (folder).
Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem HUCO voor woningbouw.* Rotterdam, 1968.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Montage HUCO-woning.* Tilburg, 1966.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake arbeidsbesparende HUCO-woningen, uitgebracht aan de N.V. Bouwbedrijf H. Moes.* 4 mei 1965.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake arbeidsbesparende HUCO-woningen, project Borne, Neede,*

Haaksbergen, uitgebracht aan aannemersbedrijf Firma J. Th. ter Huurne, Haaksbergen. 28 april 1964.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot. *Eindrapport inzake de bestede manuren bij de bouw van 30 HUCO-woningen in de gemeente Borne uitgebracht aan bouwbedrijf J. Th. ter Huurne N.V., Haaksbergen.* Tilburg, december 1966.
Bouwbedrijf J. Th. ter Huurne N.V. Mapje met tekeningen van diverse woningtypen. Haaksbergen, z.j.

10.6 Airey

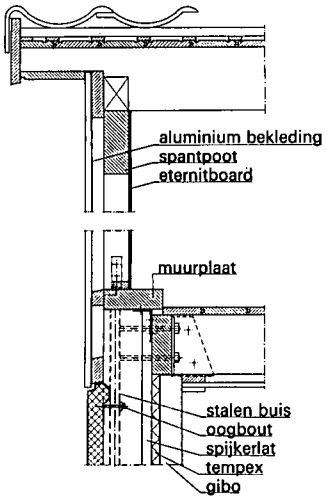
Promotor: N.V. Nederlandse Maatschappij voor Volkshuisvesting,
Dijsselhofplantsoen 16, Amsterdam,
Tel. (020) 79 75 41.
Sinds 1966: N.V. Mesa, Maatschappij tot exploitatie van het Bouwsysteem Airey,
B. Kuiperweg 33, Ten Post (Gr.),
Tel. (05902) 6 36.

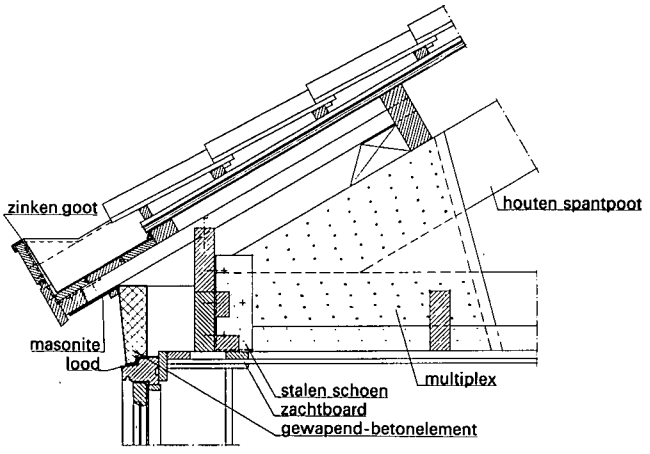
Bouwkeur: 1962.

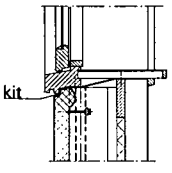


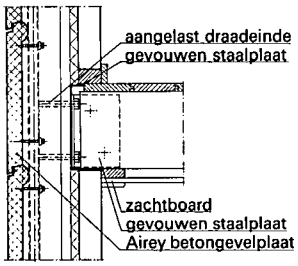
Voorbeeldproject

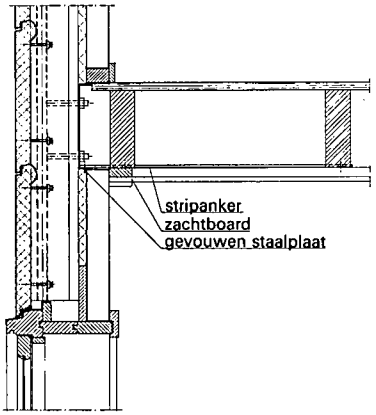
16 eengezinshuizen te Leek.
Opdrachtgever: gemeente Leek.
Architectenbureau: Olsmeyer en Sypkes, Groningen.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Mesa, Ten Post.

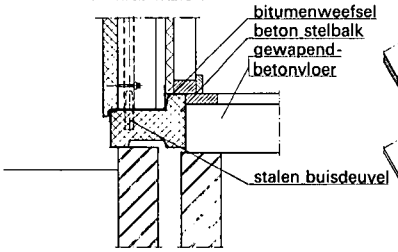

aluminium bekleding
spantpoot
eternitboard
muurplaat
stalen buis
oogbout
spijkerlat
tempex
gibo

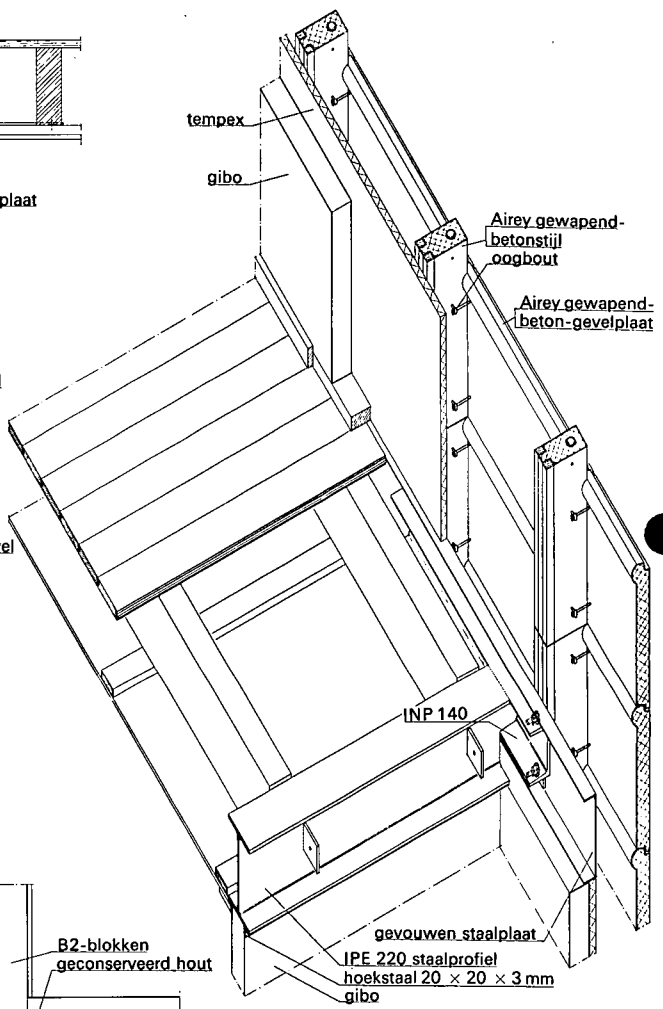

zinken goot
houten spantpoot
masonite
lood
multiplex
stalen schoen
zachtboard
gewapend-betonelement

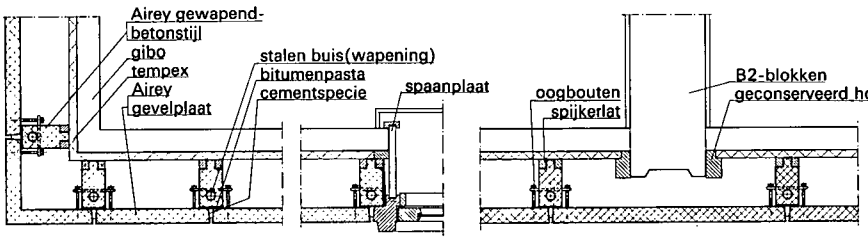

kit

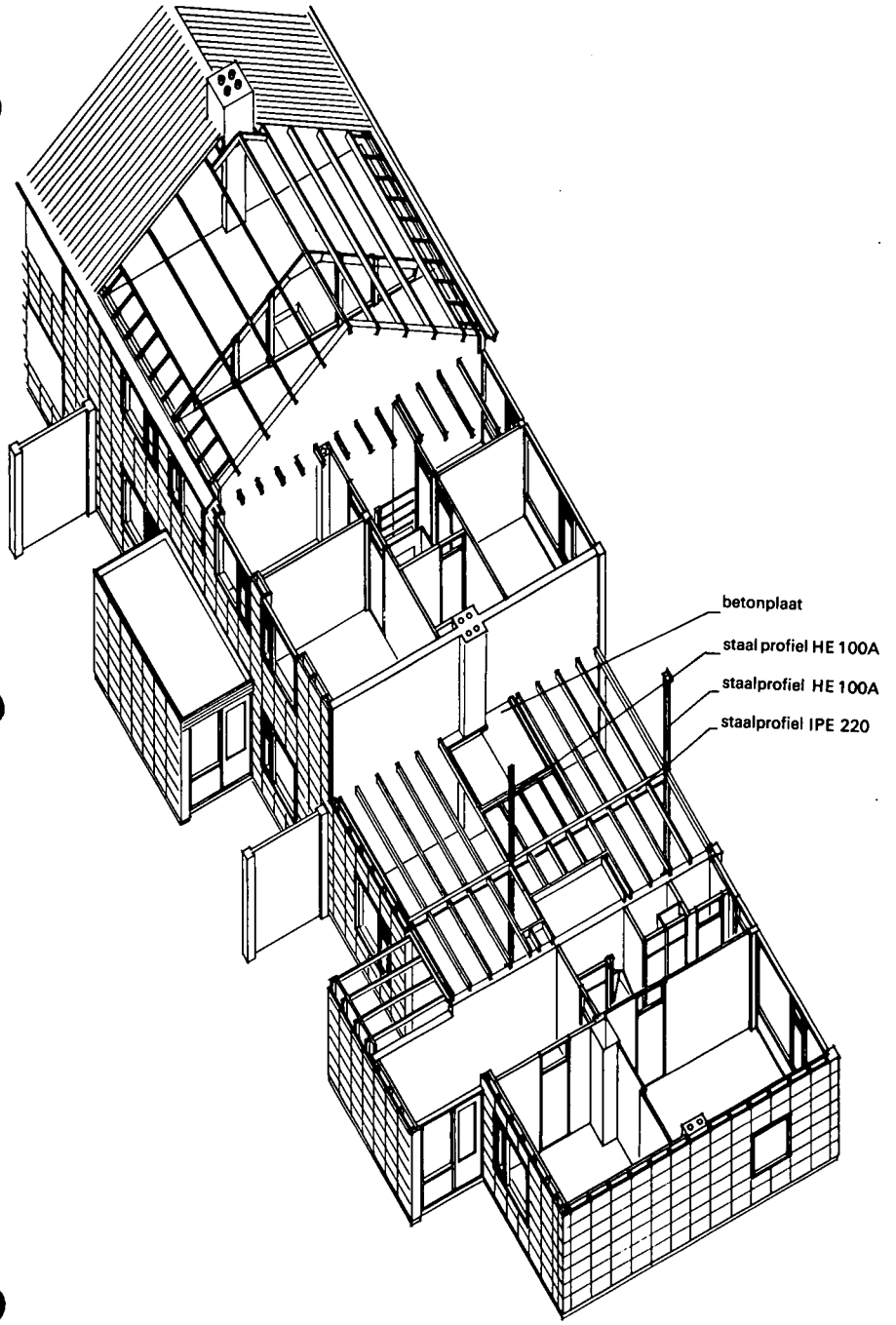

aangelast draadeinde
gevouwen staalplaat
zachtboard
gevouwen staalplaat
Airey betongevelplaat

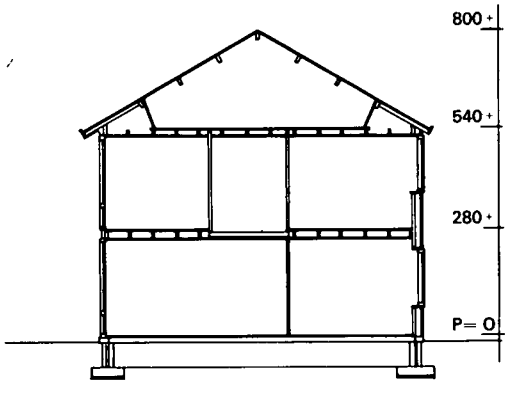

stripanker
zachtboard
gevouwen staalplaat

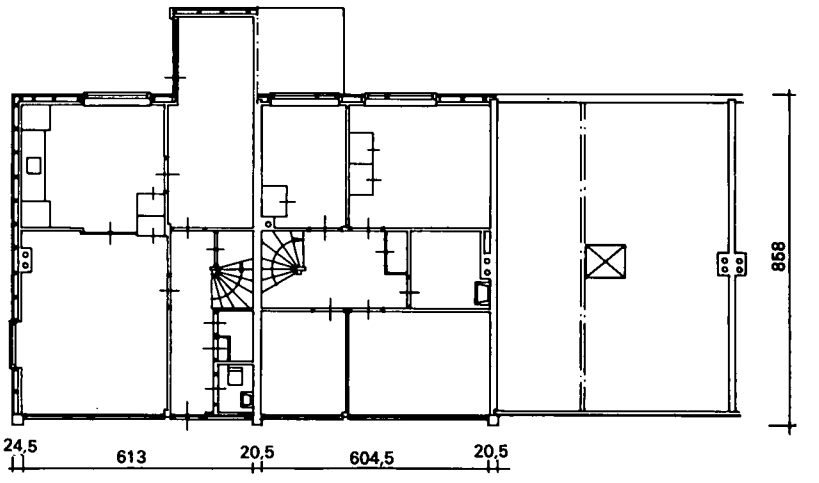

bitumenweefsel
beton stelbalk
gewapend-
betonvloer
stalen buisdeuvel


tempex
gibo
Airey gewapend-
betonstijl
oogbout
Airey gewapend-
beton-gevelplaat
INP 140
gevouwen staalplaat
IPE 220 staalprofiel
hoekstaal 20 × 20 × 3 mm
gibo


Airey gewapend-
betonstijl
gibo
tempex
Airey
gevelplaat
stalen buis(wapening)
bitumenpasta
cementspecie
spaanplaat
oogbouten
spijkerlat
B2-blokken
geconserveerd hout


betonplaat
staal profiel HE 100A
staalprofiel HE 100A
staalprofiel IPE 220


800+
540+
280+
P= 0


858
24,5
613
20,5
604,5
20,5

1 Grondprincipe

Stapelbouwmethode voor laag- en middelhoogbouw waarbij in de gevel kleine gevelplaten zonder mechanische hulpmiddelen en zonder steiger door twee man worden gemonteerd.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

Dragende wanden worden samengesteld uit betonnen blokken met een geldig kenmerkblad, zoals B2-blokken, die in halfsteensverband worden gemetseld.

2.1.2 *Gevels*

De buitenwand bestaat uit een draagconstructie van vooraf vervaardigde gewapend-betonstijlen, op verdiepinghoogte gekoppeld door geperst plaatstalen [-vormige randbalken en op dakhoogte door een houten randbalk met muurplaat. De buitenbekleding wordt gevormd door vooraf vervaardigde gewapend-betonplaten en de binnenbekleding door isolatieplaten, waartegen Gibo-elementen worden bevestigd.

De gewapend-betonstijlen hebben een lengte gelijk aan ongeveer de verdiepinghoogte, een breedte van 6,25 cm, en staan op een afstand van 62,5 cm h.o.h. De wapening bestaat uit een doorlopende stalen buis, waaraan twee bouten zijn gelast voor de bevestiging van de stalen randbalk. Voor de bevestiging van de gevelplaten zijn gaten gespaard voor het aanbrengen van oogboutjes. Aan de achterzijde zijn twee spijkerlatten van geconserveerd hout, zwaar 2 × 2,5 cm, ingestort voor de bevestiging van de binnenbekleding.

De gewapend-betonnen gevelplaten hebben een werkende hoogte van 37,5 cm en een werkende breedte van 62,5 cm; de dikte is 4 cm met aan de bovenzijde een verzwaring.

De platen zijn voorzien van vier ingestorte schroefhulzen voor bevestiging tegen de stijlen. De zijkanten zijn iets afgeschuind, zodat een wigvormige stootvoeg ontstaat. De onder- en bovenzijde zijn met in elkaar passende sponningen uitgevoerd. De bekleding van isolatieplaten is 2 cm dik; de klamplaag van Gibo-elementen is 6 cm dik. Op verdiepinghoogte zijn de langsgevels onderling gekoppeld door middel van een houten balkvloer en verankerd aan de bouwmuren. Tussen de isolatieplaten en de Gibo-elementen is aluminiumfolie aangebracht.

De ventilatie van de spouw geschiedt via openingen aan de onder- en bovenkant van de wanden.

2.1.3 *Vloeren*

De vloer bestaat uit een houten balklaag die is opgelegd in de stalen randbalken van de gevelconstructie en daaraan met bouten verbonden via haaks omgebogen stalen platen. De stalen randbalk wordt verankerd aan de bouwmuren.

In de woning wordt de vloer ondersteund door stalen moerbinten, die dragen op de bouwmuren en stalen buiskolommen. De in elkaars verlengde liggende balken worden om de ander gekoppeld door middel van dubbele koppelankers. Bij de eindgevels worden de nodige strijkbalkankers aangebracht tussen de stalen randbalk en de houten balken.

Op dakhoogte zijn de buitenwanden onderling met de bouwmuren gekoppeld door een dak met houten dakbeschot en strijkankers op afstanden van max. 1,875 m h.o.h. Bovendien is in elke aansluitende muur een anker aangebracht.

De begane-grondvloer bestaat uit betonelementen (EVO), zodat geen bekisting op het werk nodig is.

2.2 *Fabricage*

De stijlen, gevelplaten en randbalken worden in een fabriek te Ten Post vervaardigd. De betononderdelen worden getrild in stalen mallen op schoktafels.

2.3 *Uitvoering*

Op de fundering, ter hoogte van de begane-grondvloer, wordt in een sponning een doorgaande strook bitumenweefsel geplakt, die over voldoende hoogte tegen de isolatieplaat wordt opgezet en vastgeplakt. De ventilatie-openingen worden hierbij vrijgehouden.

De onderste stijlen worden op de fundering gesteld en door in de fundering opgenomen deuvels van een stalen buisprofiel, die in de wapeningsbuis van de stijlen passen, op hun plaats gehouden. Bij de verbinding van stijlen onderling wordt eveneens gebruik gemaakt van de stalen deuvels. In de voeg wordt bitumenweefsel gelegd.

De stalen randbalken worden met moeren aan de in de stijlen aanwezige bouten bevestigd. Op de voorzijde van de stijlen wordt een bitumenpasta gestreken; de buitenplaten worden in deze bitumen gedrukt en met behulp van vier stelbouten en ogen aan de stijlen vastgeklemd. De isolatieplaten worden tegen de spijkerlatten aangebracht, waarna de Gibo-platen worden gestapeld.

Ter plaatse van de deuvels wordt het bitumenweefsel aan boven- en onderzijde van een dikke laag bitumen voorzien, evenals de deuvels zelf. De voegen tussen de buitenplaten worden afgevoegd met een cementmortel.

De muurplaat wordt op iedere stijl bevestigd door middel van 2 stalen hoeken. De Gibo-wand loopt tot tegen de balklaag en wordt opgesloten door een plafondschroot, waaraan het zachtboard wordt bevestigd.

2.4 *Materialen*

De stijlen en gevelplaten worden van grindbeton vervaardigd, waarbij voor de gevelplaten eventueel een gekleurde cement wordt toegepast.

De isolatieplaten bestaan uit met cement gebonden houtwol, houtmot of vlasvezels. Het volumegewicht bedraagt ca. 500 kg/m^3.

De Gibo-platen hebben een volumegewicht van ca. 950 kg/m^3.

Alle stalen delen en bevestigingsmiddelen, voor zover niet volledig omhuld met beton, worden door thermisch verzinken met 350 kg zink per m^2 beschermd tegen corrosie; bouten en ogen voor de bevestiging van de gevelplaten zijn vercadmiumd. De randbalken worden aan de buitenzijde en de onderzijde bovendien gebitumeerd.

Het houtwerk in de spouwen wordt geconserveerd door dompelen in een pentachloorphenolbad tot een indringing van 5 mm is bereikt, doch ten hoogste gedurende 48 uur.

2.5 *Afwerking*

De Gibo-platen behoeven slechts afwerking met blauw pleister. Voor het overige is de afwerking traditioneel.

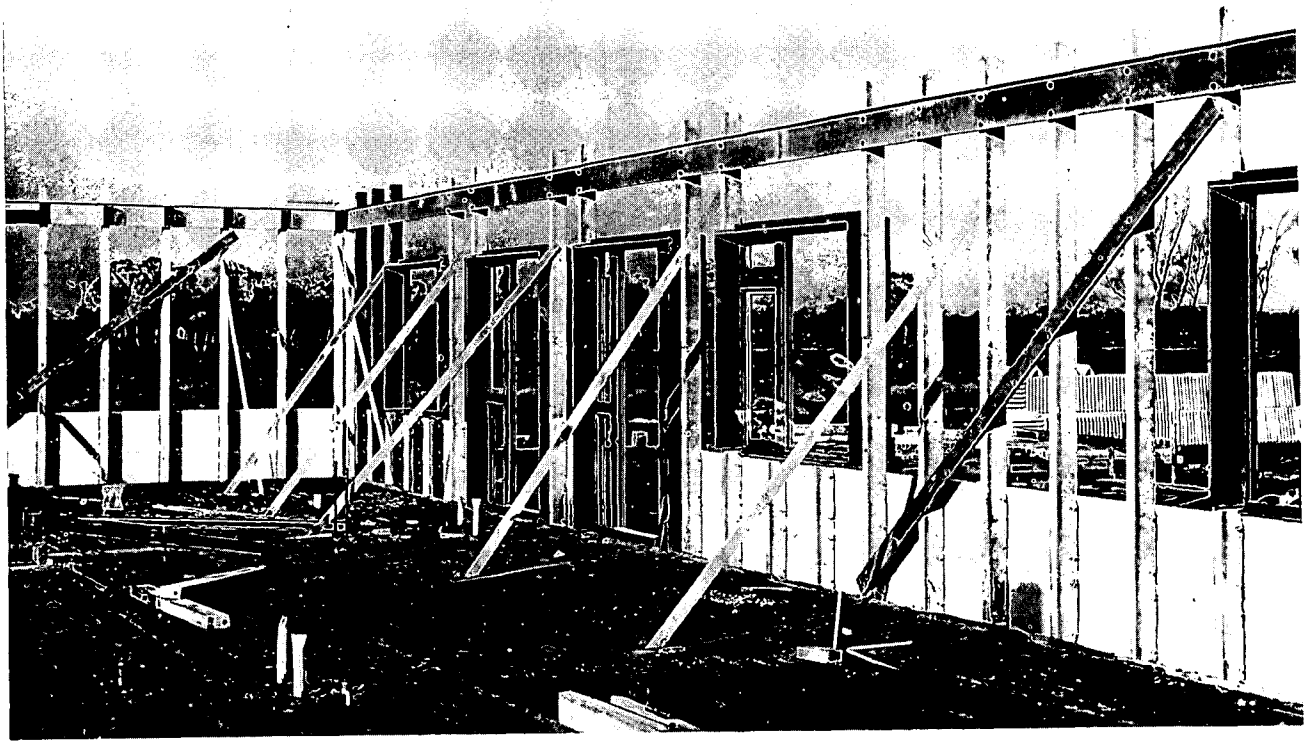
3 Bouwfysiscne eigenschappen

Uit proeven is gebleken, dat de stijlen een axiale belasting van 7 ton zonder beschadiging kunnen dragen.

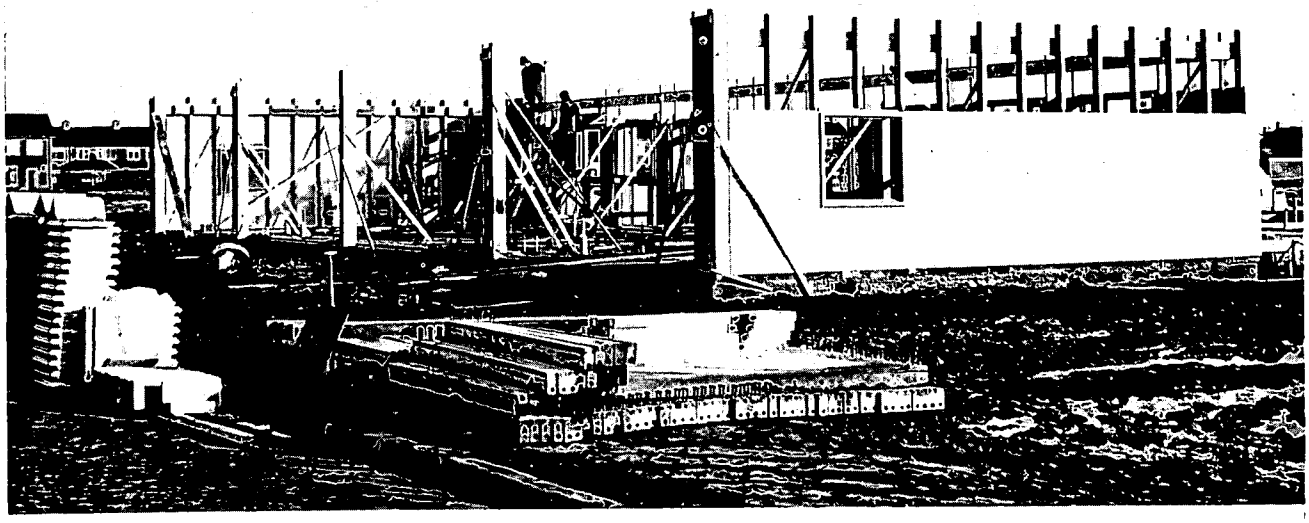
Uit een horizontale belastingproef op een gebouwtje van 3 verdiepingen bleek, dat de normale windbelasting van 70 kg/m^2 zonder enig bezwaar kon worden opgenomen.

3.1 *Thermische eigenschappen*

Geen gegevens beschikbaar.



10.6.1 Opbouw van de gevel : kolommen met betonplaaties
(foto : archief Mesa)



10.6.2 Bungalow in aanbouw
(foto : archief Mesa)

3.2 *Geluidwering*
Geen gegevens beschikbaar.
Bij bungalows kan dit punt buiten beschouwing blijven.

3.3 *Diversen*
De muur is voldoende spijkerbaar en spijkervast.

4 Materieel, hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
Geen gegevens beschikbaar.

4.2 *Bij het transport*
Het transport van de componenten vindt per auto plaats. De kosten hiervan bedragen *f* 15,— per ton, ongeacht de plaats in Nederland waar de bungalow wordt opgetrokken.

4.3 *Bij de uitvoering*
Bij de uitvoering is in principe geen kraan nodig. Voor de bouw van eengezinshuizen worden bouwliften gebruikt. Steigers komen niet voor bij het Airey-systeem: de elementen kunnen van binnen uit worden bevestigd.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Geen gegevens beschikbaar.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
In de fabriek, waar de gevelelementen worden gefabriceerd, worden aan een weekproduktie van 6 à 7 bungalows 9 × 45 manuren besteed. Per bungalow vergt de fabricage van gevelplaatjes dus circa 60 manuren per woning. Voor het overige: geen gegevens.

5.2.2 *Op het werk*
Volgens de promotor vergt een eengezinsrijenhuis 700 à 800 manuren; een bungalow 700 tot 1200 manuren op de bouwplaats. Gespecificeerde gegevens ontbreken. Op het ogenblik zijn er geen vaste relaties met een efficiencybureau.

5.3 *Verlet*
Volgens opgave van de promotor is er bij de opbouw van de bungalows minder verlet dan bij traditionele bouw.
Twee factoren spelen hierbij een overwegende rol:
a Wanneer de fundering gereed is, komt aan de opbouw geen specie te pas. De toegepaste kit kan eventueel door verwarming plastisch gemaakt worden.
b De bouwvolgorde is zodanig dat eerst de bungalowgevels worden geplaatst, inclusief de kozijnen. Na 2 à 3 weken is de bungalow glas- en waterdicht.
Concrete gegevens over de gevoeligheid voor vorst, regen e.d. ontbreken.

6 Ontwikkeling en toepassing

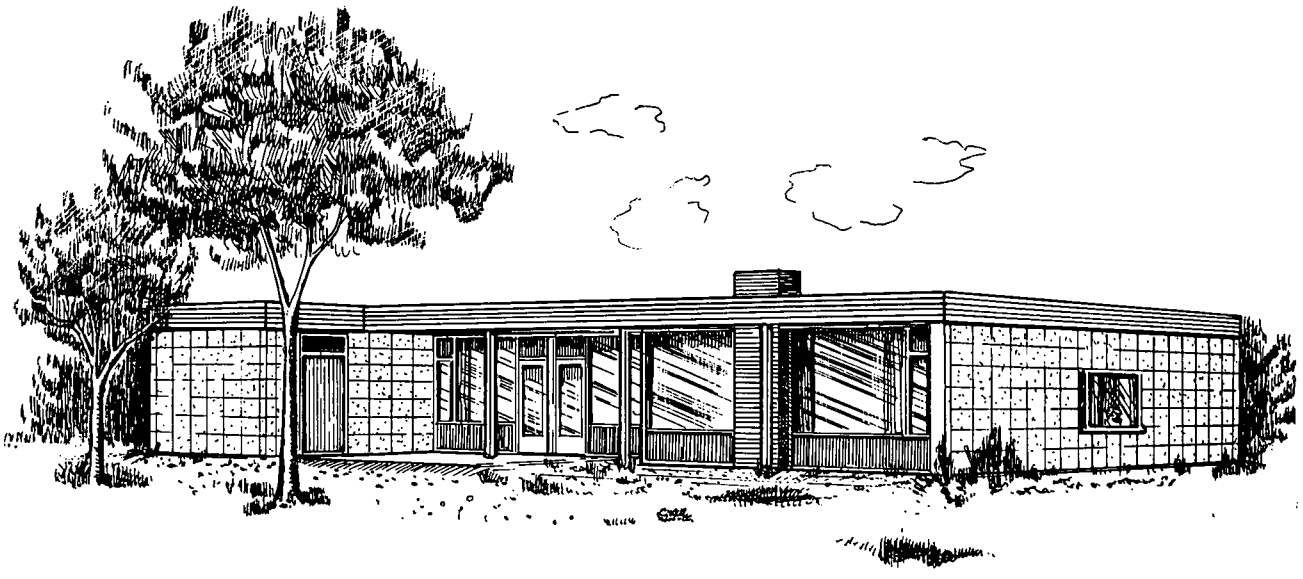
6.1 *Historie*
Het systeem is uitgevonden door de Engelse aannemer Sir Edwin Airey. In Engeland nam het systeem een grote vlucht. In 1947 werd het systeem Airey door het Rijk in Nederland geïntroduceerd om gang te brengen in de industrialisatie van de woningbouw in Nederland. De Nederlandse Maatschappij voor Volkshuisvesting ontwikkelde het systeem tot Nemavo-Airey.
Deze particuliere maatschappij kreeg van het Rijk belangrijke belastingfaciliteiten op voorwaarde dat de winst maximaal 5% mocht zijn. De Minister van Volkshuisvesting, Ringers die in 1946 aftrad, is lange tijd president-commissaris geweest van de maatschappij.
Gestart werd met de produktie van prefab-materialen in een fabriek te Arkel, waarmee in 1947 een contract was gesloten. Al snel werd de produktie voortgezet in een eigen openluchtfabriek te Amsterdam welke later door een gesloten fabriek werd vervangen.
Na een rijke geschiedenis waarin meer dan 8.000 woningen in het systeem werden gerealiseerd, begon na 1961 de produktie terug te lopen.
In 1966 droeg de promotor alle rechten en bevoegdheden uit de bouwkeur, die voordien al waren overgedragen aan de firma Van Saane N.V. te Amsterdam, over aan de N.V. Mesa, Maatschappij tot exploitatie van het bouwsysteem Airey, te Ten Post (Gr.). De inventaris van de fabriek werd naar het noorden verplaatst; het fabrieksgebouw kreeg een andere bestemming. De N.V. Mesa richtte het systeem vooral op de bouw van bungalows.

6.2 *Produktie-omvang*
Het verloop van de produktie sinds 1-1-1957 blijkt uit onderstaand schema:

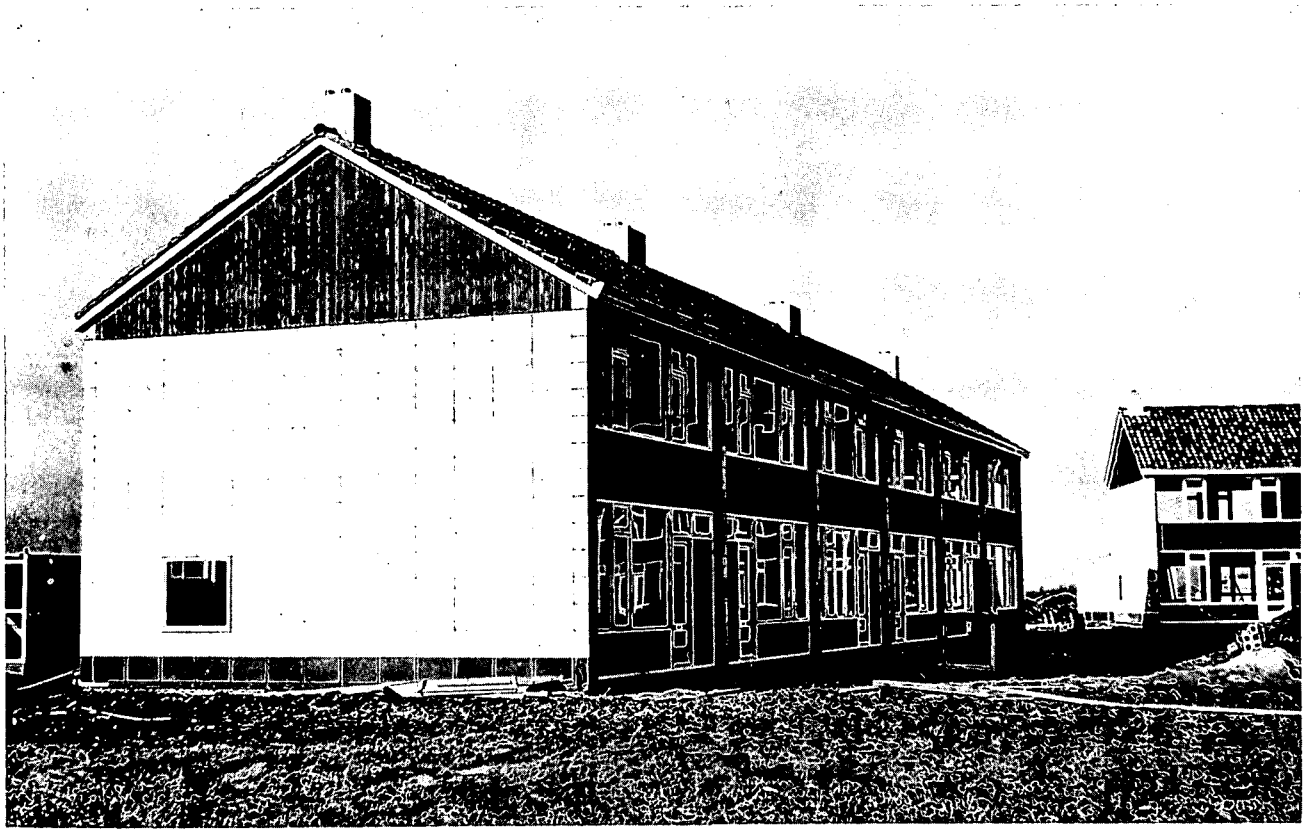
per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1957	...	5385
1-1-1958	332	5717
1-1-1959	973	6690
1-1-1960	154	6844
1-1-1961	264	7108
1-1-1962	0	7108
1-1-1963	0	7108
1-1-1964	162	7270
1-1-1965	234	7516
1-1-1966	339	7855
1-1-1967	163	8018
1-1-1968	86	8104
gemiddeld in de laatste 3 jaren	196	

Door de promotor werd het volgende overzicht van in Nederland gebouwde Airey-woningen verstrekt:

gemeente	*aantal en soort woningen*	*bouwjaar*
Amsterdam		
-Nieuwendam	64 eengezinshuizen	1950
-Ranonkelkade	37 eengezinshuizen	1950
-Populierenweg	192 etagewoningen	1950
	22 woningen voor bejaarden	
-Oostzaan I	511 eengezinshuizen	1950
-Oostzaan II	174 eengezinshuizen	1958
-Rivierenlaan	288 etagewoningen	1952
	18 eengezinshuizen	
	3 winkels	
	1 servicestation	
-Slotermeer	479 etagewoningen	1952
	6 winkels	
-Slotervaart	416 etagewoningen	1958
	192 maisonnettes (7 woonl.)	
	48 torenflats (12 woonl.)	



10.6.3 Bungalow type 450 A, tekening uit de catalogus



10.6.4 Eengezinshuizen te Leek
(foto : archief Mesa)

gemeente	*aantal en soort woningen*	*bouwjaar*
	4 eengezinshuizen	
	27 winkels	
	2 servicestations met 103 gar.	
-Overtoomseveld	216 etagewoningen	1961
	9 woningen voor alleenstaanden	
	4 winkels	
	1 bibliotheek en	
	1 veren.zaal	
-Osdorp deel F	324 etagewoningen	1961
-Osdorp deel D	459 etagewoningen	1962
Amersfoort I	101 eengezinshuizen	1949
Amersfoort II	122 eengezinshuizen	1950
Bussum	26 eengezinshuizen	1950
Den Helder I	149 eengezinshuizen	1952
Den Helder II	212 eengezinshuizen	1953
Eindhoven I	232 eengezinshuizen	1948
Eindhoven II	238 eengezinshuizen	1954
	54 etagewoningen	
Emmen	163 eengezinshuizen	1949
Enschede I	210 eengezinshuizen	1949
Enschede II	56 eengezinshuizen	1951
Enschede III	162 eengezinshuizen	1951
Gorinchem I	58 eengezinshuizen	1948
Gorinchem II	119 eengezinshuizen	1951
Gorinchem III	141 eengezinshuizen	1953
	108 etagewoningen	
Helmond	104 eengezinshuizen	1951
	18 etagewoningen	
Hengelo I	300 etagewoningen	1957
Hengelo II	54 etagewoningen	1958
Hoogeveen	148 eengezinshuizen	1949
Leek	67 eengezinshuizen	1965
Meppel	124 eengezinshuizen	1949
Nieuw-Vennep	44 woningen voor bejaarden	1964
Nijmegen I	190 eengezinshuizen	1951
Nijmegen II	24 eengezinshuizen	1952
Nijmegen III	216 etagewoningen	1954
	6 woningen voor bejaarden	
Ravenswaay	2 eengezinshuizen	1952
Roosendaal I	128 eengezinshuizen	1948
Roosendaal II	19 eengezinshuizen	1950
Schiedam	139 eengezinshuizen	1951
Tiel I	6 eengezinshuizen	1948
Tiel II	4 eengezinshuizen	1952
Tilburg I	168 eengezinshuizen	1949
Tilburg II	134 eengezinshuizen	1954
	126 etagewoningen	
Westzaan	19 eengezinshuizen	1957
Wieringerwerf	48 eengezinshuizen	1949
Winsum (Gr.)	47 eengezinshuizen	1965
Wijk bij Duurstede	9 eengezinshuizen	1952
Zeist	38 eengezinshuizen	1951
	76 etagewoningen	
Zwolle	99 eengezinshuizen	1951

Van zeer recente datum zijn een complex van 38 eengezinshuizen te Leek (woningwet), 20 eengezinshuizen te Ten Boer (premie), en bungalows te Ten Post, Zuidbroek, Zuidlaren, Oostvoorne, Haren, Appelscha, Roden, Groningen en Waalwijk.

Van de laatstgenoemde projecten is het bureau Olsmeyer en Sypkes te Groningen architect.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit wordt thans getaxeerd op 6 à 7 bungalows per week. De totale bouwtijd van één bungalow bedraagt 2 à 3 maanden.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De seriegrootte en bouwplaatsomvang van de bungalows is ten minste 1.

6.5 *Ontwikkelingen*
Geen.

7 Organisatiestructuur

Tussen de N.V. Mesa en de Nederlandse Maatschappij voor Volkshuisvesting bestaat geen relatie. De N.V. Mesa, die thans het Airey-systeem exploiteert, heeft de gehele inventaris van het fabrieksgebouw te Amsterdam overgenomen. Met behulp van deze apparatuur worden de gevelplaatjes gemaakt.
Betonwarenfabriek 'Excelsior' te Scheemda levert de Es-E-blokken voor de bouwmuren (komen in bungalow niet voor), en de EVO-vloerelementen (begane grond). De Gibo-elementen worden geleverd door Braat Bouwstoffen N.V. te Apeldoorn.
De N.V. Mesa heeft een catalogus van woningtypen laten ontwikkelen door het architectenbureau Olsmeyer en Sypkes te Groningen. Met onderaannemers bestaan alleen historisch gegroeide bindingen.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem Airey zijn door de Nederlandse Maatschappij voor Volkshuisvesting veel ervaringen opgedaan. In de sector bungalows is er echter nog weinig ervaring. De produktie van de N.V. Mesa is nog laag.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Door de concentratie op de basisvorm bungalow waarmee slechts zeer lage dichtheden zijn te bereiken, is het systeem aan grote beperkingen onderhevig.

8.3 *Ontwerp*
Het ontwerp is nauwelijks aan beperkingen onderworpen. De opdrachtgever is echter gebonden aan de catalogus die door het architectenbureau Olsmeyer en Sypkes is samengesteld.
De gevelelementen veroorzaken in de gevel een nogal dwingend stramien van 22,5× 37 cm.

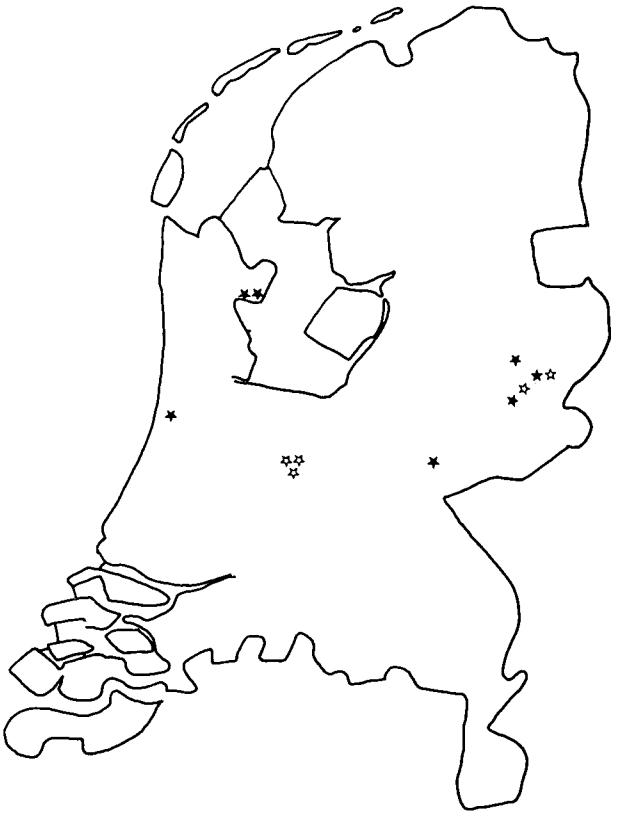
9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Ratiobouwkeur systeem Nemavo-Airey (N.A.), buitenmuur.* Rotterdam, 1962.
N.V. Mesa. *Mesa-bungalow's, een verantwoorde investering.* Ten Post (Gr.), z.j.
Mazure, J. P. *Nieuwe systemen in de woningbouw.* Rotterdam, 1948, p. 35.
Vereniging van Systeembouwers. *Nieuwe wegen in de woningbouw.* Den Haag, 1956, p. 31.
N.V. Mesa. *Airey lost Uw woningbouwproblemen op.* Ten Post (Gr.), z.j.
Mazure, J. P., O. Jelsma, N. F. Wijmer, J. Breukelman. *Nieuwe bouwsystemen.* Den Haag, 1946, p. 1–4.
De systeembouw in Nederland. *Polytechnisch Tijdschrift,* 1959, *14,* p. 119 B.

10.7 BBB-Z-65

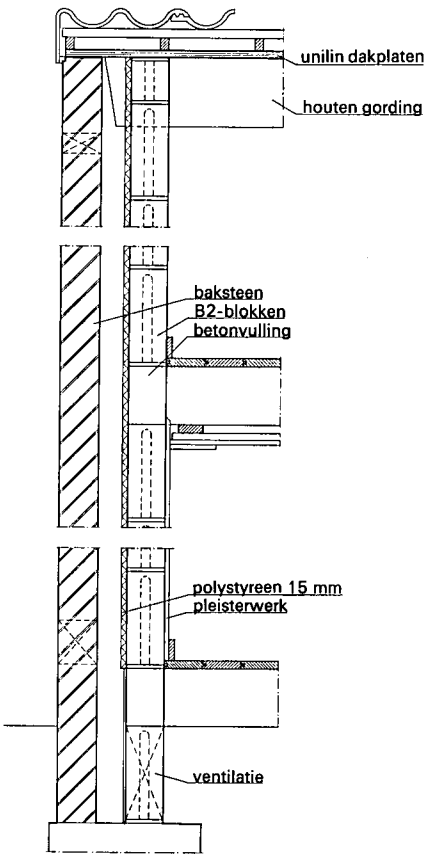
Promotor: Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V.
Nieuwe Gracht 6, Utrecht,
Tel. (030) 1 64 81.

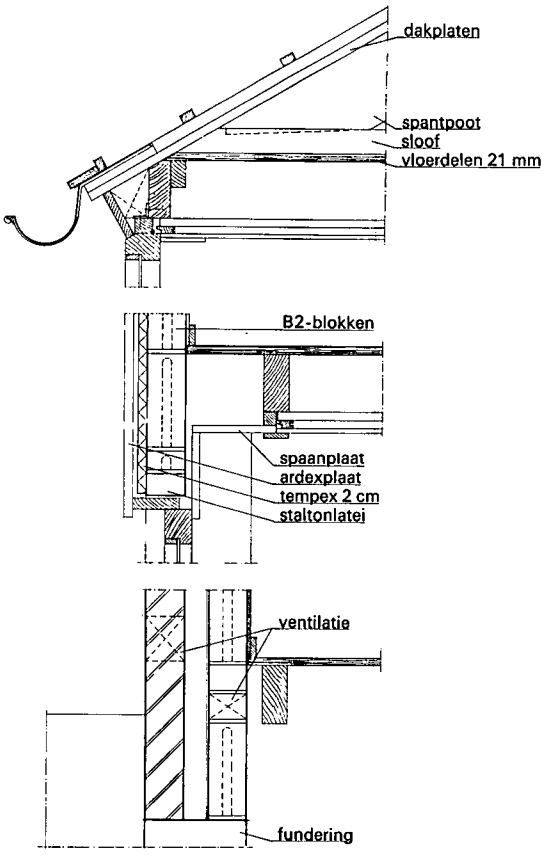
Bouwkeur: 1952 (voor het systeem BBB).

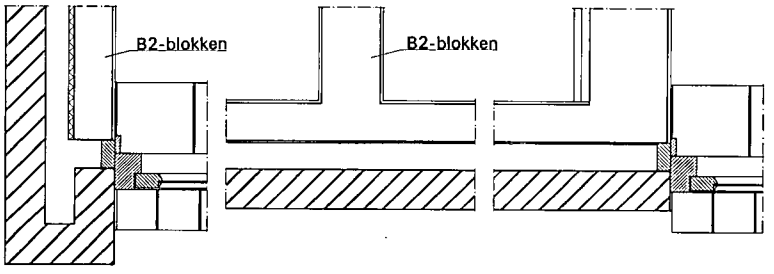


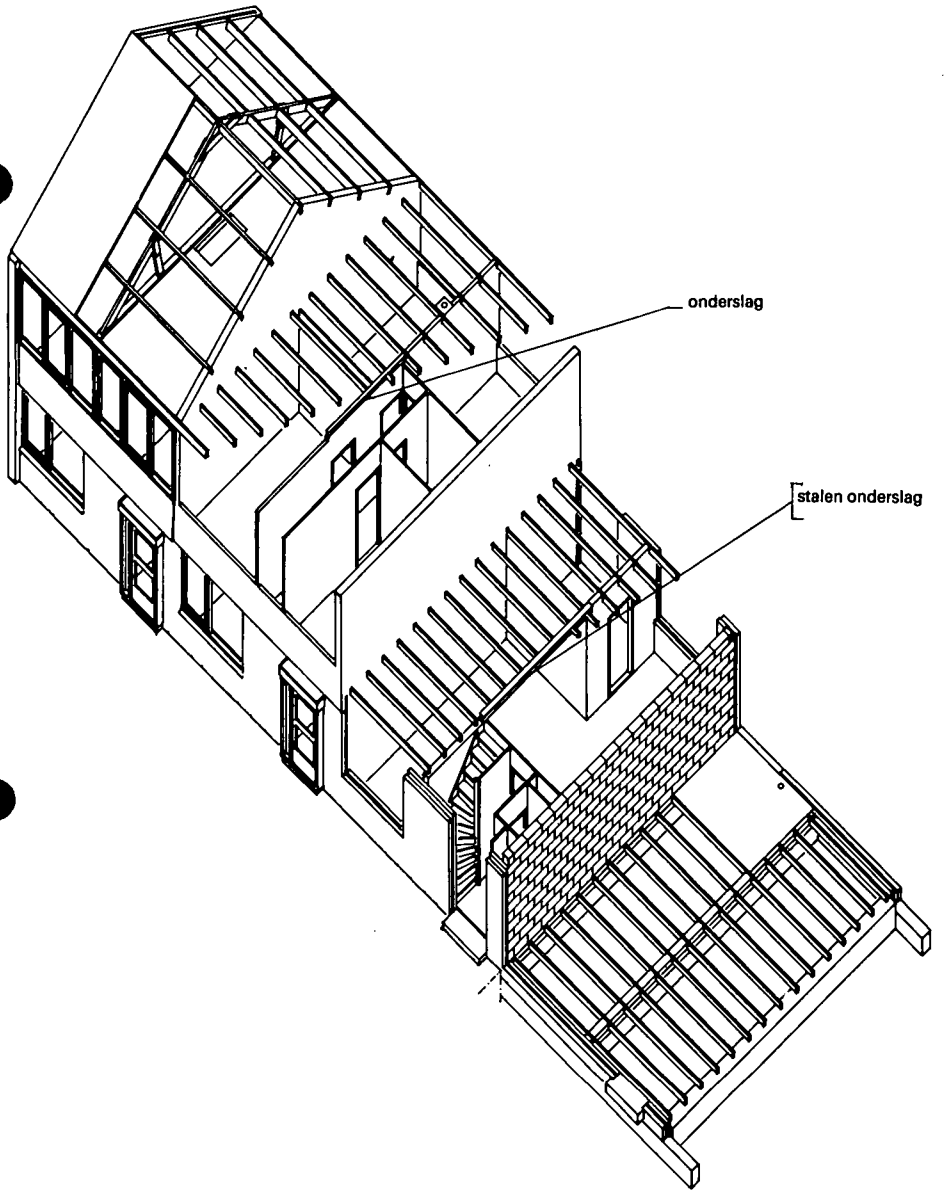
Voorbeeldproject

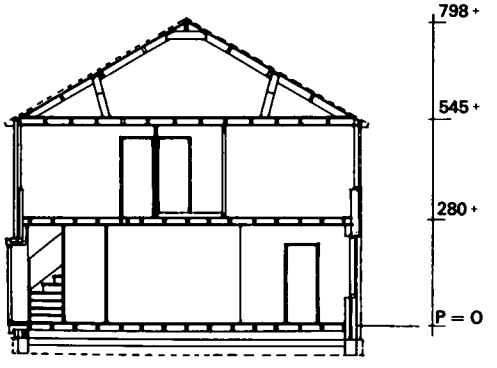
146 eengezinshuizen (woningwet), uitbreidingsplan 'Grote Waal', te Hoorn.
Opdrachtgever: gemeente Hoorn.
Architect: G. Husslage, Amsterdam.
Uitvoerend bouwbedrijf: Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V., Utrecht.

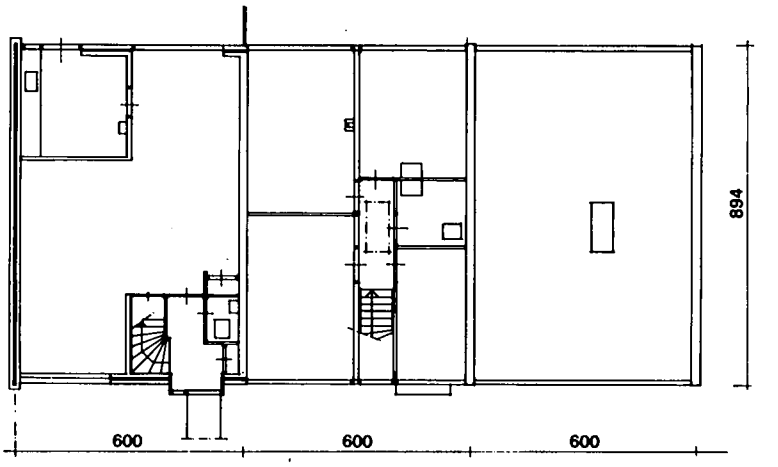

unilin dakplaten
houten gording
baksteen
B2-blokken
betonvulling
polystyreen 15 mm
pleisterwerk
ventilatie


dakplaten
spantpoot
sloof
vloerdelen 21 mm
B2-blokken
spaanplaat
ardexplaat
tempex 2 cm
staltonlatei
ventilatie
fundering


B2-blokken
B2-blokken


onderslag
stalen onderslag


798+
545+
280+
P = 0


894
600
600
600

1 Grondprincipe

Stapelbouwmethode voor laag- en middelhoogbouw waarbij in halfsteensverband bouwmuren worden gemetseld van betonblokken die door één man zijn te tillen, en waarbij traditionele houten vloeren worden toegepast met systeemvloeren ter plaatse van de keuken.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden bestaan uit gemetselde B2-blokken waarvan de dikte samenhangt met de last die moet worden opgenomen en de akoestische en thermische eisen die worden gesteld.
De 10 cm dikke wanden worden in B2-blokken 501 uitgevoerd.
De bouwmuren tussen de woningen en de fundering van de bouwmuren en tussenmuren worden uitgevoerd in B2-blokken 520.
De muren van 15 cm dikte op de begane grond boven peil worden in B2-blokken 509 uitgevoerd. Soms wordt de fundering van de gevels beneden peil uitgevoerd in B2-blokken 601.
Voor gasafvoerkanalen worden B2-blokken 515, 516 en 518 toegepast.

2.1.2 *Gevels*

De gevel bestaat uit een spouwconstructie waarvan het binnenspouwblad is samengesteld uit B2-blokken 501 (10 cm dik).
Het buitenspouwblad van de gevels bestaat uit gemetselde baksteen of uit een sandwich-constructie.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

De niet-dragende wanden worden geformeerd uit geprefabriceerde elementen, bestaande uit een houten frame van 3,5 × 3,5 cm, aan beide zijden bekleed met 9 mm gipskartonplaten met facetten. De elementen zijn verdiepinghoog bij een standaardbreedte van 120 of 125 cm. De dikte is 5,5 cm. De elementen zijn voorzien van een kartonnen roostervulling en de onderlinge verbinding wordt gevormd door een houten veer van 3,5 × 7 cm. De elementen worden gesteld op een regel van 2,2 × 5,5 cm. Van onderen en van boven worden de elementen opgesloten door middel van plinten, respectievelijk latten.

2.1.4 *Vloeren*

De vloeren bestaan uit een houten balklaag en een 21 mm dik houten vloerbeschot (begane-grondvloer dik 24 mm). De vloerbalken worden onderling gekoppeld door middel van ankers en met gripankers bij ravelingen.
Ter plaatse van de keuken wordt een goedgekeurde systeemvloer toegepast. Voor de badcel wordt een geprefabriceerde polyestervloer met ondervloer gebruikt, die op de balklaag wordt vastgezet.

2.2 *Fabricage*

De betonblokken worden vervaardigd in speciale machines in een fabriek te Maarssen.

2.3 *Uitvoering*

Uitvoering en detaillering zijn nagenoeg geheel traditioneel. Het systeem BBB is volgens de promotor niet gebaseerd op technische originaliteit, maar op een consequent doorgevoerde organisatie. De binnenwandelementen worden in een geconditioneerde loods op het werk gemaakt; voor kleine projecten geschiedt de toelevering vanaf een nabijgelegen bouwplaats. De vloerbalken worden op maat, en voorzien van alle gewenste kepen, verbindingen en ankers door de houthandel op het werk geleverd. Het vloerhout wordt tevoren op de juiste lengte afgekort.

2.4 *Materialen*

De toegepaste B2-blokken hebben – conform de betrokken kenmerkbladen – de volgende samenstelling (in volumedelen):

nr. 501 : 1 cement,
0 – 3 zand, 0 – 14 hollith-sintels, schuimlava
6 – 15

nr. 520 : 1 cement,
0 – 3 zand, 0 – 12 sintels, schuimlava
6 – 15

nr. 509 : 1 cement,
0 – 3 zand, 0 – 14 hollith, sintels, schuimlava
6 – 15

nr. 601 : 1 cement, 1 – 3 zand, 2 – 4 grind.

Voor overige gegevens betreffende de B2-blokken; zie de kenmerkbladen.

2.5 *Afwerking*

De in het zicht komende wandvlakken worden op een traditionele wijze afgewerkt met een beraping (stucmortel S 9) en blauw pleisterwerk (stucmortel S 12).
De houten balklagen, uitgezonderd de begane-grondbalklaag, worden aan de onderzijde afgewerkt met 9 mm dikke gipskartonplaten op speciale prefab-schotten gelijmd.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*

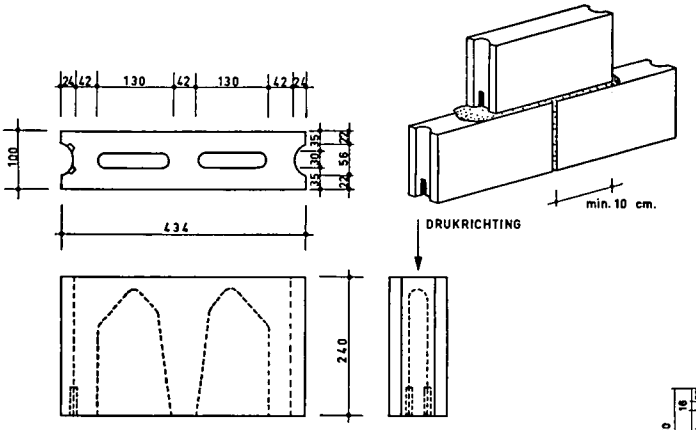
De Labda-waarde voor lichtbeton (droog) is 0,50; (vochtig) is 0,75; die voor grindbeton (vochtig) is 1,50.
Overigens geen gegevens beschikbaar.

3.2 *Geluidwering*

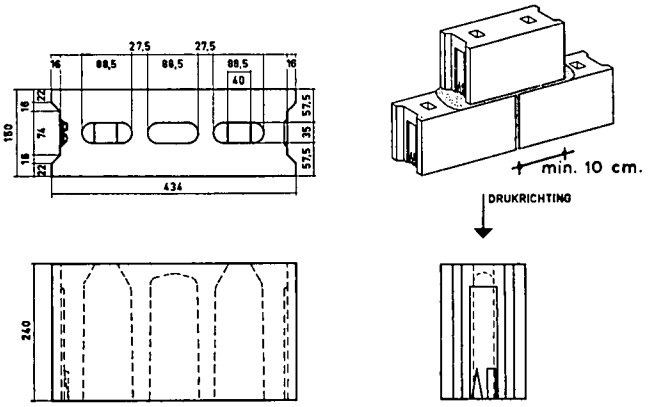
Volgens metingen van het Centraal Laboratorium van de Verenigde Bedrijven Bredero op 5 april 1967 te Haaksbergen is de luchtisolatie-index van een bouwmuur bestaande uit B2-blokken nr. 520, aan beide zijden afgepleisterd met 1 cm pleisterspecie + 1 dB. De bouwmuren voldoen dus aan de kwalificatie 'matig' volgens NEN 1070, wanneer geen meerdan-normale flankerende geluidsoverdracht is te verwachten.
Bij de berekening van de contactgeluidsisolatie van de bouwmuur dient men uit te gaan van een gewicht per m² muur van 375 kg (incl. pleisterlagen).

3.3 *Diversen*

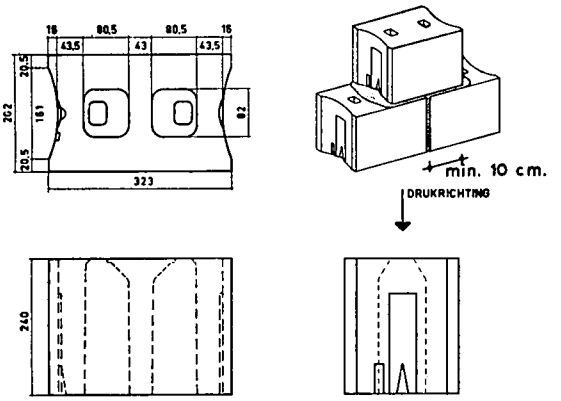
De wanden zijn spijkerbaar en spijkervast.
De niet-dragende binnenwanden hebben een brandwering van circa 23 minuten.
De dragende bouwmuren hebben een brandwering van ten minste 360 minuten.
De woningen worden alle uitgerust met een Central-Air luchtverwarmingssysteem, waarbij aan de gevelzijde warme lucht wordt ingeblazen.



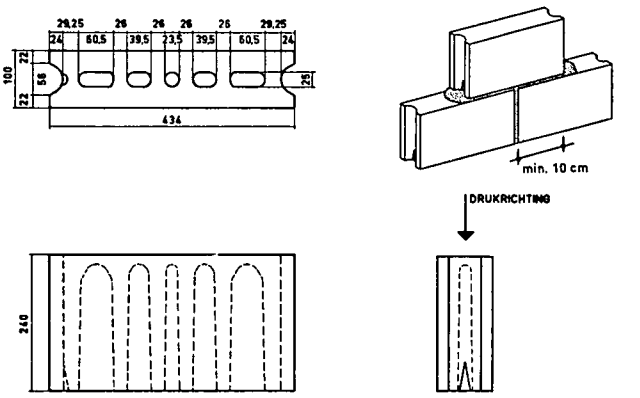
10.7.1 Betonblok B2-601



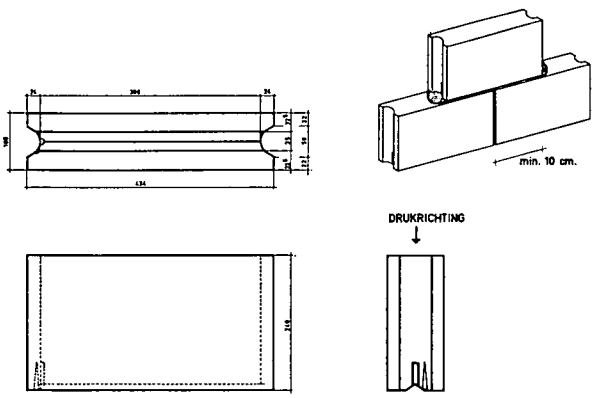
10.7.2 Betonblok B2-509



10.7.3 Betonblok B2-520



10.7.4 Betonblok B2-501



10.7.5 Betonblok B2-500

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*

De produktie van B2-blokken is geheel geautomatiseerd. De vijf toegepaste Amerikaanse Besser-machines (elk vijf ton) produceren gezamenlijk per jaar voldoende B2-blokken voor de bouw van 30.000 woningen. Hiervan verbruikt Bredero maar 4%. Afschrijving van de machines die $ 70.000 per stuk kosten, geschiedt in tien jaar.

4.2 *Bij het transport*

De B2-blokken worden in pakketten van ± 1 m³ (1,5 ton) met trailers naar de bouwplaats vervoerd. De trailers zijn uitgerust met kranen met speciale grijpklemmen, waarmee de blokken op het werk worden afgeladen. Voor het transport worden zelfstandige transportbedrijven ingeschakeld. Bij een afstand van 60 km tussen fabriek en bouwplaats bedragen de transportkosten ca. *f* 5,— per ton.

4.3 *Bij de uitvoering*

Per bouwplaats worden ca. 5 bouwliften (merk: 'Kusters' of 'Besto') gebruikt. De kosten hangen samen met het hijsvermogen: een lift met een hijsvermogen van 300 kg kost ca. *f* 2100,—; een lift met 800 kg hijsvermogen ca. *f* 5000,—; een met 1000 kg hijsvermogen ca. *f* 7500,—.
Het materiaal op de bouwplaats wordt door een afdeling van Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V., 'de Werf' genaamd, verhuurd tegen huurtarieven per periode van vier weken. De gemiddelde huurprijs voor een bouwlift bedraagt ca. *f* 180,— per vier weken.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

Centraal in de uitvoeringsopzet staat de ploegenindeling (ploegtaken) met de bijbehorende tarifiëring, gevraagd tempo en omschreven kwaliteitsniveau. Elke ploeg (variërend van zes tot twaalf man) heeft een afgeronde taak, geheel passend in het geplande tempo met enige speelruimte ten opzichte van de voorgaande en volgende ploeg.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*

De prefabricage van binnenwanden en plafondschotten vergt respectievelijk 0,2 en 0,3 manuren per m².

5.2.2 *Op het werk*

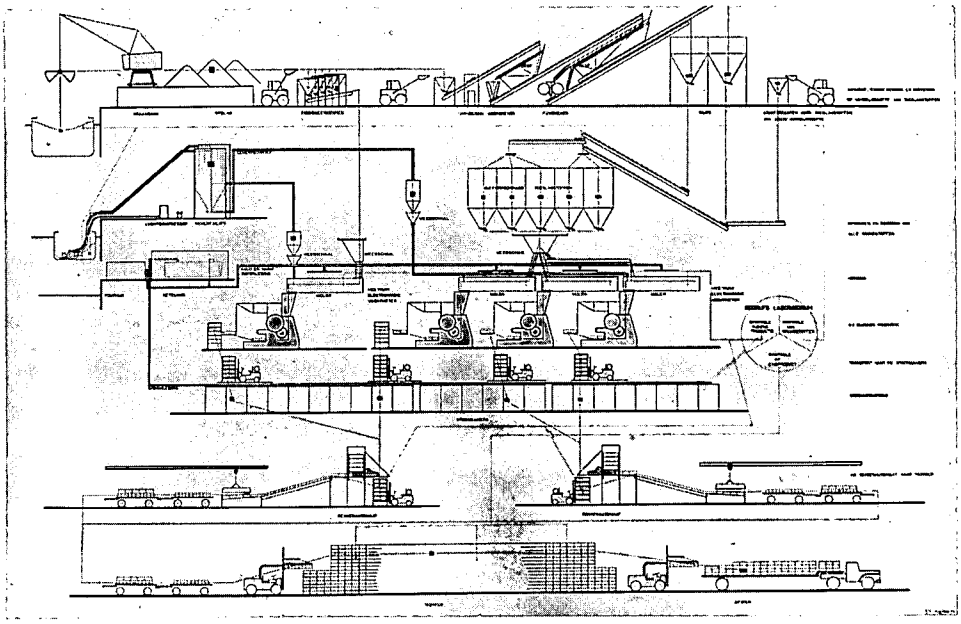
Door het Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. zijn enkele rapporten opgesteld met betrekking tot het aantal manuren op het werk.
Onderzocht werden de projecten:
Losser I 52 eengezinshuizen (start: augustus 1965)
Losser II 106 eengezinshuizen (start: oktober 1965)
Haaksbergen 149 eengezinshuizen (start: juni 1966).
Deze drie projecten zijn tot één bouwstroom gecombineerd, zodat van het serie-effect kon worden geprofiteerd. Alle woningen zijn gelijk, er komen alleen verschillende bloklengten voor.
In Losser I werden 843 manuren per woning incl. c.v. (833 excl. c.v.) besteed (arbeidsbesparing 39,3%, resp. 40,0%), in Losser II 614 incl. c.v. (606 excl. c.v.); arbeidsbesparing 55,8%, resp. 56,5%, en in Haaksbergen 603 incl. c.v. (excl. c.v. 579); arbeidsbesparing 56,6%, respectievelijk 58,2%. De inhoud van de woningen bedraagt 324 m³.
Na de nodige correcties kon in Haaksbergen een arbeidsbesparing van 64,5% worden aangetoond, vergeleken met de norm van 3 manuren/m³ = 30% besparing, of 63,5% vergeleken met de norm 2,5 manuren/m³ = 40% besparing.

Tabel Arbeidsbesparing op de bouwplaats project Haaksbergen (149 woningen)

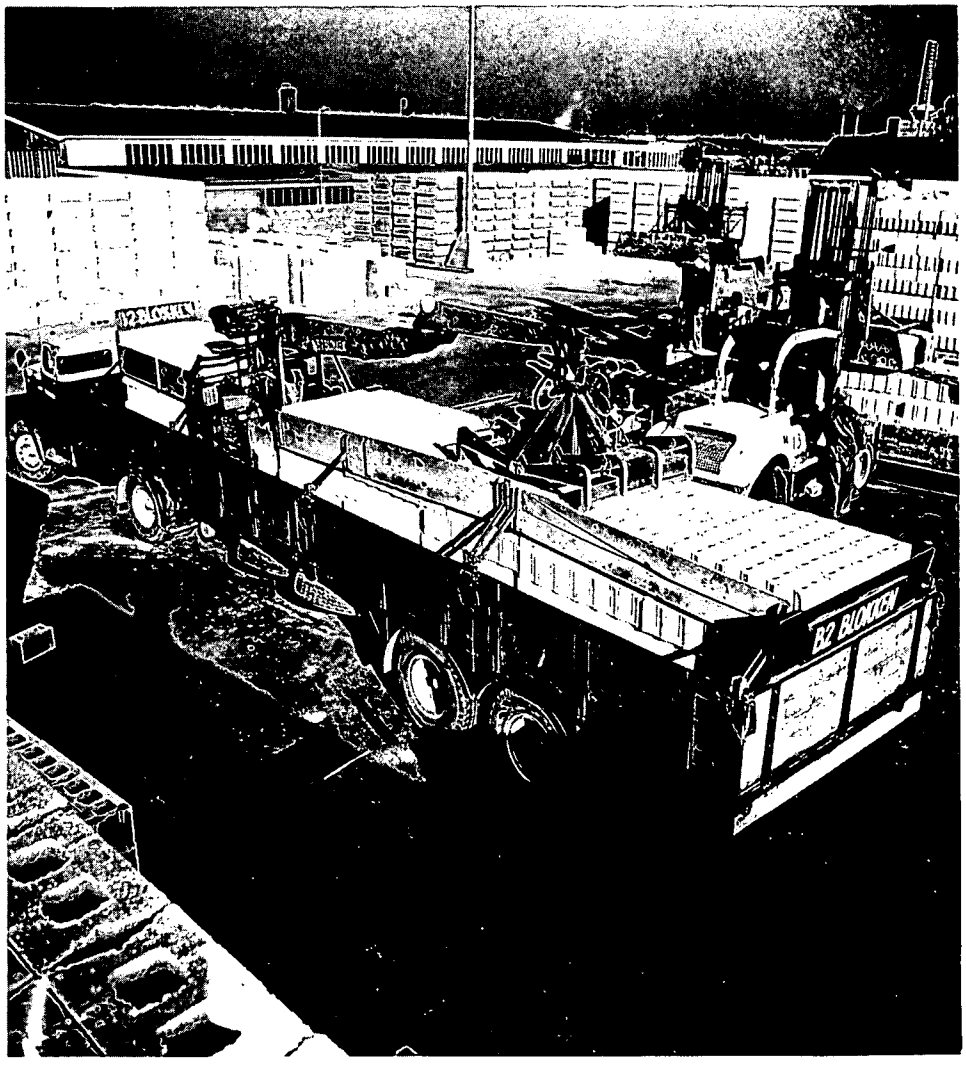
	manuren	*gemiddelde per woning*	*gemiddelde per m³*	*arbeidsbesparing*
zonder correcties	90.015	604	1,86	56,5%
exclusief c.v.	86.246	579	1,79	58,2%
exclusief doorgewerkte uren vorstverlet	84.272	566	1,75	59,1%
exclusief 'extra's'	83.176	558	1,72	59,8%
totaal gecorrigeerd	73.665	494	1,52	64,5%

Voor het gunstigste project, te Haaksbergen, kunnen de manuren als volgt worden gespecificeerd.

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
Hoofdaannemer		
bouwplaatsinrichting, laden en lossen materiaal etc.	7.494	50,2
grondwerk en fundering	8.024	53,8
ruwbouw begane grond en bergingen	10.611	71,2
ruwbouw verdiepingen	12.422	83,3
afwerking ruwbouw afwerking woningen	} 17.978	120,6
totaal hoofdaannemer	56.529	379,1
Onderaannemers		
stukadoor	5.580	37,4
dakdekker	1.789	12,0
behanger	1.423	9,5
schilder	11.613	77,9
voeger	1.423	9,5
stratenmaker	1.175	7,8
totaal onderaannemers	23.003	154,1
Installaties		
loodgieter	5.039	33,8
elektra	4.580	30,7
c.v.	864	5,1
totaal installaties	10.483	69,6
totaal-generaal ongecorrigeerd	90.015	602,8
tijdens vorst doorgewerkte uren:		
eigen personeel	3.591	24,1
onderaannemers	2.152	14,4
besteed aan c.v.:		
eigen personeel	2.905	19,4
onderaannemers	864	5,1



10.7.6 Produktieschema B2-blokken



10.7.7 Truck met oplegger, voorzien van een grijperkraan, op de achtergrond : grijpertruck (foto : Oorthuys, Amsterdam)

extra voorzieningen aan de woningen:		
aanbrengen extra wandtegels	879	
extra betontegels	894	
extra riolering in brandgangen	596	
diepere fundatie-aanleg	1.207	
schuurverlichting	1.341	
aanbrengen boiler	298	
speciale ontstoppingsputten	178	
mantelbuizen gasleiding	298	
aardingen	298	
afrasteringen van betonplaatjes en gaspijp	641	
verbeterde afrastering achterzijde	179	
totaal	6.839	
totaal besteed (gecorrigeerd)	73.664	494

Op het werk te Haaksbergen bedroeg het aantal verleturen ten gevolge van regen 4.104 manuren, d.i. ruim 5%. Vorstverlet is in deze periode niet opgetreden door de voorzieningen voor het doorwerken bij vorst.

5.3 *Verlet*
Als bij traditionele bouw.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
De activiteiten van het bouwbedrijf Bredero op het gebied van gesystematiseerde woningbouw zijn in de oorlogsjaren gestart met een project te Geleen. Omstreeks 1951, na een flinke woningproduktie, richtte het bedrijf zich meer op de utiliteitssector. Pas in 1963 hervatte Bredero zijn activiteiten op het gebied van de gesystematiseerde woningbouw.
Gestart werd met een proefobject van 45 woningen met Z-vormige woonkamer, met gegoten draagwanden en een stalen portaal te Odijk, dat samen met een grote Zweedse houtverwerkende industrie werd ontwikkeld. De ver doorgevoerde prefabricage, de hoge transportkosten en de hoge invoerrechten werkten zodanig prijsverhogend op dit zg. 'Zweedse Huis', dat mede door de verruiming van de woningcontingenten, de verdere ontwikkeling is gestaakt.
Uit het 'Zweedse Huis' werd voor de gesubsidieerde sector van de woningbouw het woningtype BBB-Z-65 P/K (Z = type, 65 =V + W65, P = plat dak, K = kap), waarbij men weer teruggreep naar het B2-blok. Doel was het bereiken van een hoge arbeidsbesparing bij een goede organisatie-opzet en een geringe inzet van materieel. Van dit type zijn woningen gerealiseerd in Losser, Haaksbergen, Hoorn en Borne.

6.2 *Produktie-omvang*
Door het Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening werden vóór 1 januari 1968 geen woningen, gebouwd volgens het systeem BBB-Z-65, als opgeleverd geregistreerd.
De produktie sinds 1963 wordt door de promotor als volgt gespecificeerd:

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunnings-datum*
Odijk	45	T. Houte De Lange	Bredero	v.s.	december 1963
Losser I	52	Husslage	Bredero	pr.	augustus 1965
Losser II	106	Husslage	Bredero	w.w.	augustus 1966
Haaksbergen	149	Husslage	Bredero	w.w.	maart 1966
Hoorn	188	v. d. Kuilen	Bredero	w.w.	maart 1966
Haaksbergen	90	Husslage	Bredero	w.w.	augustus 1967
Odijk	26	T. Houte v. d. Pluijm	Bredero	v.s./pr.	september 1967
Borne	100	Husslage	Bredero	w.w.	maart 1968
Hillegom	117	Husslage	Bredero	pr.	mei 1968
Hoorn	146	Husslage	Bredero	w.w.	juli 1968
Westervoort	105	Husslage	Bredero	w.w./pr.	augustus 1968
Odijk	62	T. Houte v. d. Pluijm	Bredero	v.s./pr.	november 1968

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
In een week kunnen zes woningen per bouwplaats worden geproduceerd.
De produktiecapaciteit is thans volgens de promotor onbeperkt gezien de gigantische produktie van B2-blokken.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale seriegrootte, tevens minimale bouwplaatsomvang, wordt door Bredero een aantal van 100 opgegeven.

6.5 *Ontwikkelingen*
Systematisering van het produkt op het gebied van bouwtechniek, arbeids- en organisatietechniek.

7 Organisatiestructuur

Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V. is een werkmaatschappij van de Verenigde Bedrijven Bredero N.V.
De Verenigde Bedrijven Bredero N.V. omvatten in Nederland o.a. de volgende bedrijven:
- Centraal Laboratorium, Utrecht (leiding: prof. drs. E. M. Theissing);
- N.V. Maatschappij voor Projektontwikkeling 'Empeo', Utrecht;
- Ingenieursbureau Nordined N.V., Utrecht;
- Installatietechniek Bredero, N.V., Utrecht;
- Bredero Beton N.V., Utrecht;



10.7. 8 Complex te Haaksbergen
(foto : Swart, Utrecht)



10.7.9 Complex te Hoorn
(foto : Swart, Utrecht)

- N.V. Timmer- en Meubelfabriek 'De Oude IJssel', Terborg;
- Hollith Grondstoffen Maatschappij N.V., Stein;
- N.V. De Nederlandsche Grèsbuizen Industrie, Belfeld;
- N.V. Gipsbouw, Alphen a/d Rijn;
- Van Stokkum N.V., Venlo;
- N.V. Pers- en Constructiebedrijf 'Presco', Klazienaveen;
- Vlamovensteenfabriek Van Hesteren en Janssens N.V., Tiel;
- N.V. Nederlandse Durisol, Leiderdorp;
- Betonmortelfabriek Utrecht (Befu) N.V., Utrecht (25%);
- Redland-Braas-Bredero Europa (RBB) N.V., Utrecht (45%) (betondakpannen);
- Bredero Price N.V., Utrecht (50%);
- Geldens N.V., Nijmegen;
- Verkoop-Associatie Durisol-Mevriet N.V., Leiderdorp;
- N.V. Centraal Op- en Overslagbedrijf 'Utrecht' (COBU), Utrecht (26%);
- Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V., Utrecht;
- Technische Maatschappij Wildschut N.V., Haarlem;
- Bredero Vast Goed N.V., Utrecht (33$^1/_3$%).

Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V. treedt op als een geïntegreerd bouwbedrijf met eigen projectbureau, constructiebureau, bedrijfsbureau, eigen uitvoering en kwaliteitsinspectie. Behalve de produktie van B2-blokken wordt o.a. de produktie van bakstenen, sneldekpannen, dakplaten, grèsbuizen, gipsblokken, timmerwerk en ijzerconstructiewerk door zusterondernemingen verzorgd.
Ook in de financiële en projectontwikkelingssectoren zijn zusterondernemingen actief.
Hoewel alle voor dit beschreven woningtype gebruikte materialen ook aan derden worden geleverd of van derden worden betrokken, is de bouwmethode een typisch gesloten systeem.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*

Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V. heeft een schat van ervaring gebundeld. Met het gestandaardiseerde woningtype is inmiddels een redelijke ervaring opgedaan. Door een systematische terugkoppeling werden in de aanvang kinderziekten snel onderkend en geëlimineerd.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*

Voor het systeem Bredero gelden dezelfde eisen als voor andere gesystematiseerde traditionele bouw (bij voorkeur gelijke boklengten, zo mogelijk vier en zes woningen lang e.d.).

8.3 *Ontwerp*

In het systeem zijn, tot een hoogte van vier lagen, vele woningtypen en varianten te realiseren. Om voorbereidingstijd, bouwtijd en kwaliteit beter in de hand te krijgen is echter het ontwerp gefixeerd (er zijn alleen variaties in accessoires). Men heeft het systeem aan één ontwerp (eengezinshuis met Z-vormige woonkamer) gekoppeld.

8.4 *Diversen*

Volgens de promotor is het voor een efficiënte uitvoering gewenst dat:
1 De gehele opdracht, zonder uitsluiting, wordt verstrekt (het organiseren van een werk vraagt om goede gezagsverhoudingen).
2 Enige inspraak bij de vastelling van het stedebouwkundige plan mogelijk moet zijn.

9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake het systeem 'BBB-I' voor de bouw van eengezinshuizen.* Rotterdam, 1966.
Vereniging van Systeembouwers. *Nieuwe wegen in de woningbouw.* Den Haag, 1956, p. 14.
Verenigde Bedrijven Bredero N.V. *Jaarverslag 1967.*
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur systeem BBB buitenmuur.* Den Haag, 1952.
Systeem BBB bouwmuur. Den Haag, 1952.
Systeem BBB binnenmuur. Den Haag, 1952.
Max Dendermonde. *Onderdak voor ruimte / ruimte voor onderdak.* Utrecht, z.j.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake 90 eengezinswoningen in het uitbreidingsplan 'De Pas' te Haaksbergen, uitgebracht aan Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V.* Utrecht, Tilburg. 1967.
Horst, J. F. van der – (Centraal Technisch Instituut T.N.O.), *Metingen aan het Central-Air Luchtverwarmingssysteem.* Delft, 1968.
Centraal Laboratorium V.B.B. *Luchtgeluidisolatiemeting.* Utrecht, 5 april 1967 (interne publikatie).
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Eindrapport inzake de bouw van 149 eengezinswoningen in de gemeente Haaksbergen, uitgebracht aan Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V.* Utrecht, Tilburg, 15 augustus 1967.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake de bestede manuren bij de bouw van 307 eengezinswoningen in de gemeenten Losser en Haaksbergen, uitgebracht aan Bredero's Bouwbedrijf Nederland N.V.* Utrecht, 15 november 1966.
Stichting Ratiobouw. *Kenmerkblad BW 75 Bredero Beton, type B2-520.* Rotterdam, 1 juli 1968.
Kenmerkblad Bredero Beton, type B2-509. Rotterdam, 1 juli 1968.
Kenmerkblad WB 65 Bredero Beton, type B2-601. Rotterdam, 1 juli 1968.
Kenmerkblad WB 26 Bredero Beton, type B2-501. Rotterdam, 1 januari 1968.
Bredero's Bouwbedrijf N.V. – Woonhuizen in montagebouw. Z. pl., 1942. Mazure, J. P. – *Nieuwe systemen in de woningbouw,* Rotterdam, 1948, p. 33.
De systeembouw in Nederland. *Polytechnisch Tijdschrift.* 1959, *14,* p. 120 B.

11 Gietbouw

1 Grondprincipe

Een gietbouwmethode wordt gekenmerkt door een wand- en een vloerconstructie die ter plaatse in een gestandaardiseerde bekisting wordt gestort.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

Bij gietbouw worden dragende wanden vervaardigd van
- normaal grindbeton
- beton met speciaal toeslagmiddel (lava e.d.) : middelzware beton.

De wanden zijn geheel gewapend met een krimpnet of langs de randen gewapend.

2.1.2 *Gevels*

De topgevels worden veelal voorzien van een gemetseld buitenspouwblad.
De langsgevels worden veelal samengesteld uit grote puien, die geheel afgewerkt en beglaasd geplaatst worden (maximale arbeidsbesparing op de bouwplaats). Om een beter aanzien, een betere isolatie en minder onderhoud te bereiken, past men thans op toenemende schaal gemetselde penanten en borstweringen toe.
Omdat het metselen organisatorische problemen schept, bestaat er bij vele gietbouwers een levendige interesse voor geprefabriceerde baksteenpanelen.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

Toegepast worden meestal
- wanden samengesteld uit kleinere blokken die worden gemetseld of gelijmd;
- verdiepinghoge panelen.

Materialen zijn meestal gips, gasbeton en sandwichconstructies.
Bij de keuze van het soort scheidingswand spelen de volgende factoren een rol:
- de consequenties van vochtopneming tijdens transport en opslag (krimp- en afwerkproblemen);
- het aantal bewerkingen dat de wand nog moet ondergaan (stellen, inhakken sparingen en sleuven, afwerken, etc.);
- de rommel die de wand achterlaat;
- de bestendigheid van het materiaal tegen een hoge relatieve vochtigheidsgraad (douchecel e.d.);
- de geluidsisolatie van de wand.

Bij de keuze heeft men te maken met het spanningsveld tussen arbeidsbesparing enerzijds (grotere eenheden, dus minder steltijd en eenvoudiger afwerking) en het pasprobleem anderzijds (kleinere eenheden).

2.1.4 *Vloeren e.d.*

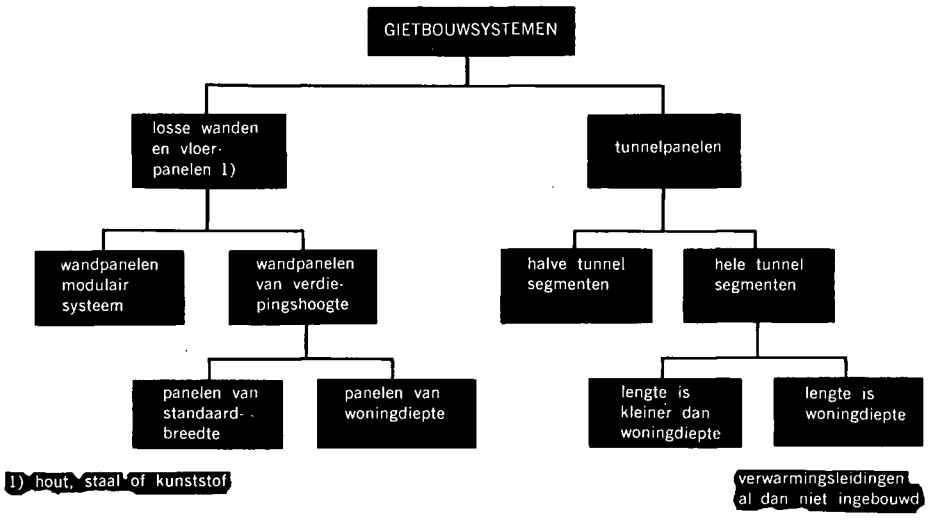
De vloeren zijn van grindbeton, volgens NEN 1009 (GBV 1962) gewapend.
Galerijen en balkons kunnen ter plaatse worden gestort of worden gefabriceerd.
Problemen bij het ter plaatse storten zijn de ingewikkelde bekistingsconstructie, en de warmte- en geluidsisolatie. Problemen bij de toepassing van geprefabriceerde platen zijn het

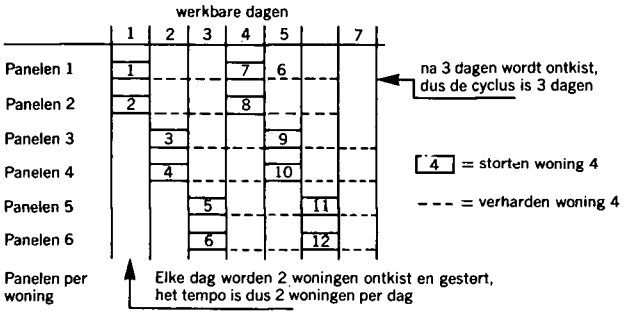
transport (meestal zware kraan nodig om platen aan de andere zijde van het gebouw aan te brengen) en het stellen (oplegging), alsmede de afdichting, zowel onderling als bij de gevel.
Voordelen van geprefabriceerde platen zijn:
- betere afwerking aan de onderzijde;
- geen reparatiekosten aan het schone beton na het ontkisten;
- te gebruiken als loopsteiger, tijdens storten en verharden.

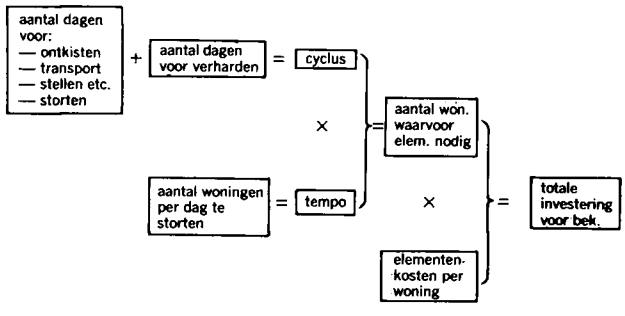
De consoles die de prefab platen ondersteunen, zijn meestal geprefabriceerd. De bekistingsconstructie zou voor vervaardiging op de bouwplaats te ingewikkeld worden en deze zou te lang moeten blijven staan.

2.2 *Fabricage*
Meestal betrekt men de beton van een betoncentrale die zich niet op het werk bevindt.
De puien e.d. worden op een timmerfabriek vervaardigd, de betonwaren op een betonfabriek, e.d.

2.3 *Uitvoering*
Essentieel voor de uitvoering is het bekistingssysteem, waarvan de onderstaande indeling is te geven:







De systemen in dit schema geven, globaal beschouwd, van links naar rechts een grotere arbeidsbesparing en tevens een grotere investering te zien.

Een nieuwe ontwikkeling wordt gevormd door een systeem waarbij dunne betonplaten (d = 4 à 5 cm) als verloren bekisting worden toegepast. Aan deze betonplaten is de wapening van de vloer bevestigd.
De platen worden slechts hier en daar door stempels ondersteund en liggen op de gestorte wanden. Deze platen worden veelal op het werk in speciaal vervaardigde bekistingelementen gemaakt.
De wanden worden per verdieping gestort en hebben bij normale omstandigheden een verhardingsduur tot ontkisten van 12 à 16 uur.
De verhardingsduur tot ontkisten varieert, afhankelijk van betonsamenstelling, verwarmingsmethodiek en organisatie, van 12 uur tot 14 dagen.
Voor gietbouw is kenmerkend de cyclus van: ontkisten, bekisten met alle daarbij behorende handelingen, storten en verharden.
Deze cyclus bepaalt namelijk, met het gewenste bouwtempo, de in totaal noodzakelijke investering.
De investering van de aan te schaffen bekistingelementen wordt berekend als in figuur is aangegeven.

Voorbeeld van bepaling van het aantal woningen waarvoor bekistingspanelen noodzakelijk zijn

Het aantal noodzakelijke *bekistingelementen* (dus de investering in bekistingselementen) wordt bepaald door cyclus x tempo.
Het volgende voorbeeld ter illustratie.
Indien een aannemer de bewerkingsduur heeft bepaald op 5 werkbare dagen ontkisten, bekisten en storten en de ver-

hardingsduur op 7 dagen heeft gesteld, dan wordt de cyclus $5 \times (7 - 2 =^{1}) = 10$ werkbare dagen.
Indien hij een tempo moet halen van gemiddeld bijv. 1,5 woning per dag, heeft hij voor $10 \times 1{,}5 = 15$ woningen elementen nodig. Hij kan dan elke werkbare week 7,5 woning stellen en storten, waarbij er in dit geval van uit is gegaan, dat eenmaal per week gestort wordt.
Door het treffen van maatregelen ter verkorting van de cyclus is het mogelijk de investering te beperken.
Deze maatregelen kunnen betrekking hebben op het verkorten van de bewerkingsduur, door aanpassing van:
- transportmiddelen
- ploeginzet
- werkmethode en organisatie

of op het verkorten van de verhardingsduur d.m.v.:
- aanpassen van betonsamenstelling
- verwarmen.

Beschouwt men nu de verschillende toepassingen, dan ontdekt men dat er in principe twee bouwwijzen worden toegepast, namelijk:

1 Elke dag een cyclus, dus elke dag ontkisten, bekisten en storten en
2 De cyclus bedraagt een langere periode, waarbij dus eerst een aantal elementen wordt ontkist en getransporteerd, gesteld, etc., waarna een groter aantal woningen tegelijk wordt gestort.

De eerste methode stelt hogere eisen aan de organisatie, de tweede vergt meer investering (langere cyclus).
De noodzakelijke verhardingsduur speelt hierbij een rol, een te star hanteren van de G.B.V.-1962 kan hier grote belemmeringen veroorzaken.

Bijzondere problemen bij de uitvoering zijn verder:
- de maatvoering van de bekisting.
- methodiek van aanbrengen en bevestigen van leidingen en sparingen in de bekisting.
- de veiligheid op het werk (vaak te veel verwaarloosd).
- het verkrijgen van getraind personeel voor de niet-traditionele bewerkingen (werkwijze).

Van primair belang is hierbij, dat de gehele organisatie, zowel van de ruw- als van de afbouw tot in details wordt geregeld, en dat een optimale (niet te verwarren met maximale) afstemming van het ontwerp op de produktiemogelijkheden plaatsvindt.
Ook in de uitvoering dient een goede gietbouwmethode als systeem niet alleen de ruwbouw te omvatten. Ook de gehele afbouw dient op gietbouw te zijn afgestemd.

2.5 *Afwerking*
In het algemeen worden de wand- en plafondvlakken als volgt afgewerkt:
1 Grote gaten vullen met een soort plamuur.
2 Beton bespuiten.
3 De nog natte laag 'afmessen'.
4 Behang, betegeling, of iets dergelijks.

Bij toepassing van stalen bekistingen is de vlakheid van de betonnen oppervlakken een minder groot probleem dan bij het werken met een houten, goedkopere bekisting.

1 Van de verhardingsduur mogen voor de planning de weekends worden afgetrokken. Daar in 7 dagen verharden altijd minstens 1 weekend = 2 dagen zit, kan de verharding op 5 werkdagen worden gesteld (normale omstandigheden).

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
T.a.v. de warmte-isolatie is middelzware beton in het voordeel t.o.v. grindbeton. Grindbeton heeft verder het bezwaar dat bij lagere temperaturen en bijv. bij toepassing van veel dubbel glas in de gevel snel condensvorming op de betonvlakken optreedt. Uitrusting met een c.v.-installatie en beperking van de oppervlakte dubbel glas worden bij toepassing van grindbeton vereist.

3.2 *Geluidwering*
Het beton van de wanden heeft in het algemeen een voldoende massa om aan de eisen van NEN 1070 te voldoen. Bezwaarlijk is wel dat het grindbeton weinig geluid absorbeert en gauw een holle klank veroorzaakt.
Bij grote overspanningen (ERA) kunnen vloerconstructies worden gerealiseerd die zonder een afwerklaag voldoen aan de eisen van NEN 1070. Meestal wordt wel zulk een afwerklaag (zwevende vloer, kurkment, of dergelijke) vereist.
Het contactgeluid is door de monolietconstructie bij gietbouw in het algemeen wat problematischer dan bij andere bouwmethoden.
Een apart probleem vormt de flankerende geluidsoverdracht bij toepassing in de gevel van grote lichte puien tussen smalle penanten. Ook bij stapel- en montagebouw komen op dit punt geluidlekken voor, maar men kan stellen dat het probleem van flankerende transmissie specifiek is voor de gietbouw, waarbij de dragende wanden en vloeren zwaar zijn en de overige onderdelen vaak liefst zo licht mogelijk worden gehouden.

3.3 *Diversen*
De spijkerbaarheid van middelzware beton is goed. Grindbeton is niet spijkerbaar. Door het monolietkarakter is gietbouw bij uitstek geschikt voor hoge en zeer hoge bouw. Stabiliteitswanden t.b.v. de stijfheid kunnen een verstoring van het systeem betekenen. Waar de aansluiting vloer-wand als stijf knooppunt moet functioneren, verdient de stortnaad tussen vloer en wand grote aandacht. Veelal wordt dit opgelost doordat men met de vloer mee een kim stort, die tevens als aanslag en maatvoering voor de wandbekisting kan dienen.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de uitvoering*
Bij gietbouw kan men het volgende materieel aantreffen:
- een of meer bouwkranen
- de bekistingpanelen voor wand en vloer
- de verwarmingsapparatuur
- een betonmenginstallatie met toebehoren
- het overig transportmaterieel (liften, lopende banden, enz.)
- het overig klein materieel (kruiwagens, steigers, etc. N.B.: dit is beslist geen 'kleine' begrotingspost).

Vooral de bouwkraan is een belangrijk onderdeel, omdat deze:
- een hoge investering inhoudt (*f* 100.000 tot *f* 150.000) (i.v.m. grote bekistingpanelen en prefab galerijplaten is dikwijls een grote capaciteit vereist);
- een belangrijke kostenpost tijdens het werk is;
- bepalend is (moet zijn) voor het bouwtempo;
- afhankelijk is van het systeem;
- afhankelijk is van de te bouwen vormen.

Bij de ruwbouw worden andere eisen gesteld dan bij de afbouw, zodat veel bedrijven, mede gezien het faseverschil en het voordeel van een ritmische, systematische organisatie voor ruw- en afbouw aparte kranen inzetten. Het blijkt dat de planning van de kraan bepalend is voor de werkmethode en het tempo.
De bekistingpanelen die van staal of hout en tegenwoordig ook wel van kunststof kunnen zijn, vormen de kern van het systeem.

De prijzen variëren van *f* 200/m² 'all-in' voor stellen tunnelsystemen tot *f* 120/m² voor houten tafelbekisting inclusief stalen ondersteuningsconstructie. Het totaal aantal benodigde elementen is afhankelijk van de gekozen cyclus en het bouwtempo.
Door de vers gestorte beton te verwarmen kan men enerzijds onder normale weersomstandigheden de verhardingsduur verkorten, anderzijds onder bijzondere omstandigheden de verhardingsduur handhaven. In de meeste gevallen is verwarmen rendabel, vooral door het tweede punt.
De verwarming kan plaatsvinden door aparte verwarmingselementen, welke hetzij in de tunnel, hetzij onder zeilen warme lucht inblazen. Ook zijn er bekistingssystemen, waarbij verwarmingselementen in de constructie zijn opgenomen (bijv. bolle verstijvingsribben, waardoorheen warm water stroomt).

De inschakeling van een eigen betonmortelinstallatie is afhankelijk van de bouwplaatsomvang en de mogelijkheid beton te betrekken van een betonmortelcentrale.

Een moeilijkheid wordt hierbij gevormd door het feit, dat in betrekkelijk korte tijd een grote hoeveelheid beton nodig is. De grote capaciteit die dit vereist, wordt echter slechts een klein deel van de dag benut.

Tabel 4 Investering voor losse-wanden- en vloerensysteem (stalen panelen) bij verschillende cycli voor de vloerpanelen en een tempo van 1 woning per dag

omschrijving	*prijs per eenheid*	*cyclus is 3 dagen*		*cyclus is 4 dagen*		*[1]een dag per week storten*	
		benodigd	*investering*	*benodigd*	*investering*	*benodigd*	*investering*
bekisting							
— wanden (cyclus 1 dag)	*f* 180/m²	110 m²	*f* 20.000	110 m²	*f* 20.000	110 m²	*f* 20.000
— eindgevel	*f* 180/m²	55 m²	*f* 10.000	55 m²	*f* 10.000	55 m²	*f* 10.000
— vloeren	*f* 100/m²	300 m²	*f* 30.000	400 m²	*f* 40.000	500 m²	*f* 50.000
— extra vloer[2]	*f* 100/m²	50 m²	*f* 5.000	50 m²	*f* 5.000	50 m²	*f* 5.000
ondersteuning							
— vloertafels[3]	*f* 500/st.	3 × 4 st.	*f* 6.000	4 × 4 st.	*f* 8.000	5 × 4 st.	*f* 10.000
— eindgevel[4]			*f* 1.000		*f* 1.000		*f* 1.000
— extra vloer[2]	*f* 500/st.	2 st.	*f* 1.000	2 st.	*f* 1.000	2 st.	*f* 1.000
totaal investering bekisting			*f* 73.000		*f* 85.000		*f* 97.000
overig materieel (zie tab. 6)			*f* 200.000		*f* 200.000		*f* 200.000
totale investering			*f* 275.000		*f* 285.000		*f* 300.000

1 Indien eenmaal per week vloeren worden gestort, is voor 5 woningen bekisting nodig. Opmerking: Ook wordt wel, ter beperking van horizontaal transport, voor een gehele bouwlaag vloerbekisting aangeschaft. De investering is dan afhankelijk van het aantal woningen per laag. De cyclus kan dan ook langer zijn.
2 Deze extra vloer is nodig voor een halve woning, teneinde de wapening en leidingen op te kunnen vangen.
3 Deze ondersteuningstafels kunnen eventueel door de aannemer zelf vervaardigd worden (let op de stijfheid). Aangenomen is, dat twee tafels per travee benodigd zijn.
4 Voor het opvangen van de bekisting van de eindgevelbekisting zijn consoles en extra steigermaterieel benodigd.

Tabel 6 Overig materieel dat bij gietbouw kan worden gebruikt (tempo 1 woning/dag)

omschrijving	*losse-wand- en vloerelementen*	*tunnelelementen*
— bouwkraan	*f* 105.000	*f* 105.000
— kraanbaan etc.	*f* 20.000	*f* 20.000
— verwarmingsapparatuur		
. stoomaggregaat[1]	*f* 26.000	*f* 13.000
. kachels	*f* 3.000	*f* 1.500
. leidingen etc.	*f* 1.000	*f* 500
— dekzeilen[2]	*f* 1.000	*f*
— afdekmateriaal vloeren[3]	*f* 500	*f* 500
— kopschotten voor tunnels	*f* 1.000	*f* 1.000
— steunstempels voor vloer[4]		*f* 2.500
— evenwichtshaak voor kraan	*f* 5.000	
— evenaar voor kraan	*f* 1.000	*f* 1.000
— betontrilapparatuur	*f* 7.000	*f* 7.000
— apparatuur voor betontransport	*f* 10.000	*f* 10.000
— liften en lieren	*f* 10.000	*f* 10.000
— diversen	*f* 10.000	*f* 10.000
Totaal overig materieel	*f* 200.000	*f* 185.000

1 Bij het losse-wanden- en vloerensysteem is zowel voor de wanden als voor de vloeren een verwarmingsaggregaat met toebehoren noodzakelijk. Eventueel kan i.p.v. een verwarmingsaggregaat voor de wanden ook een extra stel wandbekistingelementen worden ingeschakeld. De cyclus kan dan immers langer worden, waardoor minder snel ontkist behoeft te worden. Bij het tunnelsysteem kan men volstaan met een verwarmingsaggregaat, mits wanden en vloeren op dezelfde dag gestort worden.
2 Deze dekzeilen dienen voor het afdekken van de wanden.
3 Dit afdekmateriaal kan bestaan uit bijv. rietmatten. Ook kan een speciaal vervaardigde constructie toegepast worden, die m.b.v. de kraan verplaatst wordt.
4 Deze steunstempels zijn nodig bij het tunnelsysteem, indien reeds na één nacht ontkist wordt, dus bij een cyclus van 1 dag.

Met betrekking tot de mate van investeren en de wijze waarop deze investeringen met hun kosten doorberekend worden, zijn weinig concrete gegevens te verstrekken. Veel factoren spelen hierbij een rol zoals:

- wat is de te verwachten arbeidsbesparing of produktiviteitsverhoging en de te verwachten kostenbesparing?
- wat is de rentabiliteit van het geïnvesteerde vermogen?
- wat zijn de economische risico's, zoals het tegenvallen van aanschafkosten of het ontbreken van de continuïteit?
- wat zijn de technische en organisatorische risico's?

De wijze van afschrijven is zeer afhankelijk van het bedrijf. Hierbij spelen behalve systeemtechnische ook belastingtechnische overwegingen een rol.

4.2 *Bij het transport*
Voor het transport van beton worden truckmixers ingezet. Voor het vervoer van puien, betonwaren e.d. maakt men gebruik van normale vrachtwagens.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
De ploegensamenstelling is afhankelijk van het gebruikte systeem. Er wordt naar gestreefd zo min mogelijk arbeidsgangen op te zetten. Dit houdt bijv. in, dat de ploeg, die de bekisting stelt zeer all-round moet zijn. Deze moet namelijk de navolgende bewerkingen uitvoeren:
- ontkisten
- transporteren
- schoonmaken en oliën
- afstellen (eventueel maatvoeren)
- sparingen, leidingen etc. aanbrengen
- storten en afwerken (dit wordt ook wel door een aparte ploeg verricht).

Meestal onderscheidt men bij toepassing van een systeem met losse vloer- en wandbekisting een aparte vloeren- en wandenploeg.

Bij een tempo van circa 1 woning per dag zal men bij gietbouw gemiddeld ca. 65 man (inclusief onderaannemers) aantreffen. Hiervan zijn circa 20 à 25 man voor ruwbouw; de overige voor afwerking en afbouw.
Hieruit blijkt wel dat de belangrijkste organisatorische problemen bij de afbouw liggen. Hier heeft men meer bewerkingen, meer ploegen en meer afstemproblemen, er zijn minder duidelijke taken, men is afhankelijk van de resultaten van de ruwbouw, (bijv. een onnauwkeurige ruwbouw geeft veel problemen bij afbouw). De afbouw is ook minder overzichtelijk, daar de ploegen verspreid zitten in de woningen.

5.2 *Manuren op het werk*
In het algemeen is door toepassing van gietbouw een aanzienlijke arbeidsbesparing te bereiken (tot ca. 500 manuren). Wat dit betreft behoeven de gietbouwmethoden weinig onder te doen voor montagebouw. Systemen waarbij men met kleine panelen werkt (Korrelbeton, Bitcon) zijn betrekkelijk arbeidsintensief.

5.3 *Verlet*
Bij de meeste gietbouwsystemen wordt doorgewerkt tot –5° C vorst, indien de omstandigheden dit toelaten. Het beton wordt dan veelal verwarmd aangevoerd, na het storten direct afgedekt en de eerste tijd op temperatuur gehouden m.b.v. verhitters. De grote investering maakt een maximale bezettingsgraad immers noodzakelijk.
Het grootste probleem bij gietbouw ligt in het windverlet.
Hoewel de meeste bedrijven opgeven dat bij windkracht van 7 Bf en hoger de kranen stilliggen, is het transporteren van de grote wandpanelen bij windkracht 5 Bf en hoger, vooral op grotere hoogten, al een uiterst hachelijke zaak.
In het algemeen kan dan ook gesteld worden dat op hoogbouwprojecten waar met grote wandelementen wordt gewerkt, ondanks de voorzieningen voor duisternis, vorst en regen, toch slechts een 190 à 200 dagen maximaal gemiddeld wordt gewerkt.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie van gietbouwsystemen*
Reeds voor de Eerste Wereldoorlog vond toepassing van samengestelde bekistingpanelen plaats. Echter pas na 1945 kwam een gerichte ontwikkeling van deze bekistingvormen op gang. Door de grote stijging van de loonkosten en het belangrijke percentage dat het arbeidsintensieve bekisten innam op de loonpost, ging men zoeken naar wegen om de produktiviteit te verhogen zonder al te hoge investeringen en met een niet te groot risico t.a.v. de afschrijvingen. In eerste instantie paste men standaardbekistingelementen in een modulair systeem toe, (bijv. Korrelbeton), welke met behulp van bouten en/of klemmen aan elkaar werden gekoppeld. Het materiaal was eerst hout, later staal en soms ook kunststof.
Door het toenemend gebruik van bouwkranen, konden in navolging van landen als Amerika, Zweden en Frankrijk grotere panelen of tunnels worden toegepast, waardoor minder arbeid voor het samenstellen en afbreken nodig was.

6.2 *Produktie-omvang*
De produktie-omvang varieert zeer sterk bij de diverse beschreven systemen, namelijk van ca. 200 woningen per jaar tot ca. 2000 woningen per jaar. Het aandeel van de gehele gietbouwsector (waarover geen cijfers bestaan!) is in de laatste jaren aan een sterke stijging onderhevig.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit is afhankelijk van de produktiesnelheid. Meestal ligt deze snelheid bij de ruwbouw iets hoger dan bij de afbouw, zodat enige uitloop van de oplevering geconstateerd kan worden.
Het tempo hangt af van de werkmethode. De kraan is beslissend hierbij; zodat de maximale snelheid en capaciteit worden bepaald door het aantal kranen, globaal zoals tabel op volgende pagina aangeeft.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De grenzen die aan seriegrootte en bouwplaatsomvang worden gesteld, liggen bij gietbouw hoger dan bij traditionele bouw, doordat de kosten van transport van het materieel relatief zwaarder drukken. Omdat men bij de start van een bouwwerk toch de bekistingen één maal moet opbouwen, is de minimale seriegrootte die door de promotor van een gietbouwsysteem wordt gevraagd, meestal niet groter dan die van de minimale bouwplaatsomvang. De typedifferentiatie die op één bouwplaats zonder bijzondere voorzieningen kan worden gerealiseerd, hangt vooral af van het aantal woningen dat tegelijkertijd wordt bekist. Zodra men tijdens de uitvoering kisten moet 'ombouwen', gaat dit met grote kostenverhogingen gepaard.
De grenzen die door de promotoren zijn gesteld, zijn meestal zeer subjectief en hangen samen met marktpositie, organisatie van het bedrijf etc. Voor een middelgroot bedrijf kan de minimale bouwplaatsomvang voor eengezinshuizen worden gesteld op circa 50, voor meergezinshuizen op circa 80. De door de promotor opgegeven aantallen liggen meestal hoger.

6.5 *Ontwikkelingen*
De ontwikkeling is enerzijds gericht op produktiviteitsverhoging, door verbetering van organisatie, materieel en werkmethode, anderzijds gericht op het meer flexibel maken van het systeem,

Tabel 1 De samenhang tussen het bouwtempo en het aantal ingezette bouwkranen

kraanuren per woning	*aantal kranen ingezet*	*bouwtempo per werkbare dag*	*jaarproduktie*
13 uur	1 kraan voor ruw- en afbouw	0,5 won./dag	100 won./jaar
10 uur		0,75won./dag	150 won./jaar
13 uur	2 kranen voor ruw- en afbouw	1 won./dag	200 won./jaar
10 uur		1,5 won./dag	300 won./jaar
13 uur	3 kranen voor ruw- en afbouw	2 won./dag	400 won./jaar
10 uur		2,5 won./dag	500 won./jaar

waardoor meer gedifferentieerde woningtypen gebouwd kunnen worden. Met name het welslagen van dit laatste zal voor de verdere ontwikkeling van gietbouw van essentieel belang zijn.
De systemen met kleine panelen zijn, globaal genomen, op hun retour, hoewel bijv. de toepassing van Bitcon voor het plan Buikslotermeer bewijst dat er voor dit type gietbouw wel degelijk nog toekomst is.

7 Organisatiestructuur

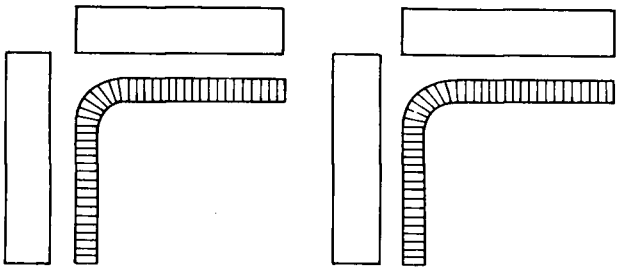
Gietbouw is een typische uitvoeringsmethode. Alle gietbouwsystemen worden dan ook door uitvoerende bouwbedrijven geëxploiteerd. In de keuze van de ontwerpen is men meestal vrij, hoewel er ook wel gegroeide relaties tussen systeem en ontwerpen zijn (EBO - Bier en Verschoor/Van Coolwijk, ERA - Fledderus, etc.). Van belang is in elk geval dat de ontwerper zijn plan niet los van het betrokken systeem ontwerpt.
T.a.v. de keuze van onderaannemers en toeleveringsbedrijven is de opdrachtgever tamelijk vrij. Niettemin wordt er door bedrijven die zelf over een timmerfabriek, een betonfabriek e.d. beschikken, wel enige druk uitgeoefend om het timmerwerk en de levering van prefab betonelementen door het eigen bedrijf te laten verzorgen. Door het streven naar integratie van ruw- en afbouw bestaan er ook, bijna automatisch, nauwe bindingen met onderaannemers die met een bepaald systeem vertrouwd zijn geraakt.

8 Analyse

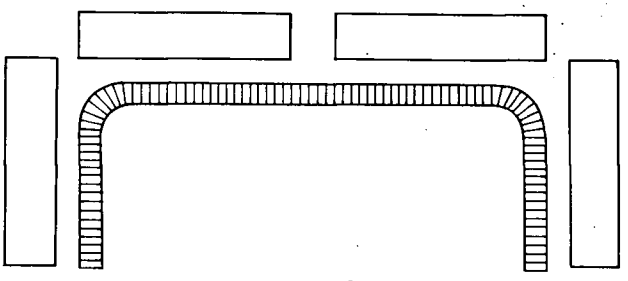
8.1 *Ervaring*
Een aantal systemen heeft een grote ervaring opgedaan (ERA-gietbouw, Wilma II, RBM), niet allen in de woningwetsector, maar ook in de premie- en vrije sector.
De laatste jaren zijn talloze bouwbedrijven overgeschakeld op de aankoop van bekistingen en kranen, waarbij men op hetzelfde moment de toegepaste bouwmethode tot systeem heeft verklaard. Bij een groot aantal bouwbedrijven is de ervaring met gietbouw nog gering en is de kwalificatie 'systeem' nauwelijks op haar plaats.
Met toepassingen in andere vormen dan galerijflats is de ervaring in het algemeen nog gering.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Gietbouw wordt vooral toegepast voor hoogbouw. Hiertoe leent gietbouw zich om allerlei redenen ook het best (stabiliteit, sterkte, bouwkranen toch al aanwezig, etc.).
Bij laagbouw kan de kraan problemen geven. Wanneer men een kraan op rails toepast, ontstaat een kraanbaan van grote lengte. Zet men een mobiele kraan in, dan moet deze zwaarder zijn i.v.m. de grote bekistingpanelen, terwijl uitgebreide rijvoorzieningen moeten worden getroffen.
Bij montagebouw speelt dit alles een kleinere rol, daar bij laagbouw het montagetempo van de grote betonpanelen sterk opgevoerd kan worden en dus de huurtijd van de dure kraan minimaal kan worden gehouden.
Niettemin laten de gietbouwsystemen die zich (mede) op laagbouw richten (bijv. EBA - gietbouw) zien dat in deze sector concurrerend kan worden gewerkt.

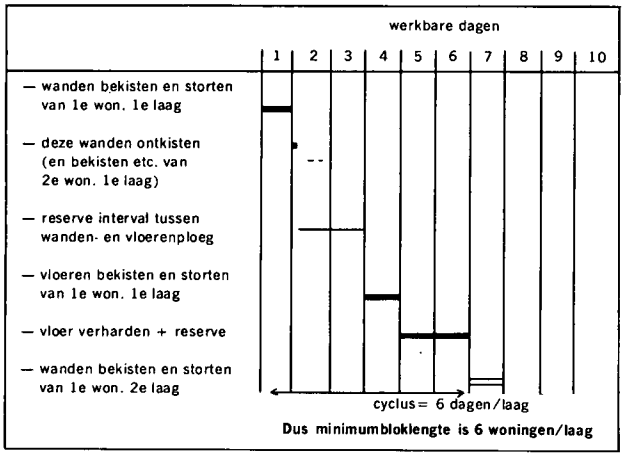
Overal waar kraanbanen worden toegepast hebben deze voor het stedebouwkundige plan enige consequenties. Opgemerkt moet worden dat deze consequenties in het jongste verleden nogal eens schromelijk zijn overdreven.
Een belangrijk punt is de gewenste bloklengte. Deze hangt samen met de toegepaste werkmethode:



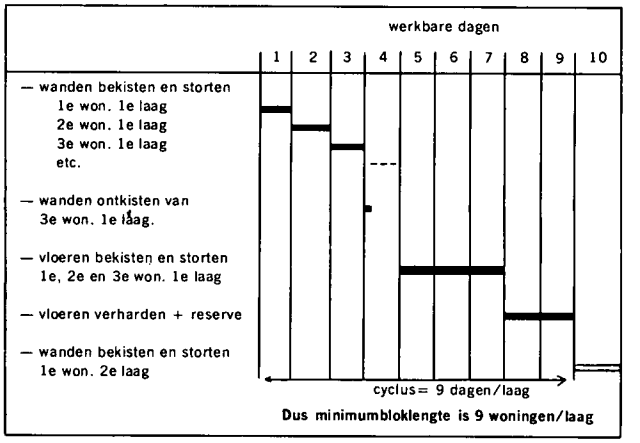
Situatie A



Situatie B



(Bepaling van de minimumbloklengte, indien per dag zowel wanden als vloeren van een woning worden ontkist, gestort, etc.)



(Bepaling van de minimumbloklengte, indien per dag de wanden van een gehele woning worden ontkist, bekist, etc., maar éénmaal per drie dagen een sectie vloeren van 3 woningen wordt bekist, gestort, etc.)

8.3 *Ontwerp*

Elke goede woningarchitect kan met gietbouw overweg. Belangrijke gegevens zijn de voor het betrokken bedrijf geldende werkmethode, de capaciteit van en het aantal kranen, de volgorde van werken enz.

Belangrijk is dat men het ontwerp zó maakt, dat men tijdens de uitvoering geen of zo weinig mogelijk bekistingen behoeft 'om te bouwen'. Dit heeft niet alleen consequenties voor de maatvoering, de plaats van de spanningen e.d., maar ook voor de plaats van de lichtpunten in de woning. Het spiegelen van de woningen is hierdoor meestal bezwaarlijk.

De keuze of men aan één of aan twee zijden bekistingen aanbrengt en lost, is van invloed op de ontwerpmogelijkheden. In het eerste geval zijn rechte betonwanden vereist, in het tweede geval zijn sprongen goed uitvoerbaar.

In de opzet en de detaillering van de gevel is men gewoonlijk vrij. Aan de buitenzijde is een gietbouwcomplex, evenals een stapelbouwcomplex, meestal als systeem onherkenbaar. Dat sommige promotoren hun systeem aan één plattegrond of één thema hebben gekoppeld (ERA, Breda etc.), is niet inherent aan het systeem. Gietbouw leent zich juist tot een grote differentiatie en flexibiliteit.

renvooi bij de kaartjes

- ✡ eengezinshuis
- ○ galerijflat
- ▲ maisonnette
- □ portiekflat
- ✪ woonvorm niet gespecificeerd

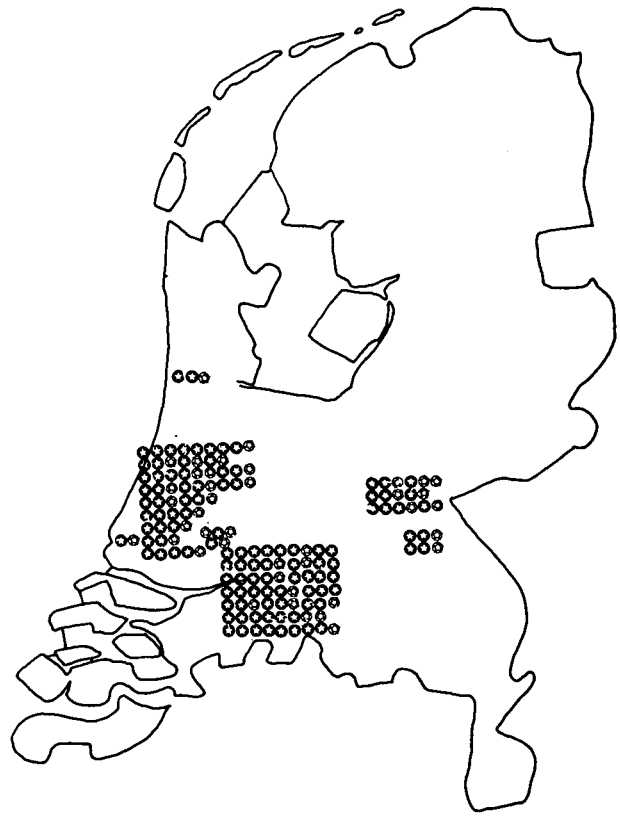
dicht: 100 woningen
open: 1 t/m 100 woningen

11.1 Korrelbeton

Promotor: N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen,
Singel 271, Dordrecht.
Tel. (01850) 3 69 44

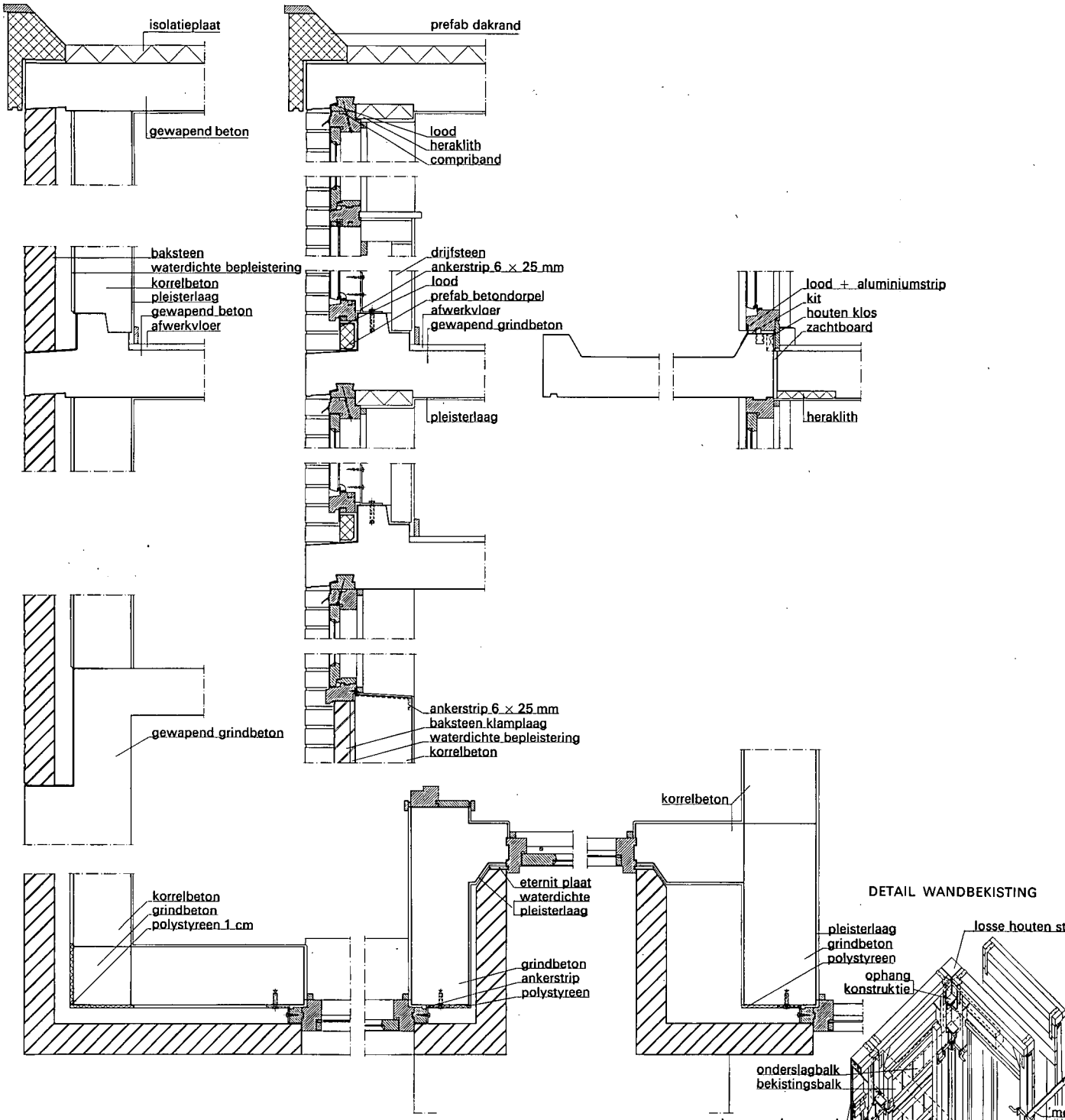
Uitvinder: W. Greve

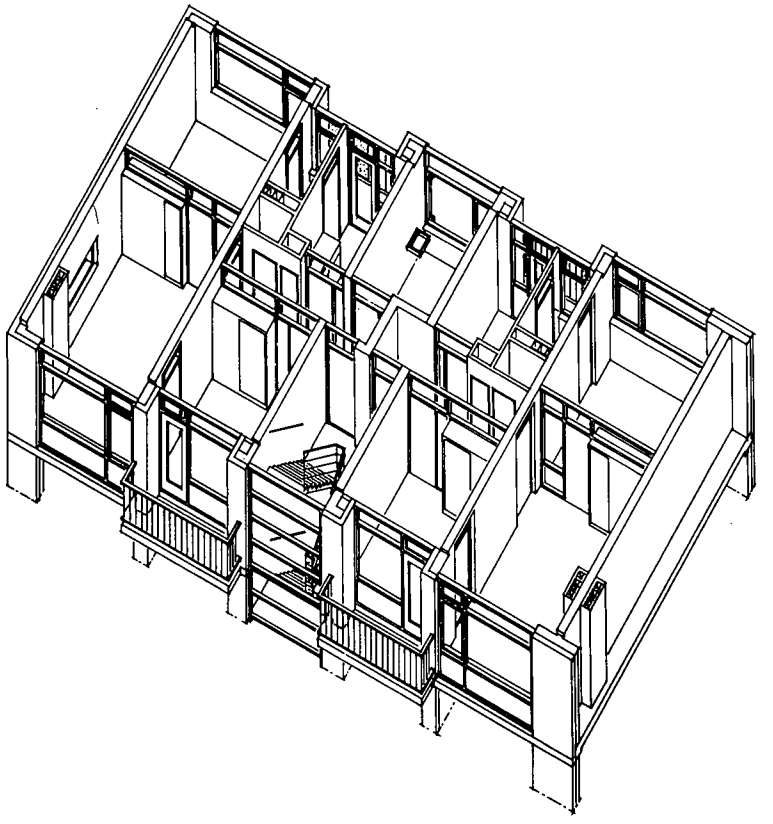
Bouwkeur: T958.

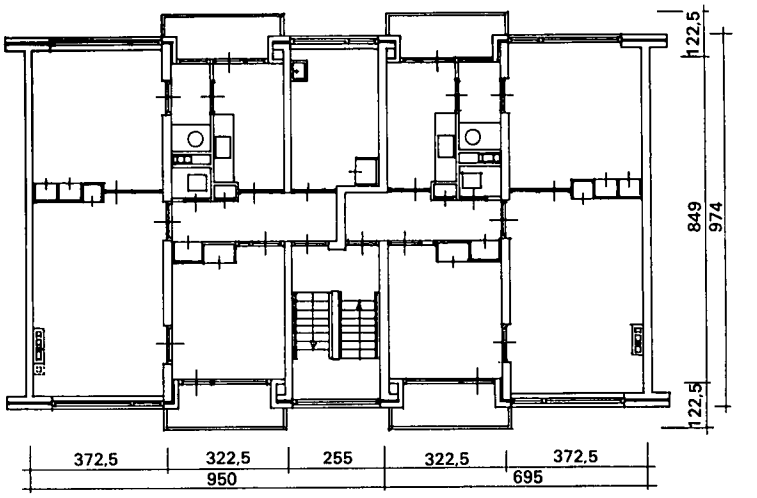


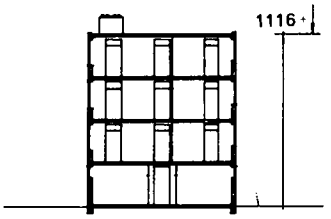
Voorbeeldproject

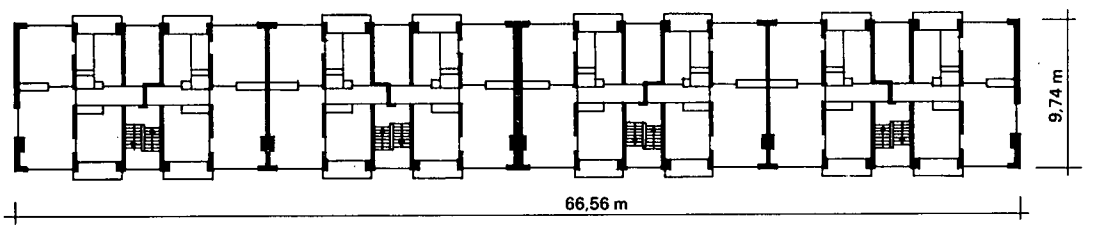
111 portiekflats, driehoog op onderbouw (premie) te Spijkenisse.
Opdrachtgever: eigen bouw.
Architect: E. F. Groosman, Rotterdam.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen, Dordrecht.


isolatieplaat
gewapend beton
prefab dakrand
lood
heraklith
compriband
baksteen
waterdichte bepleistering
korrelbeton
pleisterlaag
gewapend beton
afwerkvloer
drijfsteen
ankerstrip 6 × 25 mm
lood
prefab betondorpel
afwerkvloer
gewapend grindbeton
pleisterlaag
lood + aluminiumstrip
kit
houten klos
zachtboard
heraklith
gewapend grindbeton
ankerstrip 6 × 25 mm
baksteen klamplaag
waterdichte bepleistering
korrelbeton
korrelbeton
eternit plaat
waterdichte
pleisterlaag
korrelbeton
grindbeton
polystyreen 1 cm
grindbeton
ankerstrip
polystyreen
DETAIL WANDBEKISTING
pleisterlaag
grindbeton
polystyreen
losse houten stijl
ophang
konstruktie
onderslagbalk
bekistingsbalk
bovenregel raamwerk
ophangkonstruktie vloerbalken
samengesteld
uit T-profielen 50 × 50 × 5 mm
'mes'
'mes'steun
6 × 19 mm
losse schotjes met klampjes
haakstrippen 6 × 38 mm
'mes' 38 × 6 mm
'sleutels' Ø 12 mm
onderregel raamwerk
wig
knellat
stijl raamwerk
DETAIL VLOERBEKISTING
bovenregel raamwerk
vloerschotten
bekistingsbalk
onderslagbalk
ophangkonstruktie vloer-
balken




122,5
849
974
122,5
372,5
322,5
255
322,5
372,5
950
695


1116


9,74 m
66,56 m

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor laag- en middelhoogbouw waarbij in gestandaardiseerde, op een vaste moduul gebaseerde, houten, door één man te hanteren, bekistingelementen dragende wanden en binnenspouwwanden worden vervaardigd van op het werk gestorte beton met zoveel mogelijk éénkorrelig toeslagmateriaal.
De vloer behoort niet tot het systeem.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*
De dragende wanden van korrelbeton zijn 20 of 25 cm dik; zij vereisen geen trasraam. Ook de binnenwanden in het systeem bestaan uit korrelbeton (15 cm dik).

Op de ontmoeting van dragende wand en gevel en in zwaar belaste penanten moeten (gewapende) betonkolommen worden ingestort. Deze komen achter de bekleding van baksteen of worden t.o.v. de buitenmuur naar binnen teruggezet, zodat een strook korrelbeton buiten de kolom aanwezig blijft. De kolom wordt voorts afgeschermd door een strook schuimplastic van 1,5 cm, waardoorheen ankers steken ter verankering van de bekleding. Ook kan de kolom door een spouwtje van de buitenbekleding worden gescheiden.

2.1.2 *Gevels*
De gevel bestaat uit een spouwconstructie met een binnenspouwwand van korrelbeton, dik 15, 20, 25 of 30 cm, afhankelijk van de dikte van de afwerklaag en de bouwhoogte.

De buitenspouwwand bestaat uit halfsteens baksteenmetselwerk, aangebracht tegen een waterdichte bepleistering van 1,5 cm dikte.

Vroeger volstond men met een betonafwerking met sierpleister, welke echter niet erg goed voldeed. In dat stadium werd in de Ratiobouwkeur van februari 1951 merkwaardigerwijze gesteld: 'Door enkele gemeenten is om architectonische redenen een baksteenbuitenbekleding, als op de tekening aangegeven, geeist. Het principe van de constructie gaat hierdoor verloren en de bekleding brengt extra kosten met zich mede'.
Boven raamopeningen worden gewapende korrelbetonlateien van een dichtere samenstelling gestort.

2.1.3 *Vloeren e.d.*
Als vloeren worden plaatvloeren gebruikt, bijv. Isoliet. Aan de onderzijde wordt de vloer met een stuclaag, aan de bovenzijde met een estrichlaag afgewerkt.

2.2 *Uitvoering*
Toegepast wordt een houten bekisting, bestaande uit verdiepinghoge en 20, 30, 40, 50, 60, 70 of 80 cm brede houten raamwerken. Deze worden gekoppeld en op afstand gehouden door stalen verbindingsonderdelen. In de raamwerken worden kleine houten bekistingsschotten aangebracht. Deze worden daaraan bevestigd door middel van een houten lijst en wiggen. De schotten worden na 24 uur gelost, de raamwerken na 6 dagen.

De bekisting wordt niet getrild. De beton wordt verdicht doordat de bekisting met rubber hamers wordt beklopt.

De ruwbouwbewerking bij middelhoge portiekflats kan in de volgende fasen worden onderscheiden:
1 beugels en vloeren lossen
2 binnenframe loshalen
3 balkons en buitenframes loshalen
4 steigers maken
5 binnenframes stellen
6 vloer stellen
7 buitenframes stellen
8 afkransen
9 potten stellen
10 wandschotjes stellen
11 elektrische leidingen plaatsen
12 schotjes plaatsen
13 balkons en opzetbakken plaatsen
14 kolomwapening zetten
15 wanden storten
16 trekken van kolomplanken
17 schotjes uithalen
18 vloerelementen leggen
19 vloer vlechten
20 guides stellen
21 vloer storten
22 verharden
23 latten spijkeren
24 trapgat ontkisten
25 trap stellen-vlechter-storten-ontkisten.

2.3 *Materialen*
De samenstelling in volumedelen van het korrelbeton was aanvankelijk 1 portlandcement – $^3/_4$ zand – 10 gebroken baksteenkorrel. Toen de periode van overschot aan baksteenpuin voorbij was, werden in plaats van tien delen baksteenkorrels acht delen lavaliet als toeslag toegevoegd. De samenstelling werd toen 1 portlandcement – $^1/_2$ zand – 8 lavaliet.

De korrelgrootte van de grove toeslag kan variëren van 7 tot 23 mm, met dien verstande dat de afmeting van de grootste korrel niet groter mag zijn dan tweemaal de afmeting van de kleinste korrel. De korrels zijn poreus en nemen gedeeltelijk water op (gevaarlijk bij lage temperaturen). Het volumegewicht van dit korrelbeton is 1500 à 1400 kg/m³.

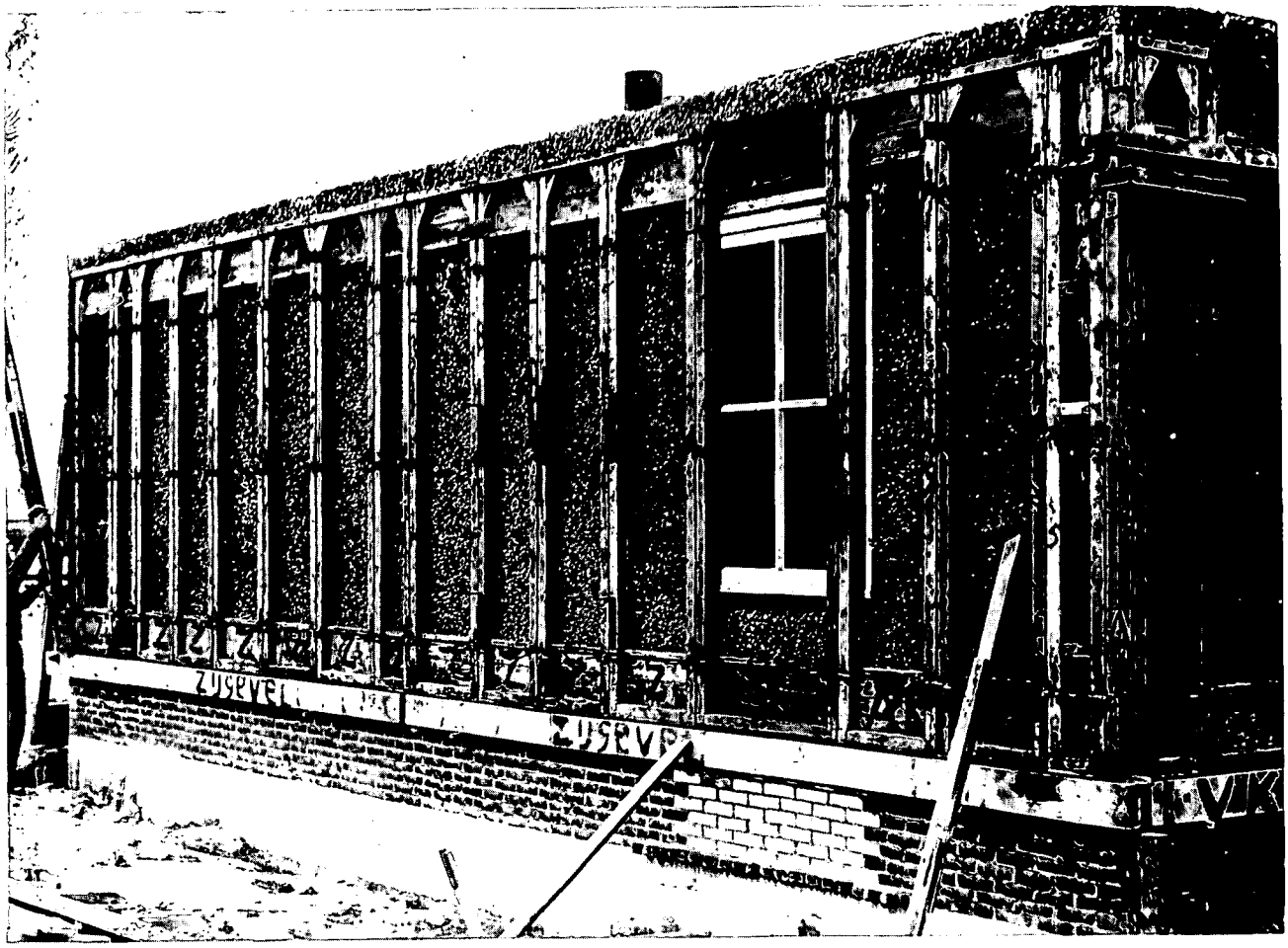
2.4 *Afwerking*
De wanden worden afgepleisterd. Het stucwerk is essentieel in verband met de vochtopname van de wanden en de geluidsisolatie. De vloeren worden op de gebruikelijke wijze afgewerkt.

3 Bouwfysische eigenschappen

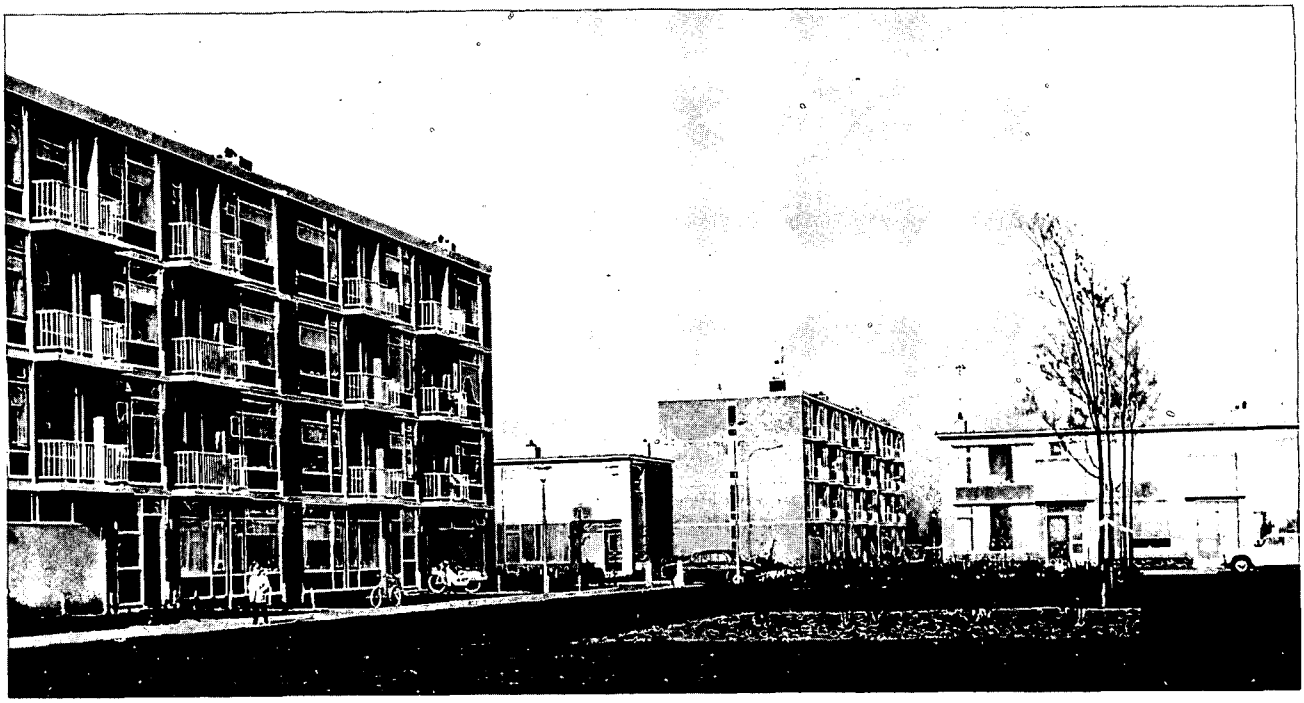
3.1 *Thermische eigenschappen*
De draagwandconstructie voldoet aan de in V 1068 gestelde eisen. Een 15 cm dikke buitenwand met baksteenbekleding voldoet aan de in V 1068 gestelde eisen. Ook ter plaatse van de met schuimplastic op een spouw afgeschermde betonkolommen is de isolatie voldoende.

3.2 *Geluidwering*
De korrelbetonwand van 20 cm dikte kan in de kwaliteitsklasse 'matig' alleen tussen de in V 1070 bedoelde nevenruimten en ondergeschikte ruimten of tussen twee slaapkamers worden toegepast. De wand van 25 cm dikte mag in deze kwaliteitsklasse overal worden toegepast.

3.3 *Diversen*
Het korrelbeton van baksteenkorrels met een samenstelling in volumedelen van 1 portlandcement – $^3/_4$ zand – 10 baksteenkorrel of 8 lavaliet moet een druksterkte hebben van 25 kg/cm² na zeven dagen en van 45 kg/cm² na 28 dagen. In de praktijk haalde de samenstelling met baksteenkorrels 40 à 50 kg/cm², die met lavaliet ca. 70 kg/cm².



11.1.1 Bekisting van een zijgevel
(foto : archief Van Wijnen)



11.1.2 Complex te Spijkenisse
(foto : archief Van Wijnen)

Voor de elasticiteitsmodulus kan 50.000 kg/cm² worden aangehouden en voor n de waarde van 40. De geëiste druksterkte van 45 kg/cm² is voldoende om rechtstreeks plaatvloeren op de wanden op te leggen. Ter plaatse van belastingconcentraties worden in de wandconstructie gewapende betonkolommen toegepast.

Met het oog op corrosie mogen wapeningstaven alleen in de dichte samenstelling van het korrelbeton worden aangebracht; anders moeten zij in een cementmortel worden gelegd.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*

Wanneer het beton van een centrale wordt betrokken, vindt het transport van het beton per truck-mixer plaats. Wanneer het beton ter plaatse wordt bereid, vindt het transport plaats per hoogkieper.

Puien en andere geprefabriceerde elementen worden per auto aangevoerd.

4.2 *Bij de uitvoering*

Het belangrijkste hulpmaterieel is de montagebekisting, welke zonder spijkers in elkaar gezet kan worden. Eén kist kan 50 tot 100 keer mee. De bekisting bestaat uit kleine handzame elementen van vurehouten delen, met onderling naadjes van 2 à 3 mm, waardoor het hout vrij kan uitzetten. De houten frames worden met stalen sleutels verbonden. De vloerbekisting bestaat uit een houten balklaag met houten deeltjes erop. Alle bekistingsonderdelen worden geprefabriceerd. In 1965 kostten de bekistingspanelen (inclusief schotten en ijzerwerk) *f* 50,— per m².

Soms wordt het beton van een centrale betrokken, soms ook wordt op de bouwplaats een betoncentrale gemaakt.

Bij gebruik van schaalliften worden deze als silo gebruikt. De mixer stort het beton in de silo, ofwel (bij grote projecten) het beton wordt via pneumatisch transport van de eigen centrale naar de silo gebracht. Na het heffen van de lift wordt het beton boven in japanners uitgereden. De liften, waarvan er één per blok wordt toegepast, kosten per stuk circa *f* 20.000,—. De firma Van Wijnen heeft circa 25 van deze Escherliften, die in vijf jaar werden afgeschreven, in bedrijf gehad.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

Over de arbeidersbezetting op het werk zijn geen bijzonderheden verstrekt.

5.2 *Manuren op het werk*

Volgens de promotor vergt een korrelbetonwoning circa 1200 manuren, waarvan ongeveer 300 manuren worden besteed door de onderaannemers (loodgieter, elektricien, stukadoor, vlechter, tegelzetter, vloerlegger).

Specificaties van deze aantallen zijn niet verstrekt.

5.3 *Verlet*

Doordat men niet hoger dan vier lagen gaat, heeft men weinig last van hoge windsnelheden.
Voor vorst is het systeem zeer gevoelig. De kleine korrels die als het ware waterreservoirs zijn, vriezen vast aan de kist. Men treft geen voorzieningen om bij vorst toch door te werken.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*

De eerste toepassing van het materiaal zien we in een Scheveningse wijkje door de Haagse architect Greve. Na de Eerste Wereldoorlog verrezen in korrelbeton woningcomplexen in Amsterdam (Watergraafsmeer: betondorp), Rotterdam en Den Haag.

Sinds 1946 wordt het materiaal, gestort in een gestandaardiseerde bekisting onder de naam 'systeem korrelbeton' op grote schaal toegepast door N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen te Dordrecht.

Tot einde 1967 waren in Nederland ruim 14000 korrelbetonwoningen voltooid (vooral in Dordrecht, Arnhem, Den Haag, Nijmegen en Rotterdam). In Dordrecht is sinds 1945 het grootste deel van de woningwetwoningen in het systeem korrelbeton uitgevoerd.

Omstreeks 1962 begon de produktie terug te lopen. De firma Van Wijnen schakelde enkele jaren later over op het systeem 'Schokbeton H', waarmee in feite een eind kwam aan de roemrijke geschiedenis van het systeem 'Korrelbeton'.

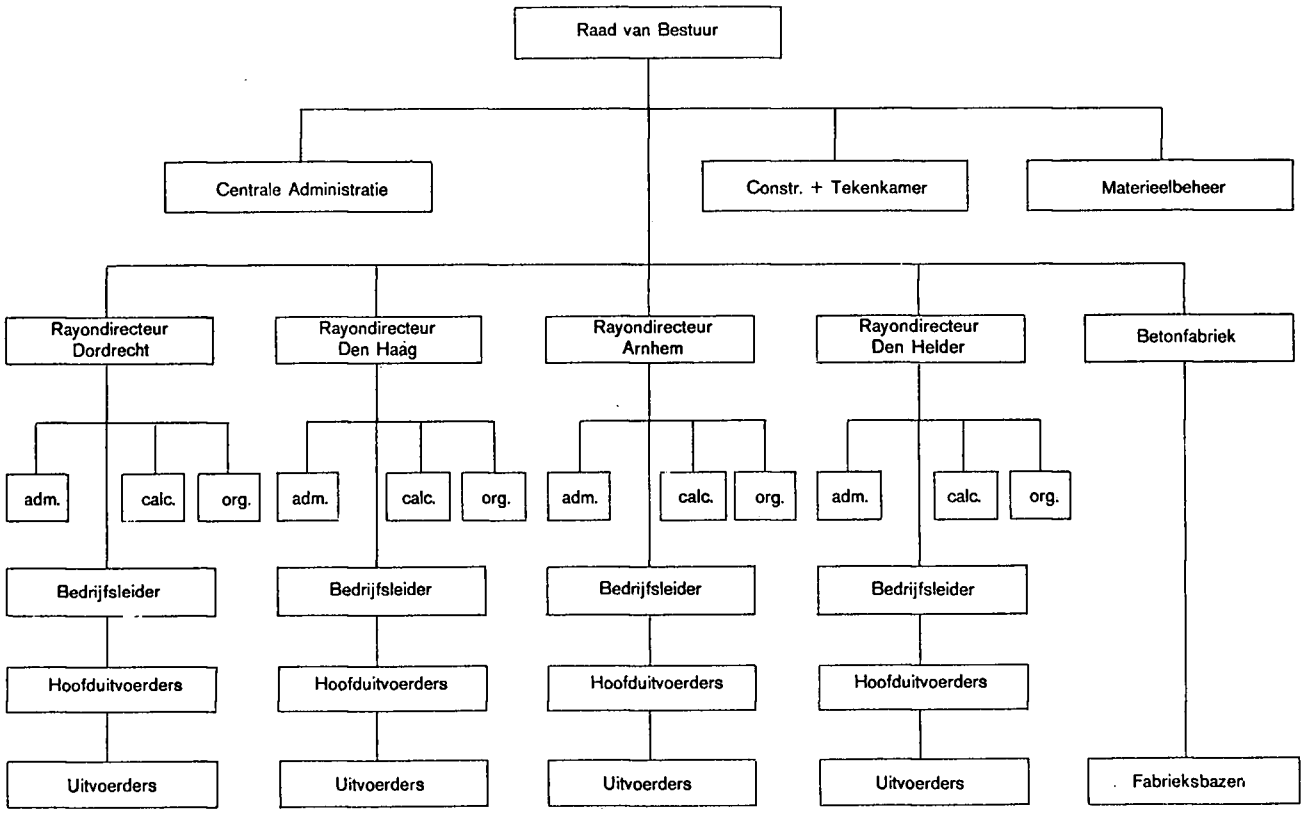
6.2 *Produktie-omvang*

Het onderstaande schema geeft een beeld van de produktieomvang sinds 1957.

	aantal opgeleverde woningen	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1957	....	7173
1-1-1958	812	7985
1-1-1959	1201	9186
1-1-1960	1721	10907
1-1-1961	1811	12718
1-1-1962	811	13529
1-1-1963	56	13585
1-1-1964	0	13585
1-1-1965	514	14099
1-1-1966	74	14173
1-1-1967	0	14173
1-1-1968	126	14299
gemiddeld in de laatste drie jaren	67	

De volgende tabel geeft alle Korrelbetoncomplexen sinds 1946 weer:

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*opdrachtgever*	*financieringssector*	*jaar*
'Weizicht', Dordrecht	467	Openbare Werken en Volkshuisvesting	gemeente Dordrecht	w.w.	1948
Overschie	94	Holt & Bijvoet, Haarlem	gemeente Rotterdam	w.w.	1948
Den Haag	252	Dienst Stadsontwikkeling en Volkshuisvesting	gemeente Den Haag	w.w.	1948
Nijmegen	210	W. T. Reynen	woningbouwvereniging Nijmegen	w.w.	1948



11.1.3 Organisatiestructuur van N.V. Aannemersbedrijf v.h. P. A. van Wijnen

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*opdrachtgever*	*financie-ringssector*	*jaar*
Den Haag	495	J. C. van Dorsser, J. B. Fels	woningbouwvereniging Den Haag	w.w.	1949
Arnhem	192	ir. H. Lammers ir. C. Ch. Lammers-Koeleman	Centrale Woningstichting Arnhem	w.w.	1950
Velsen	236	J. Dunnebier Amsterdam	gemeente Velsen	w.w.	1950
'Weizicht', Dordrecht	528	Openbare Werken en Volkshuisvesting	gemeente Dordrecht	w.w.	1950
Hoek van Holland	120	Holt & Bijvoet, Haarlem	gemeente Rotterdam	w.w.	1950
Nijmegen	215	W. T. Reynen	woningbouwvereniging Nijmegen	w.w.	1950
Den Haag	220	H. C. P. Nuyten, M. J. Luthmann	gemeente Den Haag	w.w.	1951
Arnhem	160	ir. H. Lammers ir. C. Ch. Lammers-Koeleman	Centrale Woningstichting Arnhem	w.w.	1951
Noordendijk te Dordrecht	72	Openbare Werken en Volkshuisvesting	gemeente Dordrecht	w.w.	1952
Den Haag	334	J. C. van Dorsser, J. B. Fels	woningbouwvereniging Den Haag	w.w.	1952
Den Haag	478	ir. H. Thunnissen ir. A. van Kranendonk	R.K. woningbouwvereniging 'Verbetering zij ons streven' Den Haag	w.w.	1952
Noordendijk te Dordrecht	612	Openbare Werken en Volkshuisvesting	gemeente Dordrecht	w.w.	1952
Den Haag	206	J. C. Dorsser, J. B. Fels	gemeente Den Haag	w.w.	1953
Den Haag	96	A. Verschoor, T. Bier	gemeente Den Haag	w.w.	1953
Halmaheiraplein te Dordrecht	240	Openbare Werken en Volkshuisvesting	gemeente Dordrecht	w.w.	1954
Den Haag	232	J. en L. de Jonge, Rotterdam	Algemene Woningbouw-vereniging Den Haag	w.w.	1954
Arnhem	202	L. R. T. Oskam, Dordrecht	Algemene Woningbouw-vereniging 'Arnhem'	w.w.	1955

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*opdrachtgever*	*financie-ringssector*	*jaar*
Arnhem	96	L. R. T. Oskam, Dordrecht	Woningstichting 'Ons Belang' te Amersfoort	w.w.	1955
Den Haag	206	ir. H. V. Gerretsen	Prot. chr. woningbouw-vereniging 'De Goede Woning' Den Haag	w.w.	1955
Den Haag	174	L. v. d. Kloot Meyburg, Scheveningen	Woningstichting 'Ons Belang', Amersfoort	w.w.	1955
Wielwijk, Dordrecht	606	Openbare Werken en Volkshuisvesting	gemeente Dordrecht	w.w.	1955
Bouwlust II, Den Haag	468	Cusell en Verschoor - Bier Loosduinen	Woningstichting 'Patrimonium' Den Haag	w.w.	1956
Bouwlust III, Den Haag	288	ir. J. A. Lucas en ir. H. E. Niemeyer, Voorburg	Algemene Woningbouw-vereniging	w.w.	1957
Vrederust Oost II, Den Haag	600	J. B. Fels ir. J. J. Kroon	Algemene Woningbouw-vereniging Den Haag	w.w.	1957
Wielwijk, Dordrecht	896	Openbare Werken en Volkshuisvesting	gemeente Dordrecht	w.w.	1957
Arnhem	288		Centrale Woningstichting Arnhem-Zuid	w.w.	1958
Arnhem	341		Centrale Woningstichting Arnhem-Zuid	w.w.	1958
Crabbehof, Dordrecht	1296	Openbare Werken en Volkshuisvesting	gemeente Dordrecht	w.w.	1958
Mariahoeve I (Gerstkamp, Tarwekamp e.d.) Den Haag	176	ir. J. A. Lucas en ir. H. E. Niemeyer Voorburg	Algemene Woningbouw-vereniging Den Haag	w.w.	1959
Mariahoeve II (Roggekamp, Vlaskamp, Haverkamp) Den Haag	208	ir. J. A. Lucas en ir. H. E. Niemeyer Voorburg	R.K. woningbouw-vereniging 'Verbetering zij ons streven' Den Haag	w.w.	1959
Mariahoeve III (Robijnhorst, Vlaskamp, Reigersbergenweg) Den Haag	264	J. B. Fels ir. J. J. Kroon	R.K. woningbouwvereniging 'Verbetering zij ons streven' Den Haag	w.w.	1959
Arnhem	101		Centrale Woningstichting Arnhem	w.w.	1959
Mariahoeve IV (Diamanthorst, Onyxhorst, Kornalijnhorst) Den Haag	128	J. B. Fels ir. J. J. Kroon	R.K. woningbouwvereniging 'Verbetering zij ons streven' Den Haag	w.w.	1960
Mariahoeve V (Gradaland, Ursulaland, Robertaland, Isabellaland, Elviraland) Den Haag	272	J. B. Fels ir. J. J. Kroon		w.w.	1960
Spijkenisse	180	E. F. Groosman, Rotterdam	gemeente Spijkenisse	w.w.	1962
Spijkenisse	111	E. F. Groosman, Rotterdam	eigen bouw	pr.	1962
Aan de Staart te Dordrecht	297	E. F. Groosman, Rotterdam		v.s.	1962
Merwedepolder te Dordrecht	270	W. J. Fiolet, Rotterdam	Philips Pensioenfonds Eindhoven	v.s.	1964

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
Per dubbele ploeg is de produktiesnelheid 's zomers ongeveer 12 à 16 woningen per week. In de eerste jaren, toen bij vloeren en wanden baksteenkorrels als toeslagstof werden toegepast, werkte men altijd met een dubbele ploeg. Toen men op lavaliet als toeslagstof overging, werden bij series boven 300 woningen dubbele ploegen ingeschakeld. Tot 300 woningen werd met een enkele ploeg gewerkt, die zes woningen per week produceerde. De maximale produktie waarop de firma Van Wijnen was ingesteld, is circa 72 woningen per week (verspreid over zes objecten), d.i. bijna 3000 woningen per jaar. Door de aanschaffing van meer bekistingelementen en liften zou de capaciteit gemakkelijk kunnen zijn opgevoerd.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale seriegrootte en bouwplaatsomvang is een aantal van circa 150 woningen te beschouwen. Optimaal produceert men volgens de promotor pas bij series van 300 woningen en meer.

6.5 *Ontwikkelingen*
Aannemer Van Wijnen heeft het systeem Korrelbeton verlaten en is van gietbouw overgestapt op grote elementen (Schokbeton H). Belangrijke overwegingen hierbij waren de behoefte aan meer arbeidsbesparing en het feit dat in gietbouw het contactgeluid een groot nadeel is, terwijl bij grote elementen door zorgvuldige detaillering (oplegging op viltstroken e.d.) de grootste bezwaren zijn te ondervangen.

Opgemerkt dient te worden dat dit punt bij korrelbetonvloeren, waarbij men geen zwevende dekvloer toepaste, zwaarder weegt dan bij de meeste andere gietbouwsystemen.

Evenals vele andere systeembouwers zoekt Van Wijnen nu naar een mengvorm, waarbij de verticale elementen in één dag worden gestort, en waarbij de vloeren worden geprefabriceerd.

Het streven is er verder op gericht de bouw steeds verder te mechaniseren en zichzelf repeterende, geestdodende handenarbeid te vervangen door machinaal werk.

7 Organisatiestructuur

De promotor tevens hoofdaannemer, de firma Van Wijnen heeft het hoofdkantoor in Dordrecht. Voor een efficiënte uitvoering van de diverse bouwprojecten is Nederland in vier rayons verdeeld, elk door een bedrijfsingenieur geleid.

De Raad van Bestuur bestaat uit: ir. A. P. van Wijnen, C. van Wijnen en ir. P. A. van Leeuwen.

Er is geen vaste architect; de keuze van de ontwerper wordt bepaald door de gemeente of woningbouwvereniging.
Men werkt voornamelijk met onafhankelijke onderaannemers waarmee jarenlange relaties bestaan.

Een jaarverslag van het bedrijf kon niet ter inzage worden verstrekt.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem 'Korrelbeton' is bijzonder veel ervaring (vanaf 1921, en na de oorlog vanaf 1946) opgedaan, welke ervaring is gebundeld in één bedrijf.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het systeem is ontwikkeld voor ten hoogste vier lagen + onderbouw. Bij toepassing van een groter aantal bouwlagen dient te worden nagegaan of de wanddikte vergroot moet worden. Door toepassing van bouwliften i.p.v. portaalkranen zijn de eisen t.a.v. de groepering der blokken niet streng.

8.3 *Ontwerp*
Ten aanzien van het woningontwerp biedt het systeem 'Korrelbeton' weinig beperkingen.

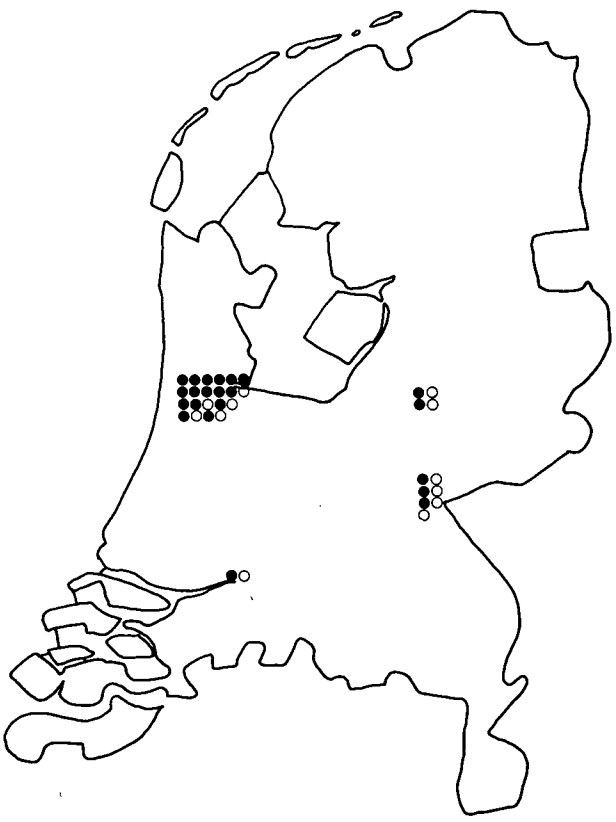
9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur Systeem Korrelbeton, buitenmuur, binnenmuur.* Den Haag, 1951.
Documentatie Bouwwezen B.2.0.-UDC 69.002.2 – *Korrelbeton* (O Bouwmethoden, groep 3), Rotterdam 1957.
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur systeem korrelbeton, buitenmuur, bouwmuur, binnenmuur.* Rotterdam, 1958.
Vereniging van Systeembouwers. *Nieuwe wegen in de woningbouw.* Den Haag, 1956, p. 32.
N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen. *Uitgevoerde werken.* Dordrecht, z.j.
Mazure, J. P. *Nieuwe systemen in de woningbouw.* Rotterdam, 1948, p. 32.
Op de korrel, Personeelsorgaan van het bedrijf Van Wijnen, sinds juli 1956.
Misset's Bouwwereld, 56, 1960, nr. 39, p. 1228–1239.
Elsevier. *Technisch Vademecum.* p. 653.
Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake het tariefonderzoek bij de bouw van korrelbetonwoningen in plan Moerwijk te 's-Gravenhage, in opdracht van de fa. P. van Wijnen te Dordrecht* (rapport nr. 158). Rotterdam, 1952.
Stichting Ratiobouw. Bezwaren bij woningen van korrelbeton. *Bouw, 2,* 1947, p. 375–376.
De systeembouw in Nederland. *Polytechnisch Tijdschrift,* 1959, *14,* p. 112B.

11.2 Bitcon

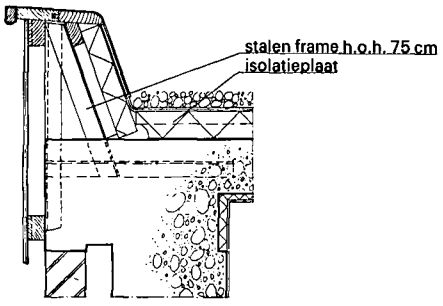
Promotor: Bitcon - Nederland N.V.
P. Calandweg 26, Arnhem.
Tel. (08300) 3 20 12.

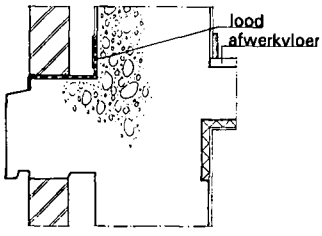
Bouwkeur: 1964.

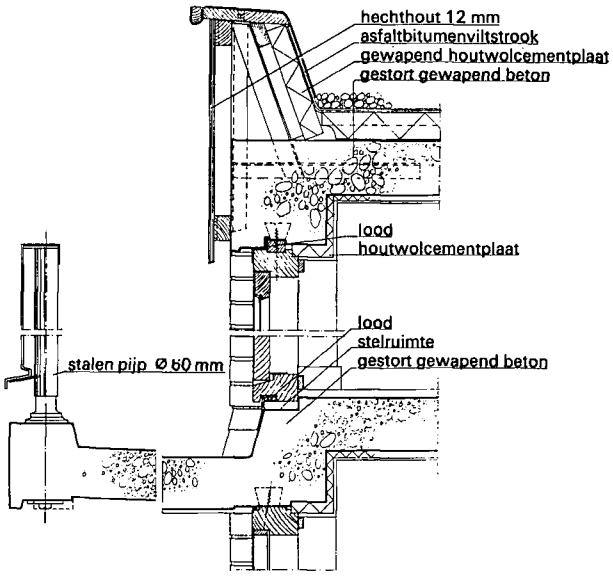


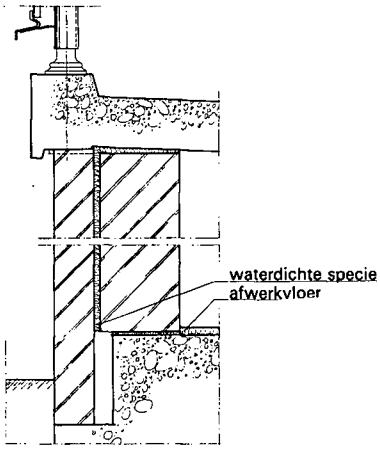
Voorbeeldproject

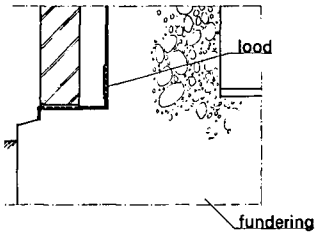
105 galerijflats (premie) te Apeldoorn.
Opdrachtgever: Nationale Nederlanden N.V.
Architect: Nieuwenhuis, Amsterdam-Watergraafsmeer.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Looyschelder te Arnhem, Aannemingsbedrijf.

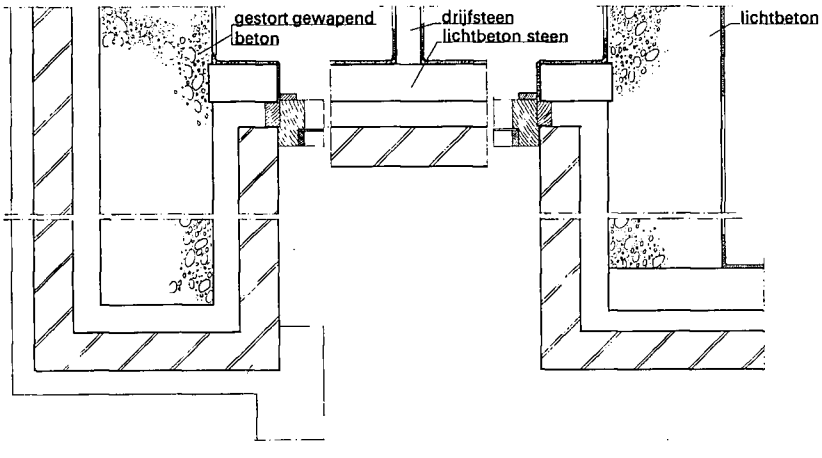

stalen frame h.o.h. 75 cm
isolatieplaat

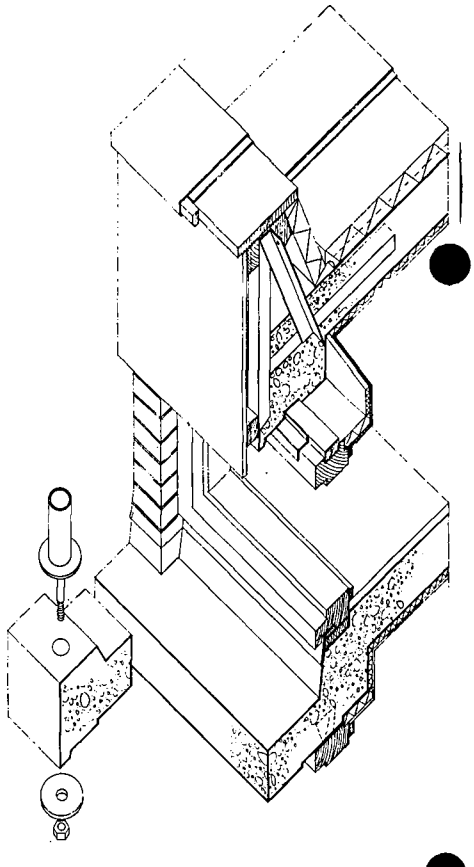

lood
afwerkvloer

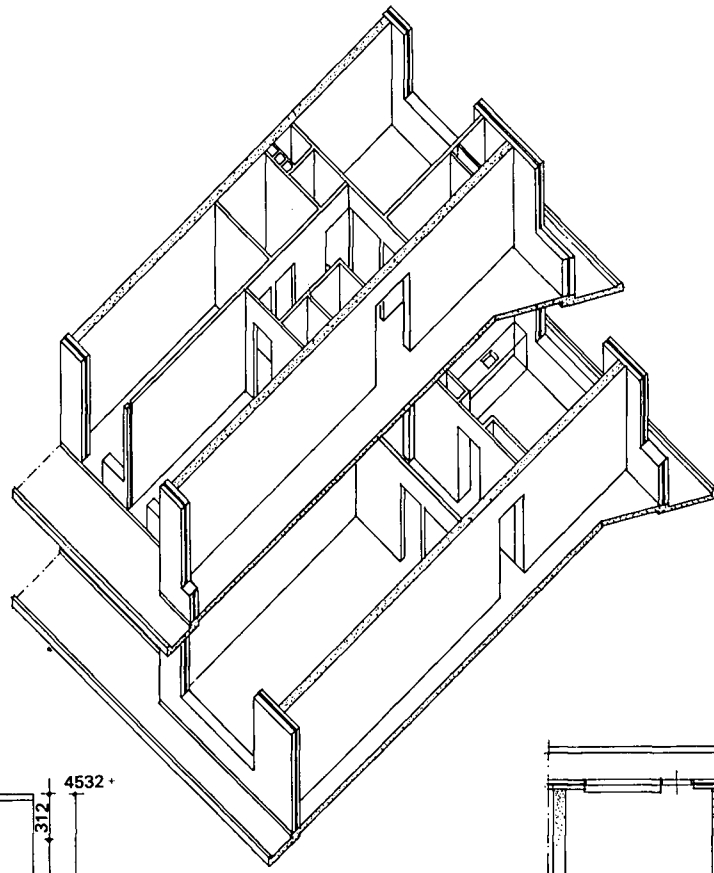

hechthout 12 mm
asfaltbitumenviltstrook
gewapend houtwolcementplaat
gestort gewapend beton
lood
houtwolcementplaat
lood
stelruimte
gestort gewapend beton
stalen pijp Ø 60 mm

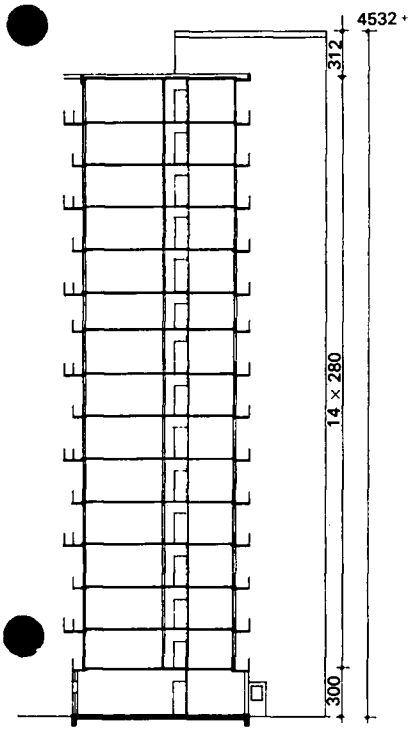

waterdichte specie
afwerkvloer

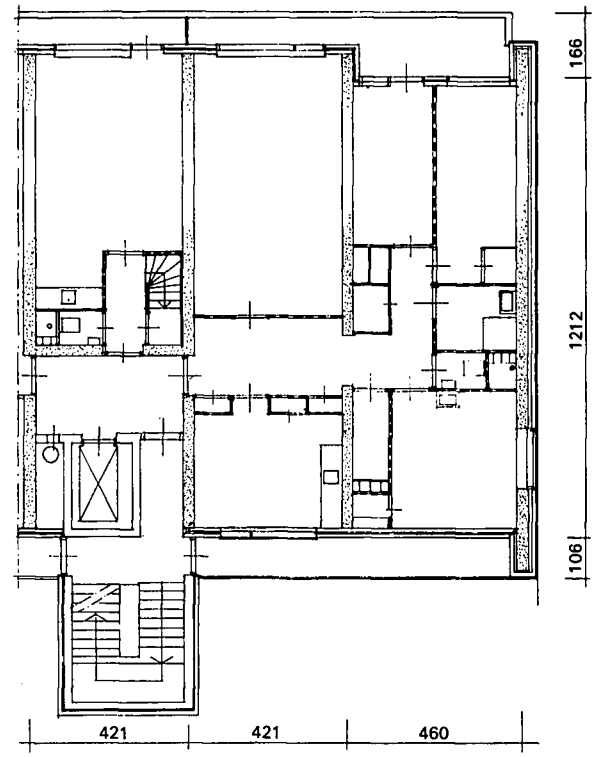

lood
fundering

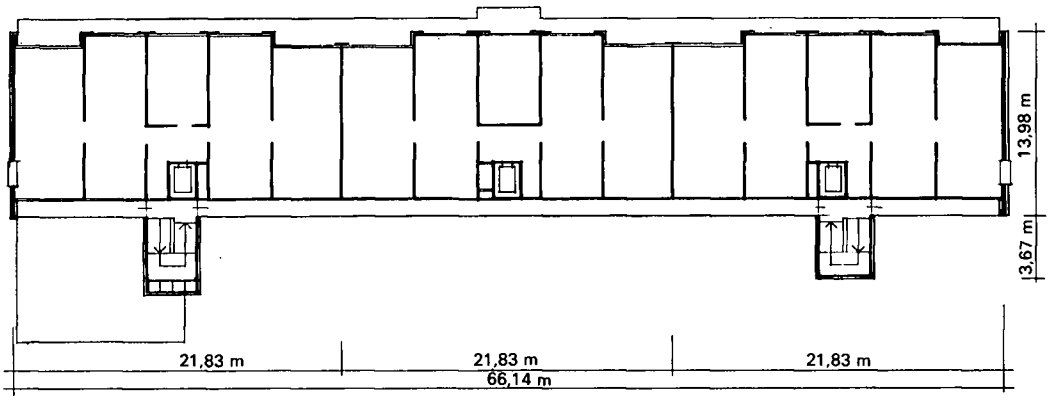

gestort gewapend
beton
drijfsteen
lichtbeton steen
lichtbeton






4532
312
14 × 280
300


166
1212
106
421
421
460


13,98 m
3,67 m
21,83 m
21,83 m
21,83 m
66,14 m

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor laag-, middelhoog-, en hoogbouw waarbij dragende wanden en binnenspouwwanden met behulp van vrij kleine bekistingspanelen worden vervaardigd van op het werk gestort middelzwaar of grindbeton en samen met in het werk gestorte grindbetonvloeren of steenachtige systeemvloeren een monolietconstructie vormen.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De perceelscheidende dragende wanden bestaan uit middelzwaar of grindbeton en hebben ongepleisterd een dikte van ten minste 20 cm.
De niet-perceelscheidende dragende wanden hebben een dikte van ten minste 15 cm.

2.1.2 *Gevels*

De langs- en kopgevels bestaan meestal uit een spouwconstructie waarbij de binnenspouwwand van middelzwaar beton met 4 spouwankers per m^2 is verbonden aan een buitenspouwmuur van halfsteens baksteenmetselwerk. De gevels kunnen door raam- of deuropeningen worden onderbroken, zonder dat lateien worden toegepast, mits ofwel de onderbreking tot de bovengelegen vloer doorloopt, ofwel de breedte van de opening niet groter is dan 150 cm, en boven de opening een muurgedeelte van ten minste 30 cm hoogte overblijft.

2.2 *Uitvoering*

Voor de bekisting van de wanden wordt het Bitcon-bekistingssysteem toegepast; dit bestaat uit demontabele stalen ladders, waartegen gestandaardiseerde bekistingspanelen worden bevestigd en waarin kozijnen en leidingen kunnen worden aangebracht.
De aarddroge mortel wordt in horizontale lagen van circa 25 cm in de bekisting gestort en vervolgens door porren met de hand en/of stampen verdicht.
Eventuele stortnaden worden zoveel mogelijk horizontaal ter hoogte van vloeren en boven- of onderkant van muuropeningen gelegd; loodrechte stortnaden worden zoveel mogelijk, doch in ieder geval boven of onder muuropeningen, vermeden, of door een hulpbekisting begrensd.

2.3 *Materialen*

Het middelzware beton van de wanden heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement : 1 à 2 zand : 6 à 7 schuimlava, hollith en/of hoogovenbims; de betonmortel wordt aarddroog verwerkt. Het grindbeton heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement : 2 zand : 3 grind; de betonmortel wordt plastisch verwerkt.
Alle wapeningsstaven zijn van geprofileerd staal QR 40, voorzien van schuine of ronde haken: voor zover zij niet in grindbeton zijn opgesloten, worden zij vooraf gecementeerd of gebitumineerd.

2.4 *Afwerking*

De wanden worden voorzien van een dunne pleisterlaag, die op normale wijze kan worden afgewerkt. De vloeren worden op de gebruikelijke wijze afgewerkt.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*

De dragende wanden voldoen aan de eisen, die in NEN 1068 worden gesteld voor toepassing in woningen van de thermische kwaliteitsklasse 'matig'.

3.2 *Geluidwering*

Indien geen meer dan normale flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van normblad NEN 1070 te verwachten is, bedraagt de isolatie-index voor luchtgeluid tussen ruimten die door de beschreven perceelscheidingen worden gescheiden, ten minste 0 dB. De draagwand kan op grond daarvan volgens NEN 1070 worden toegepast in woningen van de akoestische kwaliteitsklasse 'matig'.

3.3 *Diversen*

Enige op Hüttenbims-beton verrichte proefnemingen leverden de volgende resultaten op.

kubussterkte na 28 dagen	*volumegewicht*	*warmtegeleidingscoëfficiënt*
100 kg/cm²	1680–1700 kg/m³	0,44–0,49 Kcal/m²h°C
80 kg/cm²	1625–1650 kg/m³	0,42–0,47 Kcal/m²h°C
60 kg/cm²	1350–1525 kg/m³	0,35–0,45 Kcal/m²h°C

De wanden zijn spijkerbaar en spijkervast.

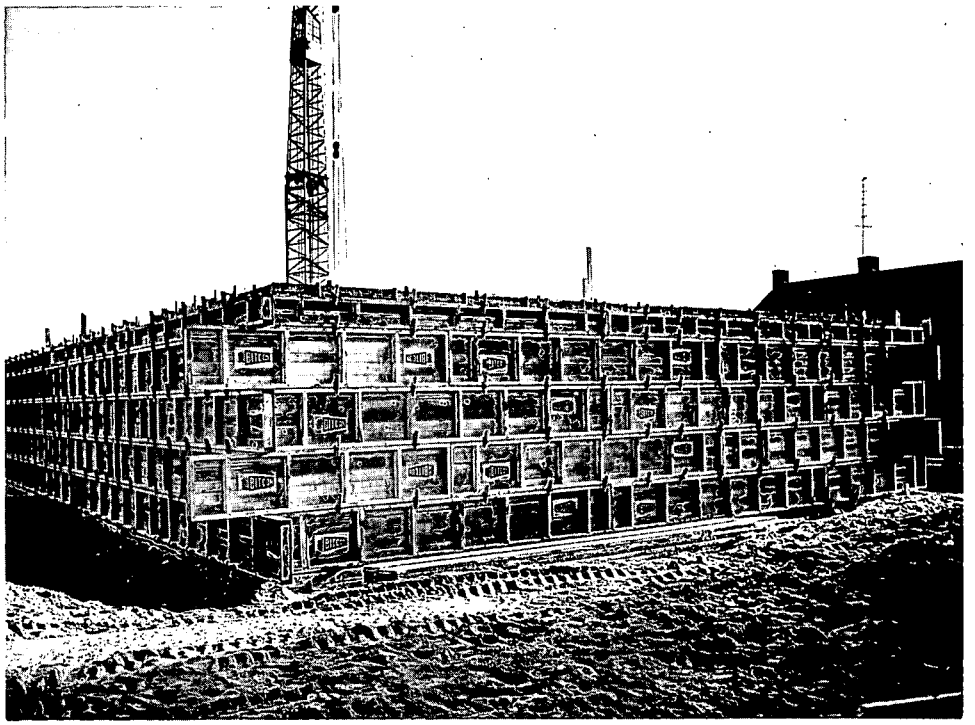
4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*

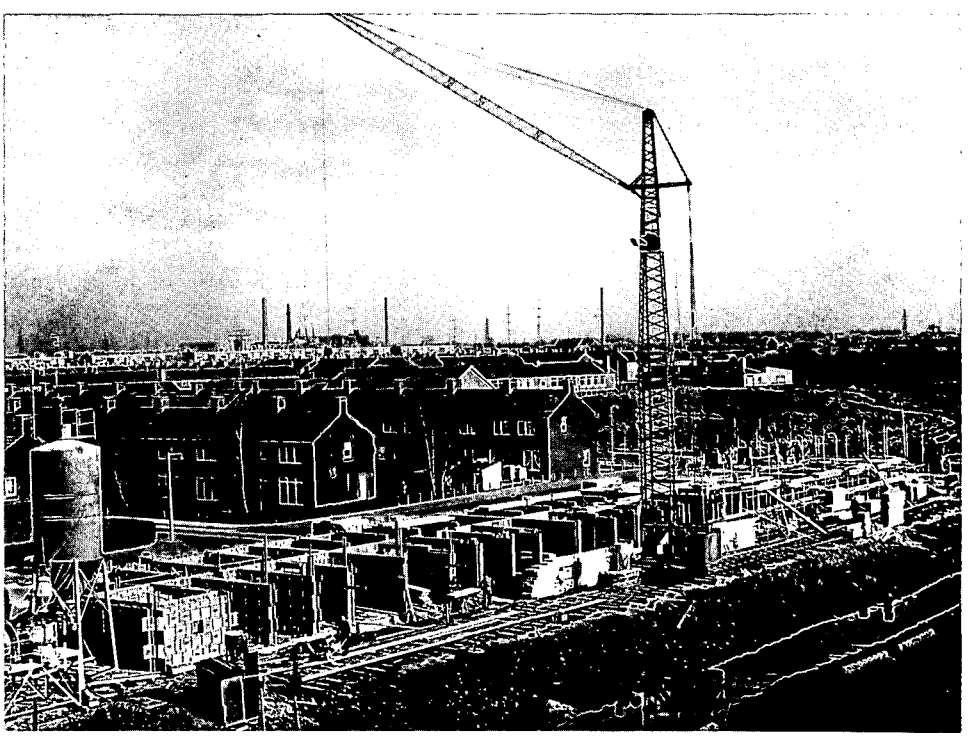
Het transport van het beton van de mengcentrale vindt per truckmixer plaats. Wanneer het project groot genoeg is, wordt een eigen mengcentrale op het werk toegepast, waardoor men minder afhankelijk is van derden.

4.2 *Bij de uitvoering*

Essentieel zijn de bekistingselementen van 50 × 400 cm die in het systeem worden toegepast.
De vloeren worden bekist op een houten tafel, afgedekt met betontriplex (dat 10 à 15 × meekan), met 5 cm speling aan de einden (3,80 m). Het tafelframe, dat aan twee zijden tussen de dragende wanden kan worden uitgetrokken, kan bij continu gebruik – zonder tussentijdse wijzigingen – 100 × worden gebruikt.
De tafelbekisting behoort echter in feite niet tot het systeem: ook steenachtige elementvloeren kunnen worden toegepast. De prijs van de vloerbekisting (betontriplex) is *f* 1,— tot *f* 1,25 per m^2.
De wandbekisting is een combinatie van hout en staal. Houten panelen worden met klem- en wigverbindingen verbonden aan uiterst lichte demontabele staalconstructies, geleiders of ladders. De horizontale morteldruk op de bekisting wordt niet opgevangen door afstempeling van buitenaf, doch door onderlinge verbinding van de beide bekistingvlakken met de geleider. De wandkist kost ± *f* 30,—/m^2.
De houten wandbekistingspanelen kunnen 100 × worden gebruikt, alvorens deze geheel zijn afgeschreven.
Bij hoogbouw worden kranen gebruikt. Het bedrijf Looyschelder heeft in totaal 4 torenkranen (van 25, 30, 35 en 40 m), voorhanden: 3 Potainkranen met loopkat, en een Liebherr met kleine giek, welke in circa 8 jaar wordt afgeschreven. De prijzen zijn respectievelijk *f* 80.000,—, *f* 70.000,— en *f* 50.000,—. Het maximale gewicht voor de kraangiek is 2.000 kg bij een sprei van 10 m, en 750 kg bij een sprei van 25 m.



11.2.1 De wandbekisting
(foto : Drent, Arnhem)



11.2.2 Bouwplaats met rijdende kraan en betoninstallatie
(foto : Drent, Arnhem)

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

De bezetting hangt af van de grootte van het object. Normaal bestaat een ploeg uit: een timmerman, een kraanmachinist en zes ongeschoolde arbeiders. Een kraanploeg bestaat uit een kraanmachinist, een man op de begane grond en twee man op de stort.

5.2 *Manuren op het werk*

Volgens een rapport van de Stichting Ratiobouw m.b.t. een prognose van het aantal manuren op de bouwplaats voor de, bouw van 324 eengezinshuizen, uitgebracht aan 'A.M.Y.' Aannemingsmaatschappij J. H. Rozestraten N.V. te Amsterdam/ Huizen, bedraagt het aantal manuren per woning (288,7 m^3) 741,4, d.i. 2,57 mu./m^3. Het betrokken project telde 18 blokken van 6 woningen en 18 blokken van 12 woningen. De woningen zijn 5,35 m breed (één travee) en 9,40 m diep (uitwendig).
De te bereiken arbeidsbesparing is 43,5%.
De door Ratiobouw verwachte manuren op de bouwplaats kunnen als volgt worden gespecificeerd:

omschrijving	*manuren per bewerking*	*per bouwfase*
Inrichting bouwplaats		
keten plaatsen	6,17	
inrichting terrein	2,27	
		8,44
Fundering		
grondwerk	8,96	
uitzetten piketten + bouwraam	1,91	
bouwput schoonmaken	6,00	
paalkoppen afschrijven + opruimen	1,42	
balken bekisten + ontkisten + transport	16,16	
vlechtwerk	18,45	
storten + stortklaar maken	16,02	
beg. grond vloer bekisten + ontkisten + transport	14,88	
vlechtwerk	6,87	
storten + stortklaar maken	17,16	
		108,33
Ruwbouw		
wanden: maatvoering	2,34	
bekisten + ontkisten + transport 'Bitcon'	44,88	
storten + stortklaar maken	24,12	
verd. vloer bekisten + ontkisten + transport	33,75	
vlechtwerk	6,60	
storten + stortklaar maken	17,01	
dakvloer: balklaag + dakbeschot + gootconstructie	28,32	
stelwerk koz. + profielen	11,78	
prefabelementen aanbrengen + aanstorten	28,05	
betonlateien stellen	3,00	
transport bouwplaats	5,26	
		205,11
Afwerking ruwbouw		
tengels, heraklith	23,74	
binnenstelwerk + deurmontage	15,00	
		38,74
Afwerking		
betondorpels stellen	3,50	
aftimmeren	16,77	
keukens stellen	2,50	
afmonteren	12,00	
kasten plaatsen + inrichten	5,05	
schoonmaken woning + narooien	15,00	
div. ijzerwerken	4,54	
tuinafrastering	1,86	
		61,22
Totaal hoofdaannemer		421,84
Onderaannemers		
heiwerk + koppen snellen	13,3	
grondwerk + drooghouden	5,6	
dakdekken	5,1	
metselen incl. steigerwerk	100,0	
voegen	8,9	
trappen + betimmering	7,7	
stukadoorswerk	50,0	
tegelwerk	5,2	
granitowerk	8,8	
vloerenlegger	11,6	
loodgieter	30,0	
elektricien	20,0	
schilderwerk	46,4	
muurversiering	8,5	
behangwerk	8,5	
Totaal onderaannemers		319,60
Totaal hoofd- + onderaannemers		741,44

5.3 *Verlet*

Geen bijzonderheden.

6 Ontwikkeling en toepassing

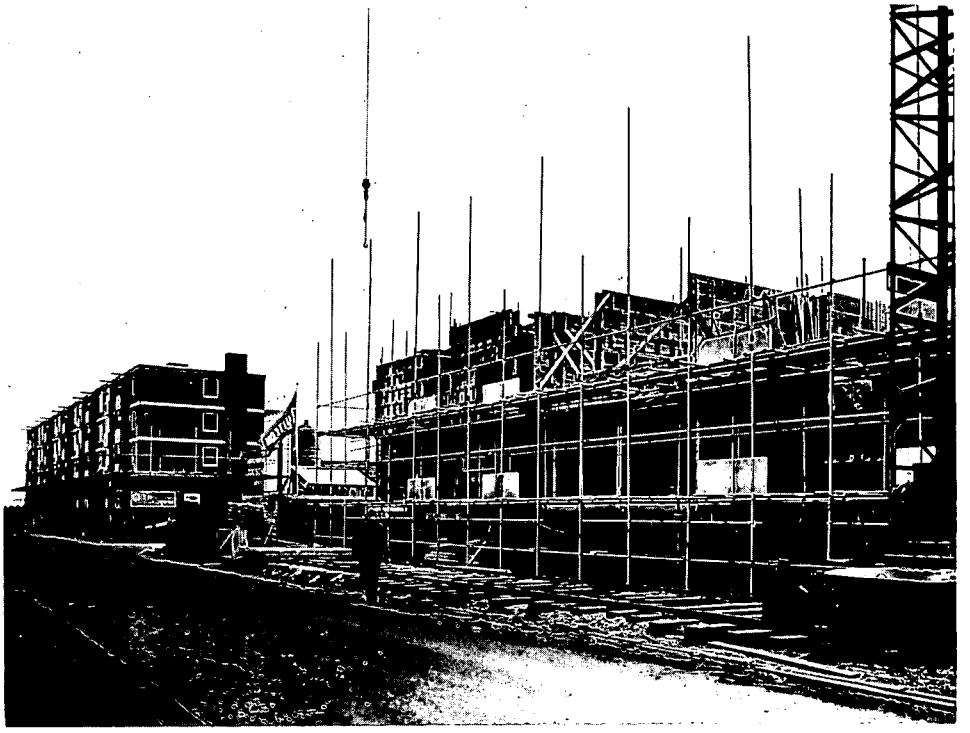
6.1 *Historie*

De Bitcon-bouwmethode is in de jaren 1948–1950 ontworpen door de Oostenrijker Franz Bittner en nadien gepatenteerd in vrijwel alle landen ter wereld. In landen als Oostenrijk, Duitsland, Frankrijk, Italië, Zwitserland, Engeland, Spanje, Verenigde Staten van Noord-Amerika en diverse landen van Zuid-Amerika zijn te zamen vele tienduizenden Bitcon-woningen gerealiseerd. Omstreeks 1959 is het systeem in Nederland geïntroduceerd. Een belangrijke impuls kreeg het systeem omstreeks 1965, toen sub-licentiehouder Van Rozestraten, in combinatie met de Amsterdamse Ballast Mij. en J. P. A. Nelissen (BANERO) de opdracht verwierf tot de bouw van 1138 woningen in het experimentele plan 'Buikslotermeer' van het architectenbureau Oyevaar, Stolle en Van Gool.

6.2 *Produktie-omvang*

De volgende tabellen geven een beeld van de produktie-omvang.

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1960	0	0
1-1-1961	24	24
1-1-1962	132	156
1-1-1963	180	336
1-1-1964	0	336
1-1-1965	372	708



11.2.3 Voor de constructie van de gevels zijn steigers nodig
(foto : Drent, Arnhem)



11.2.4 Portiekflats in de afbouwfase
(foto : Drent, Arnhem)

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1966	110	818
1-1-1967	184	1002
1-1-1968	0	1002
gemiddeld in de laatste 3 jaren	98	

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunningsdatum*
Arnhem	120	Centrale Woning Stichting	Looyschelder		30- 6-'59
Amsterdam	216	Peeters	Rozestraten		30- 3-'60
Arnhem	120	Centrale Woning Stichting	Looyschelder		30-10-'61
Amsterdam	192	Gemeentelijk Woning-dienst	Rozestraten		30-11-'61
Amsterdam	192	Peeters	Rozestraten	v.s.	vóór 30- 4-'62
Arnhem	60	Groosman	Looyschelder	v.s.	30- 5-'62
Arnhem	132	Groosman	Looyschelder	v.s.	30-11-'63
Amsterdam	162	Gemeentelijk Woning-dienst	Rozestraten		30-11-'63
Apeldoorn	105	Nieuwenhuis	Looyschelder	pr.	30- 8-'66
Amsterdam	1138	Oyevaar, Stolle, Van Gool	Banero	w.w.	30- 8-'66
Apeldoorn	130 bedden	Van Woerden en Schneider	Looyschelder	bejaardenflat	10-11-'60
Dordrecht	150 bedden		Nodelijk	bejaardenflat	18- 6-'66

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit van de firma Looyschelder is bij continu-opdrachten 700 woningen per jaar. De bouwsnelheid per kraan is 2 à 3 woningen per dag volgens de promotor.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang, tevens minimale seriegrootte beschouwt de promotor een aantal van circa 160 woningen.

6.5 *Ontwikkelingen*
Geen.

7 Organisatiestructuur

De firma Looyschelder en 'Amy', Aannemingsmaatschappij J. H. Rozestraten N.V. te Amsterdam, sub-licentiehouder voor het rayon Noord-Holland, treden zelf op als hoofdaannemer. Met onderaannemers bestaan alleen historisch gegroeide relaties. Zij zijn niet aan het bedrijf gebonden, evenmin als de toeleveringsbedrijven.
Ten aanzien van het ontwerp geeft men er de voorkeur aan, de plannen in teamverband met een architectenbureau te ontwikkelen.
Internationaal wordt het systeem Bitcon toegepast door: BITCON Inc. te New York, Osterreichischer Binobau te Salzburg, Bittner K.G. te Freilassing (Duitsland), Gesellschaft für Mantelbeton Isolierschalung m.b.H. te Berlijn en Fa. W. Fisscher & Co te Berlijn.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Internationaal is er met het systeem Bitcon een ruime ervaring opgedaan.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het systeem is oorspronkelijk ontwikkeld voor woningbouw met ten hoogste vier woonlagen.
Om een doelmatig gebruik van kranen e.d. te bevorderen wordt het volgende op prijs gesteld:
bloklengte: maximaal 12 woningen – minimaal 6 woningen;
blokhoogte: 7 bouwlagen op onderbouw (tot nu toe is 4, 8, 9, 11 en 15 hoog gerealiseerd);
blokdiepte: 15 m (maximum gewicht van de elementen aan de achtergevel 1000 kg);
aantal blokken: lang 12 woningen, minimaal 2 blokken;
lang 6 woningen, minimaal 4 blokken.

8.3 *Ontwerp*
Voor het woningontwerp is de architect niet aan een bepaald maatschema of een bepaalde woningsoort gebonden.

9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Systeem Bitcon Bouwkeur.* Rotterdam 1964.
Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake de luchtgeluidsisolatie van een muur in het Bitcon-systeem.* Rotterdam 1964.
Stichting Ratiobouw. *Woningbouwplan van 324 eengezinshuizen, uit te voeren in het 'Bitcon'-systeem.* Rotterdam 1968.

11.3 EBO II

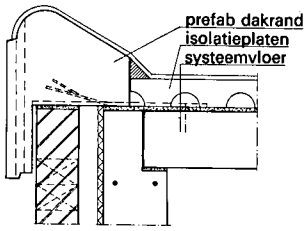
Promotor: Handelmij EBO N.V.
Fijnjekade 15, 's-Gravenhage
tel. (070) 60 98 34

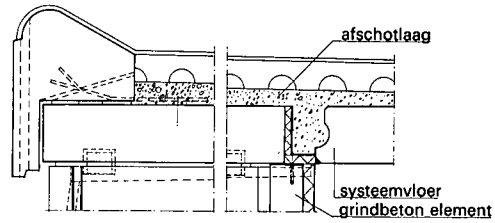
Attest: 1968

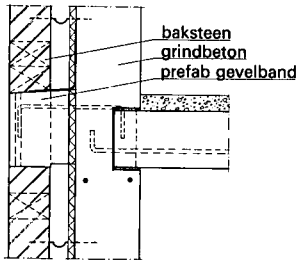


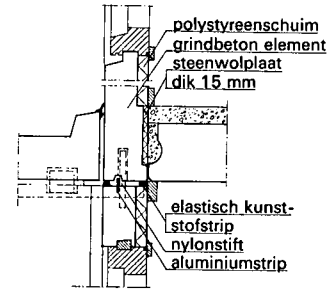
Voorbeeldproject

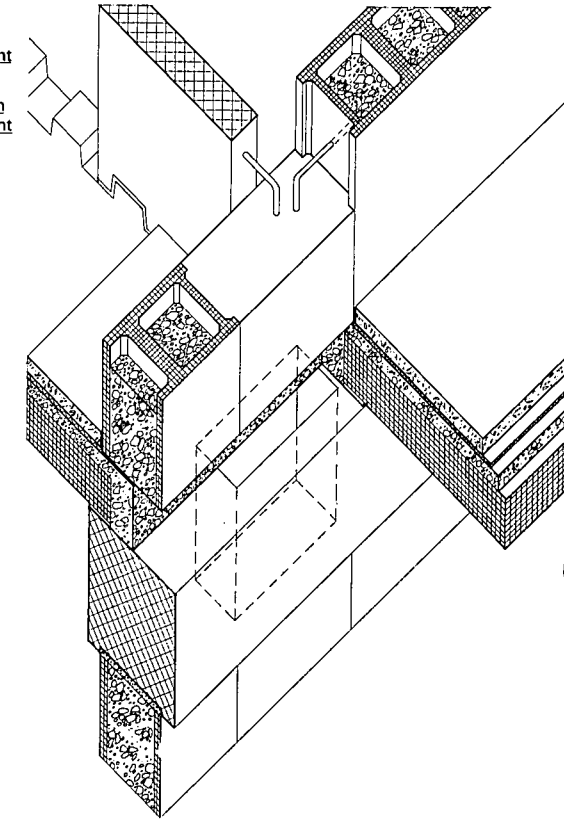
240 galerijflats (premiesector) in het uitbreidingsplan Europawijk Zuid te Haarlem.
Opdrachtgever: gemeente Haarlem.
Architect: Verschoor en Bier te Loosduinen.
Uitvoerend bouwbedrijf: Bouw- en Aannemingsbedrijf H. G. Hendriks te Rijswijk Z.-H.

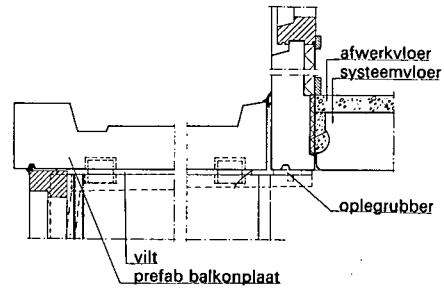

prefab dakrand
isolatieplaten
systeemvloer

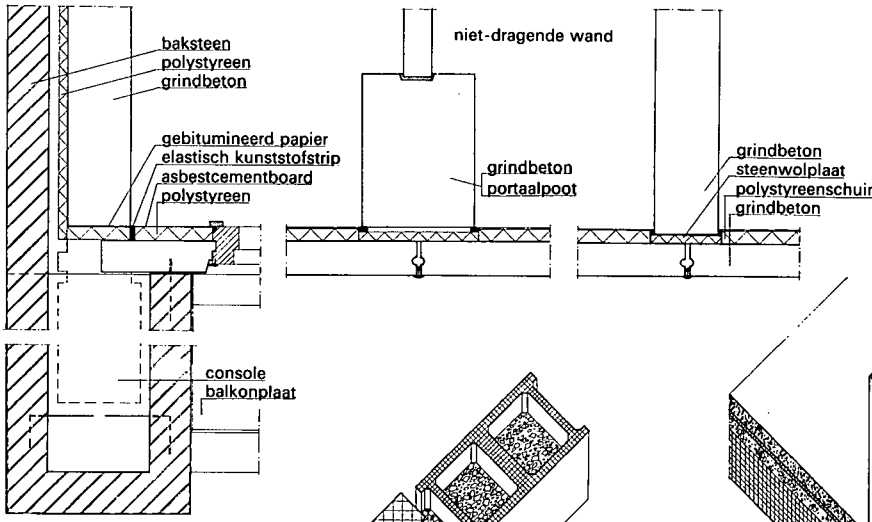

afschotlaag
systeemvloer
grindbeton element


baksteen
grindbeton
prefab gevelband


polystyreenschuim
grindbeton element
steenwolplaat
dik 15 mm
elastisch kunst-
stofstrip
nylonstift
aluminiumstrip

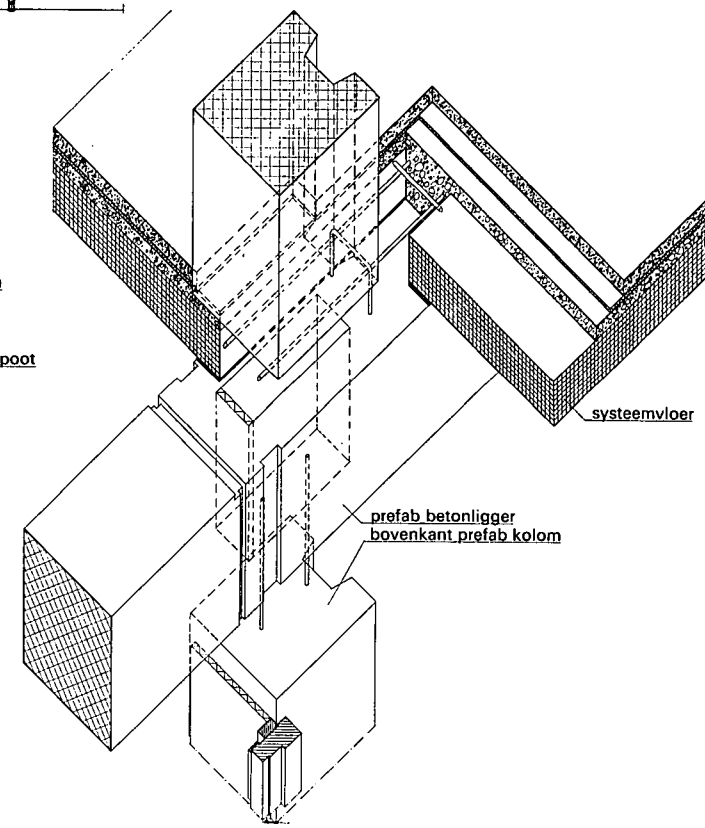


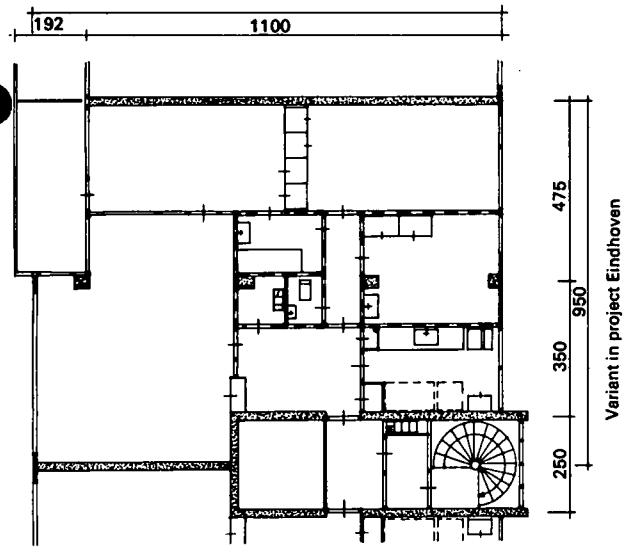

afwerkvloer
systeemvloer
oplegrubber
vilt
prefab balkonplaat

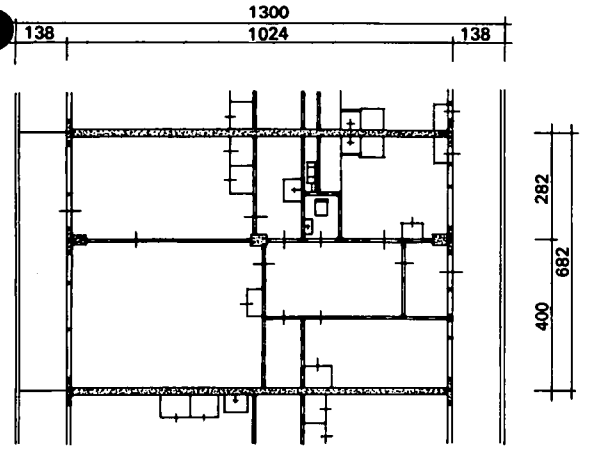

baksteen
polystyreen
grindbeton
niet-dragende wand
gebitumineerd papier
elastisch kunststofstrip
asbestcementboard
polystyreen
grindbeton
portaalpoot
grindbeton
steenwolplaat
polystyreenschuim
grindbeton

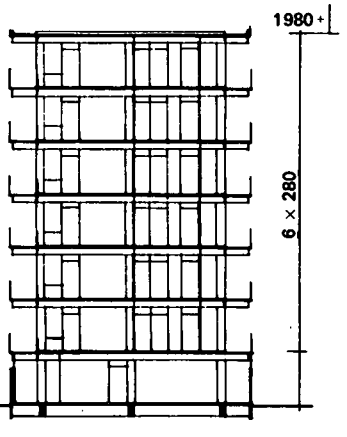
console
balkonplaat

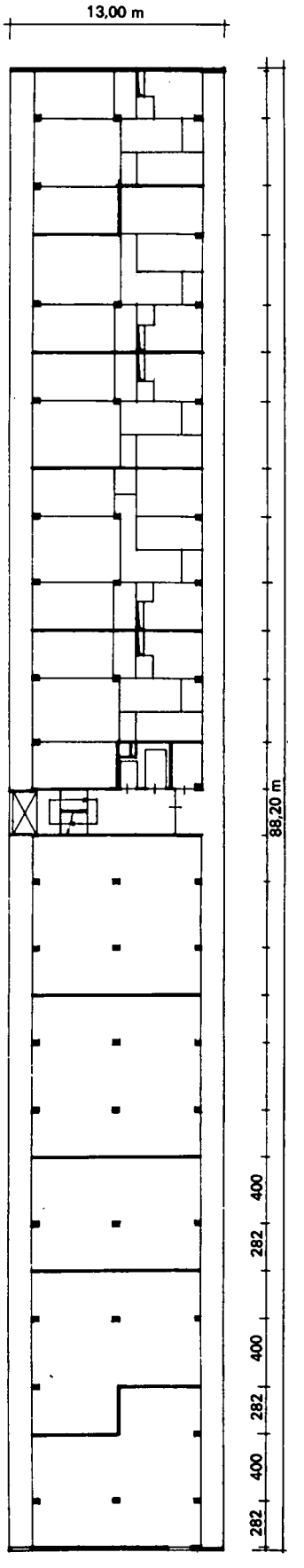
EBO I blokken
prefab portaalpoot
prefab balkonplaat


systeemvloer
prefab betonligger
bovenkant prefab kolom


192
1100
475
950
350
250
Variant in project Eindhoven


1300
138
1024
138
282
682
400


1980
6 × 280


13,00 m
88,20 m
400
282
400
282
400
282

1 Grondprincipe

Mengvorm tussen giet- en montagebouw, geschikt voor de bouw van middelhoog- en hoogbouw, waarbij in het werk perceelscheidende draagwanden van grindbeton worden gestort, al of niet binnen het kader van een uit geprefabriceerde kolommen en balken van gewapend grindbeton bestaand portaal, met behulp van een stalen wandbekisting.
Als tussendraagconstructie fungeert meestal een portaal samengesteld uit geprefabriceerde kolommen en balken van gewapend grindbeton.
De vloeren zijn samengesteld uit geprefabriceerde platen van gewapend grindbeton, of worden ter plaatse gestort op een stalen tafelbekisting.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*
Woningscheidende wanden en binnenspouwwanden van eindgevels worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton. Als alternatief worden de wanden uitgevoerd als een in het werk gestorte grindbetonnen vulling van een geprefabriceerd grindbetonnen portaal. De woningscheidende wanden hebben een dikte van 17, 18 of 24 cm, de binnenspouwwanden een dikte van 10, 17 of 18 cm.

2.1.2 *Portalen*
De met gietbeton gevulde portalen van de perceelscheidende wanden en de als tussensteunpunt toegepaste portalen worden samengesteld uit geprefabriceerde kolommen en balken van gewapend grindbeton met een minimumbreedte van 30 cm.

De kolommen en balken worden, waar nodig, per portaal onderling tot een buigvast geheel gekoppeld door middel van uitstekende wapeningstaven en met beton gevulde sparingen.

Bij de portalen in de perceelscheidingen zijn de balken voorzien van verticale gaten, die dienen voor het storten van de wanden, en naderhand eveneens met beton worden opgevuld; de bijbehorende kolommen zijn ter aansluiting op de wanden voorzien van sponningen en stekeinden.

De balken van de tussenportalen zijn aan de bovenzijde voorzien van stalen beugels, die later worden ingestort in de betrokken vloeraanstorting, waarin, indien de portaalbalk uit meer delen bestaat, twee doorgaande wapeningstaven worden opgenomen.

2.1.3 *Stabiliteitswanden*
In langsrichting worden, indien nodig, stabiliteitswanden toegepast van in het werk gestort gewapend grindbeton, dik minimaal 10 cm. De koppeling aan de dwarswanden geschiedt met doorgaande wapeningstaven.

2.1.4 *Gevels*
Langsgevels worden in het algemeen samengesteld uit houten montagekozijnen – eventueel in combinatie met gemetselde borstweringen en penanten –, aan onder- en bovenzijde opgesloten door lateien, galerijen e.d.
De pui-borstweringen bestaan van binnen naar buiten respectievelijk uit een plaat multiplex, een dampwerende laag, 3,5 cm steenwolplaat, een geventileerde spouw en een weerbestendige buitenbekleding; de gemetselde borstweringen e.d. worden uitgevoerd als een traditionele spouwmuur, waarvan het binnenspouwblad eventueel wordt bekleed met 1,5 cm polystyreenschuimplaat dan wel samengesteld uit 10 cm gasbetonpanelen.

Bij galerijgevels e.d. worden als alternatief geprefabriceerde sandwich-elementen van verdiepinghoogte en vertrekbreedte toegepast, dik minimaal 12 cm en bestaande uit een minimaal 8,7 cm dikke buitenplaat van gewapend grindbeton, aan de binnenzijde voorzien van een aangestorte, 3 cm dikke polystyreenschuimplaat met een daarop gelijmde binnenbekleding van minimaal 3 mm asbestboard bij een minimumdikte van de lijmlaag van 100 micron. De elementen zijn uitgevoerd met ingestorte, houten montagekozijnen.
Eindgevels worden uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van grindbeton, aan de spouwzijde bekleed met 1,5 cm polystyreenschuimplaat – en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk, onderling gekoppeld door vier spouwankers Ø 4 per m².

Het buitenspouwblad wordt, waar nodig, ondersteund door een gevelband, samengesteld uit geprefabriceerde elementen van gewapend grindbeton met een maximumlengte van 3,50 m, gekoppeld aan de draagconstructie ter hoogte van de vloeraanstortingen door middel van stekeinden en daarvan gescheiden door polystyreenschuimplaat.

2.1.5 *Niet-dragende wanden*
Separatiewanden worden samengesteld uit goedgekeurde, lichte wandelementen volgens een geldig kenmerkblad; voor de aansluiting hiervan op de systeemonderdelen kunnen deze worden voorzien van sponningen e.d. Plaatselijk worden eventueel wanden toegepast in halfsteens baksteenmetselwerk.

Bij loggia's worden de zijwanden uitgevoerd als een voortzetting van een uit 7,5 of 10 cm gasbetonpanelen samengestelde separatiewand, aan de buitenzijde bekleed met 2,5 respectievelijk 2 cm steenwolplaat en afgedekt met een buitenbekleding van hechthout e.d.

2.1.6 *Vloeren*
Vloeren, inclusief dakvloer, worden uitgevoerd als systeemvloer – samengesteld uit geprefabriceerde platen van gewapend grindbeton, dik 15 cm – van het type 'Slagter-EBO II' volgens een geldig modelblad behorende bij het systeem, of als systeemvloer van het in de handel verkrijgbare 'Slagter-type C' eveneens volgens een geldig modelblad.
Als alternatief worden de vloeren vervaardigd van in het werk gestort gewapend grindbeton met een minimumdikte van 15 cm. Galerijen en lateien worden samengesteld uit geprefabriceerde platen c.q. balken van gewapend grindbeton, opgelegd op consoles uitgevoerd als een verlenging van de eerder omschreven portaalbalken, dan wel uit losse, geprefabriceerde consoles van gewapend grindbeton – al dan niet L-vormig –, die in de dragende dwarswanden worden opgenomen.
De galerijplaten, respectievelijk lateibalken worden verankerd met betonnen deuvels aan de consoles, respectievelijk stekeinden aan de achtergelegen vloeren en door een steenwolplaat gescheiden van de vloerconstructie.

2.2 *Uitvoering*
Voor het vervaardigen van de wanden wordt een stalen bekisting toegepast, samengesteld uit verdiepinghoge elementen. Wanneer een in het werk gestorte vloer wordt toegepast, geschiedt dit met behulp van een stalen tafelbekisting.
Op de vloer van de eerste woonlaag worden de betonkolommen, eventuele wandpanelen, wandbekistingen, gevelelementen e.d. van de eerste bouwlaag op hoogte gesteld, onderling gekoppeld en afgeschoord, waarna de voeg onder de kolommen met cementspecie wordt aangekauwd.

Vervolgens worden de portaalbalken in het werk gebracht en gekoppeld aan de kolommen, de wapening en eventuele losse consoles in de bekisting gesteld, en wordt het beton van de wanden gestort. Na voldoende verharding van het beton worden



11.3.1 EBO-flats op een dubbel onderhuis
(foto : Beijlsmit, Den Haag)

de muren ontkist en vervolgens de vloerelementen, galerijplaten, lateibalken e.d. via een specielaag, drukvilt of iets dergelijks op de draagwanden, portaalbalken e.d. opgelegd; na het aanbrengen van de benodigde wapeningstaven worden de tussengelegen ruimten met beton volgestort. De volgende bouwlagen worden op overeenkomstige wijze uitgevoerd.
De houten montagekozijnen worden tijdens de bovenomschreven opbouw rondom aan de betonconstructies verankerd met hoek- en stripijzeren ankers, waarbij tussen het hout en beton een elastische voegband (bijv. Airex) wordt geklemd; na bekleding van de kopvlakken van de dwarswanden met stroken steenwolplaat – eventueel polystyreenschuimplaat bij tussenwanden – worden de tussen de kozijnen gelegen ruimten aan de buitenzijde afgedekt met een weerbestendige plaat.

De sandwich-gevelelementen worden aan weerszijden via stroken rubber opgelegd op de consoles en met stalen koppelstaven aan de bovengelegen consoles verankerd; rondom wordt bij de aansluiting en aan binnen- respectievelijk buitenzijde een elastische voegband (bijv. Airex, resp. Etampont) of kunststofprofiel tussengeklemd.

2.3 *Materialen*
De betonelementen worden fabriekmatig vervaardigd in houten en/of stalen mallen en mechanisch verdicht en afgewerkt; het toegepaste beton is van de kwaliteit K 300 volgens het normblad NEN 1009 (GBV 1962).

Het beton van de in het werk gestorte wanden is ten minste van de kwaliteit K 160, met dien verstande dat het cementgehalte ten minste 275 kg/m³ bedraagt; het volumegewicht van het beton van de bouwwanden bedraagt na droging tot constant gewicht ten minste 2125 resp. 2250 kg/m³ bij een wanddikte van 17 respectievelijk 24 cm.
Het beton van de in het werk gestorte vloeren is van de kwaliteit K 225.

De gasbetonpanelen, volgens een geldig kenmerkblad, hebben een volumegewicht van 600 à 750 kg/m³ en een kubusdruksterkte van ten minste 50 kg/m³; deze panelen moeten droog worden getransporteerd, opgeslagen en verwerkt.

Voor het houtwerk van de ingestorte kozijnen wordt een houtsoort toegepast behorende tot duurzaamheidsklasse I of II volgens het normblad NEN 3251. Het polystyreenschuim in de sandwich-gevelelementen heeft een volumegewicht van ten minste 20 kg/m³.

Bij eindgevels heeft de toegepaste polystyreenschuimplaat een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³; voor de bevestiging hiervan tegen het beton wordt een waterbitumenemulsie o.d. toegepast.

De verlijming van het asbestboard aan het polystyreenschuim bij de sandwichgevelelementen geschiedt met een tweecomponentenlijm (Wapex-Hechtsealer of iets dergelijks), bestaande uit een combinatie van epoxyhars en polyamide.

2.4 *Afwerking*
De betonconstructies worden zonder voorafgaande bepleistering op de gebruikelijke wijze afgewerkt.
In natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van de naden waterdicht afgewerkt.
De vloeren worden, waar nodig, afgewerkt met een zwevende dekvloer dan wel een andere afwerklaag van voldoende geluidisolerende werking.
De dakvloer wordt aan de bovenzijde voorzien van een dakisolatie van 7 of 8,5 cm dikke kanaalplaten met een volumegewicht van circa 500 kg/m³ dan wel andere gelijkwaardige dakisolatie volgens een geldig certificaat.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklassen worden bepaald:

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Buitenwanden		
– eindgevels	ca. 0,90	voldoende
– borstweringen e.d. met binnenspouwblad		
– bekleed met 1,5 cm polystyreenschuimplaat	ca. 0,95	voldoende
– in 10 cm dik gasbeton	ca. 0,80	voldoende
– langsgevels met sandwich-vormige elementen	ca. 1,05	voldoende
– zijwanden bij loggia's	ca. 1,30	voldoende
Puiborstweringen	ca. 1,20	voldoende
Dak met isolatie van		
– kanaalplaten dik 7 cm	ca. 0,90	matig
– kanaalplaten dik 8,5 cm	ca. 1,05	voldoende

Mede in verband met de toepassing van centrale verwarming is het systeem dus geschikt voor de bouw van woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig' of 'voldoende', mits de vloer van de eerste woonlaag en buitendeuren en ramen voldoen aan de desbetreffende eisen volgens het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen de isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklassen voor ruimten gescheiden door ondervermelde constructies worden aangegeven:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden		
– dik 17 of 18 cm	0 dB	matig
– dik 24 cm	+ 3 dB	goed
Binnenwanden in halfsteensmetselwerk	— 6 dB	goed
Vloeren		
– in grindbeton	+ 2 dB	matig

De isolatie-index voor contactgeluid van de vloeren is — 8 dB. Het systeem is dus geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'goed' mits de lucht- en contactgeluidisolatie van de woningscheidende vloeren wordt opgevoerd tot 0 respectievelijk + 3 dB, hetgeen onder meer te bereiken is door het aanbrengen van een zwevende dekvloer, en bovendien wordt voldaan aan de desbetreffende overige eisen volgens het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar. T.a.v. de detaillering en toleranties is de grootst mogelijke zorg bij fabricage en uitvoering noodzakelijk.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*

Het transport van de geprefabriceerde vloerelementen vindt plaats per gewone vrachtauto. Het beton voor de wanden wordt in truckmixers aangevoerd. Het maximale gewicht van de elementen is 3 ton.

Doordat het systeem gebruik maakt van betonelementen die door diverse fabrikanten kunnen worden vervaardigd, is het systeem niet aan een bepaald gebied gebonden. Er wordt met diverse transportondernemingen samengewerkt.

4.2 *Bij de uitvoering*

Bij de uitvoering wordt gebruik gemaakt van stalen wandbekistingen. De kosten van deze in de handel verkrijgbare kisten bedragen *f* 140,— per m² (alleen rechte onderdelen). Inclusief bijzondere hoekstukken e.d. bedragen de kosten *f* 180,— à *f* 200,— per m².

Op een project van 468 woningen te Katwijk werden vier bekistingpanelen van het fabrikaat R. Laborne (Nanterre, Frankrijk) ingezet, elk voor 18 m² wand (8,0 × 2,25 m). Voor de stabiliteitswand (die een kruisvorm heeft) werden twee bekistingen ingezet, elk voor 33,60 m² wand (8,00 × 2,25 en 6,0 × 2,60 m).

Bij een werk te Haarlem van 444 woningen werden acht bekistingen (merk R. Laborne, fabrikant: Aarding N.V. Nunspeet) ingezet van elk 26,0 m² wand (10,00 × 2,60 m). Bovendien werden hier drie bekistingen voor de stabiliteitswand toegepast.

De wijze waarop de bekistingen worden afgeschreven, varieert zeer per bouwwerk.

Bij het systeem wordt van torenkranen gebruik gemaakt. De firma Hendriks beschikte op 1 januari 1968 over negen kranen van het merk Liebherr en Weitz. De grootste kraan was een Weitz G 45, met een hefvermogen van 45 tonmeter (*f* 120.000,– per stuk). De negen kranen waren op 1 januari 1968 als volgt in gebruik:

Katwijk (468 woningen):	twee Weitz G 45
Haarlem (448 woningen):	een mobiele loskraan
	een Liebherr 45 A 55
	een Liebherr 25 A
	twee Liebherr 25 A 30
	twee Weitz GL 20.

Ook de wijze waarop men de kranen afschrijft, varieert per bouwwerk.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

Een kraanploeg bestaat uit vier man (een machinist, een aanpikker en twee afpikkers).

Het project van 578 woningen te Katwijk vergde 35 man in de ruwbouw en 10 man in de afbouw (alleen hoofdaannemer). Gespecificeerde gegevens ontbreken.

5.2 Manuren

5.2.1 *In de fabriek*

In de vloerenfabriek 'Slagter' produceren tien man 420 m² vloer per dag.

5.2.2 *Op het werk*

Volgens het 'Vierde interimrapport betreffende de arbeidsbesparende bouw van 578 woningen in het project 'Hoornespolder', gemeente Katwijk', door Adviesbureau dr. ir. M. G. Ydo te Amsterdam in mei 1968 uitgebracht aan Elementen Montagebouw N.V. te Den Haag (combinatie van N.V. Hendriks en N.V. Randstad), vergt één woning van 287 m³ in dit project 833 manuren.

Het effect van de serie blijkt uit het volgende schema (per 2-4-1969):
blok 1: 925 manuren per woning
blok 2: 795 manuren per woning
blok 3: 604 manuren per woning.[1]

Over het totaal bedraagt de arbeidsbesparing 34% (norm volgens circulaire MG 67-3).

Volgens de promotor is het project te Katwijk niet geheel representatief te achten voor het systeem in eigenlijke zin, doordat de principaal e.a. verscheidene arbeidsintensieve wijzigingen van het EBO-ontwerp eisten[2] en voor het eerste blok enige eenmalige tegenslagen werden ondervonden. Hierdoor kon de prognose van het bureau Ydo op geen stukken na worden gehaald. Cijfers m.b.t. de bouw van blok 3 (2-4-1969) laten zien dat t.a.v. dit blok de resultaten de prognose overtreffen.

Beter in overeenstemming met de mogelijkheden van het systeem zijn de resultaten van een project van 336 galerijwoningen te Leiden van licentiehouder 'Panagro'. Op dit project werden 686,2 manuren per woning besteed (na correctie 656,2 manuren). Een arbeidsbesparing t.o.v. de norm van de Centrale Directie van 46% kan dientengevolge worden bereikt.

De specificatie van het aantal manuren op het ongunstige werk te Katwijk is in onderstaande tabel gegeven (na de produktie van 357 equivalente woningen).

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
Hoofdaannemer		
– inrichten werkterrein	28394	107,5
– fundering	18144	50,8
– ruwbouw onderbouw	32288	90,4
– ruwbouw woonlagen	86710	242,8
– afwerking ruwbouw	27075	75,8
– afwerking	49872	123,4
Totaal hoofdaannemer	242483	690,7
Onderaannemers		
– fundering	2725	7,6
– afwerking	47883	134,1
– installaties	37266	104,3
– constructiewerk	2949	8,2
Totaal onderaannemers	90823	254,2
Totaal-generaal (ongecorrigeerd)	333306	944,9

1 Tussen de bouw van blok 2 en blok 3 lag een vacuüm van 4 maanden i.v.m. financieringsproblemen. In deze periode heeft men bouwploegen moeten ontslaan.

2 Voornamelijk: dubbellaags onderbouw met garages, hellingbanen en speciale vuilverwerkingsinrichting, toevoeging van een representatief centraal trappehuis en hoofdingang, gemetselde borstweringen en penanten in de langsgevels.

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
Correcties		
– voorzieningen winter	1894	
– werkuren tijdens onwerkbaar weer	9203	
– voorzieningen voor 500ste woning	2500	
Meerwerk		
– extra m² siporex	2622	
– extra transport	6507	
– luifel en huismeesterruimte	2260	
– timmerwerk	1474	
– metselwerk	1285	
– tegelwerk	1477	
– huistelefooninstallatie	3187	
– elektra	1213	
– stukadoor	3900	
– loodgieter	1384	
– behanger	780	
	279408	

Gemiddelde besteding per m³ 1,90 manuren.

5.3 *Verlet*
De stalen wandbekisting is gevoelig voor vorst en ijzel. Tegen regenverlet worden voorzieningen getroffen. In een blok in het project te Katwijk werd bijv. op de zevende laag een waterdichte laag aangebracht, zodat men bij de afbouw geen stagnatie door lekwater ondervond.

Bij galerijflats worden wel schotten toegepast, die tussen de balkonplaten en de galerijplaten worden bevestigd. Hierdoor kan de bouw water- en winddicht worden afgesloten met behoud van een horizontaal verkeerstracé.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie van het systeem*
In 1958 à 1959 werden de eerste woningen in het systeem EBO gerealiseerd. Dit systeem, nu EBO I genoemd, bestond uit gemonteerde portalen (drie kolommen en twee balken), door lateien in de langsgevel verbonden. In dit skelet werden perceelscheidende wanden gestapeld van BDS-, respectievelijk B2-blokken en separatiewanden van Duroxblokken, Siporex e.d. De mengvorm tussen stapelbouw en montagebouw is uit prijstechnische overwegingen verdrongen door het iets arbeidsintensiever systeem EBO II, dat is te beschouwen als een mengvorm tussen gietbouw en montagebouw. Later zijn op het thema EBO II diverse varianten ontwikkeld.

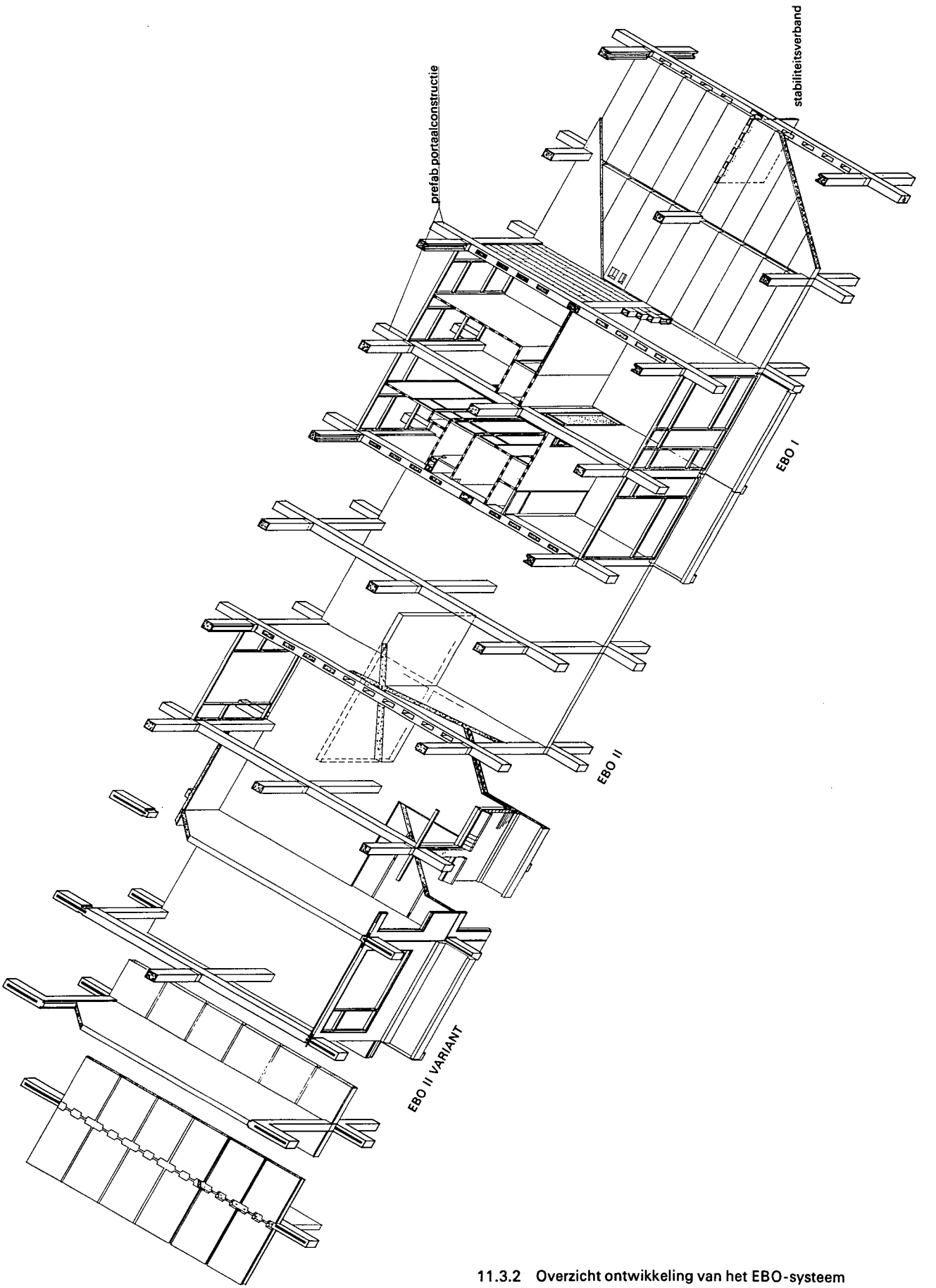
6.2 Produktie-omvang
Onderstaande tabellen geven een beeld van de produktieomvang van de systemen-EBO I en -EBO II.

per	*aantal opgeleverde woningen EBO I*	
	voorafgaand jaar	*totaal*
1-1-1965	0	0
1-1-1966	496	496
1-1-1967	658	1154
1-1-1968	24	1178
gemiddeld in de laatste 2 jaren	393	

per	*aantal opgeleverde woningen EBO II*	
	voorafgaand jaar	*totaal*
1-1-1966	0	0
1-1-1967	30	30
1-1-1968	462	492
gemiddeld in de laatste 3 jaren	164	

EBO 1

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunningsdatum*
Delft	336	Verschoor en Bier	Van der Kuil en Hendriks	w.w.	1959
Driebergen	102	Verschoor en Bier	Van der Kuil en Hendriks	v.s.	1962
Zoetermeer	72	Verschoor en Bier	Hendriks	pr.	1962
Wassenaar	208	Verschoor en Bier	Van der Kuil en Hendriks	pr.	1962
Breda	80	Verschoor en Bier	Panagro	pr. 4-hoog	1963
Amstelveen	136	Verschoor en Bier	Panagro	pr. 4-hoog	1963
Voorburg	120	Kruger	Van der Kuil en Hendriks	w.w.	1963
Rotterdam	128	Sitters	Kruithof	pr. 4- hoog	1964
Eindhoven	324	Verschoor en Bier	Hendriks	pr.	1964
Delft	336	Verschoor en Bier	Van der Kuil en Hendriks	pr.	1965
Delft	672	Verschoor en Bier	Panagro	6–8 hoog	vóór 30-11-'65
Venlo	204	Verschoor en Bier	Hendriks	pr. 6-hoog	vóór 30-11-'65
Assen	210	Verschoor en Bier	Hendriks	pr. 6-hoog	vóór 30-11-'65
Den Haag	296	Sitters en Fiolet	Kruithof	4 + 14	vóór 30-11-'65



11.3.2 Overzicht ontwikkeling van het EBO-systeem

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunningsdatum*
Delft	408	Verschoor en Bier	Panagro	w.w. 6 en 8-hoog	
Gouda	165	Bier	Aannemerscombinatie Gouda	w.w.	31-10-'67
EBO 2					
Katwijk	356	Verschoor en Bier	EMB	pr.	30-11-'65
Leiden	300	Verschoor en Bier	Panagro	pr. + w.w.	30-11-'65
Delft	60	Verschoor en Bier	Hendriks	pr. 12-hoog	30-11-'65
Haarlem	204	Verschoor en Van Coolwijk	Hendriks	pr. 6-hoog	30- 9-'66
Haarlem	240	Verschoor en Van Coolwijk	Hendriks	pr. 6-hoog	31-10-'66
Rijswijk Z.H.	564	Bier	Hendriks	w.w. hoog-bouw	30- 6-'67
Eindhoven	140	Verschoor en Van Coolwijk	Hendriks	10 hoog	in voorbereiding
Katwijk	110	Verschoor en Van Coolwijk	EMB	laagbouw	in voorbereiding

6.3 *Produktiecapaciteit en bouwsnelheid*
De produktiecapaciteit van de firma Hendriks is 500 woningen per jaar. Van alle licentiehouders is de capaciteit te taxeren op 2000 woningen per jaar. Deze capaciteit is echter zeer elastisch. Als de markt ruimer zou zijn, zouden er gemakkelijk vele woningen in het EBO-systeem méér kunnen worden gerealiseerd dan thans. Als minimale jaarproduktie werd door de promotor 500 woningen opgegeven. De optimale bouwsnelheid is zes woningen per week per kraan.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale seriegrootte en minimale bouwplaatsomvang wordt door de promotor een aantal van 100 woningen opgegeven.

6.5 *Ontwikkelingen*
De overgang van systeem EBO I naar EBO II is nog altijd aan de gang. Het systeem EBO I wordt nog wel toegepast, met name voor middelhoge bouw. Voor hoogbouw heeft het systeem EBO II de overhand. Een andere ontwikkeling is dat de holle baksteenvloeren bezig zijn geheel plaats te maken voor betonnen vloeren.

Het ligt in de bedoeling stukadoorswerk en zwevende vloeren in de toekomst uit EBO-woningen te weren.

7 Organisatiestructuur

De Handelmaatschappij EBO (Elementen Bouw Onderneming) fungeert alleen als promotor van het systeem EBO, en bouwt zelf niet. Uitvoerende bouwbedrijven zijn Bouw- en aannemingsbedrijf Firma H. G. Hendriks te Den Haag, Aannemings Maatschappij 'Panagro' N.V. te Warmond, Aannemingsbedrijf 'Bontenbal', Aannemingsbedrijf 'Kruithof' en de N.V. Elementen Montage Bouw.
De holle baksteenvloeren werden geleverd door Nehobo en de N.V. Holton.

De geprefabriceerde betonelementen (exclusief de vloerelementen) worden vervaardigd door verschillende bedrijven (open systeem). De vloerelementen worden meestal geleverd door de firma Slagter te Asperen, die ook aan derden levert.

Het vervoer wordt verzorgd door zelfstandige firma's. T.a.v. het ontwerp bestaat een relatie met architectenbureau Bier te Boskoop en met het bureau Verschoor en Van Coolwijk te Loosduinen. In principe is het ook mogelijk dat met andere architecten wordt samengewerkt.

In verband met de beslotenheid van de N.V.'s kon noch van de Mij EBO, noch van de firma Hendriks een jaarverslag ter inzage worden gegeven.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem EBO is wel veel ervaring opgedaan, maar het is, vooral in de laatste tijd, zo vaak gewijzigd dat men niet t.a.v. alle constructies van een ruime ervaring kan spreken.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het minimale aantal woonlagen is 4. Het optimum is 6, produktietechnisch gezien, het maximum 12. Zowel galerijflats als portiekflats kunnen in het EBO-systeem worden gerealiseerd. Als optimale bloklengte worden door de promotor zes woningen of een veelvoud van zes opgegeven.

8.3 *Ontwerp*
Door de aanwezigheid van het portaal in de woning is het mogelijk binnen het EBO-systeem zeer verschillende woningtypen te ontwerpen.
In de praktijk blijkt EBO inderdaad een van de meest flexibele systemen te zijn. Ook in de gevel is alles mogelijk. De stabiliteitswanden in de woning kunnen soms plantechnisch ongunstig werken.

8.4 *Actieradius*
Het systeem-EBO II kan met elke goede handelsvloer worden uitgerust, indien t.b.v. de stabiliteit in langsrichting maatregelen worden genomen. Van een geografische beperking is dan ook nauwelijks sprake.

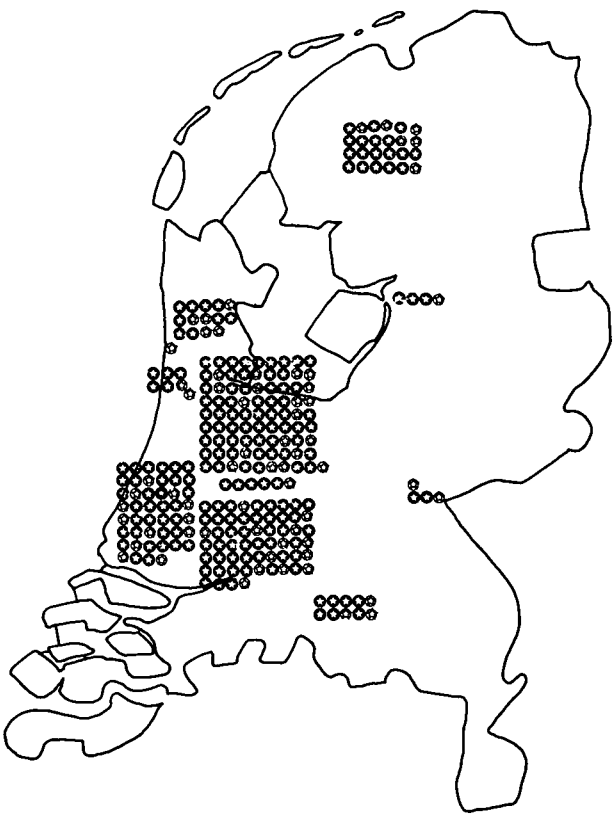
9 Literatuur

Commissie tot beoordeling van Gewapend-betonconstructies in Woningen. *Modelblad vloersysteem 'Slagter-EBO II' no. 121-I-A.*
Verschoor A., en T. Bier. Efficiëntie in het ontwerp. *Bouw*, 1964, *19*, p. 218–219.

11.4 R.B.M.

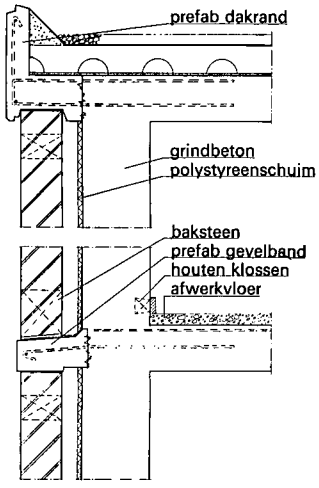
Promotor: Intervam N.V.,
Generaal Spoorlaan 489, Rijswijk (Z.-H.)
Tel. (070) 90 76 40.

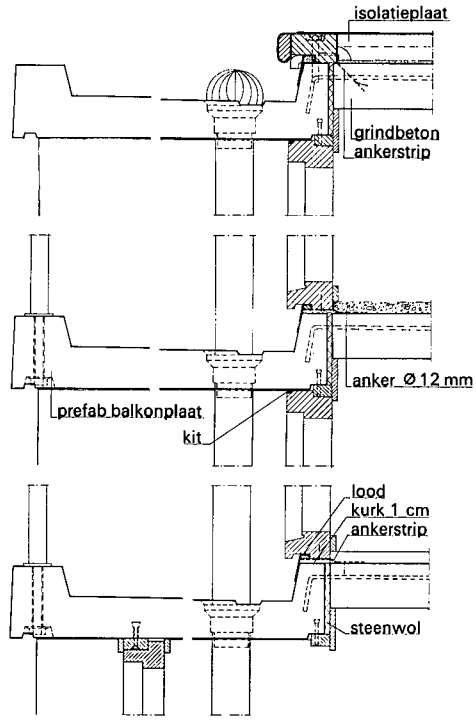
Attest: 1967

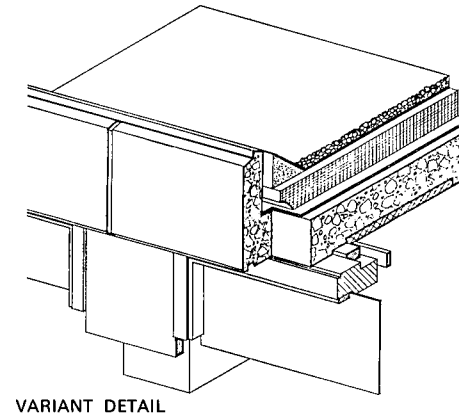


Voorbeeldproject

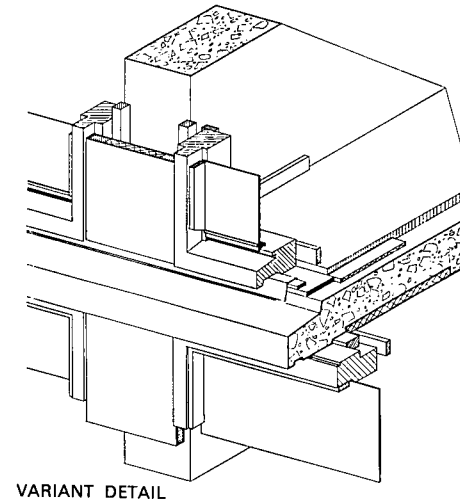
540 galerijwoningen (woningwet), Palensteinse Polder te Zoetermeer.
Opdrachtgever: gemeente Zoetermeer.
Architect: gemeentewerken Zoetermeer.
Uitvoerend bouwbedrijf: Intervam N.V. te Rijswijk (Z.-H.).



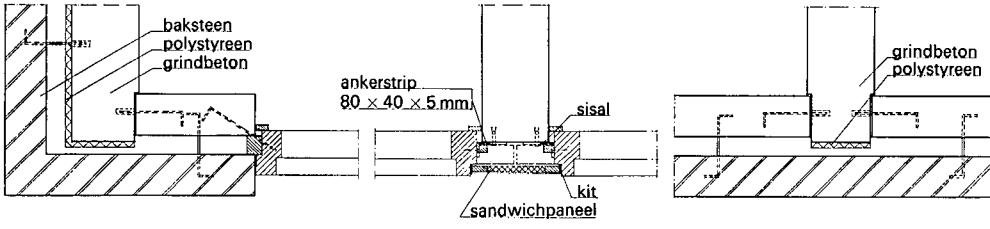




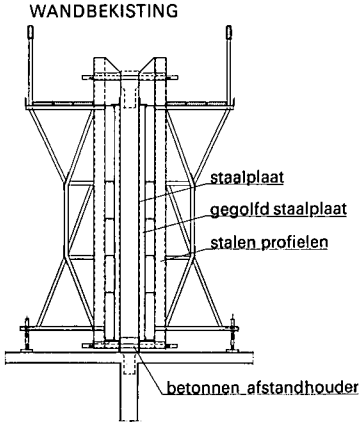
VARIANT DETAIL

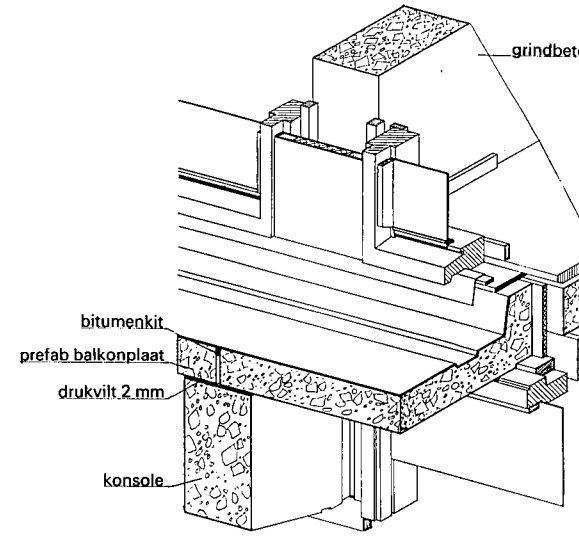


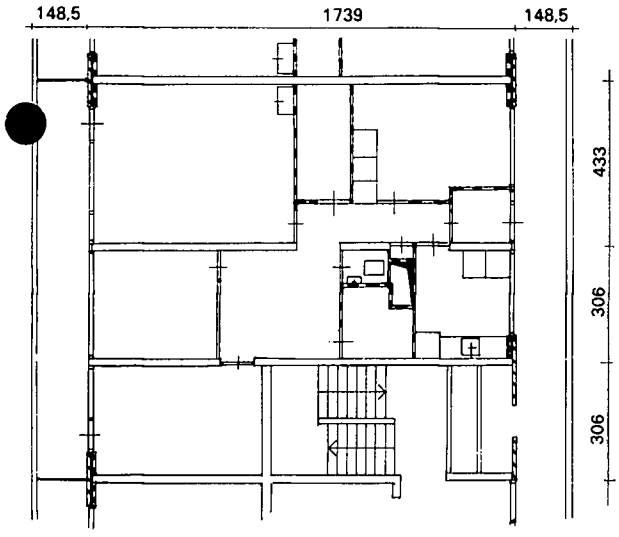
VARIANT DETAIL

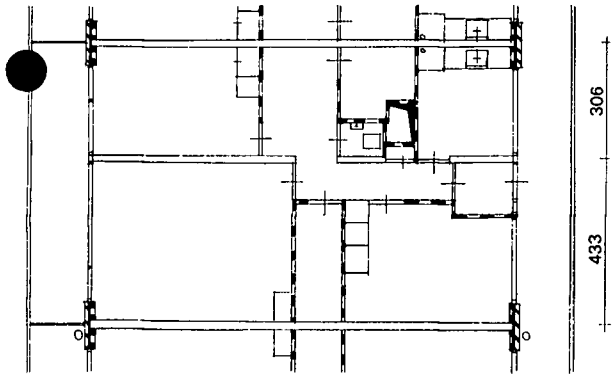


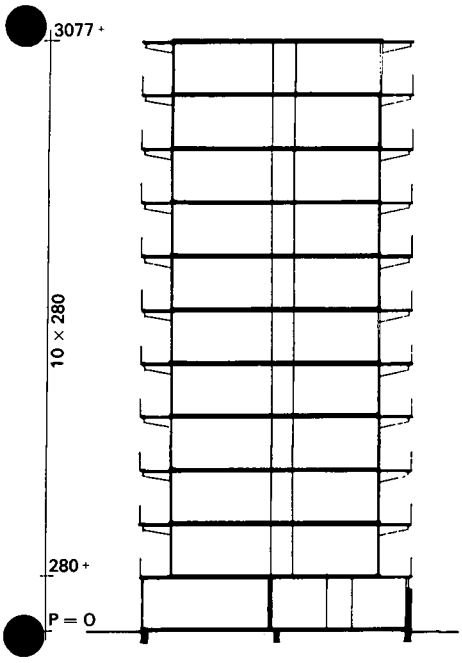
DWARSDOORSNEDE
WANDBEKISTING

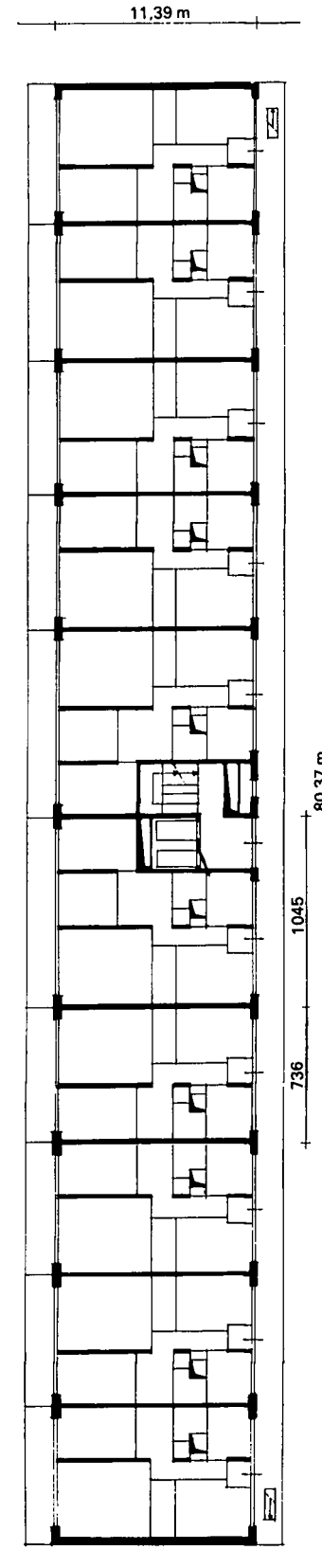





148,5
1739
148,5
433
306
306


306
433


3077 +
10 × 280
280 +
P = 0


11,39 m
80,37 m
1045
736

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor laag-, middelhoog- en hoogbouw waarbij de draagwanden in een stalen bekisting, en de vloeren op een houten bekisting met stalen onderstel worden vervaardigd van in het werk gestorte grindbeton.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton. De dikte van deze wanden is 18 cm of meer afhankelijk van bouwhoogte, respectievelijk geluidsisolatie-eisen.
Bij ongewapende wanden moet ter plaatse van de verbinding met de vloer een hoeveelheid dwarswapening van voor- naar achtergevel aanwezig zijn.
Bij toepassing van een zadeldak worden de dwarswanden in de kap uitgevoerd als een voortzetting van de gietbetonwand dan wel in traditioneel metselwerk.

2.1.2 *Gevels*

Eindgevels worden uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van grindbeton, aan de spouwzijde bekleed met 1,5 cm polystyreenschuim en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk, onderling gekoppeld door ten minste 4 spouwankers Ø 4 per m². Het buitenspouwblad wordt waar nodig, gedragen door een betonnen gevelband, samengesteld uit geprefabriceerde delen met een maximumlengte van 3,50 m en voorzien van stekeinden Ø 8 h.o.h. 20 cm, die in de vloerconstructie worden ingestort.

Langsgevels worden samengesteld uit geprefabriceerde houten puien, al dan niet in combinatie met penanten en borstweringen, uitgevoerd als traditionele spouwmuur met een binnenspouwblad van gasbetonsteenmetselwerk. De pui-elementen worden aan de betonconstructie verankerd met hoek- en stripijzers, en met schroeven of draadnagels via een houten stelregel.

Vlakke gevels worden per verdieping onderbroken door een doorgaande gevelband, die als een uitkraging van de achtergelegen vloer is uitgevoerd; binnen de gevel is de vloer aan onder- respectievelijk bovenzijde voorzien van een strook houtwolcementplaat, dik 2 cm en breed 30 cm met een harde coating, respectievelijk een 1 cm dikke en 20 cm brede kurklaag met een dampwerende laag aan de bovenzijde. Als alternatief kan een geprefabriceerde, betonnen gevelband worden toegepast.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

Niet-dragende wanden worden samengesteld uit gipsblokken (Gibo e.d.).
Als alternatief kunnen ook andere lichte wandelementen volgens een geldig kenmerkblad worden toegepast.

2.1.4 *Vloeren e.d.*

Vloeren met inbegrip van de dak- of zoldervloer, worden vervaardigd van in het werk gestort gewapend grindbeton, minimaal 11 cm dik.

Bij het dak wordt de vloer voorzien van 7 of 8,5 cm dikke isolatiekanaalplaten op een afschotlaag dan wel een daarmee gelijkwaardige, goedgekeurde isolatie, en afgewerkt met dakvilt en grind.

De constructie van de dakrand is analoog aan die van de gevelband bij eindgevels, dan wel aan die van de geprefabriceerde gevelband bij langsgevels.

Als alternatief kan een flauw hellend zadeldak worden toegepast met een dakbeschot van 5 cm dikke houtwolcementplaat, dan wel een andere goedgekeurde dakplaat met gelijkwaardige isolatie volgens een geldig certificaat; op de zoldervloer wordt dan eventueel een 2 cm dikke steenwoldeken of een andere gelijkwaardige isolatie aangebracht.

Galerijen en balkons worden samengesteld uit geprefabriceerde platen van gewapend of voorgespannen beton, opgelegd op vooraf vervaardigde consoles, opgenomen in de dwarswanden. De galerij- en balkonplaten worden van de vloeren gescheiden door 1 cm polystyreenschuim aan de binnenzijde, en door middel van 2 ankerstaven Ø 12 per plaat aan de achtergelegen vloer verankerd.

2.2 *Uitvoering*

Voor de bekisting van de wanden worden stalen mallen toegepast, verdiepinghoog en met een breedte gelijk aan de gebouwdiepte. Aan de stalen wandschotten zijn stortsteigers bevestigd ter lengte van de gehele wand.

Eerst wordt het eerste schot geplaatst en gesteld; vervolgens worden eindafsluitingen, elektrische installatie, wapening, sparingen e.d. aangebracht, waarna men een tweede schot aanbrengt, dat door afstandsbouten aan het eerste wordt gekoppeld.

Elke dag worden de bekistingen van enige wanden verplaatst en gesteld en enige wanden gestort en ontkist. Nadat een paar wanden gestort en ontkist zijn, worden hiertussen vloerbekistingstafels van kamerbreedte geplaatst. De tafels bestaan uit een houten blad op stalen onderstel.

De lengte van de tafels bedraagt de helft óf één derde van de bouwdiepte, zodat tussen twee wanden 2 of 3 tafels achter elkaar worden geplaatst. De tafels worden in hun geheel tussen de wanden geplaatst en nadat de vloer gestort en verhard is, ook weer – meestal aan twee zijden – in hun geheel verwijderd door de bouwkraan met behulp van speciaal hijsgereedschap. De cyclustijd van de vloeren zal in de praktijk per object variëren. Minimaal zal een cyclustijd van 6 à 7 dagen nodig zijn.

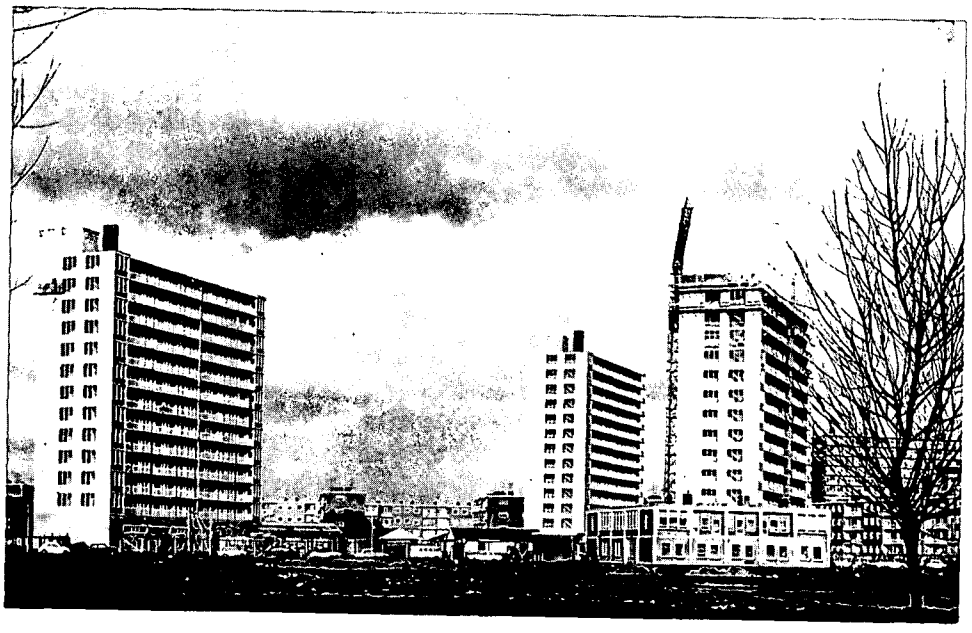
In combinatie met geprefabriceerde vloeren volgens een geldig modelblad kunnen cyclustijden van vier werkdagen worden gerealiseerd.

De eerder omschreven, geprefabriceerde gevelelementen als gevelbanden bij eindgevels, dakranden, balkon- en galerijplaten en consoles worden daarbij in de bekisting opgenomen en bij het storten met stekeinden aan de betonnen draagconstructie verankerd.

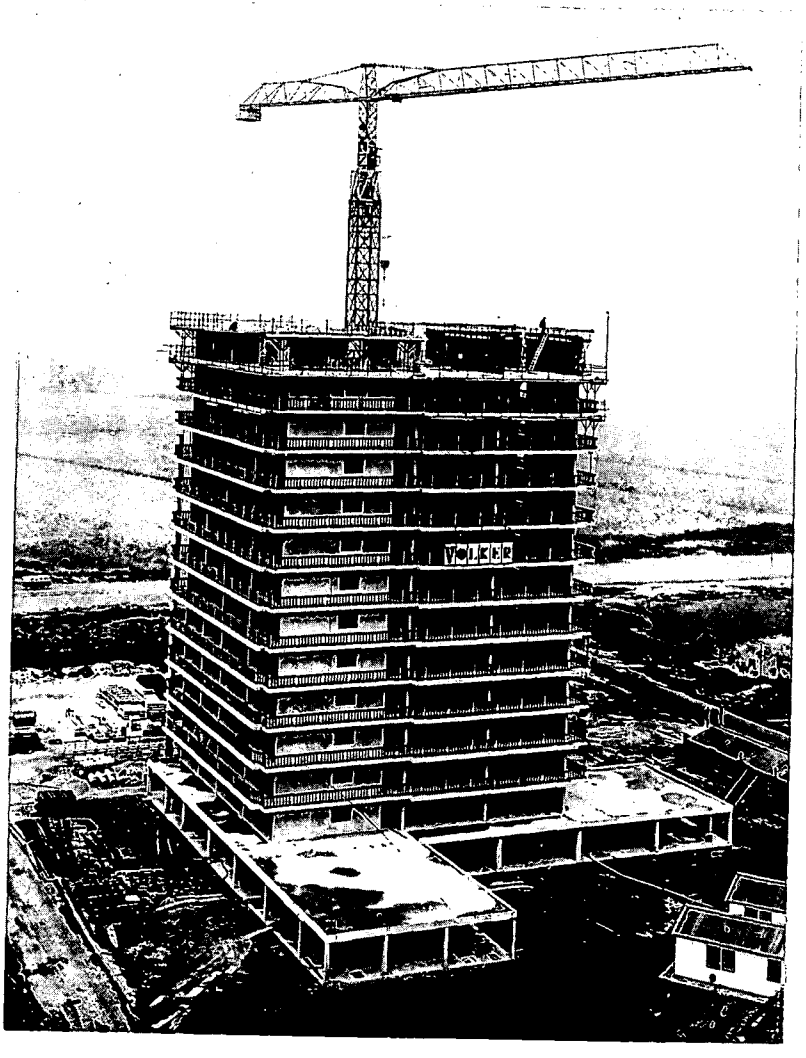
Hierna worden de gevels, dakafwerking en binnenwanden aangebracht, waarna de verdere afwerking volgt.

2.3 *Materialen*

Het toegepaste grindbeton voor de wanden is ten minste van de kwaliteit K 160 volgens de G.B.V. 1962 met een minimaal cementgehalte van 275 kg/m³; voor de vloeren zijn deze minimumwaarden respectievelijk K 225 en 325 kg/m³.



11.4.1 R.B.M.-flats te Den Haag (foto : Fas Keuzenkamp, Pijnacker)



11.4.2 Torenflat te Rotterdam in aanbouw (aangestorte balkons) (foto : Zoetmulder, Rotterdam)

Het polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³.

De toegepaste houtwolcementplaten zowel als de isolatie-kanaalplaten hebben een volumegewicht van circa 500 kg/m³.

2.4 *Afwerking*
De wanden en plafonds worden zonder bepleistering afgewerkt.
In natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van naden, waterdicht afgewerkt.
In het belang van een goede geluidsisolatie wordt de afwerking van de vloeren zodanig gekozen, dat een totaalgewicht van 420 kg/m² wordt verkregen.
Dit wordt bereikt met een betonnen vloer van 14 cm dikte, afgewerkt met een laag van steenachtig materiaal van circa 80 kg/m².
Bij open trappehuizen e.d. wordt de woningscheidende wand eventueel voorzien van een bekleding met voldoende warmte-isolatie.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklassen worden bepaald.

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels	ca. 0,90	voldoende
Penanten		
– spouwconstructie: 11-5-11 (klinkers/ /kalkzandsteen)	ca. 0,45–0,50	–
– met een binnen-spouwblad in gasbeton	ca. 0,80	voldoende
Dakconstructie met		
– 7 cm dikke kanaal-isolatieplaten	ca. 0,85	matig
– 8,5 cm dikke kanaal-isolatieplaten	ca. 1,00	voldoende
– kap zonder glas-woldeken	ca. 0,85	matig
– kap met 2 cm glas-woldeken	ca. 1,40	voldoende

Mede in verband met de toepassing van centrale verwarming wordt het systeem dus geschikt geacht voor toepassing in woningen van de thermische kwaliteitsklasse 'matig' of 'voldoende', mits de wanden bij onverwarmde trappehuizen e.d., de begane-grondvloer en de pui-elementen, voldoen aan de desbetreffende eisen volgens het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidisolatie*
Indien geen meer-dan-normale, flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070, te verwachten is, kunnen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, de isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklasse als volgt worden aangegeven.

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden		
– dik 18 cm	0 dB	matig
– dik 23 cm	+ 3 dB	goed
Vloeren met dikte van 11 cm en 3 cm dikke afwerklaag	0 dB	matig

De isolatie-index voor contactgeluid van de vloerconstructie bedraagt — 13 dB.
Het systeem is dus geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig', respectievelijk 'goed', mits ten aanzien van de woningscheidende vloeren de desbetreffende isolatie-indices worden opgevoerd tot ten minste 0 respectievelijk + 3 dB, hetgeen bijv. is te bereiken door het aanbrengen van een zwevende dekvloer. Tevens dient te worden voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar. Voor de wanden is een kubusdruksterkte van ten minste 160 kg/cm² vereist. Ten aanzien van de vlakke gevelconstructie met uitkragende gevelband wordt het volgende opgemerkt:
– Bij de gevelband dient rekening te worden gehouden met enige scheurvorming in het betonoppervlak als gevolg van thermische lengteveranderingen.
– Bij de houtwolcementplaat in het plafond achter de uitkragende gevelband wordt het niet uitgesloten geacht dat onder ongunstige omstandigheden zich zoveel condenswater in de plaat verzamelt dat dit naar buiten treedt. In de praktijk is dit volgens de promotor nog niet geconstateerd.
Ten aanzien van de aansluitingen van de montagekozijnen op het betonwerk zal eveneens in de praktijk moeten worden aangetoond of voldoende rekening is gehouden met maatafwijkingen en vormveranderingen van de betrokken onderdelen.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*
Het belangrijkste transport is dat van het beton dat met truckmixers van de centrales wordt aangevoerd.
Afhankelijk van de grootte en indeling van de woning is de betonhoeveelheid per woning (exclusief onderhuizen, trappehuizen etc.):
$2^1/_2$ wand à 5 m³ = $12^1/_2$ m³
1 vloer à $8 \times 12 \times 0{,}12$ = $11^1/_2$ m³
24 m³, d.i. 8 mixers van 3 m³.
De kozijnen worden onbeglaasd per auto aangevoerd.

4.2 *Bij de uitvoering*
Van groot belang zijn de torenkranen, dezelfde die ook bij het VAM-systeem worden gebruikt. De ontwikkeling gaat in de richting van kranen met een grotere capaciteit.
Vroeger was een capaciteit van 30 tonmeter gebruikelijk, thans komen reeds kranen tot 90 tonmeter voor.

In totaal beschikt men over ± 30 kranen van het type Weitz met loopkat. De capaciteit bedraagt 45 tot 90 tonmeter. De gemiddelde prijs (exclusief rails etc.) bedraagt *f* 100.000,—. Afschrijvingen en revisies belopen 2 à 2,5% van de aanschafwaarde per maand.

Voor het hanteren van de vloertafels wordt een soort 'taartschep' gebruikt.

Per kraan wordt gemiddeld 150 m² wandbekisting en 1000 m² vloerbekisting toegepast. De wandkist kost circa *f* 200,— per m²; de vloerkist circa *f* 70,— per m². Standaardbekistingen van diverse merken worden toegepast.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

De maximale arbeidersbezetting bij één bouwwerk met 3 kranen, is voor ruwbouw en afbouw 250 man. De grootte van de kraanploeg wisselt. Gemiddeld telt deze 9 man.

5.2 *Manuren op het werk*

Uit rapporten van het Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. blijkt dat 704 galerij-etagewoningen (4 geknikte blokken, 8-hoog, totale inhoud: 265.050 m³) te Rotterdam circa 1,87 manuren/m³ vergen (gemiddelde woninginhoud 372 m³), wat neerkomt op gemiddeld 696 manuren per woning.

Bij een produktiestand van 24,7% waren er 122.492 manuren besteed, wat neerkwam op een arbeidsbesparing van 55% t.o.v. de in 1968 geldende norm.

Op een totaal van 122.492 manuren werden 2.151 manuren genoteerd voor storm- en regenverlet en 2.326 manuren voor vorstverlet.

Volgens de prognose (die na een jaar reeds met 13,5% in gunstige zin was overschreden) zou er besteed worden:

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
Algemeen		
Bouwplaatsinrichting	10.850	
Laden, lossen en algemeen transport	20.538	
Opruimen en schoonmaken	24.418	
Materieel	11.943	
Hulp aan installateurs (lift en C.V.-aandeel 5 manuren per woning)	7.040	
Totaal algemeen	74.789	106,2
Fundering en onderbouw	44.093	
Totaal fundering en onderbouw	44.093	62,6
Ruwbouw		
Betonwerk: stellen en ontkisten (inclusief bijbehorend prefabbeton)	97.623	
Betonwerk: storten	41.468	
Prefabbeton (voor zover niet in stellen bekisting)	1.270	
Metselwerk (inclusief voegen)	33.000	
Totaal ruwbouw	173.361	246,2
Afwerking ruwbouw		
Dakafwerking	775	
Separaties	17.279	
Totaal afwerking ruwbouw	18.054	25,6
Afwerking woningen		
Stelwerk (inclusief kitwerk e.d.)	29.829	
Afhangen	8.827	
Aftimmeren	27.331	
Afmonteren	8.586	
Diverse werkzaamheden	580	
Totaal afwerking woningen	75.153	106,7
Onderaannemers		
Fundering (heiwerk, palen hakken)	3.500	
Vlechter	21.900	
Dakdekker	4.900	
Wand- en plafondafwerking	14.000	
Vloerenlegger	10.600	
Schilder (+ glas + behang)	42.200	
Electricien	24.600	
Loodgieter	17.600	
Tegelzetter	13.400	
Smid	3.500	
Centrale verwarming	21.100	
Liften	4.900	
Centraal antennesysteem, bliksembeveiliging	2.100	
Totaal onderaannemers	184.300	261,8
Totaal-generaal (ongecorrigeerd)	569.750	809,1
Aftrek bijzondere werkzaamheden	35.140	
	534.610	

5.3 *Verlet*

Bij lichte vorst worden de wanden met verwarmde beton gestort in een geïsoleerde kist. De vloeren kunnen worden voorzien van kappen en verwarmd met ingeblazen stoom (toegepast in Den Haag, Mariahoeve).

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*

In de jaren vijftig werd door de Rijnlandsche Betonbouw Maatschappij een stapelbouwsysteem ontwikkeld dat R.B.M. werd gedoopt.

In 1965 toen de Rijnlandsche Betonbouw Maatschappij was opgegaan in het Intervam-concern, werd een gietbouwmethode, R.B.M. II, in produktie gebracht. Gedurende enkele jaren werden de beide systemen naast elkaar toegepast. Thans wordt alleen de gietbouwmethode gerealiseerd, die eenvoudigweg R.B.M. wordt genoemd.

6.2 *Produktie-omvang*

De onderstaande schema's geven een beeld van de produktieomvang in de systemen-R.B.M. I en II.

per	aantal opgeleverde woningen R.B.M. I	
	voorafgaande jaar	totaal
1-1-1957	...	3470
1-1-1958	688	4158
1-1-1959	827	4985
1-1-1960	782	5767
1-1-1961	1742	7509
1-1-1962	1313	8822
1-1-1963	837	9659
1-1-1964	514	10173
1-1-1965	666	10839
1-1-1966	716	11555
1-1-1967	598	12153
1-1-1968	186	12339
gemiddeld in de laatste 3 jaren	500	

per	aantal opgeleverde woningen R.B.M. II	
	voorafgaande jaar	totaal
1-1-1965	0	0
1-1-1966	756	756
1-1-1967	1123	1879
1-1-1968	1409	3288
gemiddeld in de laatste 3 jaren	1096	

Een gespecificeerd overzicht volgt hieronder.

gemeente	aantal woningen	architect	uitvoerend bouwbedrijf	financierings-sector
Rotterdam	858	Volkshuisvesting	R.B.M.	–
Amsterdam	112	Brouwer Schaling	R.B.M.	–
Amsterdam	112	Brouwer Schaling	R.B.M.	–
Amsterdam	328	Peters	R.B.M.	–
Den Haag	72	Wils	Zwolsman	pr.
Rotterdam	87	Groosman	R.B.M.	–
Rotterdam	304	Van Tijen Maaskant	R.B.M.	–
Rotterdam	252	Groosman	R.B.M.	–
Amsterdam	279	Eibrink Brouwer	Zwolsman R.B.M.	–
Amsterdam	740	Van Tijen Maaskant	Zwolsman R.B.M.	–
Amsterdam	285	Kramer	R.B.M.	pr.
Amsterdam	900	Gemeentelijke Woningdienst	R.B.M.	–
Leeuwarden	192	Van den Broek en Bakema	Zwolsman R.B.M.	–
Rotterdam	624	Volkshuisvesting	R.B.M.	–
Amsterdam	341	Peters	R.B.M.	–
Amsterdam	373	Peters	R.B.M.	–
Leeuwarden	192	Van den Broek en Bakema	Zwolsman R.B.M.	–
Amsterdam	624	Brouwer Schaling	R.B.M.	–
Amsterdam	128	Brouwer Schaling	R.B.M.	–
Leeuwarden	498	Van den Broek en Bakema	Zwolsman R.B.M.	w.w.
Rotterdam	192	Van den Broek en Bakema	Volker	–
Rotterdam	544	Volkshuisvesting	Volker R.B.M.	–
Rotterdam	480	Volkshuisvesting	Volker R.B.M.	–
Den Haag	216	Volkshuisvesting	R.B.M.	–
Rijswijk Z.H.	480	Nefkens	R.B.M.	–
Leeuwarden	100	Van den Broek en Bakema	Zwolsman R.B.M.	–
Alkmaar	440	Intervam	Intervam	–
Alkmaar	180	Intervam	Intervam	pr.
Alkmaar	72	Heineke	Intervam	pr.
Leeuwarden	1196	Van den Broek en Bakema	Intervam	w.w.
Rotterdam	232	Bakker en Bakker	Volker	–
Amsterdam	244	Peters	Intervam	–
Amsterdam	333	Peters	Intervam	–
Amsterdam	42	Peters	Intervam	–
Rotterdam	120	Volkshuisvesting	Volker	–
Leeuwarden	96	Van den Broek en Bakema	Intervam	pr.
Rijswijk Z.H.	480	Nefkens	Zwolsman	v.s.
Den Haag	188	E.M.S	Zwolsman	v.s.

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*
Arnhem	85	E.M.S.	Intervam	v.s.
Tilburg	462	E.M.S.	Intervam	v.s.
Arnhem	255	E.M.S.	Intervam	v.s.
Den Haag	1232	E.M.S.	Intervam	v.s.
Alkmaar	288	Heineke	Intervam	v.s.
Leeuwarden	52	Van den Broek en Bakema	Intervam	v.s.
Amsterdam	84	Kromhout	Intervam	v.s.
Bergen N.H.	90	Stolle - Oyevaar - Van Gool	Intervam	v.s.
Tilburg	270	Groosman	Brabant-Oost	pr.
Zaandam	88	Heineke	Intervam	pr.
Den Haag	216	Volkshuisvesting	Intervam	–
Den Haag	228	Volkshuisvesting	Intervam	–
Den Haag	40	Volkshuisvesting	Intervam	pr.
Amsterdam	243	Peters	Intervam	–
Rotterdam	306	Volkshuisvesting	Volker	–
Amsterdam	264	Volkshuisvesting	Intervam	–
Amsterdam	276	Peters	Intervam	–
Zoetermeer	540	Volkshuisvesting	Intervam	–
Alkmaar	272	Heineke	Intervam	w.w.
Den Haag	117	Volkshuisvesting	Intervam	w.w.
Amsterdam	1182	Gemeentelijke Woningdienst	Intervam	w.w.
Rotterdam	704	Bakker en Bakker	Intervam	w.w.
Tilburg	108	Groosman	Brabant Oost	pr.
Kampen	314	Van den Broek en Bakema	Intervam	w.w.
Purmerend	576	Groosman	Intervam	w.w.
Rijswijk Z.H.	414	Nefkens	Intervam	v.s.
Rotterdam	306	Volkshuisvesting	Volker	w.w.
Den Haag	288	Volkshuisvesting	Intervam	w.w.
Amsterdam	247	Kloos	Intervam	pr.

Volgens de promotor waren er tot en met augustus 1968 in R.B.M. I en II 19050 woningen opgeleverd in Den Haag, Rijswijk (Z.-H.), Rotterdam, Leeuwarden, Amsterdam, Alkmaar, Zoetermeer, Arnhem, Tilburg en Bergen (N.-H.).
In uitvoering waren per ultimo augustus 7896 woningen (inclusief bejaardenwoningen) in Den Haag, Rijswijk (Z.-H.), Amsterdam, Rotterdam, Alkmaar, Kampen, Leeuwarden, Purmerend, Velsen en Zoetermeer.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De capaciteit van een kraan voor de ruwbouw is bij volle bezetting gemiddeld 0,8 woning per dag. De promotor van het systeem-R.B.M. beschikt over 30 kranen, wat neerkomt op een theoretische jaarcapaciteit van $0{,}8 \times 30 \times 200 = 4800$ woningen (exclusief aan- en afloop, afbouw, transport etc.).
De jaarproduktie is thans circa 2000 woningen : niet alle kranen zijn in de sector woningbouw ingezet.
De produktiesnelheid op een bouwplaats met 2 kranen is 8 à 10 woningen per week.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang is een aantal van 100 woningen te beschouwen.

Wanneer men streeft naar verticaal transport van de vloerbekisting, dient men het blok zo lang te maken dat de beton van de vloeren bij het lossen van de vloerbekisting voldoende sterk is om eigen gewicht, kistgewicht en nuttige belasting te dragen.

Minimale bloklengte is hierbij, zonder dat extra maatregelen voor de verharding van de beton worden genomen, met zo klein mogelijke te storten vloergedeelten, circa 80 meter, hetgeen overeenkomt met circa 9 galerijflats. Door toepassing van geprefabriceerde vloeren respectievelijk systeemvloeren kunnen eveneens kortere bouwlengten economisch worden gerealiseerd. Normaal is dat een vloerbekisting $\pm$ 40 $\times$ kan worden gebruikt.
Een serie van 360 woningen of meer biedt de meeste economische voordelen. Series van 100 woningen of zelfs minder kunnen echter ook nog rendabel worden gerealiseerd.

6.5 *Ontwikkelingen*
Het systeem wordt op alle onderdelen kwalitatief ontwikkeld, vooral wat de afbouw betreft.

7 Organisatiestructuur

Het systeem-R.B.M. wordt geëxploiteerd door Intervam N.V. te Rijswijk (Z.-H.), één van de vier werkmaatschappijen (met Hollandsche Beton Maatschappij N.V., Hollandse Constructie Groep N.V. en Interbeton N.V.) van de Hollandsche Beton Groep N.V.

De volgende dochtermaatschappijen maken deel uit van Intervam N.V.:
N.V. Bouwbedrijf 'Brabant Oost' te Eindhoven;
Volker Bouwmaatschappij N.V. te Rotterdam;
Rijnlandsche Betonbouw Maatschappij N.V. te Rijswijk (Z.-H.);
N.V. Algemene Bouwmaterialen Industrie 'ABEX' te Utrecht (3 betonfabrieken);
N.V. Metro, Materieel- en Transportmaatschappij te Rijswijk (Z.-H.) (verhuur, onderhoud en transport van kranen, steigers, keten, betonmolens, bekistingen voor de systemen-R.B.M. en VAM);
Intervam N.V. exploiteert te Utrecht een eigen betonelementenfabriek voor het VAM-bouwsysteem.
Naast de bovengenoemde vier werkmaatschappijen heeft de

Hollandsche Beton Groep N.V. in Nederland als belangrijkste deelnemingen o.a.:
N.V. Schokindustrie te Zwijndrecht;
Betonmortelfabriek Beatrix N.V. te Eindhoven;
Jackblock Internationaal N.V.;
N.V. Hollandsche Aanneming Maatschappij N.V.;
Hollandsche Bouwstoffenhandel (Holbouw) N.V.;
Maatschappij Voorbereiding Bouwprojekten N.V.;
Tebodin Advies- en Constructiebureau N.V.

Met architecten bestaan geen vaste bindingen.
Voor de R.B.M.-projecten treden als hoofdaannemer op:
Intervam N.V. te Rijswijk (Z.-H.);
Volker Bouwmaatschappij N.V. te Rotterdam;
N.V. Bouwbedrijf 'Brabant Oost' te Eindhoven.

Voor het schilderwerk, de fabricage en het stellen van de puien, de c.v., het loodgieterswerk, de bekisting van de onderbouw e.d. worden onderaannemers ingeschakeld.

8 Analyse

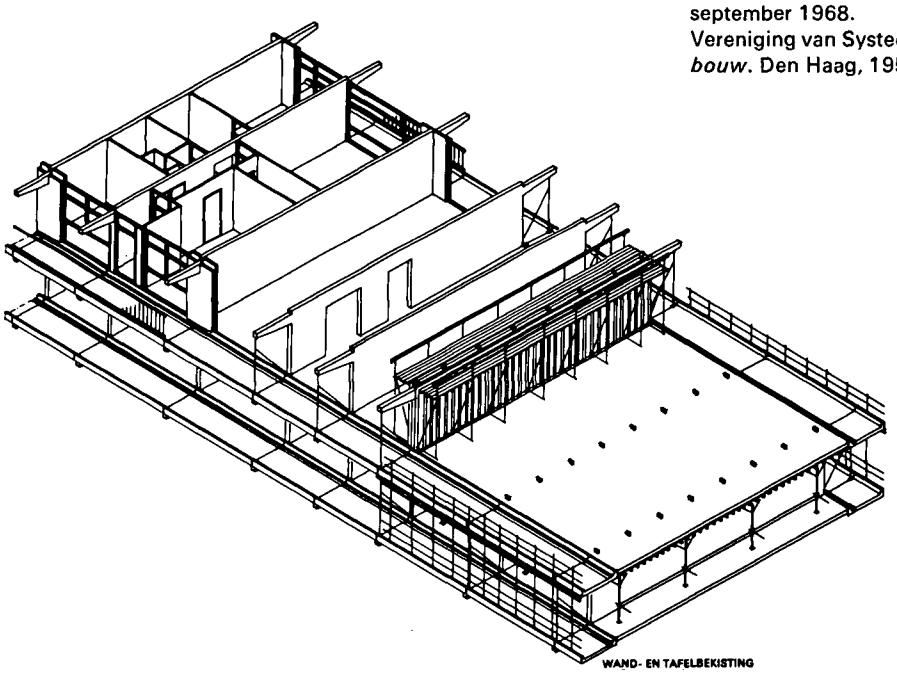
8.1 *Ervaring*
Met het systeem-R.B.M. bestaat een grote ervaring, met name in de woningwetsector.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Elke bouwhoogte is in het R.B.M.-systeem te realiseren, voorlopig tot 20 lagen op onderhuis. Bij een voldoend grote serie kunnen ook eengezinshuizen worden gebouwd. (Bij een wanddikte van 18 cm is de maximale hoogte circa 12 lagen. Tot circa 16 lagen kan met 20 cm worden volstaan; daarboven moeten nog dikkere wanden worden toegepast).

Tot nu toe zijn alle gangbare basistypen in het R.B.M.-systeem uitgevoerd: eengezinshuizen, galerijflats, portiekflats, splitlevelwoningen en maisonnettes.
Een uitgesproken gunstige dilatatielengte is die welke bij 15 wanden behoort (14 tussenruimten van gemiddeld circa $3^1/_2$ m = 50 m).

Twee blokken met een dilatatievoeg (totale lengte ca. 100 m) zijn gunstig i.v.m. de mogelijkheden van de kraan; de vloeren kunnen dan telkens na 10 dagen (= 2 weken) omhoog worden gebracht.

8.3 *Ontwerp*
Er is een grote mate van vrijheid zowel t.a.v. de woningplattegrond en de gevels, als de keuze van de architect.



WAND- EN TAFELBEKISTING

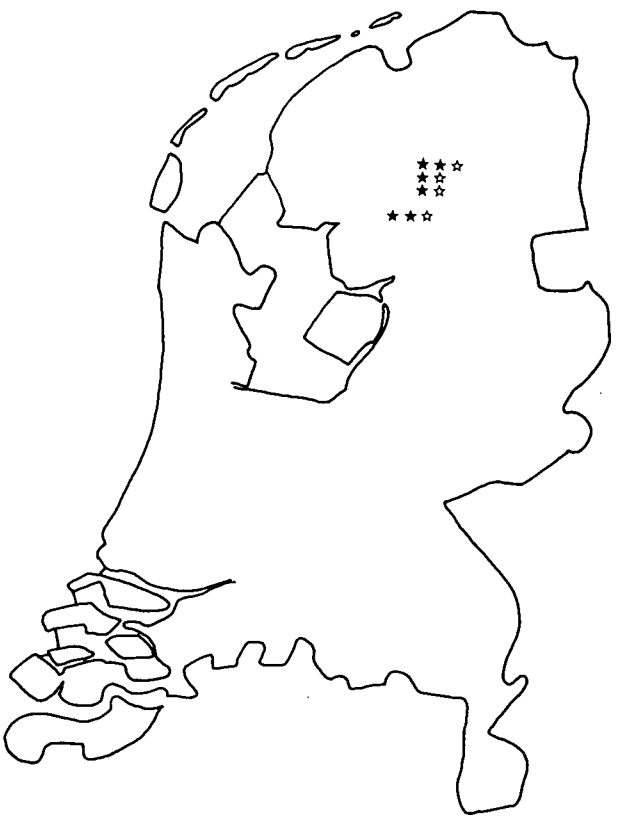
9 Literatuur

Hollandsche Beton Maatschappij N.V. *Verslag over het boekjaar 1966.* Rijswijk Z.H., 1967.
Bouwen volgens het R.B.M.-systeem. Rijswijk Z.H. 1967.
Intervam N.V. *R.B.M. II-systeem (Bij toepassing van c.v.).* z.pl., 1965 (stencil).
Ratiobouwkeur, systeem R.B.M., Bouwmuur en binnenmuur. Den Haag, 1956.
Ratiobouwkeur, systeem R.B.M., Buitenmuur. Den Haag, 1956.
Intervam N.V. *Systeem R.B.M. II, principedetails.* Den Haag, 1965.
Beschrijving R.B.M.-bouwsysteem. Delft, 1955 (lichtdruk).
Ratiobouw. *R.B.M.* Rotterdam, 1957 (Documentatie Bouwwezen B2.0, UDC 69.002.2, p. 1–5).
Omschrijving: 'R.B.M.-bouwsysteem voor woningen met baksteengevels'. z. pl., z.j.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake de woningbouw in het R.B.M.-systeem, zoals verwerkelijkt in het project van 440 flatwoningen in 'De Hoef III' te Alkmaar, uitgebracht aan Intervam N.V. te 's-Gravenhage.* 19 oktober 1965.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake 1196 woningen te Leeuwarden in het R.B.M.-systeem, uitgebracht aan Intervam N.V., 's-Gravenhage.* 6 juli 1966.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake 704 galerij-etagewoningen in het uitbreidingsplan Ommoord te Rotterdam, uitgebracht aan Intervam/Volker N.V. Rotterdam,* 23 oktober 1967.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake 216 woningen aan het Elviraland te 's-Gravenhage in het R.B.M.-systeem uitgebracht aan Intervam N.V. te 's-Gravenhage.* 30 juni 1968.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Interimrapport inzake de bestede manuren bij de bouw van 704 galerij-etagewoningen in het uitbreidingsplan Ommoord te Rotterdam uitgebracht aan Intervam/Volker N.V., Rotterdam.* Tilburg, september 1968.
Vereniging van Systeembouwers. *Nieuwe wegen in de woningbouw.* Den Haag, 1956. p. 24.

11.5 P.B.G.

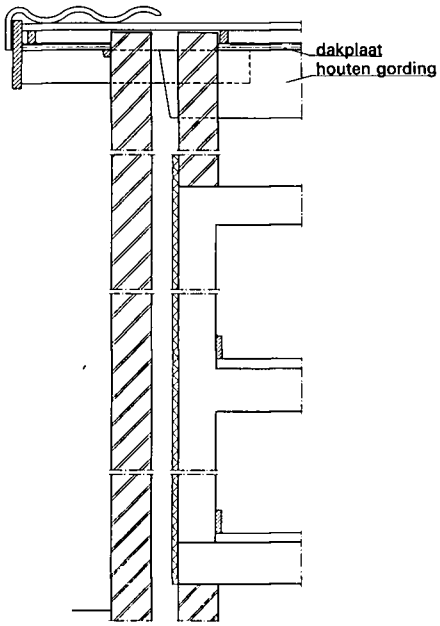
Promotor: N.V. Bouwbedrijf Giezen,
Grachtstraat 30,
Groningen.
Tel. (05900) 3 23 32.

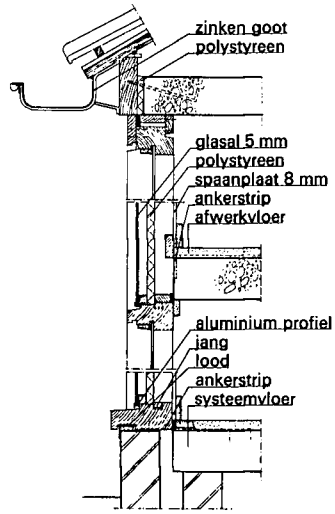
Attest: 1966.

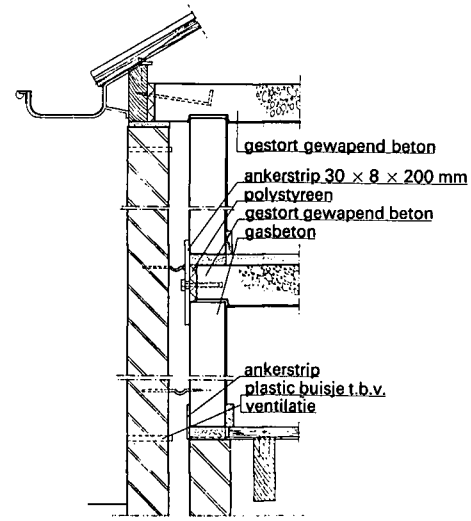


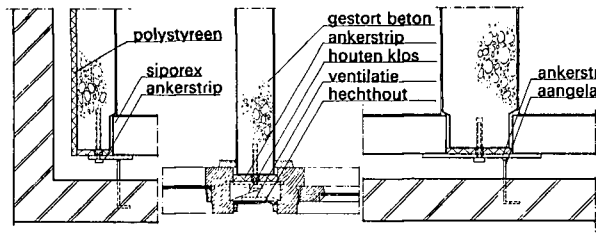
Voorbeeldproject

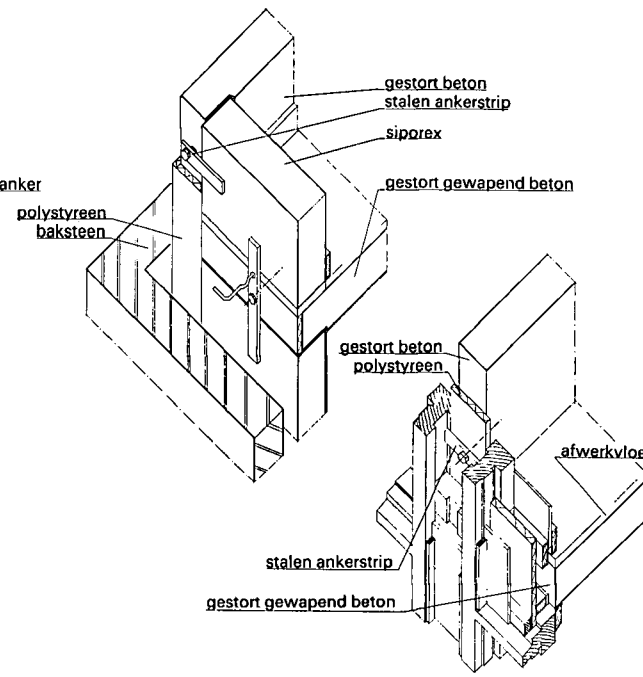
256 eengezinshuizen (woningwet) te Oosterwolde.
Opdrachtgever: gemeente Ooststellingwerf.
Architect: J. Martini te Groningen.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Bouwbedrijf Giezen te Groningen.

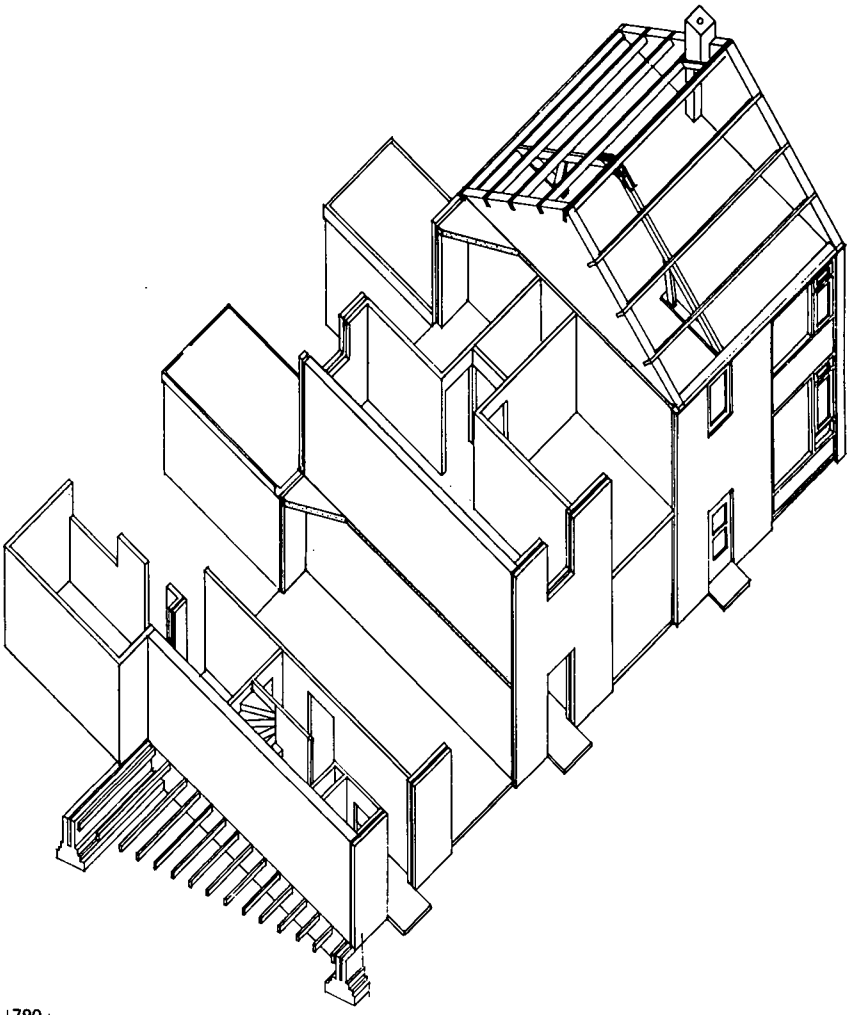

dakplaat
houten gording

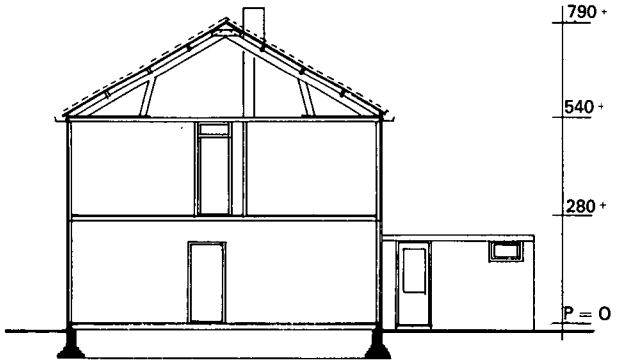

zinken goot
polystyreen
glasal 5 mm
polystyreen
spaanplaat 8 mm
ankerstrip
afwerkvloer
aluminium profiel
jang
lood
ankerstrip
systeemvloer

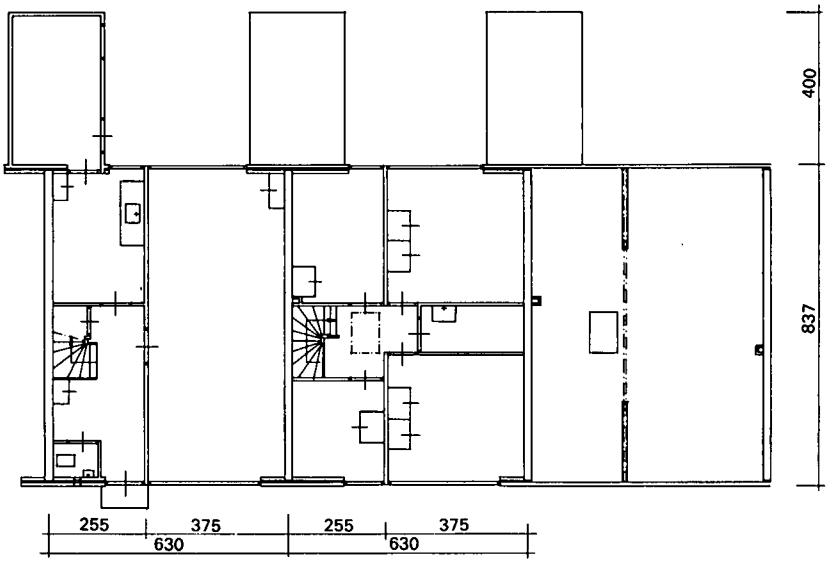

gestort gewapend beton
ankerstrip 30 × 8 × 200 mm
polystyreen
gestort gewapend beton
gasbeton
ankerstrip
plastic buisje t.b.v.
ventilatie


polystyreen
siporex
ankerstrip
gestort beton
ankerstrip
houten klos
ventilatie
hechthout
ankerstrip
aangelast spouwanker


gestort beton
stalen ankerstrip
siporex
gestort gewapend beton
polystyreen
baksteen
gestort beton
polystyreen
afwerkvloer
stalen ankerstrip
gestort gewapend beton




790
540
280
P = 0


400
837
255
375
630
255
375
630

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor laagbouw waarbij de draagwanden in een stalen bekisting, en de vloeren op stalen vloertafels met houten bekisting worden vervaardigd van in het werk gestorte grindbeton.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton; de perceelscheidende wanden hebben een dikte van 18 of 25 cm, de overige draagwanden een dikte van 10 cm.

Perceelscheidende wanden worden in de kapruimte eveneens van in het werk gestort grindbeton vervaardigd.

2.1.2 *Gevels*

Eindgevels worden uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van grindbeton en een buitenspouwblad van halfsteensbaksteenmetselwerk, gekoppeld door ten minste 4 spouwankers Ø 4 per m².

Langsgevels worden per gevel gevormd door een geprefabriceerd houten pui-element, opgesloten tussen penanten die aansluiten op de dragende perceelscheidende wanden.

De pui-elementen zijn bij de verdieping voorzien van een borstweringconstructie, die van binnen naar buiten bestaat uit een 8 mm dikke, vocht- en schimmelbestendige spaanplaat, een dampwerende laag, een ongeventileerde spouw, 2 of 2,5 cm polystyreenschuimplaat, een zwak geventileerde spouw en een buitenbekleding van glasal of iets dergelijks. De penanten zijn uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad, samengesteld uit verdiepinghoge, gewapende panelen van gasbeton, dik 7,5 of 10 cm en breed 60 cm, onderling verlijmd met Temobind of iets dergelijks; het buitenspouwblad bestaat uit halfsteens metselwerk.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

De niet-dragende wanden zijn 7 cm dik en worden samengesteld uit gelijmde Duroxblokken.

2.1.4 *Vloeren*

De verdiepingvloeren, met inbegrip van zoldervloeren, worden vervaardigd van in het werk gestort, gewapend grindbeton en, waar nodig, voorzien van dilataties.

De dikte bedraagt minimaal 11 cm voor verdiepingvloeren en 10 cm voor zoldervloeren.

De begane-grondvloer wordt op traditionele wijze uitgevoerd in hout dan wel als een systeemvloer volgens een geldig modelblad.

De dakconstructie wordt uitgevoerd als een pannendak met een dakbeschot van goedgekeurde dakplaten met een warmteweerstand van 0,50 of 0,70 of 0,90 m²h°C/kcal bij een onbewoonbare respectievelijk bewoonbare kap, een en ander volgens een geldig certificaat.

2.2 *Uitvoering*

De wanden worden gestort in een stalen bekisting; de vloeren op een tafelbekisting naar eigen ontwerp, bekleed met betontriplex.

Verdiepingsgewijs wordt de bekisting van de wanden en vloeren beurtelings gesteld, de wapening etc. aangebracht, het beton gestort, en na voldoende verharding weer ontkist.

Achtereenvolgens worden hierna de dakconstructie, langsgevels en scheidingswanden aangebracht, waarna de verdere afwerking volgt.

De houten pui-elementen worden zowel aan weerszijden als bij de begane-grond- en verdiepingvloer met stripijzers aan de draagconstructie verankerd; bij de zoldervloer worden de pui-elementen opgesloten tussen houten deklatten en via een aan de onderzijde van de vloer aangebrachte houten lat bevestigd.

Daarbij wordt tussen de pui-elementen en de vloerconstructies een elastische kunststofstrip (Airex of dergelijke) geklemd.

Het binnenspouwblad van de penanten wordt bij perceelscheidende wanden en vloeren aan de buitenzijde opgesloten door stripijzeren ankers. De kopvlakken van de grindbetonconstructie zijn – behoudens het door de borstwering van de houten pui-elementen afgedekte deel van de verdiepingvloer – vooraf voorzien van stroken 1,5 cm polystyreen schuimplaat.
De aansluiting van separatiewanden en binnenspouwbladen van langsgevels op wanden en plafonds geschiedt via een sponning in de grindbetonconstructie; bij woningscheidende muren zo nodig met tussenvoeging van een elastische laag.

2.3 *Materialen*

Het toegepaste grindbeton is van de kwaliteit K 225 volgens de G.B.V. 1962 met een cementgehalte van 325 kg/m³.

De gasbetonblokken (Siporex of Durox e.d.) voor scheidingswanden e.d. hebben een volumegewicht van 600 à 700 kg/m³ na droging tot constant gewicht en een minimale kubusdruksterkte van 50 kg/cm².

Deze blokken moeten droog worden getransporteerd, opgeslagen en verwerkt.

Het polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³. Voor de verlijming hiervan tegen het betonwerk wordt een speciale lijm gebruikt, die naast cement o.a. kunsthars bevat.

2.4 *Afwerking*

De wanden en plafonds worden zonder voorafgaande bepleistering op de gebruikelijke wijze afgewerkt.
In de natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van de naden, waterdicht afgewerkt.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*

Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklasse worden bepaald.



11.5.1 Complex eengezinshuizen in het systeem P.B.G.
(foto: Van Calcar, Groningen)



11.5.2 Eengezinshuizen met c.v., vlak na oplevering
(foto: Van Calcar, Groningen)

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels	ca. 0,85	voldoende
Langsgevelpenanten met binnenspouwblad dik 7,5 cm	ca. 0,70	matig
Langsgevelpenanten met binnenspouwblad dik 10 cm	ca. 0,80	voldoende
Puiborstwering met 2 cm polystyreenschuim	ca. 1,10	matig
Puiborstwering met 2,5 cm polystyreenschuim	ca. 1,30	voldoende
Draagwanden, dik 25 cm	ca. 0,20	voldoende
Dak, inclusief zoldervloer met dakplaat met R = 0,50	ca. 0,85	matig
Dak, inclusief zoldervloer met dakplaat met R = 0,70	ca. 1,05	voldoende
Dak, zonder zoldervloer met dakplaat met R = 0,70	ca. 0,80	matig
Dak, zonder zoldervloer met dakplaat met R = 0,90	ca. 1,00	voldoende

Het systeem is dus geschikt voor de bouw van eengezinshuizen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'voldoende', mits de begane-grondvloer een warmteweerstand heeft van ten minste 0,20 respectievelijk 0,30 m²h°C/kcal en tevens wordt voldaan aan de overige eisen van het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen de isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklasse voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, als volgt worden aangegeven:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden, dik 18 cm	0 dB	matig
Woningscheidende wanden, dik 25 cm	+ 3 dB	goed
Tussenwanden, dik 10 cm	— 4 dB	goed
Verdiepingvloeren, dik 11 cm	— 1 dB	goed

Het systeem is dus geschikt voor de bouw van eengezinsrijenhuizen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' of 'goed', mits tevens wordt voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar. Een kubusdruksterkte van 225 kg/cm² is vereist.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*
Alle transport geschiedt op de bouwplaats. Alle toegeleverde materialen worden daarheen op traditionele wijze getransporteerd.

4.2 *Bij de uitvoering*
De N.V. Bouwbedrijf Giezen beschikt over een Zweeds bekistingssysteem, merk 'Gell', en wel over 68 tafels en 4 wandpanelen, voldoende voor 4 wanden, en over twee kranen (Schweisser 'Lindon'-kraan) met een capaciteit van 1250 kg op 9 m (één schot weegt 1200 kg). De kraan kost *f* 42.000,— en wordt in zes jaren afgeschreven.

De aannemer beschikt over een eigen mobiele betonmortelbereidingscentrale. De doseerinrichting (*f* 3000,—) en de molen (*f* 5500,—) worden in vier jaren afgeschreven. Van een gefixeerde betoncentrale wordt geen gebruik gemaakt in verband met de te grote afstanden.

De vloerbekisting rust op tafels met 4 (kleine tafels) of 6 (grote tafels) poten. Hierover gaat een balk van 8 × 20 cm, hierooverheen gaan vervolgens balkjes van 3,2 × 11 cm, h.o.h. 30 cm; vervolgens wordt een rij latten aangebracht van 2 × 6 cm, h.o.h. 7 cm,en daaroverheen brengt men 1,2 cm triplex aan.
De wandschotten worden elke dag gelost, de tafels telkens na 10 dagen. De vloerbekisting gaat circa 5 jaar mee, het betontriplex moet regelmatig worden vernieuwd.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
De bezetting bij een project van 256 eengezinshuizen in het systeem 'Gietbouw P.B.G.' te Oosterwolde (gemeente Ooststellingwerf), met een inhoud per woning van 339,732 m³, was:

timmerlieden	5 + 1 jeugdige
metselaars	2
voegers	1
opperlieden	1
geoefenden	8
ongeoefenden	9
dakdekkers	1
schilders	2
spuiters, vloerenleggers	3
elektriciens, loodgieters	2
totaal	34 + 1 jeugdige

Bij een project van 224 woningen te Wolvega (Weststellingwerf) was de bezetting als volgt:

hoofdaannemer:	timmerlieden	6
	betonploeg	6
	afwerker	1
	grondwerkers	7
	totaal	20
onderaannemer:	metselaars	2
	opperlieden	1
	spuiters	3
	loodgieter	1
	elektricien	1
	voeger	1
	dakdekker	1
	schilder	1
	tegelzetter	1 jeugdige
	vloerlegger	1 jeugdige
	stelleurs	2
		13 + 2 jeugdigen

Een kraanploeg bestaat uit zes man.

5.2 *Manuren*
Met betrekking tot het systeem P.B.G. bestaan enkele rapporten

van het raadgevend bureau drs. D. van der Lelie N.V. te Groningen.

Aan rapport nr. 67-118 is het volgende ontleend t.a.v. de bouw van 256 eengezinshuizen in 2 typen (blokken van 4,6 en 8 woningen) te Oosterwolde (gemeente Oosterstellingwerf). Voor dit project werden door het raadgevend bureau Van der Lelie, op basis van nacalculatiegegevens van vroegere projecten – de volgende manuren als prognose aangegeven:

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*
Bouwplaats inrichten	
keten en loodsen, opruimen, kraanbaan	26
onderhoud materieel	3
laden en lossen	10
intern transport	15
Totaal algemeen	54

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*
Fundering	
uitzetten	2
grondwerk inclusief tegelpaden	28
riolering	6
bodemafsluiting en kelders	15
stelwerk t.b.v. metselwerk	6
metselwerk	30
vloer	12
Totaal fundering	99
Ruwbouw	
stellen en storten betonwanden en vloeren	110
stelwerk t.b.v. metselwerk	15
metselwerk	61
stellen en storten betondak schuren	12
kapconstructie	8
Totaal ruwbouw	206
Afwerken ruwbouw	
dakhout en pannen	20
stellen en afwerken separatiewanden	42
voegen	12
Totaal afwerken ruwbouw	74
Afwerken woningen	
afhangen buitendeuren	3
tegelwerk	7
aftimmeren	35
spuitwerk	55
dekvloeren	7
elektra-sanitair	55
schilderwerk	60
afmonteren	8
Totaal afwerking woningen	230
Diversen	
hulp aan derden	10
hak- en breekwerk, reparaties	6
schoonmaken en opruimen woningen	20
algemeen timmerwerk	30
narooien voor oplevering	14
Totaal diversen	80
Totaal-generaal (ongecorrigeerd)	743

Zowel type A als type B heeft een bruto inhoud van 372, 261 m³. Zonder arbeidsbesparing wordt hiervoor een aantal van 1551 manuren gerekend. Geconcludeerd kan derhalve worden dat in het systeem 'Gietbouw P.B.G.' een arbeidsbesparing van 50% kan worden bereikt.

5.3 *Verlet*
Bij temperaturen boven —5° C wordt er normaal doorgewerkt. Het is mogelijk ook bij nog lagere temperaturen door te werken wanneer men de wanden afdekt en gebruik maakt van een warme-luchtblaasinstallatie.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Het systeem startte in 1964. Sindsdien zijn tot 1 januari 1968 357 woningen gerealiseerd (alles woningwet in één type).

6.2 *Produktie-omvang*
De volgende projecten zijn of worden gerealiseerd:
256 woningen te Oosterwolde, opdrachtgever gemeente Ooststellingwerf, architect Martini – woningwet (gereed).
224 woningen te Wolvega, opdrachtgever gemeente Weststellingwerf, architect Martini woningwet (in aanbouw).
150/126 te Oosterwolde, opdrachtgever gemeenteOoststellingwerf, architect Martini – woningwet (in aanbouw).

De produktie-omvang is als volgt:

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1966	0	0
1-1-1967	130	130
1-1-1968	227	357

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De bouwsnelheid is 2 à 2,5 woning per week.
De produktiecapaciteit bedraagt circa 100 woningen per jaar.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als absoluut minimale bouwplaatsomvang kan een aantal van 50 woningen worden beschouwd.
Werkelijk efficiënt produceren en profiteren van het systeem is volgens de promotor pas goed mogelijk bij een bouwplaatsomvang van 200 woningen.
Als minimale seriegrootte beschouwt de promotor een aantal van 100 stuks.

6.5 *Ontwikkelingen*
De N.V. Bouwbedrijf Giezen durft thans geen grote risico's te nemen en investeert nu niet in verdere uitbreidingen van de materieelvoorraad.

7 Organisatiestructuur

De ontwerpen worden gemaakt door architect J. Martini te Groningen.
Als hoofdaannemer treedt N.V. Giezen altijd op. Met de onderaannemers bestaan slechts in de historie gegroeide relaties.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem is nog betrekkelijk weinig ervaring opgedaan.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Geen gegevens beschikbaar.

8.3 *Ontwerp*
Het systeem is tot nu toe gekoppeld aan één ontwerp.

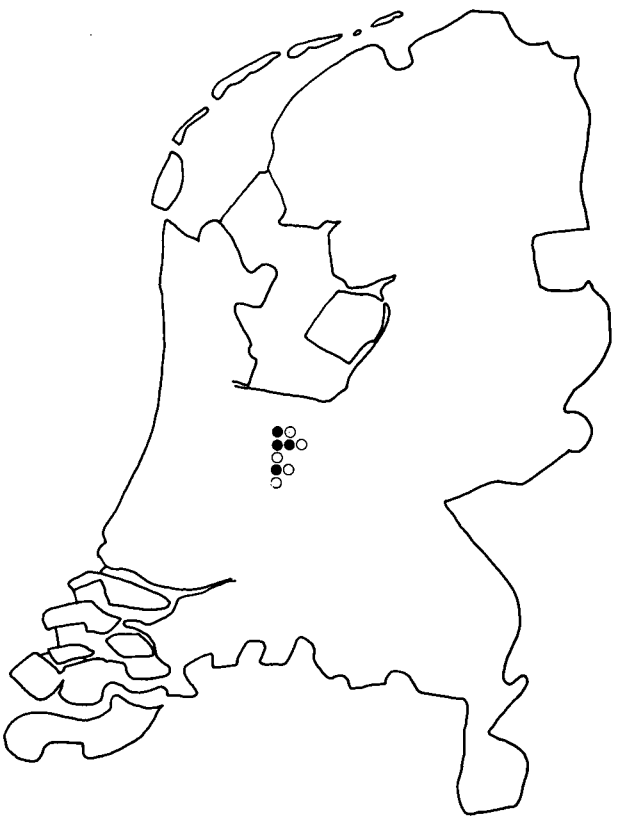
9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem 'Gietbouw P.B.G.' voor de bouw van eengezinshuizen. Rotterdam,* 1966.
Raadgevend bureau drs. D. van der Lelie N.V. *Rapport nr. 67–118 inzake te bouwen woningen uitbreidingsplan gemeente Ooststellingwerf te Oosterwolde.* Groningen, 1967.
Raadgevend bureau drs. D. van der Lelie N.V. *Rapport nr. 66–96 inzake bouwplan te Oosterwolde, gemeente Ooststellingwerf.* Groningen, 1966.
Raadgevend bureau drs. D. van der Lelie N.V. *Rapport nr. 67–108 inzake bouwplan te Wolvega, gemeente Weststellingwerf.* Groningen, 1967.

11.6 Lisman

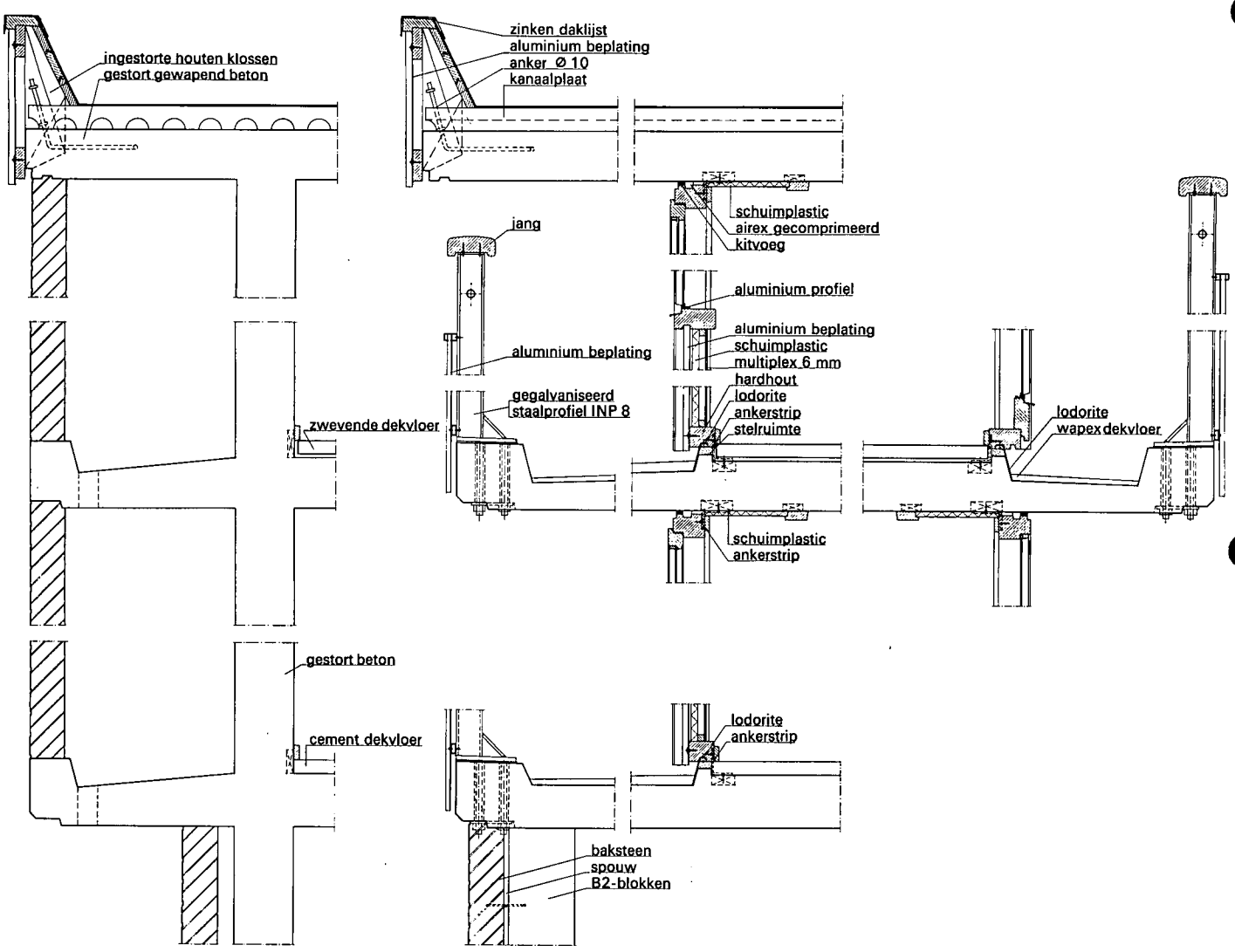
Promotor: N.V. Realisatie Bouwprojekten Utrecht (R.B.U.)
Othellodreef 45, Utrecht,
Tel. (030) 71 28 14.

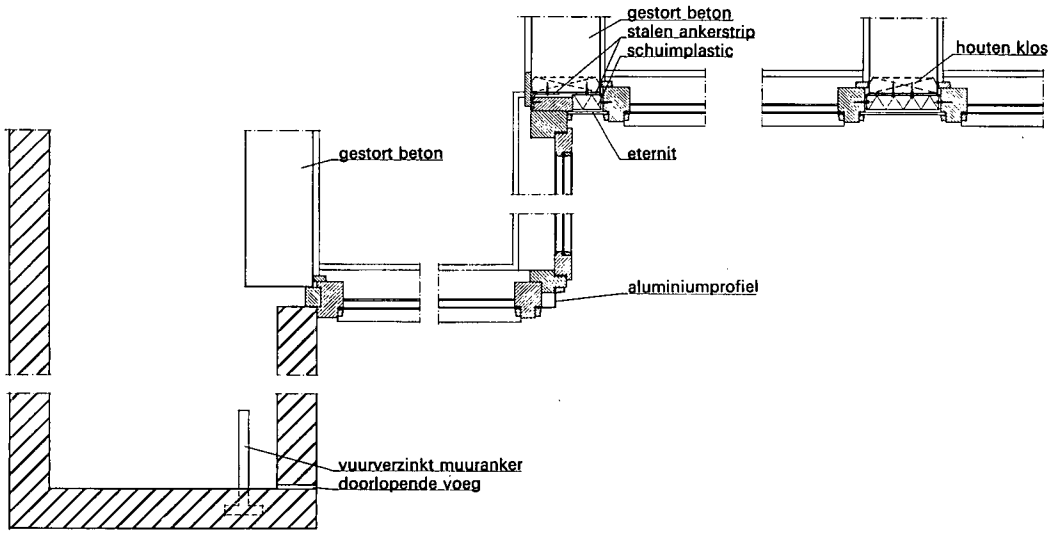
Attest: in voorbereiding

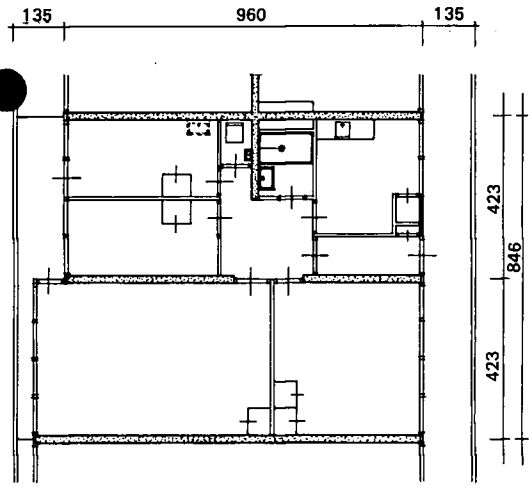


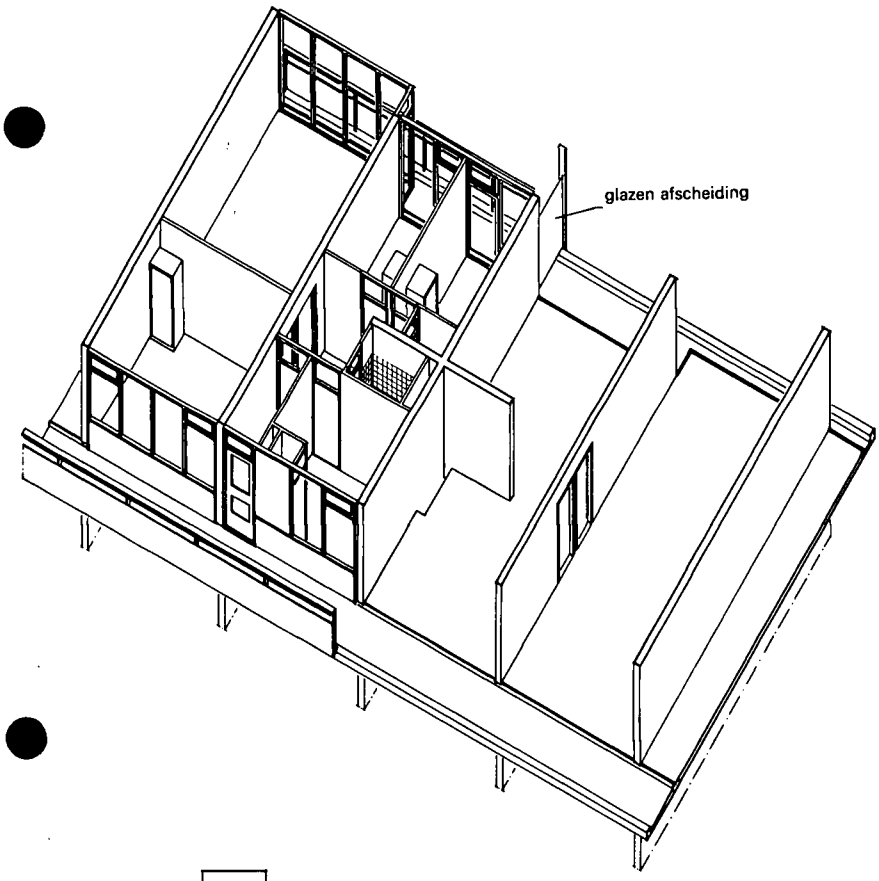
Voorbeeldproject

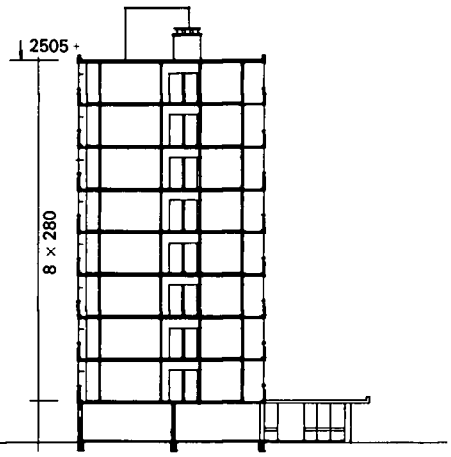
224 galerijflats (premie) in de wijk Overvecht te Utrecht.
Opdrachtgever: N.V. Realisatie Bouwprojekten Utrecht, te Utrecht.
Architect: A. van Overhagen, Utrecht.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Lisman te Utrecht.

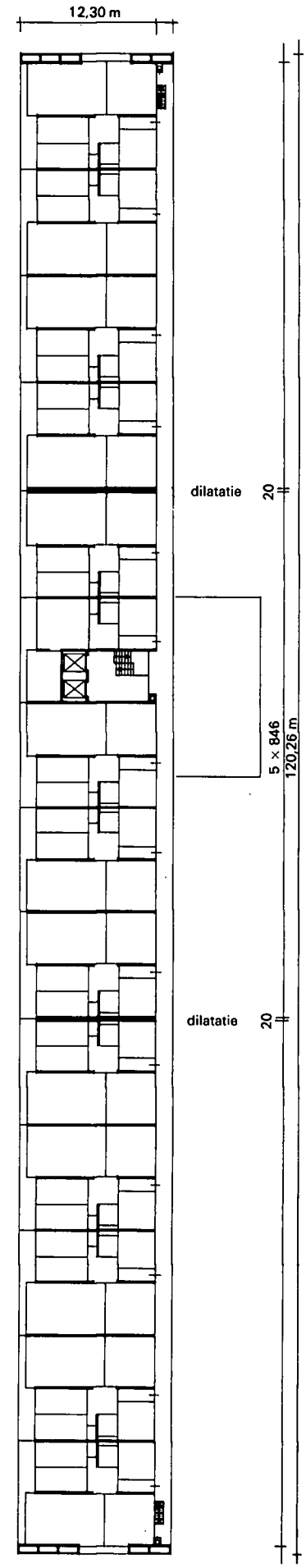

ingestorte houten klossen
gestort gewapend beton
zinken daklijst
aluminium beplating
anker Ø 10
kanaalplaat
schuimplastic
airex gecomprimeerd
kitvoeg
jang
aluminium profiel
aluminium beplating
schuimplastic
multiplex 6 mm
hardhout
lodorite
ankerstrip
stelruimte
aluminium beplating
gegalvaniseerd
staalprofiel INP 8
zwevende dekvloer
schuimplastic
ankerstrip
lodorite
wapex dekvloer
gestort beton
cement dekvloer
lodorite
ankerstrip
baksteen
spouw
B2-blokken


gestort beton
stalen ankerstrip
schuimplastic
houten klos
gestort beton
eternit
aluminiumprofiel
vuurverzinkt muuranker
doorlopende voeg


135
960
135
423
846
423


glazen afscheiding


2505
8 × 280


12,30 m
dilatatie
20
5 × 846
120,26 m
dilatatie
20

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor middelhoog- en hoogbouw waarbij de draagwanden in een stalen bekisting, en de vloeren op een houten bekisting met stalen onderstel worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton.

2 Constructiewijze

2.1 *Algemeen*
Van de gietbouwmethode-Lisman bestaat geen gedetailleerde beschrijving.

2.2 *Beschrijving van de constructie*
De wanden die in het werk worden gestort, bestaan uit 18 cm dik gedeeltelijk gewapend grindbeton. Deze wanden vormen met de eveneens in het werk gestorte 15 cm dikke grindbetonnen vloeren een monolietconstructie.
De galerijen en balkons worden gewoonlijk uitgestort en vormen met de vloeren één monolithisch geheel.
De gevels bestaan in het algemeen uit grote houten puien die van dragende wanden tot dragende wand lopen. Borstweringen e.d. worden meestal in aluminium of eternit met isolatie en triplex uitgevoerd.
De binnenwanden bestaan uit duroxblokken e.d.
De kopgevels worden gewoonlijk traditioneel gemetseld.

2.3 *Uitvoering*
Voor de vervaardiging van de wanden en vloeren worden een stalen wandbekisting en een houten vloerbekisting op stalen onderstel toegepast.
's Middags worden de wanden gestort, de daaropvolgende ochtend worden zij ontkist. De vloeren kunnen na ± 7 dagen worden ontkist, al naar gelang de weersgesteldheid.
Als de betonconstructie gereed is, worden de gevels gemonteerd. Vervolgens worden de separatiewanden aangebracht. De maatvoering wordt vereenvoudigd door betonnen opstortingen.

2.4 *Materialen*
Geen gegevens beschikbaar.

2.5 *Afwerking*
De vloer wordt aan de bovenzijde afgewerkt met een zwevende dekvloer, bestaande uit 1 cm tempex en 4 cm cement-dekvloer.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Geen gegevens beschikbaar.

3.2 *Geluidwering*
Geen gegevens beschikbaar.

3.3 *Diversen*
De wanden zijn niet spijkerbaar.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*
Het beton wordt per truckmixer aangevoerd uit een betoncentrale, waarmee een contract voor 60 m^3 beton per dag is afgesloten.
Overige materialen (timmerwerk e.d.) worden op vrachtauto's aangevoerd.

4.2 *Bij de uitvoering*
Het belangrijkste materieel bij de uitvoering wordt gevormd door de kranen en bekistingselementen die eigendom zijn van het bedrijf.
De kranen, waarvan er 2 per blok worden toegepast (Weitz - G30 HV en Liebherr 32 cs/45), kosten respectievelijk *f* 80.000,— en *f* 120.000,—. De afschrijving van de kranen bedraagt 2% bij continubezetting.
De wandbekisting is van staal (Zweeds: GM) en wordt met een kraan geplaatst. De lengte van de bekistingselementen is 10 m. De panelen worden 600 × gebruikt. De kosten bedragen *f* 120,— per m^2.
De vloeren worden gestort in een houten tafelbekisting. Deze tafels kunnen aan twee zijden uitgetrokken worden. De grootste lengte is 7,20 m. Het gebruiken van meer tafels is geen bezwaar. De constructie van een tafel is: balklaag 5 × 12, daaronder houten jukken 7,5 × 9 met de nodige schoren, daaronder stalen wartels. De vloeren worden in ± 7 dagen ontkist. Per woning zijn 4 tafels nodig. Een tafelblad is 400 maal te gebruiken. De kosten bedragen *f* 50,— à *f* 60,—/m^2.
Voor de gemetselde kopgevels ten slotte worden traditionele hulpsteigers gebruikt.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
In de ruwbouwfase zijn per ploeg de volgende personen aanwezig:

vlechters:	4 man
ruwbouwploeg:	4 man, (inclusief voorlieden) voor het stellen, storten en ontkisten van de wanden 5 man voor het stellen en ontkisten van de tafels
stortploeg:	4 man die ook de trappen storten en het betonwerk afwerken en repareren
uitvoerder:	1 man
elektriciën:	1,5 man

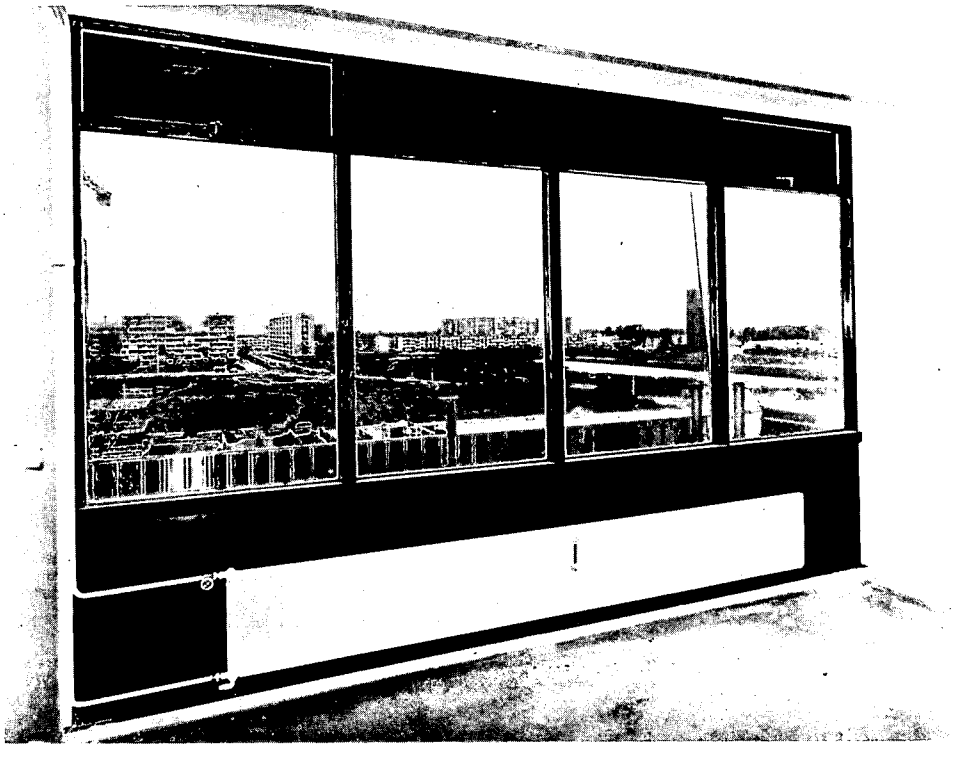
De loodgieter is in het ruwbouwstadium niet aanwezig.

5.2 *Manuren op het werk*
Uit nacalculatiegegevens van een project van 392 galerijflats te Utrecht blijkt dat voor een woning van 325,6 m^3 gecorrigeerde bruto-inhoud 726,6 manuren nodig zijn, exclusief c.v. en liftinstallatie. Dit betekent dat t.o.v. de per 1 januari 1967 geldende norm een arbeidsbesparing van 50% is bereikt.
Volgens deze norm wordt voor een woning van 360 m^3 een aantal van 1500 manuren normaal geacht (exclusief c.v. en liftinstallatie).
De manuren per woning worden als volgt gespecificeerd:

bewerking	*manuren gemiddelde per woning*
Fundering	
Grondwerk e.d.	6,4
Uitzetting en bekisting	7,0
Storten	3,9
Ontkisten	3,6
Maken en repareren bekisting	1,6
Totaal fundering	22,5
Ruwbouw onderbouw + woonlagen	
Bekisting wanden en kolommen	37,0
Bekisting vloeren	35,2



11.6.1 Galerijflats te Utrecht (aangestorte balkons) (foto : Bosboom, Zaandam)



11.6.2 Gevelpui met een minimum aan draaiende delen (foto : Bosboom, Zaandam)

bewerking	*manuren gemiddelde per woning*
Reparatie bekisting	16,7
Storten wanden en kolommen	13,0
Storten vloeren	22,0
Afwerking wand e.d.	10,9
Bekisting dakrand en aluminium beplating inclusief grind	4,6
Vloerboxen stellen en tegels	3,1
Stelwerk onderbouw en kopgevels	3,3
Opperen	14,6
Metselen inclusief voegen	32,8
Steiger kopgevels	6,0
Uitpandige trappehuizen	21,4
Stellen, storten inpandige trappehuizen	1,4
Hulp van decorator trappehuis	3,5
Totaal ruwbouw onderbouw + woonlagen	225,5
Afwerking	
Boxen stellen, bekleding e.d.	9,9
Binnenstelwerk en separaties	27,2
Buitenkozijnen en puien	41,1
Aftimmeren, deuren afhangen, enz.	20,4
Afwerking balkon, galerij, trappehuis	9,9
Brandtrap en scherm	1,9
Riolering en bestrating	3,7
Trappehuis pui en centrale ingang	6,1
Afmonteren	13,6
Garages afmonteren	1,1
Onderdoorgang afwerken	0,3
Totaal afwerking	135,2
Algemeen	
Diverse algemene werkzaamheden	12,5
Bouwplaats inrichten	14,0
Onderhoud materieel enz.	4,1
Hulp aan derden	10,2
Opruimen terrein	14,3
Opruimen woningen	18,5
Onvoorzien (wachttijd)	2,1
Kraanbediening	23,2
Ander transport	18,5
Wintervoorzieningen	3,7
Totaal algemeen	121,1
Onderaannemers	
Heiwerk	12,2
Vlechtwerk	43,4
Elektricien	28,1
Loodgieter	28,8
Schilder	49,0
Dakbedekking	3,0
Wand- en plafondafwerking	50,0
Tegelzetter	16,5
Vloerafwerking	14,4
Terrazzo-granito	4,9
Behanger	12,4
Balkonhekken	14,3
Smid	1,4
Totaal onderaannemers	278,4

bewerking	*manuren gemiddelde per woning*
Totaal-generaal, exclusief c.v., liften (ongecorrigeerd)	782,7
Af: doorgewerkt tijdens regen en vorst	56,1
	726,6
c.v.	87,4
liften	12,0
Totaal extra installaties	99,4

5.3 *Verlet*

Bij het eerste project van 392 woningen veroorzaakte regen 1% verlet, vorst (dank zij getroffen voorzieningen) slechts 0,2%, en wettig verzuim 0,2%. Bij lage temperaturen worden de wandkisten geïsoleerd met tempex en afgedekt met dekens. De vloerbekisting wordt bij vorst omhuld met kappen die met plasticfolie zijn bekleed. In deze ruimte, die met behulp van oliekachels wordt verwarmd, wordt ook bij strenge vorst normaal doorgewerkt.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*

Het systeem-Lisman maakte zijn start met het project Tannhäuserdreef, Rhodosdreef en Korfoedreef te Utrecht (Overvecht), dat in de periode van januari 1964 tot en met december 1966 werd gerealiseerd. Dit project, waaraan de nacalculatiegegevens van 5.2 zijn ontleend, bestond uit 392 galerijflats (architect A. van Overhagen), verdeeld over:

a Een blok flats van 168 woningen van 6 woonlagen op een onderbouw, gescheiden in 2 × 84 woningen en 2 uitpandige trappehuizen.

b Twee blokken flats van elk 112 woningen (galerijtype) van 8 woonlagen op onderbouw met in elk blok een inpandig trappehuis.

Het vervolg hierop is, eveneens in Utrecht (Overvecht), een project aan de Faustdreef e.o., genaamd project PLAN 300, eveneens van architect A. van Overhagen. Dit bestaat uit:

c Een flatgebouw van 72 galerijwoningen, 9 woonlagen op een onderbouw met een inpandig trappehuis.

d Een flatgebouw van 135 galerijflats van 9 woonlagen op een onderbouw met 2 inpandige trappehuizen.

e Een flatgebouw van 90 galerijwoningen, 9 woonlagen op een onderbouw met een inpandig trappehuis.

De woningplattegronden van *a* t/m *e* zijn identiek.
De onder *a* en *b* genoemde woningen zijn in 1966 opgeleverd. Plan 300 is thans in uitvoering en gedeeltelijk opgeleverd. Alle projecten worden in opdracht van de N.V. Realisatie Bouwprojecten Utrecht uitgevoerd in de premiesector.

6.2 *Produktie-omvang*

Het volgende tijdschema geeft een inzicht in de produktie, die in 6.1 reeds is omschreven.

a (168 woningen)	start heiwerk	24- 1-1964
	start ruwbouw	14- 5-1964
	einde ruwbouw	10- 5-1965
	oplevering 1e woning	1- 5-1965
	oplevering 168 woningen	7-10-1965

b	(224 woningen)	start heiwerk	1- 3-1964
		start ruwbouw	5- 7-1964
		einde ruwbouw	12- 7-1965
		oplevering 1e woning	1- 4-1966
		oplevering 224 woningen	31-12-1966
c	(72 woningen)	start heiwerk	27- 7-1966
		start ruwbouw	17-10-1966
		einde ruwbouw	8- 3-1967
		oplevering 1e woning	8- 5-1967
		oplevering 72 woningen	30- 6-1967
d	(135 woningen)	start ruwbouw	25- 5-1967
		einde ruwbouw	21-11-1967
		oplevering 1e woning	7- 2-1968
		oplevering 135 woningen	5- 6-1968
e	(90 woningen)	start ruwbouw	±27-11-1968
		einde ruwbouw	± 1- 7-1968
		oplevering 90 woningen	±25-11-1968

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiesnelheid is theoretisch 1,56 woningen per 2 kranen per dag. Per jaar kan men met de 2 aanwezige kranen circa 220 woningen bouwen. Door aanschaffing van meer materieel zou de produktiecapaciteit verder kunnen worden opgevoerd.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang wordt een aantal van 100 woningen opgegeven. Een getal van 300 woningen wordt opgegeven als minimale seriegrootte voor een redelijk efficiënte produktie.

6.5 *Ontwikkelingen*
In uitvoering is thans een drieta! flatgebouwen van elk 128 portiekwoningen in 17 woonlagen op onderbouw (plan 16), terwijl voorts 324 woningen in de portieksector (plan 360) worden uitgevoerd.

7 Organisatiestructuur

De N.V. Realisatie Bouwprojekten Utrecht (R.B.U.) is een bouwbedrijf waarin drie Utrechtse bedrijven participeren. Het doel van dit bouwbedrijf is zich geheel te richten op efficiënte serieproduktie van woningen.
Als hoofdaannemer in het systeem-Lisman treedt N.V. Realisatie Bouwprojekten Utrecht op. Met onderaannemers bestaan geen vaste relaties. Het belangrijkste toeleveringsbedrijf is de Betoncentrale Utrecht.
Er bestaat een nauwe samenwerking met de Utrechtse architect A. van Overhagen.
Een jaarverslag van de N.V. Realisatie Bouwprojekten Utrecht werd niet verstrekt.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
De ervaring met het systeem-Lisman is beperkt, in de sociale woningbouw zelfs zeer gering.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De optimale bloklengte is 115 m (= 14 woningen) of veelvouden hiervan.
Als optimale bouwhoogten noemt de promotor:
6 lagen + onderbouw
8 lagen + onderbouw
12 lagen + onderbouw
17 lagen + onderbouw
De maximale hoogte is 30 lagen; de minimumhoogte is 6 lagen op een onderhuis.

8.3 *Ontwerp*
Verschillen in traveemaat zijn volgens de promotor wel uitvoerbaar, maar worden om produktietechnische redenen niet geprefereerd.
Als optimale traveemaat noemt de promotor een maat van 4,25 m, het maximum is 4,50 m, het minimum is 2,50 m. De bouwdiepte is niet aan maxima gebonden.
In de dragende wanden zijn volgens de promotor gaten tot maximaal 2 × deurbreedte mogelijk.

9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Woningbouwplan 'Overvecht' in de gemeente Utrecht.* 1e interimrapport nacalculatie (nr. 1656; 1–1965). Rotterdam, 1965.
Stichting Ratiobouw. *Woningbouwplan 'Overvecht' in de gemeente Utrecht,* 2e interimrapport nacalculatie (nr. 1887; 2–1966). Rotterdam, 1966.
Stichting Ratiobouw. *Woningbouwplan 'Overvecht' in de gemeente Utrecht,* Definitief rapport nacalculatie manuren betreffende 392 galerijwoningen in gietbouw (nr. 2536; 3–1968). Rotterdam, 1968.
'Parkplan Vollenhove' te Zeist. *Misset's Bouwwereld, 62,* 1966, p. 2578–2579.

11.7 Heykamp L

Promotor: Heykamp N.V. Bouw- en Handelsmaatschappij,
Kerkstraat 393, Amsterdam.
Tel. (020) 23 22 36.

Attest: 1967

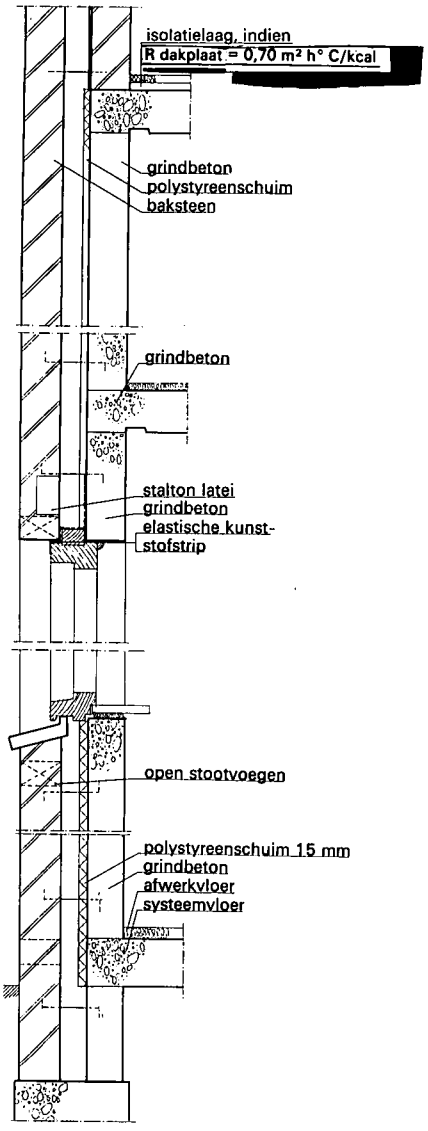


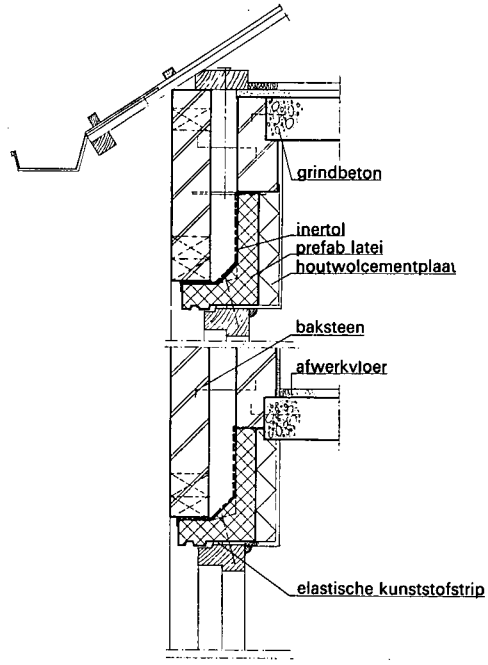
(Heykamp L + H)

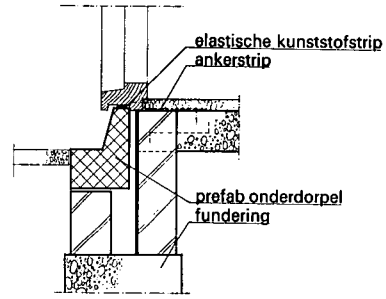
Voorbeeldproject

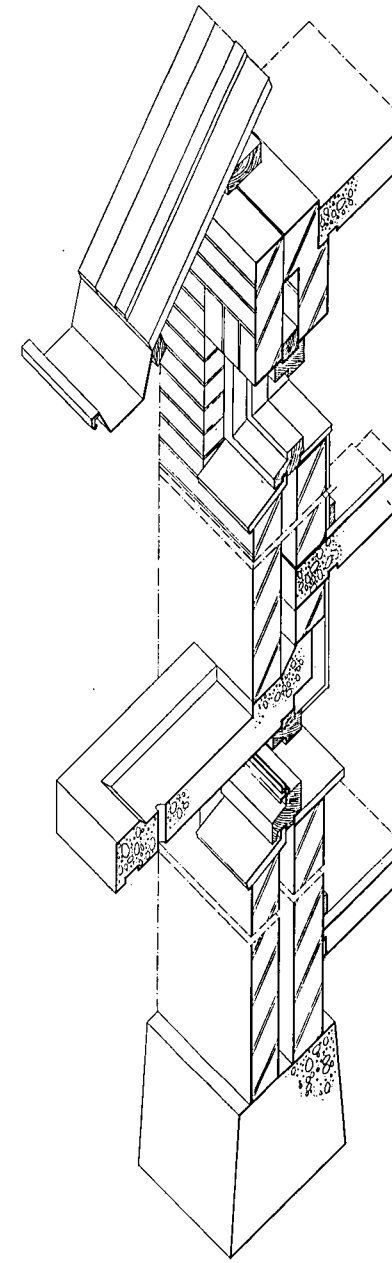
589 woningen (eengezinshuizen, bejaardenwoningen en torenflats, alle in de woningwetsector) in de plannen Eckart en Vaartbroek te Eindhoven.
Opdrachtgevers: Coöperatieve Bouwvereniging 'Beter Wonen' U.A.
Protestantse Woningbouwvereniging 'Eindhoven'.
Christelijke Woningvereniging 'Patrimonium'.
Architecten: F. Geenen en F. Vervest te Eindhoven.
Uitvoerend bouwbedrijf: Heykamp N.V., Bouw- en Handelsmaatschappij, Amsterdam.

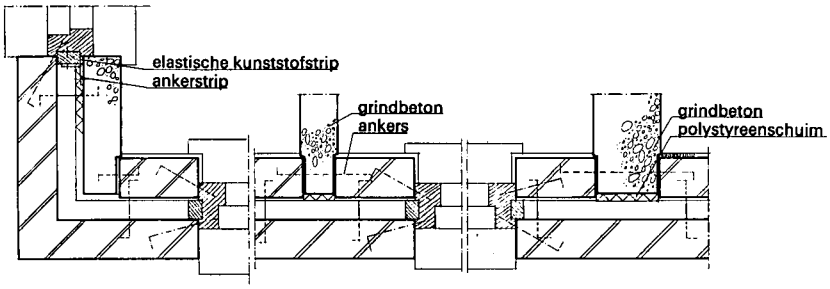
Heykamp L


isolatielaag, indien
R dakplaat = 0,70 m² h° C/kcal
grindbeton
polystyreenschuim
baksteen
grindbeton
stalton latei
grindbeton
elastische kunst-
stofstrip
open stootvoegen
polystyreenschuim 15 mm
grindbeton
afwerkvloer
systeemvloer

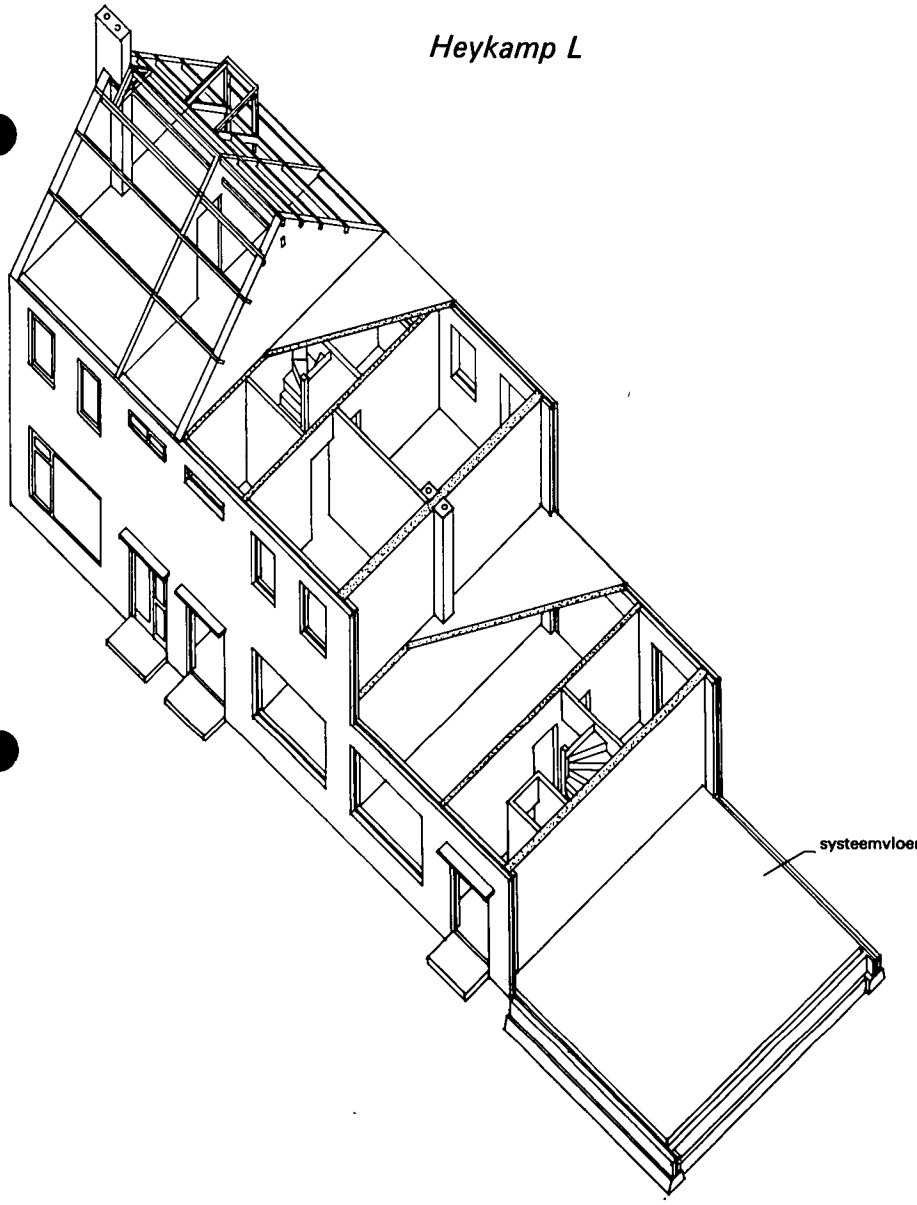

grindbeton
inertol
prefab latei
houtwolcementplaat
baksteen
afwerkvloer
elastische kunststofstrip

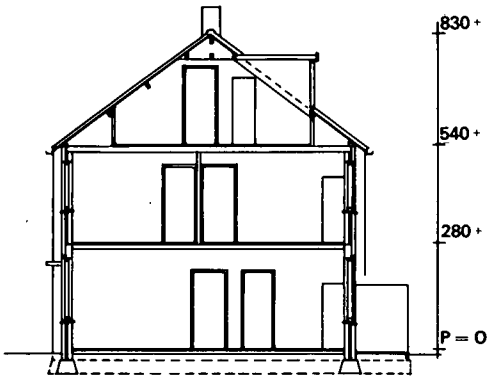

elastische kunststofstrip
ankerstrip
prefab onderdorpel
fundering

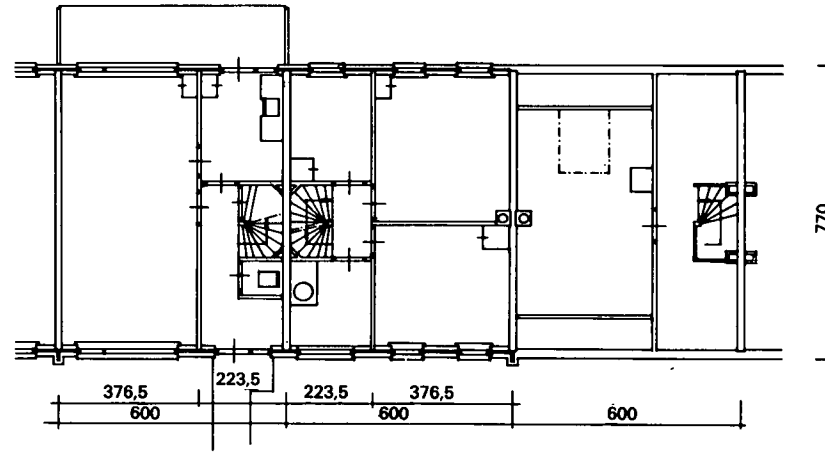



elastische kunststofstrip
ankerstrip
grindbeton
ankers
grindbeton
polystyreenschuim

Heykamp L


systeemvloer


830+
540+
280+
P = 0


770
223,5
376,5
223,5
376,5
600
600
600

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor laagbouw waarbij de draagwanden in een houten wandbekisting, en de vloeren op een houten bekisting met stalen onderstel worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton. De perceelscheidende wanden hebben een dikte van 18 cm; niet-perceelscheidende wanden en binnenspouwwanden hebben een dikte van 10 cm. In de dakruimte worden de dragende wanden op traditionele wijze uitgevoerd in metselwerk of in beton gestort.

2.1.2 *Gevels*

De eindgevels bestaan uit een spouwconstructie met een binnenspouwwand, aan de spouwzijde beplakt met 1,5 cm polystyreenschuim, en een buitenspouwblad in halfsteens baksteenmetselwerk, aan elkaar gekoppeld door 4 spouwankers Ø 4 per m².
Langsgevels worden traditioneel uitgevoerd als een spouwconstructie met spouwbladen van halfsteens metselwerk – plaatselijk onderbroken door houten kozijnen – waarbij het binnenspouwblad aan de wanden wordt verankerd door ankers Ø 6 h.o.h. 1,00 m en aan de vloeren door ankers Ø 6 h.o.h. 0,80 m.
De gevelopeningen worden daarbij overspannen door een geprefabriceerde, betonnen latei, aan de binnenzijde voorzien van 2–5 cm dikke houtwolcementplaat.
De ventilatie van de spouw in de gevels geschiedt onafhankelijk van de ventilatie in de kruipruimte.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

Niet-dragende wanden worden uitgevoerd in metselwerk van drijfsteen dan wel samengesteld uit goedgekeurde panelen of blokken volgens een geldig kenmerkblad. De aansluiting van deze wanden op de draagconstructie geschiedt via sponningen in de betonwanden en plafonds.

2.1.4 *Vloeren*

De verdiepingvloeren, inclusief zoldervloer, bestaan uit gewapend, in het werk gestort, grindbeton, minimaal 11 cm dik.
Voor de begane-grondvloer wordt een systeemvloer volgens een geldig modelblad toegepast.
De dakconstructie wordt uitgevoerd als een traditioneel zadeldak met een via ventilatiesleuven bij de langsgevels zwak geventileerde dakruimte.
Het dak wordt voorzien van een isolatie van glaswol, minimaal 1,5 cm dik; wanneer er een bewoonbare kapruimte is, wordt het dakbeschot aan de onderzijde bekleed met een minimale warmteweerstand van 0,70 m²h°C/kcal volgens een geldig certificaat.

2.3 *Uitvoering*

Voor de wandbekisting worden – door het bedrijf ontwikkelde – verplaatsbare mallen toegepast met een hoogte ongeveer gelijk aan de kamerhoogte en een lengte gelijk aan de halve gebouwdiepte. De wanden van de bekisting bestaan uit geplastificeerd betontriplex en worden op afstand gehouden met tapse centerpennen.
Voor het storten van de vloer wordt een verplaatsbare tafelbekisting toegepast met in het algemeen afmetingen gelijk aan de breedte van het vertrek en aan de halve gebouwdiepte. De vloer van de bekisting is samengesteld uit platen geplastificeerd betontriplex.

2.4 *Materialen*

Het beton van de draagconstructie is van de kwaliteit K 160 respectievelijk K 225 volgens de G.B.V. 1962, met een cementgehalte van 275 respectievelijk 325 kg/m³ voor wanden respectievelijk vloeren.
Het polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³. Voor de verlijming hiervan tegen het betonwerk wordt een water-bitumenemulsie (Wadimex, of iets dergelijks) dan wel overeenkomstig plakmiddel toegepast.
De houtwolplaat bij de lateien heeft een volumegewicht van circa 500 kg/m³.

2.5 *Afwerking*

De wanden en plafonds worden zonder voorafgaande bepleistering afgevlakt met een snelverhardende kunststofspecie en daarna afgewerkt met behang, verf, tegels of dergelijke.
In natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van naden, waterdicht afgewerkt.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*

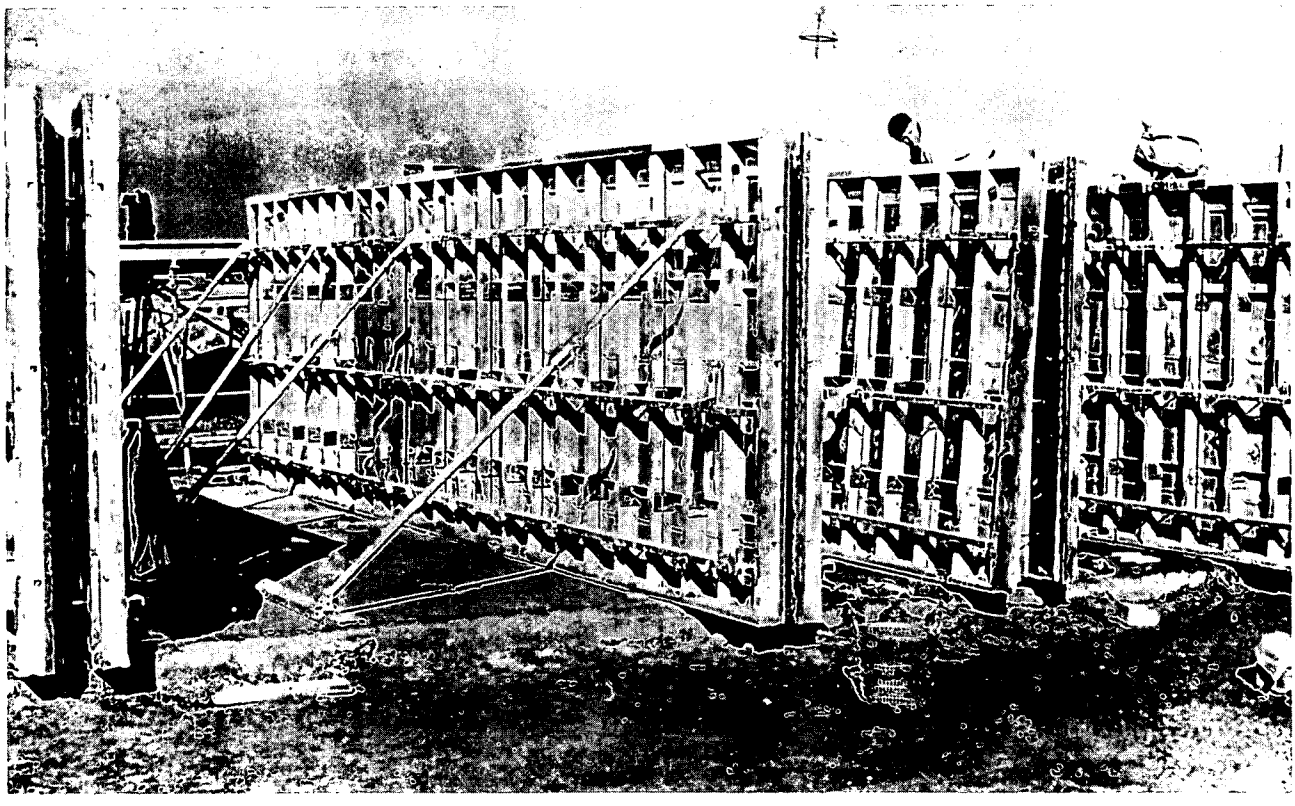
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklasse worden bepaald:

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteitsklasse*
Eindgevels	ca. 0,85	voldoende
Langsgevels	ca. 0,50	matig
Dak, inclusief zoldervloer met 1,5 cm glaswol	ca. 0,90	matig
Dak, exclusief zoldervloer met 2 cm polystyreenschuim of met dakplaat met R = 0,70	ca. 0,90	matig

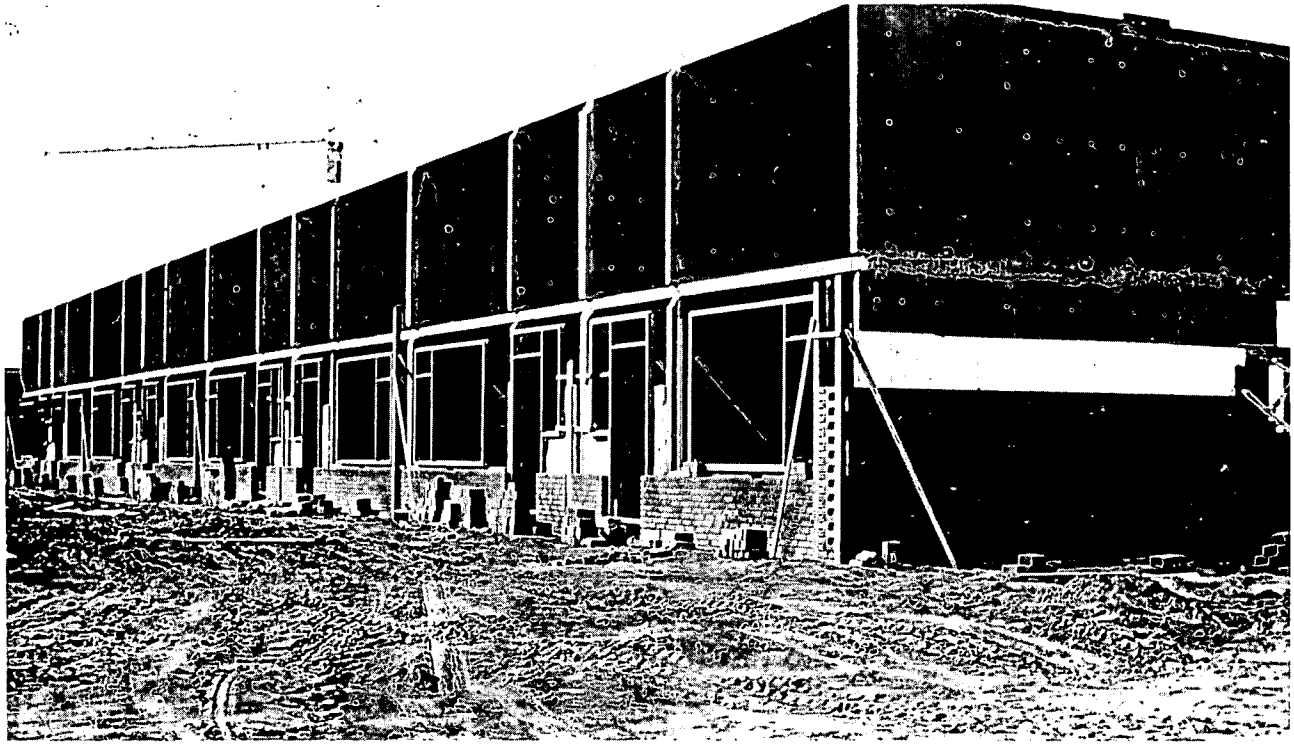
Het systeem kan dus worden toegepast voor de bouw van woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig', mits de begane-grondvloer een R-waarde heeft van ten minste 0,20 m²h°C/kcal en tevens wordt voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*

Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen bij eengezinshuizen de isolatie-indices voor luchtgeluid en de akoestische kwaliteitsklassen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, als volgt worden aangegeven:



11.7.1 De houten wandbekisting
(foto : archief Synbouw)



11.7.2 De betonnen structuur wordt met een gemetseld buitenspouwblad omgeven
(foto : archief Synbouw)

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden (18 cm)	0 dB	matig
Dragende binnenwanden (10 cm)	— 4 dB	goed
Verdiepingvloer (11 cm)	— 1 dB	goed

Op grond van het bovenstaande kan het systeem worden toegepast voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig', mits tevens wordt voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*
Bij series kleiner dan 100 woningen betrekt men het beton van een plaatselijke betoncentrale. Het beton wordt dan per truckmixer aangevoerd.

4.2 *Bij de uitvoering*
De fundering is traditioneel. Bijzondere hulpwerktuigen worden hierbij niet gebruikt. De houten wand- en vloerbekisting die wordt toegepast wordt per werk afgeschreven (Bruynzeel betonplex, gaat 100 à 150 maal mee). De firma beschikt over ± 2.000 m² vloerbekisting à *f* 60,— en ± 500 m² wandbekisting à *f* 120,—.
Bij series van ten minste 100 à 200 woningen en een snelheid van 2 woningen per dag wordt op het werk een betoncentrale (kosten *f* 72.000,—) geïnstalleerd. Het transport op het werk vindt plaats door middel van twee uitscharende betonkiepers (*f* 8.000,— per stuk) met tractoren (*f* 14.000,— per stuk), twee lichte Besto-kranen (20 tonmeter, *f* 52.000,— per stuk) en twee Ederkranen (*f* 48.000,— per stuk). De transportmiddelen en betoncentrale worden over méér werken afgeschreven.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Volgens gegevens, verzameld door het efficiencybureau Bedaux op het werk te Eindhoven, is de bezetting als volgt:

Fundering storten	6 man (2 timmerlui en 4 sjouwers) (tempo: 20 woningen per week)
Trasraam, mantelbuizen en putten	4 metselaars 2 opperlieden
Begane-grondvloer storten	1 kraanmachinist 1 timmerman 2 sjouwers 1 metselaar (voor afwerking)
Ruwbouw wanden en verdiepingvloer	2 kraanmachinisten 1 steigermaker 4 sjouwers 8 timmerlui (tempo: 10 woningen per week)
Transportploeg (inclusief betonbereiding)	1 molenbaas 1 kraanmachinist 3 sjouwers (tractorchauffeurs)
Stellen gevels	2 timmerlui (stellen) 8 metselaars 4 opperlui 2 steigermakers
Kap stellen	2 timmerlui
Top metselen	3 metselaars 1 opperman 1 steigermaker
Beborden	3 timmerlui
Separatiewanden (siporex)	2 metselaars 2 timmerlui (tempo: 10 woningen per week)
Grès waterdorpels (onder kozijnen) en schansmuurtjes	3 metselaars 2 opperlui
Sleuven hakken e.d.	2 hakkers
Dichten	2 metselaars
Poetsen	2 sjouwers
Aftimmeren	2 timmerlui 1 deurenhanger (hangt ook ramen)
Afmonteren	onderaannemer schilder zelf: 2 timmerlui
Uitpoetsen en schoonmaken	1 sjouwer
Opleverklaar maken	2 timmerlui

5.2 *Manuren op het werk*
Uit een drietal rapporten van Bedaux Nederland N.V. te Amsterdam blijkt hoeveel manuren de bouw van het project van 589 woningen te Eindhoven heeft gevergd.

aantal	*type*	*uitbreidings-plan*	*uren per woning*	*inhoud woning*
84	S4	Eckart	630	358 m³
112	R4	Eckart	646	350 m³
40	R4 + 1	Eckart	724	391 m³
28	R3	Eckart	630	330 m³
30	R3 + 1	Eckart	691	342 m³
14	R3 + 1	Vaartbroek	691	342 m³
41	R4	Vaartbroek	646	350 m³
2 × 72	03 + 04	Vaartbroek	blijft buiten beschouwing	
96	T.F.	Eckart	blijft buiten beschouwing	
		gem.	657	354 m³

In totaal werden er door de hoofdaannemer 20981 manuren gewerkt. Ten gevolge van wateroverlast was er een verlet van 7020 manuren (5,8%), er waren 6671 manuren regenverlet (5,5%), 3141 manuren vorstverlet (2,6%) en 133 manuren (0,1%) lichtverlet.

Gemiddeld vergt 1 m³ circa 2,0 manuren (prognose: 1,85 manuren) wat een arbeidsbesparing van circa 43,5% inhoudt.
Ten opzichte van de prognose bleek het aantal manuren 9,2% hoger te zijn.
De urenprognose voor het project van 589 zag er gespecificeerd als volgt uit:

bewerking	*S4*	*R4*	*R3*	*R3 + 1*	*R4 + 1*	*TF1 + 2*	*03 + 04*
	manuren, gemiddelde per woning						
Bouwplaats inrichten							
Keten, loodsen, afrastering	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Bouwleidingen	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Laden, lossen, transport, opruimen	28,44	28,44	28,44	28,44	28,44	28,44	28,44
Materiaalbediening	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50	14,50
Totaal bouwplaats inrichten	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04
Fundering met begane-grondvloer							
Uitzetten bouwplank	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,66	2,00
Fundering stellen	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	2,00	4,00
Fundering storten	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00	9,00	9,00
Mantelbuis, riolering en putten	9,00	10,00	9,00	9,00	10,00	7,65	10,00
Metselwerk trasraam	3,15	2,81	2,76	2,76	3,00	5,31	3,44
Begane-grondvloer en plastic folie	7,00	7,00	7,00	7,00	8,00	6,27	9,00
Totaal fundering met begane-grondvloer	34,15	33,81	32,76	32,76	35,00	30,89	37,44
Ruwbouw onderbouw flats/bergingen							
Stellen en metselen onderbouw flats	–	–	–	–	–	45,00	–
Vloer eerste woonlaag flats	–	–	–	–	–	8,00	–
Fundering en vloer bergingen	–	10,00	10,00	10,00	10,00	–	–
Stellen, metselen, opperen	–	22,00	22,00	22,00	22,00	–	–
Daken afwerken	–	5,26	5,26	5,26	5,26	–	–
Afwerken schuren	–	2,64	2,64	2,64	2,64	–	–
Totaal ruwbouw onderbouw flats/	–	–	–	–	–	53,00	–
bergingen	–	39,90	39,90	39,90	39,90	–	–
Wanden en vloeren							
Begane grond: wanden stellen en storten	29,33	28,47	26,62	26,62	30,24	50,67	31,15
Eerste verdieping: vloer stellen en storten	22,75	17,01	15,89	15,89	19,36	57,09	18,79
Eerste verdieping: wanden stellen en storten	26,97	26,58	24,72	24,72	28,15	–	29,35
Zoldervloer stellen en storten	18,52	17,01	15,89	15,89	19,36	–	18,50
Totaal wanden en vloeren	97,57	89,07	83,12	83,12	97,11	107,76	97,79
Ruwbouw							
Gevels stellen, metselen, opperen en steigeren	76,00	66,00	66,00	66,00	66,00	82,00	86,00
Puntgevels en schoorstenen; en spanten stellen	20,00	20,00	20,00	20,00	21,00	–	20,00
Beborden	10,50	10,50	10,50	16,17	17,50	–	10,98
Totaal ruwbouw	106,50	96,50	96,50	102,17	104,50	82,00	116,98
Afwerking ruwbouw							
Dak afwerken	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	16,76	5,00
Gevels afwerken	12,00	12,00	12,00	12,00	10,00	28,00	12,00
Stellen en aanbrengen separaties	38,80	36,53	29,02	32,95	43,46	61,84	43,86
Sleuven hakken en dichten	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50
Totaal afwerking ruwbouw	67,30	65,03	57,52	61,45	69,96	118,10	72,36

bewerking	*S4*	*R4*	*R3*	*R3 + 1*	*R4 + 1*	*TF1 + 2*	*03 + 04*
	manuren, gemiddelde per woning						
Afwerking							
Aftimmeren deuren en ramen	43,00	47,92	46,62	90,93	94,13	57,20	95,25
Afmonteren, afhangen	6,18	5,80	5,58	5,84	6,00	5,51	8,55
Uitpoetsen	4,00	4,00	4,00	4,20	4,20	4,00	4,00
Afwerken tuinen, tegels, schansmuren	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	9,00	15,00
Totaal afwerking	68,18	72,72	71,20	115,97	119,33	75,71	122,80
Totaal hoofdaannemer	420,74	444,07	428,04	482,41	512,84	514,50	494,41
Onderaannemers							
Machinaal grondwerk	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	1,50	4,00
Zand aanvullen 1 onderkant fundering	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,75	2,00
2 bovenkant fundering	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,75	2,00
Dakdekkerswerk	12,50	11,00	11,00	12,00	12,50	5,00	12,80
Stucwerk	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	22,00	28,00
Vloer- en wandtegels	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	23,00	30,00
Cementvloeren	15,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	15,00
Beglazen	8,00	7,00	6,50	7,00	8,00	9,00	8,50
Schilderen en lakken	50,00	50,00	50,00	53,00	53,00	55,00	53,00
Behangen	10,00	9,00	9,00	10,00	11,00	8,50	6,00
Totaal onderaannemers	148,50	144,00	143,50	149,00	151,50	139,50	161,30
Installaties							
Elektricien/Tewea	25,00	23,00	23,00	24,00	24,00	25,00	25,00
Loodgieter	25,00	25,00	25,00	26,00	26,00	26,00	26,00
C.V.	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Totaal installaties	60,00	58,00	58,00	60,00	60,00	61,00	61,00
Totaal-generaal (ongecorrigeerd)	629,24	646,07	629,54	691,41	724,34	715,00	716,71
Totaal-generaal (exclusief c.v.)	619,24	636,07	619,54	681,41	714,34	705,00	706,71

5.3 *Verlet*
Voor vorst is het systeem gevoelig, echter minder gevoelig dan systemen met stalen bekistingen en traditionele bouw.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
In 1965 startte een project van 589 eengezinshuizen in Eindhoven, bestaande uit 8 typen. Deze opdracht was aanleiding tot de ontwikkeling van het bouwsysteem Heykamp L. In hetzelfde jaar verscheen er een attest van het nieuwe systeem, dat direct weer werd ingetrokken.
Nadat diverse wijzigingen hadden plaatsgevonden, werd in 1967 het definitieve attest gepubliceerd. De eerste wanden werden in september 1965 gestort.

6.2 *Produktie-omvang*
Men was op 1-1-1968 bezig met het eerste project te Eindhoven.

Dit project is als volgt samengesteld:

84 type S4	)
112 type R4	) bouwplaats Eckart
40 type R4 + 1	)
28 type R3	)
30 type R3 + 1	)
14 type R3 + 1	) bouwplaats Vaartbroek
41 type R4	)
72 type 04 (bejaardenwoningen)	
72 type 03 (bejaardenwoningen)	
96 type Tf (torenflat) (bouwplaats Eckart)	
totaal 589	

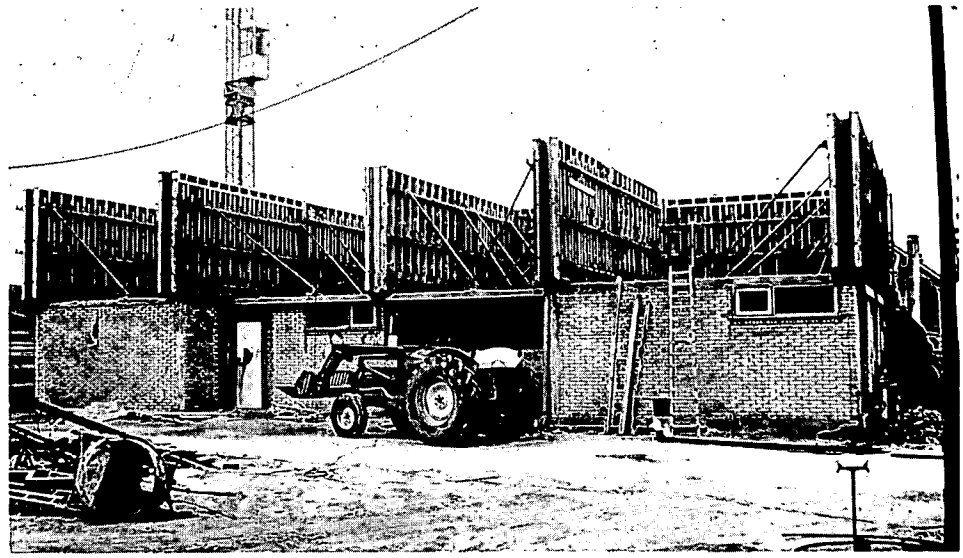
Het gehele project wordt in de Woningwet gerealiseerd. In april 1968 is het geheel opgeleverd.

De produktie-omvang is tot nu toe:

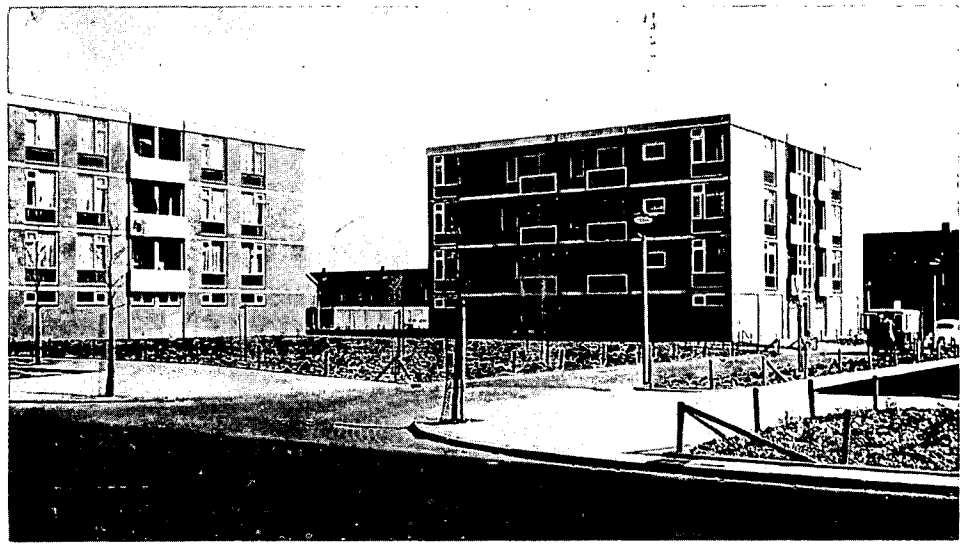
per	*aantal opgeleverde woningen voorafgaande jaar*	*totaal*
1-1-1967	154	154
1-1-1968	339	493

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
Gegeven een aantal van 185 werkbare dagen in een jaar, is de capaciteit per jaar te stellen op 350 woningen. De produktiesnelheid is 2 woningen per dag.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De minimale bouwplaatsomvang is 150 à 200 woningen, die op de meest economische wijze in één serie gebouwd zouden moeten worden.



11.7.3 De wandbekisting van de verdieping is gesteld, op de voorgrond een betonkieper (foto : archief Synbouw)



11.7.4 Torentjes te Eindhoven, uitgevoerd in het systeem Heykamp L. (foto : archief Synbouw)



11.7.5 Bejaardenwoningen te Eindhoven (foto : archief Synbouw)

6.5 *Ontwikkelingen*
Geen.

7 Organisatiestructuur

De firma Heykamp is met andere aannemers verenigd in de projectontwikkelingsmaatschappij Synbouw, adres: Grote Berg 62, Eindhoven. Deze maatschappij verwerft gronden en ontwikkelt projecten, zowel in de woningbouwsector als daarbuiten (bijv. winkelcentra).
Het bureau beschikt bovendien over eigen systemen voor sporthallen en scholenbouw. Architecten worden in het algemeen op free-lance-basis aangetrokken.
Het project van 589 woningen is in opdracht van de gezamenlijke woningbouwverenigingen uitgevoerd onder architectuur van de architecten Fr. Geenen HBO en Fr. Vervest HBO te Eindhoven: het Amsterdamse project (Heykamp H) is van B. Tol (Rotterdam).
Er is verder veel contact met architect Luiten uit Eindhoven.
Met onderaannemers en toeleveringsbedrijven bestaan geen vaste relaties.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
De ervaring met het systeem-Heykamp L is gering.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De absoluut minimale bloklengte is 6 woningen; een lengte van 12 woningen werkt plezierig.

8.3 *Ontwerp*
Door de (goedkope) houten wandbekisting is het systeem iets flexibeler dan de meeste andere gietbouwmethoden. De onder 6.4 opgegeven aantallen doen dit overigens niet vermoeden.

9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem 'Heykamp L' voor woningbouw*. Rotterdam, 1967.

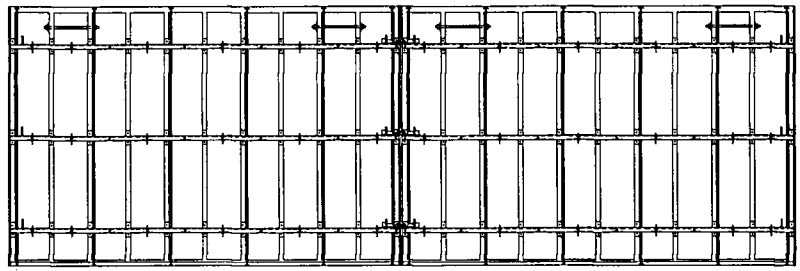
11.8 Heykamp H

Promotor: Heykamp N.V. Bouw- en Handelsmaatschappij, Kerkstraat 393, Amsterdam. Tel. (020) 23 22 36.

Attest: 1967

Voorbeeldproject

819 galerijflats (premiesector) te Amsterdam.
Opdrachtgever: niet bekend.
Architect: Tol, Noordhoek en De Ruyter, Rotterdam.
Uitvoerend bouwbedrijf: Heykamp N.V. Bouw- en Handelsmaatschappij te Amsterdam.

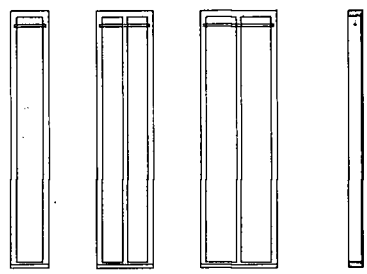


houten beplating en regelwerk

zij-aanzicht

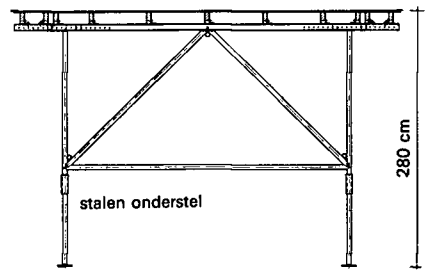
horizontale doorsnede.

WANDBEKISTING

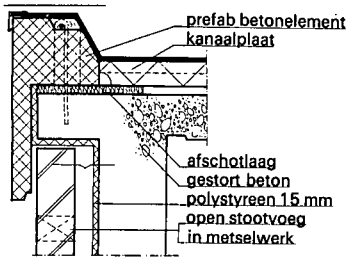


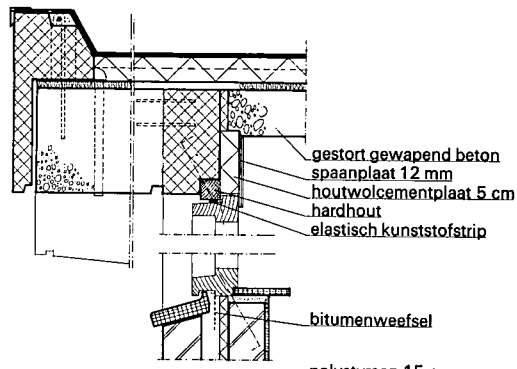
passtukken bekisting

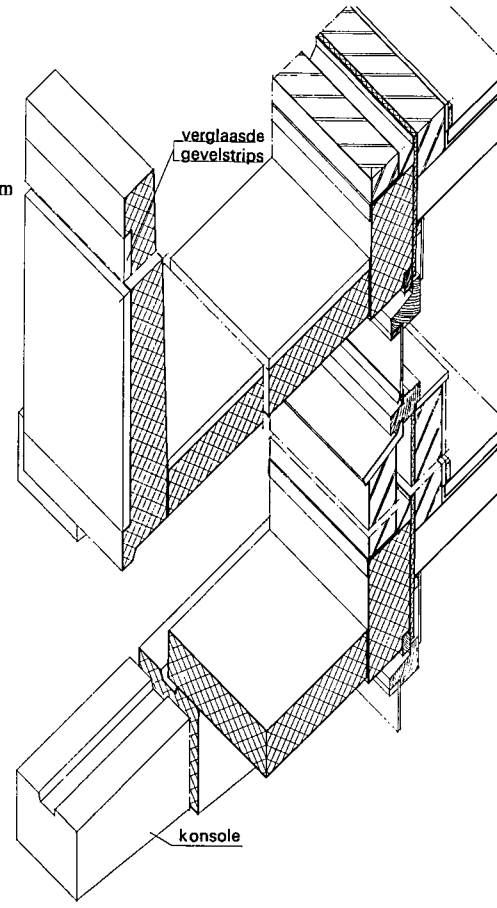
houten afdekking

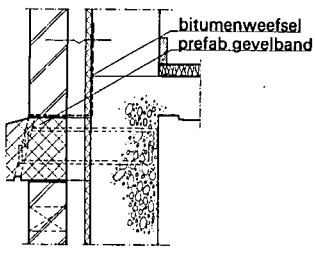


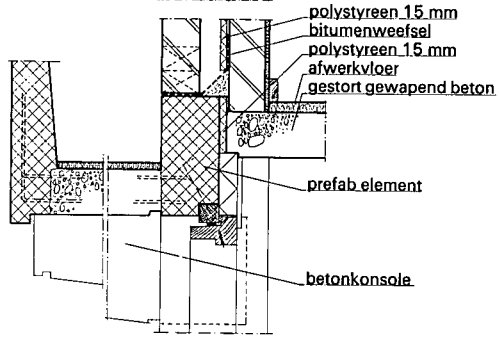
TAFELBEKISTING

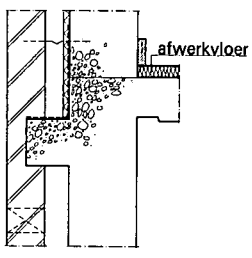

prefab betonelement
kanaalplaat
afschotlaag
gestort beton
polystyreen 15 mm
open stootvoeg
in metselwerk

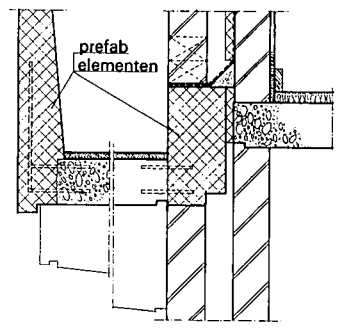

gestort gewapend beton
spaanplaat 12 mm
houtwolcementplaat 5 cm
hardhout
elastisch kunststofstrip
bitumenweefsel

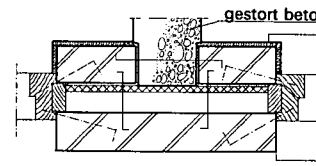

verglaasde
gevelstrips
konsole

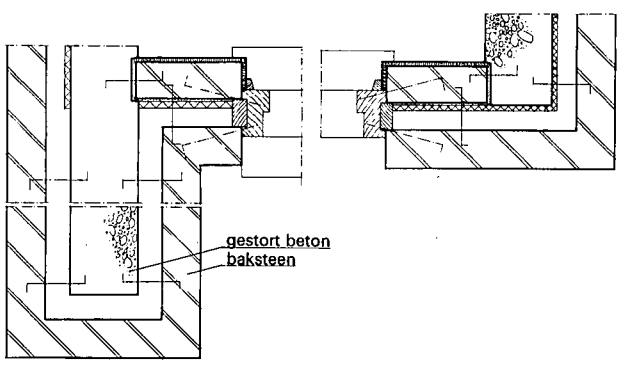

bitumenweefsel
prefab gevelband

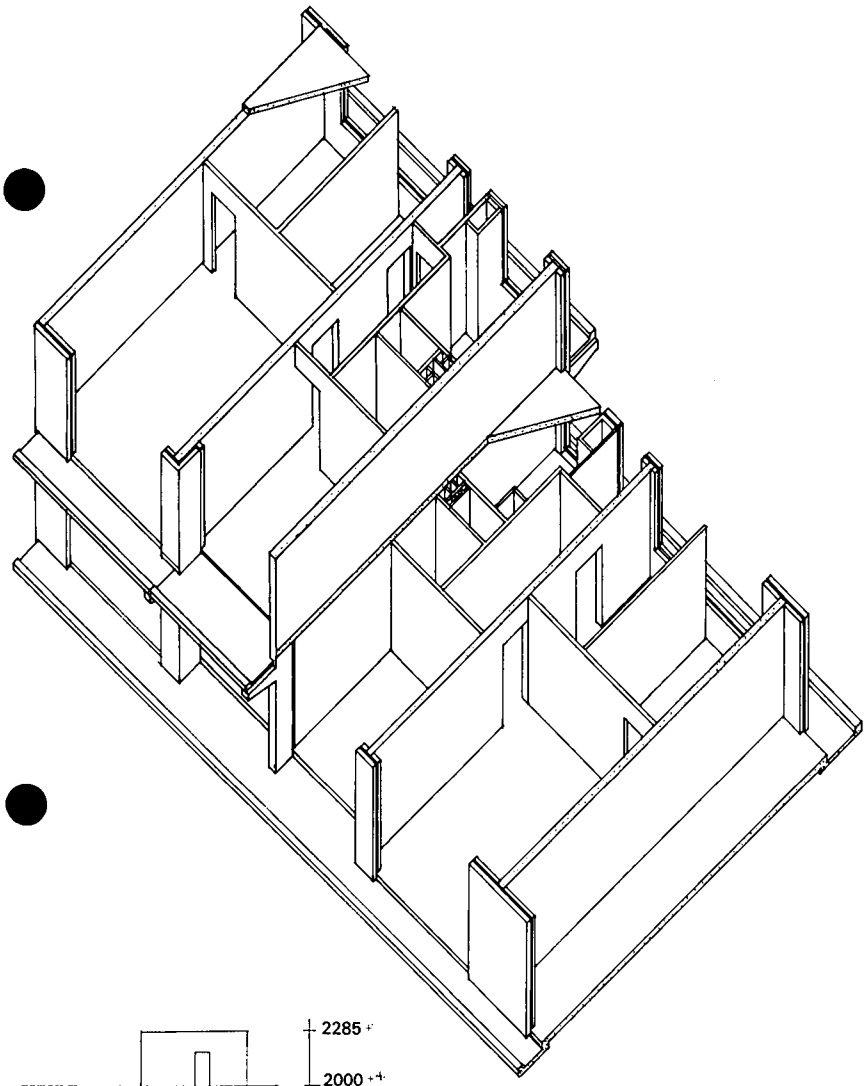

polystyreen 15 mm
bitumenweefsel
polystyreen 15 mm
afwerkvloer
gestort gewapend beton
prefab element
betonkonsole

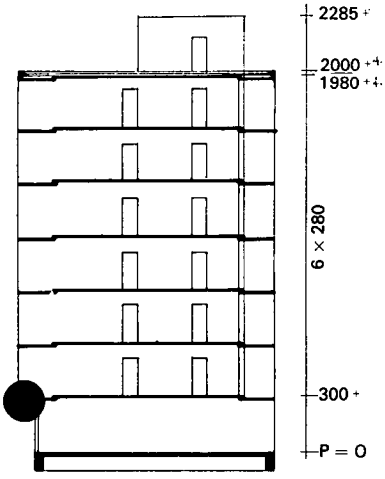

afwerkvloer

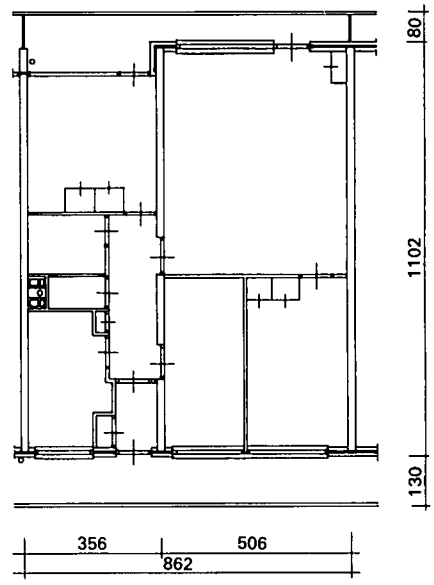

prefab
elementen

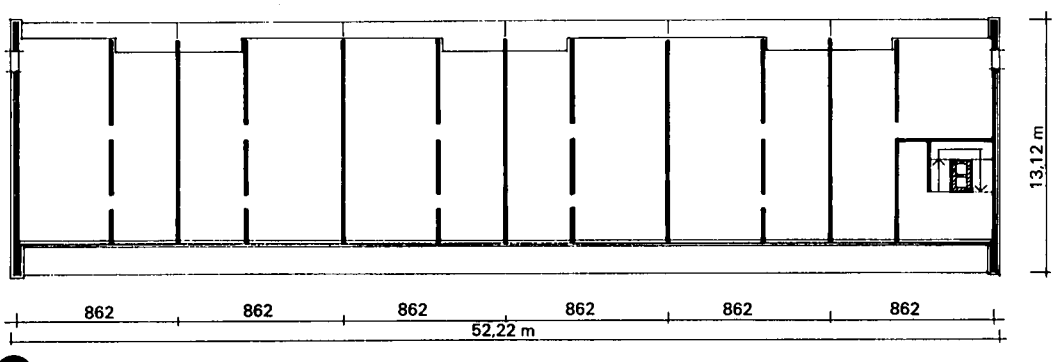

gestort beton


gestort beton
baksteen




2285
2000
1980
6 × 280
300
P = 0


80
1102
130
356
506
862


13,12 m
862
862
862
862
862
862
52,22 m

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor middelhoog- en hoogbouw, waarbijde draagwanden in een houten bekisting, en de vloeren op een houten bekisting met stalen onderstel worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton. De dikte van de wanden bedraagt 18 cm, eventueel 24 cm.

2.1.2 *Gevels*

Eindgevels worden uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van grindbeton, aan de spouwzijde bekleed met 1,5 cm polystyreenschuim en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk, onderling gekoppeld door 4 spouwankers Ø 4 per m².
Het buitenspouwblad wordt, waar nodig, ondersteund door een betonnen gevelband, samengesteld uit geprefabriceerde delen met een maximumlengte van 2,50 m en voorzien van nokken met stekeinden.
Langsgevels worden traditioneel uitgevoerd als een spouwconstructie met spouwbladen van halfsteens metselwerk, plaatselijk onderbroken door houten kozijnen. Het binnenspouwblad wordt aan de spouwzijde eventueel bekleed met 1,5 cm polystyreenschuim, waartoe het spouwblad vooraf vlak wordt afgewerkt.
De kozijnen worden overspannen door een geprefabriceerde betonnen latei, aan de binnenzijde voorzien van een isolatie van 2–5 cm houtwolcementplaat.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

De separatiewanden worden uitgevoerd in metselwerk van drijfsteen dan wel samengesteld uit goedgekeurde panelen of lichte wandelementen volgens een geldig kenmerkblad.

2.1.4 *Vloeren e.d.*

Verdiepingvloeren, met inbegrip van de dakvloer, worden vervaardigd van in het werk gestort, gewapend grindbeton, minimaal 12 cm dik.
Voor de begane-grondvloer wordt een goedgekeurde systeemvloer volgens een geldig modelblad toegepast.
Galerijen en balkons worden uitgevoerd met een geprefabriceerde, betonnen galerij- c.q. balkonrand, en een vloer die in het werk wordt gestort van gewapend grindbeton tussen de balkonrand en de betonnen latei boven de kozijnen, en door middel van stekeinden aan de betonelementen wordt verankerd.
Eventueel worden geheel geprefabriceerde galerijen en balkons toegepast.
De constructie wordt ondersteund door geprefabriceerde betonnen consoles, opgenomen in de dwarswanden.
Bij het dak wordt de vloer voorzien van 7 cm kanaalplaten op een ten minste 2 of 3 cm dikke afschotlaag van bijv. perlitebeton en afgewerkt met mastiek en grind.
De dakrand wordt samengesteld uit geprefabriceerde betonelementen, en bij langsgevels voorzien van ventilatiesleuven ter ontluchting van de dakisolatie.

2.2 *Uitvoering*

Voor de wandbekisting worden – door het bedrijf ontwikkelde – verplaatsbare mallen toegepast met een hoogte ongeveer gelijk aan de kamerhoogte en een lengte gelijk aan de halve gebouwdiepte. De wanden van deze bekisting bestaan uit geplastificeerd betontriplex, op afstand gehouden met tapse centerpennen.
Voor het storten van de vloer worden verplaatsbare tafelbekistingen toegepast met in het algemeen afmetingen gelijk aan de breedte van het vertrek en de halve gebouwdiepte; de vloerbekisting is eveneens afgewerkt met platen geplastificeerd betontriplex.
De bekisting van de wanden en vloeren wordt verdiepingsgewijs beurtelings gesteld.
De betonnen eindgevelbanden en consoles worden daarbij in de bekisting geplaatst en door middel van stekeinden of uitstekende wapeningsstaven verankerd aan de draagconstructie Hierna worden de gevels, dakafwerking en separatiewanden aangebracht, waarna de verdere afwerking volgt.
Raamkozijnen in eindgevels worden aan weerszijden verankerd aan het binnenspouwblad door middel van stripijzers h.o.h. 0,80 m met tussenklemming van een elastische kunststofstrip (bijv. Airex).
Bij langsgevels wordt het binnenspouwblad met ankers Ø 6 h.o.h. 1,00 m verankerd aan de betonmuren.
De betonnen lateien worden – voor zover niet gekoppeld aan de galerij- of balkonvloer – aan de draagconstructie verankerd met strijkankers van stripijzer h.o.h. 1,00 m.
De betonnen dakrandelementen worden verankerd door middel van stekeinden in de ondergelegen betonconstructie.
De separatiewanden sluiten aan op de draagconstructie via sponningen in de wanden en plafonds.

2.3 *Materialen*

Het toegepaste grindbeton is van de kwaliteit K 160 respectievelijk K 225 volgens de G.B.V. 1962, met een cementgehalte van ten minste 275 respectievelijk 325 kg/m³ voor de wanden respectievelijk de overige betonconstructies.
Het polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³. Voor de verlijming hiervan tegen het betonwerk wordt een water-bitumenemulsie (bijv. Wadimex) dan wel een overeenkomstig plakmiddel toegepast.
Het perlite-beton en de kanaalplaten hebben een volumegewicht van circa 500 kg/m³.
De houtwolcementplaat heeft eveneens een volumegewicht van 500 kg/m³

2.4 *Afwerking*

De wanden en plafonds worden zonder voorafgaande bepleistering op de gebruikelijke wijze afgewerkt.
In natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van naden, waterdicht afgewerkt.
Vloeren worden zo nodig afgewerkt met een zwevende dekvloer volgens het Ontwerpbestek van de Commissie Toegepaste Research of een daaraan ten aanzien van contactgeluidsisolatie gelijkwaardige afwerking.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*

Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklassen worden bepaald.

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels	ca. 0,90	voldoende
Spouwconstructie bij langsgevels		
– zonder polystyreen-schuim	ca. 0,50	matig
– met 1,5 cm polystyreenschuim	ca. 0,95	voldoende
Plat dak		
– met afschotlaag ten minste 2 cm	ca. 0,90	matig
– met afschotlaag ten minste 3 cm	ca. 1,00	voldoende

Mede in verband met de toepassing van centrale verwarming wordt het systeem dus geschikt geacht voor toepassing in woningen van de thermische kwaliteitsklasse 'matig' of 'voldoende', mits de begane-grondvloer en de pui-elementen voldoen aan de desbetreffende overige eisen volgens het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen voor ruimten gescheiden door ondervermelde constructies, de isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklassen als volgt worden aangegeven.

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Dragende wanden, dik 18 cm	0 dB	matig
Dragende wanden, dik 24 cm	+ 3 dB	goed
Tussenwanden, dik 18 cm	0 dB	goed
Vloeren, dik 12 cm exclusief afwerklaag	0 dB	matig

De isolatie-index voor contactgeluid van de vloerconstructie bedraagt –13 dB.
Het systeem is dus geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'goed', mits ten aanzien van de woningscheidende vloeren de desbetreffende isolatie-indices worden opgevoerd tot ten minste 0 respectievelijk +3 dB, hetgeen bijvoorbeeld is te bereiken door het aanbrengen van een zwevende dekvloer.
Tevens dient te worden voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar. Een kubusdruksterkte van ten minste 160 kg/cm² is vereist.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*
Bij series kleiner dan 100 woningen betrekt men het beton van een plaatselijke betoncentrale. Het beton wordt dan per truckmixer aangevoerd.

4.2 *Bij de uitvoering*
De houten wand- en vloerbekistingen die worden toegepast, worden per werk afgeschreven (Bruynzeel betonplex gaat 100 à 150 maal mee).

De wandbekisting kost *f* 120 per m², de vloerbekisting *f* 90 per m².
Bij series van ten minste 100 à 200 woningen en een snelheid van 1 woning per dag wordt op het werk een betoncentrale geïnstalleerd. Het transport op het werk vindt plaats met lorries en Potain-kranen (30 tonmeter, 45 m hoog). De transportmiddelen en betoncentrale worden over méér werken afgeschreven. De Potain-kranen kosten inclusief rails e.d. *f* 120.000,— per stuk.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
De bezetting op een project is als volgt:

5 betontimmerlieden	2 elektriciens	2 voegers
4 betonverwerkers	2 loodgieters	1 betonafwerker
5 metselaars	3 c.v.-monteurs	4 tegelzetters
4 opperlieden	1 liftmonteur	2 vloerenleggers
3 vlechters	7 schilders	4 losse werklieden

5.2 *Manuren op het werk*
Opgave van het aantal manuren op de bouwplaats kon door de promotor niet worden verstrekt.

5.3 *Verlet*
Voor vorst is het systeem gevoelig, echter minder gevoelig dan systemen met stalen bekistingen en traditionele bouw.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Een opdracht in 1965 tot de bouw van 7 galerijblokken van 13 woonlagen en 2 onderhuizen in Amsterdam-Osdorp was de aanleiding tot de ontwikkeling van het systeem Heykamp H.

6.2 *Produktie-omvang*
Omtrent de produktie-omvang sinds het eerste project van 819 woningen zijn geen gegevens bekend. Het eerste project is overigens niet volgens het attest uitgevoerd. Een belangrijke afwijking is het feit dat in het Amsterdamse project de galerijen zijn uitgestort.
Het project wordt in de premiesector gerealiseerd.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
Bij 185 werkbare dagen in een jaar is de capaciteit te stellen op 350 woningen per jaar. De produktiesnelheid is 2 woningen per dag.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De minimale seriegrootte, tevens minimale bouwplaatsomvang is 300 à 400 woningen, volgens de promotor.

6.5 *Ontwikkelingen*
Geen.

7 Organisatiestructuur

Zie Heykamp L.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
De ervaring met het systeem is nog gering.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De ideale bloklengte is 10 woningen (bij een bouwsnelheid van 1 woning per dag). De tafelbekisting kan na 10 dagen (= verhardingstijd) worden verwijderd. Als de blokken korter zijn, moeten er twee lagen in de kist, wat bij het ontkisten problemen schept. Bij grotere bloklengte wordt het horizontale transport moeilijk.

8.3 *Ontwerp*
Door de (goedkope) houten wandbekisting is het systeem iets flexibeler dan andere gietbouwmethoden, wat de onder 6.4 opgegeven getallen overigens niet doen vermoeden.

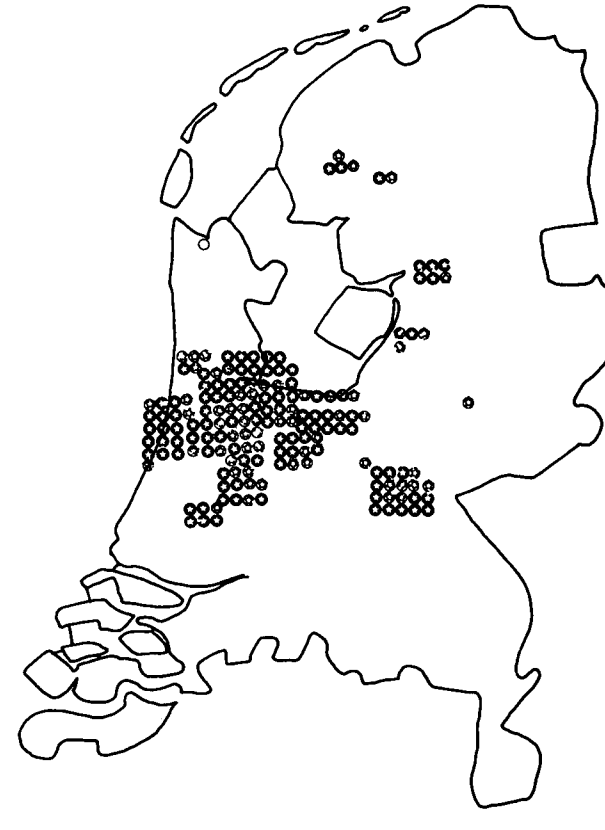
9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem 'Heykamp-H' voor woningbouw*. Rotterdam, 1967.

11.9 E.B.A.-gietbouw

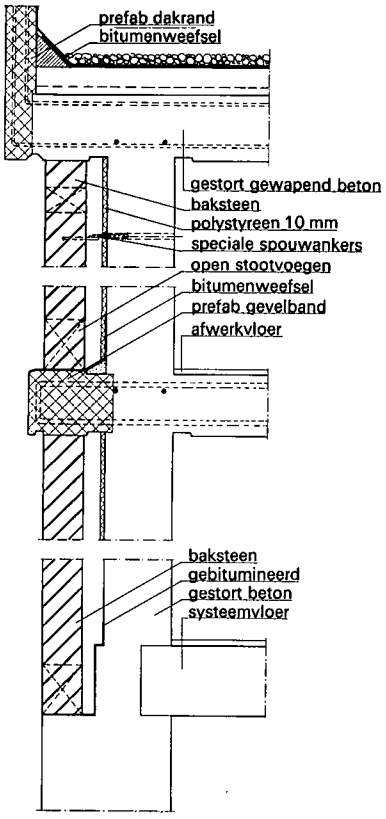
Promotor: E.B.A. N.V.
Mr. F. A. van Hallweg 178,
Amstelveen.
Tel. (02964) 1 54 55 / 1 35 00 / 1 54 56.

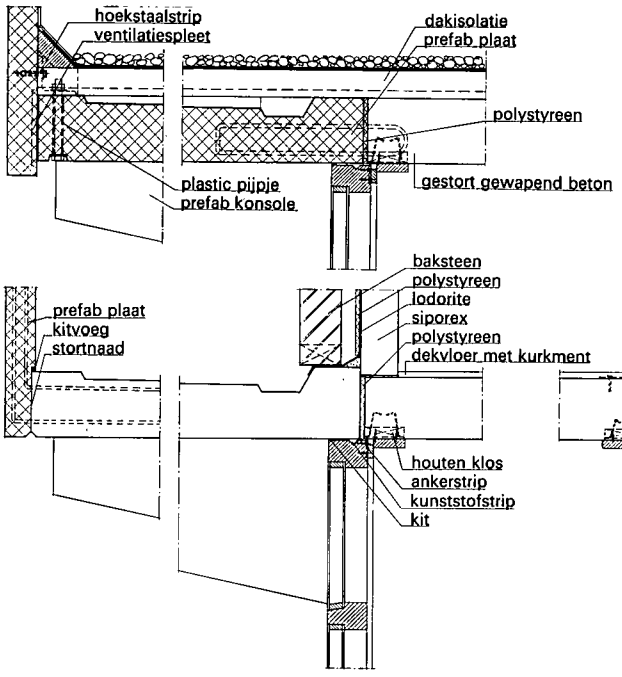
Attest: 1968



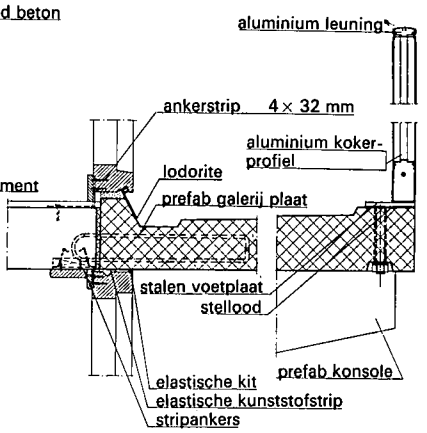
Voorbeeldproject

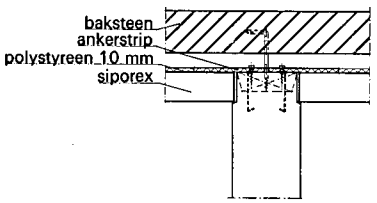
230 woningen (woningwet) te Amstelveen.
Opdrachtgever: gemeente Amstelveen.
Architectenbureau: J. Imken, Edam.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. EBA te Amstelveen.

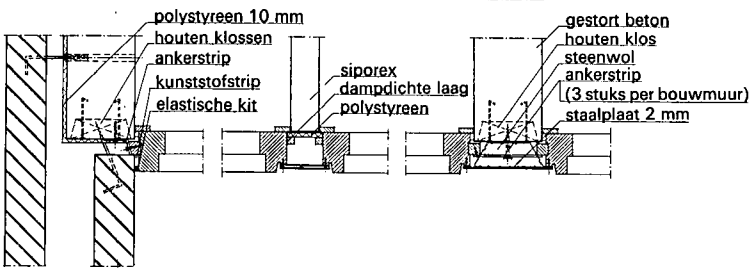

prefab dakrand
bitumenweefsel
gestort gewapend beton
baksteen
polystyreen 10 mm
speciale spouwankers
open stootvoegen
bitumenweefsel
prefab gevelband
afwerkvloer
baksteen
gebitumineerd
gestort beton
systeemvloer

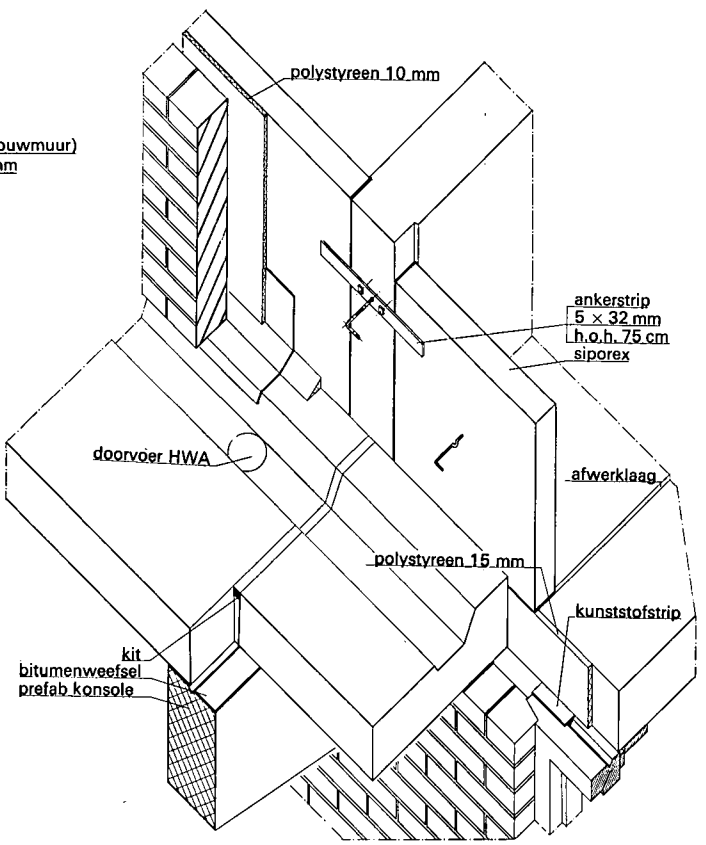

hoekstaalstrip
ventilatiespleet
dakisolatie
prefab plaat
polystyreen
plastic pijpje
prefab konsole
gestort gewapend beton

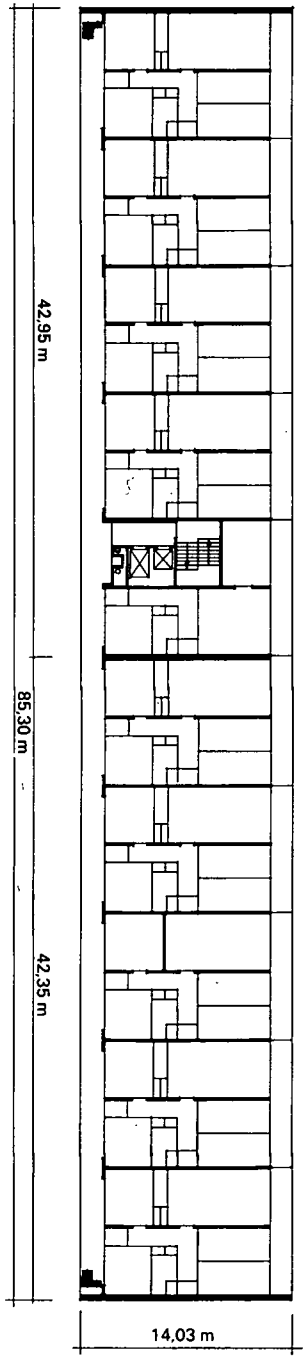
prefab plaat
kitvoeg
stortnaad
baksteen
polystyreen
lodorite
siporex
polystyreen
dekvloer met kurkment
houten klos
ankerstrip
kunststofstrip
kit

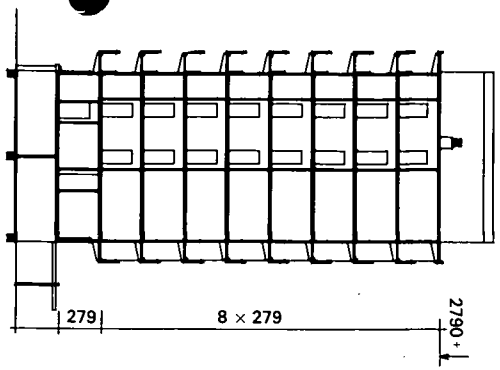

aluminium leuning
ankerstrip 4 × 32 mm
aluminium koker-
profiel
lodorite
prefab galerij plaat
stalen voetplaat
stellood
prefab konsole
elastische kit
elastische kunststofstrip
stripankers

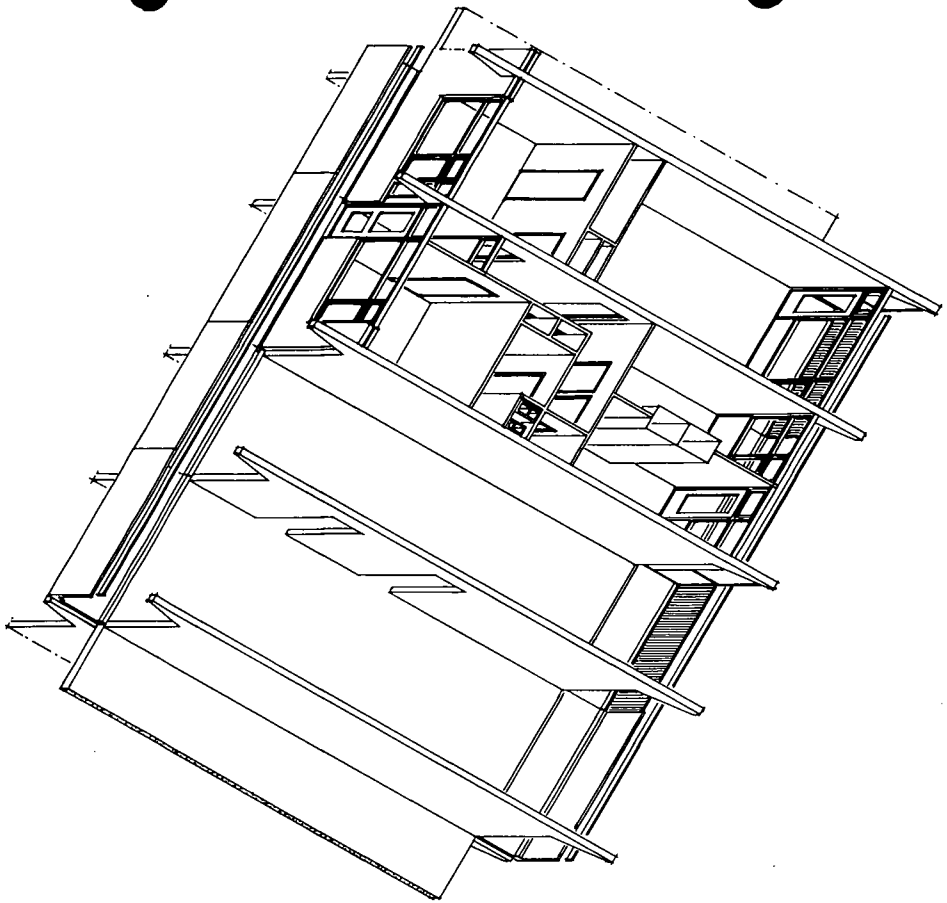

baksteen
ankerstrip
polystyreen 10 mm
siporex

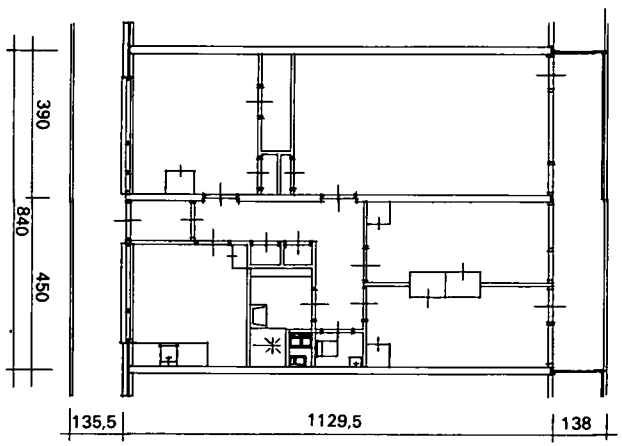

polystyreen 10 mm
houten klossen
ankerstrip
kunststofstrip
elastische kit
siporex
dampdichte laag
polystyreen
gestort beton
houten klos
steenwol
ankerstrip
(3 stuks per bouwmuur)
staalplaat 2 mm


polystyreen 10 mm
ankerstrip
5 × 32 mm
h.o.h. 75 cm
siporex
doorvoer HWA
afwerklaag
polystyreen 15 mm
kunststofstrip
kit
bitumenweefsel
prefab konsole


42,95 m
85,30 m
42,35 m
14,03 m


279
8 × 279
2790




390
840
450
135,5
1129,5
138

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor laag-, middelhoog- en hoogbouw waarbij meestal de draagwanden in een stalen bekisting en de vloeren op een houten bekisting met stalen of houten onderstel worden vervaardigd van in het werk gestorte middelzware of grindbeton. Ook worden wel vloeren samengesteld uit geprefabriceerde grindbetonnen elementen.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden vervaardigd van in het werk gestorte grindbeton. De dragende wanden hebben een dikte van 18 of 23 cm; niet-perceelscheidende draagwanden tot 2 bouwlagen hebben een dikte van 10 cm.
Bij toepassing van een pannendak worden de dwarswanden in de kap uitgevoerd in geprefabriceerde elementen van grindbeton met een dikte overeenkomend met die van de ondergelegen gietbetonwanden, en voorzien van een wapening bestaande uit een enkel bouwstaalnet Ø 4–15 van staal QR 40 of QRn 40.

2.1.2 *Gevels*

Eindgevels worden uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van grindbeton, aan de spouwzijde voorzien van polystyreenschuim, dik 1,5 cm en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk, onderling gekoppeld door speciale spouwankers Ø 6, op afstanden van 1,00 m in horizontale en 0,75 m in verticale richting.
Het buitenspouwblad wordt waar nodig gedragen door een betonnen gevelband, samengesteld uit geprefabriceerde elementen van gewapend grindbeton met een maximale lengte van 3,50 m die met haarspeldvormige ankers aan de betonvloer worden verankerd.
Langsgevels worden samengesteld uit maximaal verdiepinghoge pui-elementen, al dan niet in combinatie met steenachtige borstweringen en penanten.
De borstweringen en penanten worden opgebouwd uit een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk en een binnenspouwblad van gasbetonpanelen (Siporex of dergelijke), dik 7,5 of 10 cm, volgens een geldig kenmerkblad, gescheiden door een ten minste 5 cm brede zwak geventileerde spouw.
Bij eengezinsrijenhuizen wordt het binnenspouwblad van borstweringen en penanten gevormd door geprefabriceerde elementen van middelzwaar beton met een dikte van 7 of 10 cm, gewapend met een enkel bouwstaalnet Ø 4–20 van staal QR 40 of QRn 40, en bekleed met een laag polystyreenschuim, dik 1 of 1,5 cm.
Bij verdiepinghoge pui-elementen bestaat de borstwering – van buiten naar binnen – uit een weerbestendige bekledingsplaat, een zwak geventileerde, 2 cm brede spouw, een laag polystyreenschuim, dik 2,5 of 3 cm, een ongeventileerde spouw, en een binnenbekleding van triplex, 5 mm dik, dan wel een borstweringsconstructie van gelijksoortige opbouw.
De kopvlakken van de grindbetonnen dwarswanden tussen de pui-elementen worden voorzien van een steenwolplaat of dergelijke en een buitenbekleding van weerbestendig plaatmateriaal (Multiplex of dergelijke).

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

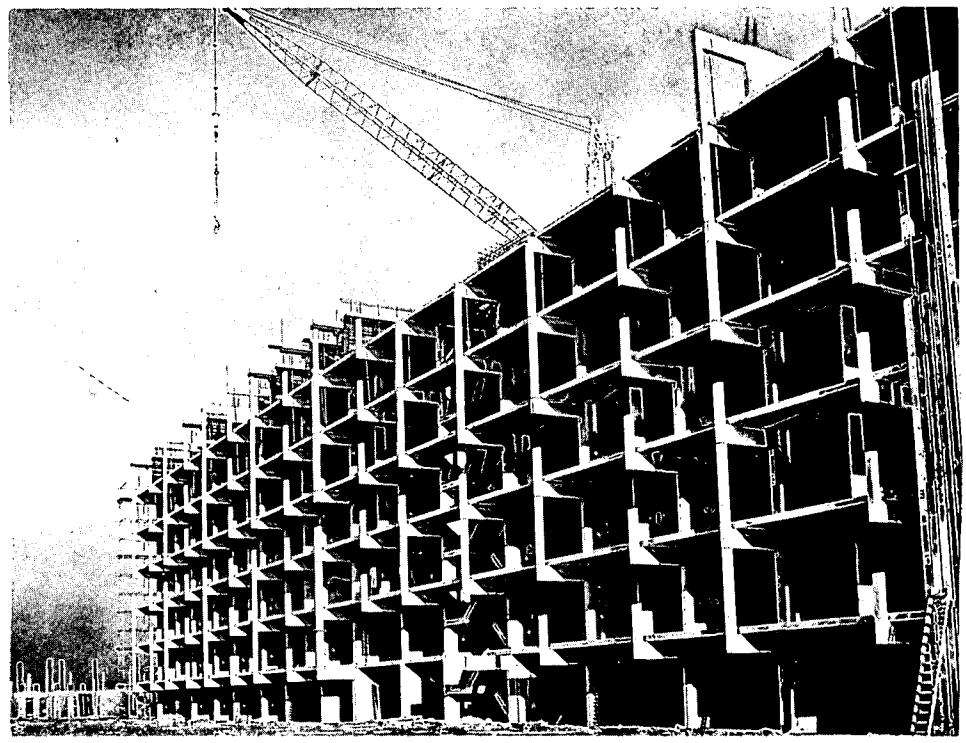
Separatiewanden worden samengesteld uit panelen van gasbeton (Siporex of dergelijke) dan wel andere lichte wandelementen volgens een geldig kenmerkblad.
Bij eengezinsrijenhuizen worden verdiepinghoge wandpanelen toegepast van middelzwaar beton met een maximale breedte van 5,00 m en een dikte van 7 cm, voorzien van de wapening bestaande uit een enkel bouwstaalnet Ø 4–20 cm van staal QR 40 of QRn 40.

2.1.4 *Vloeren e.d.*

Vloeren, met inbegrip van de dakvloer, worden vervaardigd van in het werk gestort, gewapend grindbeton, minimaal 14 cm.
Bij de begane grond, en als alternatieve vloerconstructie bij eengezinsrijenhuizen, wordt een goedgekeurde systeemvloer (bijv. Dato) toegepast.
Galerijen en balkons worden geheel of gedeeltelijk geprefabriceerd van gewapend grindbeton, dan wel in het werk gestort en al dan niet voorzien van een geprefabriceerde, dan wel in het werk gestorte balustrade.
De galerijvloeren worden van de vloeren gescheiden door een laag polystyreenschuim van minimaal 1,5 cm dikte en via stroken bitumenweefsel opgelegd in de dwarswanden. In het werk gestorte loggiavloeren worden opgelegd op de grindbetonnen dwarswanden.
De in het werk gestorte delen worden aan de geprefabriceerde gedeelten verankerd met haarspelden.
Het dak wordt gevormd uit de dakvloer voorzien van een afschotlaag, en afgewerkt met een goedgekeurde dakisolatie met een minimale R-waarde van 0,60 of 0,80 m²h°C/kcal, en voorzien van een bitumineuze afwerklaag en grind.
De dakrand wordt gevormd door geprefabriceerde, betonnen dakrandelementen, lang maximaal 5,00 m, die met hoekijzers en bouten dan wel stekeinden aan de dakvloer worden verankerd
Bij toepassing van een pannendak bij eengezinsrijenhuizen wordt de traditionele dakconstructie aan de onderzijde voorzien van een warmte-isolerende bekledingsplaat met een minimale R-waarde van 0,40 of 0,60m²h°C/kcal ter plaatse van het bewoonbare gedeelte; elders wordt de zoldervloer voorzien van een isolatiedeken met een minimale R-waarde van 0,30 of 0,50 m²h°C/kcal.

2.2 *Uitvoering*

Voor de bekisting worden stalen mallen toegepast met een hoogte gelijk aan de verdiepinghoogte en een lengte gelijk aan de gebouwdiepte.
De bekisting voor de wanden en vloeren wordt verdiepingsgewijs beurtelings gesteld; als alternatief worden bij de eengezinsrijenhuizen achtereenvolgens systeemvloeren gesteld. Hierna worden de gevels, dakafwerking en scheidingswanden aangebracht, waarna de verdere afwerking volgt. Bij langsgevels worden daarbij achtereenvolgens de galerij-, balkonplaten en dergelijke, de houten pui-elementen en de borstweringen en penanten aangebracht. De galerijen bij langsgevels worden opgelegd op consoles en verankerd aan de achtergelegen vloerconstructie met stekeinden, 1 per plaat, dan wel met harde tegels in sleuven in de consoles en de galerijplaten.
De houten pui-elementen worden rondom verankerd aan de draagconstructie c.q. borstweringen en penanten met hoekijzers, klemstrippen of dergelijke, al dan niet met tussenvoeging van een elastische voegband.
Bij laagbouw worden de verdiepinghoge pui-elementen op elkaar geplaatst met tussenvoeging van een elastische kunststofstrip en met stripijzers verankerd ter plaatse van de verdiepingvloer.
De binnenspouwbladen van borstweringen en penanten worden bij een uitvoering in geprefabriceerde elementen van middelzwaar beton met hoekijzers, h.o.h. 1 m, gefixeerd aan de vloer en met een bout en een volgplaat, minimaal 3 per verdieping-



11.9.1 Project galerijwoningen in de Bijlmer (foto : Stuvel, Voorburg)



11.9.2 Het aanbrengen van een gevelpui (foto : Stuvel, Voorburg)

hoogte, aan de grindbetonnen dwarswanden verankerd; borstweringen van gasbeton (bijv. Siporex) sluiten op de dwarswanden aan via sponningen.
De verankering van de gevelbanden en de dakrandelementen geschiedt bij eindgevels met haarspelden aan de vloeren; de dakrandelementen bij langsgevels eventueel met hoekijzers aan de dakvloer.
Separatiewanden van middelzwaar beton sluiten via een sponning aan op de grindbetonnen wanden.
Aan de bovenzijde worden zij vrij gehouden van de vloer en – bij een grotere breedte dan 2,50 m – gefixeerd door ten minste 2 ingestorte hijsogen, die worden opgenomen in de bovengelegen constructie; de gevormde naad wordt gedicht met specie.
Separatiewanden, samengesteld uit lichte wandelementen, sluiten via een sponning aan op wanden en/of plafonds en worden vrijgehouden van de bovengelegen vloer.

2.3 *Materialen*
Het toegepaste grindbeton is ten minste van de kwaliteit K 160 dan wel K 225 volgens NEN 1009 (G.B.V. 1962) met een minimaal cementgehalte van 275 en 325 kg/m³; waarden respectievelijk voor de ongewapende wanden en voor de overige constructies.
Voor woningscheidende wanden met een dikte van 23 cm bedraagt het volumegewicht van het beton na droging tot constant gewicht ten minste 2350 kg/m³.
Als middelzwaar beton wordt een grindbeton toegepast waaraan een luchtbelvormer is toegevoegd, waardoor een volumegewicht van max. 1800 kg/m³ wordt verkregen; de kubusdruksterkte bedraagt min. 60 kg/cm³ na 28 dagen verharden.
De gasbetonpanelen (bijv. Siporex) voor de scheidingswanden en de binnenspouwbladen van borstweringen hebben een minimale kubusdruksterkte van 50 kg/cm², bepaald volgens NEN 1009 (G.B.V. 1962), en een volumegewicht van 500 à 600 kg/m³ na droging tot constant gewicht.
Het polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³.
Voor de bevestiging hiervan tegen het betonwerk wordt een waterbitumen-emulsie (bijv. Wadimex), dan wel een overeenkomstig plakmiddel, toegepast.
Als elastische voegband tussen de gevelelementen wordt aan de buitenzijde Etampont of dergelijke en aan de binnenzijde Airex of dergelijke toegepast.

2.4 *Afwerking*
Wanden en plafonds worden zonder voorafgaande bepleistering afgewerkt.
In natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van de naden, waterdicht afgewerkt.
Vloeren worden afgewerkt met een afwerklaag met voldoende isolerende werking.

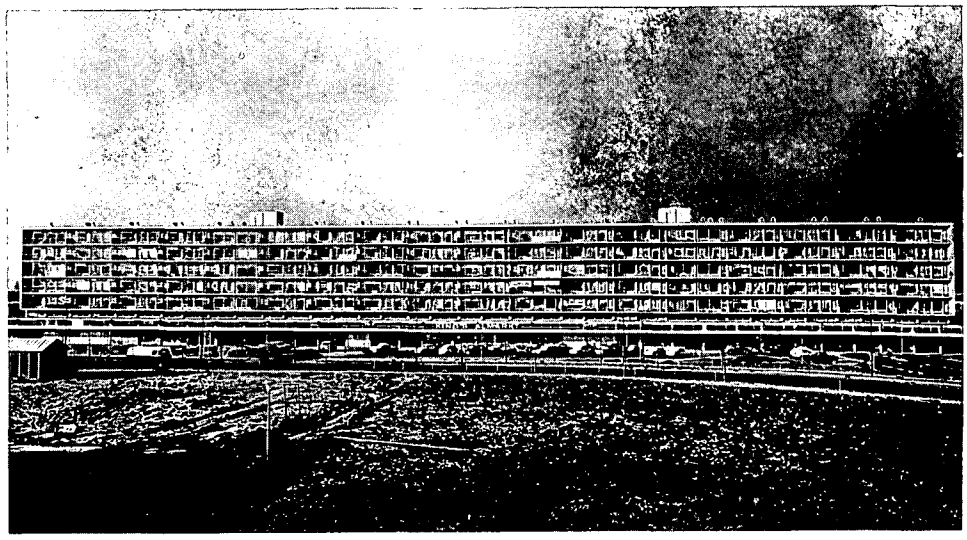
3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklassen worden bepaald.

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels	ca. 0,95	voldoende
Borstweringen en penanten met een binnenspouwblad van gasbeton (maximaal volumegewicht 600 kg/m³)		
– dik 7,5 cm	ca. 0,70	matig
– dik 10,0 cm	ca. 0,85	voldoende
idem met een binnenspouwblad van middelzwaar beton		
– dik 7,0 cm + 1 cm polystyreen	ca. 0,70	matig
– dik 7,0 cm + 1,5 cm polystyreen	ca. 0,85	voldoende
– dik 10,0 cm + 1 cm polystyreen	ca. 0,80	voldoende
Puiborstweringen met		
– 2,5 cm polystyreenschuim	ca. 1,05	matig
– 3 cm polystyreenschuim	ca. 1,20	voldoende
Plat dak met dakvloer, dik 14 cm, voorzien van een dakisolatie met een minimale R-waarde van		
– 0,60 m²h°C/kcal	ca. 0,80	matig
– 0,80 m²h°C/kcal	ca. 1,00	voldoende
Pannendak, exclusief zoldervloer, met een isolerende tussenlaag een isolerende tussenlaag met een minimale R-waarde van		
– 0,40 m²h°C/kcal	ca. 0,80	matig
– 0,60 m²h°C/kcal	ca. 1,00	voldoende
Pannendak, inclusief zoldervloer met een isolerende tussenlaag met een minimale R-waarde van		
– 0,30 m²h°C/kcal	ca. 0,80	matig
– 0,50 m²h°C/kcal	ca. 1,00	voldoende
Woningscheidende wanden		
– dik 18 cm	ca. 0,10	matig
– dik 23 cm	ca. 0,15	matig
Woningscheidende vloeren		
– dik 14 cm exclusief afwerklaag	ca. 0,10	matig

Mede in verband met de toepassing van centrale verwarming wordt het systeem dus geschikt geacht voor toepassing in woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig' of 'voldoende', mits de vloer van de eerste woonlaag alsmede de overige onderdelen, voldoen aan de desbetreffende eisen volgens het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale, flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, de isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklassen als volgt worden aangegeven.



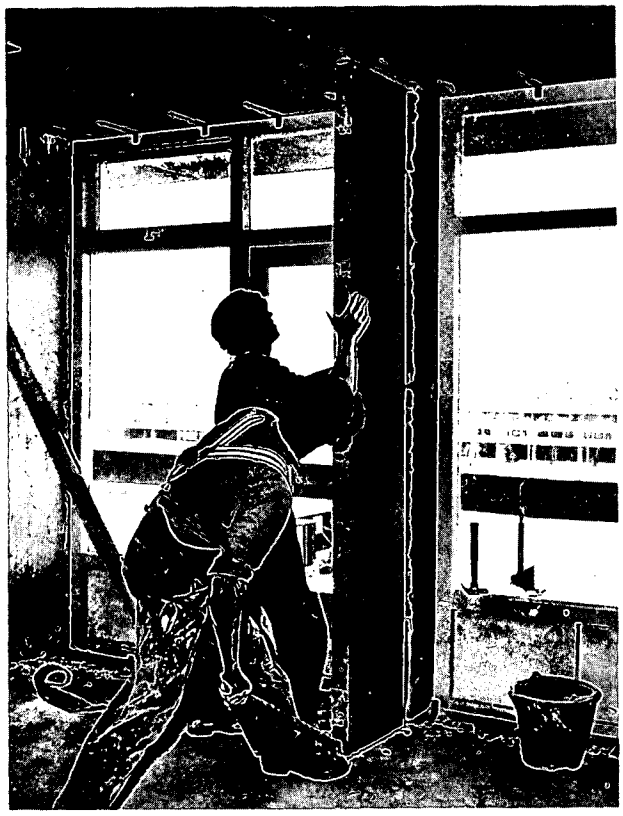
3

11.9.3 Galerijflats te Amstelveen (foto: Gorter, Badhoevedorp)

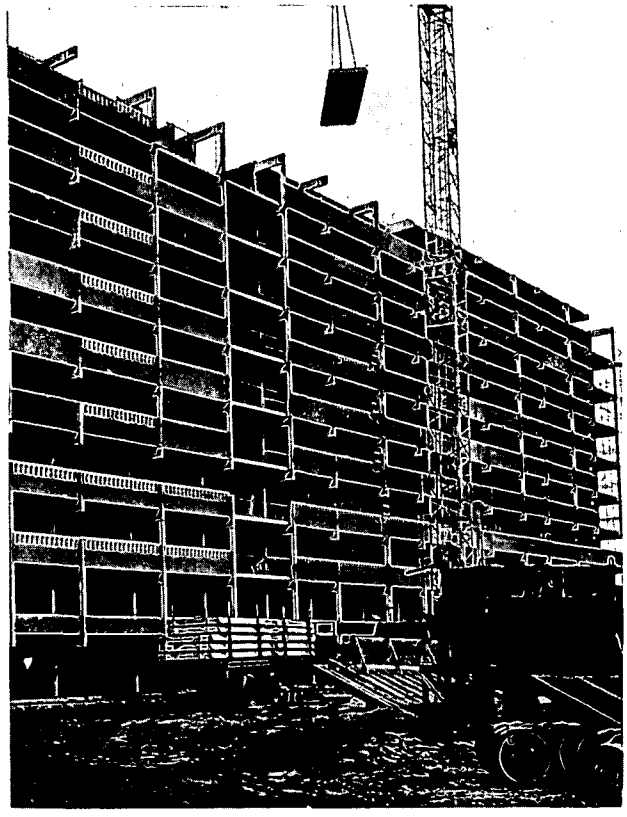
11.9.4 Een binnenwand-element wordt op z'n plaats gebracht (foto: Gorter, Badhoevedorp)

11.9.5 Montage van vloer-elementen vanaf de wagen (foto: Stuvel, Voorburg)

4



5



onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden		
– dik 18 cm	0 dB	matig
– dik 23 cm	+ 3 dB	goed
Binnenwanden, dik 10, 18 of 23 cm	— 4 tot + 3 dB	goed
Vloeren, dik 14 cm, exclusief afwerklaag		
– woningscheidend	+ 1dB	matig
– binnen de woning	+ 1dB	goed

De isolatie-index voor contactgeluid van de vloerconstructie bedraagt —10 dB.
Het systeem is dus geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'goed', mits ten aanzien van de woningscheidende vloeren de isolatie-indices, waar nodig, worden opgevoerd tot ten minste 0 respectievelijk + 3 dB.
Tevens dient te worden voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar. Een kubusdruksterkte van ten minste 160 kg/cm² is vereist. Het gasbeton is spijkerbaar doch weinig spijkervast.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij transport*
Het beton wordt in truckmixers aangevoerd.

4.2 *Bij de uitvoering*
Het belangrijkste materieel wordt gevormd door de stalen wandbekisting en de houten vloerbekisting, inclusief tafels. De wandbekisting kost aan afschrijvingen *f* 0,50 per m², de vloerbekisting *f* 1,25 à *f* 1,35. Revisie van de bekistingen vindt plaats na 250 woningen. Men gebruikt diverse wandbekistingen zoals Bâtimétal (Frans, 75 kg/m², *f* 150,—/m²) en Linden-Kröll (Deens, 55 kg/m², *f* 125,—/m²). De moduul van de wandkisten is 1 m. De vloerbekisting beslaat per tafel de vertrekbreedte × de halve woningdiepte. Voor een woning zijn meestal 4 vloertafels nodig.
De N.V. E.B.A. beschikt over 21 kranen : 8 torenkranen, 9 loopkatkranen en 4 bokkranen. Over merk, capaciteit, afschrijvingswijze en prijs van deze kranen werd geen informatie verschaft.

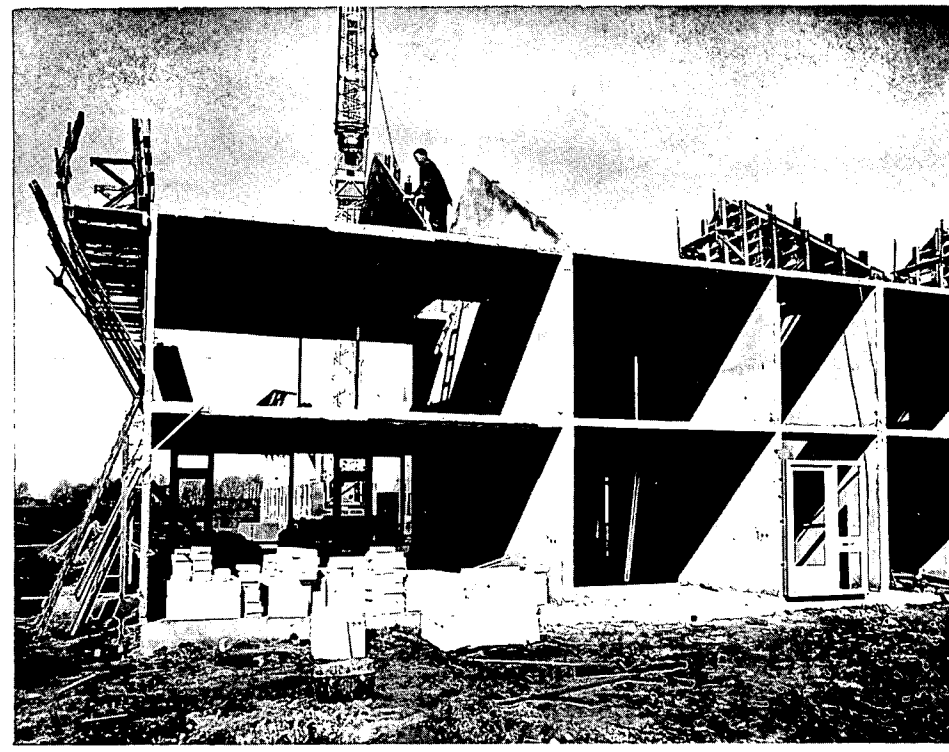
5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Geen gegevens beschikbaar.

5.2 *Manuren op het werk*
Uit nacalculatiegegevens van een project van 90 galerijflats in de vrije sector in Amstelveen, met een gemiddelde grootte van 360 m³ (inclusief galerijen, balkons, trappehuis en bergingen) bleek dat per woning 574 manuren nodig waren.

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*
Fundering en onderbouw	
inrichten bouwplaats	26
uitzetten	1
grondwerk	8
betonfundering balken en vloer	
– bekisten	21
– ontkisten	16
– vlechten	21
– storten	15
systeemwanden	
– bekisten + ontkisten	4
– vlechten	1
– storten	3
systeemvloer	
– bekisten en ontkisten	5
– vlechten	3
– storten	4
timmerwerk	2
metselwerk	8
Totaal fundering en onderbouw	138
Ruwbouw	
systeemwanden inclusief dwarswand	
– bekisten en ontkisten	22
– vlechten	6
– storten	16
metselwerk	25
timmerwerk	12
systeem vloer en trap	
– bekisten en ontkisten	26
– vlechten	15
– storten	19
dakwerk	10
hulp aan derden	4
lossen materiaal	9
Totaal ruwbouw	164
Afwerking	
timmerwerk	31
tegelwerk en lavet	8
dekvloeren	24
afmonteren	5
spuitwerk	36
stucadoorwerk	–
schilderwerk	110
elektricienswerk	23
loodgieterswerk	26
schoonmaken	9
Totaal afwerking	272
Totaal-generaal (ongecorrigeerd)	574

Deze cijfers hebben betrekking op de 60ste woning uit een serie.



11.9.6 De zolderwanden van een blok eengezinshuizen worden ontkist
(foto : archief Slokker)



11.9.7 Kraanbaan in een project te Hilversum
(foto : archief Slokker)

Per beroep wordt het volgende manurenoverzicht gegeven:

	EBA	*traditionele woningen (landelijk)*
timmerlieden	57	134
betontimmerlieden	73	120
grondwerkers	18	15
vlechters	45	63
betonwerkers geschoold	42	38
betonwerkers ongeschoold	80	276
metselaars	20	172
opperlieden/steigermakers	13	115
afspuiter voor wanden	36	
stucadoors	–	
schilder	110	
dakdekker	10	352
elektricien	23	
loodgieter	26	
overige	21	
Totaal	574	1.285

Als efficiency-bureaus zijn de Stichting Ratiobouw en het bureau Van Santen en Danz ingeschakeld.

5.3 *Verlet*
Geen bijzonderheden.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Het E.B.A.-gietbouwsysteem is in 1957 ontwikkeld door E.B.A. Aannemingsmaatschappij N.V. te Amstelveen. De eerste woningen (de eerste moderne-gietbouwwoningen in Nederland) werden geproduceerd in 1958. In 1964 kwam een attest uit van het systeem, dat in 1968 werd vervangen door een nieuw attest.

6.2 *Produktie-omvang*
De volgende tabellen geven een indruk van de produktie-omvang van de systemen EBA-gietbouw en EBA II.

per	*aantal opgeleverde woningen EBA-gietbouw*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1963	...	430
1-1-1964	90	520
1-1-1965	524	1044
1-1-1966	594	1638
1-1-1967	624	2262
1-1-1968	1684	3946
gemiddeld in de laatste 3 jaren	967	

per	*aantal opgeleverde woningen EBA II*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1967	0	0
1-1-1968	384	384

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financieringssector*	*gunningsdatum*
Nieuwer-Amstel	328	Zanstra	EBA	pr.	28- 2-'62
Arnhem	68	Zanstra	EBA	pr.	30- 8-'62
Arnhem	60	Zanstra	EBA	pr.	30- 8-'63
Nieuwer-Amstel	112	Zanstra	EBA	pr.	30- 8-'63
De Bilt	370	Imken	Slokker	pr.	30- 9-'63
Breukelen	144	Zanstra	Slokker	pr.	30- 7-'64
Amstelveen	88	Zanstra	EBA	pr.	30- 7-'64
Amstelveen	64	Zanstra	EBA	pr.	30- 8-'64
Utrecht	224	Bloemsma	Slokker	pr.	30-10-'64
Arnhem	82	Zanstra	EBA	pr.	30-10-'64
Utrecht	168	Bloemsma	–	pr.	30-11-'64
Heemskerk	75	Leicher	Westeurobouw	–	30-11-'64
Arnhem	224	Zanstra	EBA	pr.	30- 1-'65
De Bilt	52	Imken	Slokker	pr.	30- 1-'65
Amstelveen	432	Zanstra	EBA	–	30- 3-'65
Veenendaal	72	Bakker Nieuwersluis	EBA	pr.	30- 5-'65
Amstelveen	72	Zanstra	Slokker	36 w.w. 36 pr.	30- 9-'65
Heemskerk	96	Leicher	–	–	30- 9-'65
Zwolle	560	Zanstra	Van Egteren	–	
Breukelen	252	Leicher	Slokker	pr.	
Haarlem	126	Leicher	Kramer	–	
Haarlem	192	Leicher	Kramer	–	
Harderwijk	40	Leicher	Matser	–	
Amstelveen	104	Imken	EBA	pr.	
Amstelveen	144	Zanstra	EBA	pr.	
Den Helder	80	Van Heelsbergen	Kramer	pr.	30-11-'65
Heemskerk	156	Leicher	Westeurobouw	–	30-11-'65

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunningsdatum*
Alphen aan den Rijn	298	Zanstra	Alphense Bouwcombinatie	–	30- 2-'66
Heerenveen	112	Bloemsma	Bouwmaatschappij Leeuwarden	–	30- 3-'66
Sneek	96	Bloemsma	Bouwmaatschappij Leeuwarden	–	30- 3-'66
Amstelveen	262	Imken	EBA	vs.	30- 7-'62
Amstelveen	90	Zanstra	EBA	vs.	30- 7-'62
Arnhem	70	Zanstra	EBA	vs.	30- 7-'63
Amstelveen	30	Zanstra	EBA	vs.	30- 8-'63
Amstelveen	112	Zanstra	EBA	vs.	30-10-'63
Arnhem	26	Zanstra	Slokker	vs.	30-12-'64
De Bilt	126	Imken	Slokker	vs.	20-12-'64
Amstelveen	107	Imken	EBA	vs.	30- 6-'65
Alphen aan den Rijn	66	Zanstra	Alphense Bouwcombinatie	vs.	30-12-'65
Amstelveen	224	Zanstra	Slokker	vs.	30- 7-'66
Amstelveen	144	Zanstra	Slokker	vs.	30- 9-'66
Haarlem	240	Zanstra	Kramer	w.w.	30-11-'66
Alphen aan den Rijn	238	Zanstra	Alphense Bouwcombinatie	pr.	30-11-'66
Sneek	288	Bloemsma	Friso	w.w.	30- 1-'67
Alphen aan den Rijn	70	Zanstra	Alphense Bouwcombinatie	w.w.	30- 1-'67
Huizen	96	Hartman en Eylers	Slokker	w.w.	30- 5-'67
Amstelveen	230	Imken	EBA	w.w.	30- 6-'67
Hilversum	336	Zanstra	Matser	pr.	30- 6-'67
Huizen	54	Hartman en Eylers	Slokker	pr.	30- 8-'67
Alphen aan den Rijn	238	Zanstra	Alphense Bouwcombinatie	168 pr. 70 w.w.	30- 9-'67
Harderwijk	180	Leicher	Slokker	w.w.	30-12-'67
Velzen	1008	Verschoor	Panagro	–	30- 5-'66
Amstelveen	64	Imken	EBA	pr.	30- 5-'66
Alphen aan den Rijn	126	Zanstra	Alphense Bouwcombinatie	66 pr. 60 w.w.	30- 6-'66
Apeldoorn	56	Groosman	Slokker	pr.	30- 7-'66
Harderwijk	40	Leicher	Slokker	pr.	30- 7-'66
Hilversum	679	Falkenburg	Slokker	w.w.	30- 8-'66
Amstelveen	230	Imken	EBA	w.w.	30-10-'66
Weesp	384	Van Wijk	EBA	w.w.	30-11-'66
Bijlmermeer	1200	Kromhout en Groet	EBA	w.w.	30- 7-'67
Zoetermeer	560	Zanstra	EBA	w.w.	30- 9-'67
Arnhem	912	Zanstra	EBA	w.w.	30-12-'67
Amstelveen	114	Imken	EBA	pr.	1-11-'67

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De capaciteit wordt bepaald door het aantal kranen. Op dit moment zijn er zes bouwstromen, elk met een capaciteit van tien woningen per week. De optimale bouwsnelheid per kraan is vijf woningen per week. De jaarcapaciteit is derhalve circa 2000 woningen. Om lonend te zijn is een jaarproduktie van circa 1500 woningen minimaal nodig.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang wordt een aantal van 125 woningen opgegeven door de promotor. Dit is tevens de minimale seriegrootte.

6.5 *Ontwikkelingen*
Men streeft naar de ontwikkeling van grotere elementen om te komen tot een zinvolle combinatie van gietbouw en montagebouw met grote elementen. Gezocht wordt naar een rationeler vorm van afbouw. Ten aanzien van de toegepaste kozijnen denkt men aan kunststofkozijnen.

7 Organisatiestructuur

Als hoofdaannemer treedt EBA altijd op, of wel een licentiehouder (A. Slokker N.V. Bouw- en Aannemingsbedrijf, Huizen N.H.; N.V. Alphense Bouwcombinatie, Alphen aan den Rijn etc.).
Met de architectenbureaus Zanstra c.s., Imken en Van Wijk bestaat een vorm van samenwerking, maar ook met andere bureaus kan worden samengewerkt. Met onderaannemers bestaan geen vaste relaties. Wel bestaat er een dochteronderneming die zich in de elektriciteitssector beweegt.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het EBA-systeem bestaat veel ervaring, met name in de sociale woningbouw.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De promotor geeft het volgende op voor toepassingen in de hoogbouwsector:

Bouwhoogte: optimum 1 laag op onderhuis
minimum 3 lagen op onderhuis
maximum 13 lagen op onderhuis
Bloklengte: optimum 15 woningen en meer
minimum 12 woningen of 2 × 7 woningen.

9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem EBA-Gietbouw*. Rotterdam, 1964.

Stichting Ratiobouw. *EBA-Gietbouwsysteem, EBA N.V., Amstelveen*. Rotterdam, 1963.

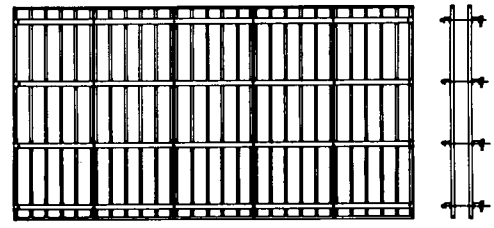
Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem EBA-gietbouw*. Rotterdam, 1968.

Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake de bestede manuren bij de bouw van 144 flatwoningen in de gemeente Breukelen, uitgebracht aan A. Slokker N.V. Bouw- en Aannemingsbedrijf, Huizen*. 12-8-1965.

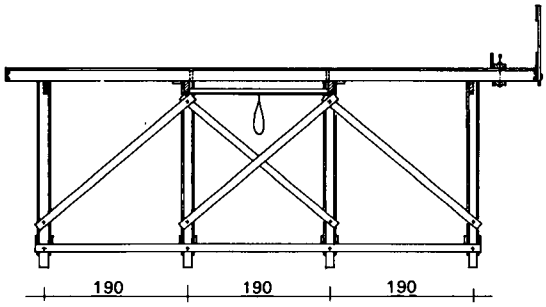
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake de bestede manuren bij de bouw van 270 flatwoningen in de gemeente De Bilt, uitgebracht aan A. Slokker N.V. Bouw- en Aannemingsbedrijf, Huizen*. 23 maart 1965.

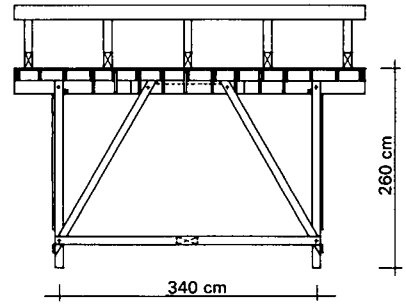
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. en Bureau Bakkenis, Spits & Co. *Rapport inzake de bestede uren bij de bouw van 668 woningen in de gemeente Alphen aan den Rijn*. augustus 1966.

Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake 432 galerij-etagewoningen in het uitbreidingsplan Bankres-Kostverloren, uitgebracht aan A. Slokker N.V., Bouw- en Aannemingsbedrijf Huizen N.H.* 28-12-1964.



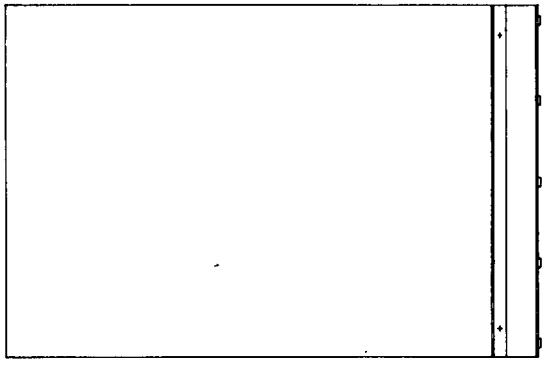
WANDBEKISTING





zij-aanzicht

houten onderstel en opbouw



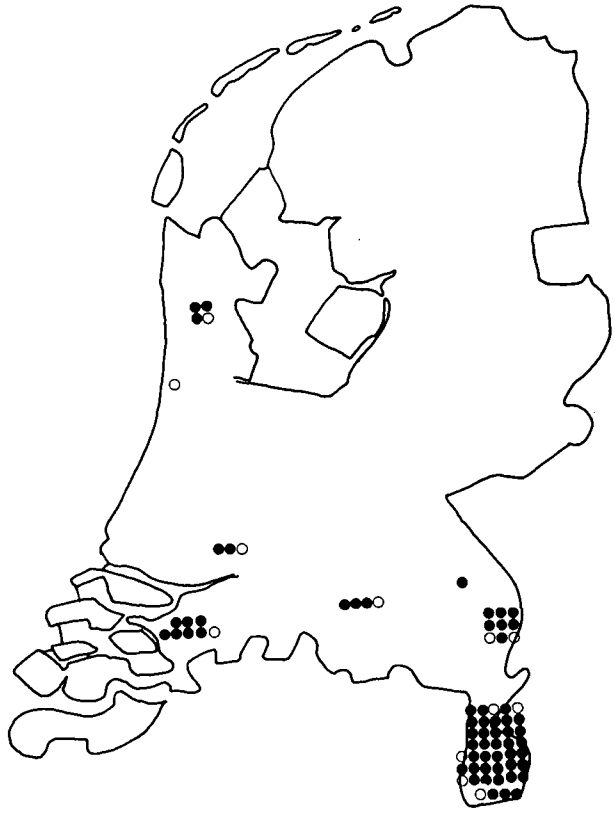
bovenaanzicht

TAFELBEKISTING

11.10 Wilma II

Promotor: Wilma Aannemingsmaatschappij N.V.
Van Berlostraat 26, Weert.
Tel. (04950) 38 51.

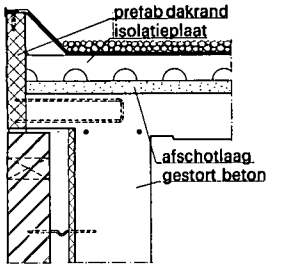
Attest: 1968

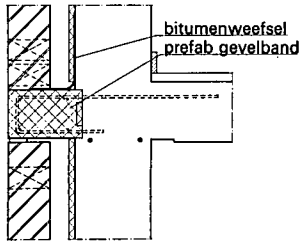


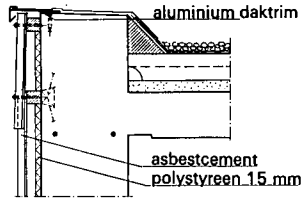
Voorbeeldproject

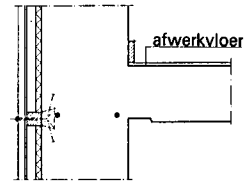
360 galerijwoningen (premie) in plan Vaartbroek te Eindhoven.
Opdrachtgever: Nationale Nederlanden N.V.
Architect: ir. K. F. G. Spruit te Haarlem.
Uitvoerend bouwbedrijf: Wilma Aannemingsmaatschappij N.V.

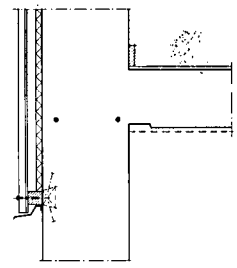
Wilma II

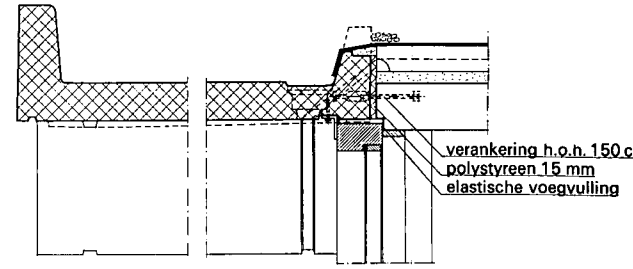

prefab dakrand
isolatieplaat
afschotlaag
gestort beton

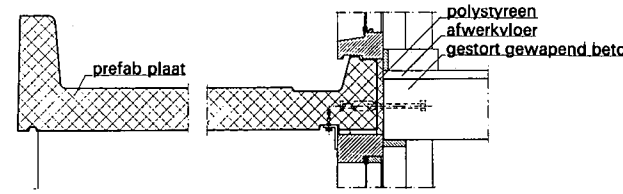

bitumenweefsel
prefab gevelband

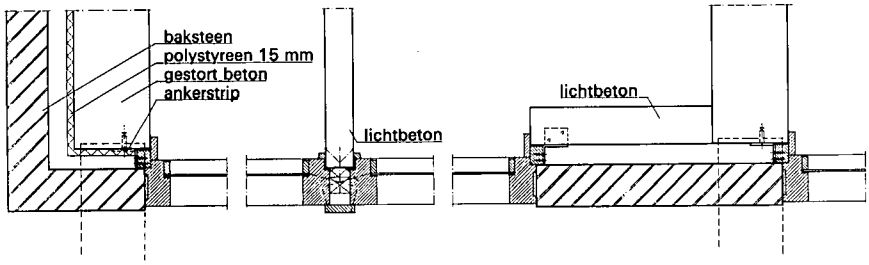

aluminium daktrim
asbestcement
polystyreen 15 mm

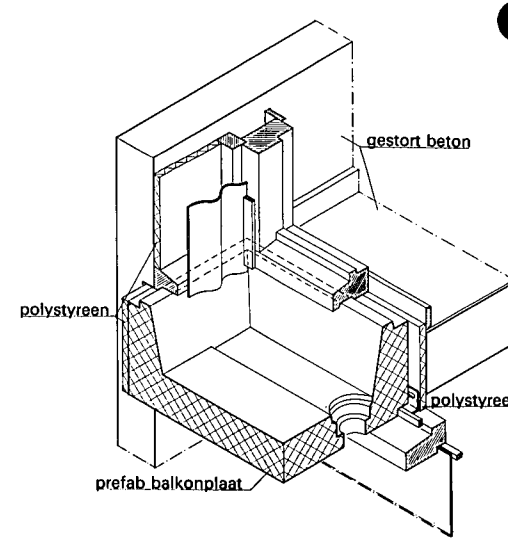

afwerkvloer

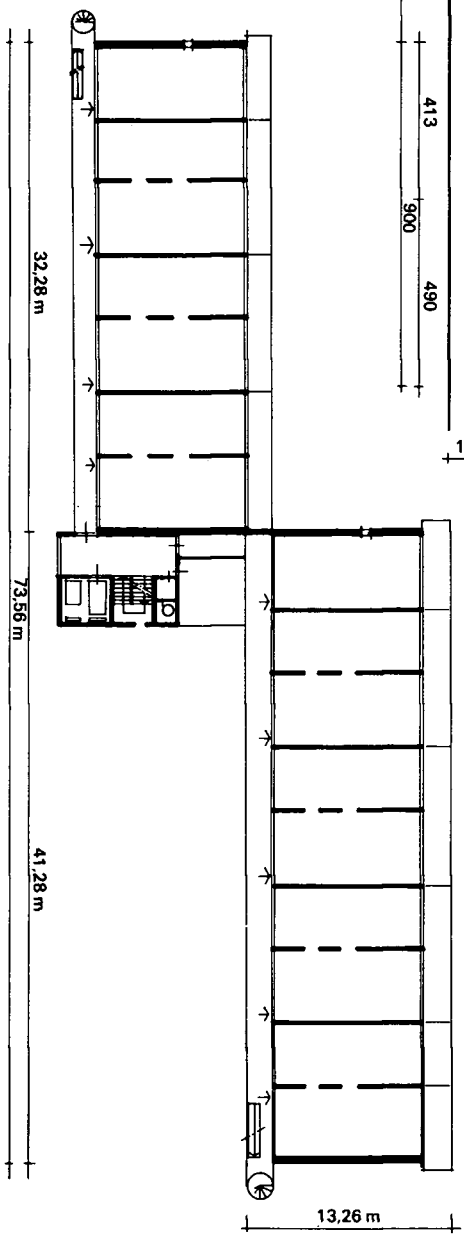


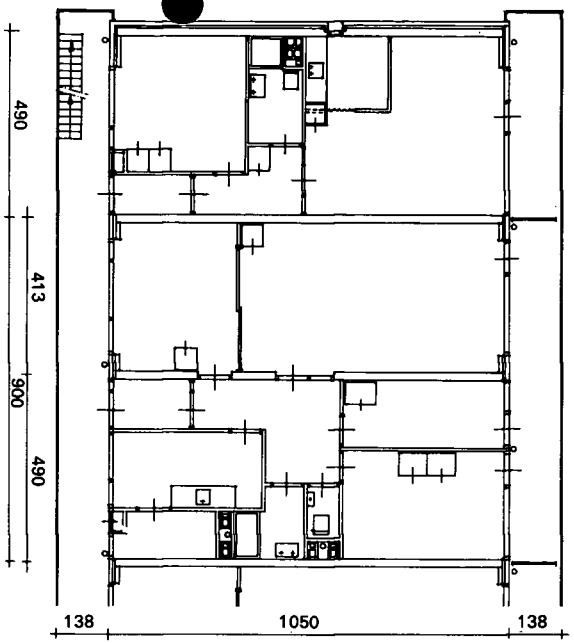

verankering h.o.h. 150 cm
polystyreen 15 mm
elastische voegvulling

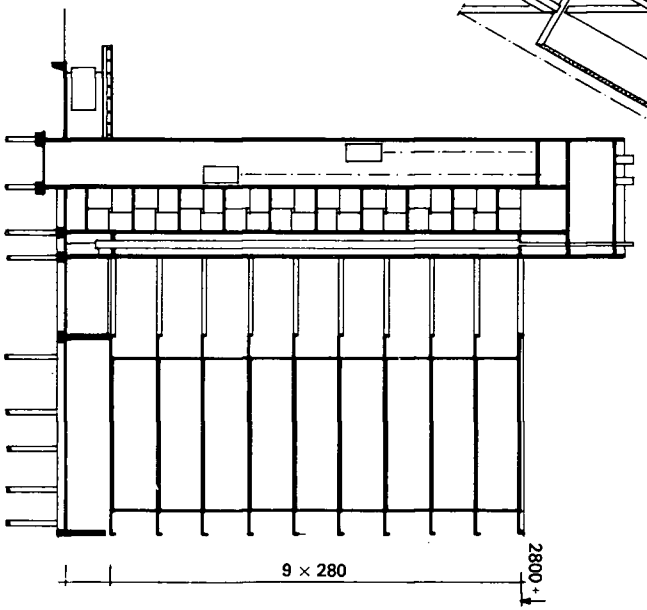

prefab plaat
polystyreen
afwerkvloer
gestort gewapend beton

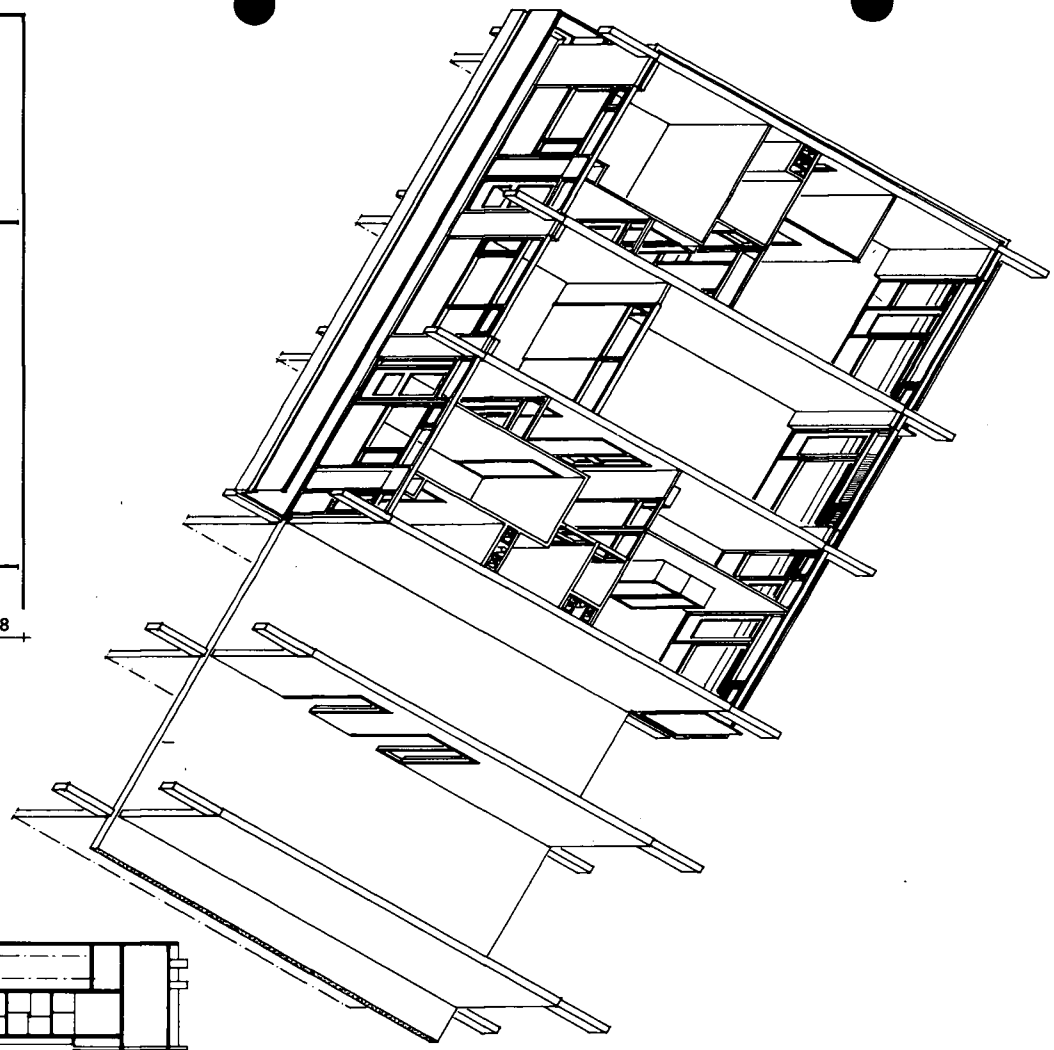

baksteen
polystyreen 15 mm
gestort beton
ankerstrip
lichtbeton
lichtbeton


gestort beton
polystyreen
polystyreen
prefab balkonplaat


32,28 m
73,56 m
41,28 m
13,26 m


490
413
900
490
138
1050
138


9 × 280
2800



1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor laag-, middelhoog- en hoogbouw waarbij de draagwanden in een stalen bekisting en de vloeren op een houten bekisting met stalen onderstel worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton. Als alternatief worden halve tunnelelementen gebruikt als bekisting voor de wanden en vloeren.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton. De dikte van de woningscheidende wanden is 18 of 23 cm, van de binnenwanden minimaal 18 cm en van de binnenspouwwanden 10, 18 of 23 cm.
Bij toepassing van een pannendak worden de wanden in de kapruimte doorgezet in gietbeton dan wel in traditioneel metselwerk.

2.1.2 *Gevels*

Eindgevels worden uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van grindbeton, aan de spouwzijde bekleed met polystyreenschuim, dik 1,5 cm, en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk, onderling gekoppeld door spouwankers Ø 4, 4 stuks per m².
Het buitenspouwblad wordt, waar nodig, gedragen door een al dan niet geprefabriceerde betonnen gevelband, gedilateerd op afstanden van max. 2.00 m.
Het buitenspouwblad kan eventueel worden vervangen door asbestcementplaten – dan wel een ander weerbestendig plaatmateriaal – die via horizontale of verticale regels aan het binnenspouwblad worden bevestigd.
Langsgevels worden samengesteld uit maximaal verdiepinghoge pui-elementen, al dan niet in combinatie met penanten en/of borstweringen, samengesteld uit – van binnen naar buiten – 7,5 cm dikke panelen van gasbeton, breed 60 cm, 2 of 2,5 cm polystyreenschuim, een zwak met buitenlucht geventileerde spouw en een buitenbekleding, opgenomen in de pui-elementen, van asbestcementplaat dan wel een ander weerbestendig plaatmateriaal.
Tussen de pui-elementen, met een breedte overeenkomend met de afstand tussen de dwarswanden wordt op de koppen van de wanden steenwolplaat of iets dergelijks aangebracht en afgedekt met weerbestendig plaatmateriaal of iets dergelijks. Als alternatief kunnen de penanten en borstweringen als spouwwand in traditioneel metselwerk worden uitgevoerd, met een spouw van ten minste 5 cm en een koppeling van beide spouwbladen met spouwankers Ø 4, 4 stuks per m². Eventueel wordt het binnenspouwblad, na vlakke afwerking, bekleed met polystyreenschuim, dik 1,5 cm, dan wel uitgevoerd in bijv. gasbeton.
Bij *vlakke gevels* worden geprefabriceerde betonnen gevelbanden toegepast met een lengte van maximaal 4,00 m.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

Separatiewanden worden samengesteld uit goedgekeurde lichte wandelementen volgens een geldig kenmerkblad.

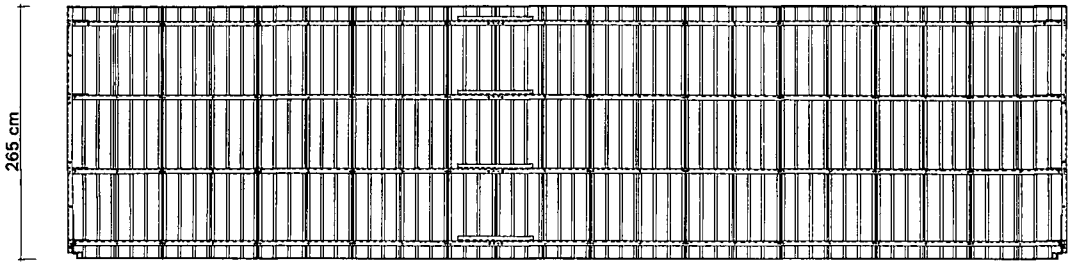
2.1.4 *Vloeren e.d.*

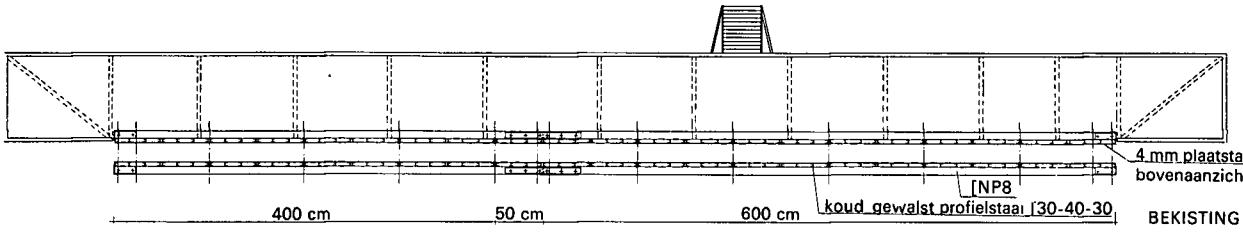
De vloeren, inclusief dak- of zoldervloer, bestaan uit in het werk gestort gewapend grindbeton, dan wel een goedgekeurde systeemvloer, type Filigran, volgens een geldig modelblad behorende bij het systeem.
Zij hebben een dikte van ten minste 15 cm, de dakvloer heeft een minimumdikte van 12 cm.
Galerijen en balkons e.d. worden geprefabriceerd van gewapend grindbeton en via stroken drukvilt opgelegd op al dan niet geprefabriceerde consoles die zijn opgenomen in de gietbetonnen dwarswanden; de galerijplaten worden bij elke console gedilateerd en van de vloer gescheiden door een plaat polystyreenschuim, dik 1,5 cm.
De dakranden bij platte daken worden uitgevoerd conform de gevelbanden bij langs- en eindgevels.
Bij *platte daken* worden de dakvloeren voorzien van kanaalplaten, dik 7 of 9 cm, dan wel een andere goedgekeurde dakisolatie, aangebracht op een afschotlaag – eventueel van perlite-beton met een minimumdikte van 3 cm – en afgedekt met een bitumineuze dakbedekking.
Bij een *pannendak* wordt het dakbeschot op traditionele wijze uitgevoerd in hout dan wel gevormd door goedgekeurde dakplaten volgens een geldig certificaat, zo nodig in combinatie met een extra warmte-isolerende laag met een totale warmteweerstand voor het dakbeschot, inclusief eventuele warmte-isolerende laag, van min. 0,40 of 0,60 m²h°C/kcal bij een onbewoonbare kapruimte en min. 0,50 of 0,70 m²h°C/kcal bij twee bouwlagen met een bewoonbare kapruimte.

2.2 *Uitvoering*

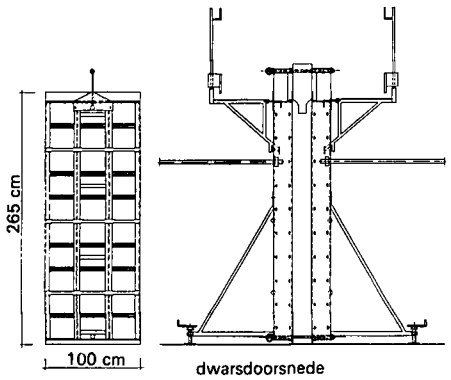
Voor de wandbekisting worden uit panelen samengestelde stalen mallen volgens het systeem Bâtimetal o.d. toegepast met een hoogte gelijk aan de verdiepingshoogte en een lengte gelijk aan de hele of halve gebouwdiepte.
Als vloerbekisting wordt een verplaatsbare tafelbekisting toegepast van vertrekbreedte en een lengte gelijk aan de halve gebouwdiepte; de vloer van de bekisting is samengesteld uit platen betontriplex.
Als alternatief worden halve tunnelelementen gebruikt als bekisting voor wanden en vloeren.
De bekisting van de wanden en vloeren wordt verdiepingsgewijs gesteld. De galerij- en balkonplaten worden op de consoles gelegd vóór het storten van de aangrenzende vloeren en dienen als randbekisting.
Hierna worden gevels, dakafwerking en separatiewanden aangebracht, waarna verdere afwerking volgt.
Bij langsgevels worden daarbij achtereenvolgens de galerijplaten, de houten pui-elementen en de eventuele borstwering c.q. penantconstructie aangebracht.
De galerijen worden aan de achtergelegen vloer verankerd door schroefhulzen of stekeinden, 2 per plaat en h.o.h. 1,50 m, op 0,75 m afstand van het midden van de plaat. De zijkanten van de loggiaplaten worden ingekast in de gietbetonnen dwarswanden.
De pui-elementen worden aan de bovenzijde zijdelings bevestigd aan de draagconstructie – met tussenvoeging van een elastische kunststofstrip met hoekijzers h.o.h. 1,50 m respectievelijk klemstrippen of hoekijzers h.o.h. 1,00 m; aan de onderzijde wordt het kozijn gesteld en aan de draagconstructie verankerd met hoekijzers h.o.h. 1,50 m.
Bij een uitvoering met penanten en borstweringen in traditioneel metselwerk wordt het pui-element zijdelings verankerd in het buitenspouwblad met kozijnankers Ø 6, en aan het binnenspouwblad verankerd door middel van strip- of hoekijzers, h.o.h. maximaal 100 cm.
De verankering van de gevelbanden en dakrandelementen geschiedt door stekeinden of schroefhulzen.
Separatiewanden, samengesteld uit lichte wandelementen sluiten aan op de wanden en/of plafonds conform de op het kenmerkblad aangegeven wijze.
De uitvoering van een wand verloopt in de volgende fasen:

Wilma II

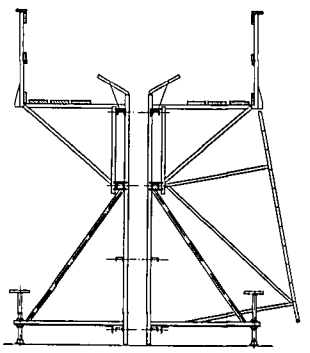




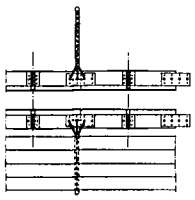
BEKISTING systeem Geil-steel



dwarsdoorsnede

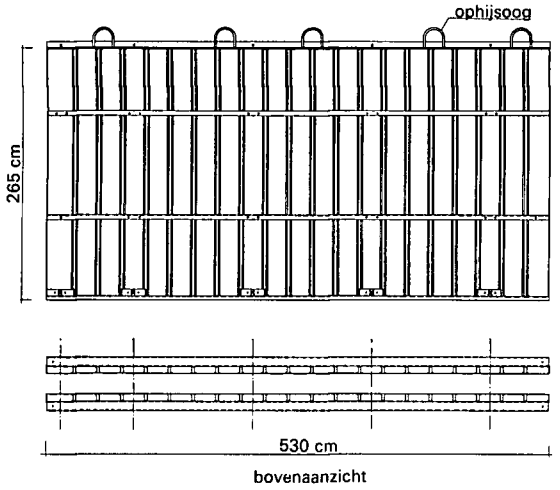


dwarsdoorsnede

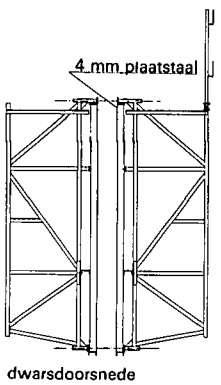


bovenaanzicht

BEKISTING systeem Noë-massiv



bovenaanzicht



dwarsdoorsnede

BEKISTING systeem Betonmat
Etais-coffrages

1 Wiggen en pennen lossen.
Draden elektriciteitsleidingen losknippen.
Schroeven en spijkers uit klossen verwijderen.
Kopschotten wegnemen.
Steunberen losdraaien.

2 Wandschotten aan- en afpikken, transport.
Eerste schot te lood op plaats stellen.
Tweede schot plaatsen op circa 1,50 m van plaats.

3 Maatvoering.

4 Schoonmaken, oliën (schot 1 en 2).
Elektriciteitsleidingen en wapeningstaven aanbrengen (schot 1).
Klossen, ankers, kozijnen aanbrengen (schot 1).
Pennen insteken (schot 1).
Kopschotten in pennen hangen.

5 Tweede schot bijschuiven, wand sluiten.
Consoles plaatsen en uitrichten.
Schotten recht; pennen doorschuiven en wiggen (schot 2).
Schotten uitrichten; zuiver op maat stellen.

6 Storten en verdichten.

7 Verharden gedurende 16 uur.

De uitvoering van een vloer verloopt in de volgende fasen:

1 Tafels laten zakken met behulp van schroefstempels.

2 Tafels transporteren met behulp van haak.

3 Tafels voorlopig op hoogte stellen.

4 Tafels aan de draad brengen.

5 Tafels definitief op hoogte stellen.

6 Spijkervrij maken van randstroken en tafelranden.
Tafels schoonvegen.
Randstroken en waterhollatten aanbrengen.
Galerij- en balkonranden stellen, uitrichten, vastzetten.
Galerij- en balkonplaten stellen, uitrichten, vastzetten.
Sparingen aanbrengen.
Oliën.

7 Klossen, leidingen etc. worden aangebracht.

8 Storten en verdichten.

9 Verharden gedurende 1 week.

2.3 *Materialen*
Het toegepaste grindbeton is van de betonkwaliteit K 160 volgens NEN 1009 (G.B.V. 1962), met dien verstande dat voor het ongewapende grindbeton van de wanden het cementgehalte ten minste 275 kg/m³ bedraagt.
Voor woningscheidende wanden met een dikte van 23 cm bedraagt het volumegewicht van het beton na droging tot een constant gewicht ten minste 2350 kg/m³.
Het polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³; voor de verlijming hiervan tegen het beton of metselwerk wordt een waterbitumenemulsie of iets dergelijks toegepast.
Het perlite-beton, eventueel toegepast als afschotlaag op het platte dak heeft een volumegewicht van ten hoogste 500 kg/m³.
De toegepaste gasbetonpanelen hebben een druksterkte van minimaal 50 kg/cm² en een maximaal volumegewicht van 700 kg/m³. De kanaalplaten hebben een volumegewicht van circa 500 kg/m³.
Als elastische voegband tussen de gevelelementen wordt aan de buitenzijde bijv. Etampont en aan de binnenzijde bijv. Airex toegepast.
Het gewicht van een woning is te stellen op circa 80 ton

vloer	40 ton
wand	2 × 13 ton
balkons en galerijen	8 ton
	74 ton

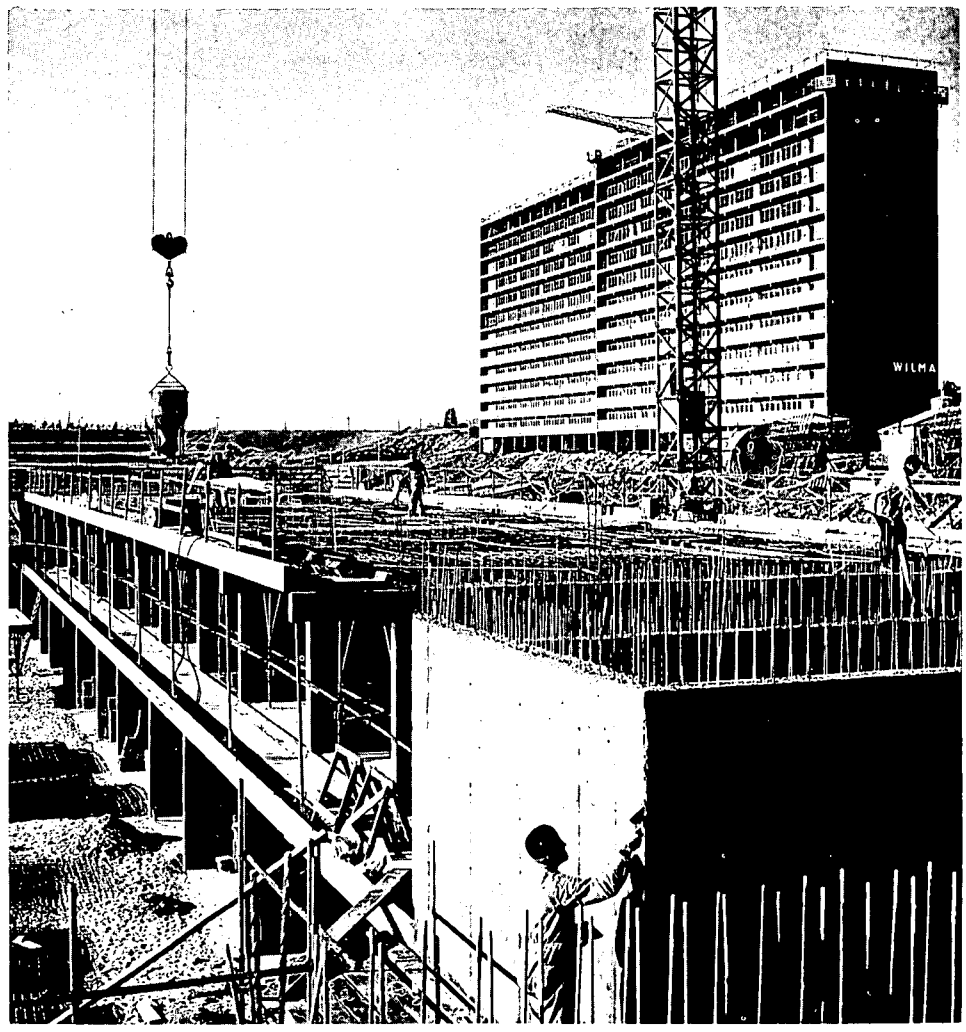
2.4 *Afwerking*
De wanden en plafonds worden zonder voorafgaande bepleistering op de gebruikelijke wijze afgewerkt.

In natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van de naden, waterdicht afgewerkt.
Vloeren worden afgewerkt met een afwerklaag met voldoende isolerende werking met betrekking tot contactgeluid- en/of warmte-isolatie.

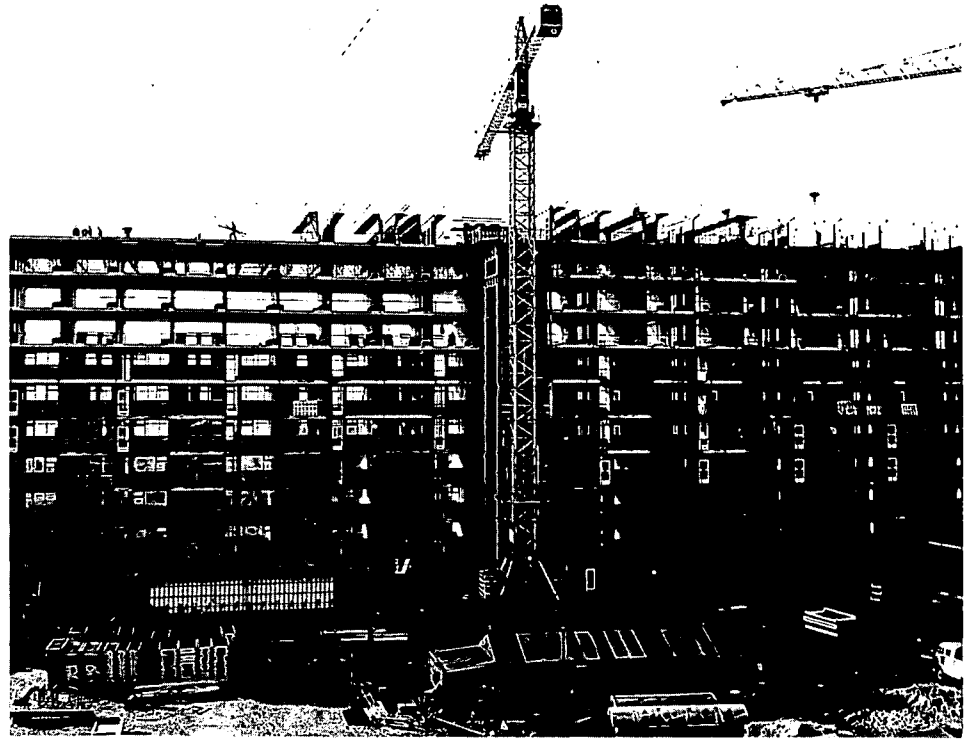
3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische isolatie*
Volgens normblad NEN 1068 kunnen voor de verschillende onderdelen de volgende warmteweerstanden en bijbehorende thermische kwaliteitsklasse worden bepaald:

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels		
– met een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk en een bekleding van het binnenspouwblad met 1,5 cm polystyreenschuim	ca. 0,90	voldoende
– met een buitenbekleding van weerbestendig plaatmateriaal en een bekleding van het binnenspouwblad met:		
• 1,5 cm polystyreenschuim	ca. 0,60	matig
• 2,5 cm polystyreenschuim	ca. 0,90	voldoende
Langsgevelpenanten en borstweringen met		
– een buitenbekleding van weerbestendig plaatmateriaal en een binnenblad van gasbeton, dik 7,5 cm, voorzien van:		
• 2 cm polystyreenschuimplaat	ca. 1,05	matig
• 2,5 cm polystyreenschuimplaat	ca. 1,20	voldoende
– buitenspouwblad van halfsteensbaksteenmetselwerk en binnenspouwblad van 7,5 cm gasbeton	ca. 0,75	matig
– 10 cm gasbeton	ca. 0,80	voldoende
–' buiten- en binnenspouwblad van metselwerk	ca. 0,50	matig
– idem, inclusief 1,5 cm polystyreenschuim aan-		



11.10.1 Galerijcomplex in aanbouw
(foto : Coppens, Eindhoven)



11.10.2 Overzicht van diverse bouwfasen in één complex
(foto : Coppens, Eindhoven)

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
gebracht tegen het binnenspouwblad	ca. 0,90	voldoende
Plat dak, afgedekt met		
– 7 cm dikke kanaal-platen	ca. 0,80	matig
– 9 cm dikke kanaal-platen	ca. 1,00	voldoende
– afschotlaag van perlite-beton, 3 cm dik, volumegewicht maximaal 500 kg/m³, en 7 cm kanaalplaten	ca. 1,00	voldoende
Pannendak, inclusief zoldervloer met dak-beschot inclusief eventuele extra warmte-isolerende laag van		
– R = 0,40	ca. 0,80	matig
– R = 0,60	ca. 1,00	voldoende
Pannendak, exclusief zoldervloer met dak-beschot inclusief even-tuele extra warmte-isolerende laag van		
– R = 0,50	ca. 0,80	matig
– R = 0,70	ca. 1,00	voldoende

Mede op grond van de toepassing van de centrale verwarming in elk gevelvertrek wordt het systeem geschikt geacht voor de bouw van woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig' of 'voldoende', mits de overige onderdelen voldoen aan de desbetreffende eisen volgens NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, de isolatie-indices voor luchtgeluid en de bijbehorende akoestische kwaliteitsklasse als volgt worden aangegeven:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden		
– 18 cm	0 dB	matig
– 23 cm	+ 3 dB	goed
Binnenwanden 18 cm	0 dB	goed
Vloer, zonder afwerklaag		
– dik 15 cm	+ 1 dB	matig
– dik 18 cm	+ 3 dB	goed

De isolatie-index voor contactgeluid van de vloerconstructie bedraagt —10 dB respectievelijk —6 dB.
Het systeem is dus geschikt voor de bouw van woningen van de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'goed' mits ten aanzien van de woningscheidende vloeren met betrekking tot de contact-geluidsisolatie de isolatie-indices worden opgevoerd tot ten minste 0 respectievelijk + 3 dB, hetgeen bijvoorbeeld te bereiken is door het aanbrengen van een zwevende dekvloer.
Tevens dient te worden voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar. Een kubusdruksterkte van ten minste 160 kg/cm² is vereist. Het gasbeton is spijkerbaar doch weinig spijkervast.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*
Ieder werk heeft een eigen betoncentrale. Geprefabriceerde betonwaren, zoals betontrappen, galerij- en betonplaten worden per auto aangevoerd, evenals de kozijnen. De kosten van het vervoer zijn opgenomen in deze bouwmaterialen. Het zwaarste prefab-element weegt 3 ton.

4.2 *Bij de uitvoering*
Bij de uitvoering wordt gebruik gemaakt van Potain-torenkranen (72 tonmeter, 40 m hoog), waarvan er tijdens de ruwbouwfase 1 of 2 (afhankelijk van de bloklengte) per blok worden gebruikt. Volgens het interne huurtarief van Wilma kost een kraan inclusief Bahout evenwichtshaak *f* 900,— per week (zonder spoor, zonder machinist). Voor de wanden worden 6 stalen wandpanelen gebruikt. Voor het bekisten van de vloeren wordt een set tafels toegepast voor een gehele verdieping De wandkist kost *f* 120,— per m² (inclusief steigers, pennen e.d.); de tafelbekisting kost *f* 60,— per m² all in.
De Potain-kranen kosten *f* 130.000,— per stuk; de 'taartschep' waarmee de bekisting wordt gehanteerd *f* 5.000,—. De N.V. Wilma beschikt ten behoeve van het systeem over 12 kranen.
De betonmolen (Elba) die wordt gebruikt, kost *f* 64.000,— inclusief 2 silo's, schraper en afweeginstallatie. Het betontreintje waarmee het beton op de bouwplaats wordt getransporteerd, kost *f* 9.000,—.
Van een werk zijn de vaste lasten (staf, keten, materieel) te stellen op *f* 10.000,— per week.

Voor de wand worden 3 soorten bekisting gebruikt (alle van staal):

a Gell-steelform (Zweeds): lichte kist, welke met 4 centerpennen wordt gesteld (met handkracht te stellen). Hiervan heeft men 173 m¹ (4 mm, nieuw) + 434 m¹ (3 mm, oud) = 607 m¹;

b Noë-bekisting: stabielere kist, welke met 2 centerpennen wordt gesteld (met koevoet bij te stellen). Hiervan heeft men slechts 67 m¹;

c Betonmat-bekisting: zeer zware kist die alleen met behulp van een kraan kan worden gesteld. Hiervan heeft men 217 m¹ in totaal.
De eerste soort is nu circa 250 maal gebruikt, Noë circa 200 maal; met Betonmat is nog weinig ervaring opgedaan. De bekisting is wel gereviseerd, maar nog lang niet geheel verbruikt. Het betontriplex van de vloerkisten kan circa 16 maal mee.

d Outinord-bekisting: halve tunnelelementen (circa 580 m²).

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Een stortploeg bestaat uit 6 à 7 man:
1 machinist van locomotief betontreintje
1 molenbaas
1 kraanmachinist
2 man extra bij het storten der wanden
2 man extra bij het storten der vloeren
Per werk zijn er 1 uitvoerder en 2 hulpuitvoerders.
Per m³ besteedt de stortploeg 0,7 manuur.

5.2 *Manuren op de bouwplaats*
Volgens nacalculatiegegevens van 608 woningen te Blerick (woningen gemiddeld 413,58 m³), verstrekt door de promotor, worden per woning de volgende manuren besteed:

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*
Fundering en onderbouw	
uitzetten[1]	0,9
heiwerk[2]	5,6
grondwerk[3]	10,7
bekisten fundering[4]	9,2
bekisten garagewanden en -dek	7,9
storten t/m garagedek	6,1
vlechtwerk t/m garagedek	11,1
totaal fundering en onderbouw	51,5
ruwbouw woonlagen	
bekisten wanden	33,0
bekisten vloeren	31,4
wapening wanden en vloeren	16,7
storten wanden en vloeren	28,8
totaal ruwbouw woonlagen	109,9
Afwerking ruwbouw	
stellen[5]	6,4
scheidingswanden[6]	22,5
metselwerk[5]	11,4
steigerwerk[7]	1,2
narooien	21,5
dakbedekking	4,0
vochtwering	1,6
totaal afwerking ruwbouw	68,6
Afwerking woningen	
aftimmeren[8]	84,7
glaszetten	5,0
cementdekvloeren	21,4
gullspacken[9]	37,8
tegelzetten[10]	2,5
schilderen	79,3
muroplast	2,1
vloerbedekking	5,9
narooien voor eerste oplevering	5,5
poetsen woningen	6,9
lift compleet	12,0
betontrappen stellen	2,4
hekwerken	3,5
muurverf op beton	6,0
loodgieter	32,1
elektricien	23,2
totaal afwerking woningen	330,3
algemeen	
accommodatie	21,5
aan- en afvoer	14,3
opruimen terrein	8,8
kraanbediening	17,4
verletbestrijding	1,9
maken betonelementen	0,7
hulpverlening aan derden	7,1
totaal algemeen	71,7
totaal-generaal (ongecorrigeerd)	632,0

1 Voor bouwput, grondverbetering, heien en fundering.
2 Inclusief op- en afbreken heistelling en koppen snellen.
3 Bouwput, grondverbetering, funderingsleuven, egaliseren.
4 Inclusief maken.
5 Voor woningen, garages, bovendaks, liftschacht, ventilatiekanalen.
6 Stellen en onderstoppen, passtukken zagen.
7 Bouwen, slopen voor trappehuispui.
8 Stellen, pasmaken, afhangen en afmonteren van puien, ramen, deuren, vaste en losse kasten, aanrechten, plinten, lijstwerk, douchebakken en entree blok.
9 Inwassen, plamuren, witten, structuren.
10 Uitsluitend plakken.

algemeen
– alle werkzaamheden zijn inclusief vooropperen, en werkruimte na gereedkomen schoon achterlaten.
– *bekisten is altijd:* slopen, transport, schoonmaken, stellen, sparingen, stellen, oliën.
– bekisten wanden is inclusief: elektrische buizen en dozen bevestigen, kozijnen in de wand stellen, kist repareren.
– bekisten vloeren is inclusief: beton-(wapening)blokjes aanbrengen, vooropperen van trappen, shunt-elementen, scheidingswanden, veiligheidshekken aanbrengen, kist repareren.
– storten is inclusief: stortklaar maken, onderhoud molen en schraper en locomotief, natspuiten vloeren, na ontkisten vloeren en wanden gaten vullen, betontranen afstoten, verstoppingen herstellen, naden glad schuren.
Als efficiencybureau wordt de Stichting Ratiobouw ingeschakeld.

5.3 *Verlet*
Geen bijzonderheden.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie van het systeem*
Het systeem is ontstaan in 1960. Wilma II produceert sinds 1963. Tot 1-1-1968 zijn 1876 woningen in dit systeem opgeleverd. In 1966 verscheen het eerste attest van het systeem; in 1968 maakte dit plaats voor een tweede attest.

6.2 *Produktie-omvang*
De volgende tabel geeft eeń beeld van de produktie-omvang:

per	*aantal opgeleverde woningen voorafgaande jaar*	*totaal*
1-1-1966	0	0
1-1-1967	412	412
1-1-1968	1464	1876

Een gespecificeerd overzicht van alle Wilma II-projecten tot nu toe geeft het volgende schema:

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*finan-cierings-sector*	*gunnings-datum*
Kerkrade	400	Ons Limburg	w.w.	1- 6-'64
Heerlen	400	Ons Limburg	w.w.	17- 9-'64
Venlo	608	Ons Limburg	w.w.	24-10-'65
Kerkrade	400	Ons Limburg	w.w.	28- 9-'65
Schaesberg	400	Ons Limburg	w.w.	1- 7-'65
Hoensbroek	209	Ons Limburg	w.w.	11-11-'66
Eindhoven	360	Ir. Spruit	pr.	25- 3-'68
Heerlen	1407	Ons Limburg	w.w.	19- 9-'66
Venlo	126	Kurvers	pr.	12- 8-'68
Vaals	220	Ons Limburg	w.w.	17-10-'66
Venray	100	P. W. Lerou	w.w.	25- 9-'67
Bergen op Zoom	720	Snelder	w.w.	11- 9-'67
Maastricht	112	Arch. Werkgroep HBO BNA, Maastricht	w.w	4-11-'68
Haarlem	96	Zanstra	w.w.	2- 9-'68
Hoensbroek	163	Ons Limburg	w.w.	Moet nog starten
IJsselmonde	216	Nationale Woningraad	pr.	15- 1-'69
Alkmaar	360 (bejaarden)	Bouwfonds Nederlandse Gemeenten	pr.	Moet nog starten

In alle gevallen treedt de N.V. Wilma op als uitvoerend bouwbedrijf.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
In de ruwbouwfase worden 3 woningen per dag gerealiseerd. Per week kunnen – per blok – derhalve 15 woningen worden voltooid. Per stroom kunnen per jaar dus theoretisch 600 woningen worden opgeleverd.
De produktiecijfers in het systeem Wilma liggen per jaar op ongeveer 1200 per jaar, verdeeld over 3 stromen.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang en seriegrootte wordt een aantal van 70 woningen opgegeven. Een getal van 400 woningen wordt als een optimum beschouwd, waarboven weinig extra besparingen meer worden geboekt.

6.5 *Ontwikkelingen*
Het ligt in de bedoeling de produktie in de komende jaren meer op het westen te richten, waarbij het aantal produktiestromen zal worden verhoogd.
Gestreefd wordt, behalve naar een perfectionering van het huidige systeem, naar een systeem met gestorte wanden en een vloer van geprefabriceerde betonelementen.

7 Organisatiestructuur

N.V. Wilma treedt op als hoofdaannemer.
Soms bouwt de N.V. Wilma voor rekening van het zusterbedrijf N.V. Bema.
Regelmatig wordt ook gebouwd voor woningbouwverenigingen.
Toelevering van trappen, en geprefabriceerde galerij- en betonplaten geschiedt door de N.V. Wilma zelf, of door derden.
Met onderaannemers bestaan historische bindingen.
Met architecten bestaan geen vaste bindingen. Samengewerkt wordt o.a. met het Technisch Bureau van 'Ons Limburg', met architect Spruit te Haarlem, architect Snelder te Maastricht, architectenwerkgroep HBO-BNA te Maastricht, Zanstra c.s. te Amsterdam, Swinckels en Salemans te Maastricht, Lerou te Venray, Zuiderhoek te Baarn, Groosman te Rotterdam en sinds kort ook met het Technisch Bureau van de Nationale Woningraad.
Een jaarverslag van de N.V. Wilma kon niet ter inzage worden gegeven.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem Wilma bestaat een behoorlijke ervaring, vooral in de woningwetbouw.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De volgende gegevens werden door de promotor verstrekt.
a t.a.v. de bouwhoogte:
– optimum 12 hoog
– maximum 26 hoog
– minimum 2 hoog
b t.a.v. de bloklengte:
– optimum 12 woningen
– maximum 15 woningen
– minimum 6 woningen

8.3 *Ontwerp*
De promotor geeft de volgende richtlijnen:
a t.a.v. de traveematen:
– optimum 4 m
– maximum 6,60 m
– minimum 2,50 m
b t.a.v. de bouwmuurgaten:
– maximum 3 m (daarboven is een balk noodzakelijk)
– minimale penantlengte: 100 cm
c t.a.v. spiegelen van woningen ... liever woningen niet spiegelen.

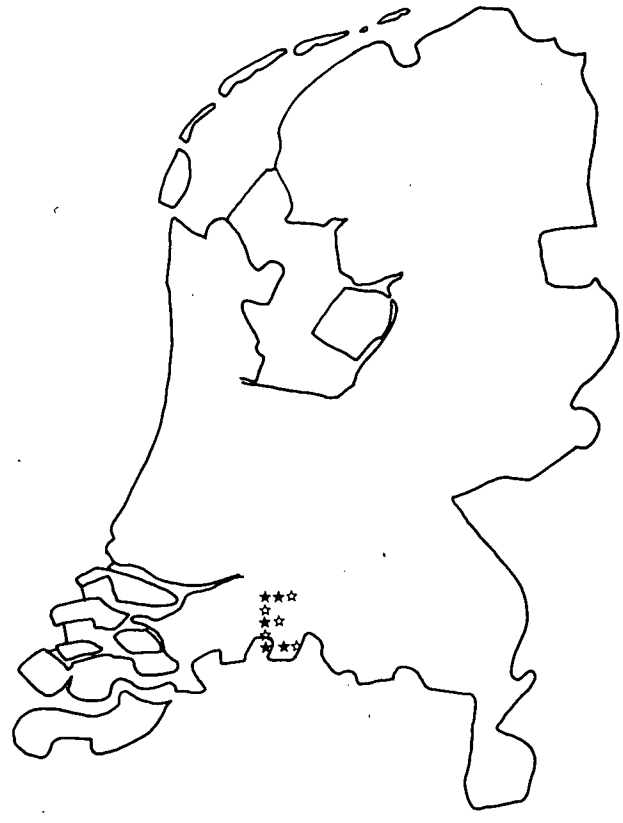
9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem Wilma II voor woningen*. Rotterdam, 1966.
Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem Wilma II voor woningbouw*. Rotterdam, 1968.

11.11 Breda

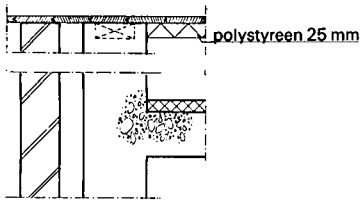
Promotor: Bouwmaatschappij 'Breda',
Nieuw Ginnekenstraat 45, Breda.
Tel. (01600) 4 79 42,

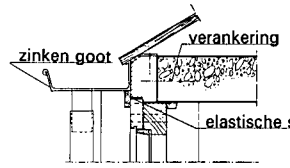
Attest: 1965

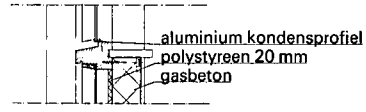


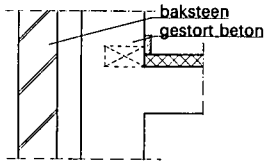
Voorbeeldproject

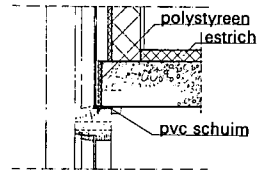
62 eengezinshuizen (premie) te Breda.
Opdrachtgever: Bouwmaatschappij Breda N.V.
Architect: Bouwmaatschappij Breda N.V.
Uitvoerend bouwbedrijf: Bouwmaatschappij Breda N.V.

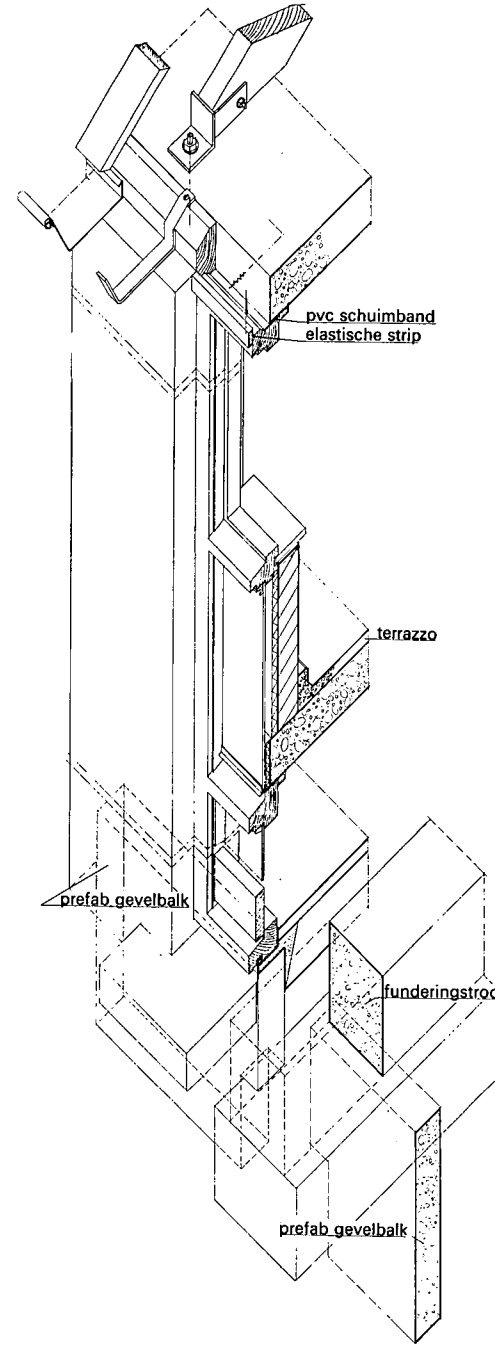

polystyreen 25 mm

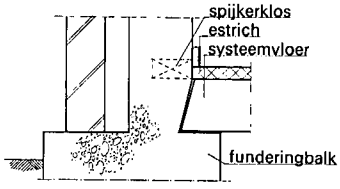

zinken goot
verankering
elastische strip

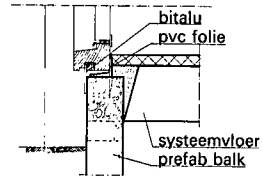

aluminium kondensprofiel
polystyreen 20 mm
gasbeton

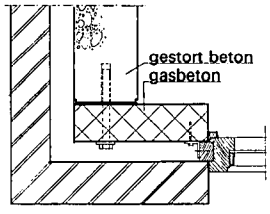

baksteen
gestort beton

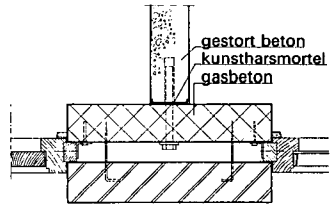

polystyreen
estrich
pvc schuim

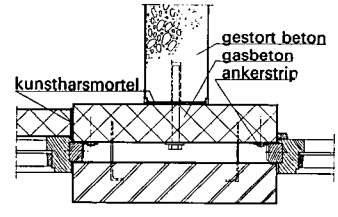

pvc schuimband
elastische strip
terrazzo
prefab gevelbalk
funderingstrook
prefab gevelbalk

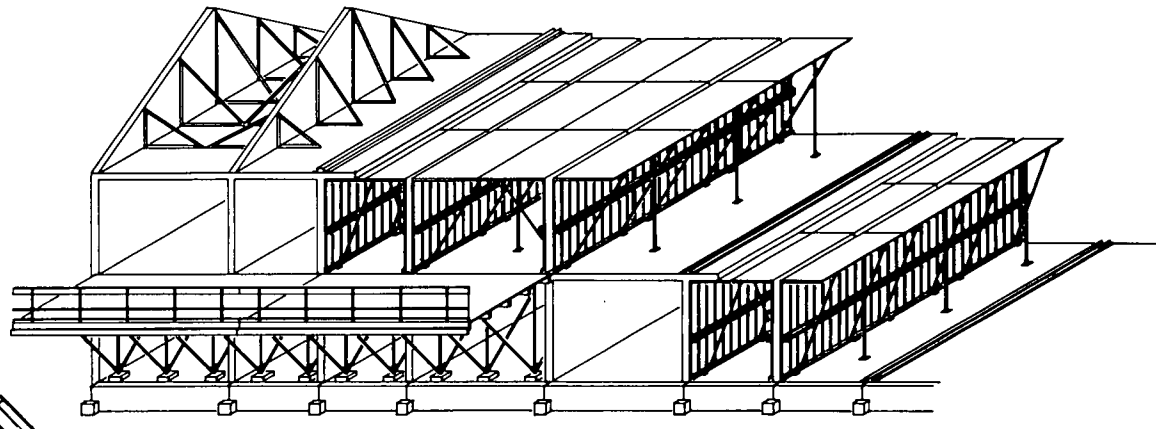

spijkerklos
estrich
systeemvloer
funderingbalk


bitalu
pvc folie
systeemvloer
prefab balk

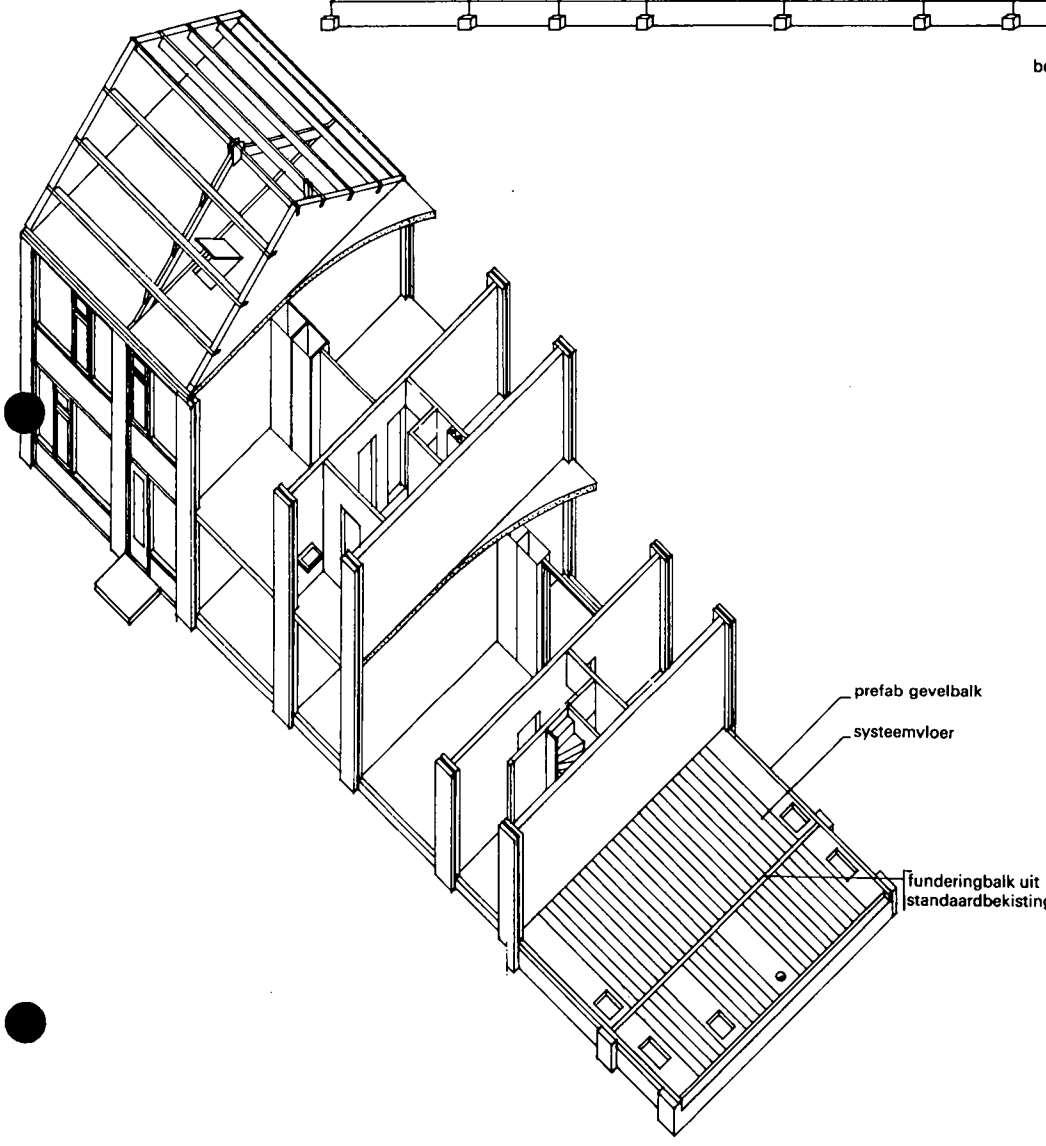

gestort beton
gasbeton

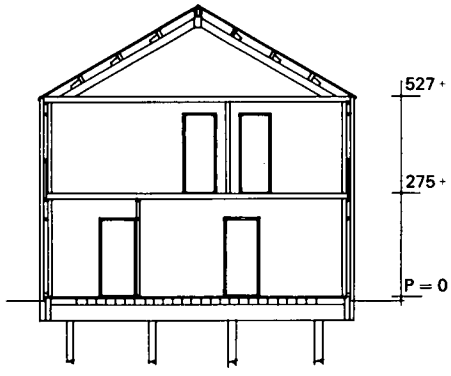

gestort beton
kunstharsmortel
gasbeton

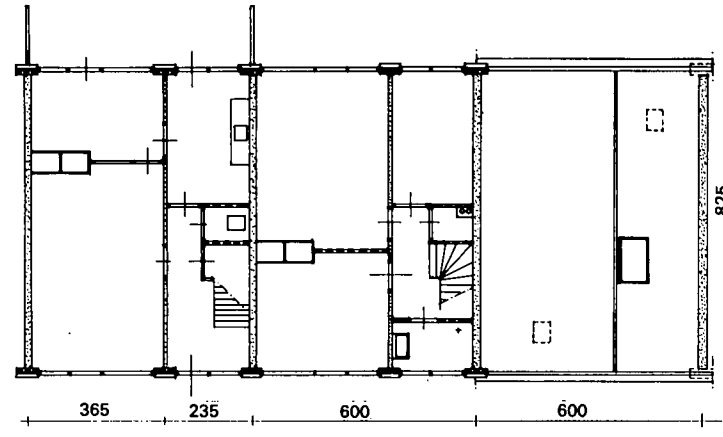

gestort beton
gasbeton
ankerstrip
kunstharsmortel



bekistingsprincipe







1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor laagbouw waarbij de draagwanden en de vloeren worden vervaardigd van grindbeton dat op het werk in een stalen tunnelbekisting wordt gestort.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden vervaardigd van in het werk gestort grindbeton. Perceelscheidende draagwanden hebben een dikte van 17 cm; de overige wanden hebben een dikte van 10 cm.
De voortzetting van de wanden in de kap wordt uitgevoerd in gietbeton of metselwerk, terwijl boven de binnenwanden ook een houten spant kan worden toegepast.

2.1.2 *Gevels*

De eindgevels worden uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van grindbeton en een buitenspouwblad van halfsteens baksteen-metselwerk, die door spouwankers Ø 4 onderling zijn verbonden.
De hartafstand van de ankers bedraagt in horizontale en in verticale richting circa 60 cm.
Tegen de buitenzijde van het binnenspouwblad wordt 1 cm polystyreenschuim aangebracht. De langsgevels worden uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van gasbeton en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk voor de penanten, en bijv. asbest-cementplaat voor de borstweringen. Het binnenspouwblad van de penanten bestaat uit een verdiepinghoog en 10 cm dik paneel van gasbeton, dat op de vloer rust en met bouten wordt verankerd aan de terugliggende dwarswanden, die daartoe van ingestorte schroefhulzen zijn voorzien. Het buitenspouwblad bestaat uit halfsteens baksteenmetselwerk, dat door spouwankers met het binnenspouwblad wordt verbonden.
Het binnenspouwblad van de borstweringen bestaat uit 7,5 cm gasbetonpaneel, dat op de vloer rust en met kunststofspecie aan de penanten wordt gelijmd. Aan de spouwzijde evenals op de vloerbeëindigingen, wordt een 2 cm dikke plaat polystyreenschuim aangebracht.
De montagepuien, waarvan de stijlen doorlopen, worden met hoekijzers aan de binnenspouwbladen bevestigd.
De tussen pui en begane-grondvloer overblijvende opening wordt met specie volgekauwd en afgeplakt met bitumenweefsel.
De pui van de verdieping wordt met draadnagels aan de muurplaat bevestigd.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

De niet-dragende wanden worden samengesteld uit gasbeton, dik 7 cm. De zijkanten en de bovenzijde van de wandjes passen in sponningen die in de grindbetonwand en het plafond worden uitgespaard.

2.1.4 *Vloeren e.d.*

De begane-grondvloer wordt uitgevoerd als betonnen systeemvloer volgens een geldig modelblad.

De verdieping- en zoldervloeren bestaan uit gewapend in het werk gestort grindbeton, in het algemeen 12 cm dik.
De zoldervloer wordt aan de langsgevels afgesloten met een daaraan verankerde houten muurplaat.
Daken worden traditioneel uitgevoerd als zadeldak, waarvan de eventuele spanten op de zoldervloer van grindbeton rusten en daaraan zijn verankerd. Het dakbeschot van een bewoonbare kapruimte wordt aan de onderzijde beplakt met $2^1/_2$ cm polystyreenschuim; dat van een niet-bewoonbare kapruimte met een 1 cm dikke laag.

2.2 *Uitvoering*

Voor de bekisting worden verplaatsbare stalen mallen toegepast van het type 'Outinord'. Deze mallen hebben een breedte van 2,50 m en bestaan uit een 2,60 m hoge wandbekisting met aansluitende vloerbekisting voor de halve overspanning van de vloer; voor de duur van het storten en verharden van het beton worden de mallen twee aan twee met elkaar verbonden tot drie scharnierportalen.
De fundering wordt in het algemeen uitgevoerd als een betonnen strokenfundering met gerationaliseerde bekisting in combinatie met daaraan verankerde vooraf vervaardigde betonnen gevelbalken. Hierop wordt de systeemvloer van de begane grond aangebracht, waarna de bekisting van een aantal begane-grondwanden en verdiepingvloeren wordt gesteld.
De verdiepingen worden op overeenkomstige wijze bekist. Na het ontkisten kunnen scheidingswanden, gevels en dak worden aangebracht.

2.3 *Materialen*

Het grindbeton voor ongewapende wanden heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement op 2 à 3 zand op 3 à 4 grind, en bezit een kubusdruksterkte na 28 dagen verharden van ten minste 150 kg/cm^2 en een volumegewicht van ten minste 2200 kg/m^3 na drogen tot constant gewicht. Het grindbeton van de vloeren heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement op 2 zand op 3 grind en bezit een kubusdruksterkte na 28 dagen verharden van ten minste 225 kg/cm^2 en een volumegewicht van ten minste 2300 kg/m^3 na drogen tot constant gewicht.
Het toegepaste polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 20 kg/m^3.

2.4 *Afwerking*

De wanden en plafonds worden zonder voorafgaande bepleistering op de gebruikelijke wijze afgewerkt. In natte ruimten worden wanden en vloeren met inbegrip van naden waterdicht afgewerkt.

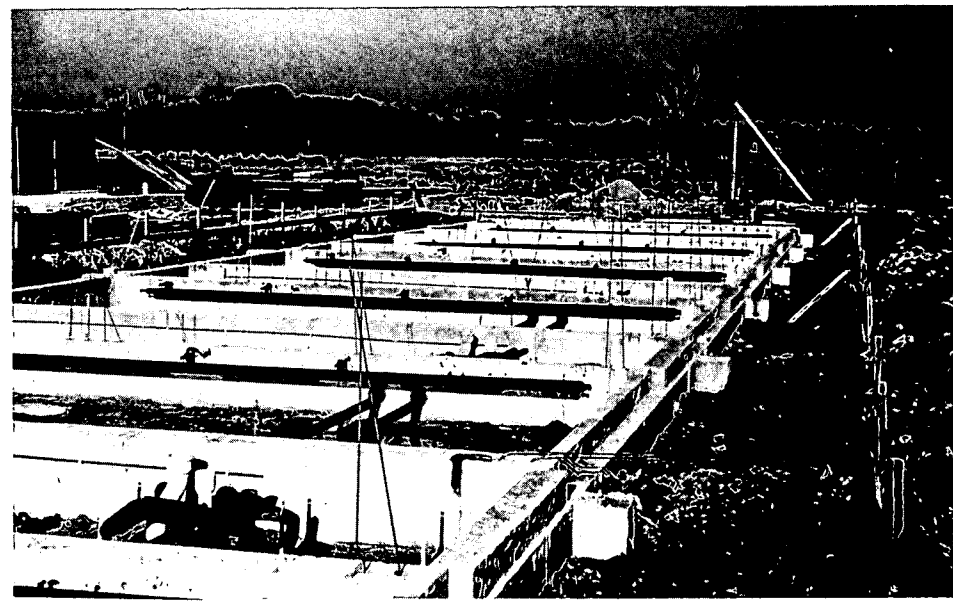
3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*

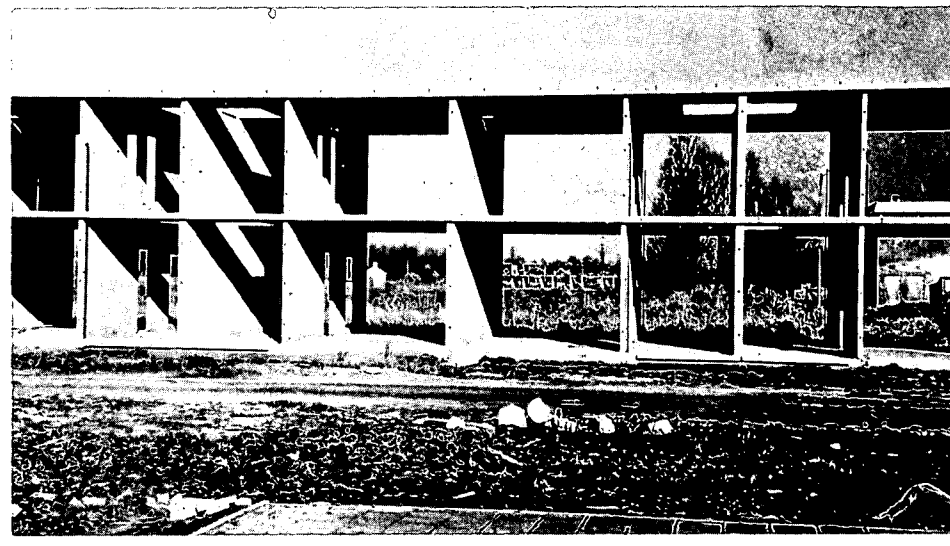
Volgens normblad NEN 1068 kunnen van de in onderstaande tabel genoemde onderdelen de R-waarden worden berekend en kan worden bepaald tot welke thermische kwaliteitsklassen deze onderdelen behoren.

onderdeel	*R-waarde in m^{2}h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
eindgevels	ca. 0,7	matig
langsgevels	ca. 1,0	matig
dak (met niet-bewoonbare kap)	ca. 0,9	matig
dak (met bewoonbare kap)	ca. 1,1	matig

Op grond van het bovenstaande kan het systeem worden toegepast voor de bouw van woningen van de thermische kwaliteitsklasse 'matig' volgens het normblad NEN 1068, mits aan de overige eisen van het normblad wordt voldaan.



11.11.1 De systeemfundering (foto : archief Bouwmij Breda)



11.11.2 De ruwbouw (foto : archief Bouwmij Breda)



11.11.3 Complex eengezinshuizen te Breda (foto : archief Bouwmij Breda)

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer dan normale flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen de isolatie-indices voor luchtgeluid tussen ruimten en de akoestische kwaliteitsklasse van deze ruimten, die worden gescheiden door de in het attest omschreven onderdelen, voor eengezinshuizen als volgt worden aangegeven.

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
woningscheidende wand (17 cm)	0 dB	matig
tussenwand (10 cm)	— 4 dB	goed
vloer (11 cm)	— 1 dB	goed

Op grond van het bovenstaande kan het systeem worden toegepast voor woningen van de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' volgens NEN 1070, mits aan de overige eisen van het normblad wordt voldaan.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar. Een kubusdruksterkte van ten minste 150 kg/cm^2 is vereist.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*
Het beton wordt in truckmixers aangevoerd. Bij een produktie van meer dan 7000 m^3 per jaar wordt betonbereiding op het werk lonend.

4.2 *Bij de uitvoering*
Gebruik wordt gemaakt van een 'Outinord'-bekisting, die per 700 woningen wordt afgeschreven. In totaal heeft het bedrijf circa *f* 300.000 geïnvesteerd in bekistingen. Het bedrijf beschikt over 4 lichte 'Wetzel'-kranen van 6 tonmeter.
Over de kosten en afschrijvingswijze van deze kranen kon geen informatie worden gegeven.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
De bezetting op de bouwplaats is gemiddeld als volgt:
30-35 bouwvaksjouwers
ca. 15 timmerlieden
ca. 12 schilders
ca. 6 c.v.-monteurs
ca. 6 loodgieters
6 stukadoors
4 tegelzetters
3 elektriciens
6 vloerenleggers, dakdekkers
4 grondwerkers en tegelleggers.
In de ruwbouw wordt gewerkt met twee ploegen van elk 9 man (kraanmachinisten inbegrepen).

5.2 *Manuren op de bouwplaats*
Volgens een rapport van de Stichting Ratiobouw vergde een complex van 254 eengezinshuizen te Breda per woning 865,10 manuren, of 2,49 manuren per m^3 (de woningen hadden inclusief berging een bruto-inhoud van 347 m^3). De bereikte arbeidsbesparing bedraagt 40,5% t.o.v. de in 1968 geldende norm.
De bouwtijd was ruim 2 jaar (december 1964–februari 1967).
De 254 eengezinshuizen zijn deels (192) in de woningwetsector, deels (62) in de premiesector gerealiseerd.
Op een totaal van 144.389 manuren kwamen er bij de arbeiders in dienst van de hoofdaannemer 7092 manuren (5%) niet-betaald verlet en 7805 manuren (5,4%) vorstverlet.
De uren kunnen als volgt worden gespecificeerd:

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
Fundering		
stelwerk fundering	1633	6,4
funderingsbalken	6426	25,3
begane-grondvloer	3750	14,7
grondwerk	1132	4,5
poeren	1079	4,3
totaal fundering	14020	55,2
Ruwbouw		
kim woonlaag	2036	8,0
bouwsysteem woonlaag	14367	56,6
kim slaaplaag	1450	5,7
bouwsysteem slaaplaag	14582	57,4
aanbrengen Siporex buiten	2905	11,4
stellen profielen	892	3,5
stellen kozijnen	3939	15,5
topgevel	5325	20,9
kapwerk	3337	13,2
metselen penanten en eindgevels	5632	22,2
schansmuur	1944	7,6
aanbrengen dakbeschot	4333	17,1
totaal ruwbouw	60742	239,1
Afwerking ruwbouw		
aanbrengen Siporex binnen	2568	10,1
trappen stellen	1833	7,2
sandwich-panelen	2432	9,6
totaal afwerking ruwbouw	6833	26,9
Afwerking woning		
deuren afhangen	1877	7,5
legkasten plaatsen	1207	4,7
aftimmeren	10921	43,0
keukeninrichting	1285	5,0
afrastering e.d.	828	3,3
totaal afwerking woning	16118	63,5
Bergingen		
fundering	3245	12,8
ruwbouw	7200	28,4
afwerking	3592	14,1
totaal bergingen	14037	55,3
Algemeen		
onderhoud materieel	2924	11,5
reparaties e.d.	779	3,0
verrekenbare hulp aan derden	1412	5,6
reparatiewerkzaamheden	18122	71,3
opruimen	11017	43,4
bouwplaatsinrichting	2851	11,2
transport, laden en lossen	11015	43,4
montage Outinord	808	3,2
kraanbaan leggen en opbreken	2564	10,1
kraan opzetten en afbreken	642	2,5

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
niet-verrekenbare hulp aan derden	1798	7,1
totaal algemeen	53932	212,3
correctie (ander werk)	21293	
rest algemeen	32639	128,5
totaal hoofdaannemer	144389	568,5
Onderaannemers		
heiwerk	2181	8,6
grondwerk	142	0,5
koppen snellen	429	1,7
vlechtwerk	3313	13,0
loodgieter	12074	47,5
voegwerk	2050	8,0
pannen leggen	1931	7,6
elektra	8831	34,8
stukadoor	12569	49,5
tegels leggen	1863	7,3
granito	2131	8,4
cementvloeren	3382	13,3
tegels zetten	3526	13,9
schilderen en glaszetten, inclusief bergingen	20616	81,2
beplanting	310	1,3
	75348	296,6
totaal-generaal (ongecorrigeerd)	219737	865,1
centrale verwarming	18463	
P.T.T.	666	

5.3 *Verlet*
Geen bijzonderheden.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Het bedrijf is met de produktie begonnen in 1965. Over het ontstaan van het systeem zijn geen bijzonderheden te melden.

6.2 *Produktie-omvang*
De produktie-omvang is, gezien de jeugd van het systeem 'Breda', nog weinig omvangrijk.

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1967	0	0
1-1-1968	252	252

De volgende werken werden of worden volgens het systeem 'Breda' uitgevoerd:

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*financierings-sector*
Breda	264	Bouwmij. Breda N.V.	w.w.
Breda	62	Bouwmij. Breda N.V.	pr.
Breda	106	Oomens	v.s.
Breda	62	Bouwmij. Breda N.V.	pr.
Breda	220	Groosman	v.s.

Bij alle projecten trad de Bouwmaatschappij Breda N.V. als hoofdaannemer op. Voor woningwet, premie- en vrije sector wordt in principe met dezelfde ruwbouwstructuur gewerkt.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De beschikbare bekisting laat een snelheid van 9 woningen per week toe, hetgeen een produktiecapaciteit van circa 350 woningen per jaar betekent.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De door de promotor aanvankelijk verstrekte gegevens werden later ingetrokken.

6.5 *Ontwikkelingen*
Geen bijzonderheden.

7 Organisatiestructuur

Bouwmaatschappij 'Breda' treedt als hoofdaannemer op en soms ook als architect. De opdrachtgever is echter vrij in de keuze van de architect. Een jaarverslag van het bedrijf kon niet ter inzage worden verstrekt.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem 'Breda' bestaat nog weinig ervaring.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Geen gegevens beschikbaar.

8.3 *Ontwerp*
Het systeem is aan een standaardontwerp gekoppeld.

9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem-Breda voor woningbouw*. Rotterdam, 1965.
Stichting Ratiobouw. *Woningbouwplannen Ypelaar en Tuinzicht in de gemeente Breda* (eerste deel – de eengezinshuizen) : rapport nr. 1623-1-1965, Rotterdam, 1965.
Stichting Ratiobouw. *Woningbouwplan 'Ypelaar' in de gemeente Breda*.
Definitief rapport nacalculatie manuren betreffende 254 eengezinshuizen (rapport nr. 2615-6-1968), Rotterdam, 1968.

11.12 Sanders

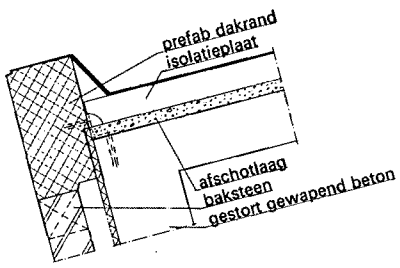
Promotor: Sanders Bouwonderneming N.V.
Velperweg 27, Arnhem.
Tel. (08300) 5 22 51

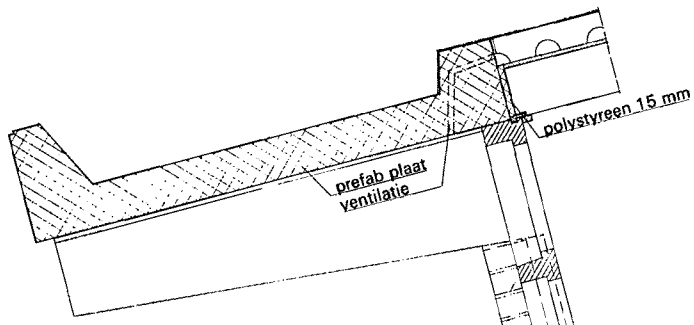
Attest: 1967

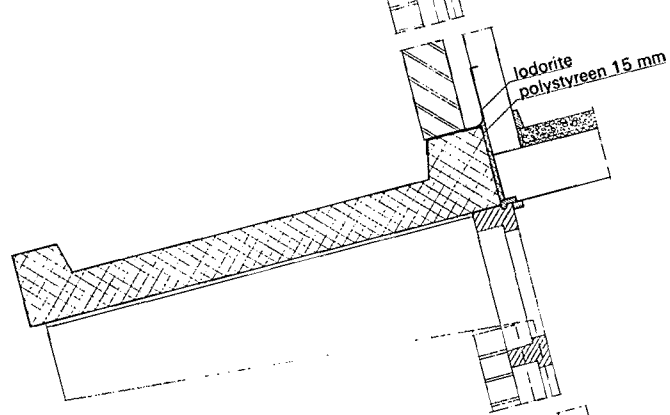


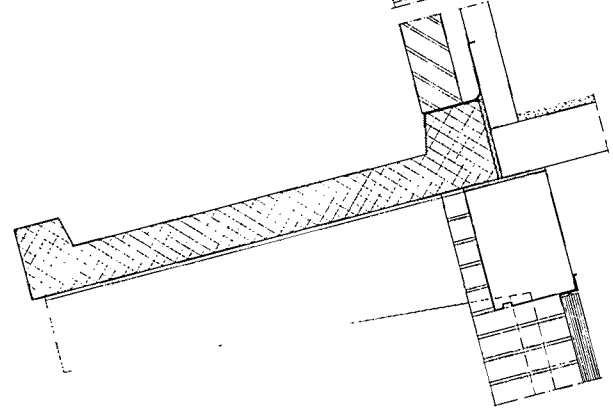
Voorbeeldproject

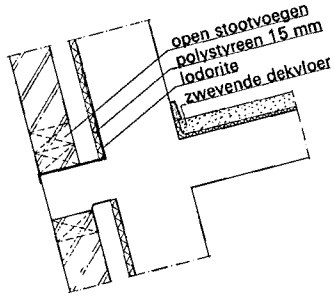
126 galerijwoningen (woningwet) te Arnhem-Zuid.
Opdrachtgever: Centrale Woningstichting Arnhem.
Architect: Centrale Woningstichting Arnhem.
Uitvoerend bouwbedrijf: Sanders Bouwonderneming N.V., Arnhem.

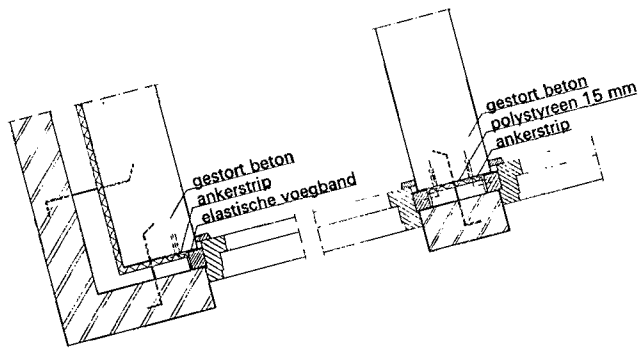

prefab dakrand
isolatieplaat
afschotlaag
baksteen
gestort gewapend beton

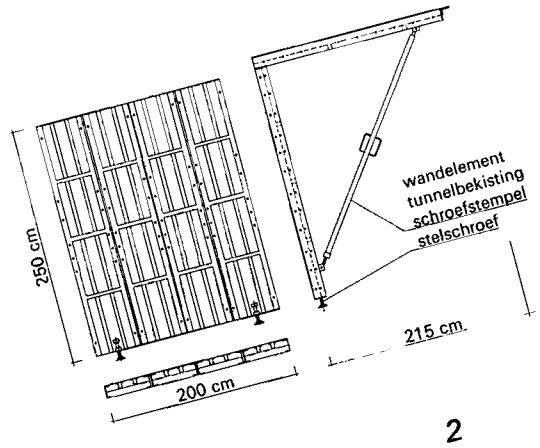

polystyreen 15 mm
prefab plaat
ventilatie

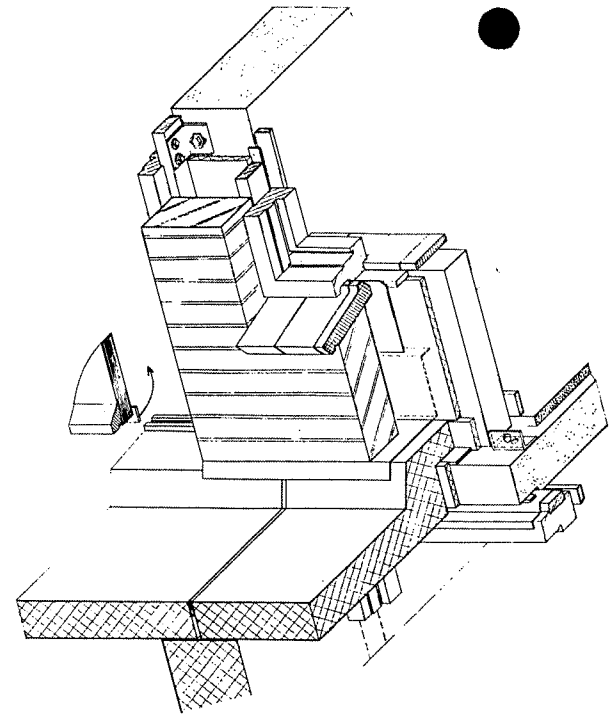

lodorite
polystyreen 15 mm

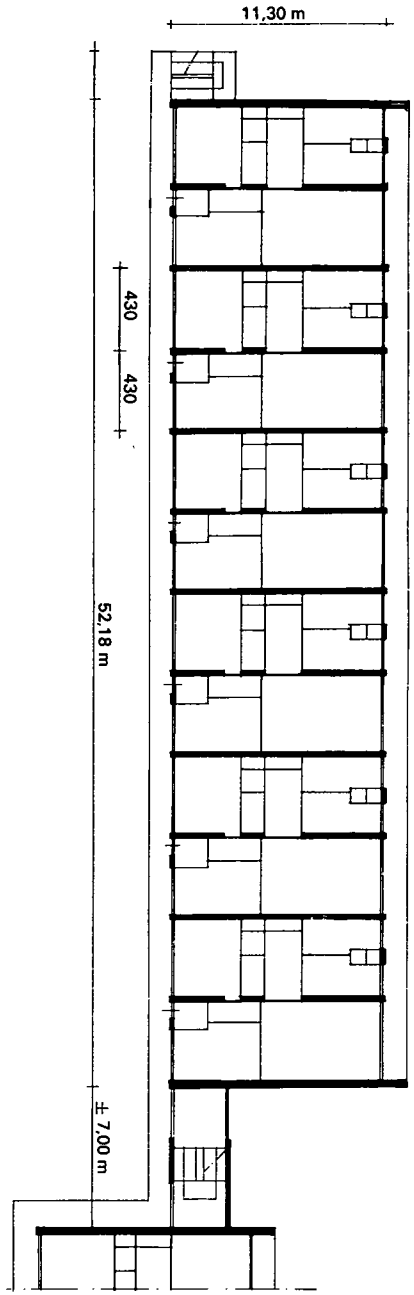


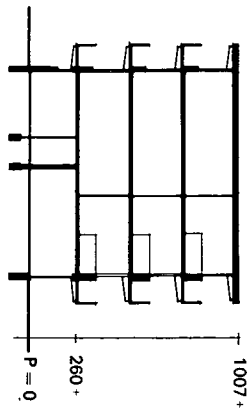

open stootvoegen
polystyreen 15 mm
lodorite
zwevende dekvloer

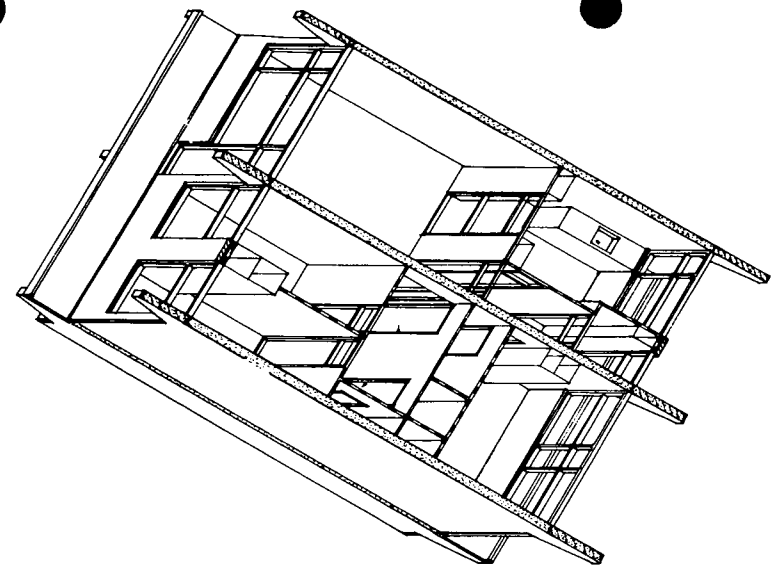

gestort beton
ankerstrip
elastische voegband
gestort beton
polystyreen 15 mm
ankerstrip

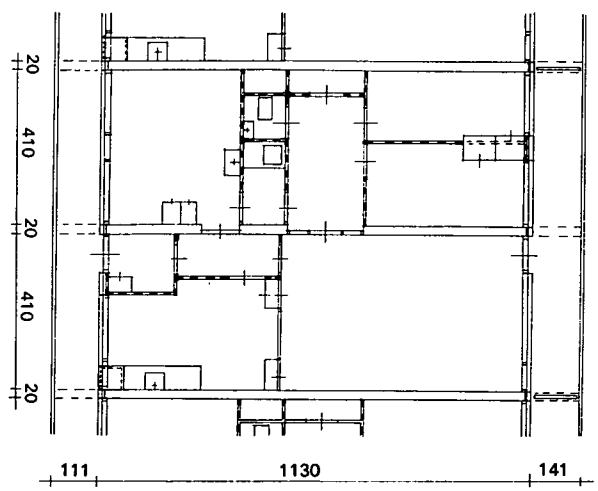

wandelement
tunnelbekisting
schroefstempel
stelschroef
250 cm
215 cm
200 cm




11,30 m
430
430
52,18 m
± 7,00 m


P = 0
260+
1007+




20
410
20
410
20
111
1130
141

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor laag-, middelhoog- en hoogbouw, waarbij de draagwanden en de vloeren worden vervaardigd van grindbeton dat op het werk in een stalen tunnelbekisting wordt gestort.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dikte van de wanden bedraagt ten minste 20 cm.
Bij een zadeldak worden de dwarswanden in de kap uitgevoerd als een voortzetting van de gietbetonwand dan wel in traditioneel metselwerk.

2.1.2 *Gevels*

Eindgevels worden uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van grindbeton en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk, onderling gekoppeld door ten minste 4 spouwankers Ø 4 per m².
Het buitenspouwblad wordt, waar nodig, gedragen door een in het werk gestorte, dan wel uit geprefabriceerde elementen samengestelde betonnen gevelband, gekoppeld aan de vloerconstructie door plaatselijke aanstortingen, respectievelijk nokken.
Bij trappehuizen wordt de woningscheidende wand op een zelfde wijze uitgevoerd als bij eindgevels. Eventueel kunnen de binnenspouwwanden aan de spouwzijde worden bekleed met polystyreenschuimplaten, dik 1,5 cm.
Bij eindgevels worden de betonnen gevelband ter ondersteuning van het buitenspouwblad en de dakrand als alternatief samengesteld uit geprefabriceerde elementen met een maximumlengte van 2,50 m, via stroken staalvilt opgelegd op een in het werk ter hoogte van de vloer c.q. dakvloer gestorte, doorgaande betonnen band. Deze band wordt van de draagconstructie gescheiden door stroken polystyreenschuim en wordt daaraan gekoppeld door plaatselijke aanstortingen met stekeinden.
Langsgevels worden samengesteld uit geprefabriceerde houten puien in combinatie met borstweringen en penanten, uitgevoerd als een spouwconstructie, bestaande uit een binnenspouwblad, samengesteld uit 8 cm dikke gipsblokken, en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk, onderling gekoppeld door ten minste 4 spouwankers Ø 4 per m².
Bij langsgevels worden als alternatief betonnen gevelbanden, galerij- en/of balkonplaten en dakrandelementen toegepast die niet rechtstreeks door de achtergelegen vloer worden ondersteund.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

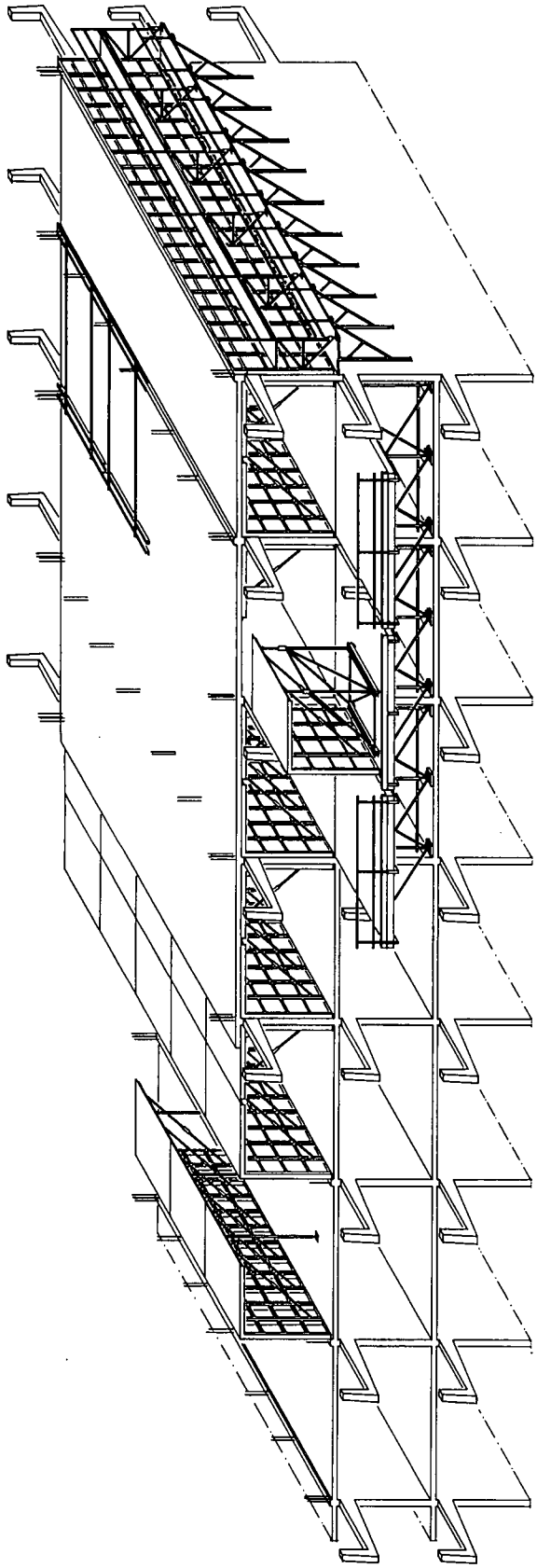
Separatiewanden worden samengesteld uit 8 cm dikke gipsblokken, die onderling worden verbonden door een speciale lijm, een en ander volgens een geldig kenmerkblad.
Als alternatief kunnen ook andere lichte wandelementen volgens een geldig kenmerkblad worden toegepast.

2.1.4 *Vloeren*

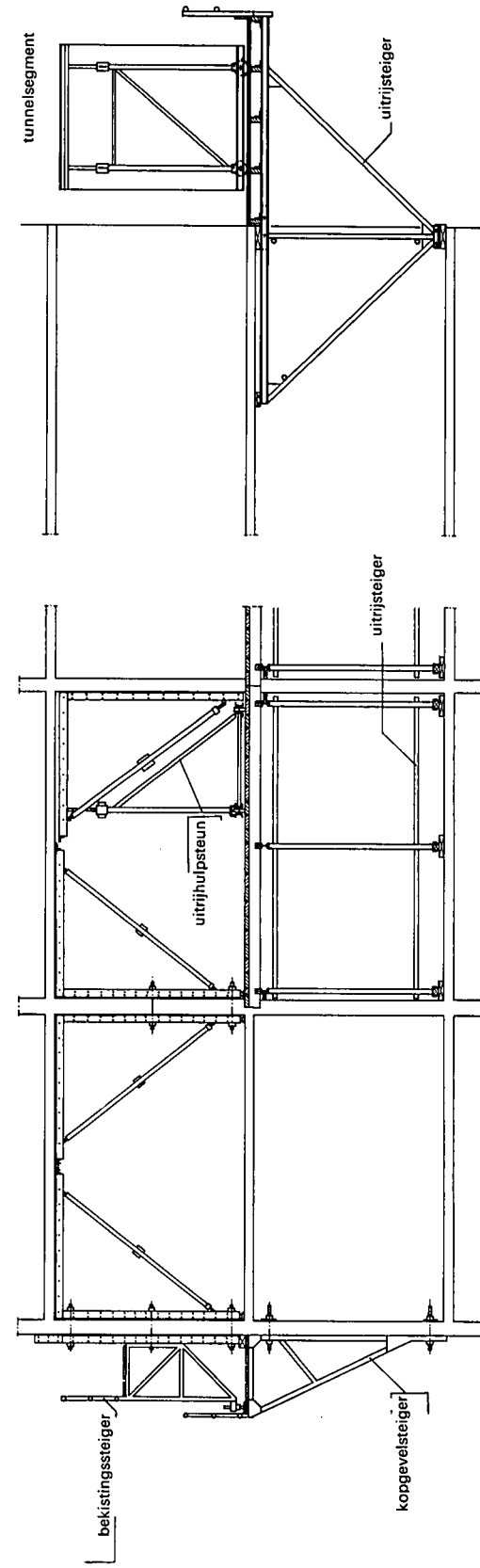
Vloeren, met inbegrip van de dak- of zoldervloer, worden vervaardigd van in het werk gestort, gewapend grindbeton, 12 tot 15 cm dik.
Als alternatief kan een systeemvloer volgens een geldig modelblad worden toegepast.
Bij het dak wordt de vloer voorzien van 7 cm dikke Durisol-isolatieplaten op een ten minste 3 cm dikke afschotlaag van perlite-beton en afgedekt met een bitumineuze of teerhoudende afwerklaag.
De dakvloer wordt als alternatief voorzien van een goedgekeurde dakisolatie met een minimale warmteweerstand van 0,65 of 0,85 m²h°C/kcal op een minimaal 2 cm dikke afschotlaag.
De dakrand wordt samengesteld uit geprefabriceerde betonelementen, bij de langsgevels voorzien van op het dak geplaatste ventilatiekapjes ter ontluchting van de dakisolatie.
Als alternatief kan een houten zadeldak worden toegepast met een traditioneel dakbeschot in combinatie met een warmte-isolerende laag met een minimale warmteweerstand van 0,30 of 0,50 m²h°C/kcal, dan wel met goedgekeurde dakplaten met een minimale warmteweerstand van 0,45 of 0,65 m²h°C/kcal.
Galerijen en balkons worden samengesteld uit geprefabriceerde platen van gewapend grindbeton, opgelegd op al dan niet vooraf vervaardigde consoles, opgenomen in de dwarswanden.
De galerij- en balkonplaten worden van de vloeren gescheiden door 1,5 cm polystyreenschuimstroken.
Bij vlakke gevels wordt op overeenkomstige wijze een betonnen gevelband toegepast.

2.2 *Uitvoering*

Voor de bekisting worden verplaatsbare stalen mallen toegepast, circa 2,00 m breed en bestaande uit 2,50 m hoge (2,62 m bij toepassing van een systeemvloer) wandpanelen met een daarop aansluitende vloerbekisting voor de halve overspanning van de vloer. De mallen worden aan de onderzijde op hoogte gesteld tegen een vooraf aangebrachte opstorting (8 cm) en per travee twee aan twee aan elkaar gekoppeld.
De mallen worden door middel van stalen afstandhouders tussen de opstortingen maatvast gesteld. Na het ontkisten van de opstortingen worden de stalen halve tunnelmallen gesteld. Op de tunnelmallen zijn tevoren alle nodige sparingen aangebracht. Voor de leidingen voor de elektrische installatie zijn tevoren de dozen, etc. aangegeven, en deze worden op de kist vastgezet.
Vervolgens wordt de kist door middel van schroefvijzels exact op hoogte gesteld, waarna de wapening wordt aangebracht voor de wanden. Vervolgens wordt de tweede tunnelhelft gesteld en wordt de tunnel door middel van een paneelslot gesloten. Hierna worden de vloersparingen en de wapening aangebracht. Wanneer het geheel met kopschotten en randkist is afgewerkt en eventuele consoles in de kopkisten gesteld zijn, kunnen wanden en vloer tegelijkertijd worden gestort.
De tijd tussen storten en ontkisten bedraagt 36 uur. Ten einde dit te kunnen bereiken verwarmt men het geheel op een speciale wijze.
Na het ontkisten van vloeren en wanden worden de gevels, dakafwerking en scheidingswanden aangebracht, waarna de verdere afwerking volgt.
Bij langsgevels worden daarbij achtereenvolgens de betonnen gevelband of galerij-, c.q. balkonplaten, de houten pui-elementen en de spouwconstructie van borstweringen en penanten aangebracht.
De langsgevel-elementen worden aan weerszijden opgelegd op de in de dwarswanden opgenomen consoles; de verankering aan de draagconstructie geschiedt door een of meer hoekijzers aan de achtergelegen vloer, bij gevelbanden en dakranden tevens door stekeinden aan de consoles.
De dakrandelementen bij eindgevels worden eveneens met hoekijzers verankerd aan de dakvloer.
De houten pui-elementen worden bij de bovendorpel met houtdraadbouten verankerd aan de vloerconstructie ter plaatse van ingestorte plastic pijpjes, en zijdelings bevestigd met hoekijzers in geval van een aansluiting op een betonnen dwarswand. Hierbij wordt tussen het beton en het houtwerk een elastische voegband geklemd. Elders geschiedt de verankering op tradi-



prinicpe tunnelbekisting



tionele wijze met spouwankers.
De houten pui-elementen worden bij toepassing van gevelelementen bij de bovendorpel aan de vloer verankerd met stripijzers.
De oplegging van de betonnen dakrand geschiedt op een zelfde wijze als bij de gevelband.
De aansluiting van separatiewanden op de betonconstructies geschiedt op de in het kenmerkblad aangegeven wijze, eventueel met een sponning in het betonwerk.

2.3 *Materialen*
Het toegepaste grindbeton is ten minste van de kwaliteit K 160 volgens de G.B.V. 1962 met een minimaal cementgehalte van 275 kg/m³ voor de muren, en 325 kg/m³ voor de overige constructies.
De gipsblokken voor de separatiewanden hebben een volumegewicht van circa 850 kg/m³ na droging tot constant gewicht; deze blokken moeten droog worden getransporteerd, opgeslagen en verwerkt.
Het polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³. Voor de bevestiging hiervan tegen het betonwerk wordt een lijm op propionaatbasis dan wel een overeenkomstig plakmiddel, toegepast.
Het perlite-beton heeft een volumegewicht van ten hoogste 500 kg/m³.

2.4 *Afwerking*
De wanden en plafonds worden zonder voorafgaande bepleistering op de gebruikelijke wijze afgewerkt. Het plafond wordt gewoonlijk behandeld met stucpasta.
In natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van naden, waterdicht afgewerkt met tegels.
Vloeren worden zo nodig afgewerkt met een zwevende dekvloer volgens het Ontwerpbestek van de Commissie Toegepaste Research of een daaraan gelijkwaardige contactgeluidisolatie.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklassen worden bepaald:

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels	ca. 0,95	voldoende
Borstweringen, penanten		
– zonder polystyreenschuim	ca. 0,60	matig
– met 1,5 cm polystyreenschuim	ca. 1,10	voldoende
Plat dak	ca. 1,05	voldoende
Plat dak, met dakisolatie		
– met $R_{min.} = 0,65$	0,80	matig
– met $R_{min.} = 0,85$	1,00	voldoende
Hellend dak, inclusief zoldervloer		
– met traditioneel dakbeschot en isolatie met R = 0,30 of met dakplaat met R = 0,45	ca. 0,80	matig
– idem met R = 0,45 respectievelijk R = 0,65	ca. 1,00	voldoende
Bouwwand bij trappehuis zonder polystyreenschuim	ca. 0,50	voldoende

Mede in verband met de toepassing van de beschreven centrale verwarming wordt het systeem derhalve geschikt geacht voor toepassing in woningen van de thermische kwaliteitsklasse 'matig' of 'voldoende', mits de begane-grondvloer en de pui-elementen voldoen aan de desbetreffende eisen volgens het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer dan normale, flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, de isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklasse als volgt worden aangegeven:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden, dik 20 cm	+ 1 dB	matig
Woningscheidende wanden, dik 24 cm	+ 3 dB	goed
Tussenwanden, dik 20 cm	— 1 dB	goed
Vloeren, dik 12 tot 15 cm, exclusief afwerklaag	0 tot + 2 dB	matig

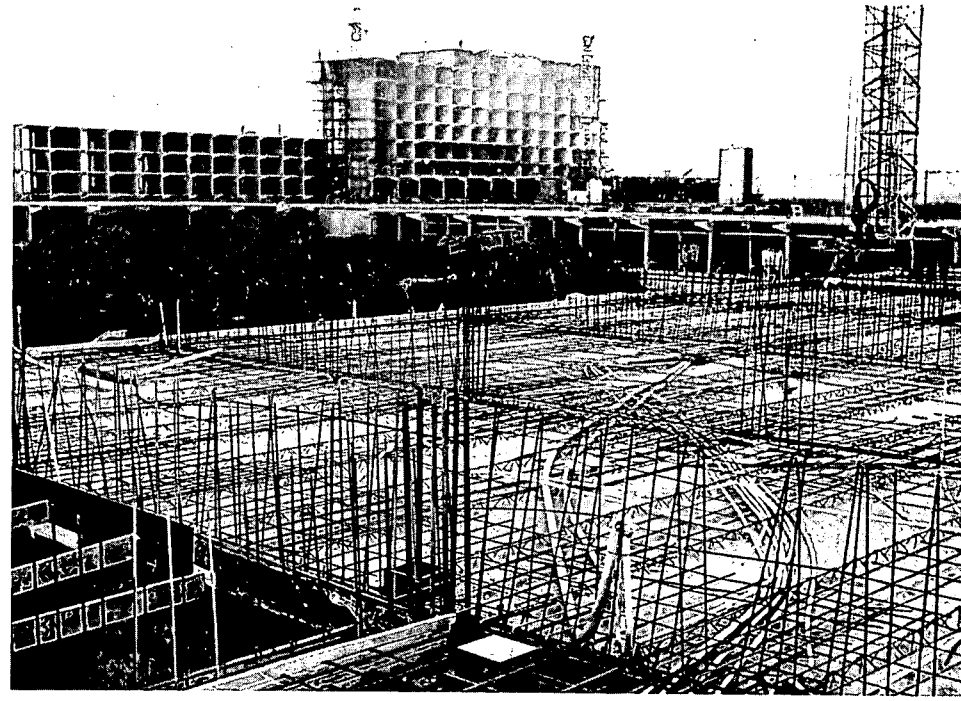
De isolatie-index voor contactgeluid van de vloerconstructie zonder afwerklaag bedraagt — 13 respectievelijk — 8 dB bij een dikte van 12 respectievelijk 15 cm. Het systeem is dus geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'goed', mits ten aanzien van de woningscheidende vloeren de desbetreffende isolatie-indices worden opgevoerd tot ten minste 0 respectievelijk 3 dB, hetgeen bijv. is te bereiken door het aanbrengen van een zwevende dekvloer. Tevens dient te worden voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar. Een kubusdruksterkte van ten minste 160 kg/cm² is vereist.

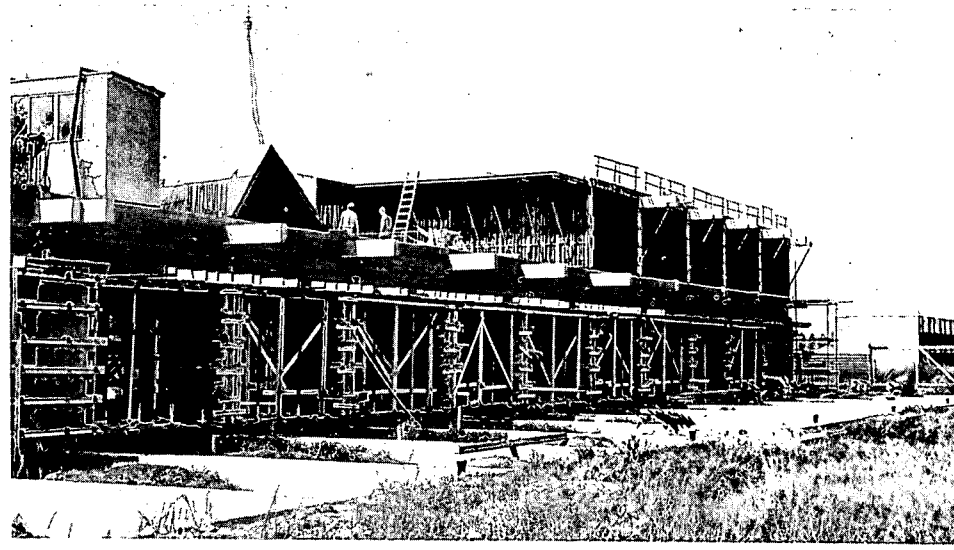
4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*
Het transport naar de bouwplaats vindt uitsluitend per auto plaats. Per woning (± 25 m³ of 60 ton transportbeton) zijn circa 4 mixers nodig, die het beton van derden of van de eigen centrale aanvoeren. Voorts gaat er in een woning nog eens 4 m³ prefabbeton, dat met een transportwagen wordt aangevoerd. Het transport vergt circa 15 manuren per woning.
De firma Sanders beschikt voorts nog over een verplaatsbare betonmortelcentrale met doseerinrichting.

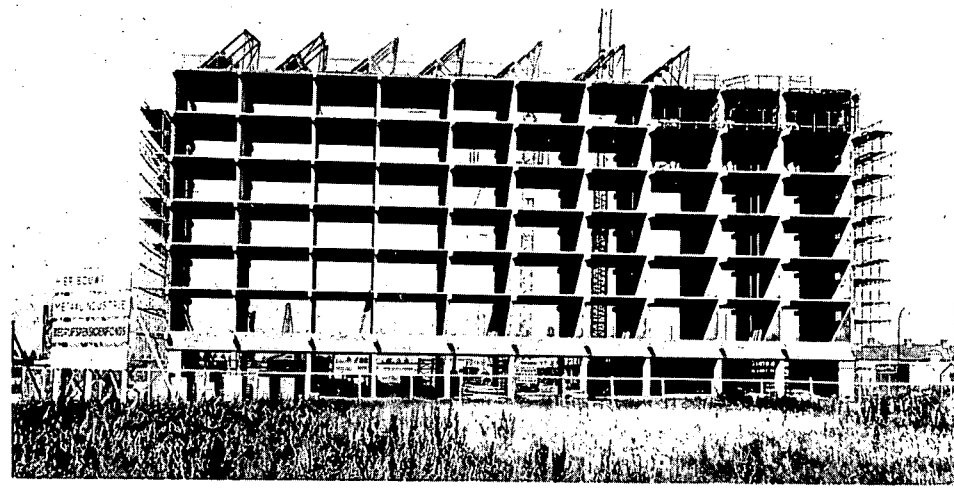
4.2 *Bij de uitvoering*
Essentieel voor het systeem zijn de stalen bekistingselementen, bestaande uit verdiepinghoge wandbekistingspanelen, verbonden met een vloerbekisting ter grootte van een halve vloeroverspanning. In verband met de verhardingstijd van 36 uur heeft men, afhankelijk van bouwtempo en situering van de bouwplaats, ten minste tunnels voor 2 woningen nodig. Bij de bouw wordt gebruik gemaakt van bouwkranen (Liebherr, 56 tonmeter, 72 m hoog; kost circa *f* 120.000,— voor hoogbouw).
Voor middelhoge bouw en eengezinshuizen gebruikt men bijv. een Liebherr van 30 tonmeter, 35 m hoog. De kranen worden in 5 jaar afgeschreven.
Verder zijn van belang de verwarmingsapparatuur en de transportapparatuur voor het in- en uitrijden van de bekisting en dergelijke.



11.12.1 Complex galerij-woningen in aanbouw (foto : archief Sanders)



11.12.2 De halve tunnelkisten worden verplaatst (foto : archief Sanders)



11.12.3 De betonnen draag-structuur (foto : archief Sanders)

De bekisting wordt na 200 maal afgeschreven. De kosten bij aanschaffing van de bekisting zijn circa *f* 200,— per m² netto oppervlak (inclusief hulpconstructie, stoomkoppen, afdekschotten en consolehouders).

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

Per kraan en per 5 tunnels werken een tunnelploeg, bestaande uit 9 personen, nl. 1 kraanmachinist, een stelploeg van 3 personen, een stortploeg van 3 personen, en 2 ontkisters (tempo: 2 tunnels per dag).
Bij een dubbele produktie werkt men niet met 2 × 9 = 18 man, maar met 16 man, waarbij een grotere specialisatie optreedt (tempo: 4 tunnels per dag):
2 kraanmachinisten
een stelploeg van 4 man
een stortploeg van 3 man
2 sparingzetters
2 nettenleggers
3 ontkisters, die ook het hulpmaterieel overzetten.
De ploeg staat onder leiding van een voorman-steller, die regelrecht onder de uitvoerder staat. De firma Sanders heeft circa 20 uitvoerders voor de woningbouw in dienst.
De complete arbeidsbezetting (inclusief onderaannemers) op een werk is gemiddeld ± 55 man.

5.2 *Manuren op het werk*

Uit een rapport van het Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot blijkt dat een project van 160 galerijflats (verdeeld over 2 blokken) te Deventer in totaal 105.425 manuren vergde (exclusief lift en c.v.). Per woning werden gemiddeld 630 manuren of 1,704 manuren/m³ besteed (exclusief liften en c.v.), respectievelijk 679 manuren of 1,835 manuren/m³ (inclusief liften en c.v.). Gemiddeld hadden de woningen een inhoud van 370 m³; t.o.v. de norm die in 1967 gold, werd een arbeidsbesparing van 60,2% bereikt (exclusief c.v. en liften) en van 57,2% (inclusief c.v. en liften).
De manuren kunnen als volgt worden gespecificeerd:

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
Hoofdaannemer		
bouwplaatsinrichting	6.606,50	41,3
fundering (inclusief grondwerk)	11.517,75	72,0
ruwbouw onderbouw	7.233,25	45,2
ruwbouw woonlagen	28.733	179,6
afwerking ruwbouw	9.231	57,7
afwerking woningen	13.286	83,0
Totaal hoofdaannemer	76.607,50	478,8
Onderaannemers		
machinaal grondwerk	405	
heier	189	
dakdekker	218	
stukadoor	2.877	
vloerafwerker	4.550	
schilder/behanger/ glaszetter	10.579	
voeger	745	
Totaal onderaannemers	19.563	122,3
Installaties		
elektricien	3.538	
loodgieter	3.954	
c.v.-installateur	6.256	
lifteninstallateur	1.842	
constructiewerk	1.763	
Totaal installaties	17.353	108,5
Totaal-generaal (ongecorrigeerd: inclusief liften en c.v.)	113.523,5	709,6
Totaal-generaal exclusief liften en c.v.	105.425,5	658,8

Het totaal aantal verleturen op het project bedroeg:

regenverlet	2.412	manuren
vorstverlet	932	manuren
windverlet	89,5	manuren
doorbetaald verzuim	376	manuren
	3.809,5	manuren

5.3 *Verlet*

Geen bijzonderheden.

6 Ontwikkeling en toepassing

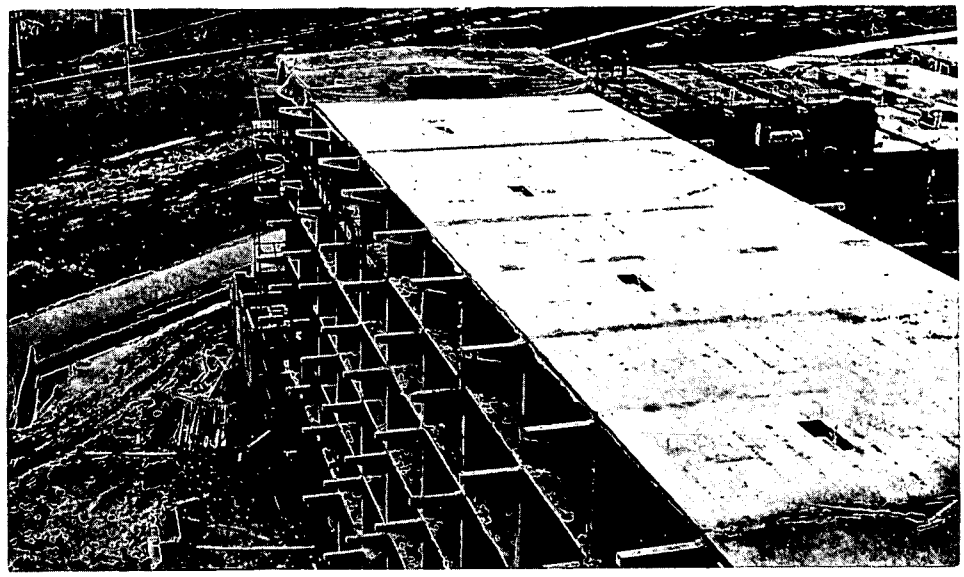
6.1 *Historie*

Het systeem is ontwikkeld sinds 1960. De eerste woningen die in 1964 werden gerealiseerd, waren het resultaat van de ervaring van Sanders Verenigde Bedrijven N.V. met wensen in de beleggingssector en met onderhoudskwesties.
Vóór 1-1-1968 werden er 776 woningen in het systeem Sanders opgeleverd.

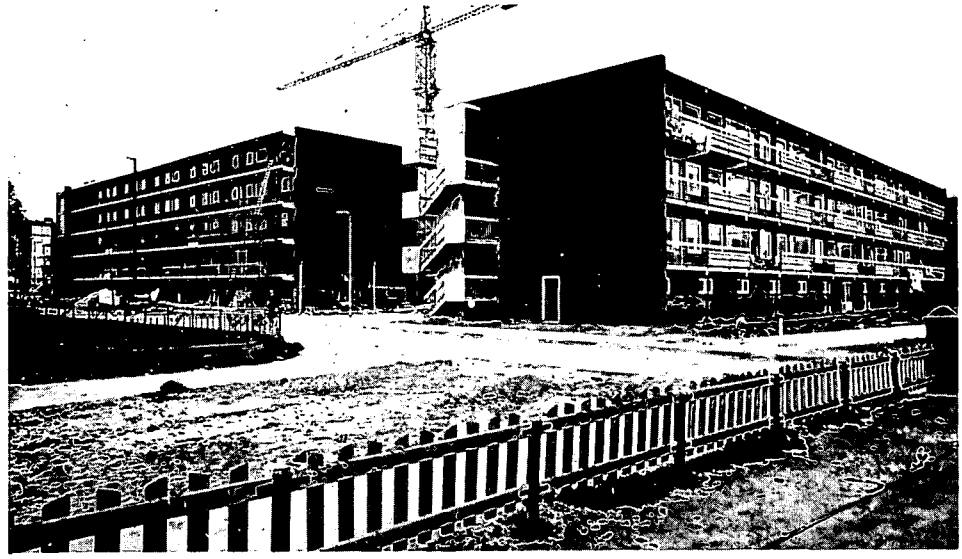
6.2 *Produktie-omvang*

Onderstaande tabel geeft een overzicht over het aantal woningen dat in het systeem Sanders is opgeleverd.

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaand jaar	*totaal*
1-1-1966	0	0
1-1-1967	108	108
1-1-1968	668	776



11.12.4 Overzicht van het bouwwerk (foto : archief Sanders)



11.12.5 Complex galerijflats (foto : Bronkhorst, Arnhem)



11.12.6 Complex maisonnettes (foto : Voerman, Zwolle)

Per 1-1-1968 waren de volgende projecten gereed of in uitvoering:

gemeente	*aantal woningen*	*type*	*architect*	*financierings-sector*
Diemen	120	galerij	Van Wijk	w.w.
Diemen	354	galerij	Van Wijk	w.w.
Culemborg	90	galerij	Van Vreeswijk & Van Noortwijk	pr.
Venlo I	244	maisonnette	Zwarts	pr.
Venlo II	38	maisonnette	Zwarts	pr.
Arnhem-Zuid	126	galerij	Centrale Woningstichting	w.w.
Zevenaar	285	galerij	Zanstra	w.w.
Deventer	160	galerij	Postma	pr.
Wipstrik, Zwolle	30	galerij	Zwarts	pr.
Holtenbroek IV-1, Zwolle	108	maisonnette	Zwarts	pr.
Holtenbroek IV-2, Zwolle	122	maisonnette	Zwarts	pr.
Hoogeveen	75	maisonnette	Zwarts	pr.
Hengelo	212	maisonnette	Zwarts	pr.

Bij alle projecten trad Sanders Bouwonderneming N.V. als uitvoerend bouwbedrijf op.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit is thans, gegeven de 32 tunnels waarover het bedrijf beschikt, zeker 2000 woningen per jaar.
Per kraan (5 tunnels) is de produktiesnelheid 5 woningen per week.
Bij projecten waar 2 kranen worden ingezet, komen per week dus 10 woningen klaar.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang, tevens minimale seriegrootte wordt door de aannemer een aantal van 80 woningen opgegeven.

6.5 *Ontwikkelingen*
Binnen de ontwerpprincipes van de ruwbouw wordt getracht nieuwe, eenvoudiger of doelmatiger details te ontwikkelen, waarbij men zoveel mogelijk van standaardelementen poogt uit te gaan.

7 Organisatiestructuur

Sanders Bouwonderneming N.V. treedt zelf telkens op als hoofdaannemer. Als onderaannemer treden onafhankelijke N.V.'s op, waarmee alleen historische bindingen bestaan. De aannemer beschikt over een eigen timmerfabriek.
Met architecten bestaan geen vaste bindingen. Tot nu toe is met verschillende ontwerpers samengewerkt, zoals Zanstra, Zwarts, Postma, Van Wijk, Centrale Woningstichting Arnhem, Van den Broek en Bakema en Van Vreeswijk en Van Noortwijk. De aannemer ontwikkelt ook zelf plannen.
Een jaarverslag kon niet ter inzage worden verstrekt, gezien het besloten karakter van de N.V.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem is inmiddels een redelijke ervaring opgedaan, met name in de premiesector.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De promotor verkiest een bloklengte van ten minste 6 woningen, opdat afstemmingsverliezen tot een minimum worden beperkt.

8.3 *Ontwerp*
De bouwstructuur moet zo zijn dat de bekisting er één- of tweezijdig kan worden uitgereden. Dus: één sprong in de dragende wand (ongeveer in het midden) is mogelijk, twee sprongen kunnen problemen scheppen.

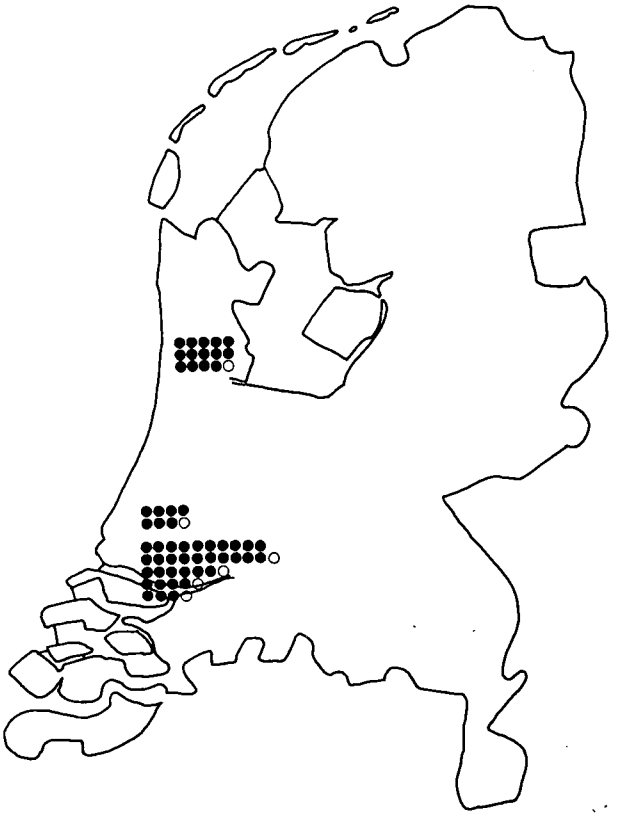
9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem 'Sanders' voor woningbouw.* Rotterdam, 1967.
Aannemingsbedrijf Sanders. *Bouwsysteem Sanders.* Arnhem, z.j.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake de bouw van 90 woningen in het uitbreidingsplan 'Ter Weyde' te Culemborg, uitgebracht aan de N.V. Aannemingsbedrijf G. W. J. Sanders, Arnhem.* 1 augustus 1966.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake de bouw van 354 flatwoningen in het uitbreidingsplan 'Ruimzicht' te Diemen, uitgebracht aan de N.V. Woningbouw G. W. J. Sanders te Arnhem.* 14 september 1967.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake het woningproject 'Vastenavondkamp' te Venlo, uitgebracht aan de N.V. Aannemingsbedrijf G. W. J. Sanders te Arnhem.* 1 maart 1965.
Rensma, R. Tunnelen in de Keizerslanden III, *Ons profiel,* bedrijfsorgaan van N.V. Aannemingsbedrijf G. W. J. Sanders Arnhem, november 1965, p. 6-7.
Rensma, R. Tunnelen in de Keizerslanden IV, *Ons profiel,* februari 1966, p. 4-5.
Rensma, R. Tunnelen in de Keizerslanden V, *Ons profiel,* oktober 1966, p. 10-11.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Eindrapport inzake de bestede manuren bij de bouw van het woningproject 'Keizerslanden' te Deventer, uitgebracht aan N.V. Aannemingsbedrijf G. W. J. Sanders, Arnhem.* Amsterdam, september 1967.
Bouwsysteem Sanders. *Industrieel Bouwen, 3,* 1966, nr. 2, p. 36-37.

11.13 ERA

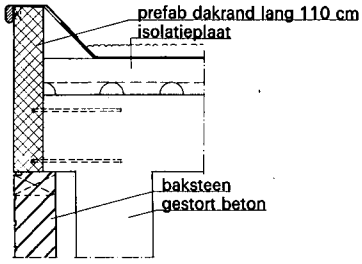
Promotor: J. P. van Eesteren, N.V. Aannemingsmij,
Blaak 101, geb. De Hoofdpoort, Rotterdam.
Tel. (010) 13 70 40.

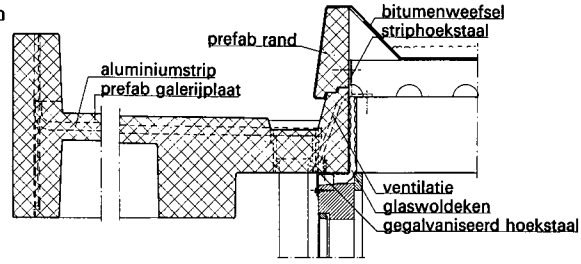
Attest: in voorbereiding

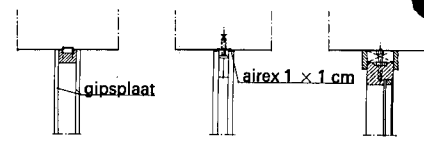


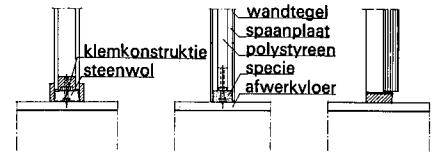
Voorbeeldproject

2016 galerijwoningen (woningwet) in Ommoord te Rotterdam.
Opdrachtgever: Dienst Volkshuisvesting Rotterdam.
Architect: R. H. Fledderus, Rotterdam.
Uitvoerend bouwbedrijf: ERA Woningindustrie J. P van Eesteren N.V. te Rotterdam.

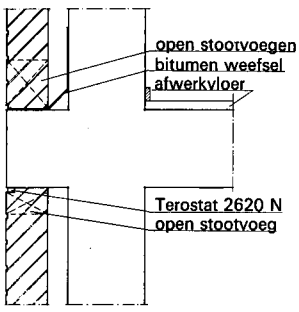


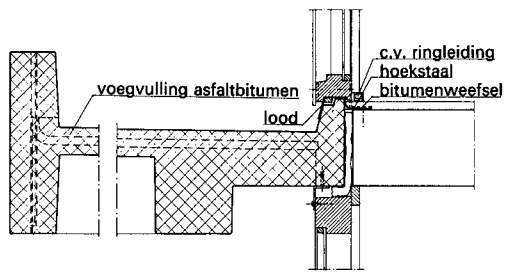


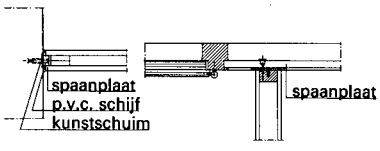


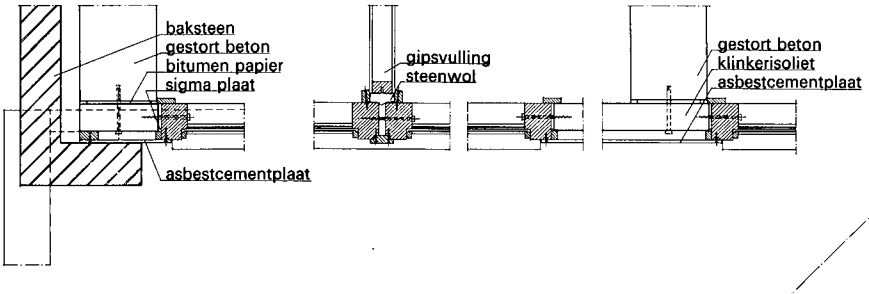


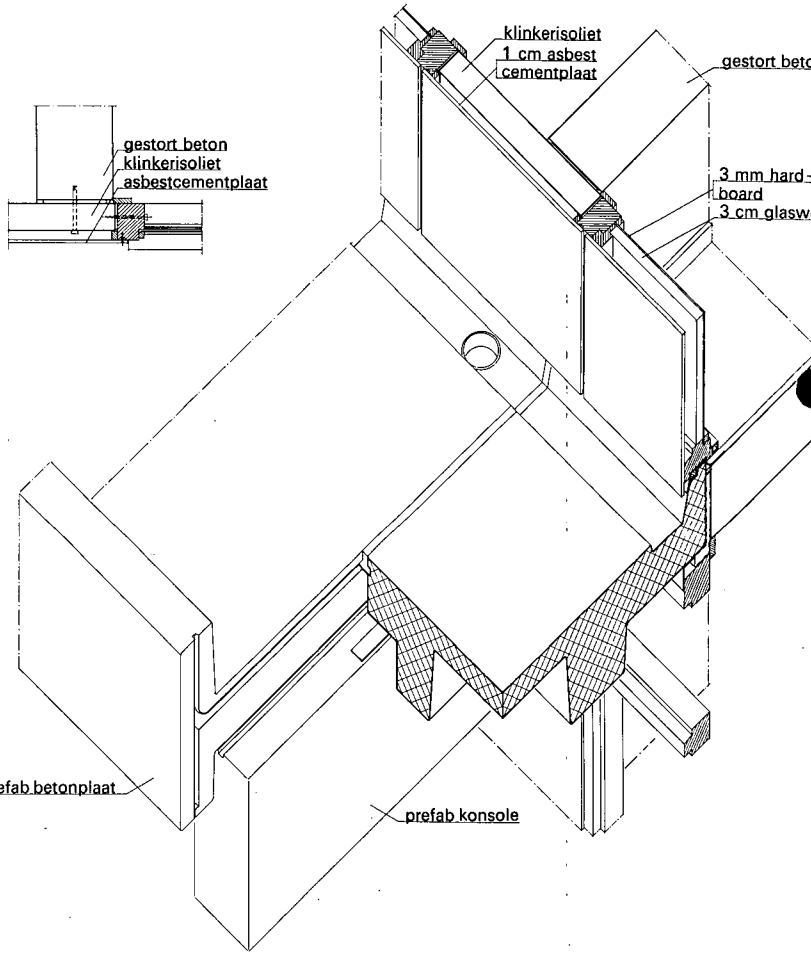
BINNENWANDDETAILS

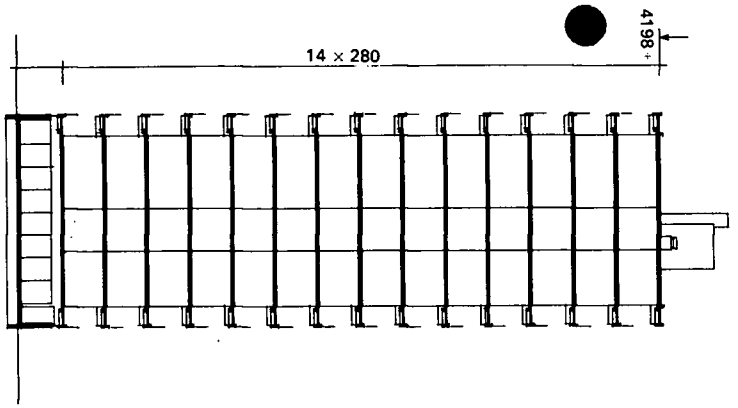


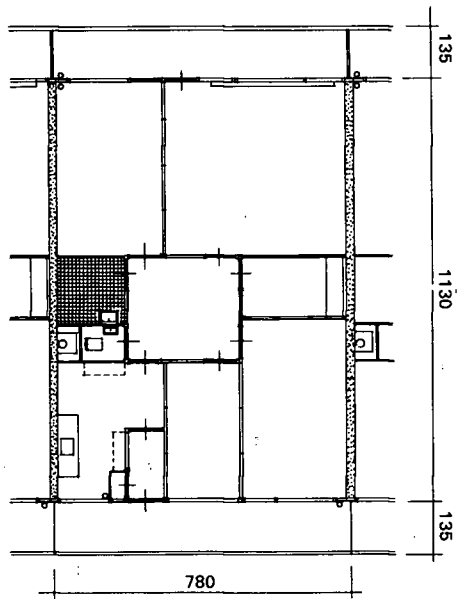


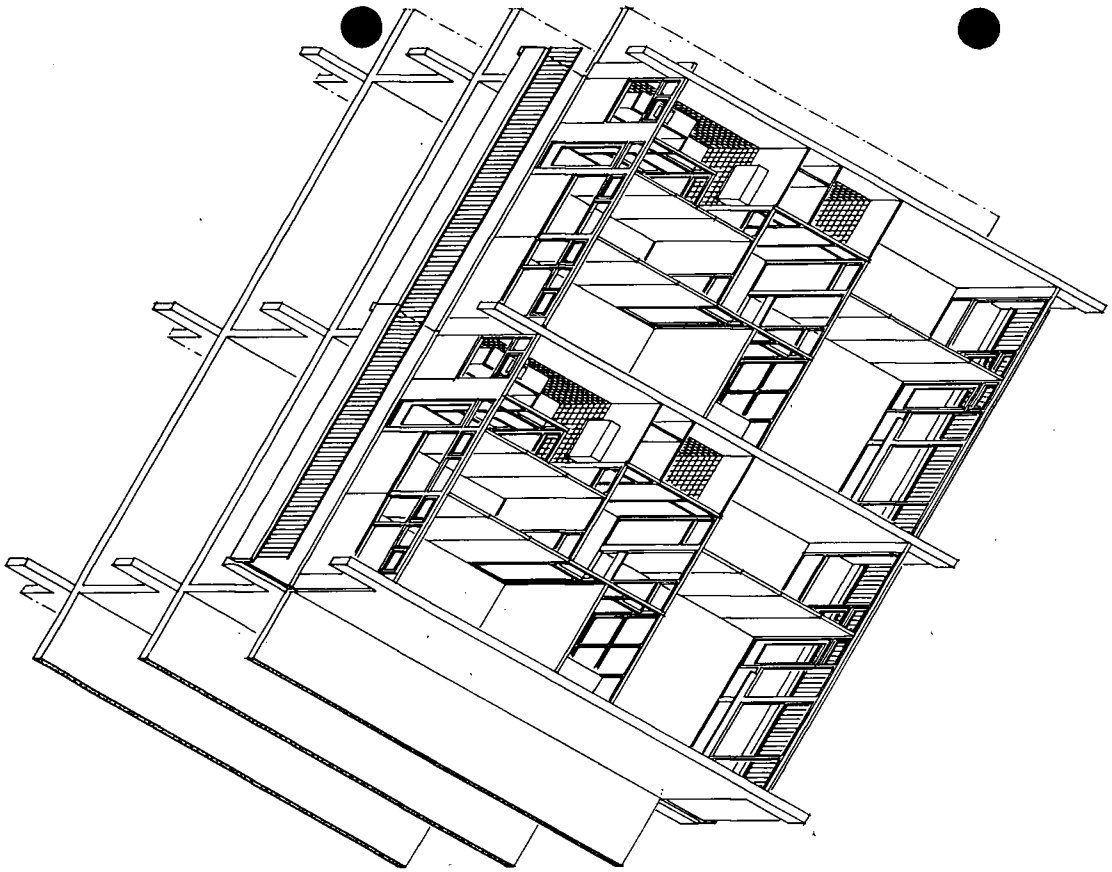


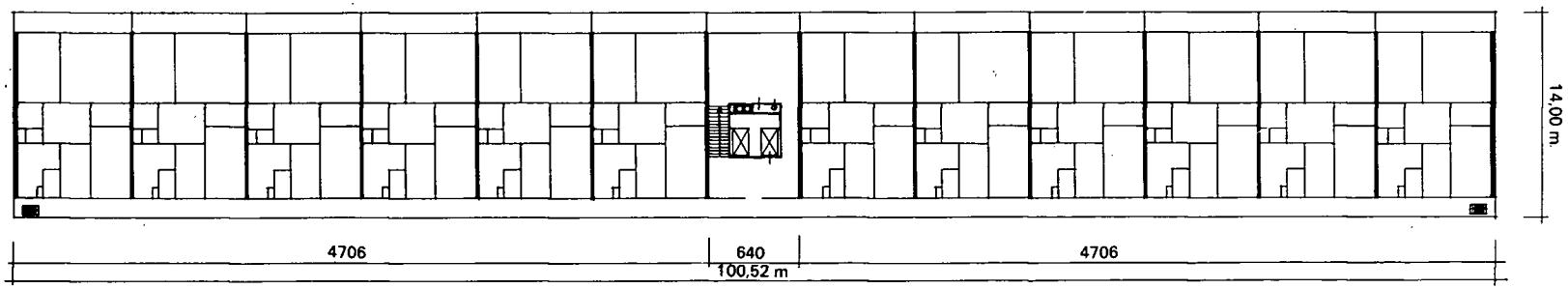





14 × 280
4198


135
1130
135
780




14,00 m
4706
640
4706
100,52 m

1 Grondprincipe

Gietbouwmethode voor hoogbouw waarbij op het werk in een stalen tunnelbekisting wanden en vloeren worden geformeerd van grindbeton op een zodanige wijze dat de woningen in één keer worden overspannen (zodat binnen de woning geen structurele elementen voorkomen).

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

Uitgangspunt is, dat draagsysteem en afbouwelementen volgens gescheiden produktielijnen tot stand komen.

Het draagsysteem wordt uitgevoerd als ter plaatse gestorte monoliete constructie in gewapend grindbeton, waarbij zeer stijve tunnelmallen worden toegepast.

De afbouwelementen worden vervaardigd in gespecialiseerde toeleveringsbedrijven.

De binnenseparatiewanden worden in eigen fabrieken vervaardigd; de kamerscheidende wanden als sandwich-panelen (gips-kunststofschuim-gips), bij de natte celwanden fenolspaanplaat in plaats van gips. De binnenpuien worden in een eigen verfhal volledig afgelakt. Binnenwanden en -puien worden in pakketvorm per woning waterdicht verpakt en naar de bouwplaats afgevoerd. Gevelpuien, deuren, kastenwanden enz. worden eveneens volledig afgewerkt aangevoerd.

De onderdelen voor de installaties worden eveneens volledig geprefabriceerd en worden in afgewerkte staat op de bouwplaats aangevoerd. De onderdelen voor de centrale verwarming worden fabriekmatig gelakt c.q. gemoffeld; in het zicht komende leidingen van de sanitaire installaties zijn verchroomd.

Alle betononderdelen, welke aan de buitenlucht zijn blootgesteld zijn eveneens geprefabriceerd, en met beweeglijke aansluitingen aan het skelet verbonden. Galerij- en balkonelementen liggen op viltstroken op uitkragende consoles.

2.2 *Uitvoering*

De wanden en vloeren worden gestort in gladde stalen tunnelmallen of soms in aparte wand- en vloermallen. Het verplaatsen, stellen en vullen van de mallen gebeurt met een verrijdbare bouwkraan.

2.3 *Materialen*

Vloeren en perceelscheidingen bestaan uit grindbeton. Separaties van droge ruimten bestaan uit sandwich-panelen, opgebouwd uit een houten raamwerk gevuld met kunststofschuim en bekleed met gipsplaten; bij de natte celwanden wordt fenolspaanplaat in plaats van gips toegepast.
Alle verwerkte hout in de woning is kunstmatig gedroogd.
Voor de gevels wordt redwood of meranti verwerkt.
Alle aftimmeringen zijn van blank hout, (redwood, sipomahonie en paranapine).
Alle ijzerwerken zijn volbad-verzinkt, waar dit om esthetische redenen nodig is, tevens gemoffeld.
In het algemeen is de woongevel voorzien van thermopaneglazing.

2.4 *Afwerking*

Het beton komt zodanig vlak uit de kist dat verdere bepleistering niet nodig is.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*

Voor de betonwanden en -vloeren gelden de normale warmtegeleidingscoëfficiënten voor verdichte, normaal gewapende grindbeton.
Exacte gegevens hieromtrent ontbreken.

3.2 *Geluidwering*

De toegepaste betonwanden (20 cm dik) hebben een isolatie-index voor luchtgeluid van + 3 dB (= klasse 'goed'). De betonvloeren (inclusief een 2 cm dikke cementafwerklaag) hebben een isolatie-index voor contactgeluid van + 4 à 10 dB (afhankelijk van de vertrekgrootte; metingen met messing slagvlakken) en een isolatie-index voor contactgeluid van + 6 à 12 dB (afhankelijk van de vertrekgrootte; metingen met rubber slagvlakken).
Toepassing van 'harde vloerbedekkingen', zoals tegels, beïnvloedt de contactgeluidsisolatie uiteraard ongunstig. Van de sandwich-gipspanelen is de isolatie-index voor luchtgeluid volgens een meting van Ratiobouw — 21 dB, en volgens een meting van TNO — 28 dB, wat overeenkomt met de luchtgeluidisolatie van een afgewerkte drijfsteenwand ($7 + 2 \times 1 = 9$ cm). Hetzelfde geldt voor de fenolspaanplaat.

3.3 *Diversen*

De betonwanden zijn niet spijkerbaar.
De betonwanden hebben een brandwerendheid van meer dan 6 uur. De brandwerendheid van de gipskarton- en fenolspaanplaten is blijkens T.N.O.-proeven 23 minuten.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij het transport*

Het beton, dat in het algemeen wordt betrokken van een mortelcentrale, wordt aangevoerd in truckmixers.
De binnenwanden en gevels worden geprefabriceerd in een eigen timmerfabriek en een binnenwandenfabriek te Bergambacht. Voor de geschilderde delen is een speciale verfhal in gebruik.
De geprefabriceerde elementen worden per vrachtauto vervoerd. Op één vrachtwagen kunnen de geheel verpakte prefab-afbouwonderdelen voor 10 woningen tegelijk worden aangevoerd.

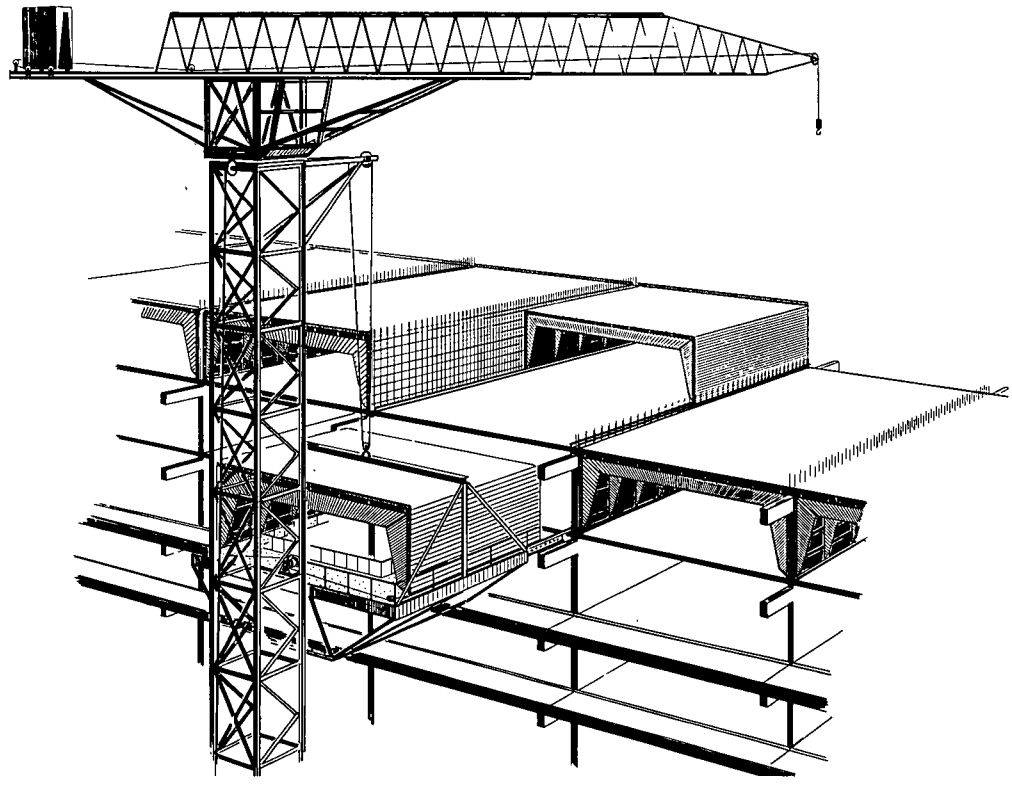
4.2 *Bij de uitvoering*

Bij de uitvoering wordt gebruik gemaakt van een aantal tunnelmallen dat gelijk is aan het aantal woningen op een woonlaag + 1 (voor het trappehuis). Meestal zijn dit 12 + 1 = 13 tunnelmallen. De mallen worden op hun plaats gezet door een torenkraan. Vrij rijdende kranen worden gebruikt tot een hoogte van 52 m. Per bouwstroom wordt er – globaal – geïnvesteerd:

13 mallen (inclusief verwarming)	*f* 750.000,—
2 bouwkranen	*f* 500.000,—
diversen	*f* 250.000,—
	f 1.500.000,—

In totaal beschikt de firma Van Eesteren over 55 tunnelmallen (4 bouwstromen) en de volgende 8 kranen:
stroom ERA 3: 2 S.G.M.E.-kranen type KRC 70/27.
Capaciteit 70 ton/meter.
Hoogte 51 en 47 m.
Met malliftplateau 10 ton.

stroom ERA 4: 2 S.G.M.E.-kranen type KRC 70/27.
Capaciteit 70 ton/meter.



11.13.1 Het stellen van een mal.

11.13.2 De bekisting wordt verplaatst (foto : Stuvel, Voorburg)



Hoogte 51 en 47 m.
Met malliftplateau 10 ton.

stroom ERA 5 : 2 Peinerkranen type T 90-4.
Capaciteit 90 ton/meter.
Hoogte 58 m.
Met malliftplateau.

stroom ERA 6 : 1 S.G.M.E.-kraan type KRC 70/27.
Capaciteit 70 ton/meter.
Hoogte 32 m.
Met malliftplateau.
1 Liebherrkraan type 45a/35.
Capaciteit 45 ton/meter.
Hoogte 29 m.

Voor het afwerken van de pasgestorte betonvloeren wordt een trilbalk toegepast met een lengte gelijk aan de vloeroverspanning. Voor de afbouw wordt bij ieder blok een hijskraanplateau geplaatst met een laadcapaciteit van 1500 kg. De wapeningsnetten worden geprefabriceerd in een vlechtloods op de bouwplaats; de netten hebben de grootte van een volledig vloerveld (760 × 11,10 m²) c.q. van een volledige wand (11,10 × 2,80 m²) en worden met CO_2-lasapparatuur gelast. Voor het spuiten der plafonds is een compressor aanwezig met de nodige spuitapparatuur.
Verder zijn aanwezig:
– plafondslijpmachine voor het wegslijpen van oneffenheden in de plafonds
– elektrische boormachines en schroevedraaiers
– tractors voor transporten op de bouwplaats
– transportwagens voor vervoer van wapeningsnetten en afbouwmaterialen
– hogedrukspuitapparatuur voor het aanbrengen van kitvoegen en voor het aanbrengen van pasta in de raamsponningen
– klokpompen voor het droog houden van de bouwplaats
– compressor en pneumatisch gereedschap voor het koppensnellen
– heistelling.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

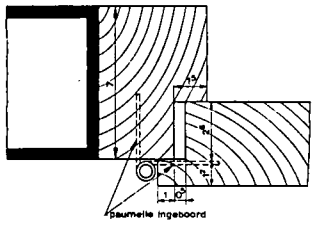
Op het project te Ommoord was de gemiddelde bezetting in de week van 25/7 tot 31/7 1968 als volgt:

timmerlieden	27	behangers	1
betonafwerkers	4	kraanmachinisten	3
grondwerkers	–	dakdekkers	1
sjouwers	19	onderhoudsmonteurs	1
metselaars	9	tegelzetters	3
opperlieden	1	vlechters	6
steigermakers	1	glaszetters	2
voegers	2	heiers	6
plafondspuiters	6	maatvoerders	1
elektriciens	6	voorlieden	6
metaalbewerkers	–	uitvoering	1
loodgieters	5	diversen	7
c.v.-monteurs	5	waker	1
liftinstallateurs	4	magazijn	2
kitspuiters	–	administratie	1
vloerenleggers	4	werkvoorbereiding	1
schilders	2		
Totaal 138			

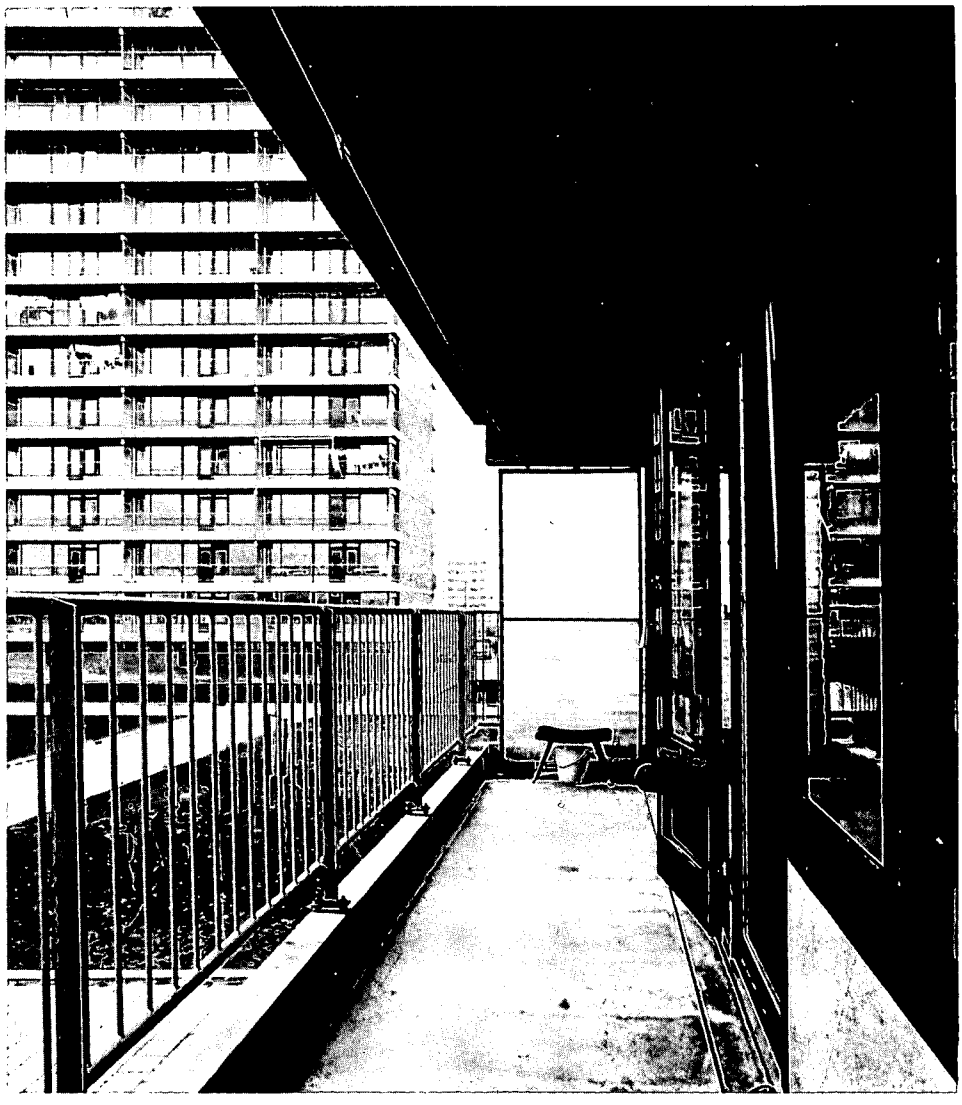
5.2 *Manuren op het werk*

Op het project te Ommoord werd na circa 200 woningen de volgende verdeling naar manuren waargenomen:

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning* bouwvak-arbeiders	ongeschoolden
Bouwplaats inrichten		
inrichten bouwterrein	9,35	
keten en loodsen	2,04	
onderhoud materieel	2,04	
Totaal bouwplaats inrichten	13,43	
Fundering		
Uitzetten en grondwerk	8,08	
heiwerk	23,80	
bekisten	5,86	
storten	5,27	
Totaal fundering	43,01	
Ruwbouw, beton en metselwerk		
bekisten	15,73	15,73
vlechten	49,30	
storten	33,15	
prefab stellen	45,90	
metselwerk	31,96	
timmerwerk	1,70	
Totaal ruwbouw, beton en metselwerk	176,93	15,73
Afwerking ruwbouw		
gevelpuien	17,85	
balkonhekken	8,50	
ijzerwerk	7,22	
vloerafwerking	28,90	
tegelzetten	1,02	
dakdekker	1,70	
Totaal afwerking ruwbouw	65,19	
Woningen afwerken		
wanden en plafonds	23,80	
isolatie	8,50	
timmerwerk	7,23	
scheidingswanden inclusief aftimmeren	34,00	18,70
schoonmaken en opleveren	21,76	
schilder	3,40	
behangen	10,03	
Totaal woningen afwerken	108,72	18,70
Installateurs		
loodgieter	26,35	
elektricien	28,05	
centrale verwarming	54,40	35,70
lift		7,65
Totaal	108,80	43,35
Totaal-generaal	516.89	77,78

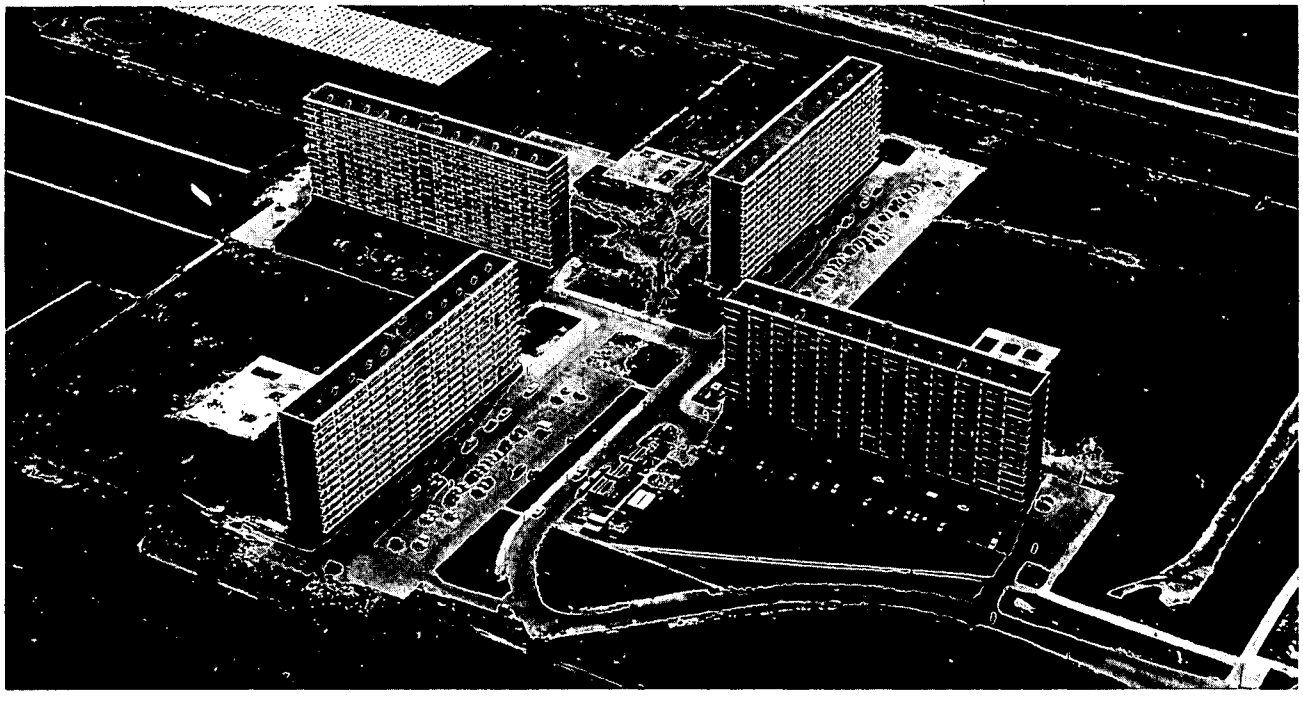


11.13.3 Detail opdekdeur



11.13.4 Balkon van flat te Rotterdam (Alexanderstad) (foto: Fas Keuzenkamp, Pijnacker)

11.13.5 Complex te Rotterdam (Alexanderstad) (foto: Panavue, Rotterdam)



bewerking	*manuren, gemiddelde per woning* *bouwvak-arbeiders*	*ongeschoolden*
Totaal ongeschoolden	34,43	
Totaal-generaal (exclusief lift en c.v.)	551,32	
lift en c.v.	43,35	
Totaal-generaal (ongecorrigeerd)	594,67	

De netto inhoud van de betrokken woning bedroeg circa 247 m³. De firma Van Eesteren werkt niet samen met een van de erkende efficiency-bureaus, maar beschikt over een eigen bedrijfsbureau dat arbeidsstudies maakt, de organisatie en efficiency bewaakt en mogelijkheden van werkmethodeverbetering bestudeert. Op iedere bouwplaats is ten minste één employé van dit bedrijfsbureau gestationeerd.

5.3 *Verlet*
Vorstverlet wordt bestreden door:
a toepassing van malverwarming, waardoor tot —10°C kan worden doorgewerkt;

b noodverwarming op alle etages waar nog geen definitieve verwarming is geplaatst;

c zodanige uitvoeringsorganisatie, dat de eigen c.v.-installaties der gebouwen alle etages vorstvrij kunnen houden zodra deze glasdicht zijn.
Resultaat is, dat geen vorstverlet voorkomt bij ERA.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
De bouwmethode is ontwikkeld door aannemingsmaatschappij J. P. van Eesteren in nauwe samenwerking tussen de afdeling woningindustrie en de afdeling utiliteitsbouw. Na een uitgebreide studie van bestaande systemen werd besloten niet uit te gaan van een montagebouwmethode, maar van een gietbouwmethode waarbij het uitgangspunt was een integraal geïndustrialiseerd bouwproces.
Na een proefbouw van enkele eenheden werd in 1964 gestart met de eerste bouwstroom in de Prins-Alexanderpolder te Rotterdam. Het ontwerp der woningen kwam tot stand in teamverband, waarbij betrokken waren de Dienst Volkshuisvesting van Rotterdam, Bureau Rein H. Fledderus als esthetisch adviseur, de ontwerpafdeling van Van Eesteren N.V., en bureau Hoorn als adviseur voor de betonconstructies.

6.2 *Produktie-omvang*
Een overzicht over de aantallen opgeleverde woningen geeft de volgende tabel:

per	*aantal opgeleverde woningen* *voorafgaand jaar*	*totaal*
1-1-1967	408	408
1-1-1968	1272	1680

Op 1 januari 1968 werden of waren de volgende ERA-projecten gerealiseerd:

624 4-kamerwoningen (ingebouwde variatiemogelijkheid in 2- of 3-kamerwoning).
Woningwetsector 4 flats in 13 woonlagen op onderhuis.
Architect: Fledderus.
Opdrachtgever: Dienst Volkshuisvesting Rotterdam.
Plaats: Prins-Alexanderpolder Rotterdam.
1e paal: december 1964.

468 4-kamerwoningen (ingebouwde variatiemogelijkheid in 2- of 3-kamerwoning).
Vrije sector.
3 flats in 13 woonlagen op onderhuis.
Architect: Rothuizen en Visker, Rotterdam.
Opdrachtgevers: Landbouw-pensioenfonds, Philips-pensioenfonds, AKU-pensioenfonds elk één flat.
Plaats: Capelle a. d. IJssel, Slotlaan.
1e paal: november 1965.

2016 4-kamerwoningen (ingebouwde variatiemogelijkheid in 2- of 3-kamerwoning).
Woningwetsector 12 flats in 14 woonlagen op onderhuis.
Architect: Fledderus.
Opdrachtgever: Dienst Volkshuisvesting Rotterdam.
Plaats: Polder Ommoord, Rotterdam.
1e paal: december 1965.

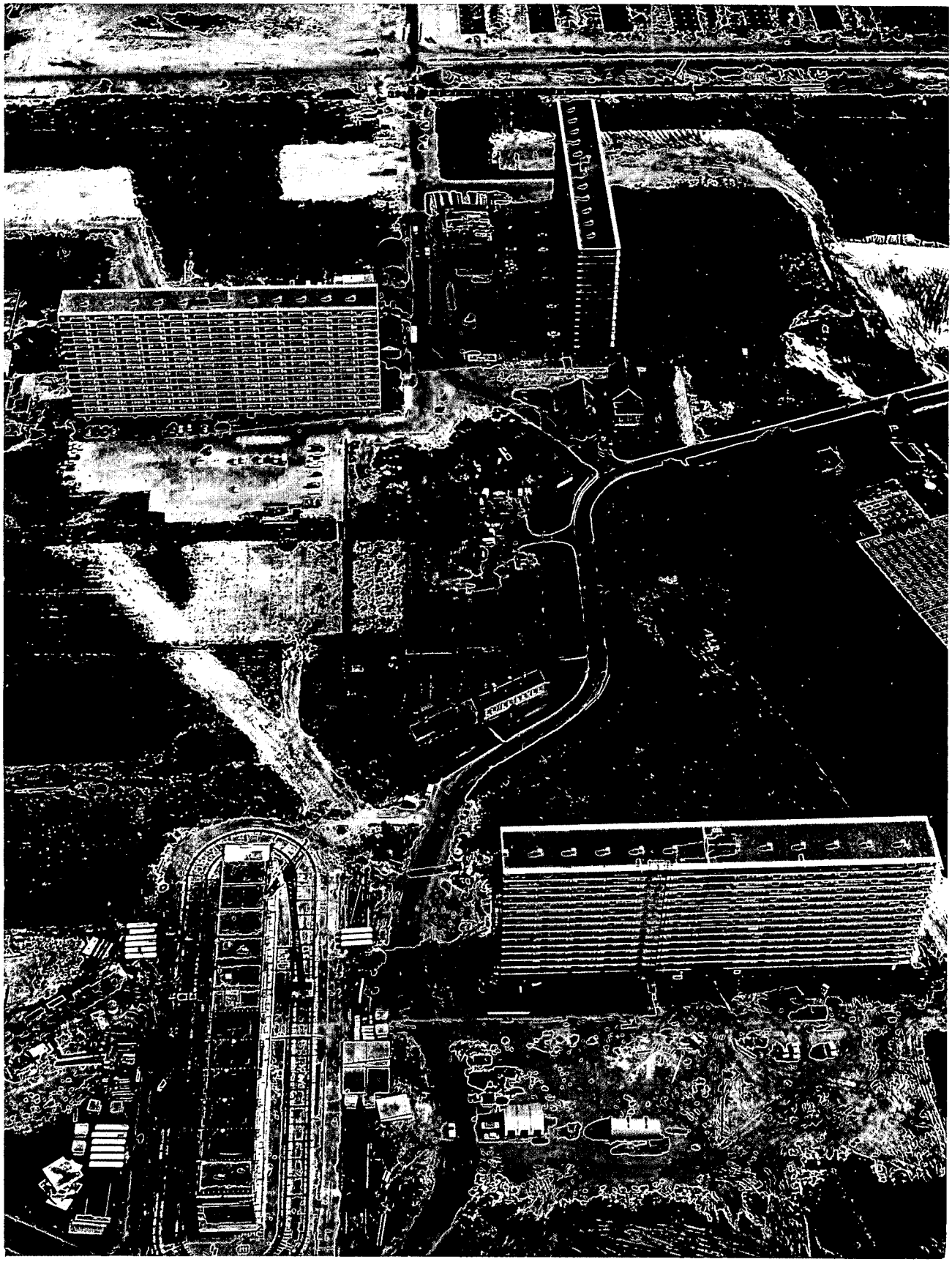
1456 4-kamerwoningen (ingebouwde variatiemogelijkheid in 2- of 3-kamerwoning).
Woningwetsector 3 flats in 14 woonlagen (26 woningen per laag) op onderhuis.
2 flats in 14 woonlagen op onderhuis.
Architect: Fledderus.
Opdrachtgever: Enige woningbouwverenigingen.
Plaats: Peldersveld - Zaandam.
1e paal: november 1966.

784 4-kamerwoningen (ingebouwde variatiemogelijkheid in 2- of 3-kamerwoning).
Woningwetsector.
4 flats in 14 woonlagen op onderhuis waarin 12 garages.
Architect: Fledderus.
Opdrachtgever: gemeente Delft.
Plaats: Buitenhof - Delft.
1e paal: augustus 1967.

352 waarvan 336 stuks 4-kamerwoningen (met ingebouwde variatiemogelijkheid in 2- of 3-kamerwoningen en 16 5-kamerwoningen).
Premiesector.
2 flats in 8 woonlagen.
21 vierkamerwoningen, (1 vijfkamerwoning per laag) op onderhuis waarin 51 garages.
Architect: Fledderus.
Opdrachtgever: Philips-pensioenfonds.
Plaats: Polder Ommoord.
1e paal: juli 1967 Rotterdam.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit wordt bepaald door het aantal bouwstromen en de capaciteit van de toeleveringsbedrijven. Thans is deze circa 2000 woningen per jaar (500 woningen per bouwstroom). De optimale bouwsnelheid wordt bereikt bij de inzet van twee bouwkranen op één bouwplaats en een produktie van 15 wooneenheden per werkbare week.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De minimale seriegrootte is ongeveer 600 woningen. In een serie kunnen verschillende woningtypen voorkomen, doordat per serie minimaal zes mallen worden ingezet, die onderling kunnen verschillen.
De minimale bouwplaatsomvang is volgens de promotor circa



11.13.6 Overzicht van de bouwplaats (foto : Panavue, Rotterdam)

200 woningen, afhankelijk van combinatiemogelijkheden in een bepaalde produktieserie.

6.5 *Ontwikkelingen*
T.a.v. toe te passen materialen en materieel wordt een intensieve research gepleegd, waardoor regelmatig wijzigingen in de uitvoeringswijze worden aangebracht.
Plannen zijn thans gereed voor de bouw van zeer hoge woongebouwen en sterflats.
Thans is ook een industrieel te vervaardigen eengezinshuis ontwikkeld. Volgens de hiervoor gekozen bouwmethode kunnen diverse typen eengezinshuizen worden gebouwd, met als hoofdkenmerken:
- toepassing van een vrije overspanning;
- gemechaniseerde vervaardiging van het draagsysteem op de bouwplaats:
- prefabricage voor de afbouw.

Voorts zijn plannen in voorbereiding voor een nieuw type galerijwoning alsmede een type portiekflat, te bouwen in bouwhoogtes van 8 tot 14 woonlagen.

7 Organisatiestructuur

ERA-woningindustrie J. P. van Eesteren N.V. is een zusteronderneming van Aannemingsmaatschappij J. P. van Eesteren N.V.
Als onderdeel van het eigen bedrijf zijn de volgende toeleveringsbedrijven aanwezig:
- binnenwandenfabriek (Bergambacht)
- verfhal (Bergambacht)
- timmerfabriek (Bergambacht)
- heibedrijf (Bergambacht)

Transporten worden deels door eigen materieel verzorgd, deels uitbesteed. Het bureau Fledderus is als esthetisch adviseur bij de ERA-ontwikkeling betrokken. Bij concrete objecten is de keuze van de architect voor de opdrachtgever geheel open.

8 Analyse

8.1. *Ervaring*
Met het systeem is een redelijke ervaring opgedaan. Gezien de jeugd van het systeem is de produktie echter spectaculair. Het Van Eesteren-concern is in staat ervaringen uit vele sectoren van de bouwnijverheid in de woningbouwmethode terug te koppelen.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De minimale bouwhoogte is volgens de promotor 8 lagen. De maximale bouwhoogte is met het thans ter beschikking staande materieel 15 lagen. Door aanpassing van het materieel is de hoogte op te voeren tot in elk geval 25 lagen.
De bloklengte dient bij voorkeur niet minder dan 100 m te bedragen. Dan kan met één dilatatievoeg in het gebouw worden volstaan, terwijl de liftinstallaties optimaal worden benut, met redelijke loopafstanden voor alle bewoners.
Bij grotere bloklengtes wordt een daling van de kostprijs bereikt, waarbij het gewenst is in veelvouden van circa 100 m te werken. Ter plaatse van het trappehuis kunnen op betrekkelijk eenvoudige wijze knikken in het bouwblok worden gemaakt.

8.3 *Ontwerp*
De diepte van de woning wordt niet door de bouwmethode beïnvloed. Wat de afstand tussen de draagwanden betreft is gebleken dat de thans toegepaste maat van 7,80 m h.o.h. financieel en bouwtechnisch goed realiseerbaar is. Bij verdere vergroting van de afstand der draagwanden is het noodzakelijk de dimensionering van de betonconstructie aan te passen, waardoor de bouwkosten zullen stijgen. Een verhoging der bouwkosten ontstaat ook bij een afstand van minder dan 4,50 m tussen de draagwanden.

9 Literatuur

Eesteren N.V., J. P. van. *ERA industriële woningbouw*. Rotterdam, 1966 (folder).
ERA-flats in Peldersveld en Hoornseveld te Zaandam (folder), 1967.
Eesteren N.V., J. P. van. *ERA industriële woningbouw*. Rotterdam, 1963 (folder).
Dinkelaar, C. H. ERA-woning. *Polytechnisch Tijdschrift*, 1964, *19*, p. 912b-915b.
ERA: 12 woningen in 5 dagen, *Bouw* 1965, *20*, p. 1056.
Nieuwe prefabwoning op de bouwmarkt; J. P. van Eesteren schakelt metselaar, stukadoor en schilder uit. *Bouw*, 1964, *19*, p. 825-826.
Era-Bouwmethode. *Cement*, *17*, 1965, nr. 8, p. 539.
ERA-woningen: Nieuw systeem start in de Alexanderpolder Rotterdam.
Industrieel Bouwen, *1*, 1964, nr. 2, p. 87-88.
Derde ERA-bouwstroom gestart; 2016 ERA-woningen in Ommoord (Rotterdam).
Industrieel Bouwen, *3*, 1966, nr. 1, p. 33-36.

12 Zware montagebouw

1 Grondprincipe

Montagebouw wordt gekenmerkt door dragende wanden en vloeren, die zijn samengesteld uit in een fabriek vervaardigde grote elementen, gewoonlijk van middelzwaar beton of grindbeton, die met behulp van een kraan worden gemonteerd. Deze elementen zijn gewoonlijk in de fabriek reeds voorzien van de benodigde sparingen, leidingen, etc.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden gewoonlijk samengesteld uit verdiepinghoge en vertreklange elementen van grindbeton of middelzware beton. Uitzonderingen vormen het systeem-B.M.B., waarbij elementen van ongeveer halve verdiepinghoogte worden toegepast, en het systeem-Simplex, dat wordt gekenmerkt door de toepassing van wandpanelen van 50 cm breedte. Een apart systeem is Bouwvliet, waarbij kokervormige elementen tegelijkertijd de wanden en de vloeren formeren.
De maximale maten van de elementen worden grotendeels bepaald door het transport (capaciteit van de kraan, mogelijkheden voor wegtransport en manoeuvreerbaarheid).
De verbindingen tussen de elementen kunnen 'nat' zijn (steltegels, betonblokjes e.d.) of 'droog' (bouten e.d.).

2.1.2 *Gevels*

Voor het samenstellen van langsgevels worden de volgende principes toegepast:

– geprefabriceerde betonelementen waarin de gevelopeningen zijn uitgespaard, voorzien van meestal geheel beglaasde en afgelakte kozijnen e.d. De constructie van deze elementen is sandwichvormig, waarbij de in het zicht komende laag gewoonlijk bestaat uit beton, dat al of niet van een speciale oppervlaktelaag is voorzien (Coignet, Schokbeton H I).
Een variant komen we tegen bij het systeem-B.M.B., waarbij een buitenspouwblad van mechanisch gemetselde baksteen voorkomt.

– geprefabriceerde, verdiepinghoge houten puien (Elementum-Larsen & Nielsen, VAM, Bouwvliet), waarbij voor de borstweringconstructie hout- of kunststof-sandwichplaten dan wel steenachtige materialen worden toegepast.

– een spouwconstructie, waarbij het binnenspouwblad bestaat uit geprefabiceerde betonnen elementen en waarbij het buitenspouwblad wordt samengesteld uit ter plaatse gemetselde baksteen, al dan niet aangevuld met borstweringplaten e.d. van beton (Rottinghuis, Smit II, Simplex, G.B.S., Vaneg). Dit principe komen we vooral tegen bij de bouw van eengezinshuizen, waarbij het ter plaatse metselen minder bezwaarlijk is uit een oogpunt van hulpconstructies en manurenverbruik dan bij hoogbouw.
– een geheel traditionele spouwconstructie van metselwerk.
De kopgevels worden meestal samengesteld uit een spouwconstructie waarbij beide spouwbladen bestaan uit grote geprefabriceerde betonnen elementen. Bij het systeem-B.M.B. worden, evenals in de langsgevels, voor het buitenspouwblad panelen van mechanisch gemetselde baksteen gebruikt.
Bij een groot aantal systemen wordt het buitenspouwblad ter

plaatse gemetseld (Simplex, Rottinghuis, Vaneg, Smit II, G.B.S. en Bouwvliet).

2.1.3 *Niet-dragende wanden*
De niet-dragende wanden worden samengesteld uit middelzware beton of grindbeton van circa 7 cm en maken dan deel uit van het systeem, of wel uit blokken of panelen, die in de handel verkrijgbaar zijn en voorzien zijn van een geldig kenmerkblad.

2.1.4 *Vloeren e.d.*
De vloeren worden samengesteld uit elementen van gewapend beton al dan niet voorzien van holten, in een afmeting die zoveel mogelijk vertrekbreed is. Bij het systeem-Smit II past men nog voornamelijk houten vloeren toe.

2.2 *Fabricage*
Essentieel voor de sector montagebouw is de verplaatsing van een groot aantal bewerkingen van de bouwplaats naar de fabriek, waar het mogelijk is de omstandigheden beter te conditioneren.
Hierdoor zijn er gunstige voorwaarden voor een hoge produktiviteit, door vergaande mechanisatie, organisatie, een constante kwaliteit, etc. Bij Rottinghuis en Bouwvliet vindt de fabricage in de open lucht plaats.
De mate waarin bewerkingen naar de fabriek kunnen worden verplaatst, wordt bepaald door de uitvoering (tolerantie en passingen), de kwetsbaarheid van de elementen en het transport e.d.
De grens tussen de activiteiten die op de bouw plaatsvinden en die welke in de fabriek worden verricht, loopt per systeem sterk uiteen.
Bij het fabricageproces zijn twee vormen te onderscheiden:
– mallen verplaatsbaar; elke bewerking heeft een vaste positie (bijv. Vaneg);
– mallen vast; alle bewerkingen worden naar de positie van de mal gebracht (bijv. Coignet).

Een andere indeling (voor het fabriceren van wanden) is die naar de stand van de mal tijdens de fabricage:
– verticale mallen (bijv. batterijbekistingen);
– horizontale mallen.
De mallen zijn meestal van staal i.v.m. de duurzaamheid, en de maatnauwkeurigheid. Ook worden wel mallen van hout of beton toegepast.

2.3 *Uitvoering*
De wand- en vloerelementen worden met behulp van een kraan in de juiste positie gebracht. Bij sommige systemen monteert men direct vanaf de wagen, bij andere past men een tussenopslag toe, en bij weer andere systemen komen beide vormen voor.
De stabiliteit van de elementen tijdens de uitvoering wordt in het algemeen gewaarborgd door hulpconstructies, zoals schoren.
Bij het systeem-Bouwvliet is de stabiliteit tijdens de uitvoering door de vorm van de elementen geen groot probleem.
De maatvoering bij de uitvoering verdient alle aandacht, vooral bij die systemen waarbij men nauwkeurig afgewerkte elementen prefabriceert en waarbij men de detaillering op een geringe tolerantie heeft afgestemd.
Bij alle systemen komt bij de verbindingen van de elementen mortel te pas, hetzij als een krachten overbrengende component, hetzij alleen als vulmortel.
Elk element is meestal aan één specifieke situatie in het bouwwerk gebonden, wat de organisatie enigszins kwetsbaar maakt.

2.4 *Materialen*
De elementen bestaan uit grindbeton, of middelzware beton met een toeslagstof. Doordat de vervaardiging van de elementen in de fabriek plaatsvindt, kan er op de betonsamenstelling een intensieve controle worden uitgeoefend.

2.5 *Afwerking*
Bij de meeste systemen kunnen de wanden zonder voorafgaande bepleistering op de gebruikelijke wijze worden afgewerkt, Beschadigingen e.d. worden bijgewerkt. De naden blijven meestal in het zicht (uitzondering: Simplex, B.M.B.), of worden, waar mogelijk, achter aansluitende wanden e.d. 'verstopt'.
De vloeren worden in het algemeen aan de bovenzijde voorzien van een afwerkvloer.
De arbeidsintensiviteit van de afwerking varieert nogal per systeem (vergelijk Rottinghuis en Elementum-Larsen & Nielsen).

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Bij toepassing van grindbeton is in verband met het condensatiegevaar een uitrusting met een c.v.-installatie vereist en een beperking van de hoeveelheid dubbel glas gewenst.
Wanneer de gevel is samengesteld uit betonelementen, zullen voor de warmte-isolatie extra voorzieningen moeten worden aangebracht, zoals platen polystyreenschuim.

3.2 *Geluidwering*
De vloeren worden in het werk van een isolerende afwerklaag voorzien. De massa van de woningscheidende wanden en vloeren vormt in het algemeen geen probleem. De isolatie-indices die per systeem en per constructie-onderdeel worden aangegeven, zijn gebaseerd op de isolatiewaarde van het element. De voegconstructies zijn echter meestal bepalend.
Voor de geluidwering speelt het peil van de uitvoering nog altijd een zeer grote rol.

3.3 *Diversen*
Een belangrijke kwestie bij de montagebouw is de stabiliteit in langsrichting. Deze wordt tot stand gebracht door middel van stabiliteitswanden, meestal in de woning, al of niet in combinatie met momentstijve verbindingen tussen de elementen.
De wanden van grindbeton zijn niet spijkerbaar.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
Door de centralisatie van de betonbereiding kunnen hoogwaardige installaties worden ingezet.
Bij de meeste systemen zijn de fabriek en het fabricageproces in dit boek uitgebreid beschreven. Uit deze teksten blijkt wel hoe gevarieerd het materieel bij de fabricage in de praktijk is. Ook het investeringsniveau van de diverse systemen varieert sterk.
Doordat het 'ombouwen' van mallen in het algemeen een kostbare aangelegenheid is, heeft men een nogal rigoureuze typebeperking doorgevoerd. Dit brengt problemen met zich mee voor een redelijke continuïteit, wanneer er sprake zou zijn van een normaal functionerende markt.
Gezien het hoge investeringsniveau is een continue afzet vooral in de sector montagebouw van essentiële betekenis.

4.2 *Bij het transport*
De elementen worden getransporteerd op speciale vrachtwagens en diepladers i.v.m. de toegestane afmetingen voor het wegtransport. Vervoer per schip wordt weleens toegepast, maar brengt door het verladen extra problemen met zich.

4.3 *Bij de uitvoering*
Essentieel bij de uitvoering is de montagekraan: hetzij een mobiele kraan, hetzij een toren- of portaalkraan. Meestal is er voor elk van de kranen een eigen toepassingsgebied:
mobiele kraan: laagbouw

portaalkraan: middelhoogbouw
torenkraan: hoogbouw
Het oppikken van de elementen kan geschieden d.m.v. hulpconstructies of een vacuümapparaat.
De capaciteit van de kraan is in het algemeen groter dan die bij andere bouwmethoden i.v.m. de grote gewichten van de elementen (4 à 6 ton).

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Bij montagebouw wordt de ruwbouw uitgevoerd door een kraanploeg, waarvan de grootte per systeem sterk varieert. Men streeft ernaar bij de afwerkfase beroepsgroepen als stukadoor, schilder en tegelzetter zoveel mogelijk te elimineren.

5.2 *Manuren.*

5.2.1 *In de fabriek*
Over het aantal manuren dat in de fabriek wordt besteed, bestaan geen betrouwbare gegevens. De indruk bestaat dat dit aantal manuren soms niet onaanzienlijk is.

5.2.2 *Op het werk*
Manurenrapporten m.b.t. montagebouw welke zijn opgesteld door een erkend efficiencybureau, zijn zeer schaars. Dit maakt het niet eenvoudig een duidelijk inzicht te krijgen in het aantal manuren dat op het werk wordt besteed.
In het algemeen is het mogelijk op de bouwplaats 500 à 800 manuren per woning te besteden, waarbij het aandeel van de ruwbouw meestal zeer klein is.

5.3 *Verlet*
Vorstverlet kan gewoonlijk op een betrekkelijk eenvoudige wijze worden bestreden, vooral bij die systemen waar de ter plaatse gestorte mortel geen functie vervult in het krachtenspel. Windverlet is een groot probleem bij montagebouw, vooral bij hoge objecten. Evenals bij gietbouw- en stapelbouw geldt, dat er reeds bij een windsnelheid van 5 Bf problemen optreden.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Reeds vóór de Tweede Wereldoorlog werden er in ons land montagebouwmethoden toegepast (bijv. Bron).
De eerste regelmatig producerende montagebouwsystemen in Nederland zijn Rottinghuis en B.M.B., die vlak na de oorlog zijn gestart met de produktie. In de jaren rondom 1960 zijn grote montagebouwers als Coignet, Elementum-Larsen & Nielsen en VAM met de produktie begonnen.
In de laatste jaren is er in de sector montagebouw een zekere stabilisatie in de produktie opgetreden. Het enige nieuwe systeem dat in de montagebouwsector in het zeer jonge verleden is gestart, is Bouwvliet.

6.2 *Produktie-omvang*
In de sector montagebouw is thans de jaarproduktie ca. 10.000 woningen. Per systeem varieert de jaarproduktie van nauwelijks enkele honderden (Bouwvliet, G.B.S.) tot enkele duizenden (B.M.B., Coignet-groep).

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit van een systeem wordt bepaald door de capaciteit van de fabriek en die van de montagekranen. Gewoonlijk ligt de reële produktie, door een gebrek aan continuïteit, duidelijk onder de fabriekscapaciteit. Een probleem bij de montagebouwers is dat de produktiecapaciteit alleen maar schoksgewijs is uit te breiden.
Wanneer bijv. een fabriek met 2 lopende banden een jaarproduktie van 1000 woningen kan realiseren, dan kan men in principe pas tot uitbreiding met een lopende band overgaan als er een redelijke garantie is dat een afzet voor 1500 woningen per jaar kan worden gevonden.
De produktiesnelheid van een montagebouwer wordt ook bepaald door fabriek *en* kraan. Een kraan kan op het werk een tempo van 2 woningen per dag in de ruwbouw halen. Het tempo van de afbouw ligt meestal iets (soms veel) achter (Smit II) bij het tempo van de ruwbouw.
De dagproduktie van de fabriek ligt lager dan de dagproduktie van de kranen te zamen doordat het aantal werkbare dagen bij de fabrieksproduktie hoger is dan bij de uitvoering. De fabrieksopslagplaats vormt een belangrijke buffer om de ritmeverschillen in fabrieksproduktie en kraanproduktie op te vangen.
Bij de uitvoering is de getraindheid van de kraanmachinist nog altijd van grote invloed op het tempo dat kan worden bereikt.

6.4 *Bouwplaatsomvang en seriegrootte*
De minimale seriegrootte van één woningtype is, doordat het wijzigen van de mallen tijd en geld kost, vaak hoog te noemen (200 à 2000). Aan de minimale bouwplaatsomvang worden door de meeste montagebouwers ook wel eisen gesteld, maar deze zijn gewoonlijk lang niet zo stringent als die t.a.v. de minimale seriegrootte: 50 à 500.

6.5 *Ontwikkelingen*
Een belangrijke ontwikkeling die in de sector montagebouw valt te signaleren, is die in de richting van de toepassing van meer 'universele' elementen, een ontwikkeling die soms gepaard gaat met een streven naar een meer 'open' systeem. Deze ontwikkeling is, gezien de zich wijzigende marktverhouding, van beslissende betekenis te achten voor de toekomst van de montagebouw.

7 Organisatiestructuur

Gezien de grote eisen die aan de organisatie bij een montagebouwmethode moeten worden gesteld, is de organisatiestructuur meestal zeer gesloten. Bijna altijd heeft men montage en fabricage in één hand (uitzondering: Schokbeton H I en G.B.S.).
Sommige systemen hebben één produktieplaats (Vaneg, Bouwvliet, VAM), andere hebben er meer (Coignet, Elementum, B.M.B., Rottinghuis). In het laatste geval opereren de diverse licentiehouders meestal zeer zelfstandig, wat gezien de regionale spreiding begrijpelijk is.
Bijna altijd werkt men met een vaste architect (Coignet: Inbo N.V.; Smit II: eigen ontwerp; B.M.B.: Van Heelsbergen; Schokbeton H I: Zanstra; Rottinghuis: Klein).
Slechts bij uitzondering is men in het algemeen bereid met een andere ontwerper samen te werken.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Een aantal systemen heeft een rijke ervaring opgedaan (B.M.B., Rottinghuis, Coignet, Elementum-Larsen & Nielsen, VAM), bij een aantal andere is de ervaring matig (Schokbeton H I, G.B.S.), terwijl het systeem-Bouwvliet nog in de ontwikkelingsfase verkeert.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Alle woonvormen kunnen in principe met behulp van een montagebouwmethode worden gerealiseerd. Na de oorlog richtten de montagebouwers zich vooral op de sector middelhoogbouw, de laatste jaren vooral op de hoogbouw in zes lagen en meer. Bij gebouwen hoger dan 12 lagen worden de stabiliteitsproblemen in het algemeen zeer groot. Wanneer een kraanbaan wordt toegepast, heeft deze enige (bij toepassing van portaalkranen: vele) consequenties voor de situering van de blokken.

Zeer korte blokken zijn meestal weinig economisch in verband met de verhardingstijd van de bij de verbinding der elementen toegepaste mortel.

8.3 *Ontwerp*
De ontwerpmogelijkheden met montagebouwmethoden zijn theoretisch bijna onbeperkt. Een belangrijk aspect is wel dat de elementenindeling consequenties schept t.a.v. de plaats en de grootte van de muurdoorbrekingen.
Wanneer in de gevel zware elementen worden toegepast (Coignet, B.M.B.), betekent dit dat aan het gevelaspect enige eisen moeten worden gesteld. In het algemeen kan men stellen dat de meeste montagebouwmethoden, in tegenstelling tot de meeste stapel- en gietbouwmethoden, qua verschijningsvorm herkenbaar zijn (Coignet, Elementum-Larsen & Nielsen, B.M.B.).
Omdat de meeste montagebouwers zelf plannen ontwikkelden met een min of meer vaste ontwerper, zonder dat bij voorbaat opdrachten zijn verkregen die voldoende zijn voor een redelijke seriegrootte, is de opdrachtgever in het algemeen in zijn keus gebonden aan het woningtype of de woningtypen die op het moment in produktie zijn.
Hoe groter het kwantum woningen is dat wordt afgenomen, des te groter is de keuzevrijheid van de opdrachtgever.
Door het verschil in de benodigde seriegrootte en de in de praktijk voorkomende omvang van opdrachten zijn de montagebouwers gedwongen, meer dan stapel- en gietbouwers, een intensieve acquisitie te plegen.

8.4 *Actieradius*
Elke montagebouwmethode is gebonden aan de fabriek waar de elementen worden geproduceerd.
De actieradius is gewoonlijk circa 50 km, maar bij grote opdrachten of in bijzondere gevallen wordt ook wel buiten de cirkel met een straal van 50 km gebouwd.

renvooi bij de kaartjes

- eengezinshuis
- galerijflat
- maisonnette
- portiekflat
- woonvorm niet gespecificeerd

dicht: 100 woningen
open: 1 t/m 100 woningen

12.1 Baksteen Montage Bouw

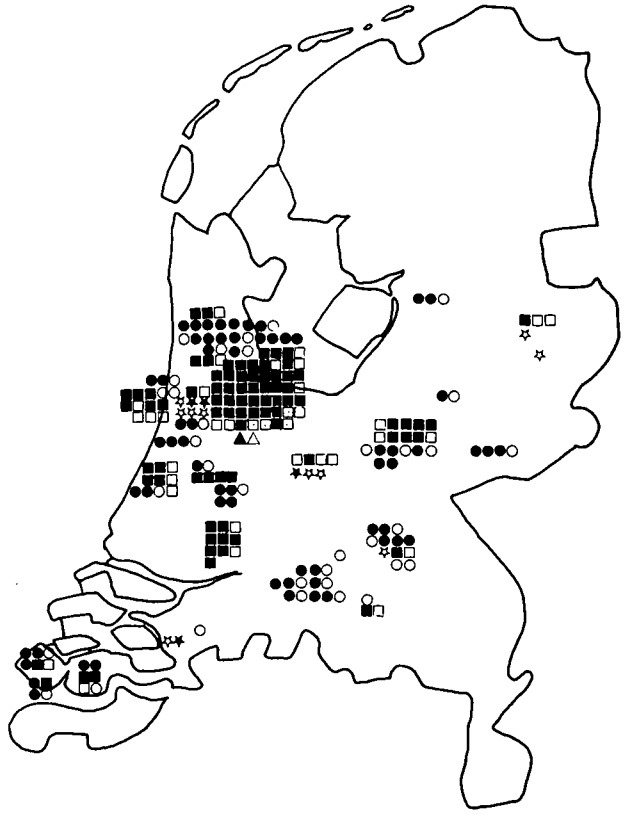
Promotor: N.V. Nederlandsch Bouwsyndicaat,
Binckhorstlaan 309, Den Haag.
Tel. (070) 83 87 00.

Uitvinder: mr. Dyke, Engeland.

Eigenaar van het systeem sinds 1959 : N.V. Nederlandsch Bouwsyndicaat, Den Haag.
Vertegenwoordiging voor licenties buiten Nederland: High Speed System Building Ltd., Londen.
Nederlands octrooi nr. 70.838.

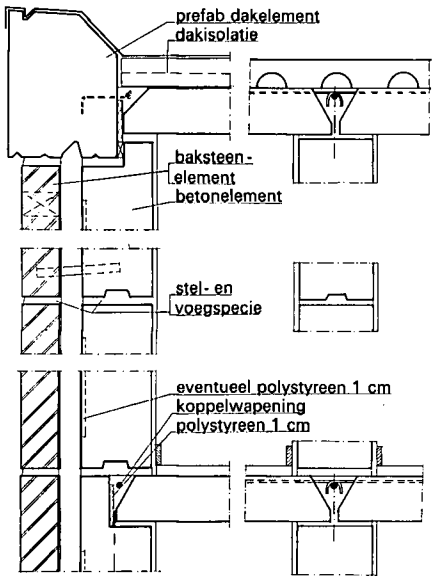
Bouwkeur: 1956 (verlopen).

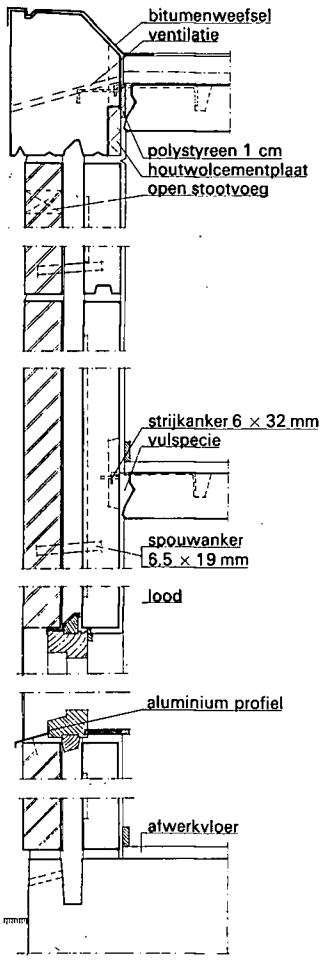
In 1969 komen uit: bouwkeur BMB-I
attest BMB-II (geprefabriceerde dragende binnenwanden)
attest BMB-mengbouw (in het werk gegoten dragende binnenwanden).

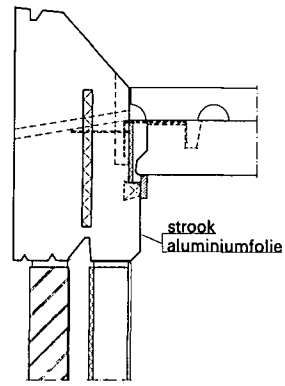


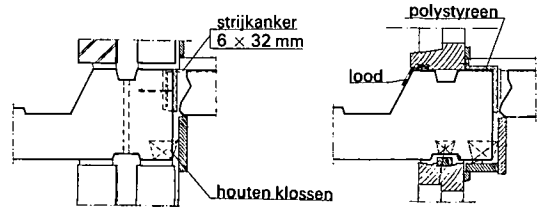
Voorbeeldproject

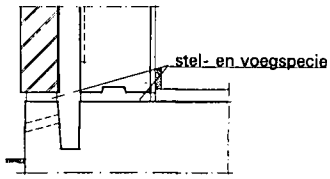
246 portiekflats (woningwet) in uitbreidingsplan Schalkwijk te Haarlem.
Opdrachtgever: gemeente Haarlem.
Architect: C. H. van Heelsbergen te Arnhem.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Nederlandsch Bouwsyndicaat, te 's-Gravenhage.

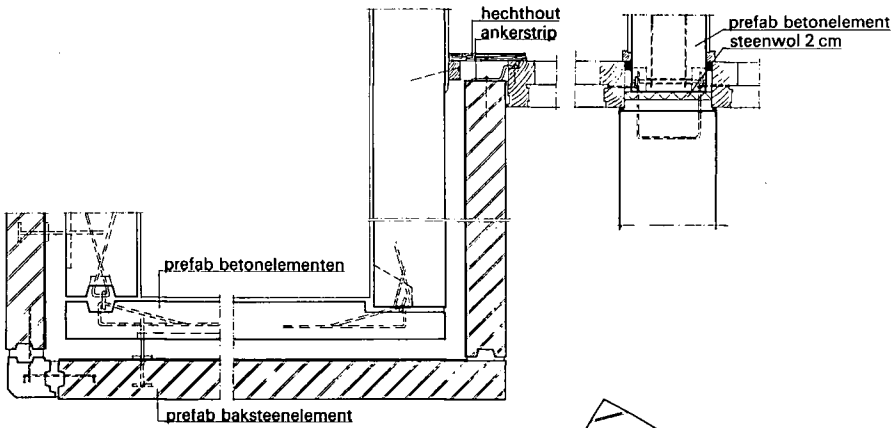

prefab dakelement
dakisolatie
baksteen-
element
betonelement
stel- en
voegspecie
eventueel polystyreen 1 cm
koppelwapening
polystyreen 1 cm

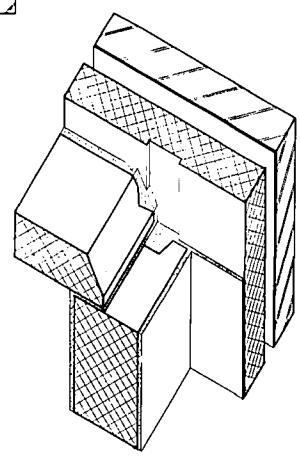

bitumenweefsel
ventilatie
polystyreen 1 cm
houtwolcementplaat
open stootvoeg
strijkanker 6 × 32 mm
vulspecie
spouwanker
6,5 × 19 mm
lood
aluminium profiel
afwerkvloer

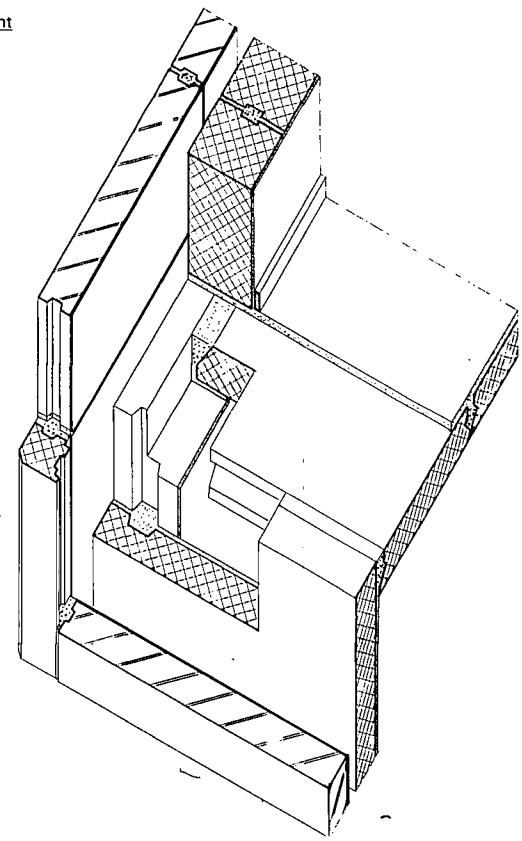

strook
aluminiumfolie

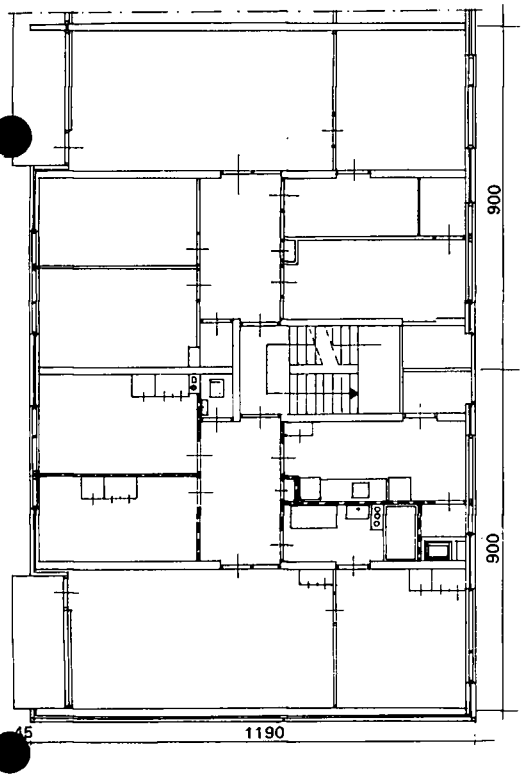

strijkanker
6 × 32 mm
houten klossen
polystyreen
lood

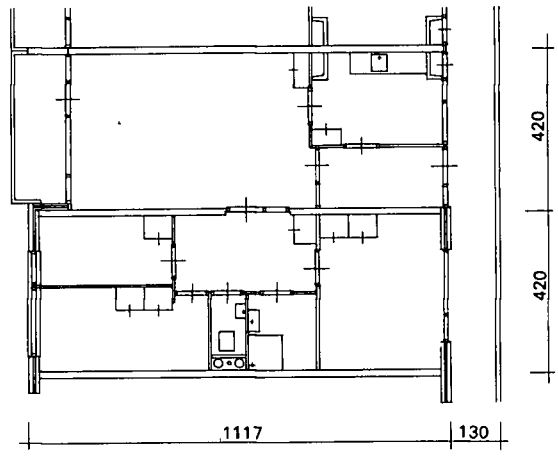

stel- en voegspecie

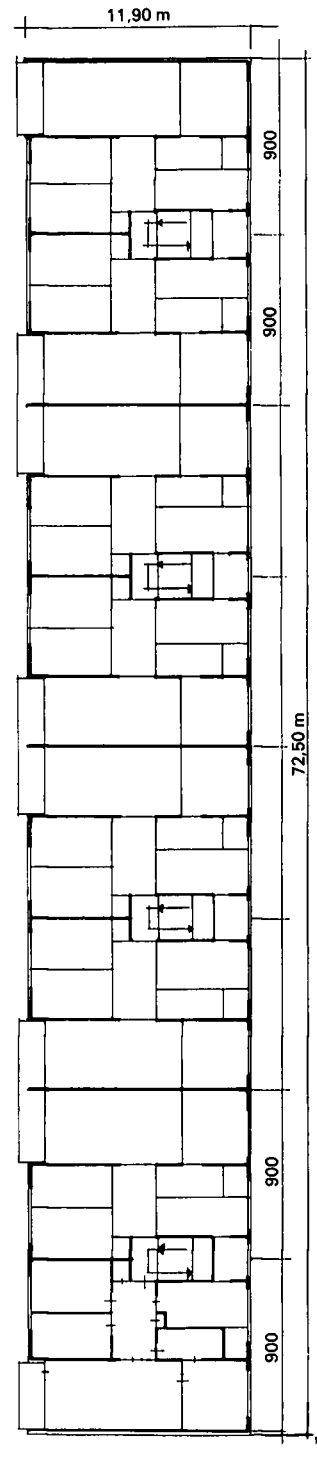

hechthout
ankerstrip
prefab betonelement
steenwol 2 cm
prefab betonelementen
prefab baksteenelement

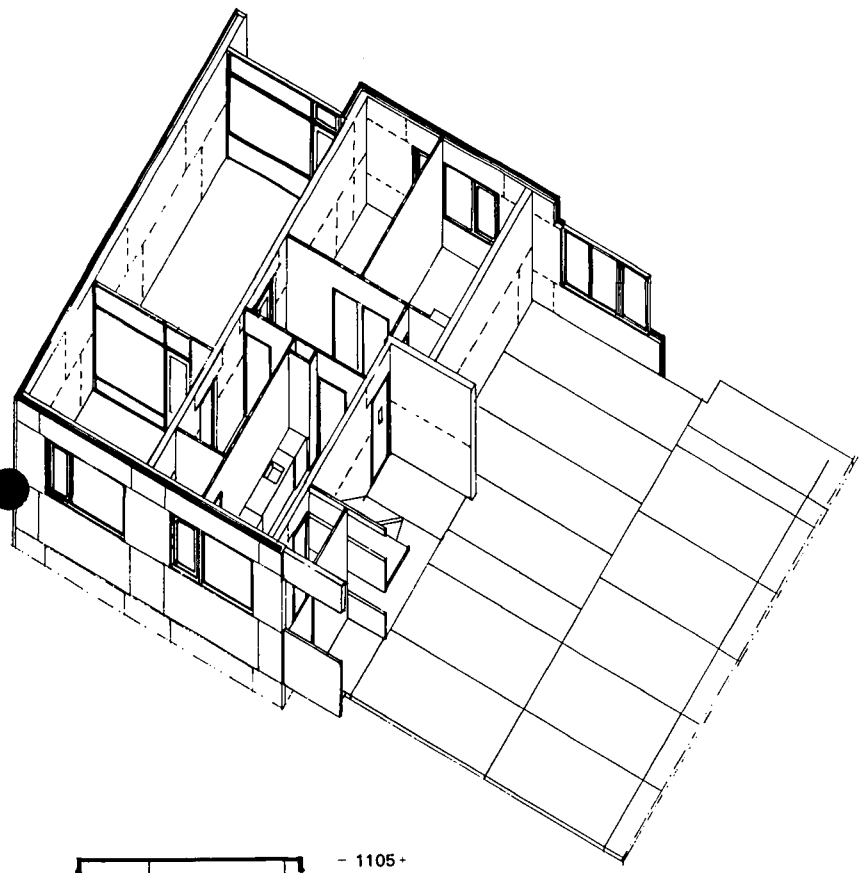


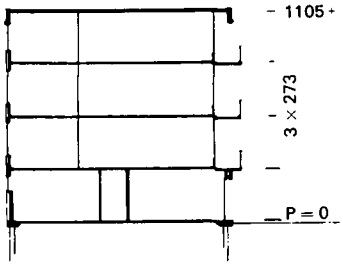



900
900
45
1190


420
420
1117
130


11,90 m
900
900
900
900
72,50 m




1105
3 × 273
P = 0

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor laag-, middelhoog- en hoogbouw, waarbij geprefabriceerde betonnen wandelementen van halve of hele verdiepinghoogte en getrilde grindbetonnen vloerplaten op het werk met een kraan worden gemonteerd en omhuld door geheel geprefabriceerde gevelelementen (meestal van een halve verdiepinghoogte), samengesteld uit een spouwmuurconstructie met een binnenspouwblad van beton en een buitenspouwblad van mechanisch gemetselde baksteen.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Fundering*

Het onderhuis wordt geheel in montagebouw uitgevoerd. Als de bouwhoogte meer dan circa 7 bouwlagen is, wordt het onderhuis uitgevoerd in BMB-mengbouw.
De vloer wordt geconstrueerd als cassettenplaatvloer op maaiveldniveau, gestort op een met hellingen van 45° gemodelleerde werkvloer. Deze cassettenvloer wordt in gemeenten met een sterk nazakkende bodem rondom aan de onderzijde voorzien van een grondscherm van prefab-plankjes.
Er zijn, naast grondwerkers en ongeschoolden, niet meer dan 2 timmerlieden nodig om deze fundering te construeren in een tempo van één bouwput van circa 90 meter per 3 weken.
De betonspecie wordt vanuit de fabriek aangevoerd en mechanisch in de put gebracht. De bouwtijd van deze fundatievloer is, doordat er slechts één stortfase voorkomt, 6 weken: daarna begint de montage.

2.1.2 *Dragende wanden*

De (perceelscheidende) draagwand (BMB-I) bestaat uit 20 cm dikke te pleisteren elementen van middelzware beton van een samenstelling die afhankelijk is van de vereiste sterkte; de grootste afmetingen zijn 1,40 m voor de hoogte en 3,50 m voor de breedte. Door bijzondere mallen is de breedte op te voeren tot 4 m. De dikte kan in bijzondere gevallen op 25 of 30 cm worden gebracht (BMB-II: 23 cm).
In het systeem BMB-II is de dragende wand 18 cm dik en blijft ongepleisterd; de hoogte is maximaal circa 2,70 m, de breedte maximaal circa 4,50 m.
De elementen van de dragende wand zijn op de stootvoeg van een sponning voorzien; zij worden door specie met elkaar verbonden. Tegenover de eindelementen vindt men een sponning in de binnenspouwwand; de bevestiging aan aansluitende wandconstructies geschiedt met ingestorte ankers die in een uitsparing vallen en aangewerkt worden.
Aan de gevels worden de draagwanden verankerd door 4 ankers per verdieping.
De beschreven constructie is ook geschikt voor dragende binnenwanden; de dikte van de elementen is dan 10, 16 of 20 cm, soms ook 25 of 30 cm (B.M.B.-II: 18 cm). In beginsel zijn alle draagwandelementen ongewapend.

2.1.3 *Gevels*

De gevel bestaat uit een halfsteens-buitenspouwplaat van baksteenmetselwerk, in de regel in halfsteens verband en een 10, 14,3 of 19,3 cm dikke binnenspouwplaat van korrelbeton. De spouw is 4 à 5 cm wijd. De gevel wordt opgebouwd uit vooraf vervaardigde elementen, waarvan de grootste afmetingen thans zijn circa een halve etagehoogte voor de hoogte en 14 of 16 baksteenstrekken (naar keuze van de fabrikant) voor de lengte. Deze maximale afmetingen kunnen voor speciale gevallen worden gewijzigd.
Zo kunnen speciale penantmallen van etagehoogte worden toegepast. In verband met de produktie is dan in de regel de maximumbreedte 7 strekken.
De bruto-etagehoogte is 280 cm: 44 baksteenlagen.
De gevelelementen omvatten de gehele spouwwandconstructie, dus buiten- en binnenspouwplaat, die met verzinkte ankers van stripstaal (6,5 × 20 mm) aan elkaar zijn verbonden.
De ankers zijn in de buitenspouwplaat voorzien van een dwarsstaafje Ø 5 mm lang 5 cm, in de binnenspouwplaat van een gat Ø 10 mm waardoor een staafje Ø 8 lang 25 cm steekt.
Het aantal ankers is 3 à $3^1/_2$ per m². Bij elementen van 20 à 23 lagen zijn er ten minste 3 horizontale rijen ankers boven elkaar.

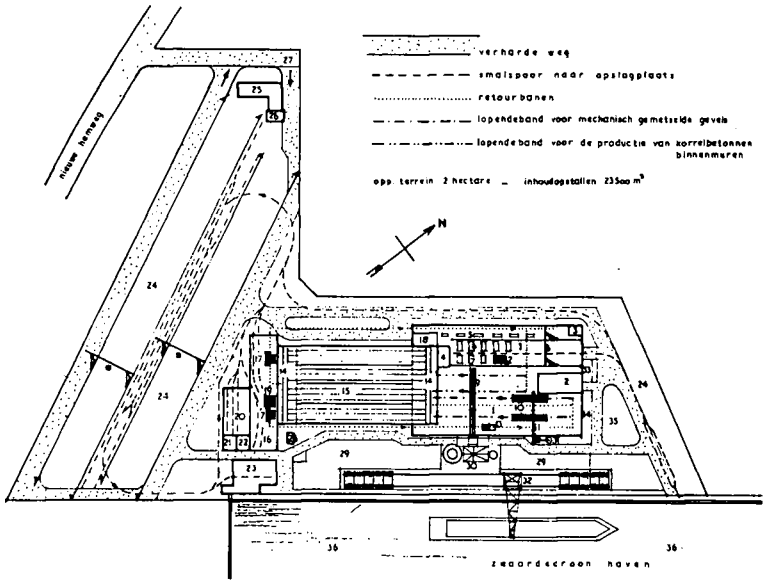
Zowel de buiten- als de binnenspouwplaat van de gevelelementen sluit langs de verticale zijden aaneen met een vlakke voeg, voorzien van een speciesponning. Deze voeg wordt in het werk aangegoten en in het schone werk nagevoegd.

Waar twee buitenspouwwanden onder een hoek op elkaar aansluiten, wordt tijdens de produktie aan de buitenspouwplaat van het langsgevelelement een geprefabriceerde grindbetonlijst met een doorsnede van 11 × 11 à 15 cm ter lengte van de hoogte van het element vastgestort.
Als bij inspringende hoeken, zoals bij loggia's, de bakstenen buitenspouwplaat niet wordt rondgevoerd, wordt de gevelspouwwand afgesloten door middel van verticale, in de fabriek aangestorte lijsten, breed circa 8 cm, en ter dikte van de gehele spouwwand. Gaat de baksteenplaat wel door als balkonzijvlak dan geschiedt dit d.m.v. een loodvoeg, dus zonder betonlijst. Bij gebouwen hoger dan 5 bouwlagen dient eens per vier bouwlagen de horizontale voeg tussen de aan de baksteen vastgestorte betonhoeklijst met een elastisch materiaal te worden gevuld. In bijzondere gevallen wordt de hoek geconstrueerd door de halve-etagehoge buitenspouwwanden in elkaar te doen grijpen, zodat de betonlijst achterwege kan blijven.

De elementen zijn ongewapend. De maximaal door de elementen te overspannen wandopening is gelijk aan de elementlengte (maximaal 16 strekken), minus 2 strekken voor de opleggingen.
Niet-vloerdragende elementen zijn ter plaatse van gevelopeningen vrij overspannend als hun hoogte niet kleiner is dan ongeveer $^1/_3$ van de te overspannen openingen; lagere of wel door vloeren en daken belaste elementen worden in geval van het overspannen van wandopeningen gewapend in de binnenspouw. Zeer brede kozijnen worden overspannen door gevelpanelen die op de vloerzijde rusten of aan de dragende binnenwanden worden opgehangen.
De gevelelementen worden zodanig op de fundering geplaatst dat het mechanisch metselwerk boven het maaiveld begint. Hierdoor wordt het maken van een trasraam overbodig. Ter plaatse van de spouw wordt in de fundering een sponning geformeerd, aan de bovenzijde breed 6 cm, diep 12 cm. De onderste rij spouwontluchtingsopeningen wordt aangebracht ter plaatse van deze funderingssponning.
In bijzondere gevallen kunnen ook plaatselijk elementen of gedeelten van elementen zonder spouw worden toegepast. Voor wandelementen zonder spouw worden ankers Ø 8 gebruikt ter verbinding van metselwerk en korrelbeton. Tussen deze beide delen wordt circa 1,5 cm waterdichte cementmortel op de achterzijde der bakstenen vastgetrild.
Als de wand fungeert als gevel van een bewoonde ruimte, dienen platen polystyreen dik $1^1/_2$ cm, over ten minste 80% van de elementoppervlakte te worden ingestort (sandwich-gevelpanelen).

2.1.4 *Niet-dragende wanden*

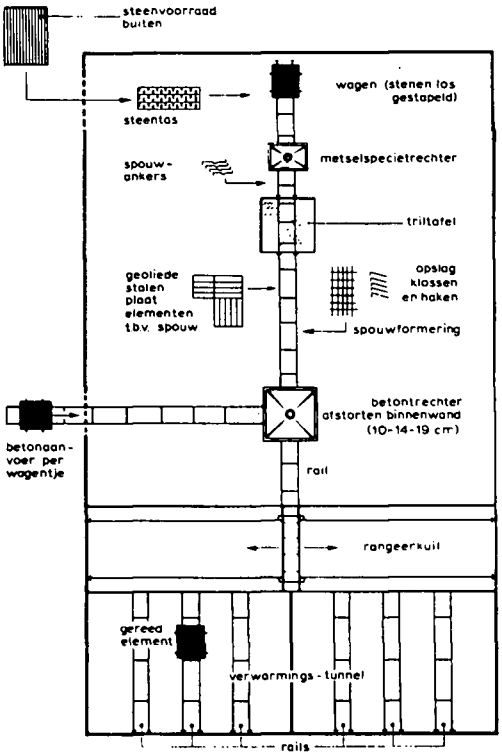
In het B.M.B.-I-systeem worden handelsprodukten voor de samenstelling van niet-dragende wanden toegepast (Siporex, Gibo, Durox, e.d.),dan wel eigen korrelbetonplaten van 7 cm dikte.



1. Produktiehallen.
2. Timmerwerkplaats.
3. Elektra-buizen werkplaats.
4. Magazijn.
14. Traversebaan.
15. Verwarmingsloods.
16. Overslaghal.
17. Kantelaar.
18. Ketelhuis.
20. Schoonmaakloods.
22. Opslag olie.
23. Revisie-werkplaats.
24. Elementen- en betonprodukten-opslag.
25. Bedrijfswoning.
26. Transportregelcentrum.
29. Grondstoffen opslag.
30. Betonmortelcentrale.
36. Zwaardecroonhaven, bevaarbaar voor schepen tot 1000 ton.

Kantoor-, was- en kleedruimten, kantine en vergaderzaal boven traversebaan, verwarmingsloods en ketelhuis (resp. no. 14, 15 en 18).

12.1.1 Plattegrond van de fabriek te Amsterdam



12.1.2 Produktielijn B.M.B-systeem (uit: Polytechnisch Tijdschrift 12-5-1965, p. 382 B)



12.1.3 Het mechanisch metselen van de panelen (foto: Openbare Werken Rotterdam)

Bij wanden korter dan circa 1,50 m worden deze platen verdiepinghoog uitgevoerd zonder horizontale en verticale voeg Voor de wanden körter dan 0,75 à 1 m worden altijd handelsplaten of drijfstenen gebruikt.
In het B.M.B.-II-systeem wordt in de regel het systeem DATO toegepast (in de handel verkrijgbaar), dat bestaat uit grote monolietelementen van 7 cm van licht gewapende, opgeschuimde grindbeton (1700-1800 kg/m³). Bij dit systeem is het montagebouwprincipe dus ook in de opzet van de niet-dragende wanden toegepast.

2.1.5 *Vloeren*
De vloer wordt geconstrueerd uit vooraf vervaardigde, gewapend betonnen platen van getrild grindbeton. Er zijn twee typen: H (hol) en M (massief). De platen van het type H zijn 1,58 m breed, 17 cm dik, en hebben een lengte van maximaal bijna 6 m. Zij zijn in de lengterichting voorzien van zes ellipsvormige uitsparingen, welke 20,5 cm breed en 11,5 cm hoog zijn; de dammen tussen de uitsparingen zijn 4,5 cm breed. De platen hebben een gewicht van ten minste 240 kg/m² en een volumegewicht van 2400 kg/m³; zij worden aansluitend in het werk gelegd, waarna de smalle kelkvoegen tussen de platen worden volgestort met grindbeton.
De koppen der kernholten worden met een blikken schotje dichtgezet. Het buitenvlak van dit schotje valt ongeveer in één vlak met de buitenkant van de wand. Per travee wordt zo nodig een pasplaat toegepast.
De vloerplaten van het type M zijn 10, 11, 12, etc. t/m 18 cm dik met gelijke zij- en kopkanten. De maximale breedte is 2,00 m, de maximale lengte circa 4,50 m. Van de M-vloer bestaat een tweezijdig gladde versie, vervaardigd in een batterijbekisting, waardoor een estrichlaag overbodig is. De vloerplaten hebben op de kopeinden koppelankertjes tot Ø 5 mm, h.o.h. 25 cm, ofwel de platen worden gekoppeld d.m.v. een staaf die in de kelkvoeg wordt gelegd.

2.2 *Fabricage*
Het BMB-I-systeem is gebaseerd op een maximum elementgewicht van $2^1/_2$ ton, B.M.B.-II op een gewicht van $3^1/_2$ ton, beide met + 5% tolerantie.

2.2.1 *Gevels*
De gevelwandelementen worden volgens het lopende-bandprincipe vervaardigd in liggende mallen.
De roulerende malbodems bestaan uit een raamwerk waarin zich een samenstel van maatvaste roosters bevindt, overeenkomend met het voegpatroon van het 'metsel'-verband.
De bewerkingen die de matrijzen in de gevelelementenfabriek ondergaan, zijn als volgt.

Stadium 1
Lege plateaus reinigen.

Stadium 2
Plateaus met olie bespuiten, of met plastic-folie (0,02 mm dik) afdekken.

Stadium 3
Bakstenen plaatsen (1000 stuks per man per uur) in de rechthoekige verdiepte vakjes, welke worden gevormd tussen de gepatenteerde roosterstaven van het plateau, dat is vervaardigd van gietijzer, hardhout, aluminium, hardplastic of iets dergelijks. De oppervlakte van het plateau is 22 lagen ($^1/_2$-verdiepinghoogte) × 14 (soms 16) strekken. De baksteenplaat is een halve steen dik en formeert de buitenspouwmuur. Het profiel der roosterstaven tolereert een zekere maatvariatie in de bakstenen; deze komen nl. op tapse vlakjes te staan, zodat doordruipende specie wordt afgevoerd zonder de baksteen-onderzijde (later voorzijde) te besmeuren. De aard van dit procédé brengt tevens mee dat een natuurlijke levendigheid in het metselwerk ontstaat en de doodsheid van mechanisch werk wordt vermeden.

Stadium 4
Stalen ommalling om de bakstenen plaatsen; deze bevat richels waardoor rondom in de binnenspouwplaat een speciegroef wordt geformeerd. Verzinkte spouwankers $6^1/_2$ × 20 mm, 3 à $3^1/_2$ stuks per m², in de voegen plaatsen. Stalen en/of houten afdammingen plaatsen om de gewenste elementvorm binnen de omkadering van de mal van standaardafmetingen te krijgen.

Stadium 5
Het plateau rolt langzaam onder een douche door, tenzij de steen is voorbevochtigd, en daarna onder een trechtervormige goot met dunne cementspecie, welke gelijkmatig over de stenen wordt uitgespreid.

Stadium 6
Het plateau komt op een triltafel, zodat de specie de voegen tussen de stenen goed opvult 'vol en zat', terwijl door het patentprofiel van het rooster tegelijk een strak, iets verdiept voegwerk in het gevelvlak (nu nog naar onderen gekeerd) ontstaat. Voorts wordt aldus automatisch de achterkant der buitenspouw van een harde cementen vertinlaag voorzien.

Stadium 7
Stalen bekistingplaten worden in de ommalling gelegd op oplegrichels; hun bovenzijde is 5 cm boven de bovenzijde der bakstenen. Aldus wordt de spouw geformeerd. Op deze platen legt men afdammingen als in stadium 4 bedoeld. Door de einden der spouwankers die door de bekistingplaten omhoog steken, wordt een staaf betonijzer gestoken.

Stadium 8
Waar dit wordt vereist, wordt 1 cm polystyreen op de spouwbekistingsplaten gelegd en voorzien van betonlijm.
De matrijs wordt nu in een dikte van 10, 14,3 of 19,3 cm opgevuld met isolerende middelzware beton (binnenspouwwand).

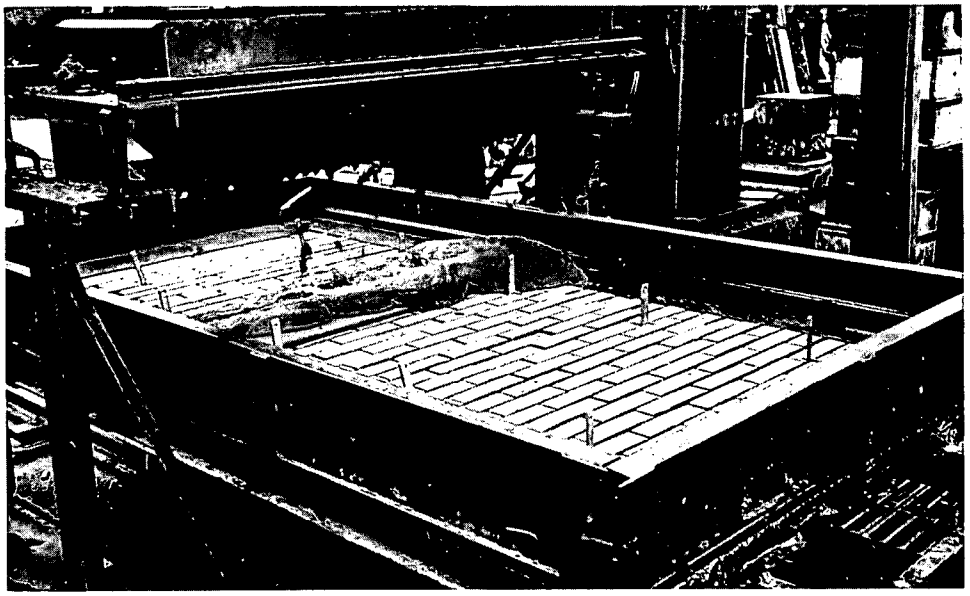
Stadium 9
De middelzware beton wordt gewalst en/of gestampt, in een verwarmingskamer afgewerkt en voorzien van de vereiste spijkerbare klosjes, groevensparingen voor leidingen, sparingklossen voor vloerbalken, elektriciteitsbuizen etc.

Stadium 10
Het plateau wordt op een verhardingsveld gezet en blijft daar 14 tot 24 uur. Het tempo is zodanig dat men van de produktielijn ongeveer elke 12 à 14 minuten een wagen met gemiddeld 4 m² wand ziet rollen.

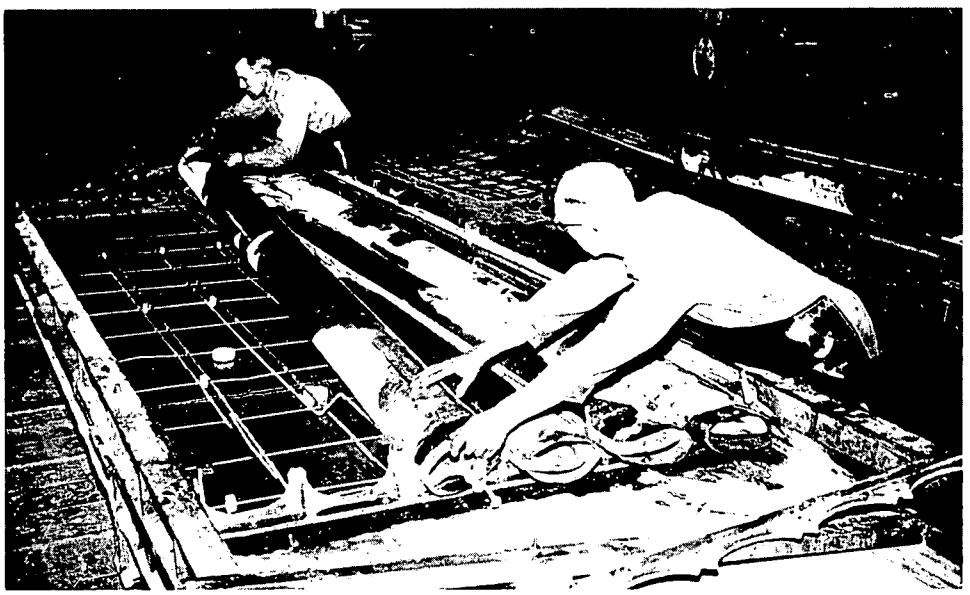
Stadium 11
Ommallingen en spouwbekistingsplaten worden weggenomen,

Stadium 12
Het plateau rolt in een kantelapparaat, dat de wandelementen van de horizontale in de verticale stand brengt. Een kraan neemt het element op en plaatst het op een afvoerlorrie. Het plateau kantelt terug en wordt naar stadium 1 gerold. De hijsarmatuur, ook bij de montage, bestaat uit lange staven aan staaldraden, welke in de spouw zakken en vasthaken onder de beide middelste der onderste rij spouwankers.

Stadium 13
De trein van lorries rijdt naar een tussenopslagplaats, waar de elementen worden nagezien op gebreken. Op het fabriekstasveld blijven de elementen vervolgens 2 tot 4 weken verder verharden. De opslag fungeert tevens als stootvoorraad.
Enkelvoudige baksteenplaten worden veelal geconstrueerd uit baksteenstrippen, dik 5 i.p.v. 11 cm, op dezelfde wijze 'gemet-



12.1.4 De mortel wordt aangebracht (foto : archief Ned. Bouwsyndicaat)



12.1.5 De vloermal wordt klaargemaakt (foto : archief Ned. Bouwsyndicaat)



12.1.6 Het vervoer van de elementen kan geschieden met een gewone vrachtwagen (foto : archief Ned. Bouwsyndicaat)

seld', waarna er beton op wordt gestort, zodat een totale dikte van 11 of 13 cm wordt bereikt (demi-keramisch).
Bij sandwich-gevelpanelen kan het buitenblad op beide manieren worden geproduceerd (vol- of demi-keramisch).

2.2.2 *Dragende wanden*
De dragende wanden worden ofwel op een soortgelijke lopende band als de gevels geproduceerd (de band is korter en de snelheid is 8 à 10 minuten per mal), ofwel verticaal in batterijbekistingen (5 of 7 m lang, meervaks; of 14 m lang als 'tweelinggietbouwkist').

2.2.3 *Vloeren*
De lopende-bandproduktie van de vloeren verloopt in de volgende fasen:
1e fase: opbouwen kantmallen en afdammingen op het produktieplateau, oliën;
2e fase: inleggen van het geprefabriceerde wapeningsnet op afstandsringetjes;
3e fase: inleggen van eventueel aanwezige elektradoos en kernen; kopschotten der ommalling sluiten;
4e fase: terwijl er wordt getrild, volstorten met grindbeton;
5e fase: afreien, hijsankers inplaatsen, eventueel spijkerbare klosjes en sparingen indrukken, merk aanbrengen.
Het element wordt op een platform (produktieplateau) in een verwarmde 24-uursopslag gebracht. De kernen kunnen worden samengeklapt waardoor ze eenvoudig kunnen worden gelost.
Na 14 tot 24 uur wordt het element ontmald, opgehesen en in een opslag gebracht, waar het ten minste 2 weken verblijft alvorens naar de bouwplaats te worden vervoerd. Opslag en vervoer geschieden veelal in stapelingen van 6 bijeenbehorende elementen, juist voldoende voor 1 travee van een woning. Bij het optassen, ook op auto en bouwplaats, liggen tussen de elementen plankjes vlak bij de kop van het element. In de open kop van de holten worden vlak voor het aanstorten in de bouw ter afsluiting blikken plaatjes gezet. De fabricagewijze van de M-vloeren is vrijwel identiek. In sommige BMB-fabrieken worden de vloerplaten op vaste malbodems gestort en verdicht door oppervlaktetrillers.
Vloeren van het M-type in grotere dikte (bijv. 16 of 18 cm) worden ook wel in batterijmallen gestort. De bovenzijde is dan zo vlak dat de noodzaak van het aanbrengen van een estrichvloer vervalt.
Dit type, dat massief en vlak is, wordt MV-vloer genoemd.

2.3 *Montage*
De wandelementen worden op de juiste hoogte te lood afgesteld. Ten einde het indrukken van de tevoren uitgespreide specielaag te voorkomen, worden betonnen klosjes in het speciebed gelegd. Houten wiggen die na het verharden van de specie worden weggenomen, worden toegepast om de elementen zuiver af te stellen. Verticale en horizontale voegen hebben een dikte van circa (liefst maximaal) 2 cm, en worden aan de buitenzijde iets verdiept afgevoegd.
De binnenspouwplaten van de kop- en langsgevels zijn voorzien van een speciesponning en sluiten met een vlakke voeg tegen elkaar; ze worden gekoppeld met 2 ankers per verdieping. In de beide te verankeren onderdelen is een ooganker Ø 10 mm ingestort, terwijl rondom het anker een holte is gespaard.
De oogankers worden in het werk gekoppeld met een haarspeldanker Ø 14 mm, dat door de beide ogen wordt gestoken; vervolgens worden de holten gevuld met cementspecie.
De gewapend-betonnen vloerplaten worden op de kopgevel opgelegd in een daarvoor gespaarde sponning in de bovenrand van de binnenspouw. Uit deze wanden steken stekken Ø 8 ter koppeling.
Ter plaatse van balklagen en gordingen worden in de eindgevels de nodige sparingen gemaakt, in het dak om de andere voorzien van een stormanker Ø 8. De balken worden direct bij de montage gelegd en later nauwkeurig afgesteld.

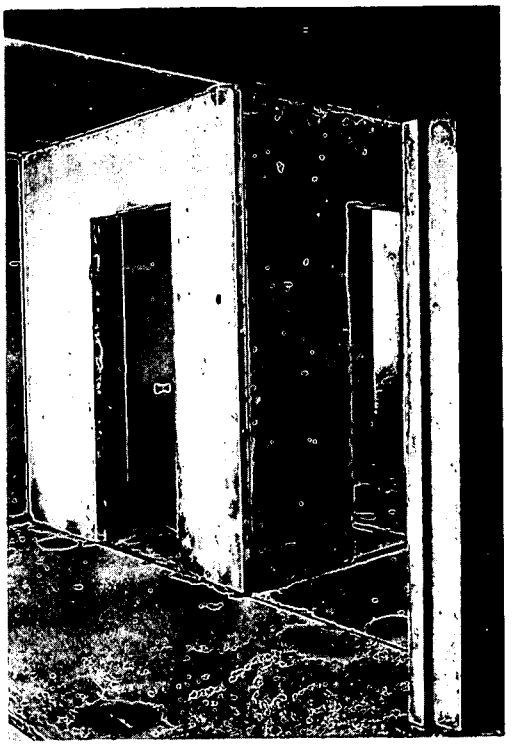
De vloerelementen worden met een kraan op de wanden gelegd, vol en zat in de cementspecie 1 cement: 4 zand.
De vloerelementen zijn over 8 cm op de wanden en balken opgelegd. Een jukkenondersteuning is zelfs bij de grootste overspanning niet nodig, doordat het element zijn volle draagkracht reeds heeft.
Door de aanwerkploeg van de wandelementen worden, meteen na de montage, de kelkvoegen tussen de elementen en de koppelbalkjes boven de muren volgegoten met grindbetonspecie 1 cement : 2 zand : 3 fijn grind (korrelgrootte max. 15 mm). De aanhechtvlakken worden tevoren goed bevochtigd. De dwarskoppelstaaf wordt tevoren in deze koppelbalkjes ingelegd op de uit de elementen stekende langskoppelijzers. In deze strook worden ook dwars op de overspanning lopende elektrabuizen ondergebracht. Deze aanwerkploeg legt voorts de strijkankers in, en giet de kommen daarvan aan. Deze ankers en de eventuele platgeslagen hijsankers worden in een kapje cementspecie gehuld, voor zover er later een poreuze in plaats van massieve naadloze cementvloer wordt opgebracht. Ter plaatse van de voegen in het plafond zijn V-naden aangebracht, waardoor enige ongelijkheid tussen twee aaneenliggende elementen kan worden opgevangen.
Alternatieve oplegdetails, met name voor BMB-II, worden nader uitgewerkt.

2.4 *Materialen*
De kwaliteit van de baksteen is gevelhardgrauw. Het toe te passen formaat wordt bij het bestellen der roosters en mallen door de fabrikant bepaald.
In de regel wordt waalformaat toegepast.
De bakstenen moeten qua strakheid en maattolerantie geschikt zijn voor het procédé.
De binnenspouwplaat wordt gemaakt van middelzware beton (of in bijzondere gevallen van grindbeton). Als toeslagstof voor deze beton kunnen dienen hollith, baksteenpuin, klinkerisoliet, hoogovenslakken, lavaschuim, of dergelijke. De stelspecie heeft een samenstelling van 1 cement: 4 à 5 zand.
Het korrelbeton van de separatiewanden (BMB-I) heeft een samenstelling van 1 cement : 2 zand : 4 poreuze toeslag.
De samenstelling van het grindbeton van de vloeren is in volumedelen 1 cement : 2 zand : 3 grind.

2.5 *Afwerking*

BMB-I:
De gevelbinnenzijde, de dragende wanden en de eventuele korrelbetonnen separaties worden (dun) gestukadoord. De handelsseparatiesystemen, de plafonds, de onderhoudsruimten en soms de trappehuiswanden hebben geen stukadoorswerk nodig.

BMB-II:
Het stucwerk is geheel geëlimineerd. De gevelbinnenzijde wordt in de fabriek van een pleisterlaag voorzien.
De bovenzijde van de vloeren wordt direct afgewerkt met een naadloze dekvloer van 2,5 cm dikte. Bij de MV-vloer (BMB-II) kan deze dekvloer worden geëlimineerd. Men kan bij dit vloertype volstaan met 2 mm kurkment.
De onderzijde wordt bespoten met witte muurverf.
Bij dakconstructies wordt de isolatie op de plaatvloer aangebracht, bijv. vlasschevenplaat, schuimbeton of roofmate.



7

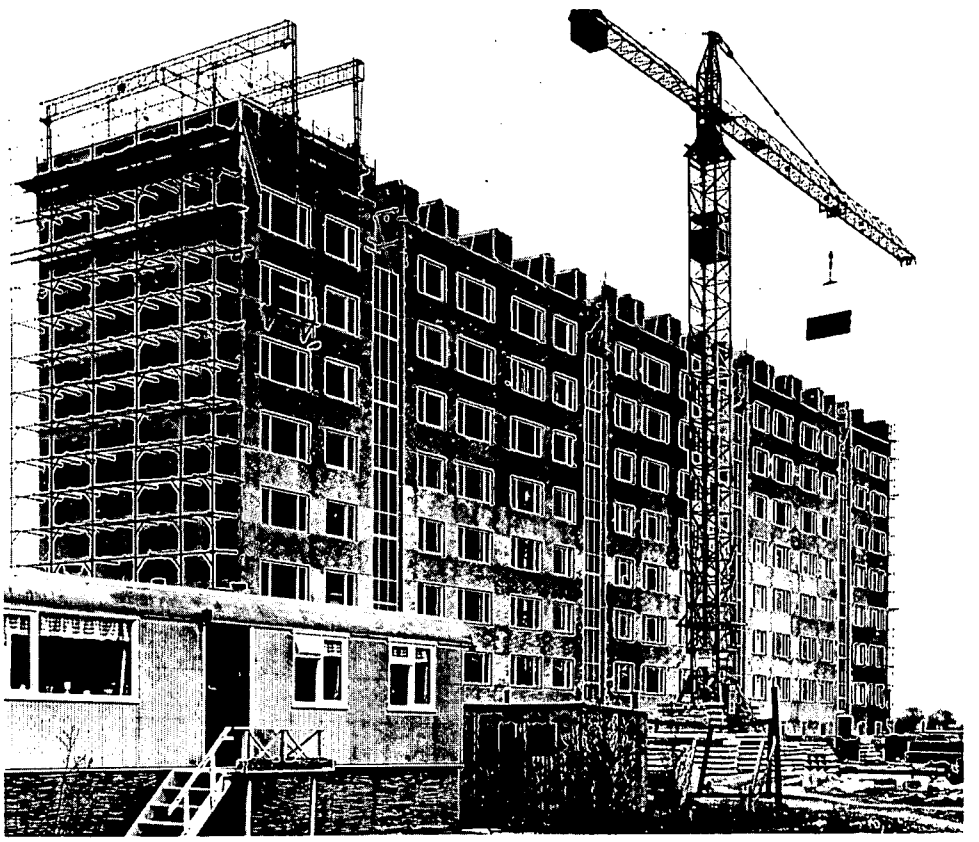


8

9

12.1.7 Betonwanden en -vloeren vóór het aanbrengen van de afwerklagen
(foto : archief Ned. Bouwsyndicaat)

12.1.8 Karakteristieke B.M.B.-gevel (portiekflats te Amsterdam)
(foto : archief Ned. Bouwsyndicaat)



12.1.9 Portiek - hoogbouwproject in aanbouw
(foto : archief Ned. Bouwsyndicaat)

3 Bouwfysische eigenschappen

KENMERKEN ELEMENTEN B.M.B.

toepassing	*elementtype*	*dikte in cm*	*max. breedte in cm*	*hoogte overspanning*		*beton*	*wapening*
woningscheidende wanden	massief, homogeen	20,28 of 30 18 of 23	415	halve verd.	1a II	Ia Middelzwaar beton: – Samenst. in vol. delen: 1 cement: $1^1/_2$ à $2^1/_2$ zand: 3 à 7 toeslagstof	– geen -
binnenwanden, incl. binnenspouwwanden		10*, 16 of 20	415	idem	Ib	– Vol. gewicht na droging tot const. gew.: min. 1625 kg/m³ bij 20 cm dikte indien achteraf gepleisterd min. 1900 kg/m³ bij 28 cm dikte indien reeds afgewerkt min. 1800 kg/m³ in overige gevallen – Kubusdruksterkte na 28 dagen verharding: min. 75 kg/cm²; bij geconcentreerde belasting min. 130 kg/cm² Ib Als Ia doch met vol. gew. 1400-1600 kg/m³ voor binnenspouwbladen e.d. 1400-1700 kg/m³ voor overige gevallen	– geen -
– dragend en niet-dragend (zie*)	idem	9*, 16 of 18			II		– geen -
– uitsl. als separatiewand	idem	7	ca. 300	idem	Ib		– lichte randwapening
buitenwanden							
– dragend en niet-dragend (zie *)	met spouw met: – binnenspouwblad - 10, 14,3 of 19,3 cm incl. eventuele laag polystyreenschuim 1 cm dik of binnenspouwblad - 10 cm incl. laag polystyreenschuim min. 1 cm dik – buitenspouwblad in halfsteens baksteenmetselwerk	25,7*, 30 of 35	415	idem	Ib II		3 st. Ø 8 hor. 3 st. Ø 8 hor.
– idem -	sandwichvormig met: varianten – binnenplaat 12,4*) of 16,7 cm of 12,4 cm – dampremmende foelie, polystyreenschuim 1,5 cm en waterd. specie 1,5 cm – buitenplaat in halfsteens baksteenmetselwerk	25,7 of 30	415	idem	Ib II	II Grindbeton min. K 160 volgens G.B.V. 1962, doch met min. cementgehalte 275 kg/m³ voor won. scheidende wanden, binnenwanden en binnenspouwbladen/-platen van buitenw. elementen – Vol. gew. min. 2350 kg/m³ voor won. scheidende wanden bij 23 cm dikte	3 st. Ø 8 hor. 3 st. Ø 8 hor.
– idem -	sandwichvormig met: – binnenplaat 9 cm – dampremmende foelie en polystyreenschuim min. 1,5 cm – buitenplaat min. 8 cm	20*	415	idem	II II		3 st. Ø 8 hor. – geen -
* dragend t/m 2 bouwlagen							
vloeren, incl. dakvloer	massief, homogeen – met ronde of ovale holten	10 t/m 18 17 of 18	Grindbeton, wapening en overige afmetingen conform geldige modelbladen behorende bij het systeem.				

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 en met invoering van een warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,45 kcal/mh°C voor de middelzware beton van de binnenspouwbladen e.d. (op grond van een T.N.O.-rapport) kunnen voor de diverse constructies de ondervermelde warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklassen worden bepaald.

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Buitenwanden		
a van elementen met spouw:		
– binnenspouwblad van middelzwaar beton dik 10, 14,8 of 19,3 cm (zonder polystyreenschuim) en buitenspouwblad in metselwerk	0,55–0,60–0,75	matig
– idem, doch binnenspouwblad incl. 1 cm polystyreenschuim	0,85–0,90–1,05	voldoende
– binnenspouwblad van middelzwaar beton dik 10 cm incl., 1 cm polystyreenschuim en buitenspouwblad in grindbeton	0,75	matig
– binnenspouwblad van middelzwaar beton dik 14,3 of 19,3 cm (zonder polystyreenschuim) en buitenspouwblad in grindbeton	0,55–0,65	matig
– idem, doch binnenspouwblad incl. 1 cm polystyreenschuim	0,85–1,00	voldoende
– binnenspouwblad van grindbeton dik 10 cm, incl. 1 cm polystyreenschuim en buitenspouwblad in metselwerk of grindbeton	0,70–0,65	matig
– idem, doch binnenspouwblad incl. 1,5 cm polystyreenschuim	0,85–0,80	voldoende
b van sandwichvormige elementen:		
– binnenplaat van middelzwaar beton dik 12,4 of 16,7 cm, 1,5 cm dik polystyreenschuim en buitenplaat in metselwerk	0,90–1,00	voldoende
– idem, doch met buitenplaat in grindbeton	0,80–0,90	voldoende
– binnenplaat van grindbeton dik 12,4 cm, 1,5 cm polystyreenschuim en buitenplaat van grindbeton of in metselwerk	0,60–0,70	matig
– idem, doch met 2 cm polystyreenschuim en buitenplaat in metselwerk	0,85	voldoende
– binnenplaat van grindbeton, dik 9 cm, 1,5 cm polystyreenschuim en buitenplaat van grindbeton	0,60	matig
– idem, doch met 2,5 cm polystyreenschuim	0,95	voldoende
c van binnenspouwwandelementen met in het werk aangebrachte gevelbekleding van plaatmateriaal:		
– binnenspouwwand van middelzwaar beton dik 10 cm, bekleed met 1,5 cm dik polystyreenschuim	0,85	matig
– idem, doch met 2 cm polystyreenschuim	1,05	voldoende
– binnenspouwwand van middelzwaar beton dik 16 of 20 cm, bekleed met 1,5 cm dik polystyreenschuim	1,00–1,10	voldoende
– binnenspouwwand van grindbeton dik 9, 15 of 18 cm, bekleed met 1,5 cm dik polystyreenschuim	0,70–0,75–0,75	matig
– idem, doch met 2,5, 2,0 resp. 2,0 dik polystyreenschuim	1,05–0,90–0,95	voldoende
Woningscheidende wanden		
– van middelzwaar beton, dik 20, 28 of 30 cm	0,25–0,30–0,35	voldoende
– van grindbeton, dik 18 of 23 cm	0,10–0,15	matig
Vloeren (woningscheidend), zonder afwerklaag		
– massief dik 10, 11, 12, 13 of 14 cm	ca. 0,10	matig
– met holten dik 17 of 18 cm	ca. 0,20	voldoende
Daken		
– met massieve vloer en dakisolatie met Rmin = 0,70 m²h°C/kcal	ca. 0,80	matig
– idem doch met dakisolatie met Rmin = 0,90 m²h°C/kcal	ca. 1,00	voldoende
– met vloer met holten en dakisolatie met Rmin = 0,55 m²h°C/kcal	ca. 0,80	matig
– idem, doch met dakisolatie met Rmin = 0,75 m²h°C/kcal	ca. 1,00	voldoende

Het systeem is dus geschikt – mede op grond van de toepassing van een centrale verwarming bij een uitvoering met wanden in grindbeton – voor de bouw van woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig' of 'voldoende', mits de overige onderdelen voldoen aan de desbetreffende eisen volgens het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*

Idem geen meer dan normale flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, de volgende isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklassen met betrekking tot gevoelige ruimten worden bepaald:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden		
– van middelzwaar beton dik 20 cm of grindbeton dik 18 cm	0 dB	matig
– overige uitvoeringen	+ 3 dB	goed
Vloeren, zonder afwerklaag tenzij vermeld		
– met holten, dik 17 cm, met bijv. 2 cm dikke estrich-laag of met holten, dik 18 cm	0 dB	matig
– massief, dik 10 cm met bijv. 2 cm dikke estrich-laag of massief dik 11 t/m 17 cm	0 tot + 2 dB	matig
– massief dik 18 cm	+ 3 dB	goed

De bijbehorende isolatie-indices voor contactgeluid met betrekking tot de bovenvermelde vloeren bedragen resp. — 13 tot — 6 dB.
Het systeem is dus geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' resp. 'goed' mits de isolatie-indices met betrekking tot de woningscheidende vloeren tot ten minste 0 resp + 3 dB worden verbeterd door bijv. het aanbrengen van een zwevende dekvloer.

Tevens dient te worden voldaan aan de desbetreffende overige eisen volgens het normblad NEN 1070, waarbij met betrekking tot het vermelde in artikel 3.2.2.5. van dit normblad een binnenwand van middelzwaar beton dik min. 16 cm of van grindbeton dik min. 9 cm moet worden toegepast.

3.3 *Diversen*

Het korrelbeton is voldoende spijkerbaar en spijkervast.
Bij het grindbeton van de systemen B.M.B.-II en B.M.B.-mengvorm is het gebruik van pluggen noodzakelijk.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*

Het onderstaande schema geeft aan waar bij de verschillende producenten de respectieve componenten worden vervaardigd.

Fabricagesituatie in 1968
(E.B. = eigen beheer, d.w.z. aannemer exploiteert de fabriek zelf.)

producent	*gevels*	*dragende wanden* $^1/_2$*-etagehoog*	*dragende wanden etagehoog*	*vloeren*	*galerijen balkons bordessen trappen*
N.V. Ned. Bouwsyndicaat Den Haag Fabriek te Amsterdam	E.B.	E.B.	v. Baarsen Egas te Oss	Schokbeton te Kampen	E.B.
N.V. Heboma Rosmalen Fabriek te 's-Hertogenbosch	E.B.	E.B.	–	E.B.	E.B.
N.V. Kinsan Arnhem Fabriek te Lochem	E.B.	E.B.	–	Schokbeton te Kampen	Schokbeton of derden
N.V. Delta Middelburg Mobiele fabriek te Middelburg	E.B.	–	E.B.	E.B.	Bij derden

Voor de *separaties* passen alle B.M.B.-producenten handelssystemen toe, namelijk
kleine elementen : Gibo - Durox ;
handtilbare grote elementen : Siporex ;
kraangetilde grote elementen : DATO.
De hoofdkarakteristiek van de wandenfabriek is dat de lopende banden parallel in een produktiehal liggen en dat tegen de kop van deze hal de verwarmingsloods ligt.
De lopende band voor gevels is ongeveer 50 m lang en kan ongeveer 13 matrijzen bevatten, die dan in verschillende stadia van produktie verkeren. De totale doorgangstijd van de hele band varieert van 4 tot 5 kwartier.
De kunstmatige verharding is nodig om een 24-uurs-cyclus te kunnen handhaven. Zou men alleen op natuurlijke verharding rekenen, dan zouden er tweemaal zoveel matrijzen nodig zijn en aanzienlijk meer werkruimte.
De te verharden elementen worden (om ruimte te besparen) alleen bij de vloeren gestapeld.

Op het fabrieksterrein te Amsterdam worden de elementen met een treintje van de verhardingsplaats naar de opslagplaats getransporteerd. In de fabriek te Lochem gebeurt dit met de kraan, die de elementen regelrecht uit de verwarmingsloods oppikt.
Op het opslagterrein staan de wandelementen verticaal.
Voor zover de elementen niet etagehoog zijn, zijn er voor de opslag geen ondersteuningsrekken nodig.
Een indruk van de totale hoeveelheid fabrieksmaterieel en de daaraan verbonden kosten geeft het onderstaande schema van investeringen, *in 1962* opgesteld door de N.V. Nederlandsch Bouwsyndicaat.

Aan de genoemde bedragen dient men slechts enige indicatieve betekenis toe te kennen ; het gaat slechts om een ruwe benadering. Wij nemen het schema vooral op om een beeld te geven wat er zo al komt kijken bij het stichten van een woningfabriek.

Schema van investeringen (alleen voor fabrieken van gevels en dragende wanden).

a Veldfabriek met 1 lopende band ('s ochtends gevels; 's-middags dragende wanden).
(met capaciteit voor 1 montagekraan)
plateaus op rollenbaan.

Plateaus
175 elementen per week : $1^1/_2$ = 117
wagens/week : 5 = 24 wagens/dg.
× 2 dg. verharding = 48 wagens/
gevel : binnenwand = 1 : 4

binnenwanden	plateaus 40 × *f* 700 =	*f* 28.000*
gevel	plateaus 10 × *f* 1300 =	*f* 13.000
rollenbaan		*f* 16.000
triltafel		*f* 5.000
speciemolen 125 liter en verdeelgoot		*f* 7.000
betonmolen 500 liter		*f* 11.000
cementsilo		P.M.
kruiwagens/afreirol etc. (klein materieel)		*f* 2.000
kantelaar		*f* 4.000
hijsmasten 2 stuks inclusief elektrische lier		*f* 25.000
mallenmakerij (cirkelzaag, vlak- en schaafbank)		*f* 5.000
overkapping mallenwerkplaats		*f* 3.000
speciale hijsarmatuur		*f* 1.000
baaskeetje en schaftlokaal		P.M.
		f 120.000*

* Eventueel op bouwplaats te vervaardigen in pakketten (verticaal), dan totaal *f* 90.000 (i.p.v. *f* 120.000).

b Mobiele fabriek met 2 lopende banden
(met capaciteit voor ruim 3 montagekranen)

Produktiewagens

binnenwand	55 × *f* 1100 =	*f* 60.500
gevel	50 × *f* 1700 =	*f* 85.000
schoorsteen	3 × *f* 2000 =	*f* 6.000
smalspoor + draaischijven		*f* 20.000
fabrieksoverkapping (lopende banden)		*f* 40.000
1 speciemolen met verdeelgoot		*f* 7.000
2 betonmolens		*f* 22.000
triltafel inclusief fundering		*f* 9.000
2 cementsilo's met weegapparatuur		*f* 20.000
kruiwagens/afreirollen etc.		*f* 8.000
verwarmingsloods inclusief c.v.		*f* 50.000
1 overslagkraan inclusief rails		*f* 19.000
2 kantelaars		*f* 8.000
2 traversewagens		*f* 8.000
1 afdrukapparaat		*f* 13.000
2 portaalkranen op opslag inclusief rails		*f* 50.000
1 dieselloc		*f* 10.000
30 terreinlorries		*f* 15.000
houtbewerkingsmachines		*f* 3.500
oliespuitinstallatie		*f* 2.000
knip- en buigmachine (vlechter)		*f* 2.000
schaftlokaal en leidinggevende ruimte		*f* 10.000
afrastering terrein		*f* 1.000
elektrische installatie		*f* 10.000
werkwater		*f* 1.000
		f 480.000

c Centrale fabriek 4 lopende banden

Grijperkraan inclusief kraanbaan	*f* 110.000
Produktiewagens	
45 st. gevelelementen 94 st. binnenmuren 14 st. portiekelementen 6 st. schoorstenen 1 st. wasemkanaalelementen	*f* 200.000
Speciemolen + silo + zandbunker	*f* 12.500
Triltafels + meeneemketting etc. 2×	*f* 20.000
Mortelcentrale + cementsilo's + dagbunkers etc.	*f* 150.000
C.V.-installatie inclusief advieskosten en olietank	*f* 135.000
Afdrukapparaat	*f* 11.500
Kantelaar 2 stuks, hydraulisch bewogen	*f* 8.000
Bovenloopkranen 2 stuks	*f* 20.000
Oliespuitinstallatie	*f* 6.000
Compressor schoonspuiten roosters	*f* 5.000
Traversewagens 4 st. + spoor	*f* 4.000
Portaalkraan betonprodukten	*f* 20.000
Overslagkranen 4 st. à *f* 25.000	*f* 100.000
1 dieselloc + 30 st. terreinlorries	*f* 25.000
Smalspoor + draaischijven + wissels	*f* 65.000
Puinbreker	*f* 2.500
Houtbewerkingsmachines	*f* 8.000
Klein materieel/kruiwagens/ afreirollen etc.	*f* 10.000
Oliekachels	*f* 10.000
Inventaris monteursafdeling	*f* 10.000
Loswal + grondstoffen fundering	*f* 15.000
Bestratingen, riolering + drainage	*f* 60.000
Afrastering	*f* 15.000
Terreinverlichting	*f* 4.000
Reclamebord	*f* 1.500
Fabrieksgebouw	*f* 165.000
Revisiewerkplaats	*f* 25.000
Schoonmaakloods	*f* 15.000
Verwarmingsloods	*f* 140.000
Ketelhuis	*f* 10.000
Bedrijfswoning + regelcentrum	*f* 25.000
Fundering mortelcentrale	*f* 10.000
Overslagloods	*f* 50.000
Elektrische installatie	*f* 65.000
Uitvoering	*f* 25.000
Honorarium + aansluitkosten etc.	*f* 5.000
Trafohuisje	*f* 10.000
Vlechtloods	*f* 5.000
	f 1.600.000

Investering 1 vloerenfabriek d.w.z. 1 lopende band + 40 stalen mallen etc.: 3 kranen = *f* 500.000;
6 kranen = *f* 800.000, exclusief terrein, gebouwen, mengcentrale, transportmiddelen tasveld.
Investering fabriek voor speciale elementen (balkons, galerijen e.d.): P.M.

4.2 *Materieel bij het transport*
Doordat het systeem is gebaseerd op elementen van halve verdiepinghoogte kan het transport plaatsvinden met normale vrachtwagens. Het tarief (basis = 1967) is per ton *f* 3,—(afstand 7 à 10 km) tot *f* 8,— (afstand 60 km). Alleen N.V. Heboma exploiteert zelf het transportmaterieel.
De etagehoge wanden vergen uiteraard diepladers.

4.3 *Materieel bij de montage*
Bij de uitvoering wordt gebruik gemaakt van portaalkranen (laagbouw en middelhoogbouw) en torenkranen (hoogbouw). Het Nederlandsch Bouwsyndicaat beschikt over 1 kleine portaalkraan (eengezinshuizen), 4 grote portaalkranen (middelhoogbouw) en 5 torenkranen (hoogbouw).

A Montagekranen
De bij het N.B.S. gebruikte kraantypes zijn:

type	*geschikt voor*	*prijs 1963*[1]
laagbouw portaalkraan	L.B.	*f* 40.000
hoge portaalkraan	M.H. + L.B.	*f* 55.000
torenkraan	M.H. + H.B.	*f* 90.000

L.B. = laagbouw – eengezinshuizen
M.H.= middelhoge bouw tot 5 bouwlagen (galerij- of portiekbouw of maisonnette)
H.B. = hoogbouw

1 Prijs is inclusief elektrische aankleding, hijsarmaturen, spoor, sleepkabel, oprichtingskosten, verfwerk, cabine.

B Overig materieel

De portaalkranen zijn niet geschikt om zelf de elementen te lossen, wanneer deze per as worden aangevoerd. Er is dan een *loskraan* nodig, prijs circa. *f* 51.000,— (tweede hands). Deze kan op een truck zijn gemonteerd of met rupsen uitgerust, en kan voor verschillende kranen de elementen lossen.
Er wordt zonder steigers gebouwd. Men heeft een speciale verrolbare werkkooi ontworpen voor het stellen van de B.M.B.-elementen.
De torenkraan kan zelf de elementen lossen, doch dit gaat gepaard met bouwtijdverlies.
Dit is te vermijden door een montage regelrecht vanaf de auto of door de inzet van een loskraan.
De totale investeringen voor een B.M.B.-producent zijn af te lezen in het volgende schema:

totale investeringen B.M.B. (prijzen 1963)		*aantal montagekranen*		
		1	*3*	*6*
Fabriek[3] (middelzware betonelementen)		*f* 120.000,— (*f* 90.000,—)	*f* 480.000,—	*f* 1.600.000,—[4]
Transport van elementen van fabriek naar bouwplaats		uitbesteden, of trailers in eigen beheer P.M.		
bouwplaats	Montagekranen[1]	*f* 40.000,—	*f* 200.000,— (2 × *f* 55.000 + 1 × *f* 90.000)	*f* 400.000,—
	Loskranen	*f* 51.000,—[2]	*f* 51.000,—	*f* 102.000,—
	Overig materieel	P.M.	P.M.	P.M.
Totaal		*f* 211.000,— (*f* 181.000,—)	*f* 731.000,—	*f* 2.102.000,—

1 Afhankelijk van te bouwen woningtype.
bij 1 kraan aangenomen: laagbouwportaalkraan
bij 3 kranen aangenomen: 2 hoge portaalkranen + 1 torenkraan
bij 6 kranen aangenomen: 4 hoge portaalkranen + 2 torenkranen

2 Loskraan eventueel geschikt als montagekraan.

3 Alle fabrieken exclusief grondkoop of -huur.

4 Inclusief paalfundering van houten palen lang 12 m + betonoplangers lang 2,5 m.

Directie- en uitvoerdersverblijven en de schaft- en sanitaire ruimten voor de arbeiders op het werk zijn mobiel. In samenwerking met Muller's Wagenbouw te Apeldoorn zijn speciale wagens ontwikkeld, toegespitst op minimaal onderhoud en snelle verplaatsing. Bij complexen hoger dan 6 lagen staat er een hijsbare schaftwagen op de hoogste vloer. Als opslagloodsen worden nissenhutten toegepast.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Een montageploeg bestaat uit 8 man: 1 kraanmachinist, 1 aanhaker (beneden), 2 monteurs (boven), 1 timmerman voor de maatvoering, 2 aanwerkers van de voegen en 1 man voor het afwerken van de gevels.
Voor de afbouw, voor zover die in eigen beheer geschiedt, rekent men 1 à $1^1/_3$ man per woning per week.
De losploeg, indien aanwezig, bestaat meestal uit 3 man.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*

Over het aantal manuren in de fabriek bestaan geen gespecificeerde gegevens.
Gerekend wordt op circa 250 manuren per woning voor alle elementtypen te zamen.

5.2.2 *Op het werk*

Volgens opgave van de N.V. Nederlandsch Bouwsyndicaat wordt de volgende arbeidsbesparing bereikt:

	B.M.B-I	*B.M.B.-II*
totaal minder aan manuren (bouwplaats + fabriek)	25%	29%
op de bouwplaats minder aan manuren	65%	73%
besparing op 'knelgroepen' (metselaars, voegers, timmerlieden, stukadoors)	80%	93%
besparing op overige geschoolde arbeid	35%	45%[1]

1 De manuren van de schilder worden voor $^3/_4$ geëlimineerd.

In 1964 werd de volgende staat van alle arbeidscategorieën gegeven (B.M.B.-I)

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*	*manuren per woning, gesplitst naar scholingsgraad*			
		ongeschoold	*geoefend*	*geschoold*	
				timmerlieden (T) metselaars (M) voegers (V) stukadoors (S)	*overige*
Fundering					
heiwerk palen 10 m¹ lang	10,00	–	4,00	–	6,00
mechanisch grondwerk	2,00	–	1,00	–	1,00
paalkoppen hakken	1,08	–	1,08	–	–
betonwerkfundering (plaatvloeren)	15,00	10,00	2,50	T 2,50	–
vlechter (hardstaalnetten)	5,10	1,70	1,70	–	1,70
Montage en voltooiing ruwbouw					
profielen en vloerjukken	6,00	–	–	T 6,00	–
gevelkozijnen en puien	6,00	–	–	T 6,00	–
monteren van elementen inclusief aanwerken	75,20	43,00	22,00	T 10,20	–
reparatie gevelelementen	6,00	–	–	M 6,00	–
lossen van elementen	13,50	9,00	–	–	4,50
nabewerken gevel/kitvoeg/respectievelijk betonelementen/balkonhekken/aluminium waterslagen	8,70	4,00	2,20	M 2,50	–
vlasvezelplaten dak	2,34	1,17	1,17	–	–
mastiekdakbedekking	7,20	–	2,40	–	4,80
binnenstelwerk	5,50	–	–	5,50	–
siporex wandelementen stellen	12,00	2,00	–	T 10,00	–
gevelglasdeuren afhangen en ramen nazien	4,50	–	–	T 4,50	–
water-, gas- en standleiding + hemelwaterafvoer	19,50	–	3,00	–	16,50
elektrabuis buigen, stellen en draadtrekken	21,50	–	–	–	21,50
glaszetten	6,90	–	–	–	6,90
Afbouw					
woning opruimen/afbikken voor naadloze vloeren/ diverse terreinwerkzaamheden en transport	21,00	21,00	–	–	–
stucrijp maken	9,23	3,07	6,16	–	–
stucwerk wanden	32,50	2,00	4,00	S 26,50	–
spuitwerk plafonds	6,00	–	3,00	–	–
prefab betondorpel stellen	1,44	–	1,44	–	–
keuken stellen inclusief granito aanrecht	2,50	1,50	–	T 1,00	–
lavet stellen	2,00	–	2,00	–	–
prefabkasten stellen	3,00	1,20	–	T 1,80	–
wand- en vensterbanktegels	6,14	–	–	–	6,14
aftimmeren	11,50	–	–	T 11,50	–
naadloze dekvloeren	11,05	–	7,40	–	3,65
granito douchevloer	3,00	–	–	–	3,00

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*	*manuren per woning, gesplitst naar scholingsgraad*			
		onge-schoold	*ge-oefend*	*geschoold*	
				timmerlieden (T) metselaars (M) voegers (V) stukadoors (S)	*overige*
deurenhanger	8,52	–	–	T 8,52	–
portiekhekken stellen	1,85	–	–	T 1,85	–
reparatie stucwerk	2,50	–	–	S 2,50	–
schilderwerk binnen en buiten	68,85	–	–	–	68,85
afmontage hang- en sluitwerk	3,50	–	–	T 3,50	–
afmontage sanitair	6,00	–	–	–	6,00
afmontage elektra	3,50	–	–	–	3,50
betonemail + goldflex	3,90	–	–	–	3,90
behang	7,15	–	–	–	7,15
schoonmaken woning bij 1e oplevering	3,00	3,00	–	–	–
extra werk bij 1e oplevering	2,00	–	–	T 2,00	–
subtotaal bouwplaats[1]	448,15[1]	102,64	65,05	112,37	168,09
448,15 : 273 = 1,64 manuren/m³				T 74,87	
				M 8,50	
				V –	
				S 29,00	

Nacalculatie van een project van 246 B.M.B.-woningen 3 hoog op een onderhuis (9 blokken van 24 woningen, 1 blok van 30 woningen) in B.M.B.-I te Haarlem, waarbij het tempo 6 woningen per week was, leverde het volgende op (stand van het werk ten tijde van de opname in 1968: fundering en montage gereed; voltooiing ruwbouw 75% gereed; afbouw 40% gereed:

bewerking	*manuren totaal*	*per woning*[2]
Hoofdaannemer		
Bouwplaatsinrichting	2.214	9,0
Fundering	11.906	48,4
Ruwbouw onderbouw 100% 23%	8.413	34,2
Ruwbouw woonlagen 100% 77%	28.044	114,0
Afwerking ruwbouw	19.680	80,0
Afwerking woningen	14.514	59,0
Onderaannemers		
fundering		
machinaal grondwerk	niet van toepassing	
heier	3.936	16,0
afwerking		
dakdekker	1.968	8,0
stukadoor	9.348	38,0
vloerafwerker	7.380	30,0
schilder	18.696	76,0
installatie		
elektricien	7.134	29,0
loodgieter	6.150	25,0
C.V.-installateur	13.530	55,0
constructiewerk	493	2,0
totaal-generaal (ongecorrigeerd)	153.406	623,6
waarvan tijdens onwerkbaar weer:	3.149	12,8

De betrokken woning heeft een inhoud van 354,4 m³.
Het gemiddeld aantal manuren per m³ bedraagt 1,60 (waarvan 0,03 tijdens onwerkbaar weer).
Wanneer we de manuren besteed aan de portieken en de garages buiten beschouwing laten, dan blijkt dat één woning 567,0 manuren heeft gevergd (waarvan 10,6 tijdens onwerkbaar weer).
Bij vergelijking met een normwoning exclusief c.v. van 360 m³ is de arbeidsbesparing in het complex te Haarlem 65,5% (518 manuren versus 1500 manuren).

5.3 *Verlet*
Het volgende schema geeft een indruk van de invloed van verleturen op het B.M.B.-systeem.
Het schema is gebaseerd op een project van ten minste 400 woningen, portiekflats 4 lagen op onderhuis. De cijfers gelden voor een woning van 273 m³ (1962).

1 Exclusief inrichtingskosten bouwplaats, het palen maken, leidinggevend, administratief en bewakend personeel.

2 Inclusief 40,4 m³ per woning aan portieken, garages e.d.

	traditioneel gewerkt					*systeem-gewerkt*				
eenheid: manuren		*RV*	*WV*	*LV*	*verlet*		*RV*	*WV*	*LV*	*verlet*
							0%	1%	0%	
Fabriek (niet-mobiel en overdekte opstelling)						*250* inclusief vloerplaten	0	2,5	0	*2,5*
		6%	1%	$^3/_4$%			6%	1%	$^1/_2$%	
Ruwbouw (open lucht) exclusief heiwerk inclusief fundering	820 (65%)	49,2	8,2	6,1	63,5	210	12,6	2,1	1,0	15,7
		$^1/_2$%	1%	$^3/_4$%			$^1/_2$%	1%	$^1/_2$%	
Afbouw (overdekt) inclusief alle onder-aannemers	440 (35%)	2,2	4,4	3,3	9,9	300 EB circa 100 OA circa 200	1,5	3,0	1,5	6,0
Totalen	*1260*	51,4	12,6	9,4	*73,4*	*510*	14,1	5,1	2,5	*21,7*
	gemiddeld: 4,1%					gemiddeld: 2,8%				
N.B.: bij lichtverlet is gerekend dat kunstlicht wordt toegepast.				totaal inclusief fabriek		760	14,1	7,6	2,5	24,2

RV = regenverlet
WV = wettelijk verzuim
LV = lichtverlet
EB = eigen beheer
OA = in onderaanneming

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*

Het systeem is van Engelse origine (Simplified Brick Construction). In 1933 kreeg de Engelse werktuigkundige ingenieur Dyke patent op zijn uitvinding om schoon gevelmetselwerk volgens de beginselen van de industrie te vervaardigen op de lopende band in een fabriek. In 1934 werden aan de zuidrand van Londen de eerste mechanisch gemetselde huizen ter wereld opgericht.
Het systeem is in 1949 door de N.V. Nederlandsch Bouwsyndicaat te Den Haag in Nederland geïntroduceerd onder de naam 'Baksteen-Montage-Bouw', waarbij het prefab-principe allengs tot vloeren, daken, schoorstenen, trappen, etc. werd uitgebreid. In 1949 werden de eerste woningen opgeleverd. De eerste etagewoningen verrezen daarna in Rotterdam (850). Het systeem kreeg de grote kans in 1956, toen een vijfjarencontract werd gesloten te Amsterdam, gevolgd door Alkmaar, Haarlem, Leiden, Katwijk, Zaandam, Purmerend en Alphen aan den Rijn. Eind 1959 waren er circa 3300 woningen gemonteerd. De jaarlijkse capaciteit was toen nog 550 woningen.
In 1962 werd de mobiele fabriek vervangen door de stationaire fabriek te Amsterdam.
In 1963 diende de eerste licentienemer zich aan. De N.V. Aannemingsbedrijf G. W. J. Sanders en de N.V. De Kinkelder's Aannemingsbedrijf besloten tot de oprichting van een nieuwe N.V., Aannemingsbedrijf Kinsan te Arnhem, die in 1964 een fabriek te Lochem in gebruik nam. De tweede licentienemer was Heymans Bouwmaatschappij 'Heboma' die de licenties voor de provincies Noord-Brabant en Limburg kreeg. In 1967 opende de N.V. Delta een mobiele fabriek te Middelburg voor geheel Zeeland.

Met tal van architecten is door B.M.B. in de loop der jaren samengewerkt, zoals Van den Broek & Bakema (Rotterdam), Holt (Haarlem), Merkelbach en Elling (Amsterdam), Wegener Sleeswijk (Amsterdam), Van Gool (Amsterdam) en Van Vreeswijk en Van Noortwijk (Zeist).
De laatste jaren worden de meeste woningen in het systeem ontworpen door architect Van Heelsbergen te Arnhem. Voor Heboma werkt voornamelijk het bureau Maaskant c.s.
Op 1 januari 1968 waren er in Nederland circa 11.000 B.M.B.-woningen gemonteerd, terwijl er op die datum bijna 10.000 B.M.B.-woningen waren opgeleverd.
De capaciteit van de vier B.M.B.-producenten is inmiddels tot ruim 2500 woningen per jaar gegroeid.

6.2 *Produktie-omvang*

De produktie in het systeem B.M.B. is groter dan die van enige andere montagebouwer in Nederland.

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1957	...	1600
1-1-1958	334	1934
1-1-1959	384	2318
1-1-1960	593	2911
1-1-1961	519	3430

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1962	543	3973
1-1-1963	556	4529
1-1-1964	282	4811
1-1-1965	594	5405
1-1-1966	798	6203
1-1-1967	1459	7662
1-1-1968	1931	9593
gemiddeld in de laatste 3 jaren	1396	

De produktie is, verdeeld over de vier producenten, in de volgende tabel aangegeven. Per producent is de volgorde chronologisch. Opgave medio 1968.
u = in uitvoering
p = premie } overig: woningwet
o = ongesubsidieerd }
D.m.v. merktekens in de eerste kolommen is aangegeven in hoeverre er van herhalingsplannen sprake is geweest (wanneer de tekentjes identiek zijn, kunnen bloklengte en blokhoogte, onderhuis e.d. afwijken).

N.V. Nederlandsch Bouwsyndicaat te Den Haag,
fabriek te Amsterdam
Thans: rayon 'West' = Noord- en Zuid-Holland, Utrecht.

laag-bouw°	*middel-hoge bouwX*	*hoog-bouw (liften)*	*plaats*	*architect*
104	–	–	Bergen op Zoom (1949)	
74	174	–	's-Hertogenbosch	Holt
44	–	–	Almelo	Holt
42	–	–	Hengelo	Holt
–	448	–	Rotterdam (Overschie)	
–	406	–	Rotterdam (Overschie)	Van den Broek en Bakema
15	555	–	Amsterdam (Geuzenveld)	idem
	waarvan 96 p			
290	333	–	Amsterdam (Geuzenveld)	Wegener Sleeswijk
–	667	–	Amsterdam (Osdorp-B)	
48	× 664	–	Amsterdam (Osdorp-E)	Van Vreeswijk
–	× 688	–	Amsterdam (Osdorp-E)	Van Vreeswijk
15 p	–	–	Amsterdam (Osdorp-E)	Van Vreeswijk
–	• 218 p	–	Amsterdam (Buitenveldert)	
–	–	96	Haarlem (Schalkwijk + Noord) 12-hoog	Van Heelsbergen
–	224	–	Amsterdam (Nieuwendam)	Van Bodegraven
–	• 252 o	–	Alkmaar (plan Overdie)	
–	–	273 p	Amsterdam (Buitenveldert)	Van Vreeswijk en Van Noortwijk
–	• 288	–	Katwijk (Hoornespolder)	Van Vreeswijk en Van Noortwijk
–	403	–	Amsterdam (Banne-Buiksloot)	Oyevaar, Stolle en Van Gool
–	115 o	–	Amsterdam (Banne-Buiksloot)	Van Vreeswijk en Van Noortwijk
–	–	48 o	Haarlem-Noord 12-hoog	Van Heelsbergen
–	–	192 o	Leiden (Z.W. Fortuinwijk)	Van Vreeswijk en Van Noortwijk
–	303	–	Leiden (Hoge Mors)	Van Vreeswijk en Van Noortwijk
–	▲ 216	–	Katwijk (Hoornespolder)	Van Vreeswijk en Van Noortwijk
–	□ 304	–	Amsterdam (Buikslotermeer)	Van Heelsbergen
–	□ 192	–	Amsterdam (Banne-Buiksloot)	idem
–	▲ 132	–	Haarlem (Schalkwijk)	idem
–	–	⊥ 480	Purmerend (Wheermolen)	idem
–	–	240 u o	Haarlem (Boerhaavewijk)	idem
–	s 246	–	Haarlem (Schalkwijk)	idem
–	–	⊥ 600 u	Alphen aan den Rijn (plan Noord)	idem
–	–	⊥ 192	Zaandam (Groenland)	idem
–	–	⊥ 528 u	Purmerend (Wheermolen II)X	idem
–	⊥ 87 u	⊥ 222 u	Katwijk (Cleyn Duyn)X	idem
–	–	624[1]	Amsterdam (Buikslotermeer)X	idem
–	s 102 p	–	Haarlem (Engelandlaan)	idem
–	s 264 u	–	Haarlem (Schalkwijk)X	idem
632	7.017	3.345	= totaal *11.408*	

1 Studentenappartementen

N.V. Kinsan te Arnhem,
fabriek te Lochem. Rayon 'Oost' = Gelderland en Overijssel.

laag-bouw°	*middel-hoge bouwX*	*hoog-bouw (liften)*	*plaats sinds 1964*	*architect*
–	119	–	Almelo (de Haghoek)	Van Vreeswijk
W178	148	–	Culemborg (Ter Weyde)	idem
W 65 p	64 p	–	Culemborg (Ter Weyde)	idem
–	□ 366	–	Ede (Veldhuizen-I)	Van Heelsbergen
–	□ 72 u	–	Ede (Veldhuizen-I)	idem
–	–	⊥ 198	Arnhem	idem
–	–	⊥ 297 u	Zwolle	Zanstra c.s.
–	–	192 u p	Apeldoorn	Van Heelsbergen
–	–	312 u	Doetinchem (Overstegen)	Sterenberg
–	–	372	Ede-II (Veldhuizen A)	Zanstra c.s.

N.V. Heboma te Rosmalen,
fabriek te 's-Hertogenbosch.
Rayon 'Zuid' = Noord-Brabant + Limburg.
Sinds 1964.

–	108 o	76 o	Eindhoven (Rapenland)	Maaskant, v. Dommelen, Kroos, Senf
–	–	⊢ 96	's-Hertogenbosch (Rijnstraat)	idem
–	–	⊢ 48	's-Hertogenbosch (Rijnstraat)	idem
–	–	⊢ 144	Tilburg (Kruidenlaan)	idem
–	–	297 u	Tilburg (Stockhasselt)	idem
–	–	72	Roosendaal (Keyenburg)	idem
–	–	216 u	Oosterhout (Paterserf)	idem
–	–	315 uX	's-Hertogenbosch (Kruiskamp)	idem
–	–	252	Boxtel-Oost	idem
–	–	108 u	Oosterhout (Paterserf)	idem
–	–	225 u	Rosmalen (Hintham-Zuid)	idem

X Van dit type volgen er 2500.

N.V. Bouwbedrijf de Delta te Middelburg,
fabriek te Middelburg.
Rayon 'Zuid-West Nederland'.
Sinds 1966.

–	100	∧ 250	Vlissingen	Van Heelsbergen
–	210	∧ 210 u	Goes	idem
–	183 p	∧ 360 u	Middelburg	idem
–	100 p	–	Souburg	

∧ is vrijwel gelijk aan ⊥

In 1967 en 1968 was de produktie als volgt (afgerond op vijfvouden) :

	rayon	*jaarproduktie in woningen* *fabriek*		*montage*		*opgeleverd*	
		1967	*1968*	*1967*	*1968*	*1967*	*1968*
Bouwsyndicaat	West	740	1000	670	900	800	770
Heboma	Zuid	700	655	655	655	515	640
Kinsan	Oost	700	680	660	675	615	480
Delta	Z.W.	90	215	50	220	0	150
Totaal		2230	2550	2035	2450	1930	2040
(Totaal 1966)		(1789)		(1840)		(1459)	

6.3 *Bouwsnelheid en produktiecapaciteit*
Op een lopende band van gevelelementen kan men elk uur ongeveer een produktie van 4 wagens maken. Het laatste uur van de dag lukt dit niet, omdat dan de band wordt leeggereden. Men kan stellen dat de produktie per band per week ongeveer 140 wagens is. Afhankelijk van het woningtype leveren er 8 à 10 wagens elementen voor één woning, zodat de weekproduktie op ongeveer 15 woningen is te stellen. Dit is de produktie van 3 à 4 montagekranen (1 kraan: circa 4 woningen per week).
Vooral bij wat royaler woningtypes en bij niet te omvangrijke projecten, waarbij het overplaatsen van de kraan een rol speelt, kan gesteld worden dat voor één lopende band 4 montagekranen nodig zijn.
Nu wil het toeval dat het aantal wagens met binnenwandelementen per woning ongeveer $1^1/_2\times$ zo groot is, terwijl ook het aantal wagens dat men op een lopende band van binnenwanden kan maken, ongeveer $1^1/_2\times$ zo groot is. Hierbij rijdt nl. niet elk kwartier, maar elke tien minuten een wagen de band op. Dit betekent dat één lopende band van binnenwanden dezelfde produktie in woningen per week haalt als één lopende band van gevelelementen. Moet men voor één montagekraan produceren, dan kan men volstaan met één metselband, waarop 's ochtends binnenwanden en 's middags gevels worden gemaakt.
Er ontstaat het volgende schema:
Amsterdam: 4 lopende banden; 7 montagekranen
Lochem: 2 lopende banden; 3 à 4 montagekranen
Den Bosch: 2 lopende banden; 3 à 4 montagekranen.
De capaciteit van de vier fabrieken blijkt uit het volgende schema:

	jaarcapaciteit in woningen	
	top nominaal	*in de praktijk*
N.B.S.	1100	900
Heboma	900	720
Kinsan	1000	800
Delta	400	300
Totaal	3400	2720

Het aantal kranen dat op een project wordt ingezet, hangt samen met de grootte van de bouwplaats. Het volgende schema kan worden opgesteld:

bouwplaatsomvang	*aantal kranen*	*tempo*
100– 200 woningen	1 kraan	$4^1/_2$ woningen per week
200– 400 woningen	2 kranen	9 woningen per week
400– 600 woningen	3 kranen	$13^1/_2$ woningen per week
600–1000 woningen	4 kranen	18 woningen per week

Volgens de promotor is men met het B.M.B.-I-systeem 40 tot 70% sneller in de ruwbouw, heeft men 30% besparing op de totale bouwtijd, en komt bij grotere projecten het eerste blok 20 weken eerder gereed voor bewoning dan bij traditionele bouw. Bij het systeem-B.M.B.-II bedraagt de bouwsnelheid 5 à $5^1/_2$ woning per werkbare week. In de versie van het systeem die de N.V. Delta toepast (maximum-elementgewicht 4 i.p.v. $2^1/_2$ ton) wordt zelfs een tempo van 7 woningen per week bereikt.
De voorbereidingstijd van gunning tot aanvang montage van de eerststartende kraan is gewoonlijk circa 5 maanden.

Voor de totale bouwtijd geldt de formule: $A + \frac{W}{K \times 4^1/_2} + Z$
waarbij:
A = aanlooptijd (circa 5 maanden)
Z = afbouwtijd voor de afbouw van het laatst gemonteerde blok
W = aantal woningen
K = aantal montagekranen.
Bij de ruwbouwtijd $\frac{W}{4^1/_2K}$ dient rekening gehouden te worden met 3 factoren:
a het verschil van de start van de kranen als meer dan één montagekraan wordt ingezet, en wel (K–1) × 2 weken extra;
b het inwerkverlies van de maatgevende kraan ($^1/_2 \times$ 2 weken);
c het aantal overplaatsingen van de maatgevende kraan van het ene blok naar het andere (bij laagbouwportaalkraan $^1/_2$ dag, bij middelhoogbouwportaalkraan 1 dag en bij torenkraan 2 dagen).
De afbouwtijd duurt in de regel 20 à 26 werkbare weken. Bij B.M.B.-II is dit 4 tot 6 weken minder; bij toepassing van vloertype MV nog eens 2 weken minder.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Volgens de folder 'Het industriële bouwsysteem Baksteen-Montage-Bouw' (1964) geldt voor een 1-kraans montage bij één woningtype de volgende minimale bouwplaatsomvang:

	aantal woningen ontwerp reeds elders uitgevoerd	*nieuw ontwerp*
eengezinshuizen	80	120
middelhoge bouw	120	160
8-hoog schijfgebouw	80	160
12-hoog torengebouw	100[1]	100[1]

1 Althans 2 torens op 1 terrein.
Voor een 2-kraanproduktie dient men deze getallen $1^1/_2$ à $2\times$ te nemen.

6.5 *Ontwikkelingen*
De jongste licentienemer, N.V. Delta, heeft enkele nieuwe ontwikkelingen in het B.M.B.-systeem verwerkt. In 1968 is de promotor gestart met B.M.B.-II. Hierbij zijn de werkzaamheden van stucadoor en schilder geëlimineerd. Voor 1970 staan tweezijdig gladde vloeren op het programma. Etagehoge gevelelementen die op het werk pas verticaal worden gekanteld, zijn in 1968 reeds geïntroduceerd. Ten slotte staat de ontwikkeling van het licentiegebied 'Noord' op het programma.

7 Organisatiestructuur

Tussen de licentiehouder N.V. Nederlandsch Bouwsyndicaat (kantoor: Den Haag, fabriek: Amsterdam) en de licentienemers N.V. Kinsan (kantoor: Arnhem, fabriek: Lochem), N.V. Heboma (kantoor: Rosmalen, fabriek: Den Bosch), N.V. Delta (kantoor en fabriek: Middelburg) en N.V. Wijn en Dekker (Groningen) is een verdeling gemaakt in licentiegebieden. De N.V. Nederlandsch Bouwsyndicaat heeft het rayon Noord- en Zuid-Holland, Utrecht, de nieuwe IJsselmeerpolders en een klein deel van Gelderland, N.V. Kinsan bestrijkt het grootste deel van Gelderland en het grootste deel van Overijssel, N.V. Heboma treedt op in Noord-Brabant en Limburg, N.V. Delta in Zeeland en de Zuidhollandse eilanden, en N.V. Wijn en Dekker in de drie noordelijke provincies, de kop van Overijssel en de N.O.-Polder. De N.V. Wijn en Dekker is nog niet tot feitelijke produktie gekomen.
De B.M.B.-producenten houden tweemaandelijks contactbesprekingen op directieniveau en daarnevens op het niveau

van de organisatiedeskundigen. De samenkomst gaat veelal gepaard met een excursie. Reclame, brochures e.d. verzorgt men veelal gemeenschappelijk. Alle producenten zijn lid van de Vereniging van Systeembouwers.
Elk der producenten treedt zelf als hoofdaannemer op. Uit de produktiestaat is te zien dat met vele architecten is samengewerkt. De laatste jaren wordt bijna uitsluitend met Van Heelsbergen gewerkt. N.V. Heboma werkt met architectenbureau Maaskant c.s.
Met onderaannemers bestaan geen officiële relaties, maar wel een zekere historische binding.
'Eeuwigdurende' contracten zijn er in de volgende toeleverende en verzorgende sectoren:
- vervoersbedrijf
- baksteenfabriek
- lavaliet (toeslag voor prefab-beton)
- vloeren (Schokbeton, Kampen)
- etagehoge wanden (Van Baarsen-Egas, Oss)
- separatiewanden (Siporex, Gibo, Dato, Durox).

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Het systeem-B.M.B. behoort tot de systemen met de langste en rijkste ervaring, zowel in de woningwetsector als in de sfeer van de beleggers.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Ideaal is de ligging van blokken in elkaars verlengde; evenwijdig aan elkaar gelegen blokken zijn acceptabel. Blokken die loodrecht op elkaar staan, zijn in middelhoogbouw het minst gunstig. Belangrijk is dat er tussen de blokken voldoende ruimte overblijft voor de kraanpoten, de opslagruimte etc.
Bij tweebeukige woningen (laag, hoog, middelhoog) geldt:
lengte 6 woningen: onaanvaardbaar
lengte 8 woningen: technisch minimum
lengte 10 woningen: economisch minimum
lengte 12 woningen: ideale toestand
lengte 14 woningen: minder gunstig
lengte 16 woningen: nog minder gunstig, zeer lange tijd van op hoogte brengen
lengte 18 woningen: in tweeën delen met dilatatievoeg, ofwel met 2 kranen tegelijk bouwen.
Is er geen dragende tussenwand, dan vermenigvuldige men in het bovenstaande de getallen met $1^1/_2$.
Bij de bouw van torens is een voldoend grote bouweenheid van groot belang. Als een torengebouw niet meer dan 4 of 6 woningen op één laag bevat, is het nodig dat er 2 of 4 torens op één terrein staan, zodat de kraan, heen-en-weer rijdend tussen twee torens, geen stilstand ondervindt.
Wanneer portaalkranen worden gebruikt, is het bij blokken van verschillende richting van belang dat in verband met de ruimte die nodig is om met de kraan te manoeuvreren, rondom de kop van elk blok ten minste 7 m vrij blijft.

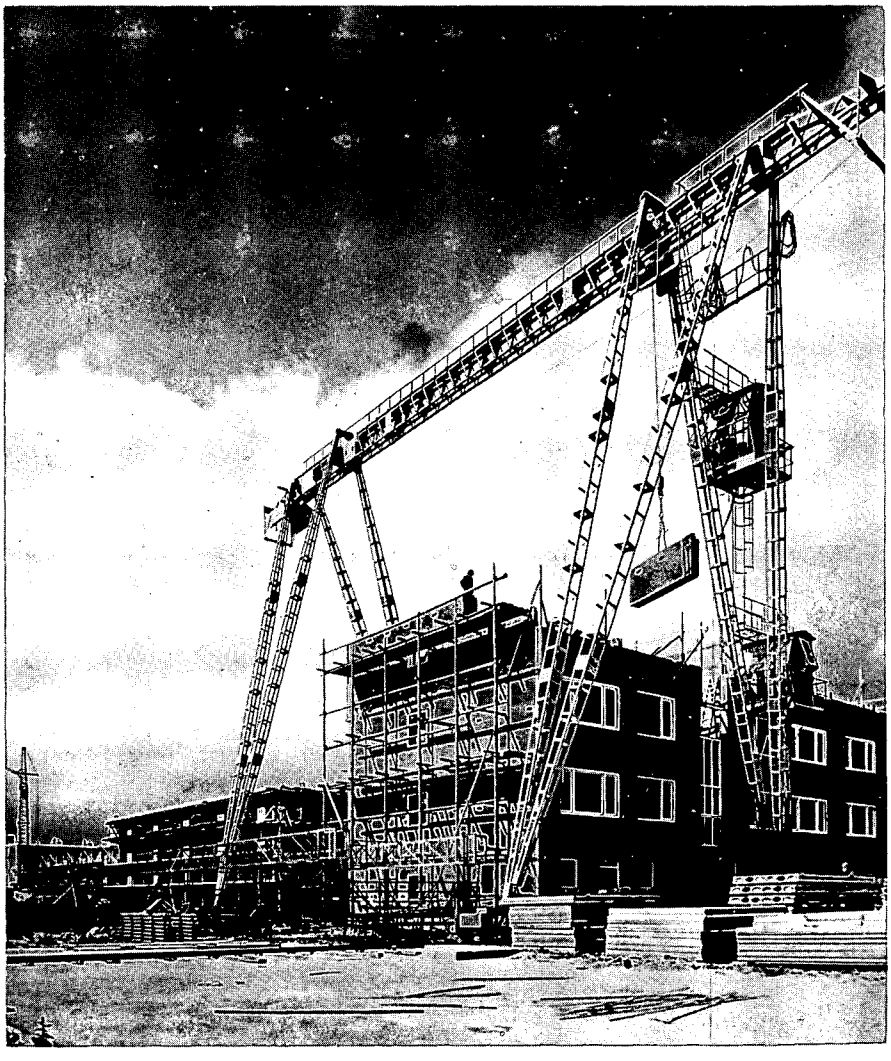
8.3 *Ontwerp*
De lagenmaat is 6,35 cm. De etagehoogte is 44 lagen (2 × element van 22 lagen à 138,5 cm + 2 × lintvoeg van $1^1/_2$ cm).
Als een steendagopening van meer dan een halve etagehoogte wordt verlangd, kunnen tussen de kozijnen speciaal verhoogde penanten worden toegepast, bijv. 26 in plaats van 22 baksteenlagen hoog.
Zeer grote openingen (woonkamer) en dus lage borstweringen worden verwezenlijkt door de muurdammen verticaal door te trekken en het borstweringslement even lang te maken als de kozijnbreedte. Het element ligt dan aan de einden met een 1-kops tand op een even zo brede nok aan de penanten, of op de vloerrand.
Het metselverband is altijd halfsteens. De normsteen is van het waalformaat 52 × 214 × 103 mm. De elementen zijn zelfoverspannend. Er komen dus geen lateien voor. Als zij vloerdragend zijn, worden zij bewapend volgens statische berekening, behoudens boven deuropeningen < 90 cm. Men vermijde daarom grote kozijnen in de kopgevels.
Het is gewenst in het B.M.B.-systeem ononderbroken stroken borstwering te vermijden; voor- en achtergevel worden bij voorkeur verticaal geleed, bijv. door stapelpuien (portieklicht) of stapelingen van loggia's of balkons. Als een dergelijke geleding is doorgevoerd, behoeven geen dilatatievoegen te worden toegepast, omdat het systeem zelf geleed is en door de prefabricatie geen noemenswaardige krimp meer in het werk optreedt.
De vloerplaten zijn bezwaarlijk te versmallen, zulks in tegenstelling met de muurelementen. Het aanbrengen van een pasplaat per travee is echter geen bezwaar.
Essentieel voor het B.M.B.-systeem is de doorgaande spouw, ook bij gebouwen van 12 woonlagen. Het doorsteken of quasi-doorsteken van vloeren in de gevel is dan ook niet gewenst. Het spiegelen van woningen dient, om het aantal elementen te beperken, zoveel mogelijk te worden beperkt.
Zowel eengezinshuizen als etagewoningen tot 14 bouwlagen zijn in het systeem-B.M.B. uit te voeren (ook scholen en utiliteitsbouw). Het B.M.B.-funderingssysteem wordt boven een hoogte van 7 bouwlagen aangevuld met gegoten draagwanden in de eerste bouwlaag.

8.4 *Actieradius*
Bij voorkeur werkt het systeem binnen een straal van 60 km van een van de fabrieken. In de praktijk geven de licentiegebieden de actieradius aan.

9 Literatuur

Naar, L. *Baksteen, onovertroffen gevelmateriaal.* Den Haag, 1963 (stencil).
Stichting Beoordeling Bouwconstructies en Bouwmaterialen. *Modelblad B.M.B. Vloer type M (Nr. 82-I-A).*
Stichting Beoordeling Bouwconstructies en Bouwmaterialen. *Modelblad B.M.B. Vloer Type H (Nr. 19-I-D).*
Stichting Ratiobouw. *Systeem B.M.B. Buitenmuur.* Den Haag, 1956/1969.
Stichting Ratiobouw. *Systeem B.M.B., Bouwmuur.* Den Haag, 1956/1969.
Naar, L. *Routing bij B.M.B.* Den Haag, 1964 (interne publ.).
Stichting Ratiobouw. *Attest B.M.B. II.* Rotterdam, 1968.
Stichting Ratiobouw. *Attest B.M.B.-mengbouw.* Rotterdam, 1968.
Industriële Bouwmethoden (6) Baksteen-Montage-Bouw. *Misset's Bouwwereld, 60,* 1964, nr. 3.
Nederlandsch Bouwsyndicaat N.V., *Industrieel Bouwen B.M.B.* Den Haag, ca. 1960 (brochure).
De systeembouw in Nederland. *Polytechnisch Tijdschrift,* 1959, *14,* p. 117 B-118 B.
B.M.B.-brochure 1964.
B.M.B.-brochure 1967.
Lijst van uitgevoerde werken volgens het B.M.B.-systeem. Den Haag, 1968 (interne publ.).
Naar, L. Baksteen-Montage-Bouw. *Industrieel Bouwen, 2,* 1965, nr. 2.
Naar, L. *Waarom een middelgrote stad B.M.B. koos.* Den Haag, 1962 (interne publ.).
Naar, L. *Aspecten van de industriële bouw, betrokken op B.M.B.* Den Haag, 1963 (interne publ.).
Naar, L. *Mallenkeus N.V. Heboma.* Den Haag, 1963 (interne publ.).
Naar, L. *Situering bouwblokken in B.M.B.-systeem.* Den Haag, 1961 (interne publ.).
Naar, L. *Dilatatie-aspecten van het B.M.B.-systeem.* Den Haag, 1965 (interne publ.).
Naar, L. *Ontwerppunten bij B.M.B.* Den Haag (interne publ.).
Schema van investeringen. Den Haag, 1962 (interne publ.).

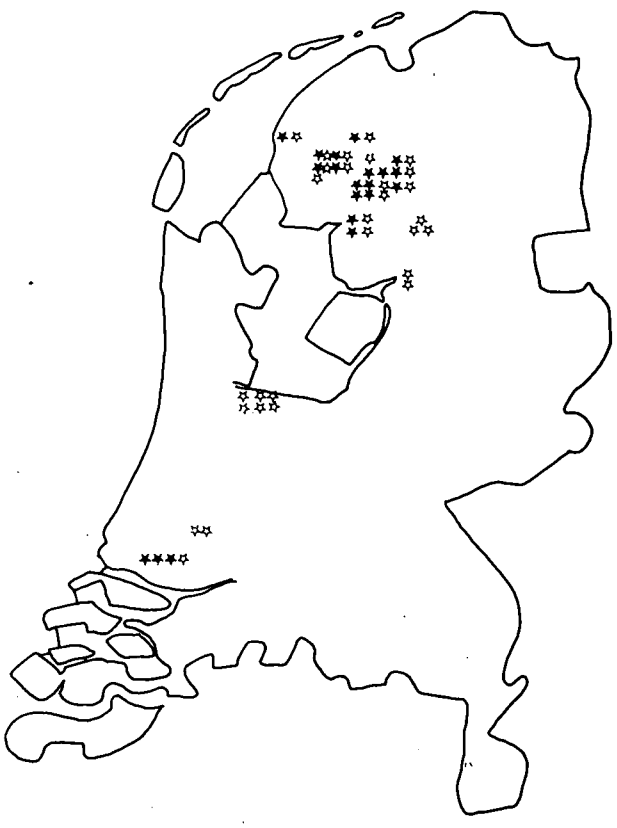
Schema van investeringen in B.M.B.-fabrieken. Den Haag, 1962 (interne publ.).
Te verrichten investeringen voor het bouwen volgens het B.M B.-systeem. Den Haag, 1962 (interne publ.).
Naar, L. *Globale rendementsberekening voor exploitatie van het B.M.B.-systeem.* Den Haag, 1962 (interne publ.).
Staat van alle arbeidscategorieën op B.M.B.-bouw. Den Haag, 1964 (interne publ.).
Naar, L. *Nieuwe bouwmethoden in Nederland.* Den Haag, 1964.
Naar, L. *Basis van het B.M.B.-licentieprogramma.* Den Haag, 1963.
Naar, L. *Industriële bouw in de kleinere steden.* Den Haag, 1963.
Naar, L. *Acquisitieproblematiek der industriële bouw.* Den Haag, 1964.
Documentatie Bouwwezen. B2 Constructie, O Bouwmethoden, Groep 4 *B.M.B.*
Naar, L. *Bouwtijdbesparing door het B.M.B.-systeem.* Den Haag, 1961 (interne publ.).
Naar, L. *Bouwtijd bij B.M.B.* (interne publ.).
Naar, L. *Industriële bouw en baksteen.* Den Haag, 1963 (interne publ.)
Naar, L. *Beschrijving van het B.M.B.-vloersysteem.* Den Haag, 1956 (interne publ.).
Naar, L. Mechanisch metselen (B.M.B.-systeem). *Bouw*, 9, 1954, p. 778-784.
Naar, L. *Temperatuurisolatie B.M.B.-systeem.* Den Haag, 1964 (interne publ.).
Naar, L. *Geluidsisolatie B.M.B.-systeem.* Den Haag, 1964 (interne publ.).
Naar, L. *Voordelen van B.M.B.-woningen t.o.v. traditionele bouw, zoals deze in stichtings- en exploitatiekosten tot uitdrukking komen.* Den Haag, 1965 (interne publ.).
Nacalculatie van arbeidsbesparende woningbouwprojecten. Den Haag, 1968 (interne publ.).
Verschuren, C. P. Industrialisatie van de Nederlandse Woningbouw (V), *Misset's Bouwwereld, 56*, 1960, p. 128-131.
Vereniging van Systeembouwers, *Nieuwe wegen in de woningbouw.* Den Haag, 1956, p. 12.
Meyer - Bohe, W. *Vorfertigung, Atlas der Systeme.* Essen, 1967, p. 111.
Aartsen, J. van, e.a. *Toespraken bij opening B.M.B.-fabriek Amsterdam*, Amsterdam, 1962.
Diamant, R. M. E. *Industrialised Building, 50 International Methods.* London, 1964, p. 91-94.
Belangrijke wijzigingen in B.M.B.-systeem, Cobouw, 15 januari 1969, p. 8.



12.2 Simplex

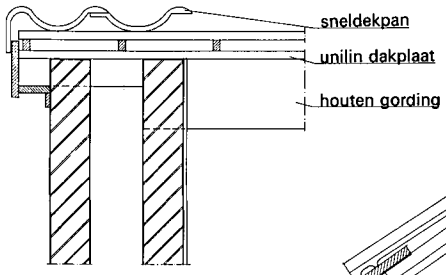
Promotor: N.V. Montagebouw 'Simplex' p/a De Tombe Demenint
Maliebaan 24
Utrecht
tel. (030) 2 52 49

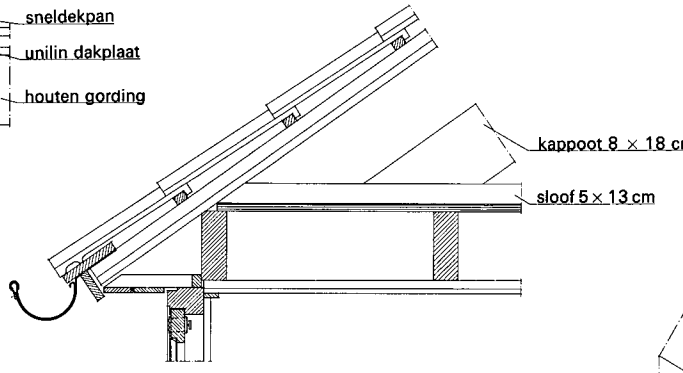
Bouwkeur: 1962

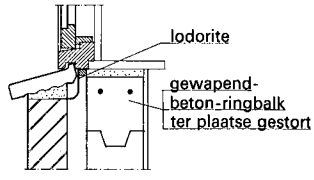


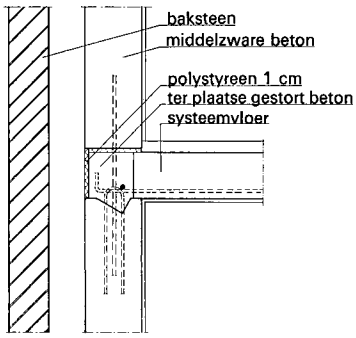
Voorbeeldproject

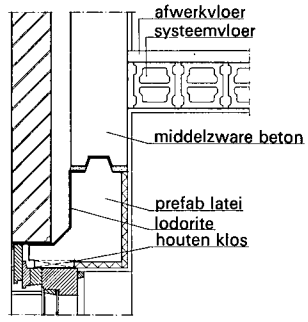
32 eengezinshuizen (woningwet) te Steenwijk.
Opdrachtgever: gemeente Steenwijk.
Architect: ir. A. Bonnema te Hardegarijp.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Bouwmaatschappij Leeuwarde te Leeuwarden.

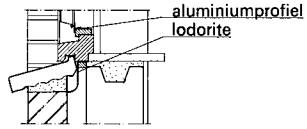


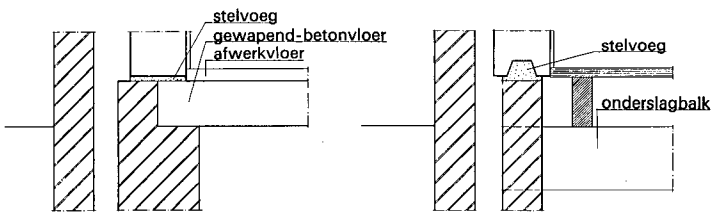


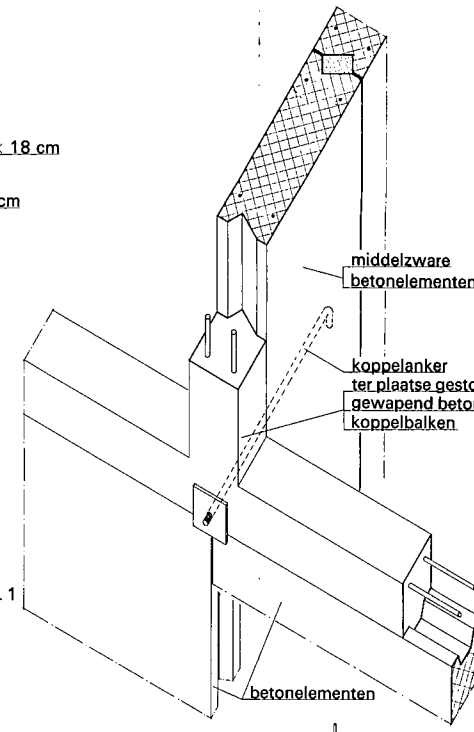




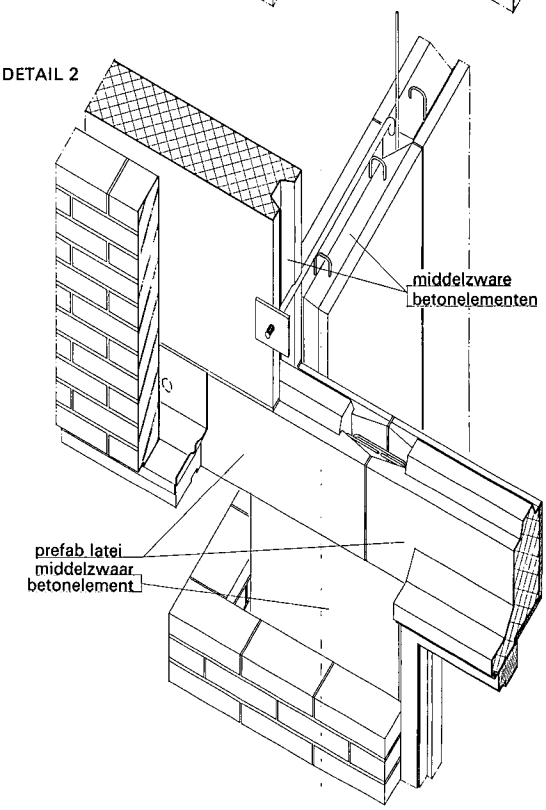




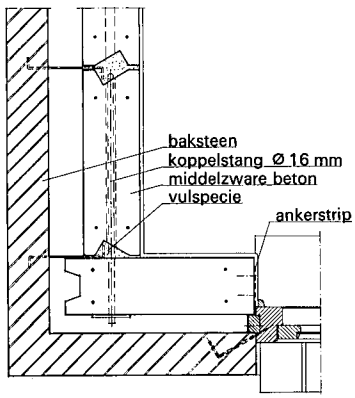


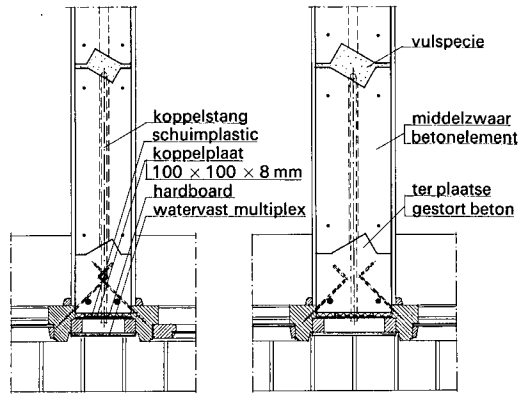


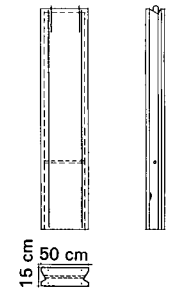
DETAIL 1

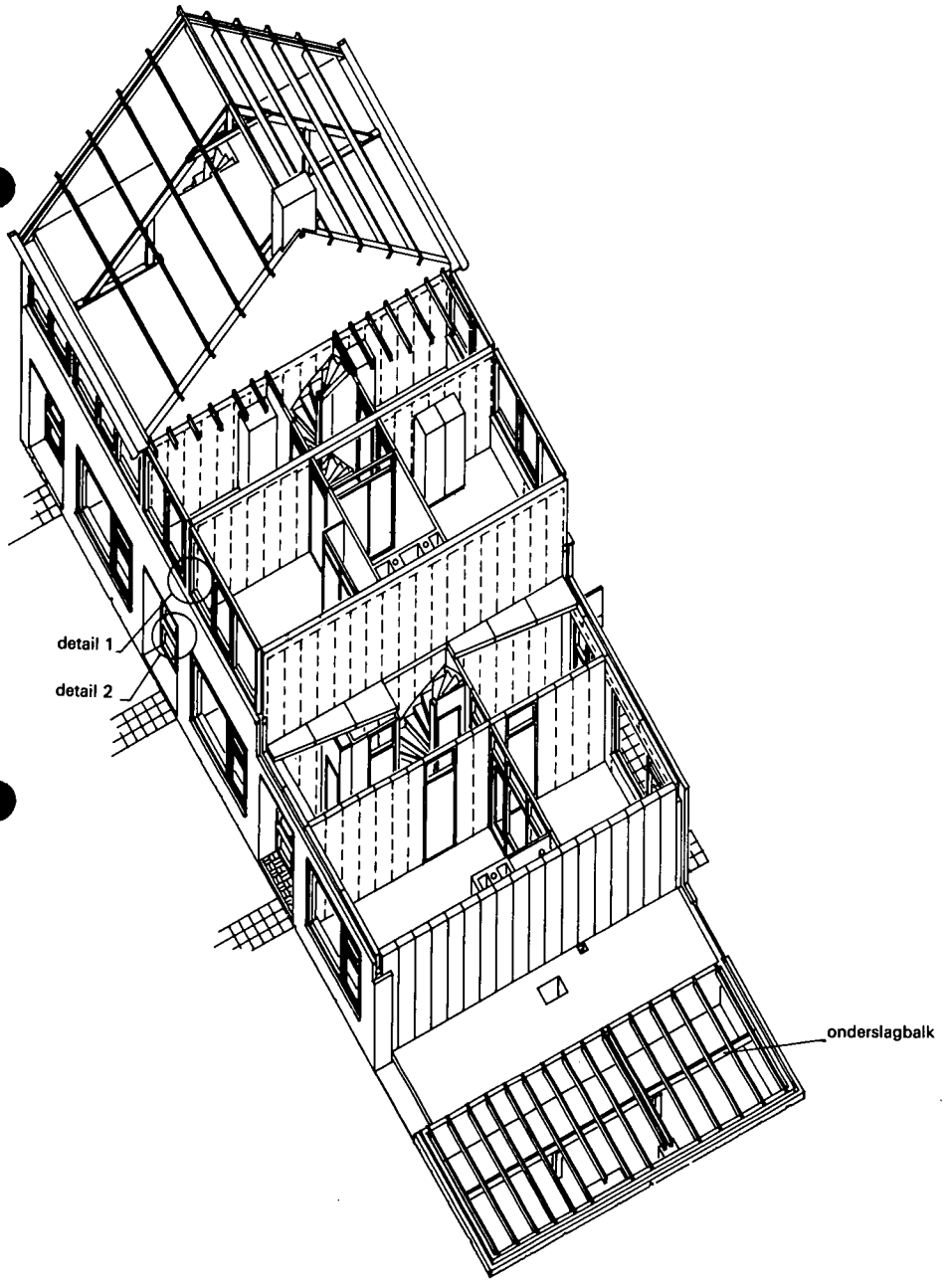


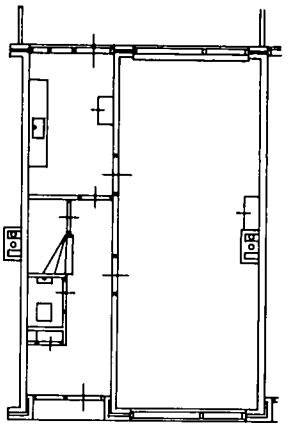
DETAIL 2

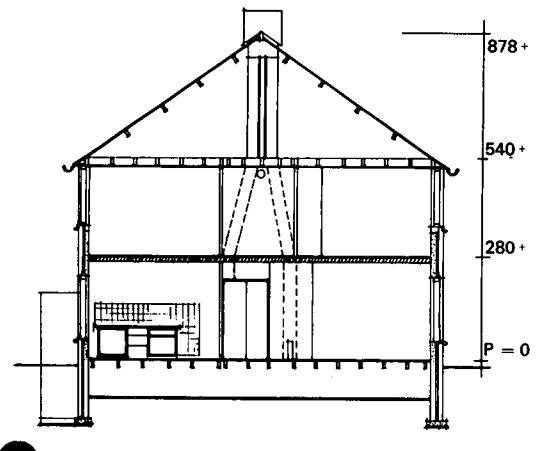


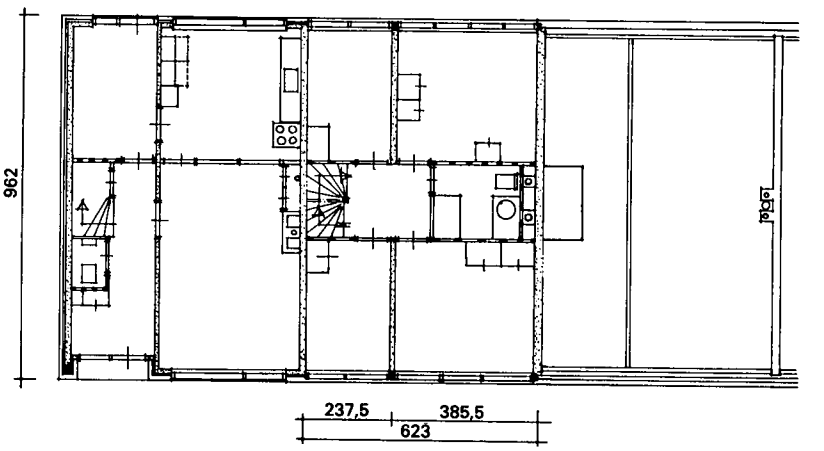





detail 1
detail 2
onderslagbalk




878+
540+
280+
P = 0


962
237,5
385,5
623

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor laagbouw, waarbij geprefabriceerde middelzware betonelementen van verdiepinghoogte en 50 cm breedte op het werk met een kraan worden gemonteerd, en waarbij op het werk een bakstenen gevelconstructie wordt gemetseld. De vloer valt buiten het systeem.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van constructie*
De dragende wanden worden samengesteld uit vooraf vervaardigde elementen van middelzware beton. De hoogte van de elementen is ongeveer gelijk aan de netto verdiepinghoogte, de breedte is 50 cm, de dikte is 20 cm voor woningscheidende wanden en wanden van trappehuizen, en 15 cm voor de overige wanden. De elementen zijn in de stootvoegen en in het bovenvlak voorzien van een kloostersponning, waarvan de afmetingen afhankelijk zijn van de dikte van het element. De elementen zijn gewapend met een transportwapening van 4 Ø 6 of 2 Ø 8, voorzien van uitstekende hijsogen.

2.2 *Fabricage*
De wandelementen worden op de bouwplaats of op de fabriek vervaardigd met behulp van speciaal daartoe geconstrueerde mallen.

2.3 *Uitvoering*
De wandelementen worden gesteld op een specielaag. De verticale holten tussen de elementen worden met grindbeton gevuld. In de holten worden per bouwlaag stekeinden Ø 8 en lang ± 60 cm aangebracht, die de aangelegen bouwlagen koppelen. Kozijnen worden zijdelings met de elementen gekoppeld door kozijnankers en in het element ingebetonneerde stekeinden, die alle in de met beton gevulde kloostersponning grijpen. Indien een buitenspouwwand aanwezig is, worden de kozijnen ook hierin verankerd.

Een binnenspouwwand wordt aan een buitenspouwwand van halfsteens baksteenmetselwerk gekoppeld door middel van 4 spouwankers per verdiepinghoogte en per elementbreedte, die in de met beton gevulde holten tussen de elementen grijpen.

De begane-grondvloeren bestaan uit een houten balklaag en/of een goedgekeurde systeemvloer.

Over alle wanden wordt een ook over raamopeningen doorgaande betonnen ringbalk gestort, die is voorzien van ten minste twee langsstaven minimaal Ø 10, en waarin de wanden door de eerdergenoemde stekeinden en hijsogen zijn verankerd; de verdiepingsvloer vormt één geheel met deze ringbalk of is daarin verankerd. Hoogte en breedte van de ringbalk zijn ten minste gelijk aan vloer-, respectievelijk wanddikte.

Voor zover de ringbalk of de wandbeëindiging met de buitenlucht in aanraking komt, wordt een passende isolatielaag van 1 cm polystyreenschuim met een volumegewicht van ten minste 30 kg/m³ of een gelijkwaardige isolatieplaat aangebracht.

2.4 *Materialen*
De wandelementen worden vervaardigd van middelzware beton in een samenstelling in volumedelen van 1 cement : 3–4 zand : 6–7 schuimlava; het betonmengsel wordt mechanisch verdicht.

De kubusdruksterkte van het beton zal na 28 dagen verharding ten minste 100 kg/cm² bedragen. Het volumegewicht van de beton van de 20 cm dikke wandpanelen zal na droging tot constant gewicht ten minste 1800 kg/m³ bedragen. De vulspecie voor de verticale holten tussen de elementen heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement : 2 zand : 4 grind, waarbij het grind een maximale korrelgrootte van 16 mm zal hebben. De transportwapening van alle panelen wordt vooraf gecementeerd.

2.5 *Afwerking*
De wanden worden, nadat op het werk een dunne pleisterlaag is aangebracht, op de gebruikelijke wijze afgewerkt.

De afwerking van de vloeren is traditioneel.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Geen gegevens beschikbaar.

3.2 *Geluidwering*
Geen gegevens beschikbaar.

3.3 *Diversen*
De muren zijn spijkerbaar en spijkervast. De druksterkte van het beton dient ten minste 100 kg/cm²te bedragen.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
De betonelementen worden in de fabriek vervaardigd met behulp van trilmallen.
Overigens geen gegevens beschikbaar.

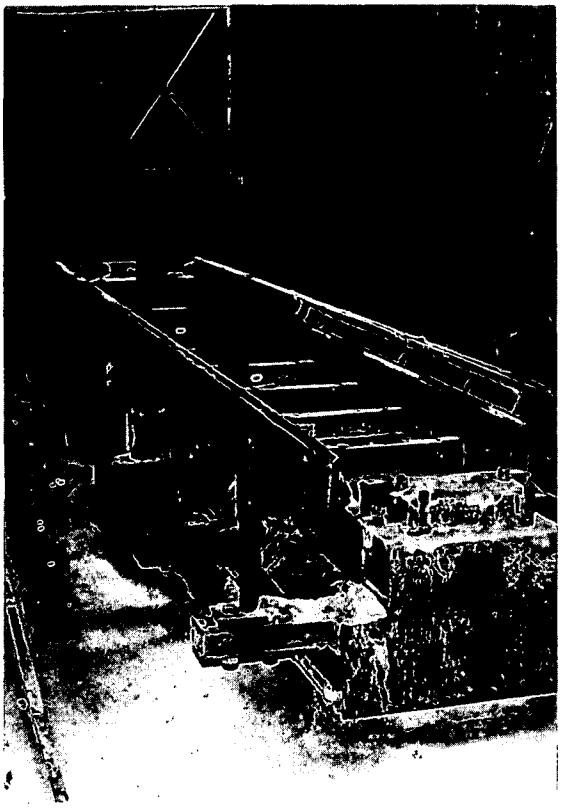
4.2 *Bij het transport*
Het vervoer van de betonelementen geschiedt per auto (firma Haitsma).
Over de transportkosten werd geen informatie verschaft.

4.3 *Bij de montage*
Bij de uitvoering wordt gebruik gemaakt van 1 tot 3 Bestokranen met een reikwijdte van 10 à 12 m en een hefvermogen van 600 kg op 10 m.

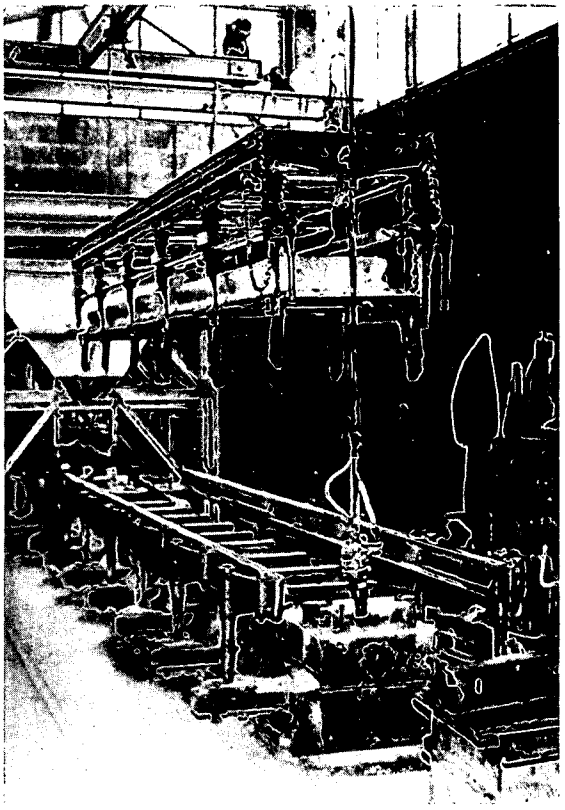
Voorts worden jukken toegepast die circa 300 woningen meegaan.

5 Produktiviteit

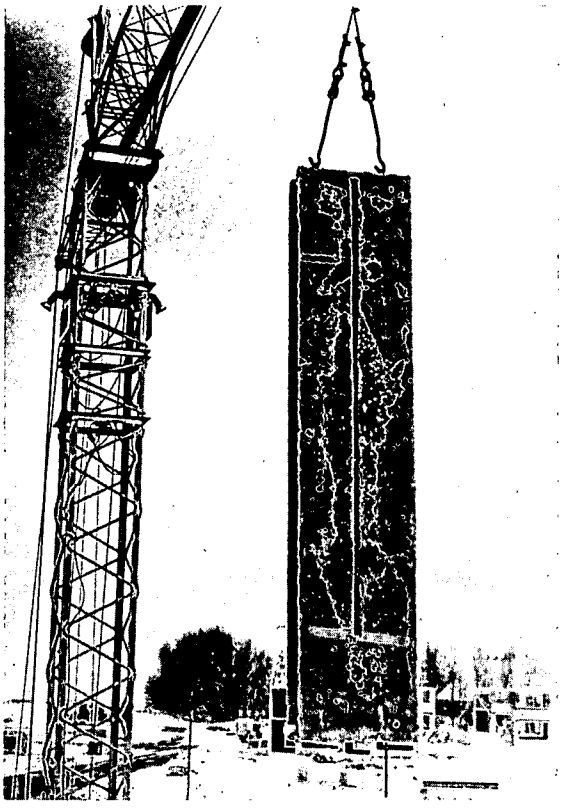
5.1 *Bezetting*
De promotor beschikt o.a. over een rapport van het raadgevend bureau drs. D. van der Lelie N.V., waarin nacalculatiegegevens zijn verzameld van de bouw van 91 woningen te Steenwijk.



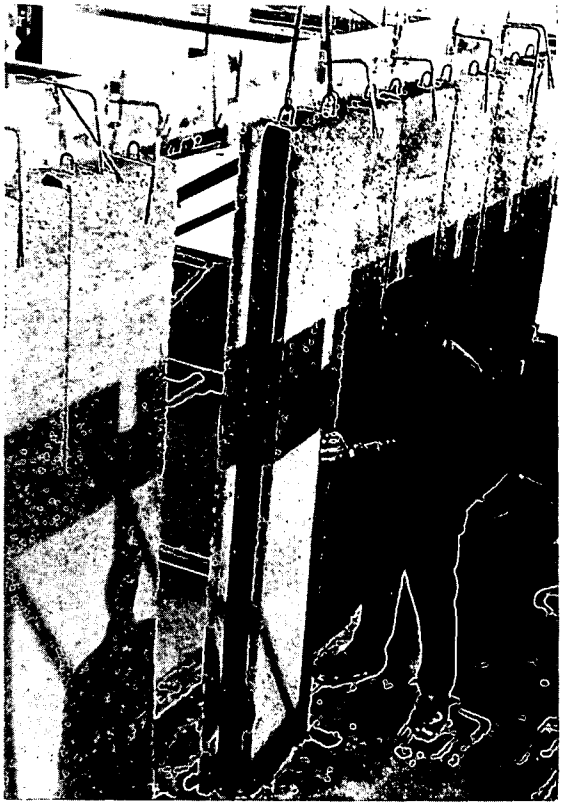
12.2.1 Machine waarin de wandpanelen worden gefabriceerd (foto : archief Simplex)



12.2.2 Een wandpaneel wordt uit de mal getild (foto : archief Simplex)



12.2.3 Transport van een wandpaneel (foto : archief Simplex)



12.2.4 Stellen van een wandpaneel (foto : archief Simplex)

De personeelsbezetting op dit bouwwerk was volgens dit rapport:

hoofdaannemer	
timmerlieden	14 + 2 jeugdigen
metselaars	6
opperlieden	3
grondwerkers	11
geoefenden	6
vlechters	3
tegelzetters	1 + 1 jeugdige
	44 + 3 jeugdigen

onderaannemers	
stukadoors	7 + 1 jeugdige
dakdekker	1
schilders	4 + 1 jeugdige
loodgieters	1 + 1 jeugdige
elektriciens	1 + 1 jeugdige
voegers	2
	16 + 4 jeugdigen

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Geen gegevens beschikbaar.

5.2.2 *Op het werk*
Per woning werden in het project te Steenwijk de volgende uren besteed:

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*
bouwplaatsinrichting	26
fundering en vloer	72
ruwbouw	255
afwerken ruwbouw	66
afwerken woningen	289
diversen	18
totaal-generaal	726

Per m³ was het aantal manuren 1,727.

Zonder arbeidsbesparing zou het aantal manuren voor de Steenwijkse woning (421 m³) 1754 zijn geweest. Dit betekent dat een arbeidsbesparing van nagenoeg 60% is bereikt.

5.3 *Verlet*
Geen bijzonderheden.

6 Ontwikkeling en toepassing

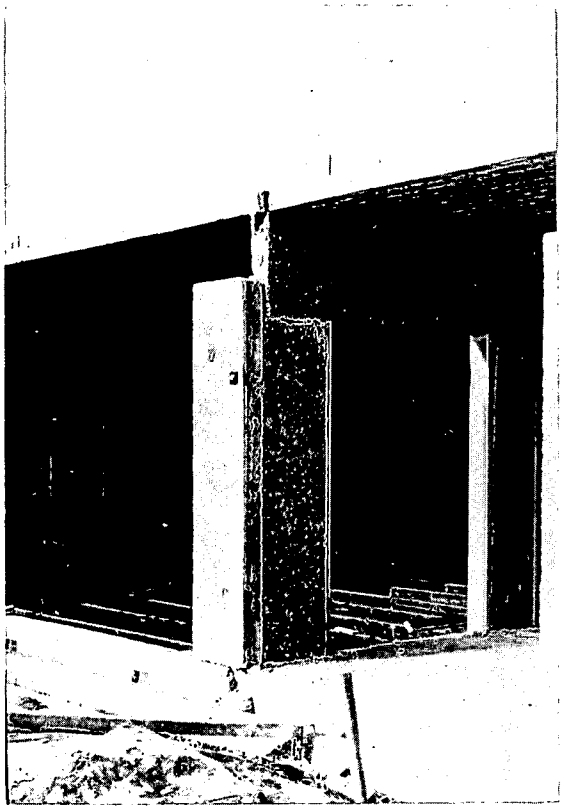
6.1 *Historie*
Over het ontstaan en de historie van het systeem zijn geen gegevens bekend. De produktie startte in 1962.

6.2 *Produktieomvang*
De omvang van de produktie blijkt uit onderstaande tabel:

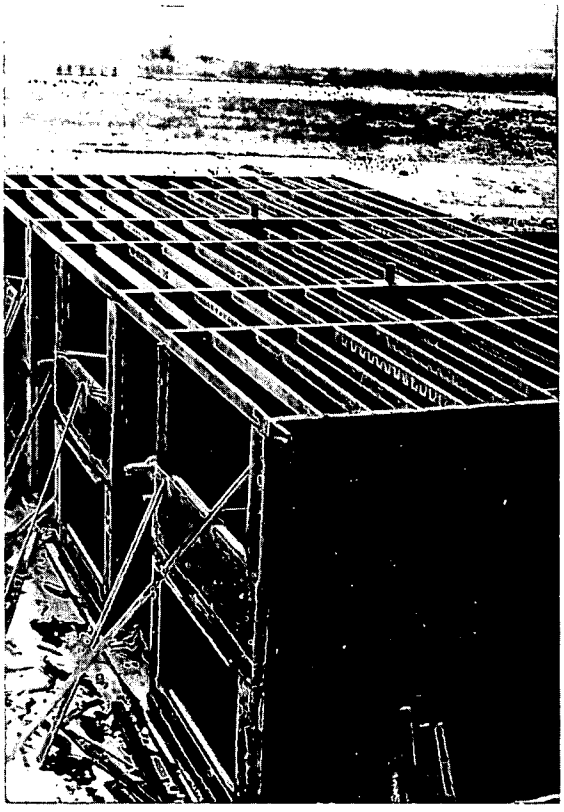
	aantal opgeleverde woningen	
per	*voorafgaande jaar*	*totaal*
1-1-1961	0	0
1-1-1962	391	391
1-1-1963	104	495
1-1-1964	136	631
1-1-1965	279	910
1-1-1966	770	1680
1-1-1967	552	2232
1-1-1968	614	2846
gemiddeld in de laatste 3 jaren	645	

De produktie kan als volgt worden gespecificeerd:

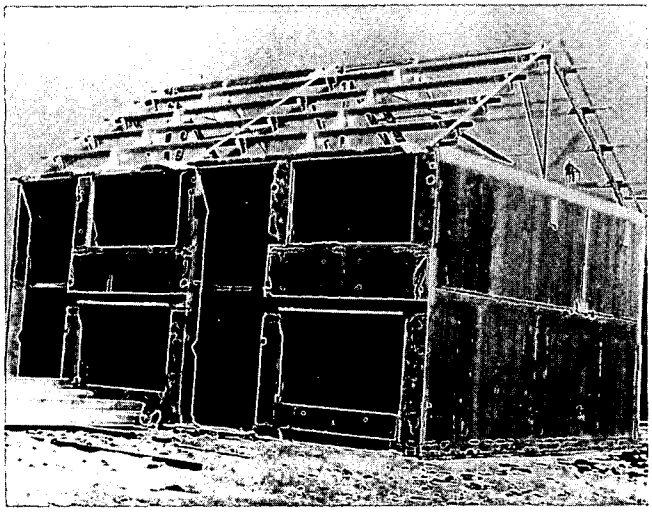
gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunnings-datum*
Spijkenisse	304	Nuyt Heykens	Both		30- 1-'61
Drachten	321	Bonnema	Bouwc. Nylan		30- 5-'63
Heerenveen	297	Bonnema	Bouwc. Nylan		30- 5-'63
Sneek	250	Bonnema	Bouwc. Nylan		30- 5-'63
Vlaardingen	54	Nuyt Heykens	Both	pr.	30-10-'63
Drachten	136	Bonnema	Friesland N.V.		30-11-'64
Heerenveen	297	Bonnema	Leeuwarden		30-11-'64
Harlingen	109	Bonnema	Friesland N.V.		30-11-'64
Zwartsluis	50	Bonnema	Friso N.V.		30-12-'64
Sneek	198	Bonnema	Friso N.V.		31- 3-'65
Heerenveen	190	Bonnema	Leeuwarden		31- 3-'65



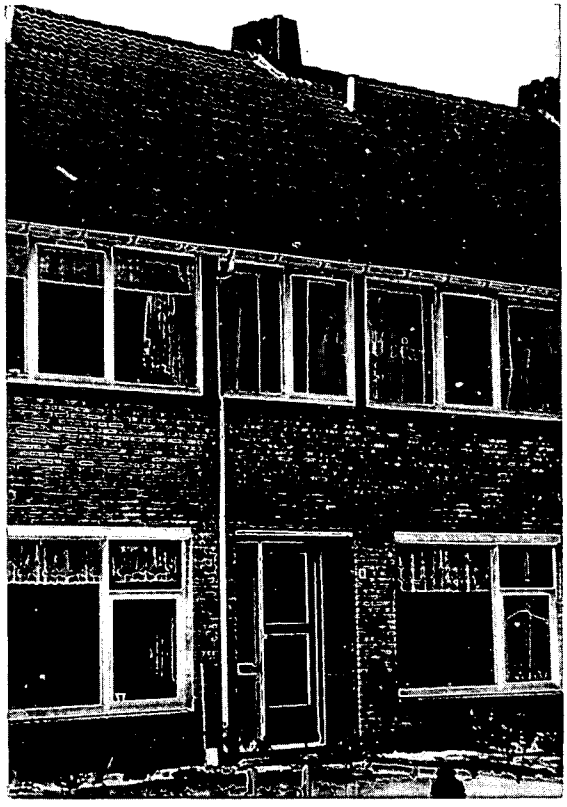
12.2.5 Ruwbouw begane-grondlaag
(foto : archief Simplex)



12.2.6 Blik op de zoldervloer
(foto : archief Simplex)



12.2.7 Simplex-woning in de ruwbouwfase
(foto : archief Simplex)



12.2.8 Veelgebouwd type eengezinshuis in aanzicht
(foto : archief Simplex)

gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunnings-datum*
Lemsterland	112	Bonnema	Leeuwarden		31- 5-'65
Zwartsluis	44	Bonnema	Friso N.V.		30- 6-'65
Steenwijk	91	Bonnema	Leeuwarden		31- 5-'66
IJlst	47	Bonnema	Friso N.V.		30- 9-'66
Vlaardingen	21	Nuyt Heykens	Both	v.s.	30-11-'66
Muiderberg	54	Bonnema	Friso N.V.	v.s.	31-12-'66
Steenwijk	32	Bonnema	Leeuwarden	w.w.	31- 1-'67
Bolsward	87	Bonnema	Leeuwarden	w.w.	31- 1-'67
Lemsterland	113	Bonnema	Leeuwarden	w.w.	30- 3-'67
Muiden	30	Bonnema	Friso N.V.	v.s.	30- 3-'67
Sneek	140	Bonnema	Friso N.V.	w.w.	30- 3-'67
Muiden	86	Bonnema	Friso N.V.	pr.	30- 3-'67
Muiden	24	Bonnema	Friso N.V.	v.s.	30- 3-'67
Steenwijk	80	Bonnema	Leeuwarden	w.w.	31- 4-'67
Muiden	70	Ontw. Bureau	Friso N.V.	w.w.	31- 5-'67
Weesp	24	Bonnema	Friso N.V.	w.w.	30- 9-'67
Sneek	62	Bonnema	Friso N.V.	44 pr. + 18 w.w.	30- 9-'67
Lemsterland	64	Bonnema	Leeuwarden	32 pr. + 32 w.w.	15- 5-'68
Bolsward	114	Bonnema	Leeuwarden	w.w.	5- 1-'69

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
Een bouwsnelheid van 1 woning per dag per kraan is te bereiken. De produktiecapaciteit is thans op 25 à 30 woningen per week te ramen. Met gemak kunnen investeringen worden gedaan voor grotere produkties, als deze investeringen lonend zouden zijn.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang wordt door de promotor een aantal van 50 woningen opgegeven. Over de minimale seriegrootte konden geen gegevens worden verstrekt.

6.5 *Ontwikkelingen*
Geen gegevens beschikbaar.

7 Organisatiestructuur

De ontwerpen worden thans gemaakt door het 'bureau voor ontwikkeling van woningbouw in het Simplex-bouwsysteem', Voltastraat 4 te Leeuwarden.

Als uitvoerend bouwbedrijf treedt de N.V. Bouwmaatschappij 'Leeuwarden' te Leeuwarden op.

De betonelementen worden geleverd door Feenstra (Capelle a/d IJssel) en de firma Haitsma te Harlingen.

Met onderaannemers bestaan historische bindingen.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem 'Simplex' is een redelijke ervaring opgedaan.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Volgens de bouwkeur is een hoogte van maximaal vier bouwlagen toegestaan. In de praktijk is het systeem aan laagbouw gebonden.

8.3 *Ontwerp*
In het systeem zijn enkele typen ontworpen, waaruit de opdrachtgever kan kiezen. Het ontwikkelen van een nieuw type met een eigen architect is mogelijk.

9 Literatuur

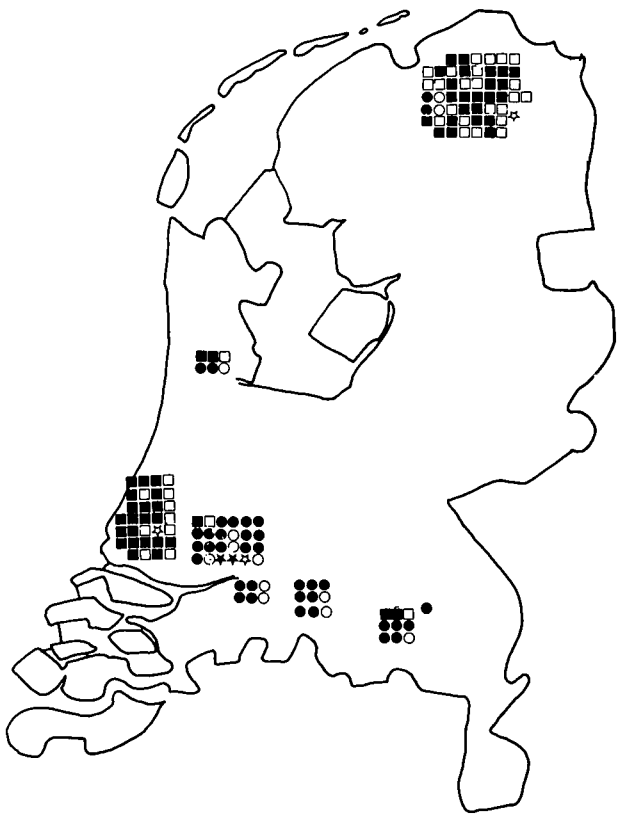
Stichting Ratiobouw. *Ratiobouwkeur Systeem Simplex muurconstructie*. Rotterdam, 1962.
Raadgevend bureau drs. D. van der Lelie N.V. *Rapport inzake Woningbouw te Steenwijk*. (Rapport nr. 67.122.) Groningen, 1967.

Raadgevend bureau drs. D. van der Lelie N.V. *Rapport inzake bouwplan 'de Akkers' te Heerenveen*. (Rapport nr. 66.98.) Groningen, 1966.

12.3 Rottinghuis

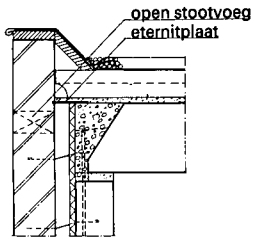
Promotor: 'Rottinghuis' Aannemingsbedrijf N.V.,
Hereplein 10, Groningen
Tel. (05900) 23 04

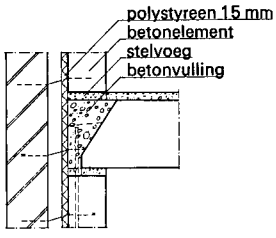
Bouwkeur: 1969

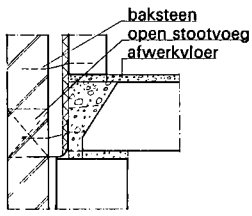


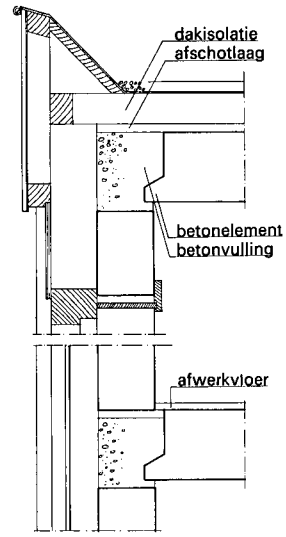
Voorbeeldproject

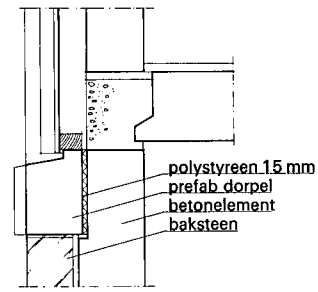
Complex portiekflats (woningwet) te Groningen.
Opdrachtgever: gemeente.
Architect: F. Klein te Groningen.
Uitvoerend bouwbedrijf: 'Rottinghuis' Aannemingsbedrijf N.V. te Groningen.

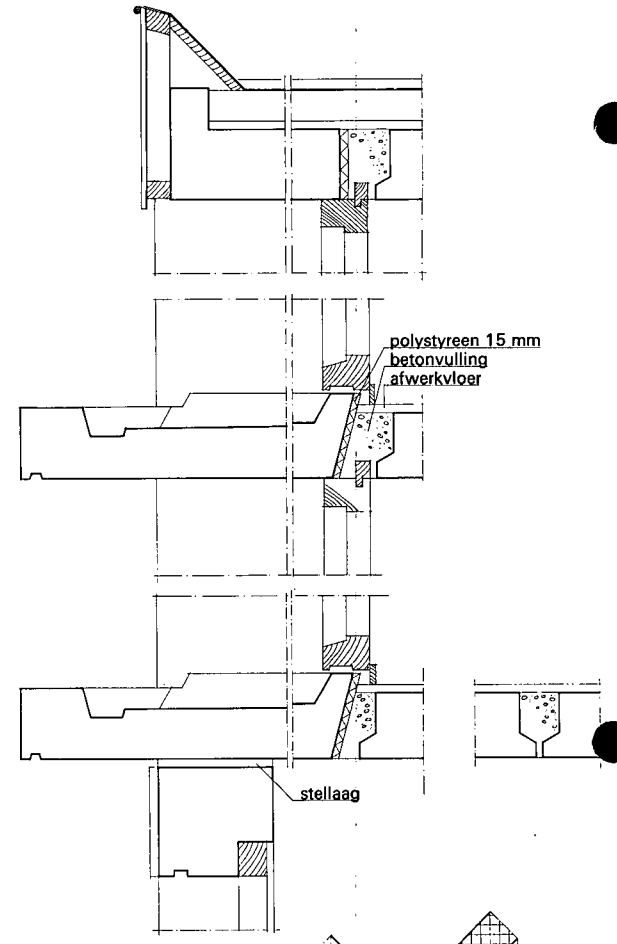

open stootvoeg
eternitplaat

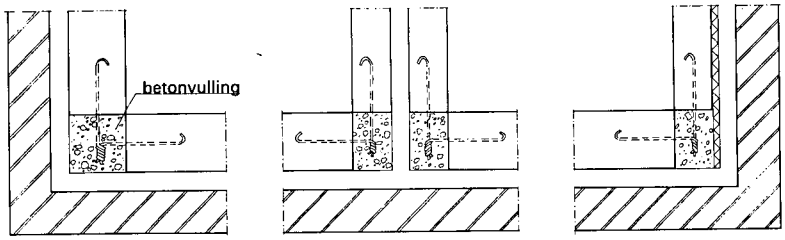

polystyreen 15 mm
betonelement
stelvoeg
betonvulling

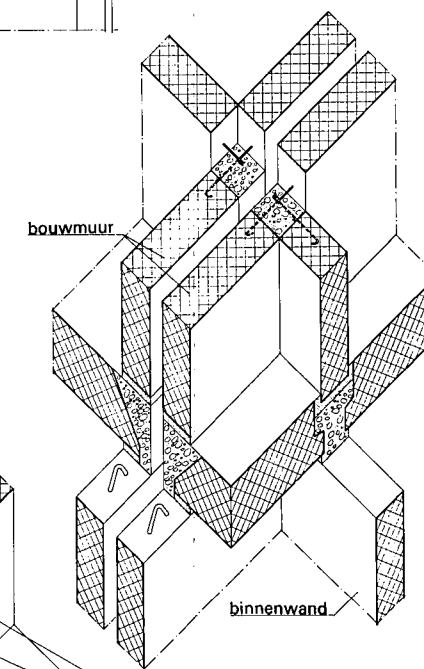

baksteen
open stootvoeg
afwerkvloer

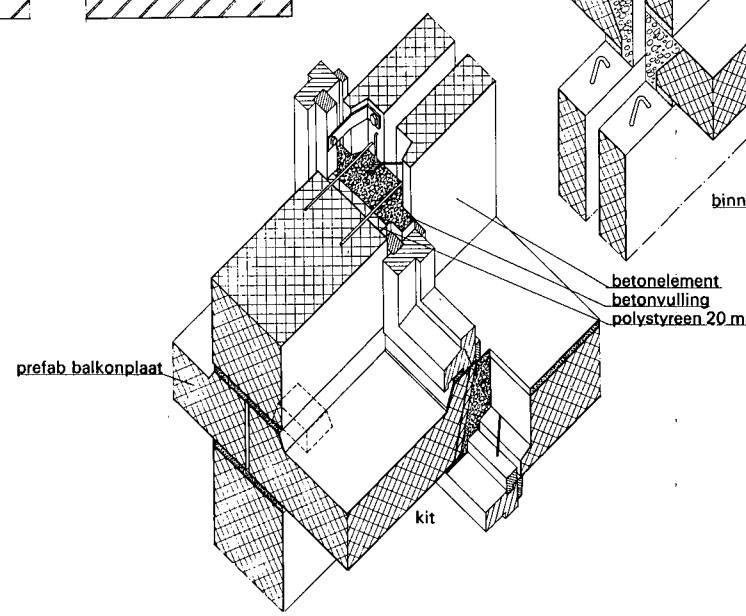

dakisolatie
afschotlaag
betonelement
betonvulling
afwerkvloer

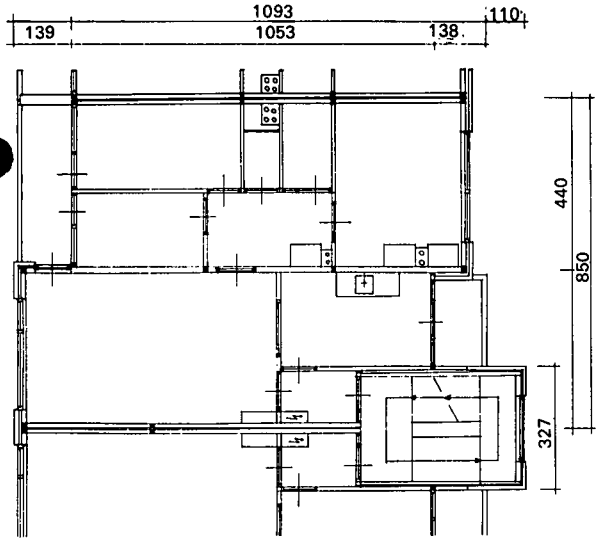

polystyreen 15 mm
prefab dorpel
betonelement
baksteen

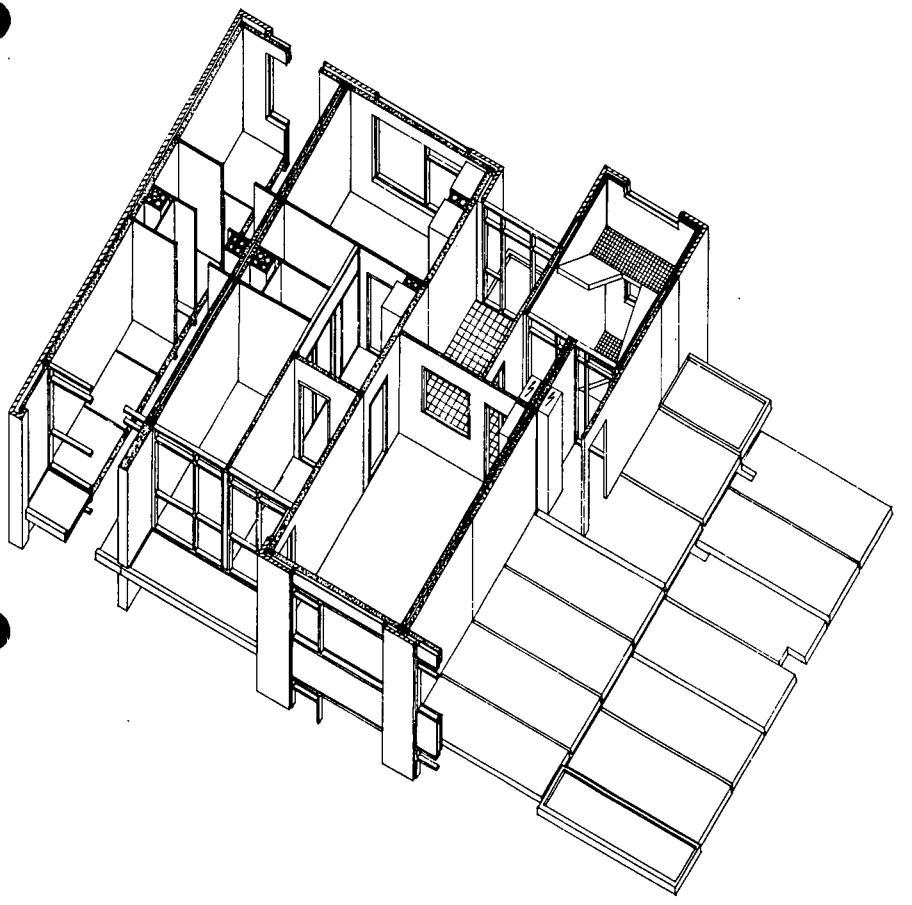

polystyreen 15 mm
betonvulling
afwerkvloer
stellaag

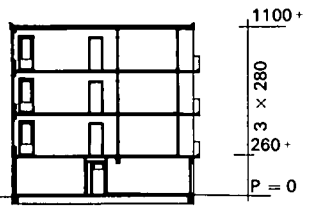

betonvulling

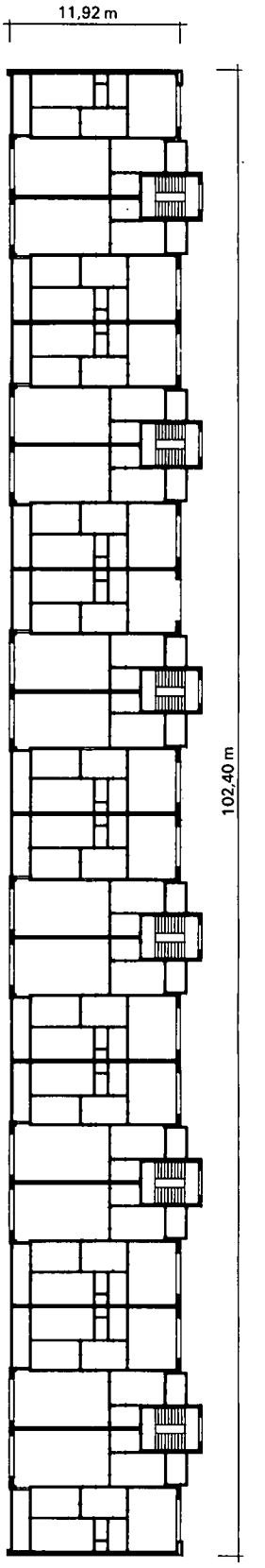

bouwmuur
binnenwand


betonelement
betonvulling
polystyreen 20 mm
prefab balkonplaat
kit


1093
139
1053
138
110
440
850
327




1100+
3 × 280
260+
P = 0


11,92 m
102,40 m

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor middelhoge bouw waarbij geprefabriceerde betonnen wand- en vloerelementen op het werk met een kraan worden gemonteerd, en waarbij op het werk meestal een baksteengevelconstructie wordt gemetseld. De wandelementen zijn verdiepinghoog en hebben een breedte die overeenkomt met de lengte of breedte van een vertrek; de vloerelementen zijn maximaal 2,50 m breed.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*
Perceelscheidingen worden als betonnen spouwconstructie (zonder spouwankers) uitgevoerd.
De dragende wanden worden uitgevoerd in diverse diktes van 9 tot 20 cm, en gewapend met bouwstaalnetten.

2.1.2 *Gevels*
Langsgevels en kopgevels worden gewoonlijk uitgevoerd als een spouwconstructie met een binnenspouwblad van middelzware beton en een buitenspouwblad van baksteenmetselwerk.

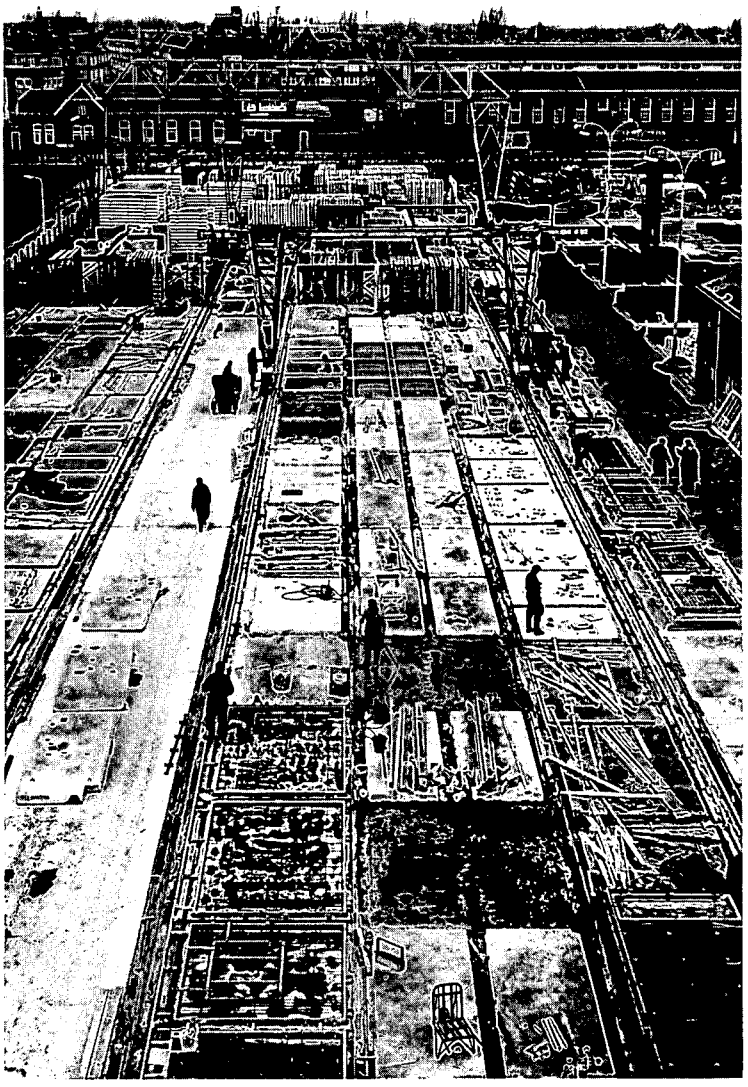
Bij de sandwichvormige borstweringelementen worden de buiten- en binnenplaat onderling gekoppeld door ankers Ø 8 van messing of roestvrij staal dan wel volledig ingebetonneerde stripijzers 5 × 25 mm, h.o.h. maximaal 0,80 m in verticale en horizontale richting.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*
De niet-dragende wanden worden samengesteld uit goedgekeurde, lichte wandelementen of uit systeemelementen van middelzware beton.

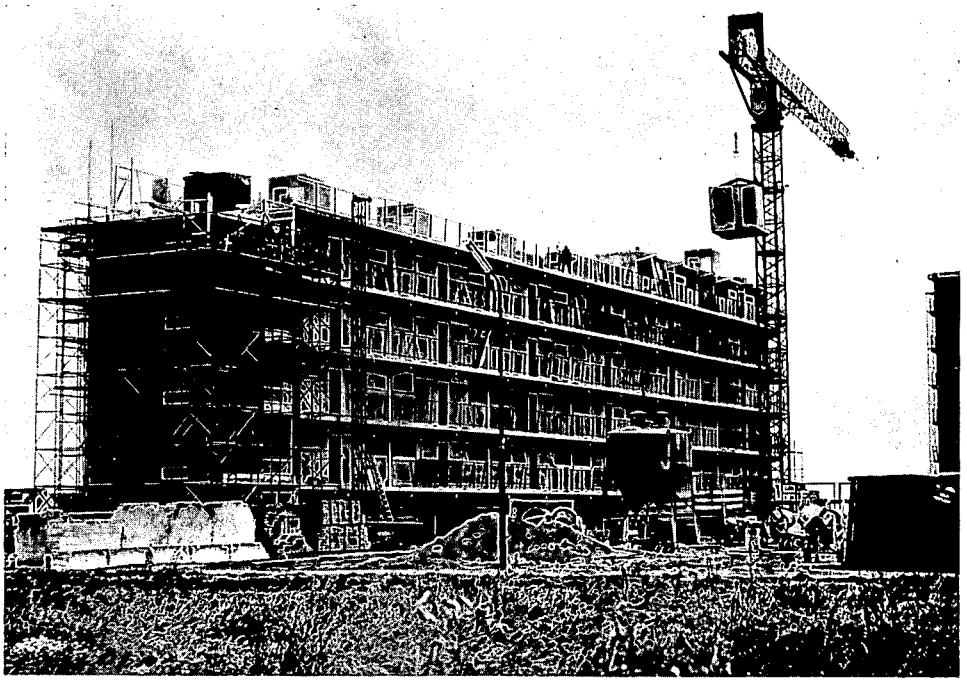
2.2 *Fabricage*
De betonelementen worden fabriekmatig vervaardigd in liggende of staande mallen van hout en/of staal en mechanisch verdicht.
De fabriek bevindt zich wel op een vaste plaats, maar in de open lucht. De betonbereiding, het timmer- en vlechtwerk zijn overdekt. De elementen worden alle liggend vervaardigd op een betonvloer met houten randmallen. Kubels op luchtbanden met betonspecie worden van de molen naar het element gereden, daar opgepikt door een portaalkraan en op de juiste plaats gestort. Doordat men aanmaakwater, tot 50° verwarmd, gebruikt, kan het element na 40 uur worden opgetild door de portaalkraan en naar de opslag worden gebracht. Na 3 weken verharding aldaar wordt het element door een andere portaalkraan op transportwagens geplaatst.

Tabel 1. Kenmerken elementen Rottinghuis

toepassing	*element-, vloertype*	*dikte in cm*	*max. br. in cm*	*hoogte, max. oversp. in cm.*	*beton*		*wapening*
woningscheidende wanden							
– als spouwwand met spouwbladen	massief, homogeen	9 of 10	575	verd.	I		
– varianten	idem	20	id.	hoog	I	I Samenst. 1 cement	Dubbelnet:
	idem	18 of 20	id.	id.	II	: $2^1/_2$ à 3 zand : $3^1/_2$ à $4^1/_2$	– gevlochten QR 24:
	– massief, gelaagd	20	id.	id.		hollith, schuimlava o.d. in	vert. ø 8-50 of ø 6-35
	met: binnenlaag 12 cm				II	volumedelen	hor. ø 4-50, met rand-
	buitenlagen 4 cm				I	Vol gew. na droging tot	wapening min. 2 ø 6
binnenwanden						const. gewicht 1600–1800,	– of bouwstaalnet min.
– dragend	massief, homogeen	9, 10, 12, 15 of 16	id.	id.	I	voor 20 cm dikke woning- scheidende wanden min. 1800 kg/m³	QR 40 ofQRn 40 ø 4,5-30 vert. en ø 4-30 hor.
– niet-dragend	idem	7 tot 10	id.	id.	I	Kubusdruksterkte min.	Bij vertikaal gestorte
buitenwanden		9, 10,	id.	id.	I	150 kg/cm² na 28 dagen	elementen eventueel
– als spouwwand met binnenspouwblad	massief, homogeen	15 of 16				verharding II Grindbeton min. K160 met cementgehalte min.	enkel bouwstaalnet min. QR 40 of QRn 40 ø 4-15 bij element-,
– variant als borstwering bij langsgevels	sandwichvormig met: binnenpl. 8 of 9 cm buitenpl. 8 of 9 cm en tussengelegen laag van 2 cm polystyreenschuim en dampremmende laag	18 of 20	id.	minder dan verd. hoog	I III	250 kg/m³ III Grindbeton K300 met cementgehalte 325 kg/m³	c.q. plaatdikte ⩾ 15, ø 3,4-15 bij element-, c.q. plaatdikte < 15 cm.
Vloeren, incl. dakvloer	kussenvloer	18		Middelzwaar beton en/of grindbeton, overige afmetingen en wapening conform een geldig modelblad behorende bij het systeem.			
	plaatvloer	14, 16 of 18					



12.3.1 Overzicht openlucht-fabriek
(foto : Boonstra, Groningen)



12.3.2 Montage van een natte cel (licentiehouder I.B.C.)
(foto : v. d. Ven, St. Oedenrode)

2.3 *Montage*
De wandelementen worden gesteld door middel van houten klosjes, de vloerelementen door middel van houten klosjes en/of jukken, waarna de ondergelegen voegen met specie worden volgezet. De wandelementen worden onderling gekoppeld door in het werk gestorte kolommen, waarbij de elementen worden verankerd door middel van stekijzers, die bij de montage twee aan twee aan elkaar worden gewarteld dan wel door bouten en schroefhulzen en dergelijke. De ruimten tussen de vloerelementen worden – na het aanbrengen van losse koppelstaven, bijv. boven hoeken van de ondergelegen wanden – met beton opgevuld.
Bij gevels worden de buitenspouwbladen, al dan niet na bekleding van het binnenspouwblad met 1,5 cm polystyreenschuim, verankerd aan de draagconstructie door middel van spouwankers van strip- of rondijzer.
Consoles, gevelkolommen en -banden en dakrandelementen worden door middel van stalen ankers aan de draagconstructie verankerd; balkon- en galerijplaten door middel van nokken of stalen doken aan de consoles. Bij de aansluiting op wanden en vloeren wordt een tussengelegen isolatie van 2 cm polystyreenschuim opgenomen.
Pui-elementen respectievelijk binnenkozijnen worden door middel van strip- of hoekijzers respectievelijk houtdraadbouten en klossen aan de wandelementen verankerd. Verdiepinghoge pui-elementen worden bovendien met stalen ankers bij de onder- en bovendorpel verankerd aan de vloeraanstorting.

2.4 *Materialen*
Het toegepaste vulbeton heeft een samenstelling in volumedelen van circa 1 cement : 2 zand : 3 grind met een maximale korrelgrootte van 16 mm; de vulspecie heeft een samenstelling circa 1 cement : 3 zand.
Het toegepaste polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m^3; voor de bevestiging hiervan tegen het beton wordt een waterbitumenemulsie of dergelijke toegepast.
Een woning telt globaal 35 wand- en vloerelementen en 25 kleine en bijzondere elementen.

2.5 *Afwerking*
De elementen worden, nadat zonodig een dunne pleisterlaag is aangebracht, op de gebruikelijke wijze afgewerkt.
De vloeren worden eventueel voorzien van een afwerklaag van voldoende isolerende werking.
De dakvloer wordt afgewerkt met een goedgekeurde dakisolatie met een minimale warmteweerstand van 0,60 of 0,80 m^{2}h°C/kcal.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor de diverse constructies de ondervermelde minimale warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklassen worden bepaald:

onderdeel	*R-waarde in m^{2}h°C/kcal*	*kwaliteitsklasse*
Buitenwanden		
– als spouwwand met een binnenspouwblad dik 15 of 16 cm (zonder polystyreenschuimbekleding)	ca. 0,50	matig
– als spouwwand met een binnenspouwblad bekleed met 1,5 cm polystyreenschuim, dan wel van sandwichelementen	ca. 0,85–1,00	voldoende
Woningscheidende wanden		
– van grindbeton	ca. 0,10	matig
– gelaagd of van middelzwaar beton	ca. 0,20	voldoende
– als spouwwand	ca. 0,45	goed
Vloeren (woningscheidend)		
– plaatvloer van 18 cm grindbeton of 14 cm middelzwaar beton	ca. 0,10	matig
– plaatvloer van 18 cm middelzwaar beton en kussenvloertypen I en III	ca. 0,25	voldoende
– kussenvloertype II	ca. 0,40	goed
Dak		
– met dakisolatie met R min. 0,60 m^{2}h°C/kcal	ca. 0,80	matig
– met dakisloatie met R min. 0,80 m^{2}h°C/kcal	ca. 1,00	voldoende

Mede in verband met de toepassing van een centrale verwarming bij een uitvoering met woningscheidende wanden en vloeren in grindbeton is het systeem derhalve geschikt voor de bouw van woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig' of 'voldoende', mits de overige onderdelen voldoen aan de desbetreffende eisen volgens het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, de volgende isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklasse met betrekking tot gevoelige ruimten worden bepaald:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteitsklasse*
Woningscheidende wanden		
– zonder spouw	0 tot + 1 dB	matig
– met spouw	+ 4 tot + 5 dB	goed
Binnenwanden, ten minste 9 cm dik	— 6 dB	goed
Vloeren		
– plaatvloer van 18 cm grindbeton	+ 3 dB	goed
– overige vloertypen	0 tot + 1 dB	matig

De bijbehorende isolatie-indices voor contactgeluid met betrekking tot bovenvermelde vloeren bedragen — 6 respectievelijk — 10 tot — 13 dB.
Het systeem is dus geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'goed', mits de contact-geluidisolatie van de vloeren tot ten minste 0 dB respectievelijk + 3 dB wordt verbeterd door bijv. het aanbrengen van een zwevende dekvloer, en tevens wordt voldaan aan de desbetreffende overige eisen volgens het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het middelzware beton is voldoende spijkerbaar en spijkervast; bij toepassing van woningscheidende wanden in grindbeton dient ermee rekening te worden gehouden dat dit niet spijkerbaar is.

12.3.3 De ruwbouw is gereed (foto : Boonstra, Groningen)



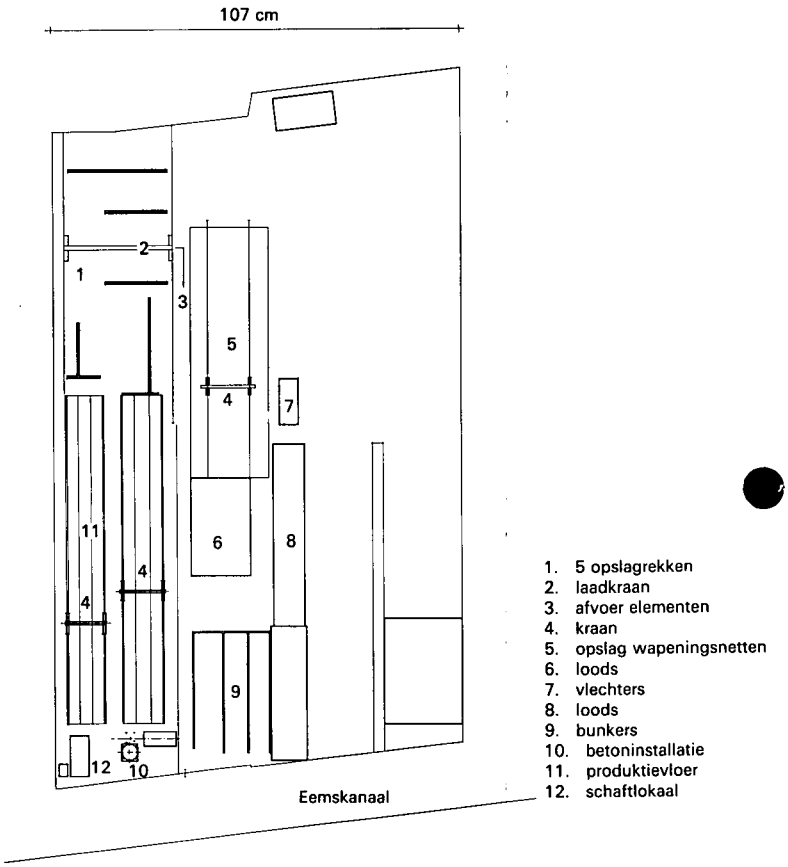


12.3.4 Complex portiekflats te Groningen (foto : Boonstra, Groningen)

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
De elementen worden machinaal vervaardigd in een openluchtfabriek in Groningen, en in een overdekte fabriek te Best. Als voordeel van deze werkwijze boven het storten op de bouwplaats wordt de continuïteit genoemd die inherent is aan het werken met een vaste staf mensen.

4.2 *Bij het transport*
Alle transport vindt plaats per dieplader (draagvermogen 14 ton). De kosten bedragen per ton/km *f* 0,40 (exclusief laden en lossen) voor het rijden. Een woning weegt afhankelijk van ontwerp en uitvoering 60 tot 100 ton. Het grootste element weegt circa 3 ton. De wandelementen worden verticaal in rekken getransporteerd, zijdelings gesteund door met rubber beklede rollen. De vloerelementen transporteert men horizontaal. Als actieradius beschouwt men een cirkel met een straal van circa 60 km.



12.3.5 Fabrieksterrein

4.3 *Bij de uitvoering*
Bij de uitvoering worden portaalkranen toegepast. Over kosten, capaciteit en afschrijving werd geen informatie verschaft.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Een montageploeg bestaat uit 4 man : één beneden voor het bedienen van de kraan en het aanpakken van de elementen, de overigen boven : één voor de bediening van de loopkat (via een verbindingskabel), één voor de maatvoering en één hulpkracht.

5.2 *Manuren*
De promotor weigerde enig inzicht te geven in het aantal manuren en de specificaties daarvan in de fabriek en op het werk.

5.3 *Verlet*
De fabriek in Groningen is niet tegen weersinvloeden beschermd. Overigens geen bijzonderheden.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Rottinghuis is een van de oudste Nederlandse woningbouwsystemen. De eerste toepassingen dateren van 1949 (Groningen). Tot september 1956 waren ruim 1600 woningen voltooid (Groningen, Den Haag). In beide steden zijn vijfjarige contracten gesloten voor de bouw van respectievelijk 1000 en 2000 woningen, respectievelijk door Rottinghuis Aannemingbedrijf N.V. en N.V. Gembouw.
Al vrij snel na de start ging de N.V. Gembouw failliet. Omstreeks 1965 startte de Internationale Bouw Compagnie v/h Fa. H. van Heeswijk Aannemingbedrijf haar activiteiten als licentienemer van het systeem Rottinghuis voor Zuid-Nederland.

6.2 *Produktie-omvang*
De onderstaande tabel geeft een beeld van de produktie in het systeem vanaf 1-1-1957 tot 1-1-1968 (bron : Centrale Directie van de Volkshuisvesting en de Bouwnijverheid) :

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1957	...	1713
1-1-1958	385	2098
1-1-1959	535	2633
1-1-1960	670	3303
1-1-1961	829	4132
1-1-1962	664	4796
1-1-1963	410	5206
1-1-1964	746	5952
1-1-1965	1021	6973
1-1-1966	1259	8232
1-1-1967	482	8714
1-1-1968	540	9254
gemiddeld in de laatste 3 jaren	760	

Volgens de promotor waren er tot 31 december 1968 11.532 woningen voltooid resp. in uitvoering te onderscheiden als volgt:

Rottinghuis'	3.881	woningen Groningen
Aannemingsbedrijf N.V.	114	woningen Hoogezand
N.V. Gembouw	2.699	woningen Den Haag
	1.661	woningen Rotterdam
	421	woningen Haarlem
	576	woningen Zaandam
Internationale Bouw Compagnie	794	woningen Eindhoven
	846	woningen Tilburg
	540	woningen Breda

Een gespecificeerd overzicht (vanaf 1958) wordt in het volgende schema weergegeven:

Rottinghuis

gemeente	*aantal*	*en*	*soort woningen*	*architect*	*jaar aanvang*
Hoogezand	6		eengezins	Klein	1948
Groningen	156		trappenhuis	Klein	1949
Groningen	192		trappenhuis	Klein	1950
Groningen	90		trappenhuis	Klein	1951
Groningen	42		trappenhuis	Klein	1951
Groningen	42		trappenhuis	Klein	1952
Groningen	280		trappenhuis	Klein	1952
Groningen	50		trappenhuis	Klein	1953
Groningen	128		trappenhuis	Klein	1954
Groningen	96		trappenhuis	Olsmeyer	1955
Groningen	64		trappenhuis	Klein	1956
Groningen	156		galerij	Klein	1956
Groningen	133		galerij	Klein	1957
Groningen	120		trappenhuis	Klein	1957
Groningen	120		trappenhuis	Klein	1958
Groningen	264		trappenhuis	Klein	1959
Groningen	224		trappenhuis	Klein	1960
Groningen	126		trappenhuis	Klein	1961
Groningen	60		trappenhuis	Klein	1962
Groningen	108		trappenhuis	Klein	1962
Groningen	240		trappenhuis	Klein	1962
Groningen	212		trappenhuis	Klein	1964
Groningen	216		trappenhuis	Klein	1964
Groningen	180		trappenhuis	Klein	1965
Groningen	96		trappenhuis	Klein	1966
Groningen	90		trappenhuis	Klein	1967
Groningen	504		trappenhuis	Klein	1967

I.B.C.

gemeente	*aantal*	*en*	*soort woningen*	*architect*	*jaar aanvang*
Eindhoven	204		trappenhuis	Maaskant	1964
Breda	252		galerij	Magis-Witlox	1965
Tilburg	288		galerij	Magis-Witlox	1966
Breda	288		galerij	Magis-Witlox	1966
Eindhoven	590		galerij	Magis-Witlox	1967
Tilburg	558		galerij	Magis-Witlox	1967

N.V. Gembouw

gemeente	*aantal*	*en*	*soort woningen*	*architect*	*jaar aanvang*
Den Haag	336		trappenhuis	Klein	1952
Den Haag	148		trappenhuis	Klein	1953
Den Haag	192		trappenhuis	Klein	1954
Den Haag	328		trappenhuis	Klein	1955
Den Haag	488		trappenhuis	v. d. Togt	1956
Den Haag	239		trappenhuis	Klein	1958
Den Haag	24		eengezins	H. C. P. Nuyten	1958
Den Haag	568		trappenhuis	Klein	1958
Den Haag	184		trappenhuis	Klein	1960
Den Haag	192		trappenhuis	v. d. Broek en Bakema	1961
Rotterdam	821		galerij	Dienst. Volkshuisv.	1961
Rotterdam	190		trappenhuis	Klein	1961
Zaandam	288		trappenhuis	Klein	1961
Rotterdam	204		eengezins	C. v. Heelsbergen	1961
Rotterdam	27		bejaarden	C. v. Heelsbergen	1961
Rotterdam	672		galerij	Dienst. Volkshuisv.	1962
Rotterdam	168		galerij	Dienst. Volkshuisv.	1962
Zaandam	288		galerij	Klein	1962

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit van Rottinghuis Aannemingsbedrijf N.V. wordt thans geraamd op 240 woningen per jaar. Deze capaciteit is geënt op een maximaal gerealiseerde bouwsnelheid van 6 woningen per week per kraan. Van de Internationale Bouw Compagnie bedraagt de jaarcapaciteit 1000 woningen bij een bouwsnelheid van 4 woningen per week per kraan.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale seriegrootte en als minimale bouwplaatsomvang worden aantallen van 250 respectievelijk 100 woningen opgegeven. Niettemin is men in de praktijk vaak gedwongen met kleinere aantallen genoegen te nemen.

6.5 *Ontwikkelingen*
Door de I.B.C. is onlangs een complete natte cel ontwikkeld en in produktie genomen.

7 Organisatiestructuur

Het systeem-'Rottinghuis' kent twee producenten:
– Rottinghuis' Aannemingsbedrijf N.V., Hereplein 10, Groningen, tel. (05900) 2 30 41;
– N.V. Internationale Bouw Compagnie v/h Fa. H. van Heesewijk Aannemingsbedrijf, Hoofdstraat 68, Best, tel. (04998) 19 15.
De firma Rottinghuis beschikt zelf ook over een timmerfabriek. Hoewel in Groningen voor het overgrote aantal woningen het bureau Klein N.V. de architectuur heeft verzorgd, is in beginsel architectonische medewerking van anderen geenszins uitgesloten.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
De ervaring met het systeem is zeer groot.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het systeem is gebonden aan de vorm middelhoogbouw, behalve bij de licentienemer die ook, door de inzet van torenkranen, hoogbouw kan realiseren. Voor zeer hoge bouw is het systeem minder geschikt (in verband met de dikte van de spouwbladen van perceelscheidingen).

8.3 *Ontwerp*
Doordat de fabriek en de mallen eenvoudig zijn, worden de vaste kosten van de Groningse versie tot een minimum beperkt. De Groningse versie is gebaseerd op een echte *ruwbouw*, die aan de buitenzijde wordt ommetseld e.d. Daardoor behoeft de precisie niet zo groot te zijn en kan men volstaan met een tolerantie (volgens opgave van de promotor) van 0,5 cm tijdens de montage, en enkele milimeters tijdens de fabricage.
Het gevolg is, dat men in de opzet van plattegrond en gevel betrekkelijk vrij is. De fabriek te Best produceert tevens gevelelementen waarvan de maatvastheid een eerste vereiste is.

8.4 *Actieradius*
Het systeem opereert bij voorkeur binnen een straal van 60 km rondom Groningen, respectievelijk Best.

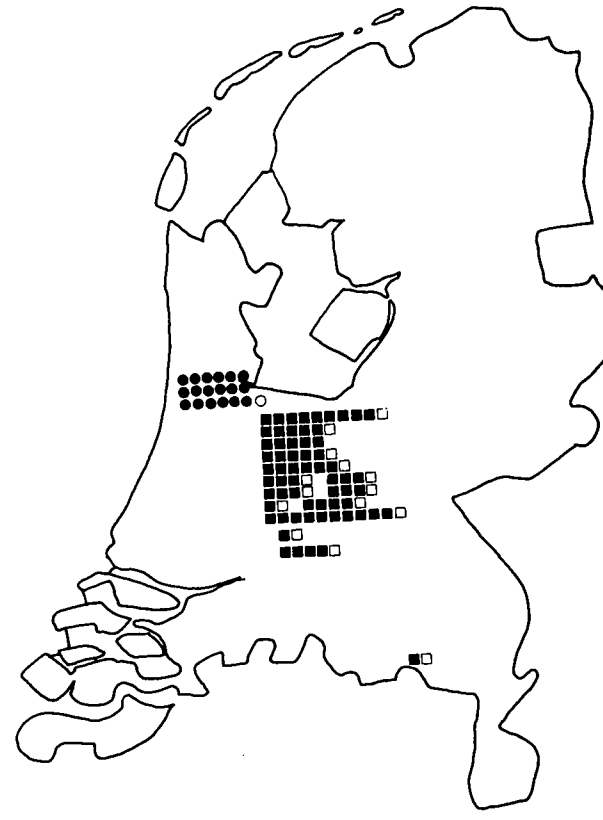
9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Systeem Rottinghuis voor woningbouw.* Rotterdam, 1969.
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur Systeem Rottinghuis, vloerconstructie.* Rotterdam, 1957.
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur Systeem Rottinghuis, bouwmuur.* Rotterdam, 1957.
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur Systeem Rottinghuis, buitenmuur.* Rotterdam, 1957.
Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur Systeem Rottinghuis, binnenmuur.* Rotterdam, 1957.
Documentatie Bouwwezen, B2 Constructie, O Bouwmethoden, groep 4, *Rottinghuis.* p. 1–5.
Ploeg, A. van der, C. 't Hart en F. Klein. Het systeem Rottinghuis, *Cement 10,* 1958, nr. 23–24, p. 933–944.
Bouwsysteem Rottinghuis-Gembouw N.V. *Grote elementen montagebouw.* Rotterdam, z.j.
I.B.C. prefabriceert en monteert 'natte cel'. *Misset's Bouwwereld,* 1966, *62,* p. 2336-2339.
Vereniging van Systeembouwers. *Nieuwe wegen in de woningbouw.* Den Haag, 1956, p. 21.
De systeembouw in Nederland. *Polytechnisch Tijdschrift.* 1959, *14,* p. 113B–114B.

12.4 VAM

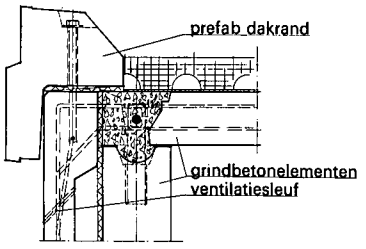
Promotor: Intervam N.V.,
Generaal Spoorlaan 489, Rijswijk (Z.H.),
tel. (070) 90 76 40

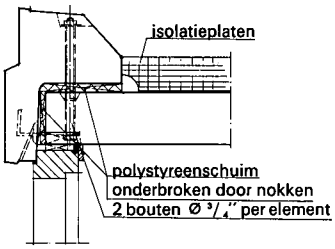
Bouwkeur: 1968

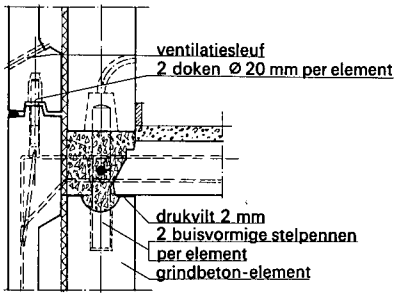


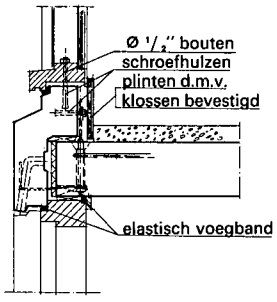
Voorbeeldproject

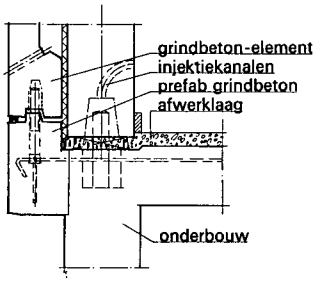
1086 portiekflats (woningwet) te Overvecht, Utrecht.
Opdrachtgever: gemeente Utrecht.
Architect: Bouw- en Woningdienst Utrecht.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Intervam te Rijswijk Z.-H.

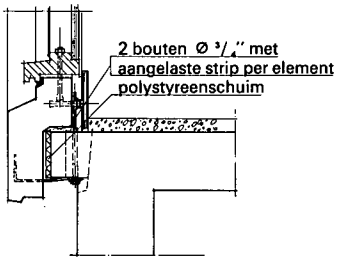


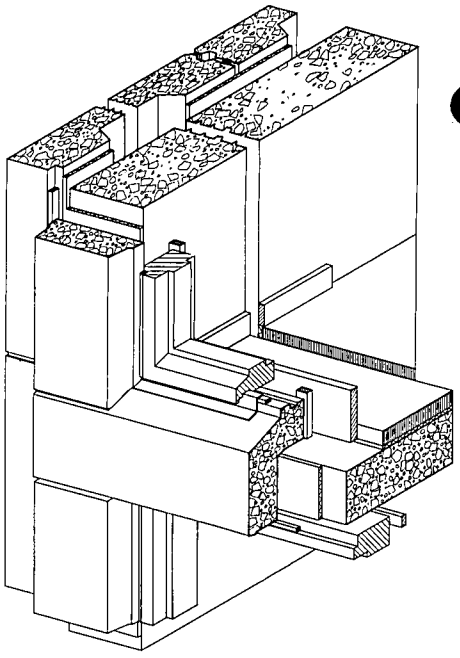




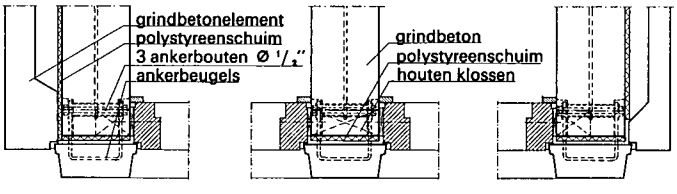


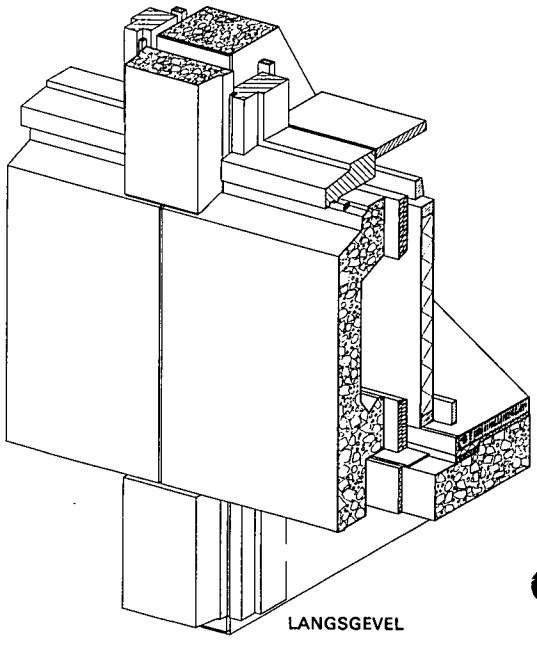




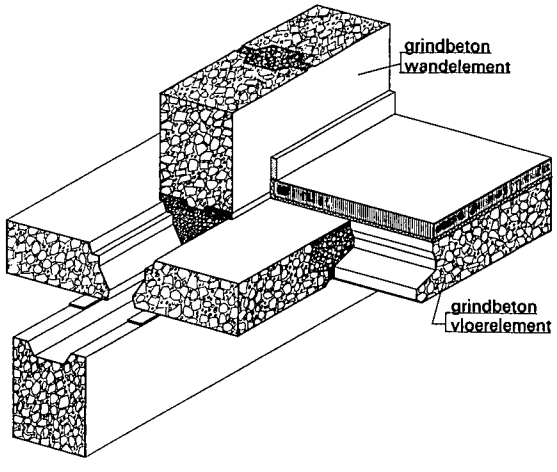


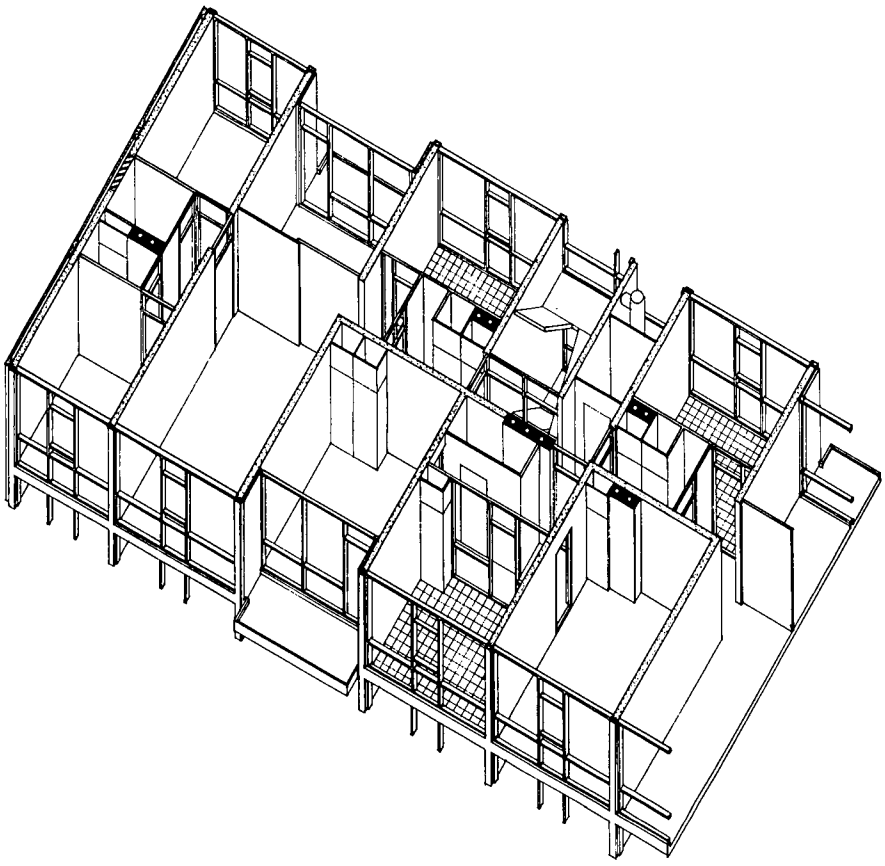
AANSLUITING KOPGEVEL LANGSGEVEL

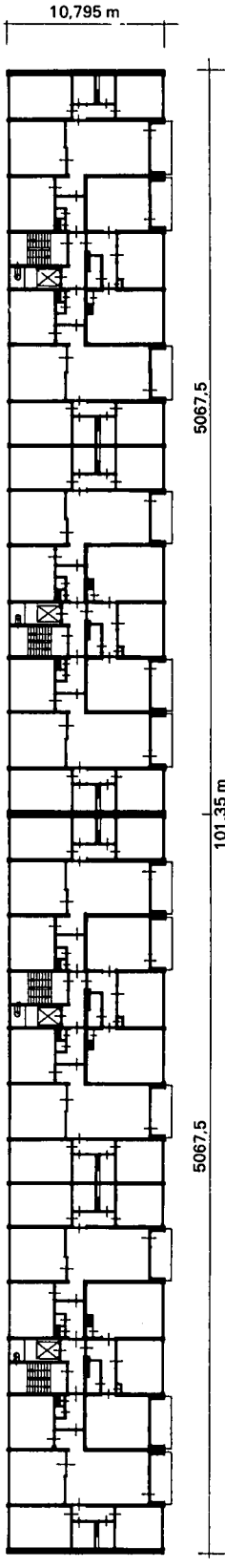


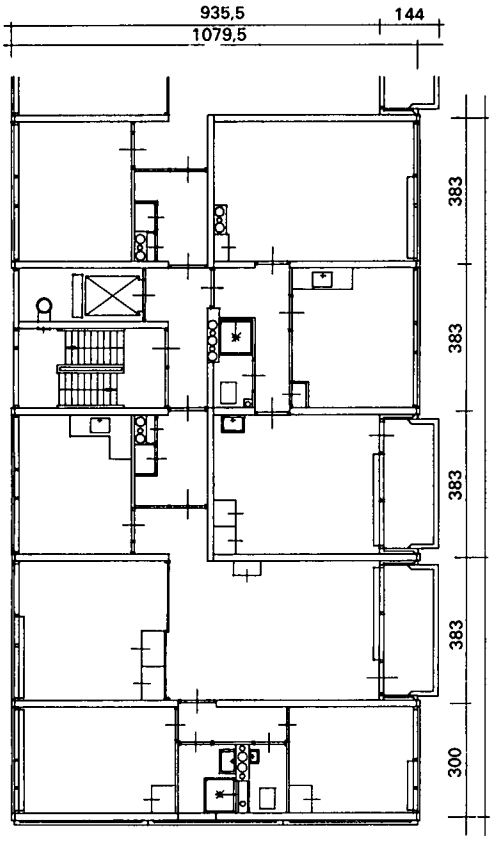


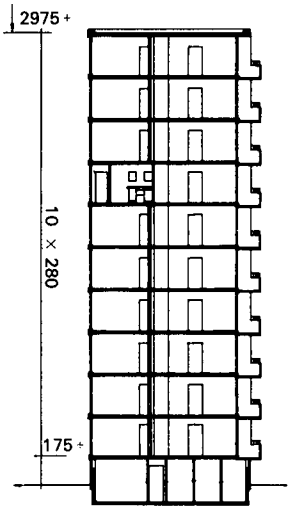
LANGSGEVEL






10,795 m
5067,5
101,35 m
5067,5


935,5
144
1079,5
383
383
383
383
300


2975
10 × 280
175

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor hoog- en middelhoogbouw waarbij geprefabriceerde verdiepinghoge betonnen wandelementen en vertrekbrede vloerplaten in het werk met een kraan worden gemonteerd. Bij hoogbouw (10 lagen) wordt de stabiliteit verkregen door stabiliteitswanden die worden voorgespannen. De langsgevels bestaan uit houten puien in combinatie met elementen van voorgespannen beton.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden samengesteld uit verdiepinghoge panelen van grindbeton met een dikte van 18 respectievelijk 20 cm. De lengte van de panelen is meestal gelijk aan de diepte van het vertrek, met een maximum van 5,50 m.

Het bovenvlak van de panelen en de kopvlakken – voor zover de panelen in de lengte op elkaar aansluiten – zijn voorzien van een groef. De onderzijde heeft een trapeziumvormige opstand. Ontmoeten twee panelen elkaar haaks, dan wordt in het zijvlak van het ene paneel een groef gespaard en op het kopvlak van het andere een opstand aangebracht.

De panelen zijn gewapend met een randwapening en voorzien van 2 uitstekende hijsogen. De beton wordt in stalen mallen gestort en op mechanische wijze verdicht en afgevlakt.

Behalve de hierboven beschreven panelen kunnen uit stabiliteitsoverwegingen plaatselijk grindbetonpanelen worden toegepast, die zo nodig worden voorgespannen.

Bij galerijbouw worden voor de oplegging van de galerijplaten consoles aan de wanden gestort.

De wand- en vloerelementen zijn ter aansluiting op langsgevels in het algemeen reeds tijdens de fabricage voorzien van een minimaal 1,5 cm dikke polystyreenschuimbekleding. Indien de elementen tijdens de fabricage zijn voorzien van een gevelband of gevelkolom, is de dikte van de polystyreenschuimbekleding minimaal 1 cm.

2.1.2 *Gevels*

Teneinde scheurvorming in de betonbuitengevelelementen zoveel mogelijk te voorkomen, zijn alle gevelbanden, gevelstijlen en dakranden (maximale lengte 4,00 m), welke in de fabriek reeds aan de koppen der wanden en vloeren worden bevestigd, voorgespannen. De totale voorspanning in deze elementen – volgens het langebanksysteem met draden Ø 4 voorgespannen – bedraagt circa 15 kg/cm².

Bij buitenwanden met een buitenspouwblad van cassettevormige gevelplaten wordt de tussenlaag van polystyreenschuimplaat vooraf op de bouwplaats op de binnenspouwwandelementen aangebracht. Bij de sandwichvormige elementen is de binnenplaat uit één of meer rechthoekige delen samengesteld, die per deel aan de buitenplaat zijn gekoppeld door 4 ingestorte, stalen haakankers.

De bevestiging van de verschillende gevelelementen aan de wanden en de vloeren geschiedt met gegalvaniseerde beugels.

De gevelelementen bestaan uit grote houten puien, die tegelijk met de betonelementen in de bouw worden aangebracht. Deze puien zijn van vuren- of hardhout.

De buitenzijde der borstwering van de puien bestond aanvankelijk uit delen Yanghout of Redwood. Later is op grote schaal Detopakglas toegepast, terwijl thans in het algemeen grindbetonnen borstweringen toegepast worden. De constructie van de betonnen borstweringen is analoog aan die van de cassettevormige buitenspouwwandelementen. De binnenzijde is bekleed met een sandwichpaneel bestaande uit een 3 of 4 cm dikke kern van polystyreenschuim met aan weerszijden een bekleding van masonite of een daarmee gelijkwaardig plaatmateriaal.

De kopgevels bestaan uit 11 cm metselwerk, 6 cm spouw en 18 cm beton, of 6 cm grindbeton, 5 cm spouw, 2 cm kunststofschuim en 18 cm beton.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

De niet-dragende wanden worden vervaardigd van lichtbeton met een dikte van 7 of 9 cm. De bovenkant wordt voorzien van een V-vormige groef. De wapening bestaat uit een enkel net van bouwstaalmatten.

2.1.4 *Vloeren*

Verdiepingvloeren en dakvloer worden samengesteld uit 14 cm dikke gewapende platen van grindbeton met een vrije overspanning, gelijk aan de vertrekbreedte en een maximale breedte van 2,40 m. Uit de kopvlakken, die zijn afgeschuind, steken ter plaatse van de oplegging oogvormige ingebetonneerde stekeinden. Waar twee platen op elkaar aansluiten, zijn de zijvlakken voorzien van een sponning.
De platen worden gewapend met een enkel net van bouwstaalmatten.

2.2 *Fabricage*

De wanden worden horizontaal gestort en na de verharding van de beton met mal en al in verticale positie gekanteld, nadat drie van de vier randen zijn weggenomen. In deze stand worden de wanden uit de mal getild, waarna ze in deze verticale stand blijven. Zowel wandmallen als vloermallen zijn van verwarmingskanalen voorzien.

De voor de fabricage van de elementen benodigde grondstoffen worden per schip aangevoerd, en opgeslagen in vier grondstoffenvakken met een gezamenlijke capaciteit van 2000 m³. In het midden onder de opslag ligt een 50 m lange tunnel.

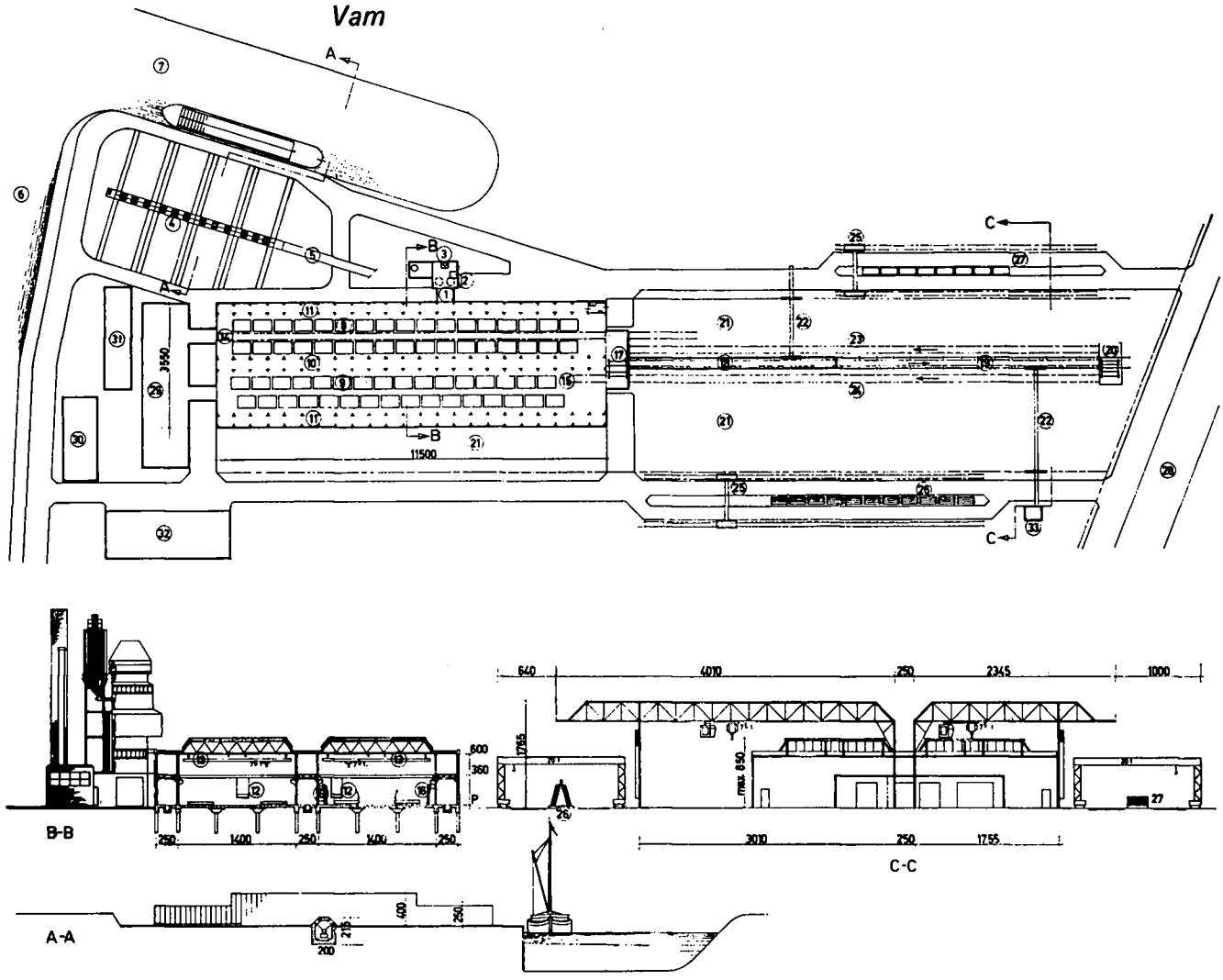
De toeslagstoffen kunnen via speciaal ontworpen trechters met schuiven op de horizontaal in deze tunnel aanwezige transportband worden gebracht. Via een schuin oplopende transportband komen de toeslagstoffen in de dagbunkers van de centrale betoninstallatie.

In de grondstoffenopslag zorgt een kleine bulldozer voor het eventueel aanschuiven van materiaal boven de tunneltrechters.

De betoninstallatie bevat vier gescheiden dagbunkers met een gezamenlijke capaciteit van 80 m³. De grondstoffen kunnen er in de winter worden voorverwarmd.

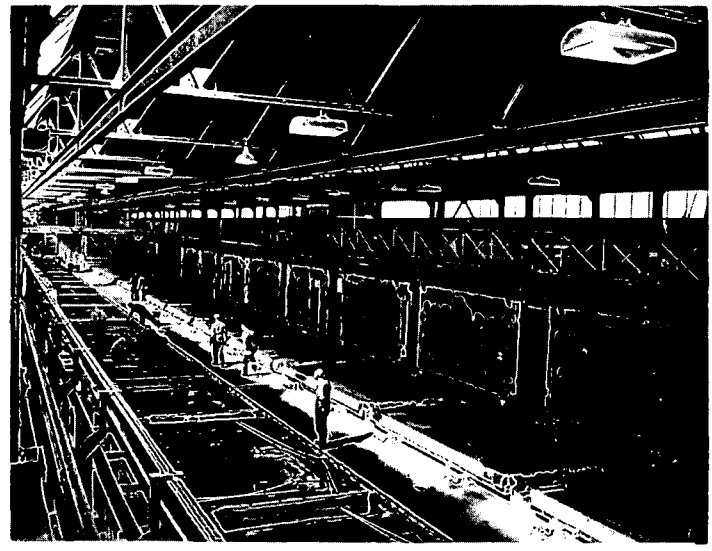
Voor de opslag van cement staan 2 silo's van elk 50 ton ter beschikking. De mengtoren is bovenop het ketelhuis gebouwd. De door één man bediende menginstallatie is in hoge mate geautomatiseerd.

De afgewogen toeslagstoffen en de cement worden in één van de beide Eirich-tegenstroommengers gelost. De dosering van het water aan het betonmengsel geschiedt automatisch volgens



1. Centrale menginstallatie met toeslagstoffen dagbunkers; 2. Cementsilo's; 3. Ketelhuis onder 1 en 2; 4. Door keerwanden gescheiden grondstoffenvakken met tunnel en transportband; 5. Schuin oplopende transportband; 6. Merwedekanaal; 7. Insteekhaven met loswal; 8. Productiehal vloerelementen; 9. Productiehal wandelementen; 10. Tussenbeuk; 11. Zijbeuken; 12. Stortbordes met trechter en roterende doseersluis; 13. 7,5 Tons elektrische bovenloopkranen; 14. Lorriespoor in vloerenproductiehal; 15. Lorriespoor in wandenproductiehal; 16. Wanden rouwagentjes; 17. Traverseerwagen; 18. Condioneringstunnel; 19. Lorriespoor; 20. Traverseerwagen in opslagterrein; 21. Onoverdekte buitenopslagterrein vloeren en wanden; 22. Halfportaalkranen; 23. Lorriespoor voor lossen van vloerelementen; 24. Lorriespoor voor lossen van wandelementen; 25. 20 Tons pakkettenkraan; 26. Pakketten wanden op speciale pakketteerjukken; 27. Pakketten vloeren op speciale balkenframes; 28. Europalaan; 29. Opslag en bewerking wapeningsstaal; 30. Bedrijfskantoor; 31. Magazijn en kantine; 32. Onderhoudswerkplaats en garage; 33. Portiersloge en kantoor expeditiechef.

12.4.1 VAM-fabriek te Utrecht



12.4.2 Produktiebaan met ontkiste wandelementen (verticaal) en nieuw gestorte elementen (rechts). Ter linkerzijde worden mallen gereed gemaakt voor een volgende stort. (foto: Stuvel, Voorburg)

een vooraf ingestelde waarde, waarbij ook automatisch een correctie wordt gemaakt voor reeds in de toeslagstoffen aanwezig vocht. Hierdoor wordt een nagenoeg constante reële water-cement-factor van de mortel bereikt. De menginstallatie kan tot 40 m³ betonmortel per uur afleveren aan de gemotoriseerde betonwagens van de fabriek.

Daarnaast kunnen – desgewenst – zowel betonmortel aan truckagitators als gedoseerde componenten aan truckmixers worden afgeleverd.

De eigenlijke fabriek bestaat in hoofdzaak uit twee produktiehallen, elk 14 m breed, 115 m lang en 6 m hoog, waarin de fabricage van de elementen plaatsvindt.

Tussen en aan weerszijden van deze hallen zijn respectievelijk een tussenbeuk en twee zijbeuken aangebracht, waarin zich op circa 3,60 m boven de vloer een bordes bevindt. In beide fabriekshallen loopt – eveneens op 3,60 m boven de vloer – een in lengterichting verrijdbaar stortbordes.

Het interne betontransport vindt plaats met gemotoriseerde betonwagens, met een bak van 1 m³ inhoud. Onder aan de stortbordessen is een trechter aangebracht. De betonwagens lossen hun inhoud via in de stortbordessen aangebrachte roosters in deze trechters, die aan de onderzijde zijn voorzien van roterende doseersluizen. Ontmenging van de beton is bij het storten in de mal uitgesloten, terwijl bovendien de wapeningsnetten en andere onderdelen in de mal nauwelijks door de betonstroom worden beroerd.

De vloerelementen worden horizontaal gestort op stalen plateaus, waarop wegklapbare randen met profileringen voor de gewenste zijbegrenzingen van de vloerplaten zijn bevestigd. De plateaus hebben een 10 mm dikke stalen bodemplaat, waaronder een kanalenstelsel zodanig is aangebracht, dat met behulp van het door het centrale ketelhuis gevoede warmwatercircuit op elke plaats van het element tijdens het hydratatieproces een nagenoeg gelijke temperatuur heerst.

De malranden zijn in principe samengesteld uit onbewerkte handelsprofielen, waardoor de tolerantie op de dikte der vloerelementen bepaald wordt door de toelaatbare walstoleranties; deze liggen in de orde van grootte van 2 mm.

In principe kan in elke mal – zowel vloer- als wandmal – per etmaal één element worden vervaardigd. Van de cyclustijd van 24 uur is circa 18 uur voor de geconditioneerde betonhydratatie beschikbaar.

De bewerking die de beton in de mallen ondergaat, is zoveel mogelijk gemechaniseerd, en ten dele geautomatiseerd.

Nadat de betonmortel met een bepaalde overhoogte vanuit de eerder genoemde storttrechter in de mal is gevlijd, wordt met behulp van het verticale schopblad van de door één man bediende spreidmachine het gehele oppervlak van de mal gegaliseerd. Direct achter deze spreidmachine volgt de geen bediening vergende trilmachine, die al trillend zichzelf voortbeweegt.

De trilbalk, die de gehele malbreedte bestrijkt en telkens op de malranden komt te rusten, trilt de overhoogte geheel weg.

Als derde machine werd de volautomatische afreimachine ontwikkeld, die – eveneens zonder bediening – alle dan nog overtollige mortel naar één zijde afschuift. Dan is het element praktisch gereed op de allerlaatste gladde afwerking na, die uit de hand met de stalen spaan plaatsvindt.

In de vloerenhal loopt tussen de beide vloerenproduktiestraten over de volle lengte een lorriespoor. Een vloerelement, dat uit de mal wordt gelicht, wordt meteen op de naast de mal gereden lorrie gelegd. Zodra er 8 à 10 vloeren op één lorrie liggen, vertrekt de lorrie en komt dan in het volautomatische interne transportcircuit. Daarna kan een volgende lorrie worden geladen.

In de wandenhal worden de wanden, nadat ze uit de kantelmal getild zijn, eerst in verticale stand naast de mal op speciale rolwagentjes geplaatst. Alle wanden staan dan verticaal achter elkaar. In deze stand ondergaan de wanden enkele bewerkingen, zoals het bijwerken van eventuele beschadigingen of andere onvolkomenheden, het oplijmen van polystyreenstrippen en drukvilt en het monteren van gevelstijlen.

Zijn de wanden geheel gereed, dan worden ze op rolwagentjes naar de voorkant van de wandenhal gerold, waar ze door de bovenloopkraan op een lorrie worden geplaatst. Er gaan 5 wanden op één lorrie.

Op de kop van de fabriek, dus vóór beide fabriekshallen, bevindt zich een verdiept gedeelte, waarin een zg. traverseerwagen rijdt, die tot taak heeft om de lorries uit de vloeren- en wandenhal in dwarsrichting te verplaatsen, zodat ze in het verlengde van de tussenbeuk weer van de traverseerwagen kunnen afrijden, de speciale conditioneringstunnel in.

In de tunnel, die automatisch wordt afgesloten, wordt de lucht op een bepaalde temperatuur (tot 65° C) gehandhaafd, terwijl ook de relatieve vochtigheid van de lucht constant wordt gehouden.

In het algemeen verblijven alle elementen gedurende gemiddeld 16 uur in dit 'voorportaal' van de buitenopslag.

2.3 *Montage*

Op een traditioneel uitgevoerde betonnen onderbouw, waarvan ook de maximaal 15 cm dikke eerste woonlaagvloer van grindbeton deel uitmaakt, worden ter plaatse van de 20 cm dikke dragende wanden verhogingen van circa 10 × 10 cm gemaakt van een cement-zandspecie, die op de gewenste stelhoogte worden afgevlakt. Hierop worden de wanden van de eerste woonlaag op hoogte gesteld.

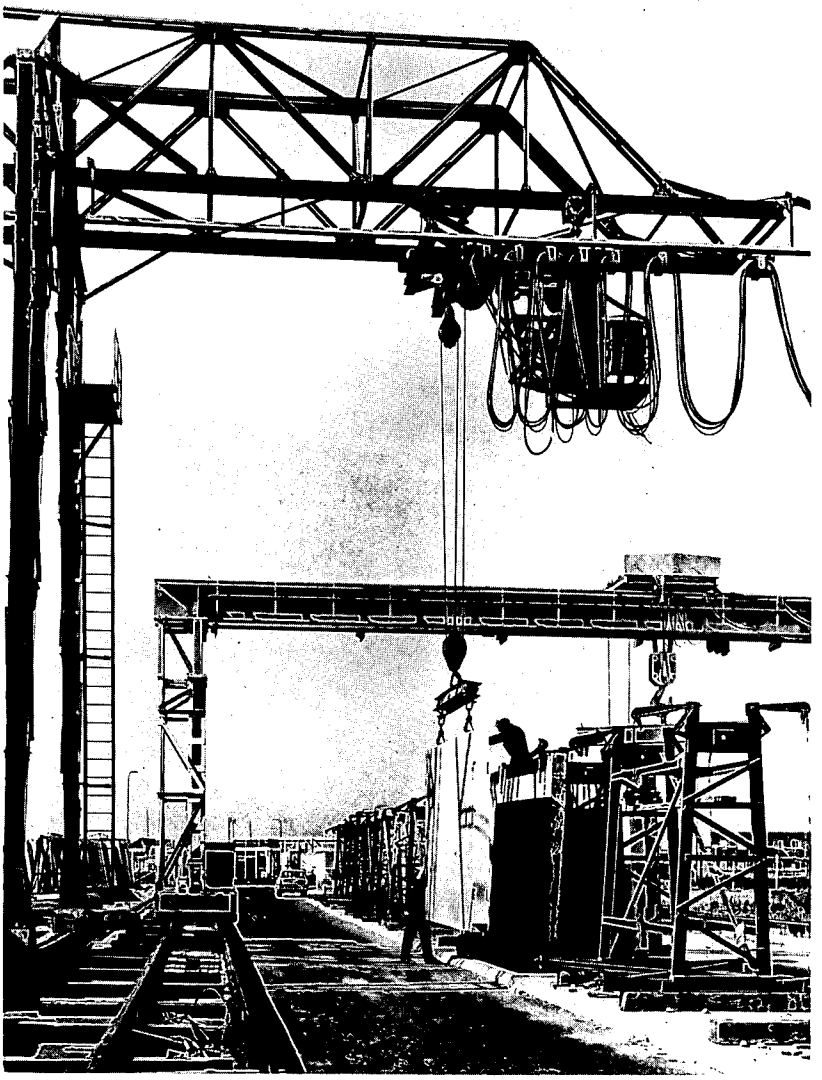
Door middel van een speciaal stelsysteem (stelhoofdjes van beton en stelstangen) worden de wanden te lood gesteld, waarna de verticale holten, gevormd door kloostersponningen in de stootvlakken van in de lengte aansluitende elementen, met specie worden gevuld.

De voegen tussen de vloer en de onderkant van de panelen worden volgekauwd met cementspecie.

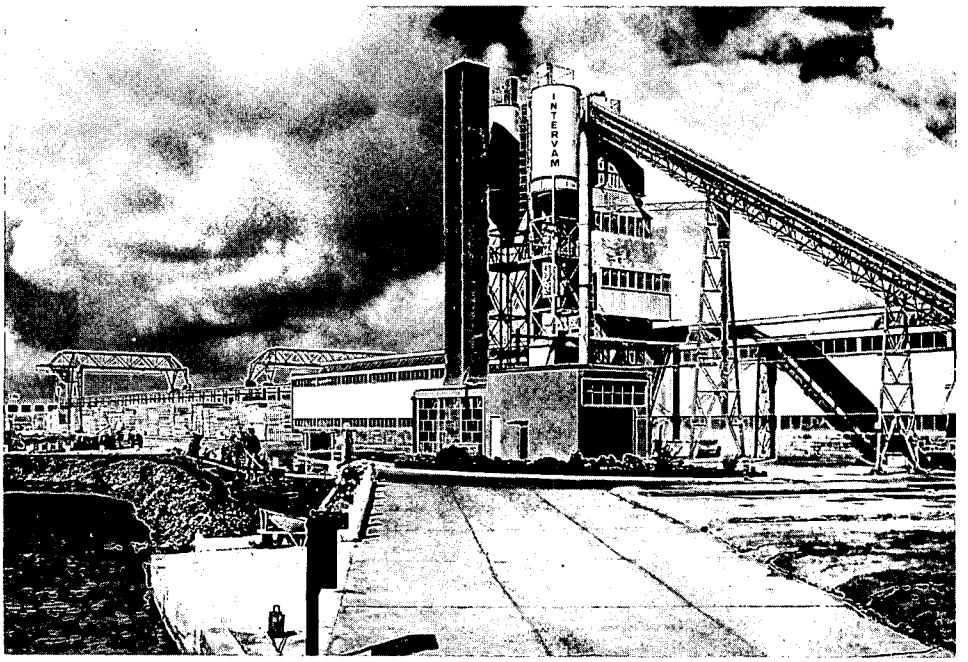
De niet-dragende wandpanelen worden eveneens gesteld, waarna de vloerplaten met een tussenlaag van 2 mm drukvilt op de dragende wanden worden opgelegd.

Op deze wanden ontstaan zo kelkvormige groeven, aan de onderzijde, begrensd door de kloostersponning in de wandelementen, en aan de zijkanten door de afgeschuinde zijvlakken van de vloerplaten. Deze groeven worden met beton gevuld. In deze aanstorting zijn de wandpanelen verankerd door de uitstekende hijsogen en de aanliggende vloerplaten door een uitstekend oogvormig stekeind, waardoor een doorgaande langsstaaf is geschoven.

Nadat de groeven, gevormd door naast elkaar gelegen vloerplaten met specie zijn gevuld, wordt de volgende bouwlaag gebouwd.



12.4.3 Transport op het opslagterrein (foto : Ridder van Doorne, Rijswijk Z.-H.)



12.4.4 Overzicht van de fabriek te Utrecht. Op de voorgrond de betonmortel menginstallatie (foto : Stuvel, Voorburg)

De elementen van het binnenspouwblad bij eindgevels e.d. worden in verticale richting doorgekoppeld met stalen, buisvormige stelpennen.

Stabiliteitswanden vormen één geheel met de bijbehorende vloerstroken, en worden in verticale richting over de gehele hoogte van het gebouw voorgespannen.

De niet-dragende binnenwandelementen worden door stalen doken gekoppeld aan de wanden en vloeren.

De cassettevormige gevelelementen worden bij eindgevels e.d. ter hoogte van de vloeren aan de draagconstructie verankerd met haarspeldvormige ankers en onderling gekoppeld met doken; bij een uitvoering in baksteenmetselwerk wordt het buitenspouwblad door koperen spouwankers gekoppeld aan de elementen van het binnenspouwblad.

De sandwich-gevelelementen, borstweringen, gevelkolommen en -banden, dakranden e.d. worden aan de draagconstructie verankerd door strip- en/of hoekijzers, schroefhulzen en bouten. Galerij- en balkonplaten worden ondersteund door consoles, met stalen ankers gekoppeld aan de achtergelegen vloerconstructie.

De montagekozijnen worden aan de betonelementen verankerd door stalen nagels, bouten en/of stripijzers ter plaatse van ingestorte houten klossen, schroefhulzen, of dergelijke.

Aan de opbouw komt alleen bij de kopgevels van metselwerk steigerwerk te pas.

Het inzetten van glas geschiedt met een hangsteiger. Direct na het plaatsen van de gevelelementen wordt het glas aangebracht en kan met de afwerking worden begonnen, waardoor montage en afwerking elkaar op de voet volgen.

2.4 *Materialen*
De wandpanelen en vloerplaten worden vervaardigd van grindbeton met een cementgehalte van 325 kg/m³.

Een woning wordt opgebouwd met gemiddeld 40 betonnen elementen. De zwaarste elementen wegen 6,5 ton. Het totale pakket weegt 80 ton (circa 40 m³ beton).
De maattolerantie van de wandelementen verticaal bedraagt 1 à 2 mm.

Het toegepaste vulbeton heeft een samenstelling in volumedelen van circa 1 cement: 4 à 5 zand-grindmengsel met een maximale korrelgrootte van 16 mm; de stel- of vulspecie heeft een samenstelling van circa 1 cement: 3 à 5 zand.
Het toegepaste polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³; voor de verlijming hiervan tegen het betonwerk wordt een waterbitumenemulsie of iets dergelijks toegepast.

2.5 *Afwerking*
De plafonds worden met een speciale verf behandeld, nadat eventuele gaatjes met kalk en gips zijn dichtgezet. De vloeren worden afgewerkt met een cementdekvloer of worden voorzien van een zwevende dekvloer.

Alle beschreven elementen worden zodanig vlak gefabriceerd, dat zij, na het bijwerken van eventuele beschadigingen, op het werk zonder voorafgaande bepleistering geverfd, behangen of met kristalkalk bespoten kunnen worden.

De dakvloeren worden voorzien van een afschotlaag van cement zandspecie, waarop 8,5 cm dikke isolatiekanaalplaten worden gelegd. De kanalen van de platen worden met buitenlucht geventileerd. De minimale warmteweerstand van deze dakisolatie is 0,60, 0,80 of 1,30 respectievelijk 0,50, 0,70 of 1,20 m²h°C/kcal bij vloeren in grindbeton, respectievelijk middelzware beton.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor de diverse constructies de ondervermelde minimale warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklassen worden bepaald.

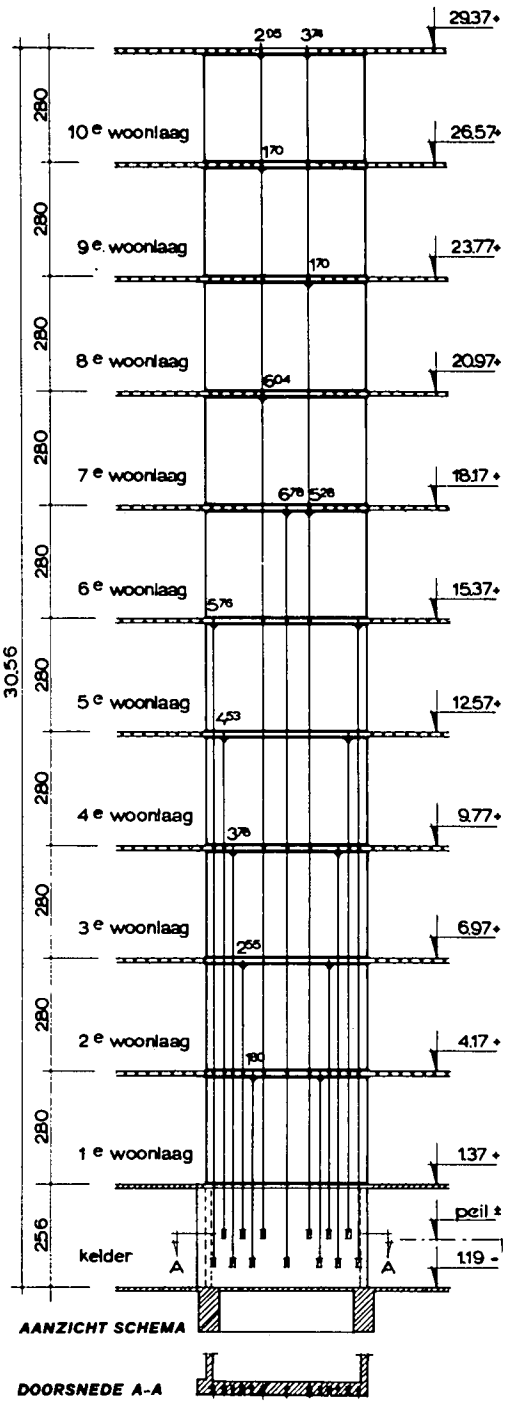
onderdeel	*minimale R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteitsklasse*
Buitenwanden		
– als spouwwand met binnenspouwblad van middelzware beton (zonder polystyreenschuimbekleding) en buitenspouwblad in baksteen	0,60	matig
– sandwichvormig met 1,5 cm polystyreenschuim		
– als spouwwand met binnenspouwblad van grindbeton of middelzwaar beton, bekleed met 1,5 cm polystyreenschuim	0,85	voldoende
– sandwichvormig met 2,5 cm polystyreenschuim		
– als spouwwand met binnenspouwblad van grindbeton respectievelijk middelzware beton, bekleed met 3,5 respectievelijk 3 cm polystyreenschuim	1,50	goed
– sandwichvormig met 4,5 cm polystyreenschuim		
Borstweringen		
– met sandwichpaneel met 3 cm polystyreenschuim	1,25	voldoende
– idem, doch met 4 cm polystyreenschuim	1,55	goed
Woningscheidende wanden		
– van grindbeton	0,10	matig
– van middelzware beton dik 20 cm	0,25	voldoende
– idem, dik 30 cm	0,40	goed
Vloeren (woningscheidend), zonder afwerklaag		
– van grindbeton	0,10	matig
– van middelzware beton	0,20	voldoende
Dak		
– met dakvloer van grindbeton respectievelijk middelzware beton, en dakisolatie met R_{min} = 0,60 respectievelijk 0,50 m²h°C/kcal	0,80	matig
– idem, doch R_{min} = 0,80 respectievelijk 0,70 m²h°C/kcal	1,00	voldoende
– idem, doch R_{min} = 1,30 respectievelijk 1,20 m²h°C/kcal	1,50	goed

Spanplaat waarbij de staven zijn afgespannen; de erbij geplaatste cijfers geven de staafverlengingen aan in centimeters na het spannen van de staven. De spanstaven zijn van staal 80/105 ø 18⁶ mm, met speciale opgewalste schroefdraad (systeem Dywidag).

Verbindingsmof.

Sparingen 12 x 22 cm bij een diepte van 25 cm in de wand van de kelder. Op deze plaats worden de kanalen na het afspannen der staven geinjecteerd.

12.4.5 Schema van de voorspanning, zoals deze bij de bouw in tien woonlagen wordt toegepast.



12.4.6 Project portiekflats te Utrecht
(foto: Stuvel, Voorburg)



Tabel 1. KENMERKEN ELEMENTEN VAM

toepassing	*elementtype*	*dikte in cm*	*max. breedte in cm*	*hoogte, overspanning*	*beton*	*wapening*
woningscheidende wanden	massief, homogeen	18 of 23 20 of 30	540	verd. hoog	I I Grindbeton min. K160, a II doch met minimum- b cementgehalte van 275 kg/m³	a randwapening volgens berekening
binnenwanden					– Vol. gewicht min. 2350 kg/m³ voor woningscheidende wanden bij 23 cm dikte	b minimaal enkel net Ø 4-15 van staal min. QR40
– dragend	idem	18 20	540	idem	I a II b	
– stabiliteitswanden	idem	16 of 22	400	idem	I c II Middelzwaar beton;	c voorgespannen volgens berekening
– niet-dragend	idem	7 of 9	400	idem	II – Samenst. in vol. delen d 1 cement: 2 à 2½ zand: 1 à 1½ grind: 3 à 4 hollith, schuimlava o.d.	d enkel net Ø 3,4-15 of Ø 4-20 van staal min. QR40
buitenwanden					– Vol. gew. na droging tot constant gew. 1600-1800 kg/m³, voor woningscheidende wanden min. 1800 kg/m³	
– dragend, als spouwwand met						
– binnenspouwblad en	idem	18 20	540	idem	I – Kubusdruksterkte na a II 28 dagen verharding b	
– buitenspouwblad	cassettevormig met tussenlaag van 1,5 of 3 of 3,5 cm polystyreenschuim	14	350	idem	Ia min. 100 kg/cm² d	
– niet-dragend	sandwichvormig met: – binnenplaat 6 cm – tussenl. 1,5, 2,5 of 4,5 cm polystyreenschuim en dampwerende laag. – buitenplaat 8 cm	15,5, 16,5 18,5	350	idem	Ia Grindbeton min. K225 volgens G.B.V. II 1962 d Ia d	
vloeren, incl. dakvloer	massief, homogeen	14	Grindbeton of middelzwaar beton, wapening en overige afmetingen conform geldige modelbladen behorende bij het systeem			

Mede in verband met de toepassing van een centrale verwarming bij een uitvoering in grindbeton is het systeem dus geschikt voor de bouw van woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig', 'voldoende' of 'goed', mits tevens de vloer van de eerste woonlaag en de pui-elementen voldoen aan de desbetreffende eisen volgens het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*

Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, de volgende isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklassen met betrekking tot gevoelige ruimten worden bepaald:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteitsklasse*
Woningscheidende wanden		
– van grindbeton dik 18 cm of middelzware beton dik 20 cm	0 dB	matig
– idem, doch dik 23 respectievelijk 30 cm	+ 3 dB	goed
Vloeren, zonder afwerklaag		
– van grindbeton	+ 1 dB	matig
– van middelzware beton	— 1 dB	—
Binnenwanden		
– van grindbeton dik 18 cm of middelzware beton dik 20 cm	0 dB	goed



12.4.7 Overzicht van de bouwplaats
(foto : Stuvel, Voorburg)



12.4.8 Project 1448 woningen in Utrecht (Overvecht)
(foto : Stuvel, Voorburg)

De bijbehorende isolatie-indices voor contactgeluid met betrekking tot bovenvermelde vloeren bedragen — 10 respectievelijk — 15 dB.
Het systeem is dus geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'goed', mits de isolatie-indices met betrekking tot de vloeren tot ten minste 0 respectievelijk + 3 dB worden verbeterd door bijv. het aanbrengen van een zwevende dekvloer o.d. en tevens wordt voldaan aan de desbetreffende overige eisen volgens het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het grindbeton is niet spijkerbaar. Het middelzware beton is voldoende spijkerbaar en spijkervast.

De stabiliteit in lengterichting van gebouwen in tien woonlagen komt tot stand door voorgespannen stabiliteitswanden, die zijn voorzien van 13 Dywidagstaven van Ø 18,6 mm die van beneden naar boven geleidelijk in aantal afnemen.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
De fabriek staat aan de Europalaan 50 te Utrecht. Over kosten en afschrijving van deze fabriek zijn geen gegevens bekend.

4.2 *Bij het transport*
De buitenopslag van de fabriek wordt bestreken door twee verrijdbare halfportaalkranen elk met een hefvermogen van 7,5 ton en een hijshoogte van 8,50 m. Een 20-tons pakkettenkraan plaatst kant-en-klare pakketten op de diepladers. De wanden zijn: 2,66 m hoog, maximaal 5,40 m lang, optimaal 4,00 à 5,00 m; de vloeren zijn maximaal 2,40 m breed (i.v.m. transport), dikte 14 cm (tot 4 m overspanning) of 16 cm (tot 4,80 m overspanning).
Het nuttig laadvermogen van de diepladers is 20 ton. De wanden worden staande tegen speciale jukken vervoerd, de vloeren liggend op een speciaal stalen balkenframe. De diepladers nemen op de retourweg hun lege juk of frame mee terug, nadat op de bouwplaats de elementen stuk voor stuk door de kraan eraf zijn getild.

De kosten bedragen ongeveer *f* 0,40 per ton per km. Een woning weegt circa 80 ton.

4.3 *Bij de montage*
Bij hoogbouwprojecten wordt gebruik gemaakt van bouwkranen met een capaciteit van 60 tonmeter. Met twee Weitzloopkatkranen worden te samen per dag 4 à 5 woningen gesteld. Met 3 kranen is het tempo 30 woningen per week. De kranen worden voor 2% per nuttige maand afgeschreven, d.i. in ongeveer 5 jaar.

De bodemplaten van de mallen worden voor meer projecten gebruikt; na 6 jaar zijn de oorspronkelijke staalplaten nog steeds in gebruik. Evenals onder de kantelbare wandmallen bevinden zich aan de onderzijde van de vloerenmal verwarmingskanalen voor de verharding.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Per kraan wordt met een ploeg van 10 personen gewerkt:
1 kraanmachinist;
2 aanpikkers;
2 stellers;
2 maatvoerders;
3 cementwerkers.
Deze ploeg bestaat uit 50% vaklieden en 50% ongeschoolden.
De staf voor drie montageploegen bestaat uit 1 uitvoerder en 1 maatvoerder met assistent. Op een flinke bouwplaats wordt in totaal met 3 kranen en dus ook 3 kraanploegen gewerkt.

De vaste staf op een bouwplaats met een bouwsnelheid van 35 woningen per week bestaat uit 14 man.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Volgens opgave van de promotor vergt een woning 300 à 400 manuren, afhankelijk van het project. Gespecificeerde gegevens ontbreken.

5.2.2 *Op het werk*
Volgens opgave van de promotor bedraagt het aantal manuren op het werk 500 à 800, afhankelijk van het project. Het totaal aantal manuren (fabricage + uitvoering) bedraagt gemiddeld circa 1000.

Een specificatie van het aantal manuren ontbreekt.

5.3 *Verlet*
Tot temperaturen van –5° C ondervindt de montage geen moeilijkheden. Beneden deze temperaturen moeten speciale maatregelen genomen worden.

6. Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Met de bouw van de fabriek werd, nadat in december 1959 met de gemeente Utrecht het contract voor 912 woningen was afgesloten, in januari 1960 begonnen.

Op 15 november 1960 is een aanvang gemaakt met de produktie van de elementen in de fabriek. In 1964 werd van de Bouw- en Woningdienst van de gemeente Utrecht opdracht ontvangen voor de bouw van 1086 woningen in tien woonlagen te Overvecht (Utrecht-Noord).

6.2 *Produktie-omvang*
Sinds de start verliep de produktie in het systeem-VAM als volgt:

	aantal opgeleverde woningen	
per	*voorafgaande jaar*[1]	*totaal*[1]
1-1-1957	0 (0)	0 (0)
1-1-1958	0 (24)	0 (24)
1-1-1959	0 (0)	0 (24)
1-1-1960	0	0
1-1-1961	0	0
1-1-1962	96	96
1-1-1963	768	864
1-1-1964	384	1248
1-1-1965	670	1918
1-1-1966	206	2124
1-1-1967	1012	3136
1-1-1968	1268	4404
gemiddeld in de laatste 3 jaren	829	

1 Tussen haakjes de produktiecijfers van het systeem Iboco, voorloper van het VAM-systeem.

De volgende projecten zijn of worden gerealiseerd.

gemeente	*aantal en soort woningen*		*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*finan-cierings-sector*	*gunnings-datum*
Utrecht	912	4 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30-12-'59
Utrecht	336	4 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30- 9-'61
Utrecht	304	4 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30- 6-'62
Utrecht	316	4 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30-12-'62
Utrecht	1086	10 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30- 1-'64
Utrecht	190	10 hoog portiek	J. Jongh	Intervam N.V.	v.s.	30-12-'64
Utrecht	362	10 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30-12-'64
Utrecht	1042	10 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30-12-'65
Utrecht	580	10 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30-11-'66
Gorinchem	420	10 hoog portiek	Intervam N.V.	Brabant-O	w.w.	30- 3-'67
Utrecht	174	10 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30- 8-'67
Utrecht	696	10 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30- 8-'67
Utrecht	464	10 hoog portiek	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	30- 8-'68
Amsterdam	1816	10 hoog galerij	Gemeente	Intervam N.V.	w.w.	20-12-'67
Budel	168	4 hoog portiek	J. Jongh	Brabant-O	v.s.	30-12-'64
Stammheim (Duitsland)	264	4 hoog portiek		Intervam N.V.	–	1- 6-'63
Neuss (Duitsland)	296	4 hoog portiek		Intervam N.V.	–	1- 8-'63
Dammsteg (Duitsland)	268	6 hoog portiek		Intervam N.V.	–	1- 7-'65

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktie van de fabrieken te Utrecht, Hoogkerk en Valkenburg te zamen is 6 woningen per dag. De kranen stellen gemiddeld 4 à 5 woningen per dag.

Per kraan is de produktie dus 10 woningen per week. Onder ideale omstandigheden kan zelfs een tempo van 15 à 16 woningen per week per kraan worden bereikt. Per jaar kunnen 1300 woningen worden geproduceerd. Belangrijk is de afstemming van de fabrieksproduktie op de montagesnelheid.

In een strenge winter zal op de fabriek een grote voorraad ontstaan; bij een gunstige zomer daarentegen zal de montage sneller dan de produktie verlopen.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Een minimale bouwplaatsomvang is 100 à 150 woningen. Een minimale seriegrootte is ± 250 woningen.

6.5 *Ontwikkelingen*
Geen bijzonderheden.

7 Organisatiestructuur

De promotor van het systeem, N.V. Intervam, is de enige instantie welke zowel een montagebouwmethode (VAM), als een gietbouwmethode (RBM) exploiteert. Voor een overzicht van de positie van de N.V. Intervam zij verwezen naar de beschrijving van het systeem-R.B.M.

Behalve de VAM-fabriek te Utrecht, waar wanden, vloeren en galerijplaten worden gemaakt, zijn bij het fabricageproces de eveneens tot het bedrijf behorende Abex-Betonfabriek te Valkenburg (Z.H.) en die te Hoogkerk van belang.

Hier worden gevelplaten, gevelbanden, gevelstijlen en dakranden, balkonplaten, loggia-zijplaten, binnenwanden, trappen, bordessen en borstweringen vervaardigd.

De N.V. Metro levert het materieel.

Voor wat het ontwerp betreft van de woningen is er een nauwe samenwerking met de Gemeentelijke Bouw- en Woningdienst te Utrecht.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem bestaat een grote ervaring, met name in de woningwetbouw.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Combinaties van 4 portieken (lengte ± 100 m) zijn gunstig voor de montage.
Bij korte blokken van 2 portieken ontstaan produktieverliezen ('s zomers 1 dag, 's winters 2 dagen per 2 woonlagen) in verband met de verharding van het beton in de vloervoegen. Soms kunnen door combinaties van kortere blokken verliezen worden voorkomen.

Vanaf de langsgevels dient men aan één zijde een strook van 38,5 m vrij te houden voor de montage:

7	m kraanbaan
6	m opslag grote wandelementen
3,5	m transportweg (bijv. van Stelconplaten)
8	m opslag vloeren
10	m opslag kleine elementen
4	m opslag kozijnen etc.
38,5	m

I.v.m. de kraancapaciteit staan de zwaarste elementen uiteraard het dichtst bij de kraan. Het systeem is zowel geschikt voor middelhoogbouw als voor hoogbouw (circa 10 lagen).

8.3 *Ontwerp*
Door de eenvoud van de mallen is een vrij grote toepassingsmogelijkheid ontstaan (bodemplaat met losse randen). In de gevels is vrij veel variatie mogelijk.

Tot nu toe heeft men zich vooral toegelegd op portiekflats (Zwei- en Dreispänner). De bouw in andere vormen is in het systeem echter ook goed mogelijk.

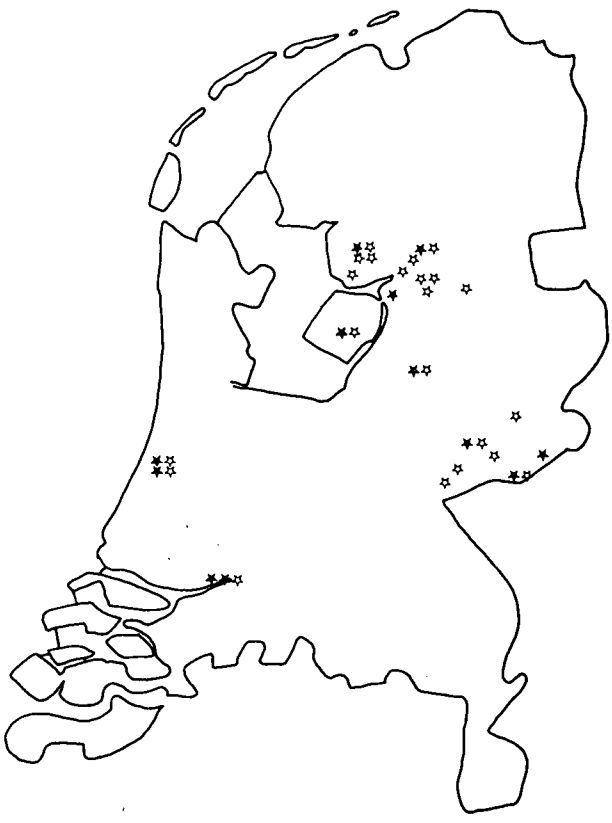
9 Literatuur

Janssen, W. A. H. W. M. Utrecht – woningbouw in Overvecht. *Stedebouw en Volkshuisvesting*, 1968, p. 189–197.
Intervam N.V. *Industriële woningbouw*. (folder) Den Haag.
Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake het VAM-systeem voor woningbouw*. Rotterdam, 1961.
Ouden, N. W. den. Industriële woningbouw volgens het VAM-systeem. *Weg- en Waterbouw*, april 1968, nr. 4, p. 82–93.
Het VAM-systeem munt uit door aantal en variatie. *Misset's Bouwwereld*, 1966, *62*, p. 2537–2542.
Ouden, N. W. den. Industriële woningbouw volgens het VAM-systeem. *Bouw*, 1961, *16*, p. 1056–1059; 1195–1198.

12.5 VANEG

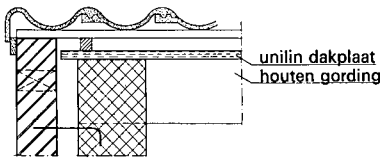
Promotor: Van Egteren Bouwnijverheid N.V.,
Oldenzaalsestraat 123, Enschede.
Tel. (05420) 1 59 44

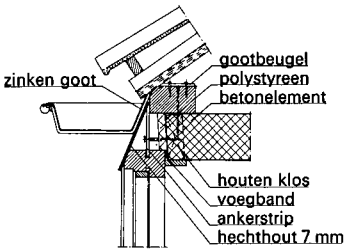
Attest: in voorbereiding.

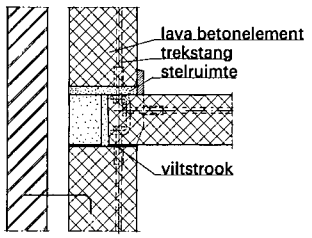


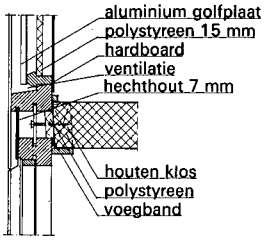
Voorbeeldproject

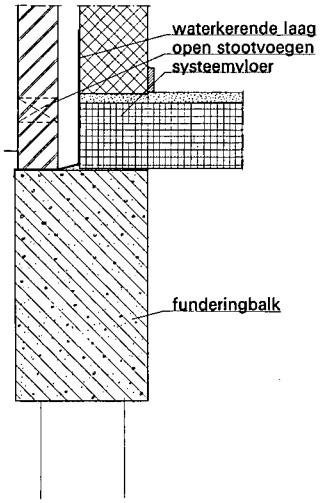
120 eengezinshuizen (woningwet) te Emmeloord.
Opdrachtgever: gemeente N.O.-Polder.
Architect: gemeente N.O.-Polder.
Uitvoerend bouwbedrijf: Van Egteren Aannemersbedrijf N.V. te Enschede.

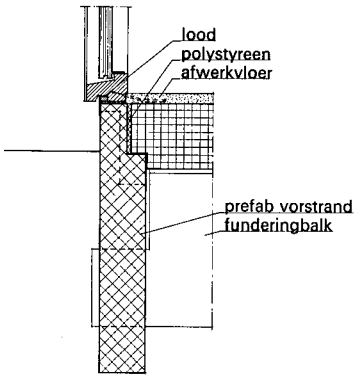


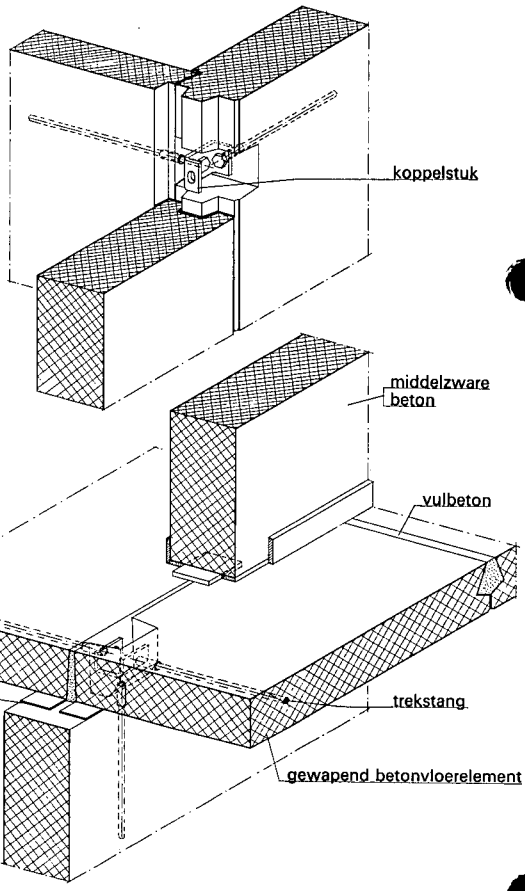


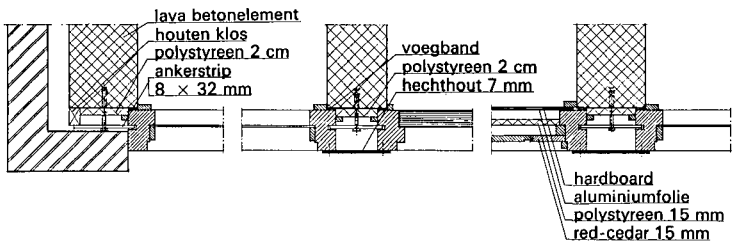




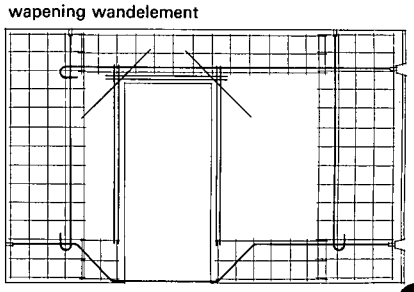


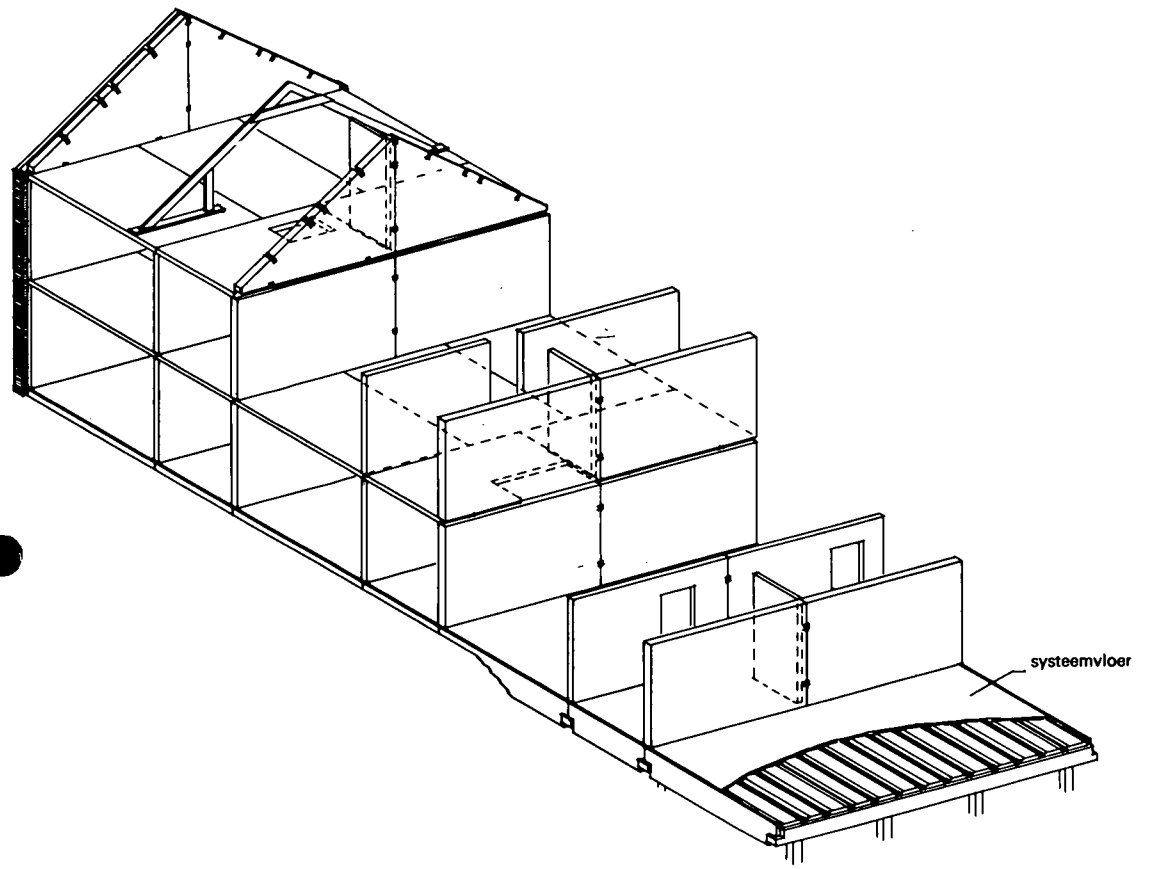


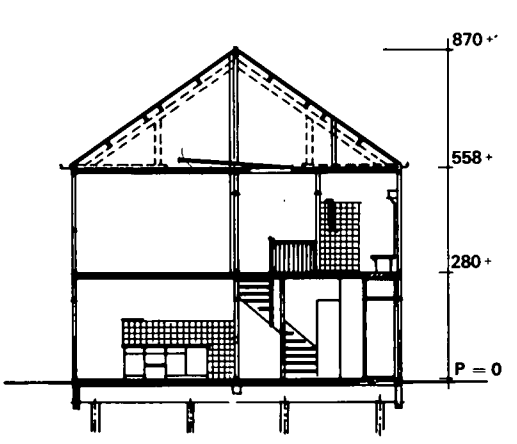


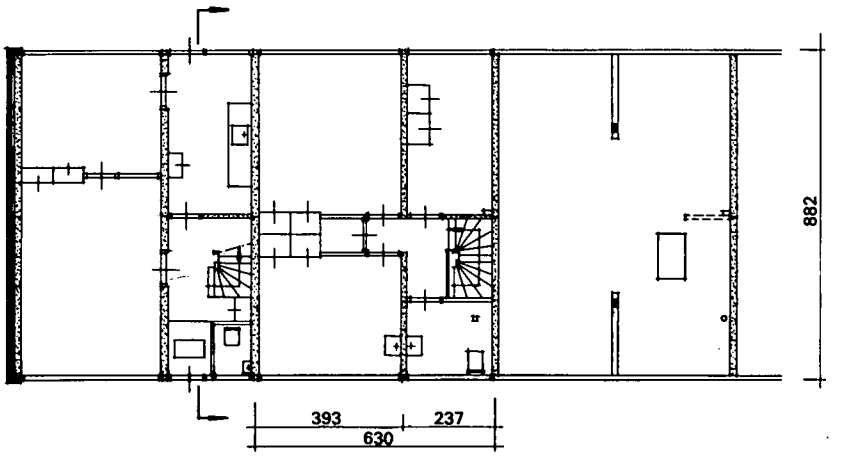


wapening wandelement




systeemvloer


870
558
280
P = 0


882
393
237
630

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor laagbouw, waarbij geprefabriceerde elementen van middelzware of zware beton op het werk met een kraan worden gemonteerd. De wandelementen zijn verdiepinghoog, de vloerelementen vertrekbreed.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden samengesteld uit vooraf vervaardigde verdiepinghoge wandpanelen van middelzware beton met een maximumbreedte van 4,30 m.
De dikte van de panelen bedraagt 18 cm of eventueel 23 cm voor woningscheidende wanden, 16 cm voor dragende tussenwanden, 10 cm of meer voor verstijvingswanden in langsrichting en 10 of 18 cm voor de binnenspouwwanden.
De panelen zijn voorzien van een randwapening in de vorm van stroken van bouwstaalnet Ø 4-25 van staal QRN 48, breed 1,00 m bij de verticale en 0,60 m bij de horizontale randen.
Tevens zijn de panelen in beide richtingen uitgevoerd met twee ingestorte trekstangen Ø 14 van staal QRN 40, die – behoudens bij de onderzijde van de panelen – zijn voorzien van schroefhulzen bij de uiteinden. De verticale stootvlakken zijn uitgevoerd met een messing, respectievelijk groef, alsmede uitsparingen bij de uiteinden van de horizontale trekstangen.
Waar nodig worden de panelen voorzien van hijsogen, kozijnen, leidingen, klossen, ankers en dergelijke.
Zijdelings worden de panelen onderling gekoppeld door losse koppelstukken van U-vormig profielijzer, met bouten te bevestigen aan de horizontale trekstangen; daarbij wordt bij de stootvlakken zoveel plastische voegkit tussengevoegd dat bij het aantrekken van de koppelingen de ruimte tussen de messing en groef met kit wordt opgevuld. De sparingen bij de koppelingen worden naderhand met specie gevuld.

2.1.2 *Gevels*

Eindgevels worden uitgevoerd met een binnenspouwwand van middelzware beton en een buitenspouwblad van halfsteens baksteenmetselwerk, onderling gekoppeld door 4 spouwankers per m².
Het binnenspouwblad wordt, bij een dikte van 10 cm, vooraf op het werk aan de spouwzijde bekleed met 1,5 cm polystyreenschuimplaat.
Langsgevels worden samengesteld uit geprefabriceerde houten pui-elementen, al dan niet in combinatie met penanten en borstweringen, uitgevoerd als een spouwconstructie analoog aan die bij eindgevels met een binnenspouwblad van 10 cm dikte, eveneens bekleed met 1,5 cm dik polystyreenschuim.
De elementen van het binnenspouwblad zijn zonodig voorzien van een transport- en/of constructiewapening.
De borstwering van houten pui-elementen bestaat van binnen naar buiten uit een binnenbekleding, een dampwerende laag, een ongeventileerde spouw, 1,5 of 2 cm polystyreenschuimplaat, een geventileerde spouw en een buitenbekleding van weerbestendig materiaal.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

Eventuele niet-dragende wanden worden samengesteld uit lichte wandelementen volgens een geldig kenmerkblad.

2.1.4 *Vloeren e.d.*

Verdiepingvloeren, met inbegrip van zoldervloer bij hellende daken of dakvloer bij platte daken, worden samengesteld uit geprefabriceerde vloerplaten van gewapend grindbeton, met een lengte aangepast aan de onderlinge afstand van de wanden in dwarsrichting, een maximumbreedte van 4,30 m en een minimumdikte van 8 cm.
In langsrichting – en eventueel ook in dwarsrichting – zijn de vloerplaten voorzien van 2 ingestorte trekstangen, analoog aan die van de wanden, alsmede sparingen bij één en, zo nodig, beide oplegeinden ter hoogte van de verticale trekstangen van het daarop aansluitende wandpaneel.
De begane-grondvloer is een goedgekeurde systeemvloer.

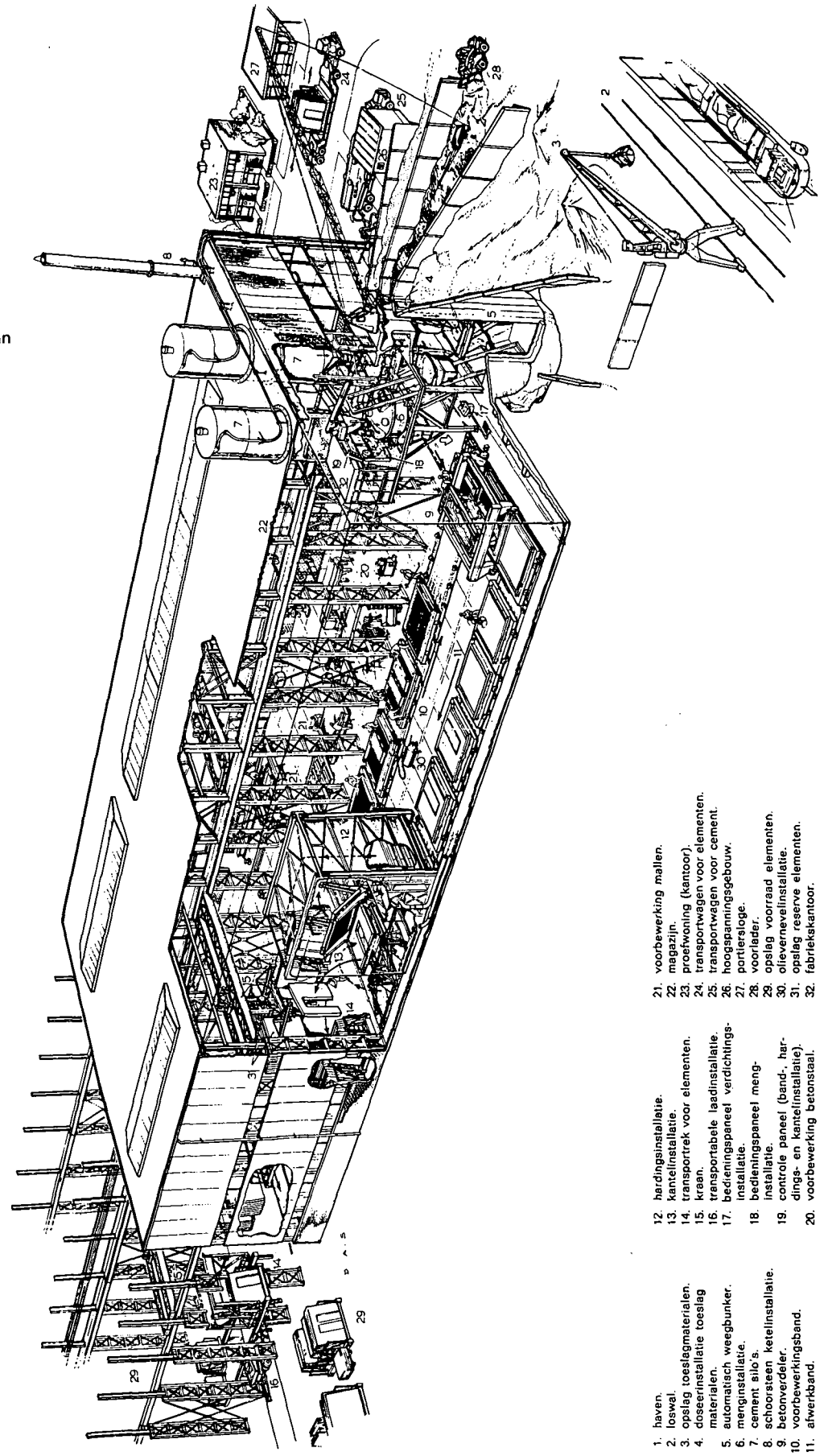
2.2 *Fabricage*

De betonnen systeemelementen worden in de fabriek van Van Egteren Industriële Constructie-Beton Maatschappij N.V. vervaardigd in stalen mallen, mechanisch verdicht en afgewerkt en in een speciaal verwarmde oven versneld verhard.
In dagdoseerbunkers, die 's winters worden verwarmd, worden met een sleepschop cement, grind, zand en lava, afkomstig van grotere voorraden, opgeslagen.
Nadat de grondstoffen een tegenstroommolen en een tussenopvangsilo zijn gepasseerd, komen ze in een verdeler terecht, die over de volle breedte de mal volgiet. De mal wordt getrild en mechanisch afgereid. Voor de fijne afwerking reit een man met een roterende schijf de gestorte beton af. Om het intern transport van staal en betongrondstoffen tot een minimum te beperken werd voor een geheel gesloten lopende-band-systeem gekozen, met circa 50 tafels.
Het gesloten circuit is verdeeld in verschillende fasen. Op de voorbewerkingsband worden de losse delen van de mal schoongemaakt, opnieuw aangebracht en geolied, tevens worden vlechtwerk en/of leidingen voor elektriciteitsdraden gemonteerd. De bewerkingen zijn met inbegrip van de controle in 10 posities ondergebracht, waarin een drietal stortposities is opgenomen. Van deze stortposities zijn er twee voorzien van trilbanken.
De doseer- en menginstallatie is geheel geautomatiseerd. Op de stortposities volgen 6 afwerkposities (enkele afwerkingsfasen geschieden met de hand), waarna er 32 volgen in de verhardingstoren. De hardingsposities zijn verticaal, vergelijkbaar met een zg. paternosterlift. Zij worden gevolgd door een hydraulische kantelmanoeuvre, waarbij de mal $2 \times 180°$ wordt gedraaid. Tegelijkertijd wordt het element in de middenpositie gelost, waarna de lege mal weer op de eerste positie van de voorbewerkingsband arriveert. Op de buitenopslag vindt na-verharding plaats.
De fabriek produceert uitsluitend vloer- en gevelelementen, waarbij de mogelijkheid aanwezig is twee typen woningen naast elkaar te produceren. Er is ook de mogelijkheid het op eengezinshuizen gerichte systeem te gebruiken voor de bouw van fabriekshallen, scholen, silo's, ziekenhuizen en, eventueel, woningbouw in meer lagen.

2.3 *Uitvoering*

De wandpanelen worden in het werk aangebracht, op hoogte gesteld door middel van bijv. steltegels en onderling gekoppeld door U-profielen.
De koppeling van verstijvingswanden in langsrichting aan dwarswanden geschiedt op eenzelfde wijze, dan wel door middel van ingestorte ankerbouten.
De ondergelegen voegen en de sparingen bij de koppelconstructies worden na montage van de vloerplaten met specie gevuld.
De vloerplaten worden vervolgens via doorgaande stroken drukvilt opgelegd op de dwarswanden en bij de oplegeinden onderling gekoppeld door middel van stalen U- of S-vormige profielen, zoals bij de onderlinge aansluiting der wandpanelen.
De wanden en vloeren worden op eenzelfde wijze uitgevoerd

12.5.1 'Röntgen'-opname van de fabriek (tekening : Das)



1. haven.
2. loswal.
3. opslag toeslagmaterialen.
4. doseerinstallatie toeslag materialen.
5. automatisch weegbunker.
6. menginstallatie.
7. cement silo's.
8. schoorsteen ketelinstallatie.
9. betonverdeler.
10. voorbewerkingsband.
11. afwerkband.
12. hardingsinstallatie.
13. kantelinstallatie.
14. transportrek voor elementen.
15. kraan.
16. transportabele laadinstallatie.
17. bedieningspaneel verdichtingsinstallatie.
18. bedieningspaneel menginstallatie.
19. controle paneel (band-, hardings- en kantelinstallatie).
20. voorbewerking betonstaal.
21. voorbewerking mallen.
22. magazijn.
23. proefwoning (kantoor).
24. transportwagen voor elementen.
25. transportwagen voor cement.
26. hoogspanningsgebouw.
27. portierslogé.
28. voorlader.
29. opslag voorraad elementen.
30. olievernevelinstallatie.
31. opslag reserve elementen.
32. fabriekskantoor.

als bij de begane-grond; de eindgevelpenanten worden daarbij echter tevens gekoppeld aan de ondergelegen constructie.
De betonelementen voor het binnenspouwblad van borstweringen, respectievelijk penanten, sluiten aan onder- en bovenzijde via een specievoeg aan op de vloeren. Zij worden aan weerszijden verankerd aan de in de wanden ingestorte trekstangen door middel van ten minste één respectievelijk twee bouten met volgplaat. Tussen de betonelementen wordt een strook drukvilt geklemd. Door deze klemconstructie is er sprake van een droog montagesysteem. De sparingen bij de koppelingen worden daarna met specie opgevuld. De houten pui-elementen worden zowel zijdelings als aan onder- en bovenzijde verankerd aan de betonconstructies door middel van stalen klemankers, strijkankers en hoekprofielen op hartafstanden van 0,75 m in verticale richting en 1,50 m in horizontale richting. Bij dakranden geschiedt de bevestiging eventueel door middel van schroeven h.o.h. 1,50 m aan een houten stelregel of muurplaat.
Tussen de pui-elementen en betonconstructies worden elastische kunststofstrippen of stroken drukvilt geklemd. De ruimten tussen de pui-elementen worden aan de buitenzijde afgedekt door stroken hechthout of dergelijke dan wel door een op het werk aangebrachte buitenbekleding van de pui-borstwering.
De kopvlakken van de wanden en verdiepingsvloeren worden daarbij vooraf bekleed met een strook van 2,5 cm steenwolplaat of -mat.
Pannendaken worden uitgevoerd met een dakbeschot van goedgekeurde dakplaten met een minimale warmteweerstand van 0,45 of 0,65 m²h°C/kcal bij een onbewoonbare kapruimte en 0,70 of 0,90 m²h°C/kcal bij een bewoonbare kapruimte.
Bij platte daken wordt de betonnen dakvloer voorzien van een dakisolatie van geventileerde kanaalplaten met een minimale warmteweerstand van 0,65 of 0,85 m²h°C/kcal op een minimaal 2 cm dikke afschotlaag.

2.4 *Materialen*
De wand- en vloerpanelen hebben een tolerantie van circa 3 mm. De samenstelling in volumedelen van het middelzware beton (wandpanelen) is: 1 cement : 1-3 zand : 2-4 schuimlava, hoogovenbims of dergelijke bij een cementgehalte van ten minste 275 kg/m³; volumegewicht na droging tot constant gewicht 1950 tot 2050 kg/m³, voor dragende wanden ten minste 2000 kg/m³, voor binnenspouwwanden van eindgevels minimaal 2000 kg/m³; kubusdruksterkte ten minste 150 kg/cm².
Het grindbeton van de vloerplaten heeft een betonkwaliteit K 225 met een cementgehalte van ten minste 275 kg/m³ bij dragende wanden en 325 kg/m³ bij vloerplaten; volumegewicht na droging tot constant gewicht bij dragende wanden ten minste 2350 kg/m³.
De toegepaste mortel heeft een samenstelling van 1 cement : 4 à 5 toeslag in volumedelen.
Het polystyreenschuim voor de bekleding van binnenspouwwanden en dergelijke heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³; voor de bevestiging hiervan aan het betonwerk wordt bijv. een waterbitumenemulsie toegepast.
In pui-borstweringen wordt polystyreenschuim met een volumegewicht van ten minste 15 kg/m³ toegepast. De toegepaste kanaalplaten hebben een volumegewicht van circa 500 kg/m³.

2.5 *Afwerking*
De betonelementen worden bij de fabricage zodanig vlak afgewerkt dat wanden en plafonds zonder voorafgaande bepleistering op de gebruikelijke wijze worden afgewerkt. In natte ruimten worden wanden en vloeren, met inbegrip van de naden, waterdicht afgewerkt.

3 Bouwfysische eigenschappen

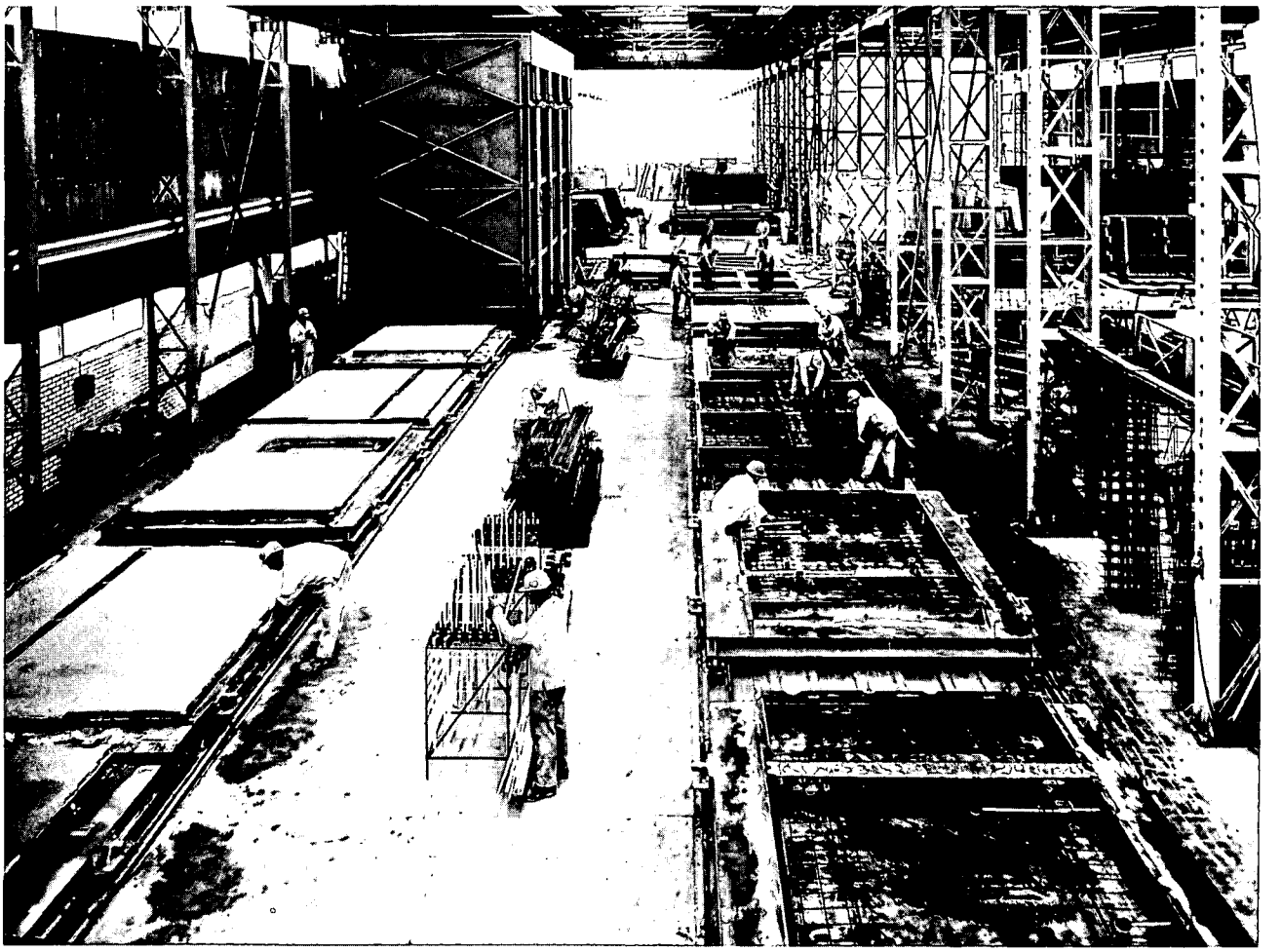
3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende minimale warmteweerstanden met bijbehorende kwaliteitsklasse worden bepaald:

onderdeel	*R in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels met binnenspouwblad		
– dik 18 cm	0,50	matig
– dik 10 cm + 1,5 cm polystyreenschuim	0,90	voldoende
Langsgevelpenanten en -borstweringen	0,90	voldoende
Pui-borstwering met		
– 2 cm polystyreenschuim	1,10	matig
– 2,5 cm polystyreenschuim	1,25	voldoende
Hellend dak; inclusief zolder-vloer, met dakbeschot met:		
– R = ten minste 0,45 m²h°C/kcal.	0,80	matig
– R = ten minste 0,65 m²h°C/kcal.	1,00	voldoende
Hellend dak; exclusief zolder-vloer met dakbeschot met:		
– R = ten minste 0,70 m²h°C/kcal	0.80	matig
– R = ten minste 0,90 m²h°C/kcal	1,00	voldoende
Plat dak, inclusief kanaalplaten met:		
– R = ten minste 0,65 m²h°C/kcal	0,90	matig
– R = ten minste 0,85 m²h°C/kcal	1 00	voldoende
Woningscheidende wanden:		
– dik 23 cm in grindbeton	0.15	matig
– dik 18 cm in middelzwaar beton	0,20	voldoende
– dik 27 cm in middelzwaar beton	0,30	voldoende

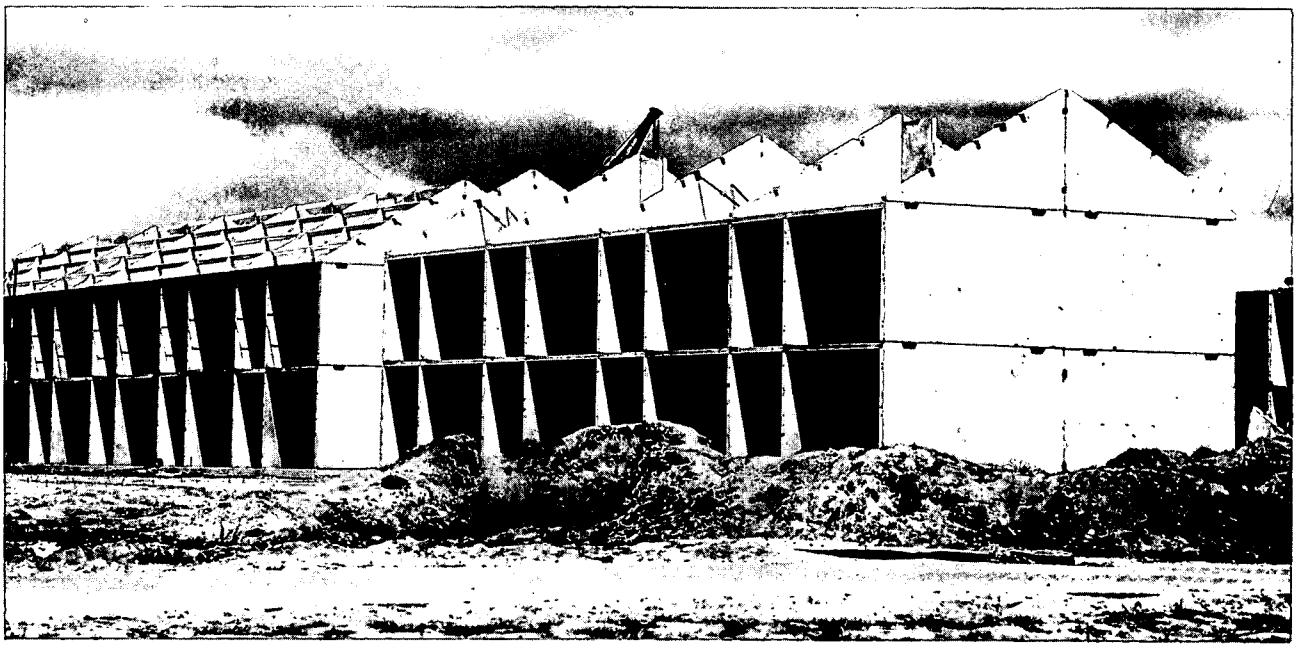
Het systeem kan dus worden toegepast voor woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig', respectievelijk 'voldoende', mits de begane-grondvloer een warmteweerstand heeft van ten minste 0,20 respectievelijk 0,30 m²h°C/kcal, en tevens voldaan wordt aan de desbetreffende eisen van het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 is te verwachten, kunnen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies – mede op grond van de door de Technisch-Fysische Dienst TNO en TH verrichte geluidproeven met betrekking tot de toegepaste verbinding van de panelen (T.P.D.-rapport nr. 645.330 d.d. 13-1-1965) – de volgende isolatie-indices voor luchtgeluid met bijbehorende kwaliteitsklasse worden bepaald:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden, dik 18 cm, in middelzware beton	0 dB	matig
dik 27 cm, in middelzware beton	+ 3 dB	goed
dik 23 cm in grindbeton	+ 5 dB	goed



12.5.2 Produktiehal met lopende band
(foto : Smit, Almelo)



12.5.3 Het casco is gemonteerd
(foto : archief Van Egteren)

Het systeem kan dus worden toegepast voor woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' of 'goed', mits tevens voldaan wordt aan de desbetreffende overige eisen volgens normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
Het middelzware beton van de wanden is voldoende spijkerbaar en spijkervast.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
De fabriek staat te Hasselt (Ov.).
De investeringen liggen tussen de 4 en $4^1/_2$ miljoen gulden, waarop – volgens de promotor – 'de voor industriële produktie-installatie en gebouwen gebruikelijke afschrijvingsnormen' worden toegepast.

4.2 *Bij het transport*
Het vervoer van VANEG-elementen vindt plaats per schip of via diepladers, waarin de elementen in fabricagevolgorde op pallets zijn geplaatst. De vrachtauto's kunnen ruim 20 ton vervoeren.
De maximale afmetingen van de elementen bedragen 340 × 438 cm. Het totale gewicht per element kan tot circa 5 ton bedragen.
Scheepsvervoer (de fabriek heeft een eigen haven) is één keer toegepast; hierbij werden geen noemenswaardige complicaties of kostenconsequenties ondervonden. Toch prefereert men het transport met auto's om extra tussenopslag zoveel mogelijk te vermijden. Men monteert zoveel mogelijk vanaf de auto. In verband met de kwetsbaarheid van tijdschema's bij autovervoer is het vaak onvermijdelijk de elementen op de bouwplaats onder kraanbereik op te slaan.
Op het fabrieksterrein heeft men een prototype ontwikkeld van een instrument dat pallets met platen kan opnemen en verrijden. Voorlopig is het apparaat nog te duur voor toepassing bij het transport naar de bouwplaats. Voor het autotransport bestaat een contract met het vervoersbedrijf v. d. Horst te Hasselt.

4.3 *Bij de uitvoering*
Het belangrijkste materieel bij de uitvoering van woningen is een mobiele kraan die wordt ingezet bij de montage van de betonelementen. Gebruik wordt gemaakt van een kraanwagen merk LORAIN, type MC 325, 8,16 m lang, 2,40 m breed en 3,65 m hoog. De gieklengte is 18,30 m. Eventueel kan deze lengte op 33,50 m worden gebracht.
Een montagekraan kost circa *f* 50 per uur volgens de promotor.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
De samenstelling van de montageploeg is als volgt:
1 kraanmachinist
4 man voor het stellen van de elementen
2 afwerkers
1 voorman.
De bezetting op een middelgroot project (Nagele, 91 woningen) is als volgt:

Hoofdaannemer		
grondwerkers	fundering	3 man
grondwerkers	dato-vloeren	3 man
grondwerkers	gevelpuien	2 man
timmerlieden	fundering	2 man
timmerlieden	kap	4 man
timmerlieden	trap	1 man
timmerlieden	gevelpuien	1 man
timmerlieden	binnenpuien	2 man
timmerlieden	deuren	2 man
timmerlieden	aftimmeren	2 man
timmerlieden	afmonteren	3 man
metselaars	(gevels en schuren)	2 man
opperlieden	(gevels en schuren)	1 man

Onderaannemers	
wandafwerking	3 man
vloerafwerking	3 man
schilder	10 man
elektricien	3 man
loodgieter	3 man
tegelzetter	2 man
vlechter	2 man
pannenlegger	2 man
handlanger	1 man

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Geen gegevens beschikbaar.

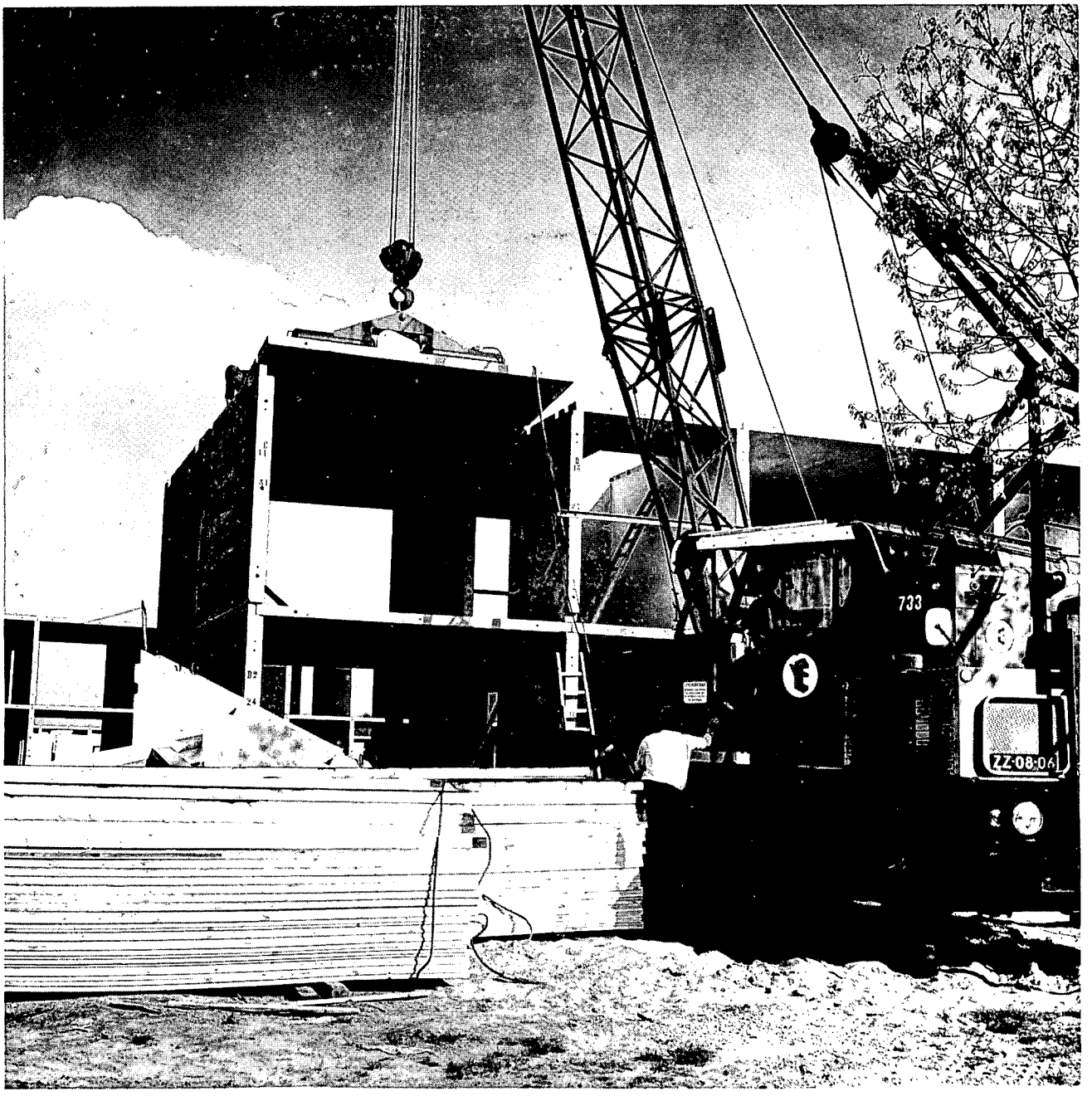
5.2.2 *Op het werk*
Volgens een rapport van het Adviesbureau Ydo bedraagt de arbeidsbesparing op het werk van 91 woningen te Nagele (1967–1968) t.o.v. de norm van circulaire MG 67-3 van het ministerie circa 70% (69,6%).
Op de bouwplaats, waar men een opleveringstempo van 1,8 woningen per dag realiseerde, besteedde men, exclusief c.v., 40.404 manuren, d.i. 443 manuren per woning (gemiddelde inhoud 346 m³).
De totale bouwtijd bedroeg 168 dagen. Tijdens de ruwbouwfase stelde men in 28 kraandagen alle 91 woningen.
De manuren kunnen als volgt worden gespecificeerd:

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*
Hoofdaannemer	
inrichten werkterrein	34
fundering woning + schuur	56,5
ruwbouw woning	
– stellen elementen	29
– stelwerk + metselwerk	41,2
ruwbouw schuur	26
afwerking ruwbouw	105,4
Totaal hoofdaannemer	292,1
Onderaannemers	
fundering (heiwerk)	6,5
afwerking	105,8
installaties	38,6
Totaal onderaannemers	150,9
Totaal-generaal (gecorrigeerd)	443,0

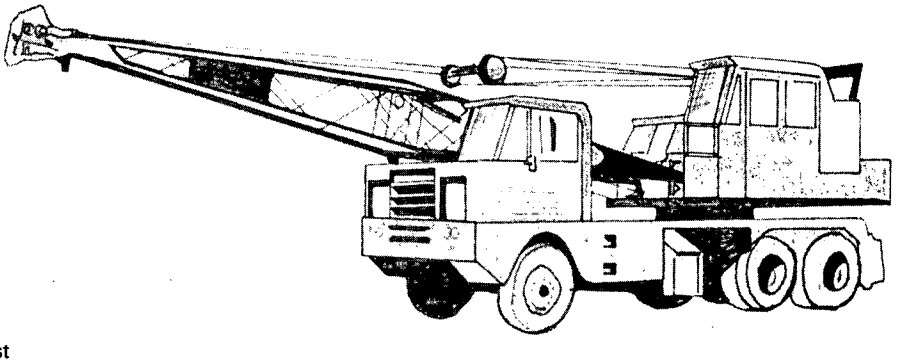
5.3 *Verlet*
Van de wind heeft men bij de montage geen last. Ook voor vorst is het systeem weinig gevoelig doordat het systeem uitgaat van een droge montage. Terwijl men in de traditionele bouw per jaar rekent op 12 weken verlet, heeft men bij het VANEG-systeem volgens opgave van de promotor slechts 3 weken verlet.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
De ontwikkeling van het systeem en de bouw van de fabriek zijn begonnen in februari 1964, toen als dochteronderneming van J. van Egteren en Zn. Aannemersbedrijf te Enschede de Van Egteren Industriële Constructiebeton Mij. N.V. te Hasselt werd opgericht.



12.5.4 Een vloerplaat wordt gesteld
(foto : archief Van Egteren)



12.5.5 De Lorain kraanwagen
Mc 325, die wordt toegepast

Medio 1965 kwam de produktie in de fabriek op gang. Vooral in 1968 (ruim 1300 woningen opgeleverd) is de produktie aanzienlijk uitgebreid.

6.2 *Produktie-omvang*
Tot 1-1-1968 verliep de produktie als volgt:

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1965	0	0
1-1-1966	30	30
1-1-1967	394	424
1-1-1968	527	951
gemiddeld in de laatste 3 jaren	317	

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de produktie tot nu toe.

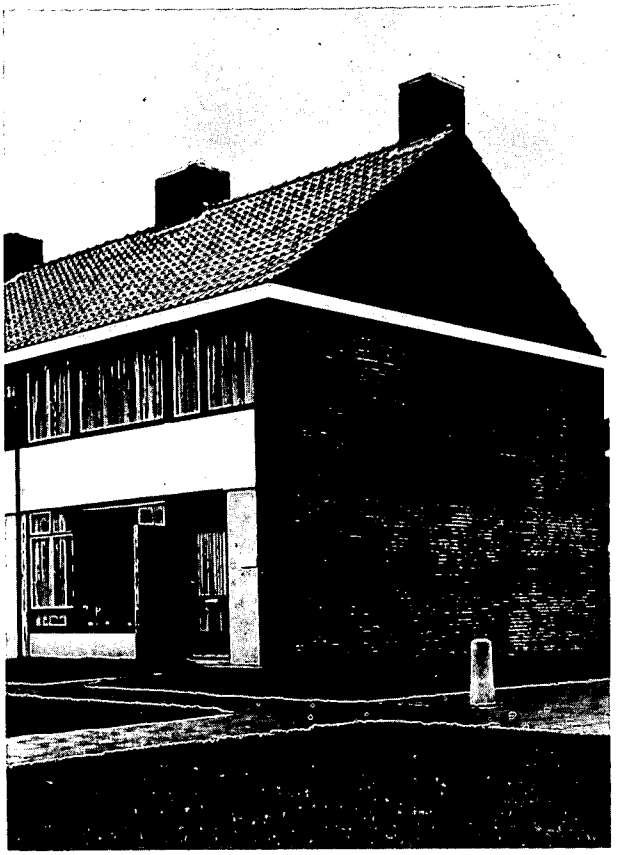
Onderstaande tabel geeft een overzicht van de produktie tot nu toe.

	gemeente	*aantal woningen*	*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*financierings-sector*	*gunnings-datum*
	Kampen	100	Sterenberg	Van Egteren	w.w.	31-10-'65
	Olst	125	Sterenberg	Van Egteren	w.w.	31-10-'65
	Steenwijk	98	Sterenberg	Van Egteren	w.w.	31-10-'65
	Emmeloord	84	Gem. N.O.P.	Van Egteren	w.w.	30-11-'65
	Emmeloord	17	Gem. N.O.P.	Van Egteren	w.w.	31- 1-'66
	Voorschoten	116	Brandwijk	Brandwijk	v.s.	1-10-'66
	Emmeloord	120	Gem. N.O.P.	Van Egteren	w.w.	31-12-'66
	Zelhem	50	Gemeente	Veluwezoom	w.w.	31- 3-'67
(Oude-	Wisch	100	Gemeente	Veluwezoom	w.w.	31- 3-'67
IJssel-	Gendringen	146	Gemeente	Veluwezoom	w.w.	31- 3-'67
streek =	's-Heerenberg	52	Gemeente	Veluwezoom	w.w.	31- 3-'67
602	Didam	52	Gemeente	Veluwezoom	w.w.	31- 3-'67
totaal)	Wehl	52	Gemeente	Veluwezoom	w.w.	31- 3-'67
	Doesburg	150	Gemeente	Veluwezoom	w.w.	31- 3-'67
	Nagele	91	Gem. N.O.P.	Van Egteren	w.w.	30- 6-'67
	Zwijndrecht	221	Vaneg	Van Hennik	pr.	31- 7-'67
	Hasselt	55	Gemeente	Riezebos & v. d. Pol	w.w.	31- 7-'67
	Dronten	165	Rijksdienst van de IJsselmeerpolders	Van Egteren	w.w.	31- 8-'67
	Swifterbant Biddinghuizen					
	Gendringen	190	Gemeente	Van Egteren	w.w.	30- 9-'67
	Hasselt	73	Gemeente	Van Egteren	w.w.	30- 9-'67
	Genemuiden	30	Vaneg	Van Egteren	w.w.	31-10-'67
	Zwartsluis	73	Vaneg	Van Egteren	w.w.	31-10-'67
	Dalfsen	50	Vaneg	Van Egteren	w.w.	31-10-'67
	Voorschoten	163	Brandwijk	Brandwijk	pr.	1- 5-'68

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De fabriek kan 7 woningen per dag, 35 woningen per week of wel 46 × 35 = 1610 woningen per jaar produceren. De reële jaarcapaciteit is 1300 à 1500 woningen.
De montagetijd bedraagt:
3 woningen met kap per dag / per ploeg.
$3^3/_4$ woningen zonder kap per dag / per ploeg.
In de toekomst denkt men 4 woningen te kunnen halen. De *afbouw* vergt 2 woningen per dag; de fabrieksproduktie 7 woningen per dag.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Grondgedachte van de ontwerper van het VANEG-systeem is geweest het rationeel bouwen van relatief kleine series. De voorbereidingen, noodzakelijk voor nieuwe in produktie te nemen elementen, kunnen buiten de produktielijn plaatsvinden en storen dus de lopende produktie niet. Een bouwplaats van 100 à 150 woningen acht men economisch verantwoord.
Als absoluut minimum beschouwt men 50 woningen, maar dan dient er een bouwstroom te bestaan waarin de serie kan worden gecontinueerd. Als minimale *seriegrootte* beschouwt men een aantal van 200.
Bij voorkeur heeft men echter grotere series om tot scherpere prijzen te kunnen komen.

6.5 *Ontwikkelingen*
1 Een tweede produktiehal.
a indien de afbouw geheel in eigen hand wordt genomen;
b indien het opdrachtpakket het aantal van 1600 woningen per jaar zou overschrijden.
2 Vergroting van de 'flexibiliteit', zodat binnen het systeem een grotere keuzemogelijkheid voor ontwerper en gebruiker ontstaat. In het kader van deze gedachte past de ontwikkeling van het attest voor het casco, en niet van het gehele, uitgewerkte huis.



12.5.6 Een van de gevel-varianten
(foto : Smit, Almelo)



12.5.7 Eengezinshuis met geheel gemetselde kopgevel
(foto : Smit, Almelo)



12.5.8 Funderingsstroken
(foto : Smit, Almelo)

7 Organisatiestructuur

Van Egteren Industriële Constructiebeton Maatschappij N.V. te Hasselt (Ov.) maakt deel uit van het Enschedese Van Egteren-concern, waartoe ook behoren:
- Van Egteren Aannemersbedrijf N.V. te Enschede.
- Van Egteren Ontwikkeling Maatschappij N.V. (O.B.E.M.) te Enschede.
- Van Egteren Bau GmbH te Münster.
- N.V. Enschedesche Bouw- en Betonmaatschappij te Enschede.

De woningen worden in het algemeen uitgevoerd door het bedrijf van Van Egteren te Hasselt.
De promotor verzorgt zelf het woningontwerp. Ook realisatie van ontwerpen van anderen is echter mogelijk.
Constructiebureau: Bekker & Stroband, Amsterdam.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem is een redelijke ervaring opgedaan.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het systeem is gebonden aan de vorm laagbouw (maximale hoogte: 3 lagen). Wat de bloklengtes betreft: als bij rationele traditionele bouw.

8.3 *Ontwerp*
Het ontwerp wordt door de promotor vervaardigd. In de praktijk betekent dit (nog) dat de opdrachtgever een beperkte keuze heeft uit enkele varianten, waarbij t.a.v. de accessoires e.d. enige vrijheid bestaat.

9 Literatuur

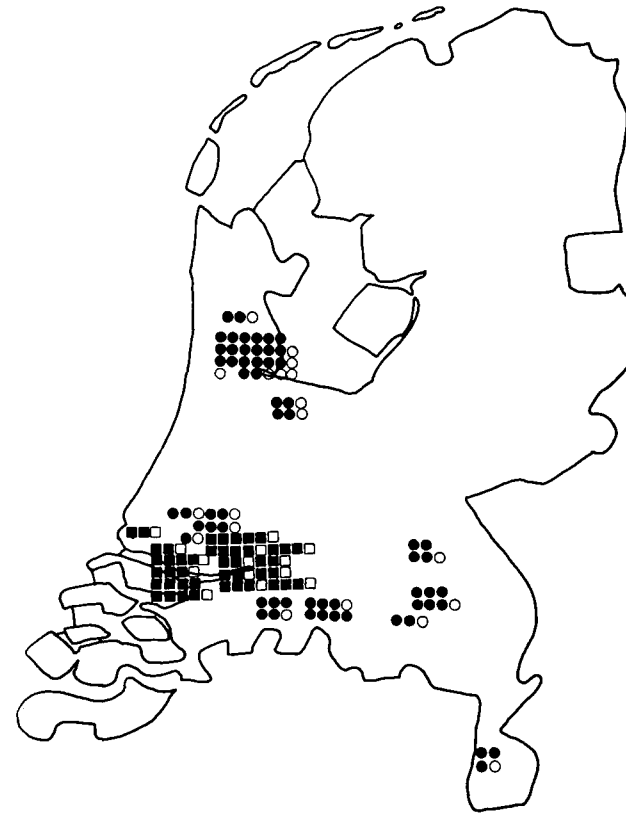
Introductie van het VANEG-systeem, *Misset's Bouwwereld - 62*, 1966, p. 1825-1830.
Van Egteren maakt elementen in moderne fabriek te Hasselt Ov. *v. E-bestek*, juni 1966, p. 2-13.
Stichting Ratiobouw, *Concept-attest, inzake het systeem 'VANEG' voor woningbouw*. Rotterdam, 1967.
Van Egteren Wohnungen typ 94 (folder).
Van Egteren Industriële Constructiebeton Mij. *Vanegwoningen*. Hasselt, 1968.
Raadgevend bureau Twijnstra. *Rapport inzake de arbeidsbesparende bouw van 98 Vaneg-woningen aan de Kallenkoterallee te Steenwijk uitgebracht aan Van Egteren Woningbouw Mij N.V. te Enschede*. 10 mei 1965.
Raadgevend bureau Twijnstra. *Rapport inzake de arbeidsbesparende bouw van 125 Vaneg-woningen te Olst, uitgebracht aan Van Egteren Woningbouw Mij N.V. te Enschede*. 31 mei 1965.
Raadgevend bureau Twijnstra. *Rapport inzake de arbeidsbesparende bouw van 100 Vaneg-woningen te Kampen uitgebracht aan Van Egteren Woningbouw Mij N.V. te Enschede*. 1 juni 1965.
Adviesbureau dr. ir. M. G. Ydo. *55 Industriële woningen te Hasselt*. Amsterdam, mei 1966.
Adviesbureau dr. ir. M. G. Ydo. *Rapportering betreffende de nacalculatie van het project van 91 industriële Vaneg-woningen in de gemeente Nagele*. Amsterdam, maart 1968

12.6 Coignet-groep

Promotor: Dura's Aannemings Mij N.V.,
Heemraadssingel 182, Rotterdam
Tel. (010) 23 59 15

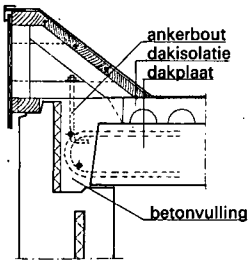
Producenten: Dura Woningbouw N.V., Bunschotenweg 140, Rotterdam. Tel. (010) 29 20 00.
Indeco-Coignet N.V., Vredeweg 16, Zaandam. Tel. (02980) 6 01 51.
Neduco - Industriële Woningbouw N.V., Meijelseweg 17A, Beringen. Tel. (04760) 21 37.

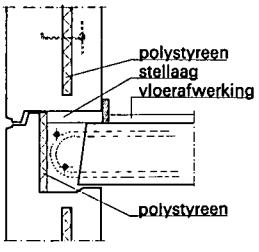
Bouwkeur In voorbereiding.

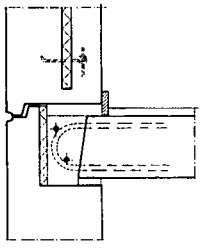


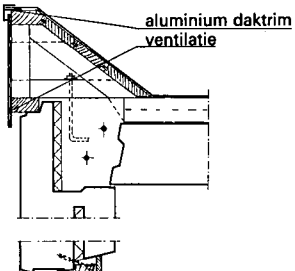
Voorbeeldproject

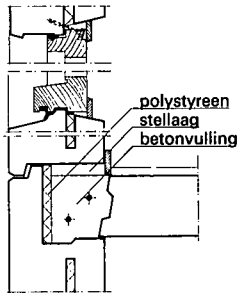
480 galerijflats (woningwet) te Uden.
Opdrachtgever: gemeente Uden.
Architect: Ontwerp- en Constructiebureau voor Industriële Bouw 'Inbo N.V.' te Doorn.
Uitvoerend bouwbedrijf: Neduco Industriële Woningbouw N.V. te Helden-Beringe.

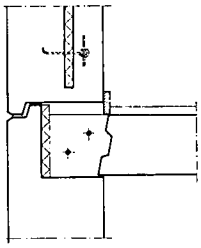

ankerbout
dakisolatie
dakplaat
betonvulling

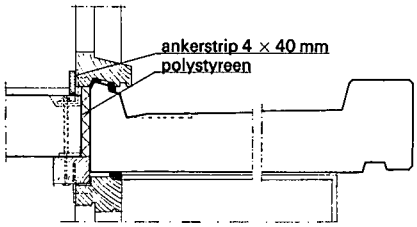

polystyreen
stellaag
vloerafwerking
polystyreen

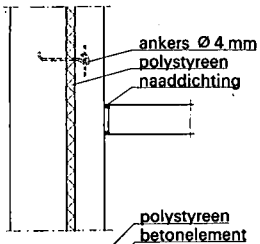


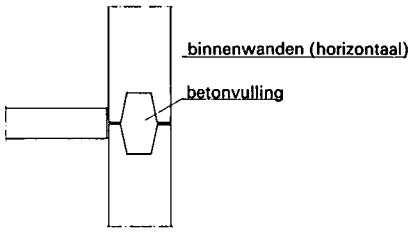

aluminium daktrim
ventilatie

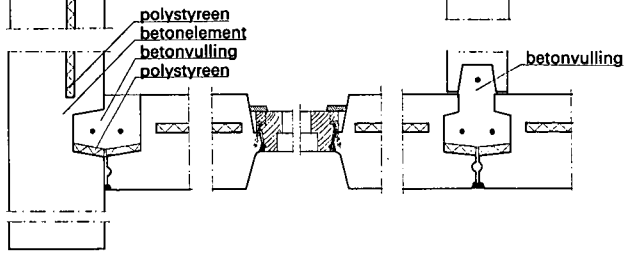

polystyreen
stellaag
betonvulling

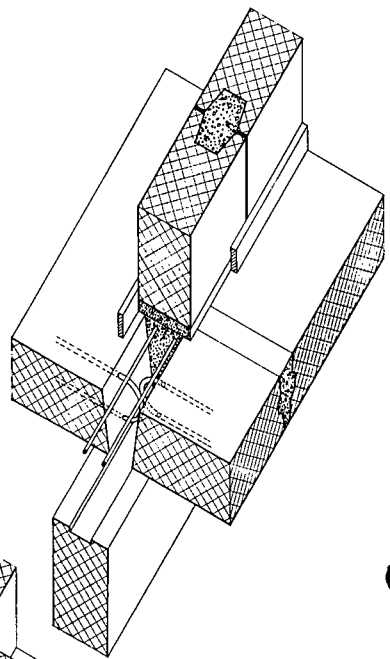


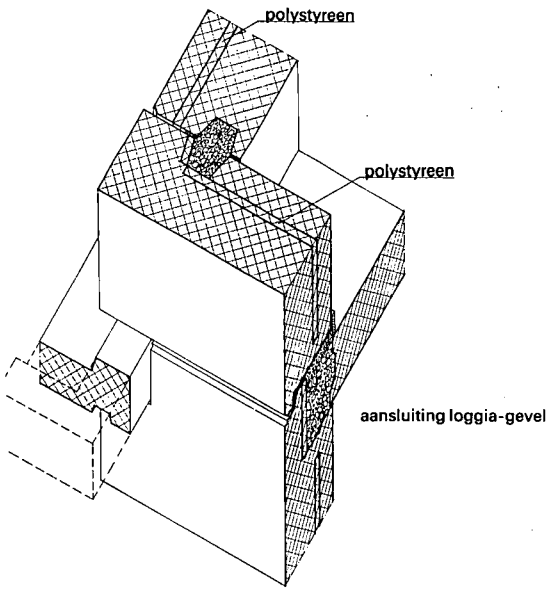

ankerstrip 4 × 40 mm
polystyreen

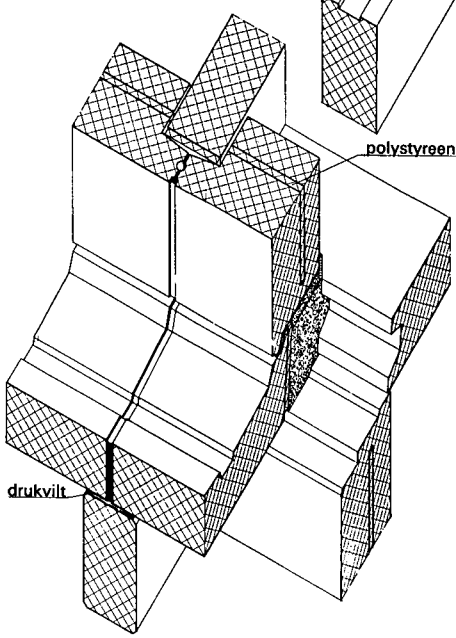

ankers Ø 4 mm
polystyreen
naaddichting

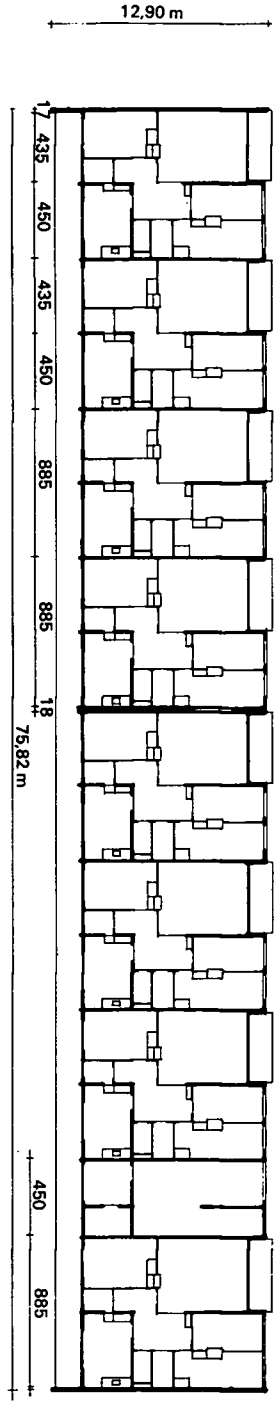

binnenwanden (horizontaal)
betonvulling

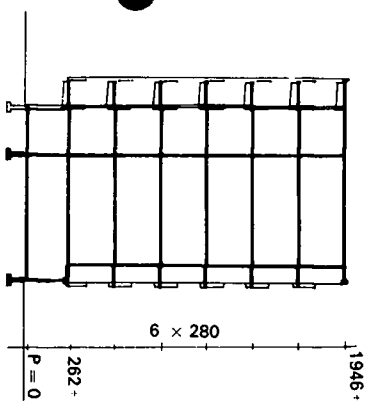

polystyreen
betonelement
betonvulling
polystyreen
betonvulling

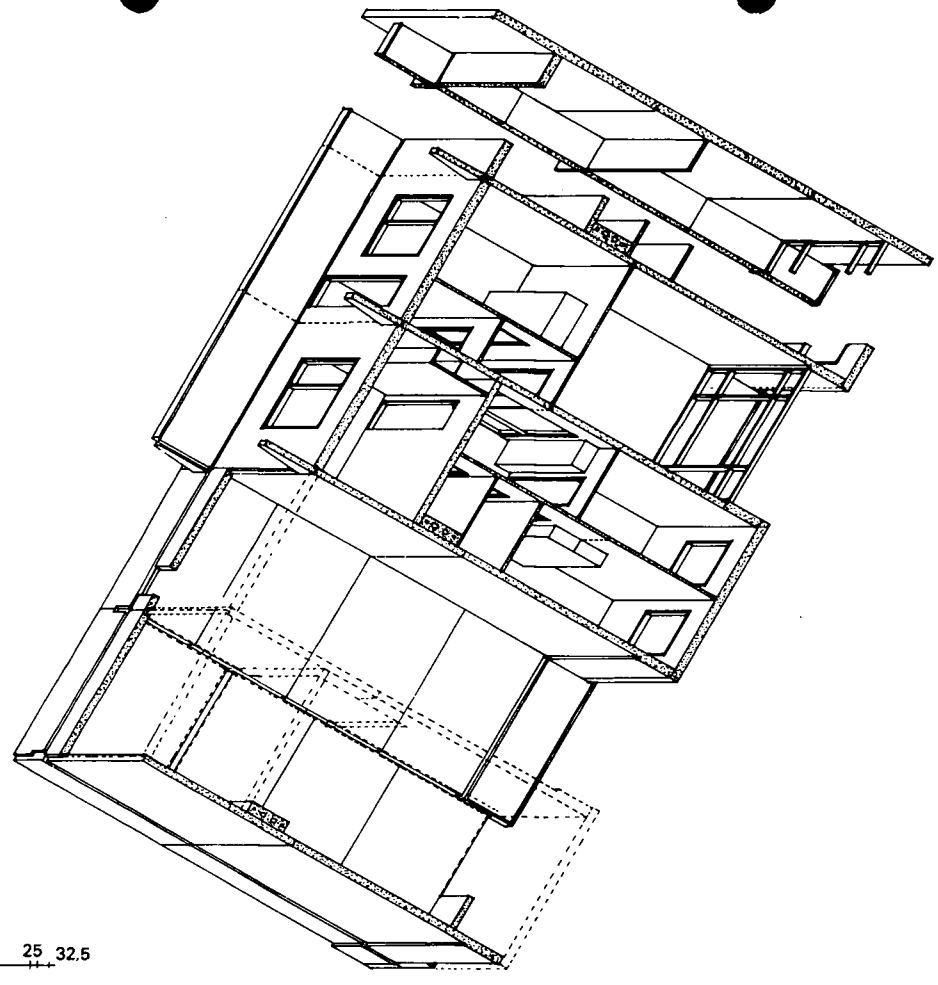

polystyreen 2 cm

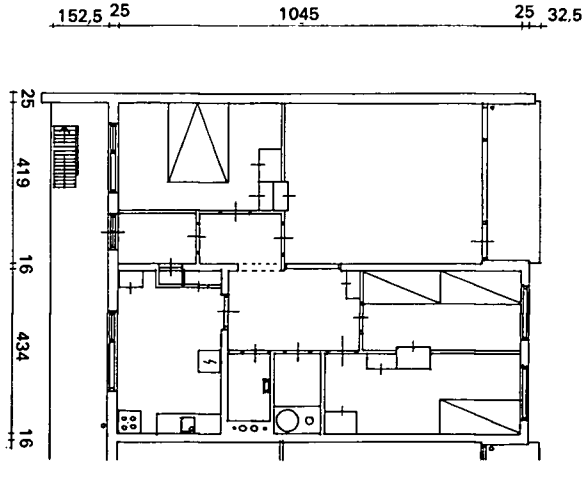

polystyreen
polystyreen
aansluiting loggia-gevel


drukvilt


12,90 m
435
450
435
450
885
885
18
75,82 m
450
885


6 × 280
1946
262
P = 0




152,5
25
1045
25
32,5
25
419
16
434
16

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor laag-, middelhoog- en hoogbouw waarbij zo groot mogelijke geprefabriceerde, zorgvuldig afgewerkte wand-, vloer- en gevelelementen van middelzware beton of grindbeton met een kraan op het werk worden gemonteerd.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

De dragende wanden en de vloeren zijn van massief, gewapend grindbeton, dik 16 of 18 cm. De niet-dragende wanden zijn eveneens van grindbeton, dik 6 of 8 cm. De gevelelementen zijn 25 cm dik, en worden uitgevoerd als een 'sandwich'-constructie: van buiten naar binnen bijv. 4 cm sierbeton (of andere bekleding), 14 cm gewapend beton – 2,5 cm polystyreënpolyetyleenfolie – 4 cm grindbeton.
Binnen- en buitenplaat worden gekoppeld door maximaal 4 stalen ankers per m^2.
De dakplaten, waarin eveneens een 2 cm polystyreen-isolatielaag is aangebracht, zijn 20 cm dik. De polystyreen-isolatie wordt bij de montage doorgevoerd in alle voegconstructies, zodat nergens een zg. koudebrug kan ontstaan.
Voor de gevelconstructie kunnen ook vertrekgrote puien, en raamstroken in combinatie met betonnen borstweringelementen worden toegepast.
De stootvoegen tussen de gevelelementen zijn zodanig geprofileerd, dat een holle ruimte voor een in het werk te storten grindbetonkolom ontstaat. Vóór deze kolom worden een waterhol en een 'ligplaats' voor een dichtingsmateriaal gevormd.
Aan de bovenzijde hebben de elementen een neus, die de vloer afdekt en waarop het bovengelegen element met een klik (met dichting) en een waterhol rust. De vloerconstructie wordt afgeschermd door een strook schuimplastic, waarachter het vulbeton van de vloerconstructie wordt gestort.
Het bovenelement heeft aan de onderzijde nokken, die achter de neus vallen, zodat verschuiving wordt voorkomen. Bij de ontmoeting van binnenwand en buitenwand worden de binnenwanden afgeschermd door een strook schuimplastic.
Uit de vloerelementen steken de nodige stekeinden, waarmee de vloeren aan de wandelementen worden verankerd.
De naad tussen de vloerelementen is geprofileerd door sponningen in de zijkanten van de elementen, en wordt met grindbeton in het werk volgestort.
De vloerelementen zijn voorzien van de leidingen voor het elektrisch licht (zonder bedrading), doorvoeren en sparingen.

2.2 *Montage*

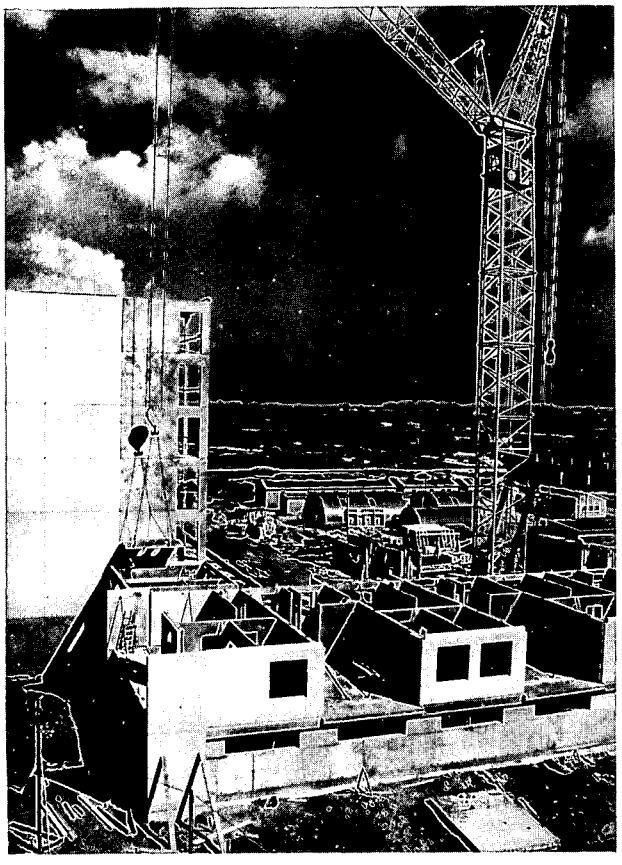
De montage geschiedt met behulp van zware torenkranen, al of niet vanaf een tussenopslagplaats. De wand- en gevelelementen worden door gemetselde stelvlakken, stelbouten en/of houten wiggen op hoogte gesteld, waarna de ondergelegen voegen met specie worden volgezet.
De elementen worden door stalen uitschroefbare buisstukken gefixeerd, totdat de voegen zijn aangestort en verhard. De verhardingstijd bedraagt 4 dagen.
De niet-dragende, betonnen binnenwandelementen worden met hijshaken gekoppeld aan de bovengelegen vloerconstructie.
Bij als spouwwand uitgevoerde eindgevels worden de betonnen gevelplaten ter hoogte van de vloeren door aangestorte nokken en stripijzers gekoppeld aan hoekijzers op de bovenzijde van de binnenspouwwandelementen. Deze worden vooraf aan de spouwzijde bekleed met polystyreenschuimplaat, dat met spijkers wordt bevestigd aan ingestorte houten klossen, dan wel verlijmd tegen het beton.
Galerij- en balkonplaten worden via stroken drukvilt of iets dergelijks opgelegd op de consoles en met de ingestorte hijshaken verankerd aan de achtergelegen vloeraanstorting.
De verankering van de dakrandelementen geschiedt op overeenkomstige wijze met stalen beugels, bouten e.d.
De gevelkozijnen worden na de fabricage in de betonelementen aangebracht ter plaatse van de stijlen en aan de bovendorpel verankerd met bouten en ingestorte schroefhulzen.
De verdiepinghoge montagepuien worden rondom aan de draagconstructie verankerd met stripijzers of ingestorte schroefhulzen.

2.3 *Fabricage*

De wand- en vloerelementen worden gevormd op zeer zware dubbelwandige stalen tafels, waarop speciaal geconstrueerde randen zijn bevestigd. De randen openen en sluiten geheel automatisch, waarbij een zeer grote maatnauwkeurigheid kan worden bereikt.
De elementen worden door stoom, die tussen de dubbele wanden van de machines circuleert, versneld verhard.
Elke machine produceert per dag vier elementen.
De fabricage kan men opgebouwd denken uit de volgende fasen:

1 Schoonmaken van de mal.
2 Bespuiten van de mal met vormolie.
3 Plaatsen en bevestigen van de compleet afgehangen raamkozijnen.
4 Inbrengen van de geprefabriceerde wapening.
5 Monteren van inlegonderdelen zoals gasleidingen en afvoeren.
6 Controle voor het storten.
7 Verdichten met trilnaalden.
8 Afspanen.
9 Aanbrengen stoomdeksel.
10 Schuren.
11 Verharden ($\pm$3 uur).
12 Lossen.
13 Controle en eventueel bijwerken van het element.
14 Afmontage elementen met kozijnen.
15 Opslag elementen en naverharding (3 weken).

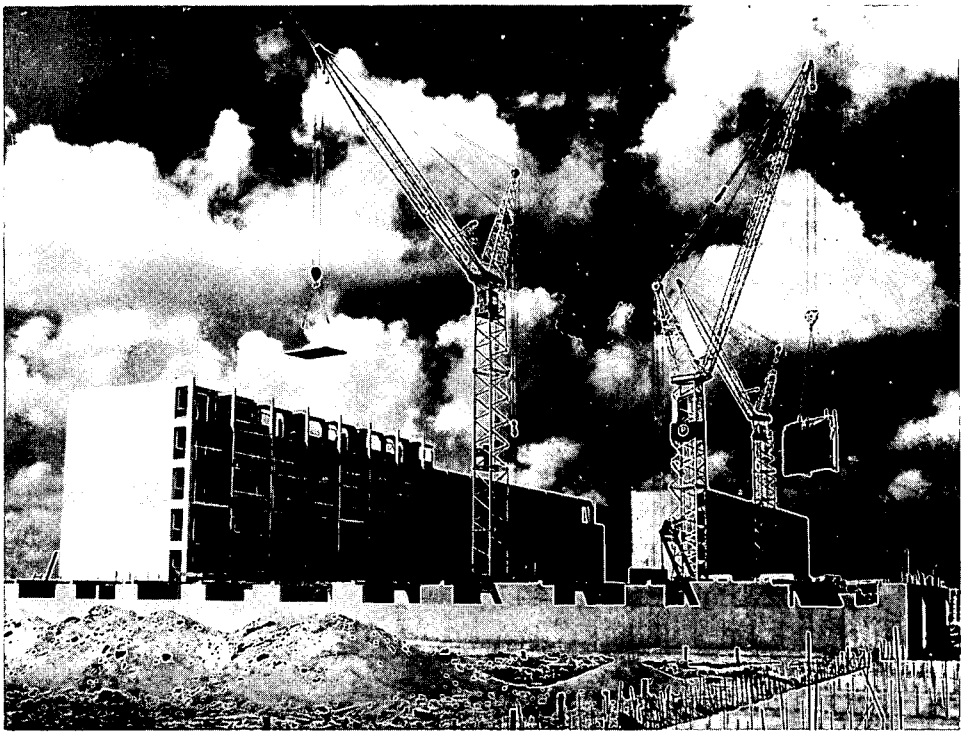
Vóór het ontkisten wordt de stalen mal eventueel gekanteld en het element in zijn natuurlijke positie gebracht. De randen kunnen door hydraulische vijzels van de elementen worden afgedrukt. Er kan ook druk op het element worden uitgeoefend, waardoor dit onder voorspanning wordt gebracht en van de bodemplaat wordt gelicht. Door deze voorspanning wordt voorkomen dat er buigspanningen optreden tijdens de volgende handelingen:
– de zij- en onderkanten worden verschoven en de achterplaat vrijgemaakt;
– het element wordt bevestigd aan de hijshaak van de loopkraan; de zijstukken worden verwijderd en men laat de onderrand zakken.
Daarna volgen nog het hijsen van het betonelement en eventueel het transport naar de gritstraalinstallatie. Terugplaatsing van de zijkanten, die dan weer op hun oude plaats komen, heeft inmiddels plaats gehad. Vervolgens wordt de mal in horizontale stand teruggewenteld. De platen worden met roterende staalborstels en perslucht schoongemaakt en de onder- en bovenrand worden op de plaats gebracht. Nu is de mal, na nog met een verstuiver licht geolied te zijn, voor het vervaardigen van het volgende element gereed.



12.6.1 Een vloerplaat wordt gemonteerd
(foto : Kuhuwael, Amsterdam)



12.6.2 Een boogvormig element, waarop galerijplaten komen te rusten, hangt in de takels
(foto : Kuhuwael, Amsterdam)



12.6.3 Een drietal kranen aan het werk
(foto : Kuhuwael, Amsterdam)

De bekleding der gevelelementen wordt in de fabriek aangebracht; deze kan bestaan uit gewassen of gezandstraalde sierbeton, glas of keramisch mozaïek, gevelstrippen, of tegels.
De geheel beglaasde en geverfde houten of stalen ramen worden in de fabriek in de gevelelementen geplaatst.
De stalen kozijnen voor de binnendeuren worden in de fabriek in de wanden aangebracht; na de montage worden de geheel geverfde deuren afgehangen.
Alle leidingen voor de elektrische en sanitaire installaties worden in de fabriek in de elementen aangebracht, waardoor op de bouwplaats nog slechts de onderlinge bevestigingen behoeven te worden gemaakt.
Voor alles wat na de montage in de woning dient te worden aangebracht, zoals kasten, keukens, traphekken, balkonborstweringen enz., worden de bevestigingspunten in de fabriek maatvast aangebracht.
Bij toepassing van een vloerverwarming kunnen de leidingen hiervoor in de fabriek worden aangebracht. Bij toepassing van centrale verwarming met radiatoren kunnen de nodige leidingen ook vooraf vervaardigd worden.

2.4 *Materialen*
Het grindbeton van de wanden en vloeren heeft een volumegewicht van 2400 kg/m³.

Het toegepaste vulbeton heeft een samenstelling in volumedelen van circa 1 cement : 4 à 5 zand-grindmengsel met een maximale korrelgrootte van 20 mm; de stelspecie heeft een samenstelling van circa 1 cement : 3 à 5 zand.
Het staal van de wapeningnetten is ten minste van de kwaliteit QR 40.
De toegepaste polystyreenschuim heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³; voor de eventuele verlijming hiervan tegen het betonwerk wordt bijv. een waterbitumenemulsie toegepast.

2.5 *Afwerking*
De elementen zijn zodanig vlak afgewerkt, dat wanden en plafonds na bijwerken van naden e.d. op de gebruikelijke wijze kunnen worden afgewerkt zonder voorafgaande bepleistering.
De vloeren worden, waar nodig, voorzien van een afwerklaag van voldoend isolerende werking.
De dakvloer wordt afgewerkt met een goedgekeurde dakisolatie met een minimale warmteweerstand van 0,60 of 0,80 resp. 0,45 of 0,65 of 1,15 m²h°C/kcal bij een elementdikte van 16 respectievelijk 18 cm.

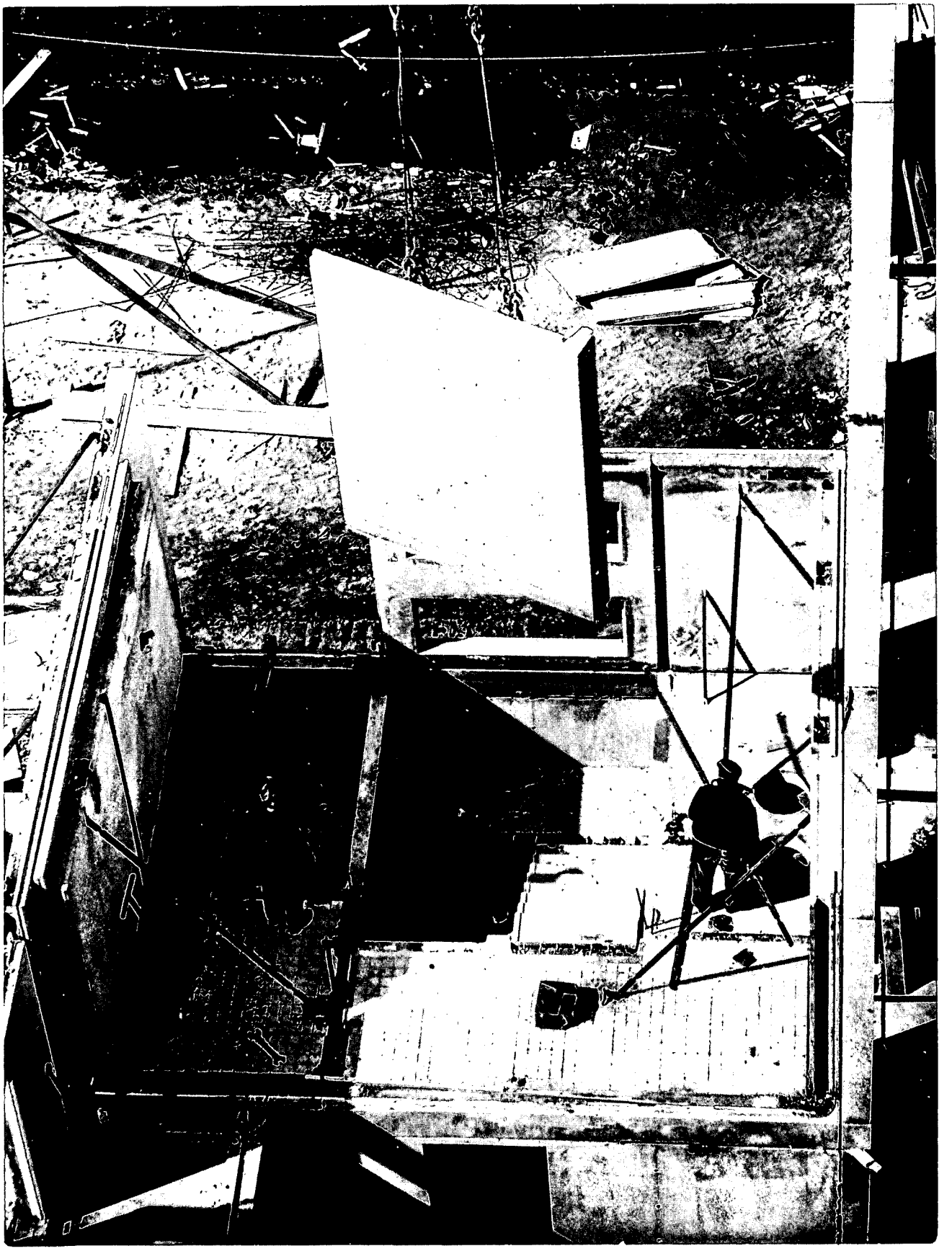
3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor de diverse constructies de ondervermelde minimale warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklassen worden bepaald.

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Buitenwanden		
– sandwichvormig van middelzware en grindbeton met 1,5 cm polystyreenschuim	0,65	matig
– sandwichvormig van grindbeton met 2 cm polystyreenschuim	0,80	voldoende
– als spouwwand met ten minste 1,5 cm polystyreenschuim	0,80	voldoende
– sandwichvormig van grindbeton met 4 cm polystyreenschuim	1,50	goed
– als spouwwand met binnenspouwblad bekleed met 3,5 cm polystyreenschuim	1,50	goed
Woningscheidende wanden		
– van grindbeton	0,10	matig
– van middelzware beton	0,25	voldoende
Vloeren (woningscheidend) zonder afwerklaag		
– van grindbeton dik 16 cm	0,10	matig
– van grindbeton en middelzware beton dik 18 cm	0,25	voldoende
Daken		
– met dakvloer van grindbeton dik 16 cm en isolatie met ten minste R = 0,60 m²h°C/kcal	0,80	matig
– idem – van grindbeton en middelzware beton dik 18 cm en isolatie met ten minste R = 0,45 m²h°C/kcal	0,80	matig
– met dakvloer van grindbeton dik 16 cm en isolatie met ten minste R = 0,80 m²h°C/kcal	1,00	voldoende
– idem – van grindbeton en middelzware beton dik 18 cm en isolatie met ten minste R = 0,65 m²h°C/kcal	1,00	voldoende
– met dakvloer van grindbeton dik 16 cm en isolatie met ten minste R = 1,30 m²h°C/kcal	1,50	goed
– idem van grindbeton en middelzwaar beton dik 18 cm en dakisolatie met ten minste R = 1,15 m²h°C/kcal	1,50	goed

Mede in verband met de toepassing van een centrale verwarming bij een uitvoering in grindbeton is het systeem dus geschikt voor de bouw van woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig', 'voldoende' of 'goed', mits de vloer van de eerste woonlaag en de pui-elementen voldoen aan de desbetreffende eisen volgens het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, de volgende isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklassen met betrekking tot gevoelige ruimten worden bepaald:



12.6.4 Blik in het trappehuis
(foto : Kuhuwael, Amsterdam)

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden		
– van grindbeton dik 16 of 18 cm of middelzware beton dik 20 cm	0 dB	matig
– van grindbeton dik 24 cm	+ 3 dB	goed
Binnenwanden		
– van grindbeton dik 16 of 18 cm of middelzware beton dik 20 cm	0 dB	goed
Vloeren zonder afwerklaag		
– van grindbeton en middelzware beton dik 18 cm	+ 1 dB	matig
– van grindbeton dik 16 cm	+ 2 dB	matig

De bijbehorende isolatie-indices voor contactgeluid van de vloeren bedragen — 10 respectievelijk — 8 dB. De bouwmethode is dus geschikt voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'goed', mits de isolatie-indices tot 0 respectievelijk + 3 dB worden verbeterd door bijv. het aanbrengen van een zwevende dekvloer en tevens wordt voldaan aan de aanvullende overige eisen volgens het normblad NEN 1070.

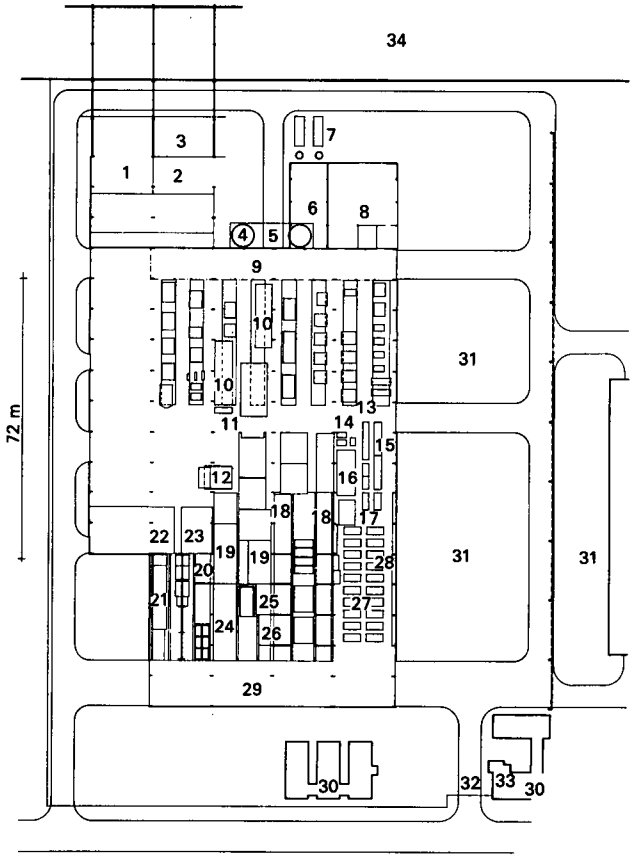
3.3 *Diversen*

Het grindbeton van de wanden is niet spijkerbaar; het middelzware beton is voldoende spijkerbaar en spijkervast.

4 Materieel en hulpmaterieel

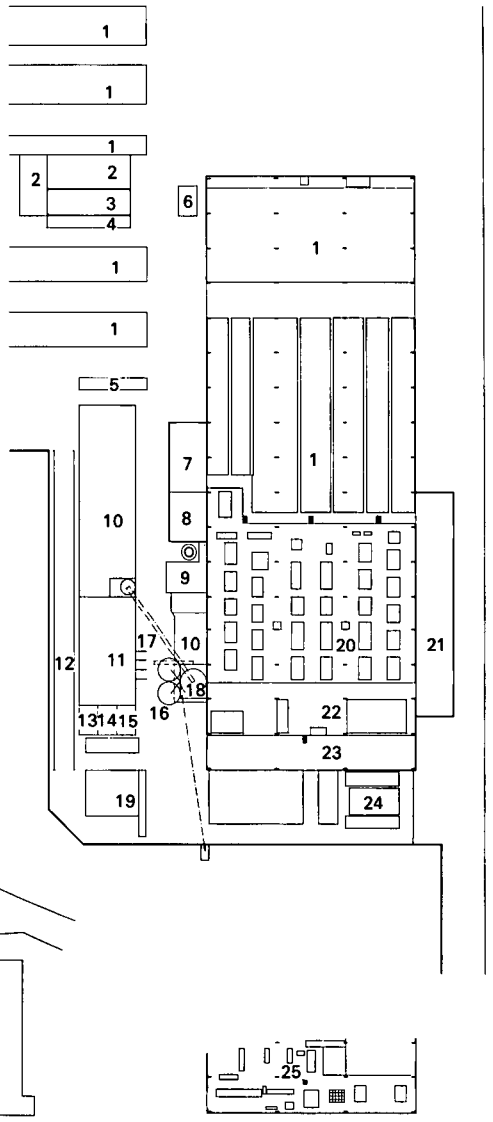
4.1 *Bij de fabricage*

De fabriek van Dura-woningbouw ligt op een terrein van 200 × 150 m met uitbreidingsmogelijkheid in de breedterichting. De zuidelijke korte kant grenst aan de Eemhaven, waar een beschermd talud gelegenheid biedt tot het lossen van schepen tot circa 1500 ton. De noordzijde grenst aan de Bunschotenweg, welke tevens de aan- en afvoerweg van de transporten van bouwelementen naar de diverse bouwplaatsen vormt. Het overgrote gedeelte van de fabriek wordt gevormd door een vierbeukige overdekte hal, groot 64 × 120 m, hoog circa 12 m. Aan de oostzijde aangebouwd bevindt zich een 8 m hoge overdekte hal, groot 16 × 80 m, welke dient voor opslag van betonijzer, kozijnen enz. Aangebouwd aan deze hallen bevinden zich, hoofdzakelijk aan de zuidzijde:
de (grotendeels overdekte) ruimten voor voorraad van de betontoeslagstoffen ter grootte van 32 × 70 m;
de betoncentrale met cementsilo's, het ketelhuis met aangrenzende compressorruimte en werkplaats;
de kantine met was- en kleedruimte voor 200 arbeiders.
Het hoofdgebouw is van zuid naar noord als volgt verdeeld: een strook, breed 8 m ten behoeve van de bewerking van het betonijzer, waarboven een transportvloer voor de distributie van de verse beton. Vervolgens een vak van 32 m speciaal voor de fabricage der elementen.
In elke hal zijn in dit gedeelte twee grote betonnen goten uitgespaard, waarboven de machines zijn opgesteld en de eigenlijke fabricage plaatsvindt.
Vervolgens een controleruimte, waar de elementen na het ontkisten geïnspecteerd en gemerkt worden en ten slotte de circa 60 m diepe opslagruimte, waar alle onderdelen in van tevoren



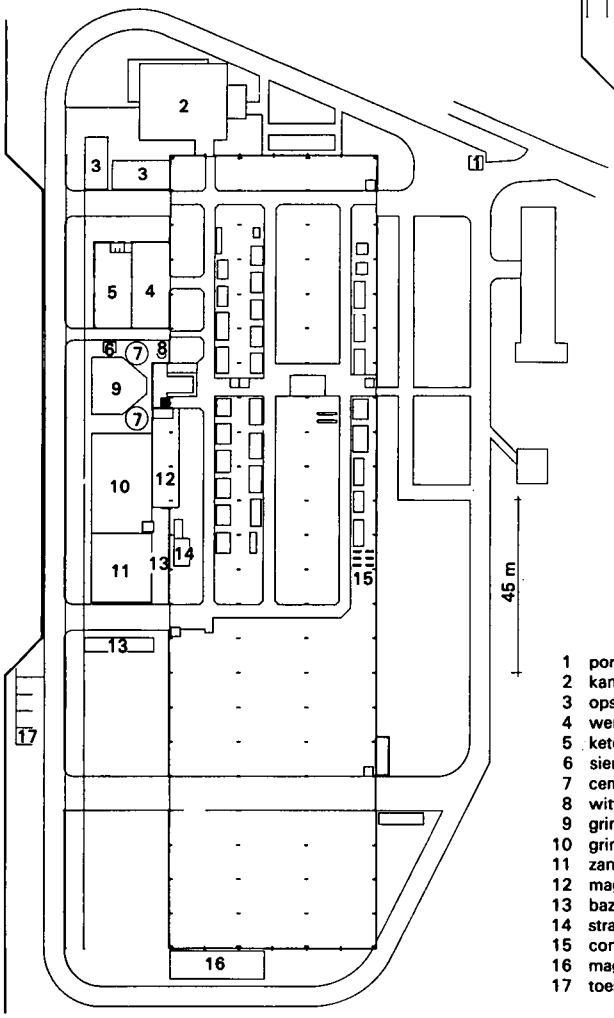
1 zand
2 grind
3 hollith
4 cementsilo
5 betoncentrale
6 ketelhuis
7 olie
8 laboratorium
9 bordes
10 reparatie galerijen
11 kantelaar galerijen
12 kantelaar + opslag controlenetten
13 vlechten
14 opslag granitovloeren
15 reparatiehok
16 controle
17 magazijn plafond
18 afw. BV
19 afw. BM
20 afw. gevels
21 afw. kopgevels
22 BW
23 opslag balken
24 buffer M's
25 buffer windbok
26 buffer
27 produktieschaal natte cel
28 opslag materiaal
29 transport
30 kantoor
31 buitenopslag
32 hoofdingang
33 portier
34 Eemhaven

12.6.5 Fabrieksterrein Dura Coignet Rotterdam



1 opslag elementen
2 houten ramen
3 schilderswerkplaats
4 stalen ramen
5 opslag trappen
6 opslag
7 werkplaats
8 ketelhuis
9 olie
10 grind
11 zand
12 kraanbaan
13 wit grind
14 fijn grind
15 grof grind
16 betoncentrale
17 transportbanden
18 zand en grindsilo
19 opslag staafijzer
20 elementenfabricage
21 bureau
22 magazijn
23 vide
24 opslag staalnetten
25 betonstaalvlechterij
26 Vredeweg

12.6.6 Fabrieksterrein Indeco Coignet Zaandam



1 portier
2 kantine, waslokaal, toilet, ehbo
3 opslag ijzer
4 werkplaats
5 ketelhuis
6 siergrind
7 cement
8 witte cement
9 grind + zand
10 grind
11 zand
12 magazijn
13 bazaltsplit
14 straalcabine
15 consoles
16 magazijn bouwplaats
17 toeslagstoffen t.b.v. sierbeton

12.6.7 Fabrieksterrein Neduco Coignet Beringe

Tabel 1 Kenmerken elementen Coignet

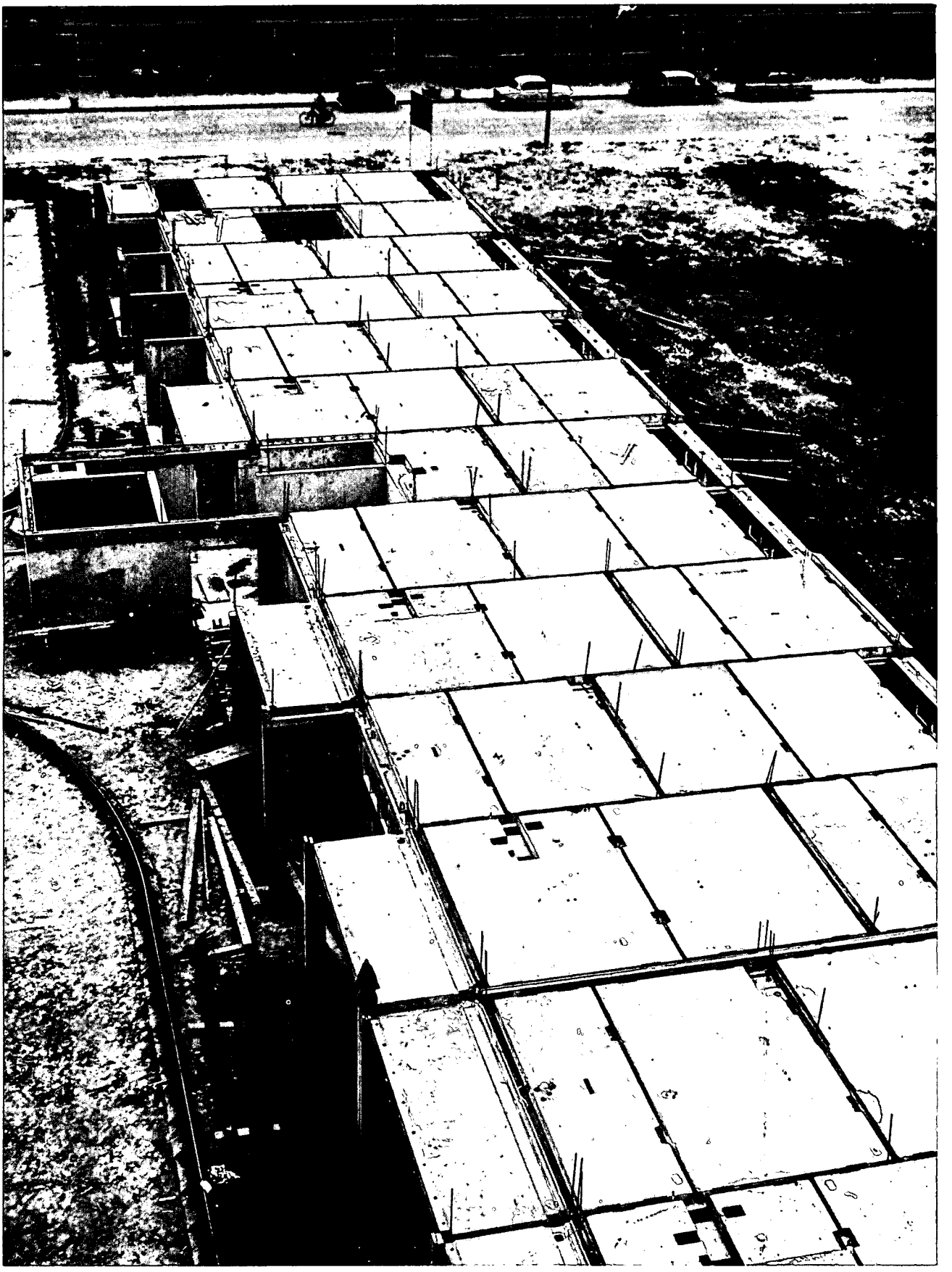
toepassing	*elementtype*	*dikte in cm*	*max. breedte in cm*	*hoogte, overspann.*	*beton*		*wapening*	
woningscheidende wanden	massief, homogeen	16, 18	650	verd.	Ia		a	
		of 24	620	hoog	II		b	
binnenwanden		20						
– dragend	idem	16 of 18	650	idem	Ia		a	
		20	620		II		b	
– stabiliteitswanden	idem	8, 16 of	650	idem	Ia	Ia Grindbeton min. K225	a	
		18	620		II	doch met min. cement-	b	
		20				gehalte 275 kg/m³.		
– niet-dragend	idem	7 of 8	650	idem	Ia	Ib: Als Ia doch met min.	a	
buitenwanden						cementgehalte 325 kg/cm³.		a: enkel net
– dragend en	sandwichvormig	25 of 27	650	idem	Ia	II: Middelzwaar beton:		min. ± 3-15
niet-dragend	met:					– Samenst. in vol. delen:		b: enkel net
	– binnenplaat 7, 8, 14,					1 cement : 1½ à 2½ zand		c1: enkel net
	15 of 18 cm					: 2 à 3½ hollith o.d.		± 3,2-15
	– tussenl. polystyreen-					– Vol. gew. na droging tot		c2: dubbel net
	schuim 2 of 4 cm en					constant gew.: 1600-1800		± 3,2-15
	dampwerende laag					kg/m³, voor woning-		
	– buitenplaat 15, 14, 8					scheidende wanden min.		
	of 7 cm				Ib	1800 kg/m³.	a	
– idem – variant	sandwichvormig	25	620	idem		– Kubusdruksterkte na		
niet-dragend	met:				II	28 dagen verharding min.	c1	d: enkel net
	– binnenplaat 4 of 6 cm					150 kg/cm².		min. ± 4-15
	– tussenl. polystyreen-							
	schuim 1,5 cm en damp-							
	werende laag							
	– buitenplaat 19,5 of							
	17,5 cm				Ib		c2	alle netten van
– dragend, als								staal min. QR 40
spouwwand met:								of QRn 40
– binnenspouwblad	massief, homogeen	16 of 18	650	idem	Ia		a	
en	bekleed met 1,5 of 3,5 cm	20	620	idem	II		b	
	polystyreenschuim							
– buitenspouwblad	massief, homogeen	10	500	idem	Ib		d	
vloeren, incl. dakvloer	massief, homogeen	16		Grindbeton resp. grindbeton en middelzw. beton, wapening en overige				
	massief, gelaagd	18		afmetingen conform geldige modelbladen behorende bij het systeem.				

bepaalde rangschikking wachten op het transport naar de bouwplaats. In elke beuk rijden 2 bovenloopkranen op circa 9 m hoogte, hefvermogen 7500 kg. Deze kranen dienen voor transport van beton, ontkisten van de elementen, opslag en de belading.
In de magazijnruimte en zand- en grindopslag zorgen twee 3-tons grijperkranen voor het transport van de verschillende grondstoffen. In het verlengde van de opslagplaats zijn de kraanbanen tot boven het water uitgebouwd, zodat het materiaal direct uit de schepen gelost wordt.
De betoncentrale is in het hart van het complex gebouwd. De bunkers voor zand en grind worden geflankeerd door 2 stalen silo's, welke elk 300 ton cement bevatten. De bulkcement wordt vanuit het schip via een pijpleiding in de silo's geblazen. Onder de silo's en bunker is de weegapparatuur opgesteld waarmee cement, toeslagstoffen en water gedoseerd en in de daaronder opgestelde molens gevoerd worden. Uit de molens komt het beton terecht in kubels voor verder transport naar de machinehal.
In de fabriek wordt in tweeploegendienst gewerkt (één ploeg van 7 tot 16.30 uur en één ploeg van 19.00 uur tot 5.00 uur 's ochtends).
In de fabriek met een jaarproduktie van 1500 woningen is 8 à 10 miljoen geïnvesteerd.

De fabricage geschiedt in voorverwarmde, horizontaal opgestelde elementmachines, waarvan de bovenkant met een zg. 'stoomdeksel' afsluitbaar is. De zijkanten van de machine zijn ten behoeve van het ontkisten hydraulisch uitklapbaar, terwijl voor het lossen van het element de machine in verticale stand geplaatst kan worden.
Rente, afschrijving en overige kosten vormen volgens de promotor circa 3% van de elementprijs.

4.2 *Bij het transport*
Het transport vindt plaats in diepladers van 20 ton. Gemiddeld rekent men voor het vervoer van de elementen op 2% van de bouwkosten. Kosten per ton/km: geen opgave. Een woning telt in totaal circa 40 elementen. Per woning zijn vijf vrachten nodig.

4.3 *Bij de uitvoering*
Bij de uitvoering wordt gebruik gemaakt van een kraan T 90 met kraanbaan (T 90: hefvermogen op een reikwijdte van 13 meter = 7 ton). De kraanbaan bestaat uit segmenten van 12 m¹.
Rente, afschrijving en overige kosten van de kraan c.a. vormen circa 0,5% van de bouwkosten van een project.
De elementen zijn ± 12 m² groot en wegen tot 5 ton.



12.6.8 Vloer van de eerste verdieping
(foto : archief Coignet)

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Voor bouwplaatsen welke in grote bouwstromen worden gerealiseerd, geldt de volgende bezetting op de bouw.

grond- en betonwerkers ten behoeve van funderingen	8 man
montageploeg - elementen	8 man
afwerkploeg - elementen	6 man
tegelzetters	2 man
timmerlieden	6 man
dakdekkers	3 man
vloerbedekking	4 man
monteurs metaalwerken	2 man
schilders	12 man
loodgieters	2 man
elektriciens	4 man
liftmonteurs	2 man
c.v.-monteurs	3 man
kitters	2 man
bewaking - keetbediening	1 man
diversen	1 man
hoofduitvoerder	1 man
montage uitvoerder	1 man
werkadministrateur	1 man

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Geen gegevens beschikbaar.

5.2.2 *Op het werk*
De volgende aantallen manuren werden door de promotor opgegeven:

bewerking	*manuren, gemiddeld per woning*
Algemeen voorkomende werkzaamheden	
grond- en betonwerkers ten behoeve van funderingen	42
montageploeg	45
afwerkploeg, woningen na montage	40
tegelzetters	10
timmerlieden	56
dakdekkers	4
monteurs metaalwerken	10
schilderwerk	85
loodgieter	15
elektra	27
kitters	7
bewaking, keetbediening	7
diversen	7
Totaal algemeen voorkomende werkzaamheden	355
Bijzonder voorkomende werkzaamheden	
vloerbedekkingen (woningen en trappehuizen)	17
elektra, centrale antenne en schel-installatie	5
liftmonteurs	15
c.v.-monteurs	33
Totaal bijzonder voorkomende werkzaamheden	70
Totaal-generaal (ongecorrigeerd)	425

Er bestaan geen manurenrapporten m.b.t. de methode-Coignet, opgesteld door een van de erkende efficiency-bureaus.

5.3 *Verlet*
Geen bijzonderheden beschikbaar.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
De industriële produktiemethode 'Coignet' voor het fabriekmatig vervaardigen van woningen is ontwikkeld door 'Constructions Edmond Coignet S.A.' te Parijs. Deze onderneming had reeds sinds 1892 (Casino te Biarritz) een grote ervaring met het vervaardigen van geprefabriceerde betonelementen voor uiteenlopende gebouwsoorten.
Na 1945 werd deze ervaring aangewend voor het ontwikkelen van een werkelijk industriële produktiemethode voor grote woningbouwprojecten.
Het eerste project werd in 1955 te Evreux gemonteerd.
Thans bestaan er in Frankrijk fabrieken te Lille, Le Havre en Parijs (2) waarin inmiddels duizenden woningen van diverse typen zijn vervaardigd. Verder zijn in samenwerking met anderen fabrieken gebouwd o.a. te Frankfurt en München, Milaan en Buenos Aires.
De bouwmethode werd in 1956 in Nederland geïntroduceerd door de N.V. Dura te Rotterdam, welk bedrijf na 1945 het systeem-Welschen had geëxploiteerd. In 1959 verleenden de gemeenten Rotterdam, Maassluis, Schiedam, Vlaardingen, Spijkenisse en Ridderkerk een gezamenlijke opdracht voor de bouw van bijna 3200 woningen. De fabriek te Rotterdam werd in juni 1959 in gebruik genomen. In 1962 waren er in totaal 1000 woningen opgeleverd. In 1963–1964 werden de fabrieken Indeco Coignet te Zaandam en Neduco te Helden-Beringe in bedrijf gesteld.

6.2 *Produktie-omvang*
Het volgende schema geeft een beeld van de produktie-omvang van de drie fabrieken:

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1961	0	0
1-1-1962	640	640
1-1-1963	776	1416
1-1-1964	696	2112
1-1-1965	948	3060
1-1-1966	760	3820
1-1-1967	1556	5376
1-1-1968	3339	8715
gemiddeld in de laatste 3 jaren	1885	

Gespecificeerd ziet de produktie er, volgens opgave van de promotor, als volgt uit:

gemeente	*aantal en soort woningen*		*architect*	*financieringssector*
Weesp	240	G11	Inbo N.V.	pr.
Nieuwendam-Amsterdam	308	G11		
Nieuwendam-Amsterdam	44	1-kamer	Inbo N.V.	
Buiksloot-Amsterdam	240	G11		
Buiksloot-Amsterdam	40	1-kamer	Inbo N.V.	pr.
Buiksloot-Amsterdam	360	G14	Inbo N.V.	w.w.
Molenwijk-Amsterdam	1256	G40	Inbo N.V.	w.w.
Weesp	204	G40	Inbo N.V.	w.w.
Zaandijk	240	G40	Inbo N.V.	w.w.
Rotterdam	360	G50	Inbo N.V.	pr.
Spijkenisse	270	G50	Inbo N.V.	w.w.
Rotterdam-Lombardijen	512	845	E. F. Groosman	w.w.
Maassluis	296	845	E. F. Groosman	w.w.
Schiedam	288	845	E. F. Groosman	w.w.
Rotterdam-Hordijkerveld	480	845	E. F. Groosman	w.w.
Vlaardingen	512	845	E. F. Groosman	w.w.
Spijkenisse	288	845	E. F. Groosman	w.w.
Ridderkerk	276	845	E. F. Groosman	w.w.
Rotterdam-Groenhagen	480	845	E. F. Groosman	w.w.
Rozenburg	336	845	E. F. Groosman	w.w.
Zalmplaat I	632	845	E. F. Groosman	w.w.
Slikkerveer	256	845	E. F. Groosman	w.w.
Ridderkerk-Oost	272	845	E. F. Groosman	w.w.
Capelle a/d IJssel	602	845	E. F. Groosman	w.w.
Rozenburg II	240	845	E. F. Groosman	w.w.
Spijkenisse II	384	845	E. F. Groosman	w.w.
Zalmplaat II	348	845	E. F. Groosman	w.w.
Spijkenisse	100	G11	Inbo N.V.	pr.
	10	1-kamer		
Vlaardingen	211	G11	Inbo N.V.	pr.
	23	1-kamer		
Tilburg	720	G26	Inbo N.V.	w.w.
Helmond	672	G26	Inbo N.V.	w.w.
Beek	384	G26	Inbo N.V.	w.w.
Eindhoven	288	G26	Inbo N.V.	w.w.
Uden	480	G26	Inbo N.V.	w.w.
Breda	528	G26	Inbo N.V.	w.w.

Het type 845 is een portiekwoning, deels met, deels zonder c.v. met 2 en 3 slaapkamers.
Het type G40 is een galerijwoning met 4 kamers, 3 kamers en 2 kamers.
Het type G50 is een galerijwoning met 4 kamers.
Het type G 26 is een galerijwoning met 4 kamers.
Bij de diverse projecten treden Dura-Coignet, Indeco-Coignet of Neduco als hoofdaannemers op.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit van de drie Coignet-fabrieken kan worden geschat op 3500 à 4000 woningen per jaar.
Per bouwkraan kunnen 2 woningen per dag worden gemonteerd. Op een bouwplaats waar twee bouwkranen worden ingezet kunnen dus circa 20 woningen per week worden opgeleverd.
Na het gereedkomen van de fundering bedraagt de bouwtijd:
hoogbouw
- montage eerste flatgebouw van 48 woningen – 7 weken
- afbouw eerste flatgebouw van 48 woningen – 14 weken
- oplevering ieder volgend flatgebouw na – 7 weken

laagbouw
- montage eerste blok van 11 woningen – 2 weken
- afbouw eerste blok van 11 woningen – 7 weken
- oplevering ieder volgend blok na – 3 weken

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang beschouwt men 200 à 300 woningen bij hoogbouw, en 50 tot 100 woningen bij laagbouw.
Als minimale seriegrootte wordt een aantal van 250 woningen opgegeven. Van zeer groot belang is het 'breakeven point' van de drie fabrieken: de produktie waarbij de onderneming net quitte speelt. Dit punt ligt voor Neduco (jaarcapaciteit 1300 woningen) bij circa 1000 woningen per jaar.

6.5 *Ontwikkelingen*
Het ontwerpbureau streeft naar de ontwikkeling van universele structuurelementen. Voorts is een oriëntatie op laagbouwvormen aan de gang.

7 Organisatiestructuur

De methode-Coignet wordt in Nederland door drie bedrijven toegepast: Dura-Woningbouw (fabriek te Rotterdam), Indeco-Coignet (fabriek te Zaandam) en Neduco (fabriek te Helden-Beringe). Deze woningfabrieken zijn zelfstandige ondernemingen, welke op het gebied van technische ontwikkeling, architectonische en stedebouwkundige ontwikkeling, research en uitwisseling van financieel-economische gegevens samenwerken. Deze samenwerking komt tot stand via het voor een zeer

belangrijk deel voor deze fabrieken werkende Ontwerp- en Constructiebureau voor industriële Bouw 'Inbo' te Woudenberg en via het samenwerkingsverband Nederlandse Normbouw Groep.
Het bureau 'Inbo' staat onder leiding van K. Geerts, architect HBO, adviseur: E. F. Groosman.
T.a.v. hoofdaannemers, onderaannemers en toeleveringsbedrijven bestaan er vaste relaties, doch deze zijn niet bindend.
De firma Dura is sinds 1855 als aannemer in Rotterdam gevestigd. Sinds 1932 is de Dura-groep gevestigd in Amsterdam.
Samenstelling van de Dura-groep:

Dura's Aannemingsmaatschappij N.V.	Heemraadssingel 182	Rotterdam
	Emmastraat 22	Amsterdam
	Noordstraat 111	Tilburg
N.V. Betonbouw 'Dura'	K.L.M.-straat 1	Heerlen
N.V. Aannemingsbedrijf v.h. Gebr. Thomasson	Marssteeg 3	Hengelo (O.)
Alg. Aannemersbedrijf 'Ir. A. F. U. Krikke'	Driebergseweg 20	Zeist
N.V. Centrale Verwarmings-Unie	Van Ghentstraat 28	Rotterdam
	Emmastraat 22	Amsterdam
	K.L.M.-straat 1	Heerlen
Dura-Woningbouw N.V.	Bunschotenweg 140	Rotterdam
Dura Construction Co (S.A.) (Pty.) Ltd	Kaapstad	Zuid-Afrika
Dura Foundation Co (S.A.) (Pty.) Ltd	Johannesburg	Zuid-Afrika
Central Installation Works (Pty.) Ltd	Johannesburg	Zuid-Afrika
Hardcrete Industries (Pty.) Ltd	Kaapstad	Zuid-Afrika
Sonneville Sleeper Co (S.A.) (Pty.) Ltd	Johannesburg	Zuid-Afrika
D.A. Constructions (Pty.) Ltd	Melbourne	Australië

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem bestaat een grote ervaring, zowel in Nederland als daarbuiten.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De produktiemachines der twee nieuwe Nederlandse Coignetfabrieken zijn zodanig gekozen en geconstrueerd dat het mogelijk is met dezelfde machines eengezinshuizen, portiek- en galerijwoningen, maisonnettes en torenflats te vervaardigen tot 15 verdiepingen, afhankelijk van de toelaatbare betondrukspanningen in de wandelementen.

8.3 *Ontwerp*
Oorspronkelijk werd in Frankrijk het principe van 'vertrekgrote'-elementen gevolgd, waarbij de aansluiting der wanden en vloeren samenvalt met de begrenzing der diverse vertrekken.
Aldus ontstond een dozenbouw met vierzijdig opgelegde vloerelementen (met ook vloerdragende gevels).
Bij de Nederlandse ontwikkeling zijn alleen de dwarswanden vloerdragend. Hierbij bestaat een beuk in de diepterichting der woning (tussen de gevels) uit meer vloerplaten welke niet met de vertrekbegrenzingen behoeven samen te vallen. De plattegronden dienen op het modulaire maatstramien van 30 cm (met een eventuele tussenverdeling op 15 cm) gebaseerd te zijn.
De maximaal mogelijke vrije overspanning is 4,50 m.

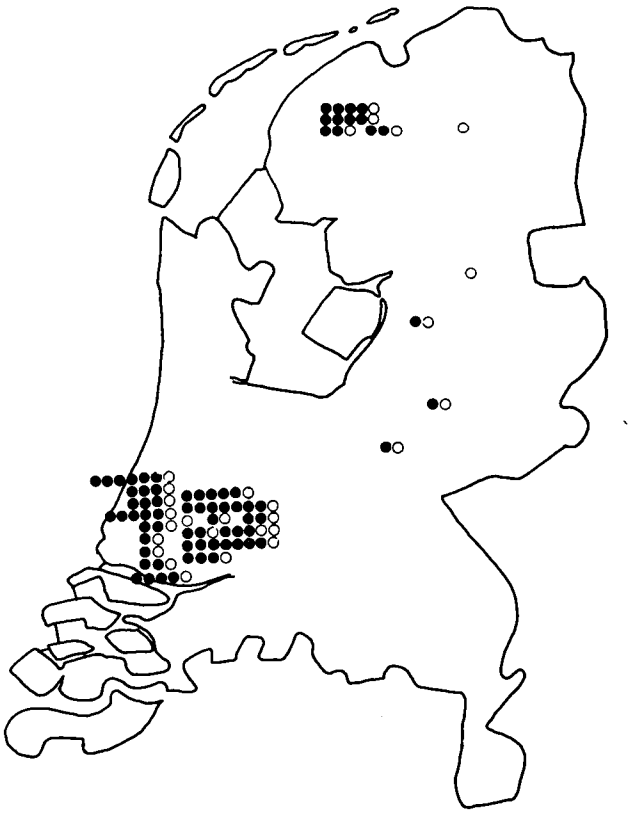
9 Literatuur

Neduco Industriële Woningbouw N.V. *Galerijwoningen G26*, Helden-Beringe, 1965.
Industriële bouw Dura-Coignet. Rotterdam, z.j.
Baar, G. A. M. Industriële woningbouw volgens het systeem Dura-Coignet. *Beton*, 27-1-1961, p. 1-7.
Groosman, E. F. Industriële bouw Dura-Coignet, *Bouw* 1960, *15*, p. 670–676.
Fougea, E. *La Fabrication en Usine des Bâtiments d'Habitation*. Paris, z.j.
Exposé de M. Fougea. *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, nos 91–92 juillet-août 1955, p. 720–737.
Stichting Ratiobouw. *Rapport inzake het systeem Dura-Coignet*. Rotterdam, 1957.
Dura's Aannemingsmaatschappij N.V. Utiliteitsbouw, *Verenigde Dura-bedrijven N.V.* z. pl., z.j.
Dura-Coignet gaat het hogerop zoeken, *Het Vrije Volk*, 16 juli 1966.
Diamant, R. M. E. *Industrialised Building, 50 International methods*. Londen, 1964, p. 45–48.
Ontwikkelingsbureau voor Industriële Bouw volgens methode Coignet. *Industriële Bouw*. Rotterdam, 1962.
Dura-Coignet N.V. *Industriële bouw Dura-Coignet*. Rotterdam, z.j.
Dura. *Systeem 'Coignet' geïndustrialiseerde woningproduktie*. z.pl., z.j.
Deeson, A. F. L. *The comprehensive industrialised building systems annual*. Londen, 1965, p. 52.
Dura-Coignet in Zaandam. *Industrieel Bouwen, 1*, 1964, nr. 2, p. 89.
Neduco-woningen volgens Coignet-systeem. *Industrieel Bouwen, 3*, 1966, nr. 6, p. 50–53.
Baar, G. A. M. Systeem Dura-Coignet. *Cement, 13*, 1961, nr. 4, p. 212–215.

12.7 Elementum N.V. – Larsen & Nielsen

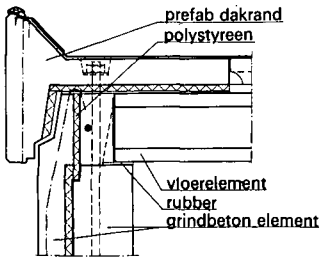
Promotor: Industriële Bouwmaatschappij Elementum N.V.,
Industrieweg 22, Maassluis.
Tel. (01899) 36 11.

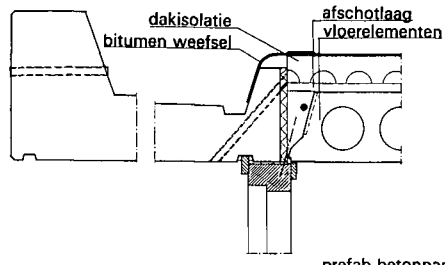
Bouwkeur: In concept gereed.

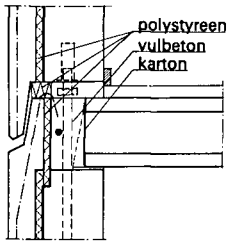


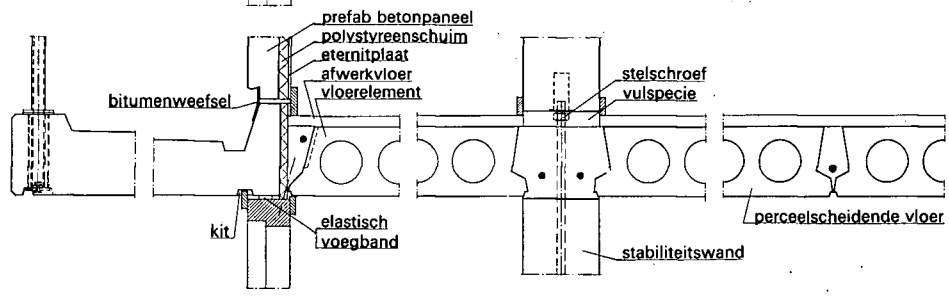
Voorbeeldproject

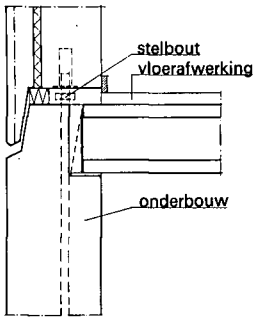
108 galerijflats (woningwet) te Maassluis.
Opdrachtgever: gemeente Maassluis.
Architect: Industriële Bouwmaatschappij Elementum N.V.
Uitvoerend bouwbedrijf: Industriële Bouwmaatschappij Elementum N.V.

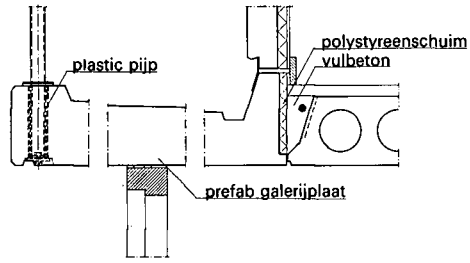

prefab dakrand
polystyreen
vloerelement
rubber
grindbeton element

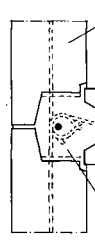

dakisolatie
bitumen weefsel
afschotlaag
vloerelementen

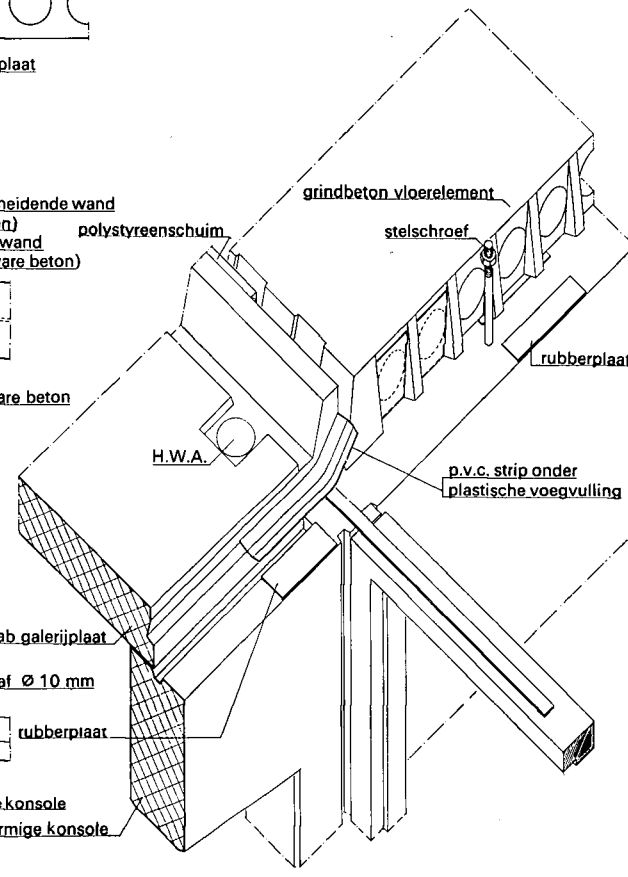

polystyreen
vulbeton
karton

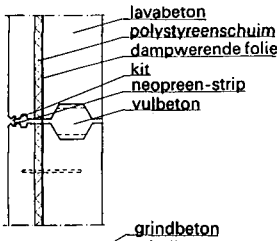

prefab betonpaneel
polystyreenschuim
eternitplaat
afwerkvloer
vloerelement
bitumenweefsel
stelschroef
vulspecie
kit
elastisch
voegband
perceelscheidende vloer
stabiliteitswand

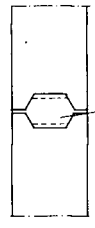

stelbout
vloerafwerking
onderbouw

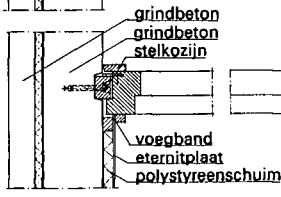

plastic pijp
polystyreenschuim
vulbeton
prefab galerijplaat

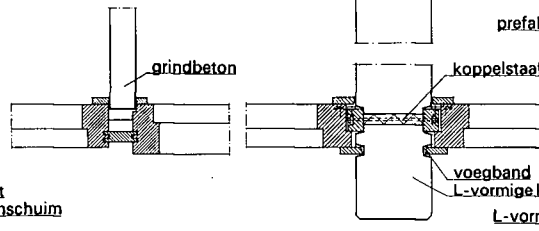

woningscheidende wand
(grindbeton)
stabiliteitswand
(middelzware beton)
vulbeton
middelzware beton

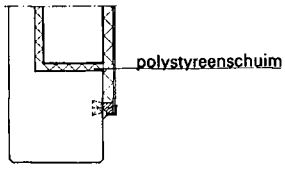

grindbeton vloerelement
polystyreenschuim
stelschroef
rubberplaat
H.W.A.
p.v.c. strip onder
plastische voegvulling
prefab galerijplaat

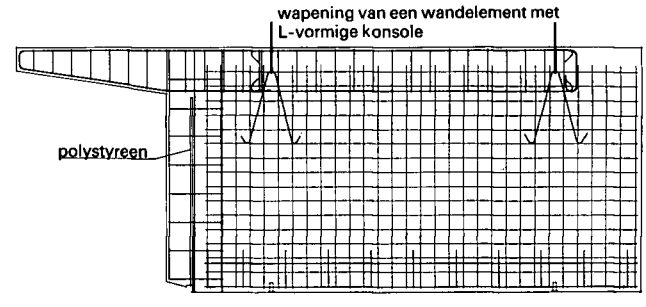

lavabeton
polystyreenschuim
dampwerende folie
kit
neopreen-strip
vulbeton

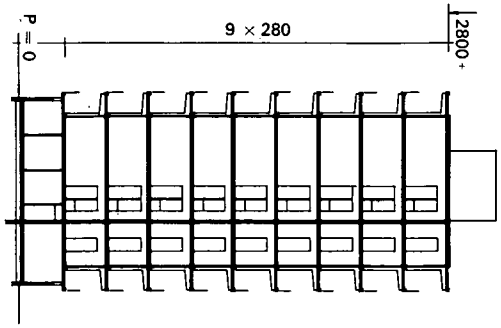

vulbeton

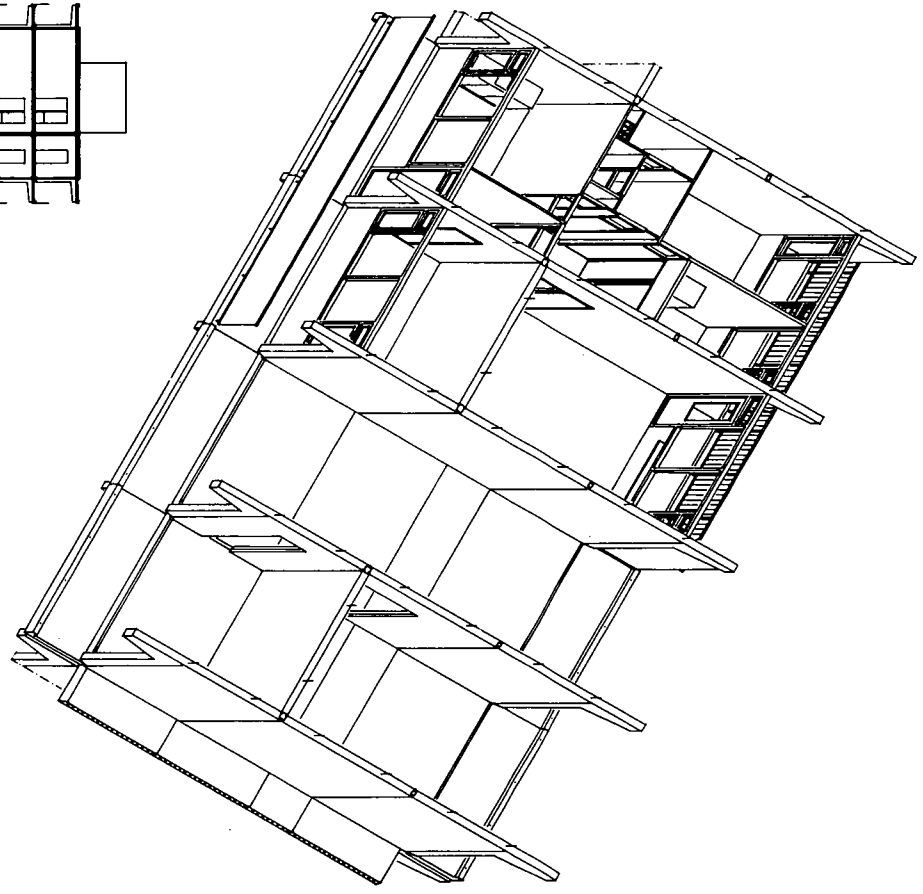

grindbeton
grindbeton
stelkozijn
voegband
eternitplaat
polystyreenschuim

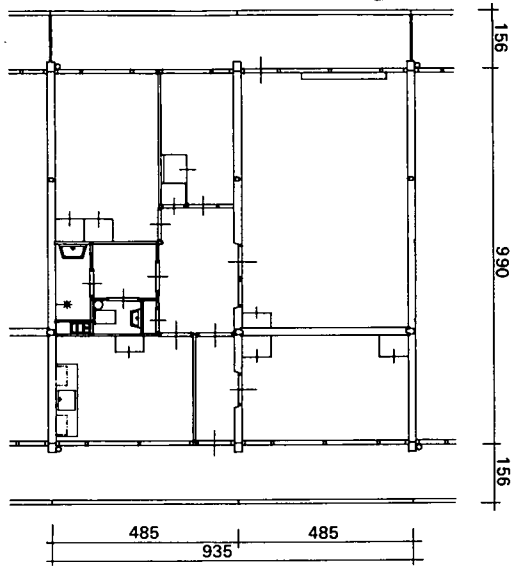

grindbeton
koppelstaaf Ø 10 mm
rubberplaat
voegband
L-vormige konsole
L-vormige konsole

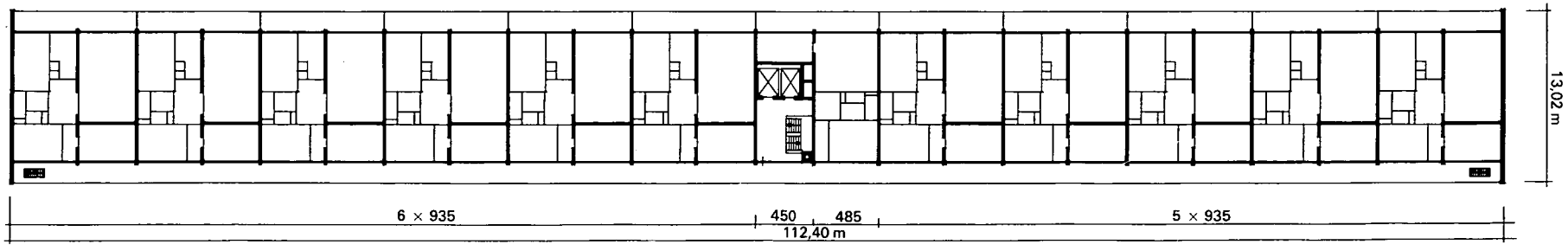

polystyreenschuim


wapening van een wandelement met
L-vormige konsole
polystyreen


P = 0
9 × 280
2800




156
990
156
485
485
935


13,02 m
6 × 935
450
485
5 × 935
112,40 m

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor laag-, middelhoog- en hoogbouw, waarbij verdiepinghoge en zo mogelijk kamerbrede draagwandelementen, vertrekbrede vloeren en verdiepinghoge separatiewanden, alle uit grindbeton of middelzware beton, en voorts houten montagekozijnen boven betonnen borstweringen voor het samenstellen van de langsgevels, in het werk met een kraan worden gemonteerd.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De wandelementen, die de dragende wanden vormen, bestaan uit middelzware of grindbeton. Voor de aansluiting op langsgevels zijn zij bij het kopvlak uitgevoerd met een aangestorte kolom van gewapend grindbeton. Bij de aansluiting op de langsgevel en galerij wordt voor de isolatie gebruik gemaakt van polystyreenschuimplaat of gelijkwaardig materiaal. Koppelingen komen tot stand door doorgaande wapeningsstaven.

2.1.2 *Gevels*

De langsgevels worden samengesteld uit houten montagepuien en sandwich-borstweringelementen.
Bij de eindgevel-elementen zijn de betonnen binnen- en buitenplaat gescheiden door polystyreenschuimplaat met dampwerende folie. De elementen zijn onderling gekoppeld door roestvrij-stalen haarspeldvormige ankers h.o.h. maximaal 100 cm.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

De niet-dragende wanden bestaan uit grindbeton van 7 cm dikte en worden door middel van bouten aan elkaar verbonden.

2.1.4 *Vloeren*

De grindbetonnen vloerelementen zijn vervaardigd conform het geldig modelblad behorende bij het systeem.
De elementen, die 18 cm dik zijn, zijn voorzien van ronde holten.

2.2 *Fabricage*

2.2.1 *Fabriek te Maassluis*

De fabricage van de elementen vindt plaats in een overdekte fabrieksruimte bestaande uit een viertal produktiehallen van elk 16 × 64 m en een produktiebaan in de open ruimte van 16 × 60 m.

Naast de fabrieksruimten bevinden zich ruimten voor C.V., menginstallatie, laboratorium, vlechter, onderhoudsdienst en de diverse magazijndiensten.

Buiten de fabriek bevinden zich de opslagplaatsen voor grondstoffen, gerede produkten en wapeningsnetten, en de reserveruimten.

Het produktieproces vindt plaats in een dagcyclus. De produktieruimte wordt 's nachts opgewarmd tot circa 23° C. Een verharding van ongeveer 18 uur is dan voldoende.

Grondstoffen en menginstallatie
De grondstoffen zand, grind en lava worden per schip aangevoerd en vervolgens per vrachtwagen naar de grondstoffenbunkers getransporteerd. Via trilgoten, transportbanden en een elevator wordt het benodigde materiaal afgevoerd naar de menginstallatie.

Cement wordt als bulkcement per trein aangevoerd, uit de bulkwagen geperst naar een torensilo vanwaaruit cement wordt betrokken voor de betonbereiding.

De menginstallatie bevat een semi-automatische installatie met 2 tegenstroommengers van ieder 750 liter droge stof. De capaciteit is voldoende voor 4 woningen per dag en levert maximaal 170–180 m³.

De specie wordt afgevoerd naar de diverse stortplaatsen met kubelwagens van 1,3 m³ inhoud.

Produktiehal 1
In deze hal zijn de bekistingen van gevels, trappen en vuilstortkokers stationair opgesteld. De gevels worden horizontaal vervaardigd. De bekistingen zijn voorzien van een draaiconstructie voor het verticaal stellen van het element.
Er is bovendien een rollenbaan voor de balkon- en galerijbekistingen. De bekistingen worden door een 10-tons bovenloopkraan van de stapelplaatsen genomen en op de rollenbaan geplaatst.

In de baan zijn de bewerkingsstations zoals ontkisten, uitnemen element, schoonmaken en oliën, montage, wapening stellen, controle, storten en trillen en 3 × afwerken, opgenomen.

Na afwerking worden de bekistingen weer met de kraan op de stapelplaatsen neergezet.

Produktiehallen 2 en 3
In de hallen 2 en 3 worden de wanden vervaardigd en de elementen, zo nodig, bijgewerkt. Tien batterijbekistingen staan hier 5 aan 5 opgesteld. Iedere batterij bevat een aantal cellen, en afhankelijk van de lengte van de elementen kunnen er een, twee of zelfs drie elementen per cel gemaakt worden.

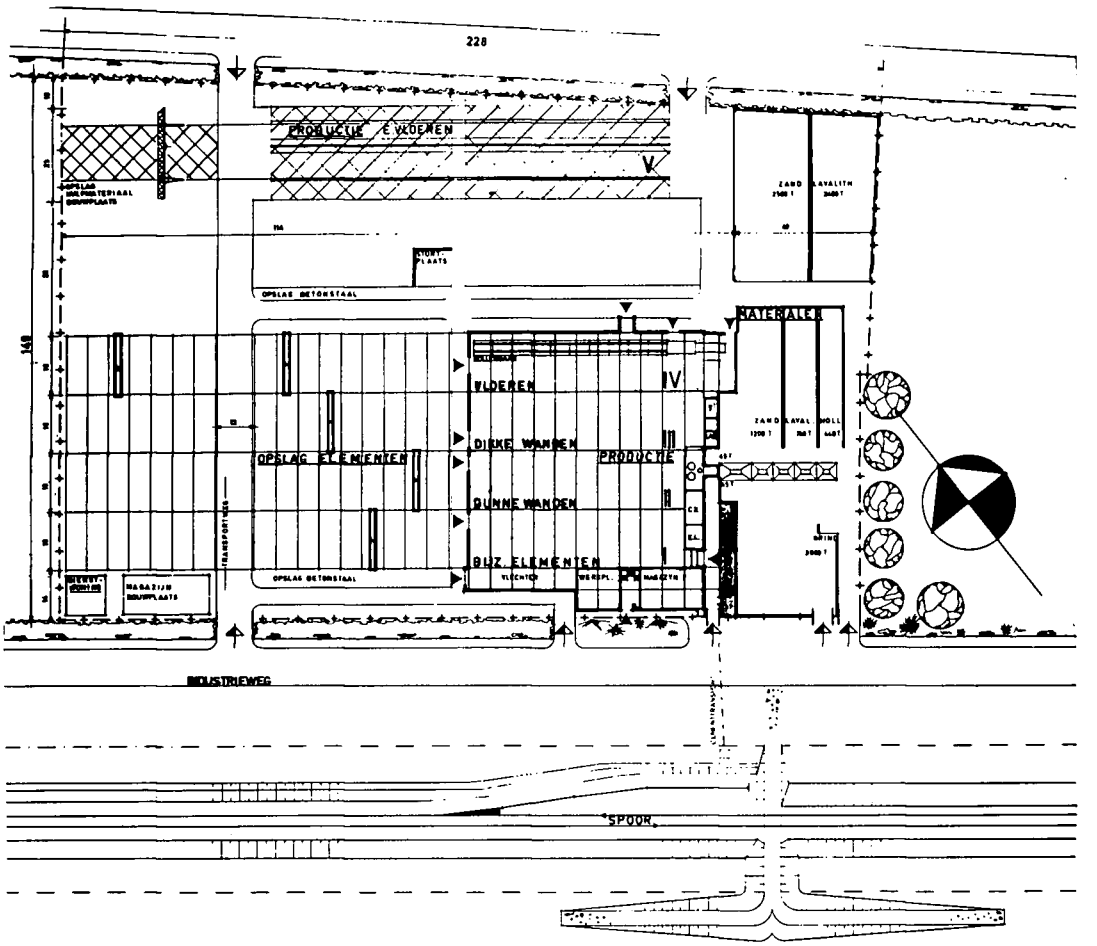
De voordelen van dit type bekisting zijn volgens de promotor:
1 beide zijden van het element zijn vlak
2 de wand is overal even dik
3 geen afwerklaag welke zachter is dan het beton, dus geen handwerk aan één zijde
4 minder arbeidsintensief t.o.v. horizontale bekistingen
5 flexibel en gemakkelijk aan te passen aan nieuw type elementen
6 geen toepassing van kantelmachines e.d.

In beide hallen is een 7,5-tons bovenloopkraan geïnstalleerd, die gebruikt wordt voor het uitnemen van het ontkiste element, het transport ervan en het storten van de beton.

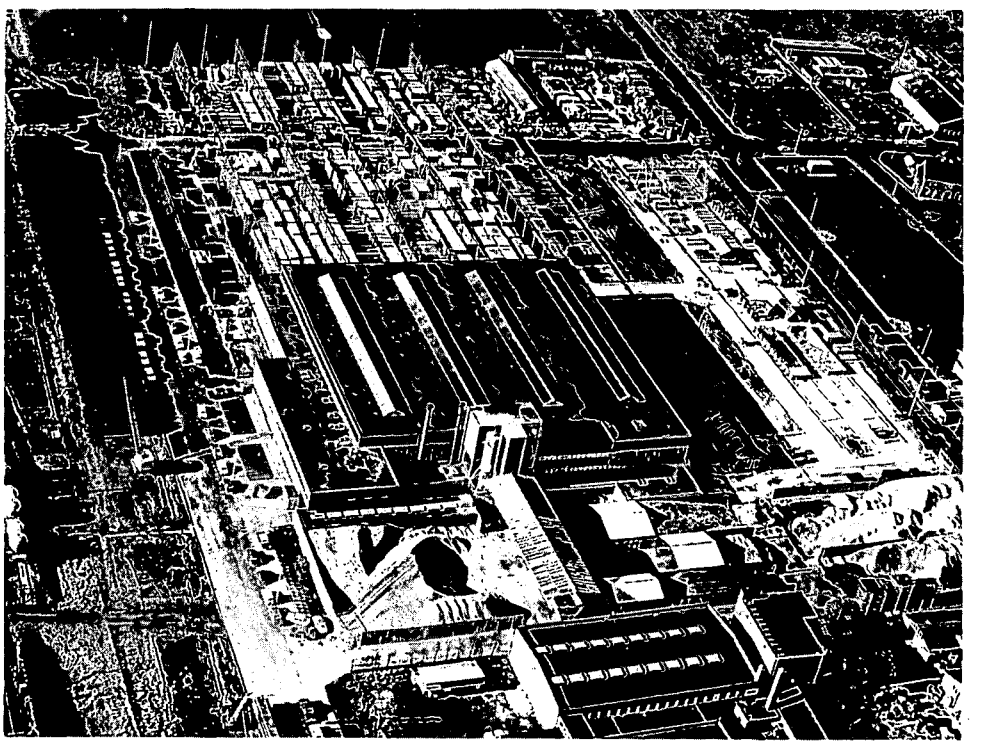
Het beton wordt laagsgewijze gestort en door middel van trilnaalden verdicht.

Produktiehal 4
In deze hal vindt de produktie van vloeren, dakplaten en borstweringen plaats. Hiervoor is een produktiebaan geïnstalleerd, die bestaat uit een rollenbaan met 9 stations voor de navolgende bewerkingen: plaatsen bekisting, ontkisten, element opnemen, reinigen, oliën + afpoetsen, montage, plaatsen wapening, diversen en controle.

Het tiende station bevat de stortplaats en de trilapparatuur. Tevens zijn daarbij een transportketting, met hefinstallatie, een pijpentrekmachine en een betonstortmachine opgesteld. Twee



12.7.1 Fabriekscomplex te Maassluis



12.7.2 Overzicht over de fabriek te Maassluis (foto : Lemcke, Rotterdam)

10-tons kranen verzorgen het transport van mallen en elementen.

Produktiehal 5
Hier worden de vloeren voor de beganegrond geproduceerd. Ook kunnen hier speciale elementen voor allerlei doeleinden worden vervaardigd.

Opslag
De elementenopslag sluit aan op de hallen 1 t/m 4 en is voorzien van bovenloopkranen van elk circa 7,5 ton.
De totale opslagcapaciteit bedraagt ongeveer 120 woningen.

2.2.2 *Fabriek te Kootstertille*
De fabriek te Kootstertille, die van jongere datum is dan de fabriek in Maassluis, bevat 2 produktiehallen, met daarnaast ruimten voor de toeleveringsafdelingen en een schilderloods voor de afwerking van de buiten- en binnenpuien.

Produktiehal 1
Hierin produceert men de vloeren en de balkons. De mallen worden op een produktiebaan bewerkt in de opeenvolgende stations. Het eindstadium bevat een menginstallatie met stortband, een pijpentrekmachine en een triltafel.

Afwerking van de balkons vindt plaats op een zijlijn. De bekistingen worden gestapeld op een stapelwagen en vervolgens in een droogkamer gereden.
Deze droogkamer wordt 's avonds gesloten en opgewarmd, waarbij de natuurlijke verharding versneld wordt, zodat de mal na 16 uur kan worden gelost.

Produktiehal 2
Hierin zijn de mallen voor wanden, gevels e.d. geplaatst, waarbij eenzelfde produktiewijze als in hal 1 wordt gevolgd. Voor de afwerking van de gestorte elementen is een aparte lijn aanwezig.

2.3 *Uitvoering*
De wanden en de eindgevelelementen worden op hoogte gesteld door in de ondergelegen constructie ingestorte hijs-/stelbouten en de daarmede corresponderende stalen uitsparingen in de onderzijde van de te monteren elementen.

Na het nastellen en het zuiver uitloden van de wanden en het waterpassen van de vloeren worden de ondergelegen voegen met specie volgekauwd en mechanisch verdicht.

Na verharding van de voegspecie worden de stelmoeren op de stelbouten losgedraaid, waarna de uitsparing wordt volgezet.

De scheidingswanden worden door wigconstructies zodanig op hoogte gesteld, dat deze niet-dragend zijn.

De onderliggende voegen worden eveneens volgezet en verdicht. De wigconstructies worden na verharding verwijderd.

Stabiliteitswanden worden aan de dragende dwarswanden gekoppeld door haakankers en koppelstaven.

Houten montagepuien en sandwichvormige borstweringelementen worden op stalen stelconstructies gesteld op de opstand van de galerij- of balkonplaat. De onderdorpels van de kozijnen worden met stalen doken gefixeerd op de borstweringen.

Elastisch voegband, kitmateriaal, voegspecie en loodslabben worden aangebracht voor de waterdichtheid.
De buitenpuien worden aan de dwarswanden gekoppeld door met bouten verankerde houten stellatten en stalen strippen. De bovendorpels worden door middel van zware pennen verankerd in de horizontale voegnaad.

De vloerelementen worden via stroken hardboard, rubber of kurk opgelegd op de dragende wanden. In de dwars- en langsvoegen worden wapeningsstaven aangebracht en vervolgens, te zamen met de kolommen, tussen de wanden aaneengestort met beton welke door middel van trilapparatuur wordt verdicht. De kanalen in de vloerplaten worden met karton afgedicht. De vloeren worden, waar nodig, gedilateerd, door middel van een strook polystyreenschuimplaat.

2.4 *Materialen*
De maximale afmetingen van de wandelementen zijn 430 × 259 × 20 cm. Het maximale gewicht van de vloer- en wandelementen is 5 ton. De tolerantie is 2 mm.

2.5 *Afwerking*
De wandelementen zijn zodanig afgewerkt dat deze na het bijwerken van voegen en sparingen op de normale wijze kunnen worden afgewerkt.

De vloerelementen worden waar nodig voorzien van een voldoend isolerende afwerklaag.

De dakvloer wordt afgewerkt met een geventileerde dakisolatie van 7 of 9 cm vlasvezelkanalenplaat met een volumegewicht van circa 500 kg/m³, op een afschotlaag dan wel een andere goedgekeurde dakisolatie met een minimale warmteweerstand van 0,55 of 0,75 m²h°C/kcal, een bitumineuze dakbedekking en een veelal ingewalste grindlaag.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Geen gegevens beschikbaar.

3.2 *Geluidwering*
Voor de isolatie van het contactgeluid wordt op de vloer van de gevoelige ruimte een laag van 2 mm kurkment aangebracht.
Overigens: geen gegevens beschikbaar.

3.3 *Diversen*
In de galerijflats die sinds 1966 worden gebouwd bedraagt de gemiddelde grootte der betonelementen 7,2 m², het gemiddelde gewicht is 2,3 ton.
Het aantal elementen van deze woning bedraagt, inclusief galerij- en balkonplaten, 36 stuks.

Het grindbeton is niet spijkerbaar. Het middelzware beton is voldoende spijkerbaar en spijkervast.

4 Materieel en hulpmaterieel

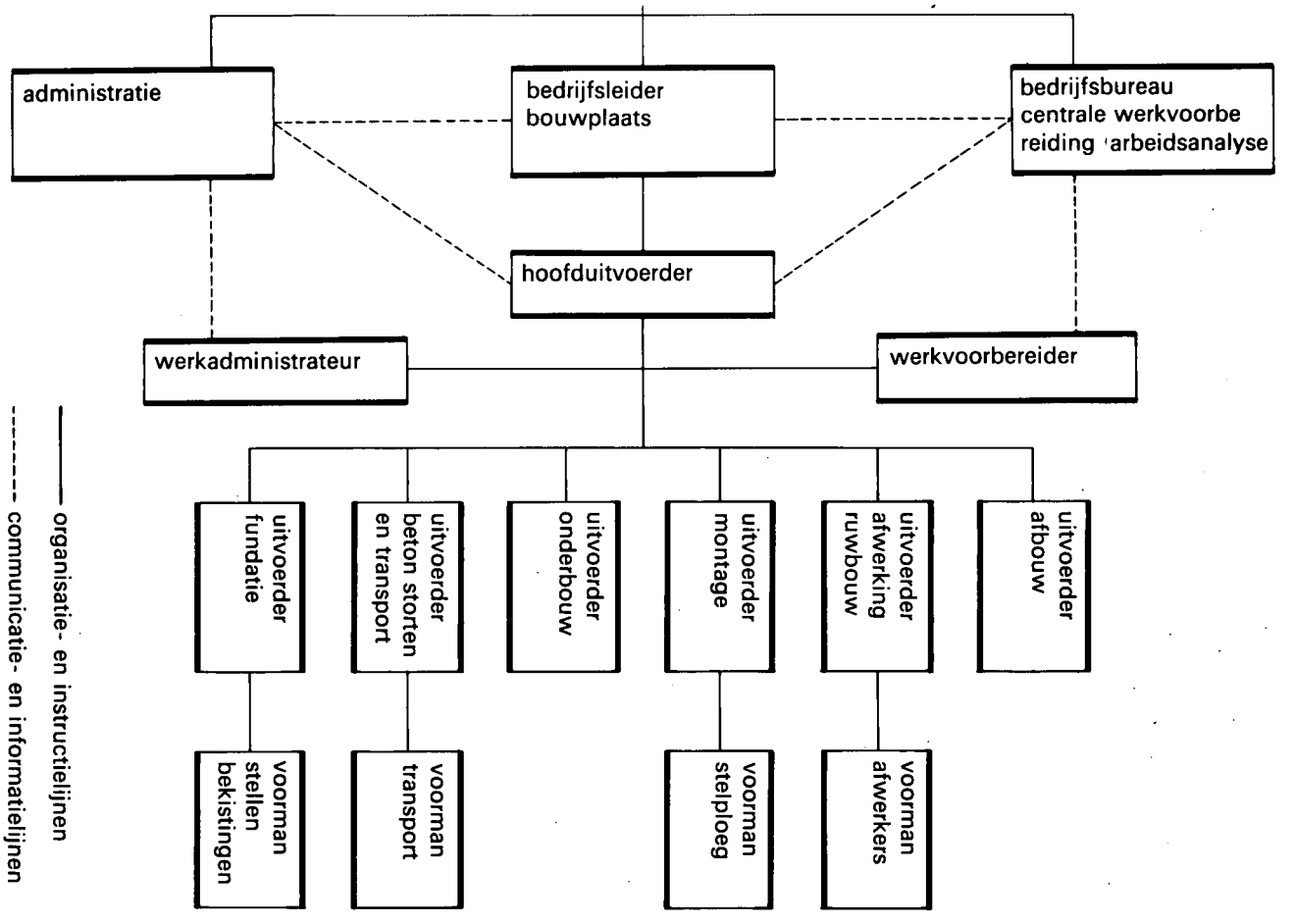
4.1 *Bij de fabricage*
De fabricage van betonnen elementen vindt plaats in de fabriek van Elementum N.V. te Maassluis (terrein: 32100 m²) en in de fabriek van de N.V. Nederlandse Bouwelementen Industrie te Kootstertille (terrein: 18000 m²).

De schilderfabriek in Warmond levert de buitenpuien compleet afgeschilderd, beglaasd, en voorzien van al het hang- en sluitwerk.

Het in de fabriek te Maassluis geïnvesteerde bedrag bedroeg aanvang 1961 rond 3 miljoen gulden bij een capaciteit van 2 woningen per dag. Na de uitbreidingen in 1963/1964 en het overschakelen op nieuwe produktiemethoden in 1967 bedroeg het totale geïnvesteerde bedrag rond 5 miljoen gulden.

Tabel 1 Kenmerken elementen Elementum

toepassing	*elementtypen*	*dikte in cm*	*maximum overbreedte in cm*	*hoogte, overspanning*		*beton*	*wapening*
dragende wanden	massief, homogeen	20	750	verdieping hoog	I of II	I grindbeton K 300 voor binnenwanden, eventueel met minimaal cementgehalte van 275 kg/m³	enkel bouwstaalnet Ø 4-15 van staal min. QRn 40
stabiliteitswanden	idem	8 tot 20	500	idem	I of II	II middelzware beton met – samenstelling in	idem
buitenwanden dragend	sandwichvormig binnenplaat 16 cm polystyreenschuim 2 cm + dampwerende folie buitenplaat 7 cm	25	500	idem	I of II I	volumedelen 1 cement; 2-3 zand : 4-5 schuimlava o.d. – volumegewicht na droging tot constant gewicht 1600-1800 kg/m³, voor dragende wanden	idem – idem – doch met afm. Ø 4-10
binnenwanden, niet-dragend	massief, homogeen	7	500	idem	I of II	ten minste 1800 kg/m³ – kubusdruksterkte min. 100 kg/cm²	– idem – doch met afm. Ø 4-30 of randwapening min. Ø 6
vloeren, inclusief dakvloer	met ronde holten	18	Grindbeton, wapening en overige afmetingen conform geldig modelblad behorende bij het systeem.				



4.2 *Bij het transport*
Het transport vindt plaats met trucks (17 ton draagvermogen), aanhangers-diepladers en vlakladers (19 ton).

De aanhanger-diepladers zijn voorzien van een speciaal ontworpen frameconstructie waarin de 20 cm dikke draagwanden, kopgevelelementen en lange scheidingswanden verticaal vervoerd kunnen worden.

De vloerelementen alsmede galerij- en balkonplaten worden horizontaal vervoerd. De houten buitenpuien worden per 6 woningen tegelijk aangevoerd in containers.

Het gewicht aan betonnen elementen bedraagt per woning circa 84 ton. Een transportafstand van meer dan 100 km is economisch verantwoord volgens de promotor.

De fabriek te Kootstertille heeft verzorgingsflats gebouwd, o.a. in Apeldoorn en Ede (circa 130 km).

4.3 *Bij de montage*
Voor het monteren van de betonelementen, puien e.d. maakt men gebruik van 1 torenkraan per bouwlijn (produktiecapaciteit bouwlijn circa 2 won./dag). Kraancapaciteit 90 tonmeter; merk: Peiner.

Bij de afbouw past men liften toe voor het verticale transport, waarbij in principe containers toegepast worden. De kasten en kozijnen worden bijv. bij de leveranciers in containers verpakt, en pas in de woningen uitgepakt en direct gemonteerd.

Voor het horizontale transport worden tractoren en aanhangers ingezet. Voor funderingen en onderhuizen past men een systeembekisting toe.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
De bouwplaats is volgens het schema georganiseerd.
De gemiddelde bezetting inclusief onderaannemers bedraagt circa 25 man per dag over de totale duur van het werk. De samenstelling van de ploegen wordt bepaald door de aard van de bouwfase.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Voor de fabricage van de elementen rekent men op circa 190 manuren per woning inclusief toezicht, transport en niet-produktieve uren als corveedienst- en magazijnuren.

5.2.2 *Op het werk*
Omtrent het aantal manuren dat op de bouwplaatsen wordt besteed geeft het door Elementum N.V. opgestelde rapport nacalculatie manuren dat betrekking heeft op een deelorder van een opdracht van 2500 woningen enig inzicht. Het aantal manuren per woning op deze bouwplaats bedraagt circa 510, exclusief de niet-traditionele onderaannemers en exclusief de uren die bij onwerkbaar weer zijn doorgewerkt. De arbeidsbesparing bedraagt circa 67% t.o.v. de door de Centrale Directie gestelde normen.

De promotor beschikt over een gespecificeerde manurenberekening, maar gaf deze niet voor publikatie vrij.

5.3 *Verlet*
's Winters wordt normaal doorgewerkt, waarvoor hulpapparatuur beschikbaar is. Doordat de c.v.-installatie al voor de afbouw in bedrijf gesteld kan worden, is deze bouwfase weinig gevoelig voor lage temperaturen.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Het systeem dat van oorsprong (1951) Deens is (Larsen & Nielsen Constructor A.S., Kopenhagen), werd in 1956 in ons land geïntroduceerd.

De Industriële Bouwmaatschappij Elementum N.V. startte in 1961 met de bouw van woningblokken van 4 lagen op een onderhuis (2 woningen per dag). Van dit type werden tot en met 1966 circa 4000 woningen gebouwd. In 1964 werd de fabriek te Kootstertille geopend.
In hetzelfde jaar werd de produktie van de Maassluise fabriek verdubbeld tot vier woningen per dag.

De fabriek te Maassluis schakelde in 1967 over op hoogbouw met een nieuw woningontwerp, afgestemd op de 'Voorschriften en Wenken 1965'.

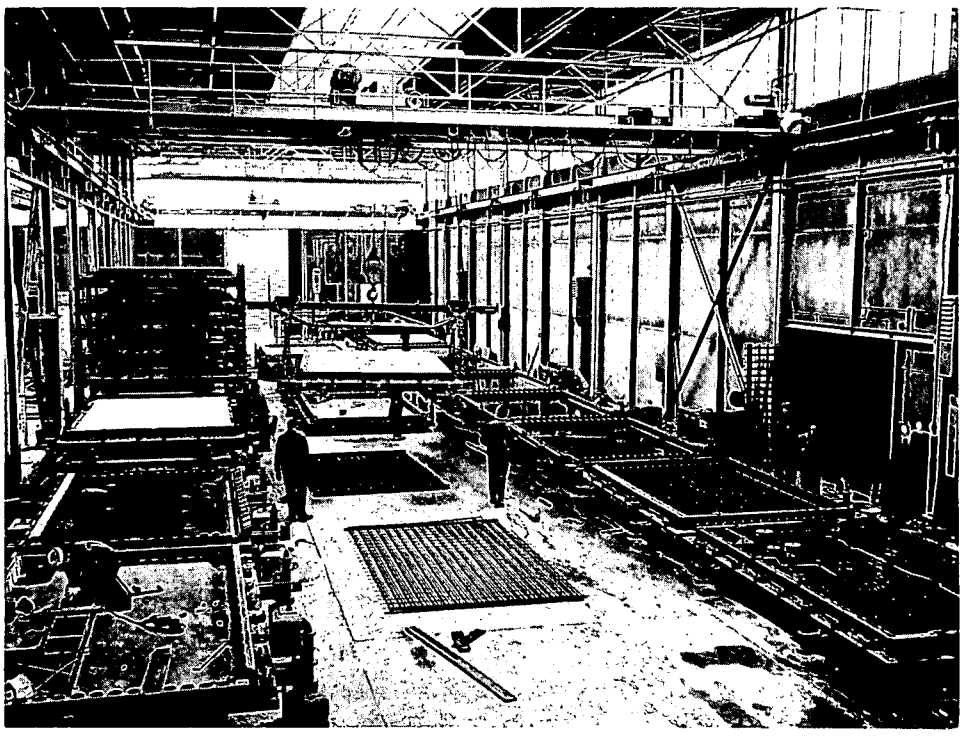
Een aantal data uit de historie van het systeem:

20 april	1961:	Opening fabriek door mr. J. van Aartsen, Minister van Volkshuisvesting en Bouwnijverheid. Directeur: ir. F. Brouwer. Aanvang produktie van de eerste opdracht: 1032 woningen te Vlaardingen en Maassluis.
december	1961:	Oplevering eerste woningblok te Vlaardingen in aanwezigheid van de Minister van Volkshuisvesting en Bouwnijverheid en talrijke genodigden.
juli	1963:	Oplevering laatste blok van het project van 720 woningen te Vlaardingen.
juli	1963:	Begin uitbreiding fabriek en geleidelijke overschakeling naar een produktie van vier woningen per dag.
oktober	1963:	Vervolgopdracht voor 2000 woningen voor de gemeenten Vlaardingen, Maassluis, Schiedam en Spijkenisse.
november	1963:	Oplevering winkelblok bestaande uit 24 winkels en 60 woningen te Vlaardingen.
februari	1964:	Licentieverlening in het noorden van ons land. Aanvang bouw fabriek te Kootstertille (initiatief: Noordnederlandse Bouwmaatschappij te Groningen).
april	1964:	Oplevering laatste blok van het project van 252 woningen te Maassluis.
juli	1964:	De woningen worden voorzien van centrale verwarming.
december	1964:	Opening fabriek te Kootstertille. Directeur: ir. T. H. Visser.
	1965:	Opdracht 873 woningen 4-hoog met uitwendige liftschachten en c.v.
	1966:	Opdracht 2500 woningen in hoogbouw.
	1966/67:	Wijziging van de wandproduktie door de installatie van 10 batterijen (te Maassluis).
oktober	1967:	Oplevering eerste hoogbouwblok te Maassluis (9-hoog op onderbouw).
juni	1968:	1e paal blokken 14 hoog.
augustus	1968:	Opdracht 220 premiewoningen te Vlaardingen, waarbij een torenflatgebouw.
augustus	1968:	Opdracht voor de bouw van een clubhuis en een tribune te Den Haag.
oktober	1968:	Opdracht voor de bouw van een tribune te Den Haag-Noord.

Het systeem Larsen-Nielsen, waarvan de hoofdfabriek (40.000 m²) te Glostrup (Kopenhagen) staat, heeft thans licenties in Noorwegen, Zweden, Denemarken, Duitsland, Oostenrijk, Zwitserland, Engeland, Argentinië, Libyë, Turkije, Nederland en Hongarije.



12.7.3 Batterij-bekisting ; een aantal wanden wordt gelost
(foto : Kroeze, Rotterdam)



12.7.4 De vloerenproduktie
(foto : Kroeze, Rotterdam)

De totale produktie in dit systeem is circa 25.000 woningen per jaar.

6.2 *Produktie-omvang*
Men heeft in de woningwetsector geproduceerd. Thans worden ook projecten in de premiesector gerealiseerd, terwijl ook buiten de woningsector bouwwerken op het programma staan.

Naar type bedroeg de produktie van de fabriek te Maassluis:

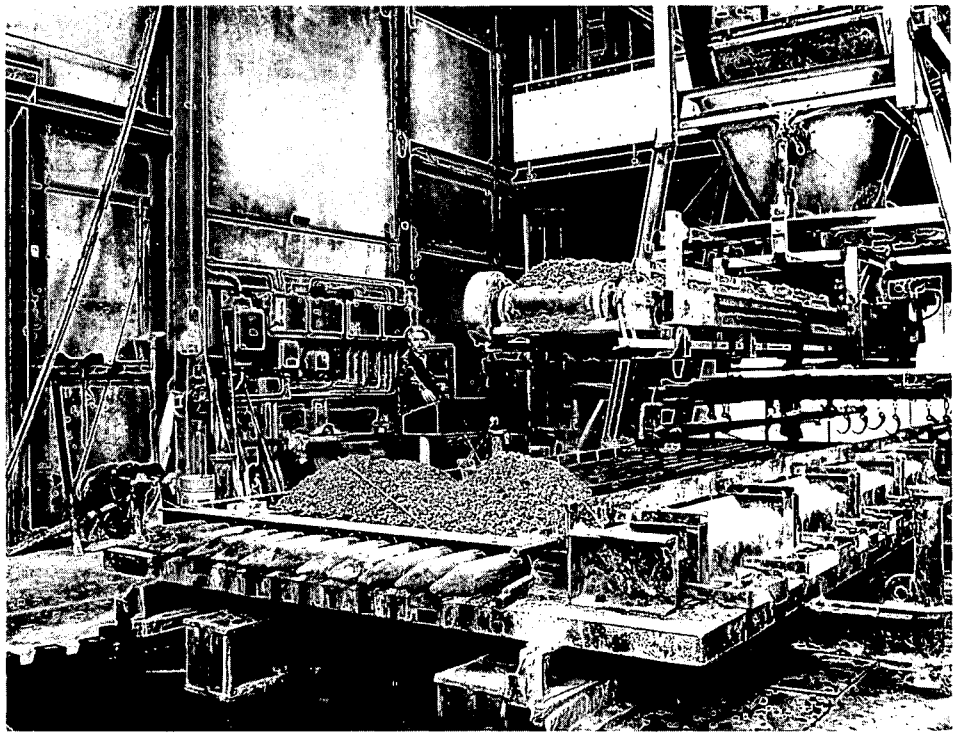
	type 1	*type 2*	*type 3*	*type 4 (hoog)*	*totaal*
1961	281	–	–	–	281
1962	470	–	–	–	470
1963	281	52	–	–	333
1964	–	783	–	–	783
1965	–	961	–	–	961
1966	–	184	774	3	961
1967	–	–	99	778	877
1968	–	–	–	976	976
totaal	1032	1980	873	1757	5642

Sinds 1960 zijn de volgende aantallen woningen opgeleverd.

	aantal opgeleverde woningen	
per	*voorafgaande jaar*	*totaal*
1-1-1960	0	0
1-1-1961	0	0
1-1-1962	45	45
1-1-1963	441	486
1-1-1964	402	888
1-1-1965	432	1320
1-1-1966	999	2319
1-1-1967	1125	3444
1-1-1968	1339	4783
gemiddeld in de laatste 3 jaren	1154	

De volgende projecten zijn of worden in het systeem-Larsen & Nielsen gerealiseerd:

gemeente	*aantal en soort woningen*		*architect*	*uitvoerend bouwbedrijf*	*finan-cierings-sector*	*datum*
Maassluis	252	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30- 1-'60
Vlaardingen	756	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30- 1-'60
Vlaardingen	24	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30- 1-'61
Vlaardingen	288	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30- 9-'63
Maassluis	162	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30-12-'63
Maassluis	162	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30-12-'63
Vlaardingen	288	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30-12-'63
Maassluis	297	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30- 8-'64
Spijkenisse	432	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30-11-'64
Schiedam	351	galerij, 4 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30- 1-'65
Maassluis	540	galerij, 4 woonlagen (met lift)	Gemeente	Elementum	w.w.	30-10-'65
Maassluis	333	galerij, 4 woonlagen (met lift)	Gemeente	Elementum	w.w.	31- 5-'66
Maassluis	324	galerij, 9 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	
Schiedam	572	galerij, 9/10 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30- 9-'66
Vlaardingen	140	galerij, 10 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30- 9-'66
Maassluis	604	galerij, 9/10 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30- 6-'67
Vlaardingen	725	galerij, 5/7/10/14 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	30-10-'64
Vlaardingen	130	galerij, 13 woonlagen	Gemeente	Elementum	w.w.	
Leeuwarden	486	galerij, 7 woonlagen	Gemeente en NBI	N.B.I.	w.w.	30- 3-'66
Drachten	266	serviceflat, 9 woonlagen	Gemeente en NBI	N.B.I.	w.w.	30- 9-'66
Apeldoorn	137	serviceflat	Berghoff Akkermans	N.B.I. en Cats	v.s.	30- 1-'67 30- 5-'67
Leeuwarden II	438	galerij, 12 woonlagen	Gemeente en NBI	N.B.I.	w.w.	30- 8-'67
Ede	129	serviceflat	Stiensma	N.B.I. en Bowas N.V.	v.s.	
Epe	112	serviceflat	Kristen en Van Wijngaarden	N.B.I. en Cats	v.s.	
Vlaardingen	220	galerij, 4 woonlagen torenflat, 14 woonlagen	Gemeente	Elementum	pr.	
Leeuwarden III	240		Bonnema	N.B.I.	w.w.	
Norg	70		Barkhuis	N.B.I.	v.s.	
Ommen	96		N.B.I.	N.B.I.	v.s.	



12.7.5 Het beton van een vloerelement wordt gestort
(foto : Stuvel, Voorburg)



12.7.6 Het transport van een halve woning
(foto : Stuvel, Voorburg)

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit van de fabriek te Maassluis is 4 woningen per dag (= 1000 per jaar) ; de montagecapaciteit is eveneens 4 woningen per dag ; die van de fabriek te Kootstertille is inmiddels 3 woningen per dag (= 705 per jaar).

Per jaar kunnen dus circa 1800 woningen in het systeem Elementum-Larsen & Nielsen worden opgeleverd.

Na het gereed komen van de onderhuizen duurt de montage van een blok van 108 woningen 11 weken. De fasen afwerken en afbouw vangen reeds tijdens de montageperiode aan. De afbouwperiode eindigt eveneens 11 weken na het einde van de montage, waarna oplevering plaatsvindt.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang wordt een aantal van 300 woningen opgegeven. Als het ontwerp zich ertoe leent, is dit aantal ook als minimale seriegrootte te hanteren.

De N.V. N.B.I. geeft als minimale bouwplaatsomvang voor eengezinshuizen een aantal van 50 woningen op.

6.5 *Ontwikkelingen*
Verdere uitbreiding van de produktie te Maassluis wordt overwogen, zodra de markt dit toelaat. Een verdere vergroting van de flexibiliteit van het systeem staat op het programma (samenwerking met de S.A.R.).

7 Organisatiestructuur

De Industriële Bouwmaatschappij Elementum N.V., welke de licentierechten voor het systeem voor Nederland bezit, is een dochteronderneming van Nationaal Grondbezit N.V., te 's-Gravenhage.

Tot dit concern behoren o.a. Panagro N.V. Aannemersbedrijf en Padox N.V. Timmerfabrieken. De N.V. N.B.I. is sub-licentiehoudster voor het systeem-Larsen & Nielsen.

De Industriële Bouwmaatschappijen realiseren de gehele uitvoering, waarbij met de toeleveringsbedrijven een vaste relatie bestaat.

Bij de voorbereiding van de projecten wordt met opdrachtgevers en architecten nauw samengewerkt. De eigen tekenafdeling verzorgt alle technische aspecten, het eigen bedrijfsbureau alle punten van planning en rationalisatie. De architecten werken veelal in opdracht van Elementum N.V.

Daarnaast bestaat samenwerking met de Stichting Architecten Research t.b.v. de verdere projectontwikkelingen. Er worden voorts technische adviezen ingewonnen c.q. proeven uitgevoerd bij T.N.O.

Voor de fabricage van de bouwelementen bezitten zowel Elementum N.V. als de N.B.I. N.V. eigen betonfabrieken.

Voor de toelevering van de inbouwdelen en speciale bouwelementen, zoals kasten en keuken e.d., bestaan vaste relaties met leveranciers en fabrikanten.

Het transport is aan derden opgedragen. De organisatie van de transporten berust bij Elementum N.V.

De uitvoering zowel op de fabriek als op de bouwplaatsen wordt geheel door de industriële bouwmaatschappijen verzorgd. Voor de speciale werkzaamheden worden veelal vaste onderaannemers ingeschakeld.

De financiering vindt plaats vanuit het concern Nationaal Grondbezit, voor zover het de Industriële Bouwmaatschappij Elementum N.V. betreft. De N.B.I. heeft een eigen financiering.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Men bezit een grote ervaring op het gebied van het industrieel bouwen, doordat het systeem Larsen & Nielsen Kopenhagen in vele landen is geïntroduceerd. Doordat meer dan 22 licentiehouders duizenden woningen per jaar produceren, is het systeem een schat van ervaringen en gegevens rijk.

Meermalen per jaar worden zowel technische als bedrijfseconomische bijeenkomsten gehouden waarbij alle licentiehouders zijn vertegenwoordigd, het geheel onder auspiciën van Larsen & Nielsen. Voorts vindt ieder anderhalf jaar een Algemeen Congres plaats, waar de resultaten van de periodieke bijeenkomsten worden uitgewerkt.

Eigen laboratorium en proeffabriek staan ten dienste van de licentiehouders. Resultaten van beproevingen worden via de periodieke L & N-publikaties aan alle licentiehouders medegedeeld.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Als maximale opening in een dragende wand ziet men een overspanning van 1,80 m, als dragend penant een minimale breedte van 1,30 m. Als maximale traveemaat beschouwt men 5,50 m. Optimaal acht men een maat van 4,50 tot 4,85 m.
Hoogten van 3 tot 16 woonlagen zijn thans te realiseren. Ook verschillen in bouwlengten brengen geen overwegende bezwaren mede.

8.3 *Ontwerp*
Het systeem-Elementum-Larsen & Nielsen is een gesloten systeem. Ir. F. Brouwer, directeur Elementum N.V. : 'Wij hebben onze research niet gericht op het uitwerken van meerdere woningtypen, maar gestuwd in de richting van efficiënter werkmethoden... Zeker zolang de woningnood duurt, geeft de directie van Elementum de voorkeur aan de fabricage en bouw van één type per fabriek...'
(Misset's weekblad 8-11-1963.) Wie het systeem kiest, kiest daarmee één van een bepaalde serie plattegronden.
De mogelijkheden zijn echter de laatste tijd sterk toegenomen. Zo kan men uit verschillende plattegronden kiezen, gebruik makend van de bestaande elementen of variaties daarin.

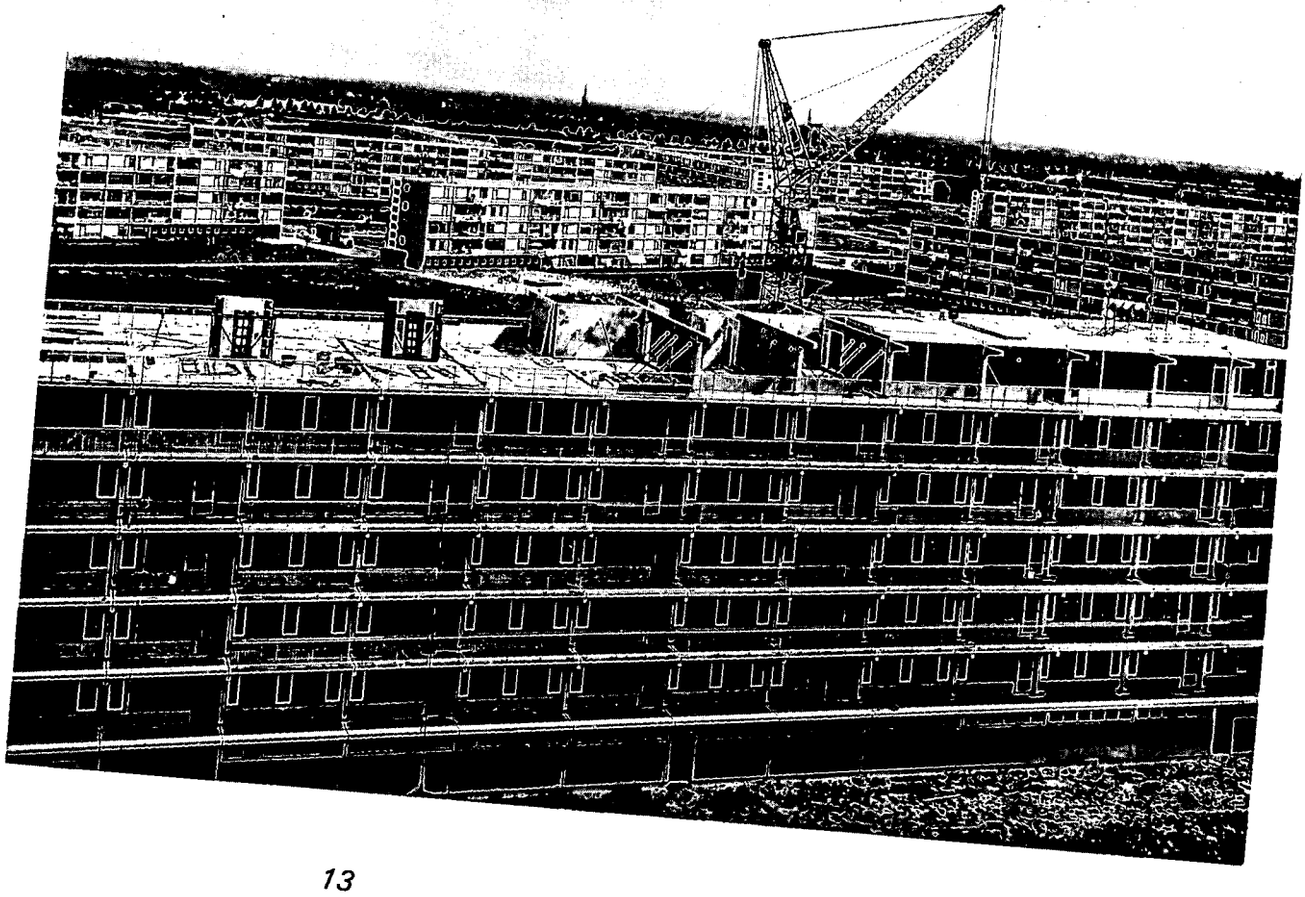
9 Literatuur

Industriële Bouwmaatschappij Elementum N.V. *Hoogbouwmethode Elementum Larsen & Nielsen.* Maassluis, oktober 1967.
N.B.I. *Bouwsysteem Larsen en Nielsen.* Kootstertille, 1964.
Diamant, R. M. E. *Industrialised Building, 50 International methods.* London, 1964, p. 77–80.
Interbuild. *System Building 2.* London, 1964, p. 34.
Meyer – Bohe, W. Vorfertigung ; Atlas der Systeme, Essen, 1967, p. 112.
Industriële Bouwmaatschappij Elementum N.V. *Industrieel logboek over maximale arbeidsbesparing.* Maassluis, 1964.
Het Larsen & Nielsen systeem. *Misset's Bouwwereld,* 1963, *59,* p. 1670–1676.
Stuvel, H. J. Bouwen = Fabriceren + Monteren. (folder). Maassluis, 1967.
Hoogbouw volgens het systeem Elementum-Larsen & Nielsen. *De B.A.B. bouwt, 12,* 1967, nr. 46, p. 2–9.
'Elementum' start de bouw van hoge flats. *Misset's Bouwwereld,* 1966, *62,* p. 1873–1874.

12.7.7 De wanden zijn gesteld (foto : Van den Berg, Vlaardingen)



12.7.8 Complex galerij-woningen in aanbouw (foto : Kroeze, Rotterdam)

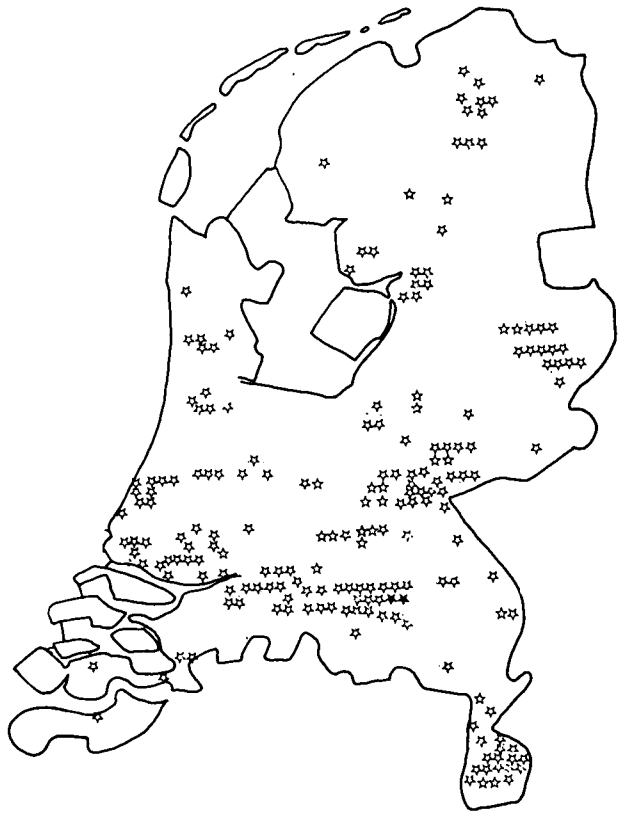


Elementum : Vier hoog mét lift. *Misset's Bouwwereld*, 1966, *62*, p. 2552.
Aanneming-maatschappij Panagro. *Enige gegevens omtrent het bouwsysteem 'Panagro-Larsen & Nielsen' en de elementenfabriek, Warmond-Maassluis*. 1961 (stencil).
Brouwer, F. Het industriële bouwsysteem Panagro-Larsen & Nielsen, *Bouw, 17*, 1962, nr. 23, p. 818–820.
Industriële Bouwmaatschappij Elémentum N.V. *Eindrapport nacalculatie manuren, Uitbreidingsplan Holy Noord in de gemeente Vlaardingen, 140 systeemwoningen volgens de geindustrialiseerde bouwmethode Elementum-Larsen & Nielsen*. Maassluis, 1968.
Techn. physische Dienst TNO-TH Delft. *Rapport lucht- en contactgeluidisolatie in woningen volgens het systeem 'Elementum-Larsen & Nielsen' te Vlaardingen*. Delft, 1965.
Vlaardingen en de systeemwoningen. *Cement, 14*, 1962, nr. 4, p. 240–243.
Burger, K. R. – De industriële bouwmethode Elementum-Larsen & Nielsen. *Industrieel Bouwen, 1*, 1964, p. 23–41.
De Noordelijke Bouwelementen Industrie te Kootstertille. *Cement, 17*, 1965, nr. 10, p. 684.
Opening woningelementenfabriek 'Panagro-Elementum'. *Cement, 13*, 1961, nr. 8, p. 539.

12.8 Smit II

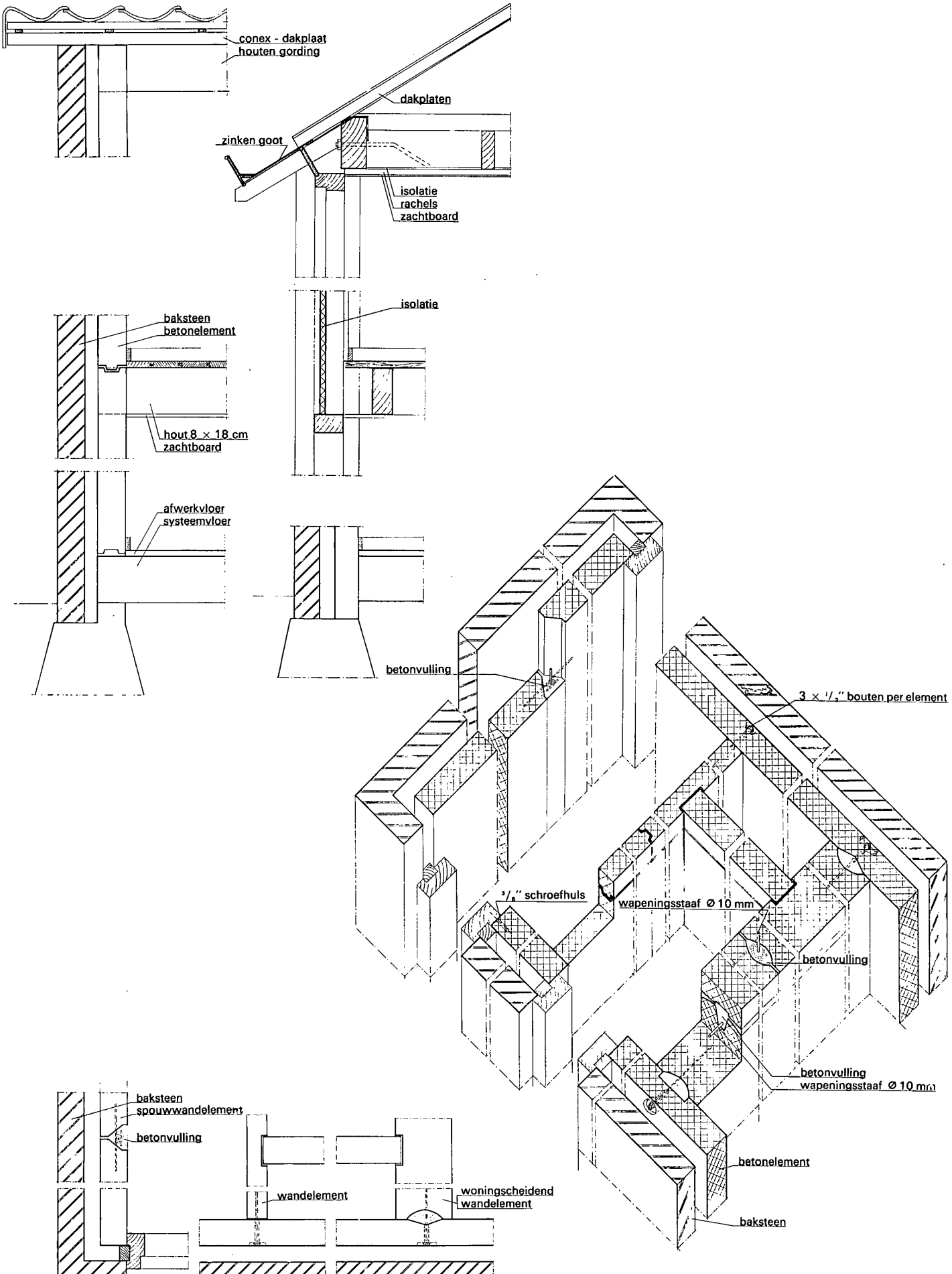
Promotor: Nationaal Grondbezit N.V.,
Alexanderstraat 26, Den Haag.
Tel. (070) 18 20 41

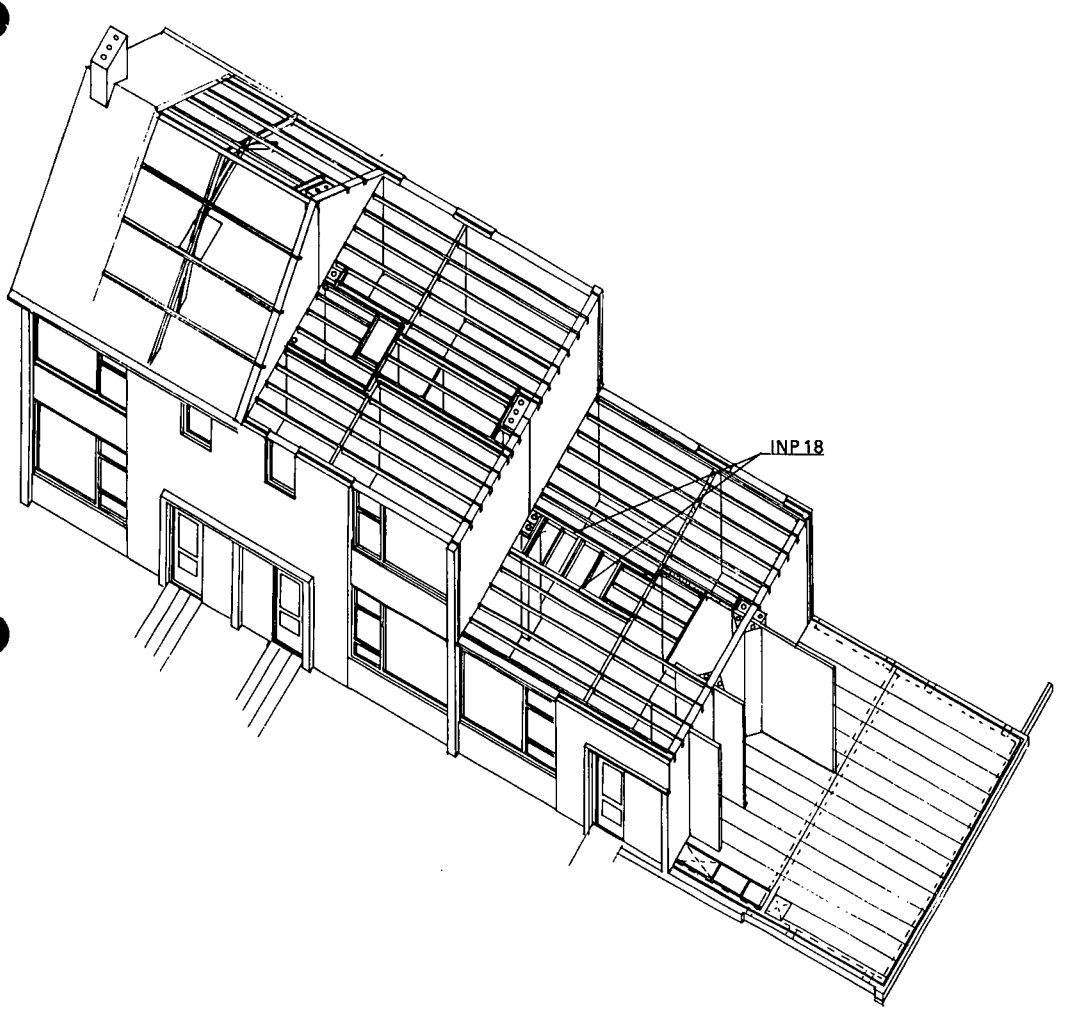
Bouwkeur: 1962 (alleen wandconstructie)

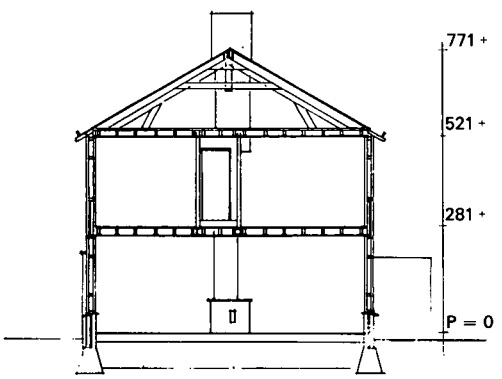


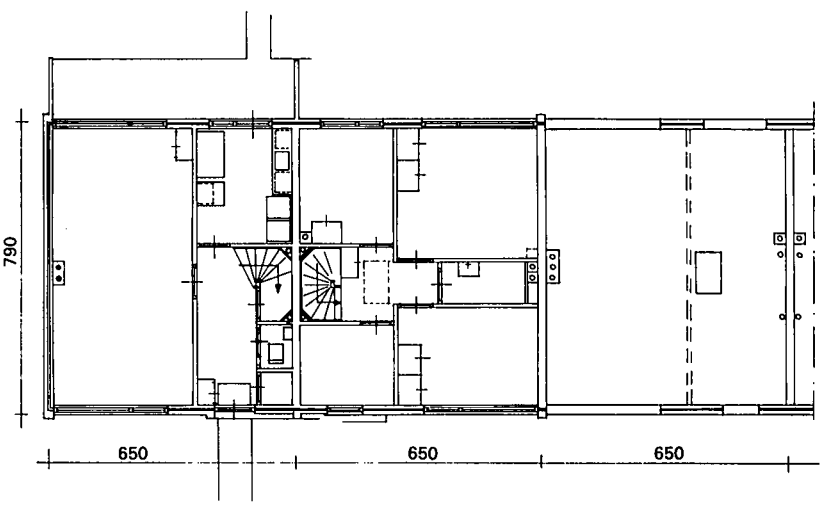
Voorbeeldproject

36 eengezinshuizen (premie-koopsector) te Berkel-Rodenrijs.
Opdrachtgever: Nationaal Grondbezit N.V. te Den Haag
Architect: Nationaal Grondbezit N.V. te Den Haag.
Uitvoerend bouwbedrijf: Kerstens Bouwbedrijf te Raamsdonksveer.


conex - dakplaat
houten gording
dakplaten
zinken goot
isolatie
rachels
zachtboard
isolatie
baksteen
betonelement
hout 8 × 18 cm
zachtboard
afwerkvloer
systeemvloer
betonvulling
3 × 1/2" bouten per element
3/8" schroefhuls
wapeningsstaaf Ø 10 mm
betonvulling
betonvulling
wapeningsstaaf Ø 10 mm
betonelement
baksteen
baksteen
spouwwandelement
betonvulling
wandelement
woningscheidend
wandelement


INP 18


771 +
521 +
281 +
P = 0


790
650
650
650

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor laagbouw waarbij houten vloeren (en systeemvloeren voor de begane grond) en verdiepinghoge wandelementen van middelzware beton met een kraan in het werk worden gemonteerd, en waarbij op het werk een baksteen-buitenspouwblad wordt gemetseld.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*
De dragende wanden worden samengesteld uit elementen van middelzware beton. De hoogte van de elementen is ongeveer gelijk aan de verdiepinghoogte bij toepassing van houten balklagen en aan de vertrekhoogte bij toepassing van betonvloeren. De breedte bedraagt maximaal 4,50 m, en de dikte is 20 cm voor de perceelscheidingen en 10 cm voor de overige wanden.
Bij de toepassing van betonvloeren op de verdieping worden enkele wanden 16 cm dik.
De elementen zijn voorzien van een krimpwapening in de vorm van een enkel net Ø 4-15.
Bij toepassing van houten balklagen bevinden zich in de bovenzijde van de elementen uitsparingen waarin de balken worden opgelegd; dit geldt eveneens voor de oplegging van gordingen.
De elementen van de begane grond worden gesteld op stelnokken.
Nadat de boutverbindingen zijn aangebracht, worden houten vloerbalken dan wel betonnen vloerelementen op de wanden opgelegd, waarna de verticale holten tussen de elementen met beton worden gevuld.
Doorgaande houten balken en de gordingen van het dak worden om de andere met de wanden gekoppeld. De koppeling van betonvloeren met de wanden komt tot stand door middel van stekeinden, die in een op de wanden te storten betonbalk grijpen. Na het aanbrengen van een laag stelspecie op de wanden wordt op de beschreven wijze een volgende bouwlaag en een eventuele kapruimte aangebracht.

2.1.2 *Gevels*
De langsgevels worden samengesteld uit houten montagepuien en gemetselde penanten. De kopgevels bestaan uit een spouwconstructie met een binnenspouwwand van grindbetonelementen, en een buitenspouwblad dat later wordt opgemetseld, en met de binnenspouwwand wordt verbonden door 4 gegalvaniseerde spouwankers per m², ingestort in de binnenspouwwandelementen.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*
De niet-dragende wanden bestaan uit elementen van middelzware beton.

2.1.4 *Vloeren e.d.*
De verdieping- en zoldervloer bestaan uit houten balklagen. Voor de begane grond wordt een goedgekeurde systeemvloer (bijv. Kwaaitaal) toegepast.

2.2 *Fabricage*
De elementen worden in mallen vervaardigd in de fabriek van de N.V. Schokbeton. Een beschrijving van het fabricageproces kon niet worden gegeven.

2.3 *Montage*
Het stellen van de elementen geschiedt met een kraan.

2.4 *Materialen*
De elementen worden vervaardigd van middelzware beton in een samenstelling 1 cement, 1 à 2 zand, 3 à 4 schuimlava.
Het volumegewicht van dit beton bedraagt na droging tot constant gewicht ten minste 1800 kg/m³; de druksterkte, gemeten op kuben van 20 cm, na 28 dagen verharding ten minste 100 kg/cm².
Het vulbeton voor de verticale aansluitingen heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement : 2 à 3 grindzand, waarbij het grind een maximale korrelgrootte van 16 mm heeft.
De stelspecie heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement : 3 zand.

2.5 *Afwerking*
De wanden worden zonder voorafgaande bepleistering in het werk op de gebruikelijke manier afgewerkt. De vloeren en plafonds worden op een traditionele wijze afgewerkt.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Geen gegevens beschikbaar.

3.2 *Geluidwering*
Bij een volumegewicht van ten minste 1800 kg/m³ van het elementbeton (tot constant gewicht gedroogd) voldoen de 20 cm dikke wanden aan de eisen die in dit opzicht in NEN 1070 zijn gesteld.
Overigens: geen gegevens beschikbaar.

3.3 *Diversen*
De wanden zijn spijkerbaar en spijkervast. De druksterkte van het beton van de wandelementen is ten minste 100 kg/cm².

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
De wandelementen worden gemaakt door Schokbeton Vianen. Schokbeton fungeert als toeleveringsbedrijf.

4.2 *Bij het transport*
Bij het transport van de elementen, dat door Schokbeton N.V. Tramos wordt verzorgd, worden diepladers gebruikt. De zwaarste elementen wegen 4096 kg. Over vervoerskosten: geen gegevens.

4.3 *Bij de uitvoering*
Bij het stellen van de elementen wordt een mobiele 11-tons kraan, merk Coles, gebruikt.
Voor het overige wordt er op het werk geen speciaal materieel gebruikt.
Over kosten, afschrijvingen en capaciteit van de kraan en de aantallen kranen: geen gegevens.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Een kraanploeg bestaat uit 4 man, te weten een machinist, een voorman en twee monteurs. Verder is de bezetting als bij traditionele bouw.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Geen gegevens beschikbaar



12.8.1 De montagepuien zijn gesteld
(foto : archief Nat. Grondbezit)



12.8.2 Het buitenspouwblad wordt opgemetseld
(foto : De Winter, Eindhoven)

12.8.3 Complex eengezinshuizen in aanbouw
(foto : archief Nat. Grondbezit)



5.2.2 *Op het werk*
Er bestaat een rapport van het Raadgevend Bureau Berenschot, waaruit zou blijken dat op het werk 700 à 800 manuren per woning worden besteed. Overigens kan dit volgens de promotor wel 200 manuren schelen per aannemer.
Gespecificeerde gegevens ontbreken. In manurenrapporten is geen inzage verschaft.

5.3 *Verlet*
Bij windkracht 7 mogen alleen de beganegrondelementen worden gesteld. Daarboven ligt het werk stil. Voor vorst en neerslag is het systeem even kwetsbaar als traditionele bouw.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Geen gegevens beschikbaar.

6.2 *Produktieomvang*
Smit-II heeft alleen in de premie- en de vrije sector gebouwd, waarbij het zwaartepunt op de premiesector viel. Vóór de intrede van de V & W 1965 werden twee typen, een van ± 270 m³ en een van ± 340 m³ gebouwd, het aangepaste type meet ± 370 m³.
Onderstaand schema geeft een indruk van de produktiecijfers sinds 1957.

per	*aantal opgeleverde woningen voorafgaande jaar*	*totaal*
1-1-1958	0	0
1-1-1959	13	13
1-1-1960	213	226
1-1-1961	208	434
1-1-1962	201	635
1-1-1963	746	1381
1-1-1964	822	2203
1-1-1965	1149	3352
1-1-1966	1376	4728
1-1-1967	1013	5741
1-1-1968	928	6669
gemiddeld in de laatste 3 jaren	1106	

Naar gemeente kan de produktie als volgt worden gespecificeerd:

gemeente	*aantallen woningen*
Almelo	27, 11, 27, 50, 30
Alphen a/d Rijn	52,
Assen	22, 30
Barneveld	54, 20
Benthuizen	56
Bergen N.H	33
Bergen op Zoom	16, 26
Berkel-Enschot	28
Berkel en Rodenrijs	36
Best	18, 30, 98, 48
Boxmeer	24
Brummen/Eerbeek	25, 32
Brunssum	16, 36
Bunnik	24, 23
Didam	23, 30, 27
Doesburg	44, 28, 24, 24
Dongen	26
Duiven	21, 24, 33, 22, 34
Eelde	26
Eindhoven	24, 48, 26, 68, 120
Eindhoven (Eckart)	136
Elsloo	36
Emmeloord	34
Enschede	35, 26, 20, 20, 69
Etten/Leur	23, 28, 20, 18, 17, 4, 14
Geervliet	23
Geldermalsen	14
Geldrop	37, 24
Geleen	30
Gendringen	21
Goes	24
Groesbeek	26
Groningen	40
Haaksbergen	30, 30
Haren	88
Heemstede	30
Heenvliet	31
Heerenveen	35
Heerlen	46
Helden	20
Hellevoetsluis	47
Helmond	20, 23
Hengelo	20, 112, 23, 40
's-Hertogenbosch	38, 43, 77, 35
Heusden	30
Hoensbroek	24, 23, 19, 29
Hoofddorp	46, 34
Jutphaas	48
Kerkrade	55, 28, 42
Leerdam	26
Leiden	24, 52, 36
Leidschendam	52
Lichtenvoorde	28
Loon op Zand	24
Maassluis	38, 20, 90
Maastricht	18
Meppel	32
Moerkapelle	20, 32
Monster	32
Mijdrecht	27
Nieuwenhagen	20
Nuth	22
Nijmegen	26, 23, 144, 74
Oegstgeest	32
Oirsbeek	18
Oldenzaal	17
Oosterhout	28, 30, 30, 30, 28
Oss	28
Oud-Beyerland	24
Prinsenbeek	24, 30
Purmerend	30, 26
Raamsdonksveer	16, 16, 21
Renkum	33
Roden	32
Roosendaal	45
Rotterdam	72, 78
Rijsenhout	25, 44
Schaesberg	10
Sluiskil	24
Sneek	24
Spijkenisse	72, 32, 76, 32
Stein	20, 16
Susteren	22
Tegelen	27, 24



12.8.4 Steigerwerk, noodzakelijk voor het optrekken van het buitenspouwblad—
(foto : archief Nat. Grondbezit)



12.8.5 Complex eengezinshuizen, vlak na de oplevering
(foto : archief Nat. Grondbezit)

gemeente	*aantallen woningen*
Teteringen	14
Tiel	14
Tilburg	30, 40
Ubach over Worms	16
Ubbergen	27
Udenhout	26
Uithoorn	20
Urk	28
Urmond	28
Valburg	24, 24
Veendam	24
Veenendaal	26
Veghel	16
Vlaardingen	32
Voorthuizen	15, 24
Vught	35
Wassenaar	19, 59
Weert	52
Westervoort	24, 29
Woerden	39, 35, 54
Wormer	30, 52, 27
IJsselmuiden	16, 24
Zuidhorn	24,
Zuidlaren	40, 28
Zutphen	28
Zwanenburg	30
Zwolle	24, 78, 30
Zwollerkerspel	36
Zwijndrecht	24

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
Met 1 kraan kunnen door Schokbeton 10 woningen per week worden gesteld. De afbouw vergt nog eens $5^1/_2$ à 6 maanden. Deze vindt plaats in een tempo van 3 à 4 woningen per week.
De produktiecapaciteit is, volgens de promotoren, onbeperkt. Deze wordt volgens hen door de markt bepaald. In feite bepalen de produktiemogelijkheden van Schokbeton de reële produktiecapaciteit. Deze is echter flexibel, doordat Schokbeton elementen levert voor verschillende systemen. Derhalve is het moeilijk een produktiecapaciteit aan te geven.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Als minimale bouwplaatsomvang wordt een aantal van 20 à 30 woningen genoemd. Over de minimale seriegrootte: geen gegevens.

6.5 *Ontwikkelingen*
Het systeem-Smit II is sinds 1968 op beperktere schaal toegepast. Nationaal Grondbezit is zich thans o.m. gaan toeleggen op een traditionele bouwwijze.

7 Organisatiestructuur

De promotor Nationaal Grondbezit N.V., is een instelling die in 1897 is opgericht met het doel grond te verwerven, en het ontwikkelen van projecten op die grond te stimuleren.
Dochterondernemingen zijn:
- Aanneming-maatschappij Panagro N.V., Warmond
- N.V. Padox, Warmond
- Industriële Bouwmaatschappij Elementum N.V., Maassluis
- Nationale Industrie-, Kantoor- en Winkelbouw N.V., Den Haag
- Zeeuws grondbezit N.V., Middelburg
- Centribau G.m.b.H., Düsseldorf
- Nationale Staal- en aluminiumindustrie N.V., De Steeg
- Premetaal N.V., Gennep
- N.V. G.I.M. v/h J. H. Duymelinck, Helmond
- I.F.M. Industrie voor Fijnmechaniek N.V., Eindhoven
- Venlose Gereedschappenfabriek N.V., Venlo
- N.V. Specam, Fabriek van Speciaalmachines voor automatisering en mechanisatie, Eindhoven
- Bureau H. A. van Ameyde N.V., Den Haag
- N.V. Adviesbureau voor gereedschapstechniek A.G.T., Helmond
- N.V. Schielandsche Crediet- en depositobank, Den Haag
- Westelijk Grondbezit N.V., Den Haag

De woningontwerpen worden door de N.V. Nationaal Grondbezit gemaakt. De start van het systeem is gemaakt met een ontwerp van architect Jansen te Nijmegen, maar thans bestaan er met deze ontwerper geen bindingen meer.
Volgens de ministeriële circulaires wordt voor de uitvoering een bouwbedrijf ingeschakeld dat in staat geacht wordt arbeidsbesparend te bouwen. In de praktijk is dit meestal Panagro (Warmond) of Kerstens Bouwbedrijf te Raamsdonksveer.
T.a.v. toelevering (fabricage, transport en montage) zijn er contracten gesloten met N.V. Schokbeton.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem is ruime ervaring opgedaan

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het systeem is gebonden aan de vorm: eengezinshuis met kap.

8.3 *Ontwerp*
Het systeem is gekoppeld aan een bepaald uitgewerkt woningplan. Hiervan kan niet worden afgeweken.

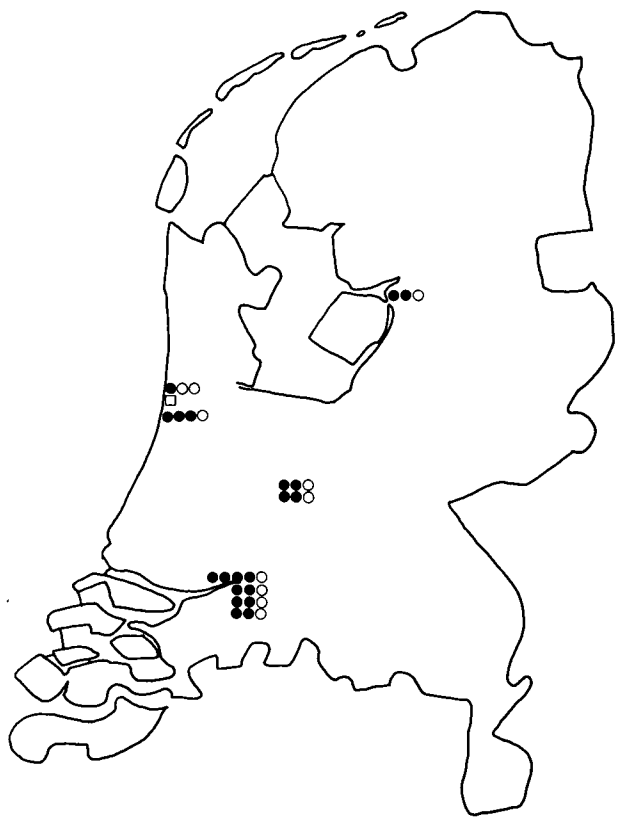
9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Bouwkeur Systeem Smit II, Muurconstructie.* Rotterdam, 1962.
Nationaal Grondbezit N.V. *Jaarverslag 1966.* Den Haag, 1967.
Raadgevend Bureau ir. B. W. Berenschot N.V. *Rapport inzake arbeidbesparende kwaliteiten van het project Smit-II woningen uitgebracht aan Nationaal Grondbezit N.V.* 's-Gravenhage, 19 februari 1964.
Nieuw type Smit-II-huizen. *Industrieel Bouwen, 3,* 1966, nr. 1, p. 64-65.

12.9 Schokbeton H-I

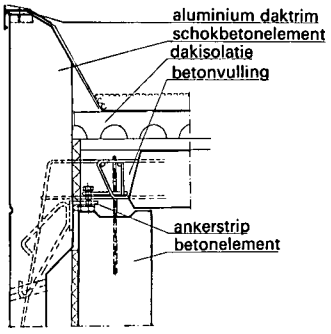
Promotor: N.V. Schokbeton te Zwijndrecht.
Tel. (01850) 2 84 66.

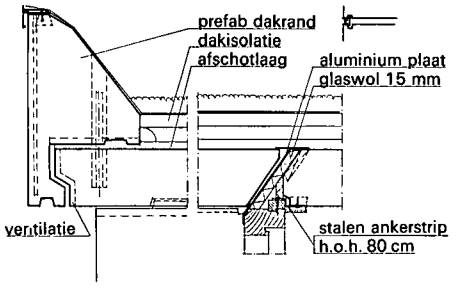
Attest: 1967

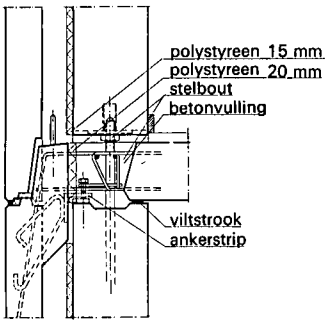


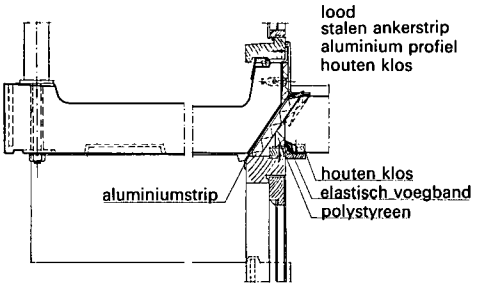
Voorbeeldproject

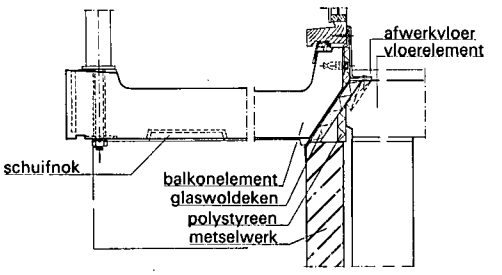
204 galerijflats (woningwet) te Zwijndrecht.
Opdrachtgever: gemeente Zwijndrecht.
Architect: Zanstra, Gmelig Meyling en De Clerq Zubli te Amsterdam.
Mede-architect: Nationale Woningraad, Amsterdam.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen te Dordrecht.

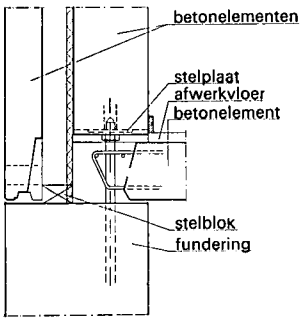

aluminium daktrim
schokbetonelement
dakisolatie
betonvulling
ankerstrip
betonelement

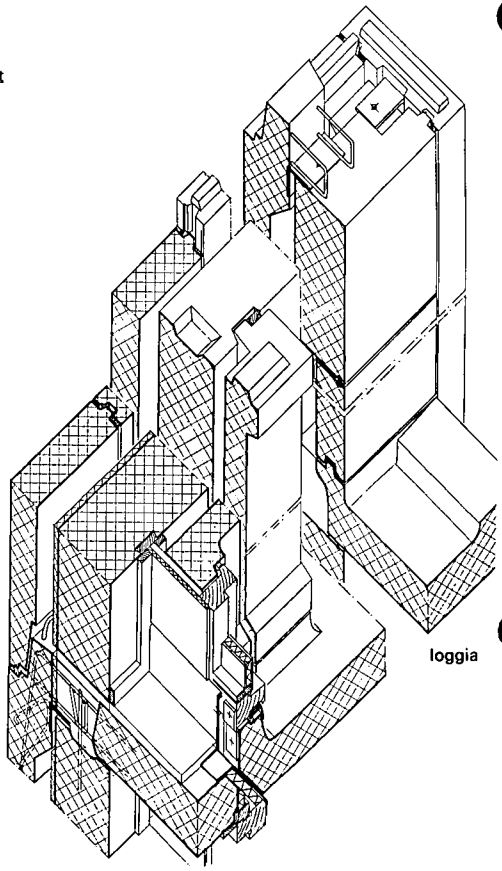

prefab dakrand
dakisolatie
afschotlaag
aluminium plaat
glaswol 15 mm
ventilatie
stalen ankerstrip
h.o.h. 80 cm

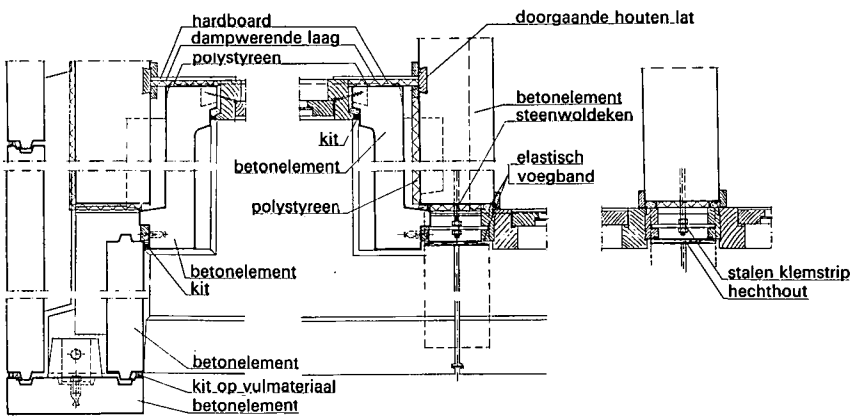

polystyreen 15 mm
polystyreen 20 mm
stelbout
betonvulling
viltstrook
ankerstrip


lood
stalen ankerstrip
aluminium profiel
houten klos
houten klos
elastisch voegband
polystyreen
aluminiumstrip

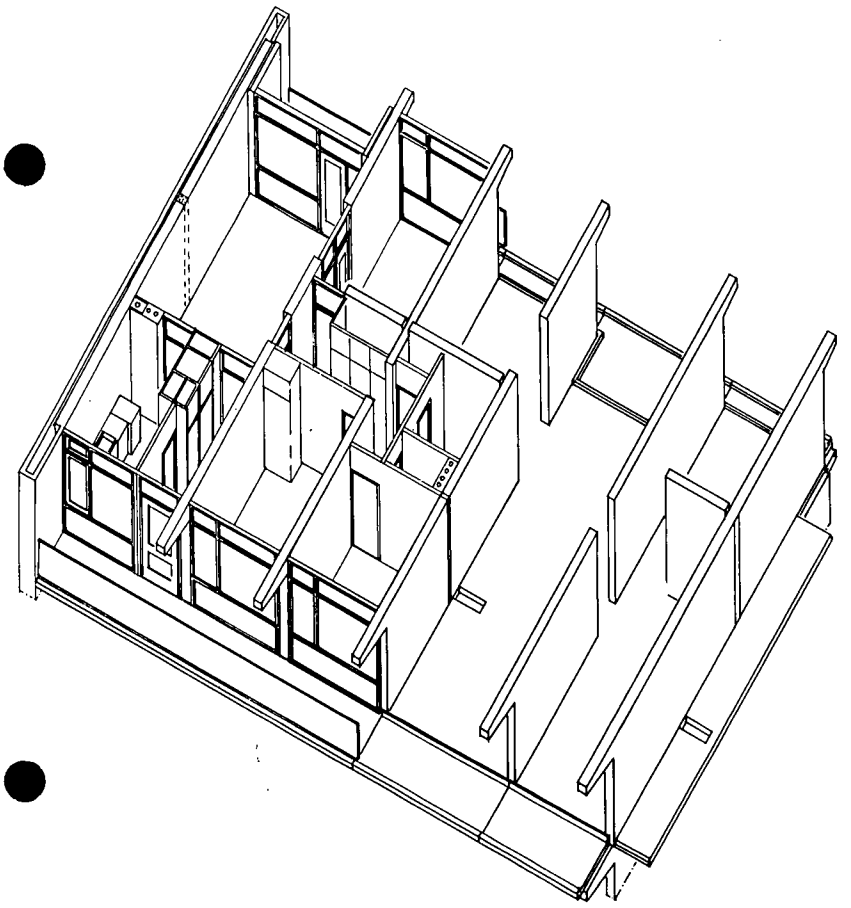

afwerkvloer
vloerelement
schuifnok
balkonelement
glaswoldeken
polystyreen
metselwerk

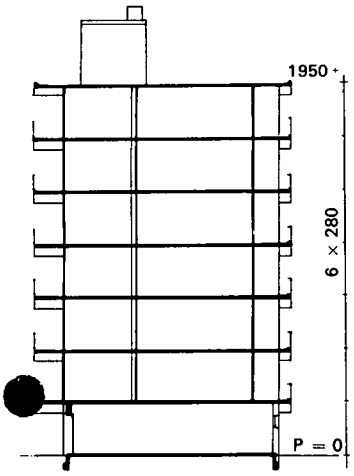

betonelementen
stelplaat
afwerkvloer
betonelement
stelblok
fundering

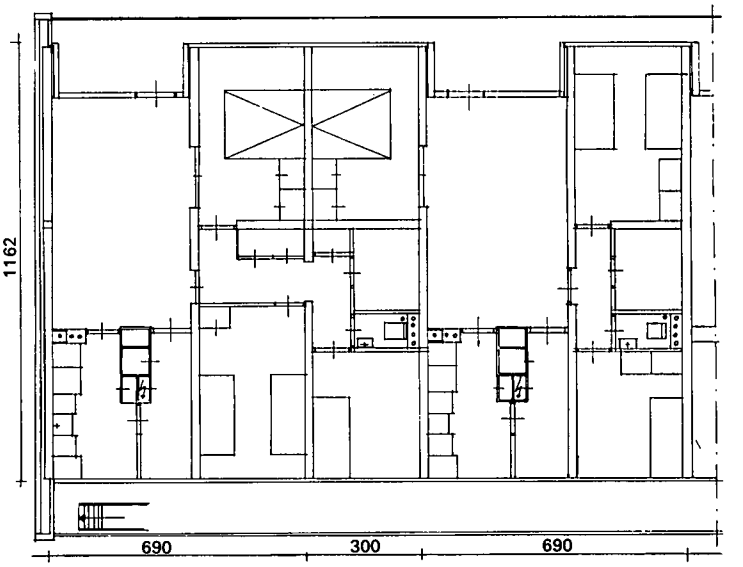

loggia

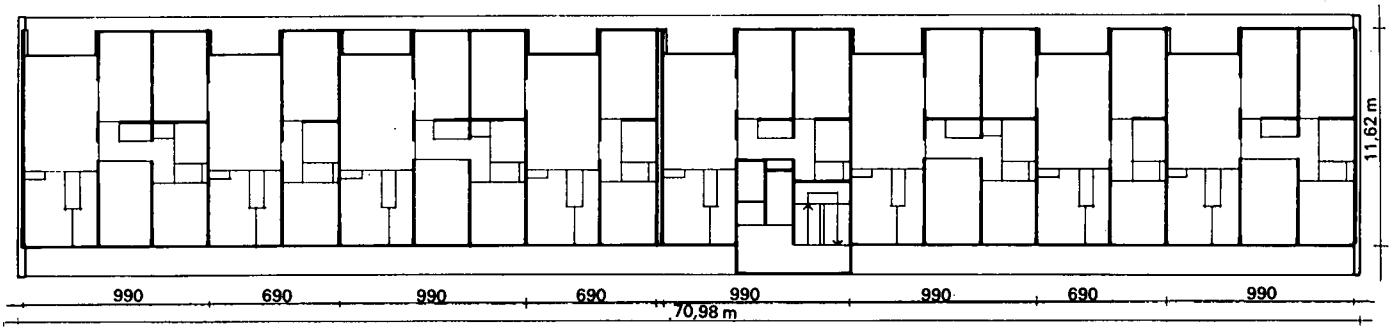

hardboard
dampwerende laag
polystyreen
doorgaande houten lat
betonelement
steenwoldeken
kit
betonelement
elastisch voegband
polystyreen
betonelement
kit
betonelement
kit op vulmateriaal
betonelement

stalen klemstrip
hechthout




1950
6 × 280
P = 0


1162
690
300
690


11,62 m
990
690
990
690
990
990
690
990
70,98 m

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor middelhoog- en hoogbouw waarbij geprefabriceerde verdiepinghoge wandelementen van middelzware of grindbeton en vloerelementen van grindbeton op het werk worden gemonteerd met behulp van een kraan. De gevel bestaat uit puien en geprefabriceerde betonelementen.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden samengesteld uit vooraf vervaardigde elementen van middelzware en grindbeton, voorzien van stekeinden dan wel andere bevestigingsmiddelen, zoals ankers met draadeind, die via betonaanstortingen tussen de elementen een onderlinge koppeling tot stand brengen.
De beëindigingen van de elementen ter plaatse van de langsgevel kunnen, afhankelijk van de toe te passen constructie van de langsgevel, worden geprofileerd en/of voorzien van ingestorte klossen, schroefhulzen, stekeinden e.d.

2.1.2 *Gevels*

De langsgevels worden samengesteld uit:
– houten pui-elementen, verdiepinghoog, c.q. geprefabriceerde borstweringen met houten raamkozijnen ter breedte van de onderlinge afstand van de dragende dwarswanden.
– consoles breed 17 cm en hoog 40 cm, die één geheel vormen met de wandelementen, dik 20 cm ter oplegging van wasbalkonelementen, loggiaplaten, en galerijplaten.
– wasbalkonelementen, ter hoogte van verdiepingvloeren, met een lengte overeenkomend met de onderlinge afstand van de dragende dwarswanden.
– loggiaplaten van een constructie overeenkomend met die van de wasbalkonelementen, echter voorzien van 2 cm dik polystyreenschuim bij de kopvlakken, alsmede sleuven ter ontluchting van de spouw achter de bovengelegen gevelplaat.
– galerijplaten, van een constructie overeenkomend met die van de wasbalkonelementen.
– gevelplaten ter bekleding van de dwarswanden ter weerszijden van de loggia's, dik 8 cm en verdiepinghoog.
– dakrandelementen met een lengte als van de wasbalkonelementen e.d., aan de onderzijde voorzien van sleuven ter ontluchting van de dakisolatie.
– dakrandplaten tussen dakrand en dakvloer, eveneens opgelegd op consoles als bovenvermeld.

Bij eindgevels wordt het buitenspouwblad samengesteld uit geprefabriceerde verdiepinghoge gevelplaten van grindbeton met witte cement, dik 10 cm en met een breedte van max. 2,00 m, voorzien van de nodige wapening.

De gevelplaten zijn aan de bovenzijde uitgevoerd met 2 aangestorte nokken voorzien van stalen hoekprofielen en stekeinden e.d. en, waar nodig, voorzien van plaatselijke sparingen ter ontluchting van de achtergelegen spouw.

Bij de aansluiting op langsgevels worden speciale hoekelementen toegepast.
De dakrand bij eindgevels wordt gevormd door vergroting aan de bovenzijde van de gevelplaten.

2.1.3 *Niet-dragende binnenwanden*

Niet-dragende binnenwanden worden samengesteld uit geprefabriceerde verdiepinghoge elementen van middelzwaar beton, dik 9,2 cm en met een maximumbreedte van 5,50 m.
De panelen zijn voorzien van een enkel bouwstaalnet.

2.1.4 *Vloeren*

De vloeren worden samengesteld uit elementen van grindbeton. De horizontale voegen tussen de vloerelementen worden na het aanbrengen van de nodige wapeningstaven en bevestigingsmiddelen met fijne beton gevuld.

2.2 *Fabricage*

De betonelementen worden vervaardigd in stalen en/of houten mallen in de fabrieken van N.V. Schokbeton, en op mechanische wijze verdicht.
Een beschrijving van het produktieproces werd niet verstrekt.

2.3 *Montage*

Behalve de fundering worden ook de betonwanden van het onderhuis op de bouwplaats gestort. Daarna volgt de montage van de vloeren, wanden en overige elementen.

Voor het op hoogte stellen zijn de wandelementen voorzien van 2 gedeeltelijk ingebetonneerde stelbouten per element, met een moer en stelplaat, passend in de daarmede corresponderende sparingen in de onderzijde van de elementen.

Na het stellen worden de horizontale voegen met specie volgekauwd en de verticale holten tussen de elementen met fijne grindbeton gevuld.

Na de verharding van de voegspecie wordt de moer op de stelbouten losgedraaid. Vervolgens worden de vloerelementen via doorgaande viltstroken op de wanden gelegd.

De houten pui-elementen worden door houten wiggen op hoogte gesteld en aan weerszijden verankerd aan de dragende dwarswanden door middel van een klemconstructie bestaande uit stripijzers en ingestorte draadankers per randstijl, waarbij een elastische voegband wordt tussengeklemd.

De kopvlakken van de wandelementen zijn daarbij vooraf voorzien van een strook steenwol dik 1,5 cm.

Aan de buitenzijde wordt de tussengelegen ruimte afgedekt door een strook hechthout met vrijlating van ventilatiesleuven aan onder- en bovenzijde.

Onder- en bovendorpel worden met stripijzers verankerd aan de aangrenzende betonelementen, waarbij een elastische voegband wordt tussengeklemd. De ruimte tussen onderdorpel en ondergelegen vloer wordt afgedekt door een aluminium plint.

Wasbalkon-, galerij- en dakrandplaten worden via stroken drukvilt op de consoles opgelegd en door nokken in horizontale richting gefixeerd. Bij de aansluiting op de eindgevel wordt de galerijplaat tevens aan de draagconstructie verankerd met ingestorte stekeinden.

Aan de binnenzijde wordt bij de aansluiting op de vloerconstructie, waarvan het kopvlak vooraf is bekleed met 1,5 cm polystyreenschuimplaat, een dunne aluminiumplaat tussengeklemd, aansluitend op het aluminium plint bij het bovengelegen pui-element.

De loggiaplaten worden aan weerszijden door middel van in te storten stekeinden verankerd aan de draagconstructie.

De oplegging op de dragende dwarswanden en de aansluiting



12.9.1 Montage direct vanaf de wagen
(foto : archief Schokbeton)

aan de binnenzijde geschieden op een zelfde wijze als bij de wasbalkonelementen e.d.

Na het bekleden van de betrokken wandvlakken met polystyreenschuim van 1,5 cm dikte – bij 20 cm dikke dwarswanden ter weerszijden van loggia's en eventueel ook elders – worden de betonnen gevelplaten aangebracht. De gevelplaten ter weerszijden van loggia's sluiten aan onder- en bovenzijde via een messing- en groefconstructie aan op de loggiaplaten. De verankering geschiedt met hijsogen aan de bovenzijde van de gevelplaten.
De gevelplaten bij eindgevels worden aan de bovenzijde bij de hoekprofielen via stelplaatjes opgelegd op de binnenspouwwand ter hoogte van de vloeren en met stekeinden verankerd aan de vloeraanstorting. Onderling sluiten de eindgevelplaten op elkaar aan via een messing- en groefconstructie; de tussengelegen naden worden aan de buitenzijde met kit gedicht.

Dakranden bij langsgevels worden via een laag specie opgelegd en de dakrandplaat wordt daaraan verankerd met 2 doken per element.

De niet-dragende binnenwandelementen sluiten aan de onderzijde via een specievoeg aan op de vloerconstructie en worden met hijsbouten of doken aan de bovenzijde verankerd in uitsparingen van de vloerconstructie.

De aansluiting op andere wanden geschiedt via inkassingen in de wandelementen.

Tabel 1 Kenmerken elementen Schokbeton-H-I

	afmetingen in cm			*betonkwaliteit*			
toepassing	*dikte*	*maximale breedte*	*hoogte resp. maximale overspanning*	*samenstelling in volumedelen*	*druksterkte*[1]	*volumegewicht in kg/m³* [2]	*wapening*
Woningscheidende wanden	20	520	verdiepinghoog	1 cement op 2–3 zand op 3–4 schuimlava	ten minste 250 kg/cm²	1800 tot 2000	ten minste een enkel bouwstaalnet Ø 4–15 van staal QR 48
Binnenwanden (dragend)	16 of 20	520					
Binnenspouwwanden (dragend)	20	520					
Stabiliteitswanden	min. 20	520		grindbeton	ten minste 300 kg/cm²	2300 tot 2400	
Vloeren	15	250	450	Grindbeton, uitvoering overeenkomstig G.B.V. 1962 en V.G.B.W. 1949 dan wel grindbeton of middelzwaar beton volgens een geldig modelblad.			

1 Kubusdruksterkte na 28 dagen verharding, bepaald op een kube met een ribbe van 20 cm;
2 Na droging tot constant gewicht.

2.4 *Materialen*
Het vulbeton tussen de vloer- en/of wandelementen heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement: 2–3 grindzand, waarbij het grind een maximale korrelgrootte heeft van 16 mm.

De voegspecie heeft een samenstelling van 1 cement : 3 zand.

Bevestigingsmiddelen als bouten zijn van gegalvaniseerd staal. Het polystyreenschuim heeft een volumegewicht van maximaal 25 kg/m³; de bevestiging hiervan tegen de betonelementen geschiedt met een water-bitumenemulsie of overeenkomstig plakmiddel.

Als elastisch voegband worden strippen toegepast van een materiaal met gesloten celstructuur.

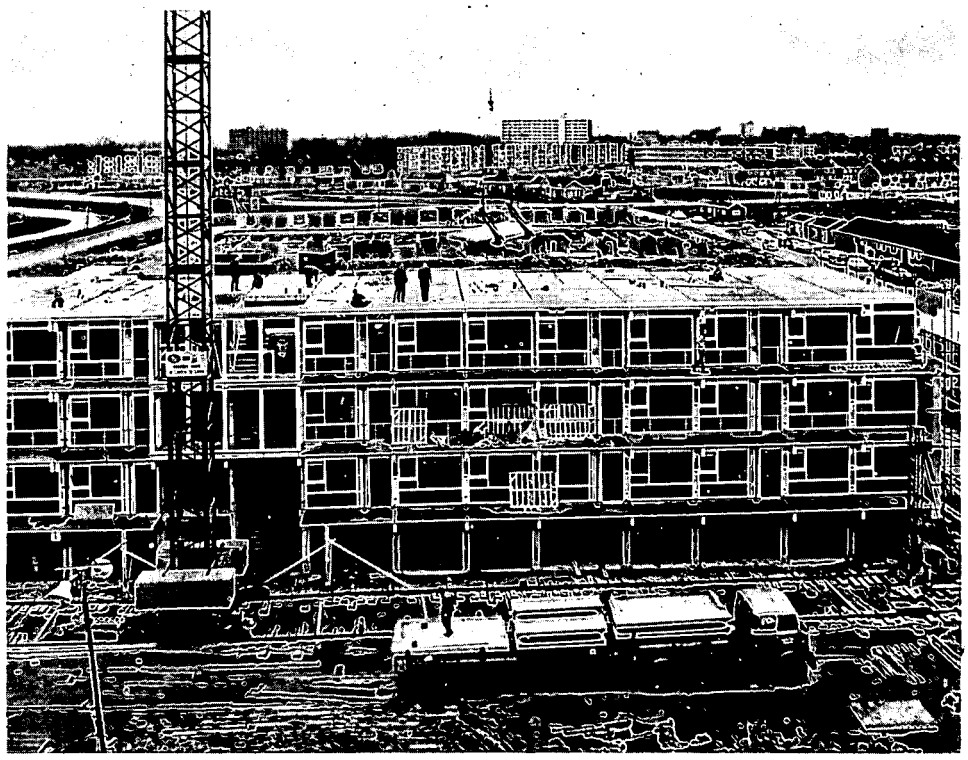
2.5 *Afwerking*
De elementen worden in het werk zonder voorafgaande bepleistering op een gebruikelijke wijze afgewerkt.

In natte ruimten worden wanden en plafonds, met inbegrip van naden, waterdicht afgewerkt.

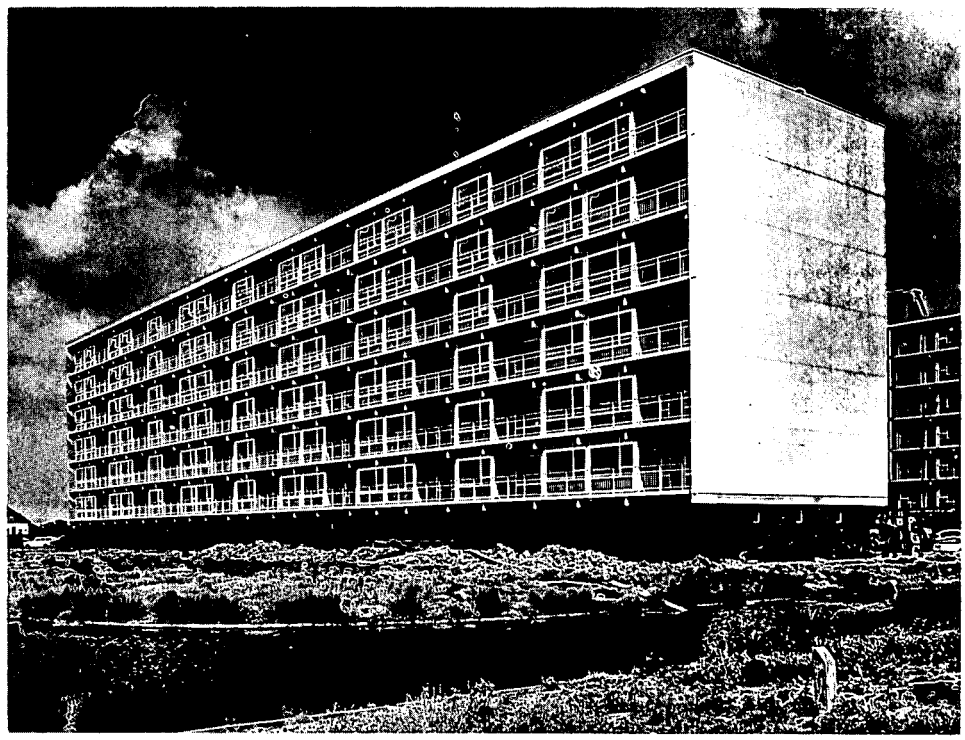
Dakvloeren worden voorzien van een geventileerde dakisolatie met een minimale warmteweerstand van 0,60 of 0,80 m²h°C/kcal (bijv. 7 cm dikke vlasvezelkanaalplaten met een volumegewicht van circa 500 kg/m³) en afgewerkt met mastiek en grind.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklasse worden bepaald:



12.9.2 Het aanbrengen van de vloerplaten
(foto : archief Schokbeton)



12.9.3 Complex galerijflats te Zwijndrecht
(foto : archief Schokbeton)

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels e.d.		
– zonder polystyreenschuim	ca. 0,50	matig
– met 1,5 cm polystyreen-schuim	ca. 1,00	voldoende
Dak met dakisolatie met		
– R ten minste 0,60 m²h°C/kcal	ca. 0,80	matig
– R ten minste 0,80 m²h°C/kcal	ca. 1,00	voldoende

Mede in verband met de uitrusting met een centrale verwarming kan het systeem dus worden toegepast voor woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig' respectievelijk 'voldoende', mits de begane-grondvloer een warmteweerstand heeft van ten minste 0,20 respectievelijk 0,30 m²h°C/kcal, en voldaan wordt aan de desbetreffende overige eisen van vermeld normblad.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen de isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklasse voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, als volgt worden aangegeven:

onderdeel	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden, dik 20 cm	0 dB	matig
Vloeren, exclusief afwerklaag		
– in grindbeton dik 15 cm	+ 2 dB	matig
– in middelzwaar beton dik 15 cm	0 dB	matig

De isolatie-indices voor contactgeluid van de vloeren bedragen – 8 respectievelijk – 13 dB.

Het systeem kan dus worden toegepast voor woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig', mits de isolatie-index voor contactgeluid van de vloeren boven gevoelige ruimten met ten minste 8 respectievelijk 13 dB wordt verbeterd, hetgeen onder meer kan geschieden door het aanbrengen van een zwevende dekvloer, of kurkment.

Tevens dient te worden voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
De wanden van middelzwaar beton met uitzondering van de stabiliteitswanden zijn spijkerbaar en spijkervast.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
De systeemelementen worden in speciale produktieafdelingen van de Schokbetonbedrijven te Kampen, Zwijndrecht, Elburg en Vianen (wandenproduktie) geproduceerd met een cyclustijd van 24 uur.

De beton in de mallen wordt tijdens het vullen mechanisch verdicht en daarna afgewerkt.

Na het lossen van de mallen worden de wand- en vloerelementen respectievelijk verticaal en horizontaal vervoerd en opgeslagen.

De mallen worden na het lossen schoongemaakt, opnieuw opgebouwd en van wapening, sparingen e.d. voorzien.

Over kosten en afschrijvingen van het materieel werd geen informatie verstrekt. Fabrieksplattegronden werden eveneens niet voor publikatie vrijgegeven.

4.2 *Bij het transport*
Het transport vindt plaats per vrachtauto of diepladers door N.V. Tramos, dochteronderneming van N.V. Schokbeton.

In het algemeen worden de wandelementen, gezien hun hoogte van 2,63 m, op diepladers vervoerd.
De elementen voor een woning wegen te zamen circa 100 ton; de vloeren circa 40 ton en de wanden circa 35 ton.
Het zwaarste wandelement weegt circa 6 ton.

4.3 *Bij de montage*
Bij de uitvoering wordt een bouwkraan toegepast van 90 tonmeter, merk Weitz, een mobiele kraan en een bouwlift.

Voor de op de bouwplaats te storten wanden van het onderhuis worden stalen wandbekistingen gebruikt.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Een indruk van de bezetting geeft het volgende aanloopschema:

Hoofdaannemer

1	uitvoerder	(aanvang heiwerk)
2	timmerman	(aanvang heiwerk)
3	timmerman	(aanvang heiwerk)
4	grondwerker-sjouwer	4 weken na 1 (= uitvoerder) (aanvang fundering)
5	grondwerker-sjouwer	4 weken na 1 (= uitvoerder) (aanvang fundering)
6	grondwerker-sjouwer	4 weken na 1 (= uitvoerder) (aanvang fundering)
7	grondwerker-sjouwer	4 weken na 1 (= uitvoerder) (aanvang fundering)
8	timmerman	4 weken na 1 (= uitvoerder) (aanvang fundering)
9	timmerman	4 weken na 1 (= uitvoerder) (aanvang fundering)
10	voorman-timmerman	8 weken na 1 (stalen kist)
11	kraanmachinist mobiele kraan	8 weken na 1 (stalen kist)
12	timmerman	8 weken na 1 (stalen kist)
13	timmerman	8 weken na 1 (stalen kist)
14	sjouwer	8 weken na 1 (stalen kist)
15	sjouwer	8 weken na 1 (stalen kist)
16	sjouwer	8 weken na 1 (stalen kist)
17	sjouwer	8 weken na 1 (stalen kist)
18	timmerman	8 weken na 1 (stalen kist)
19	timmerman	8 weken na 1 (stalen kist)
20	voorman-montageploeg	13 weken na 1 (stelploeg)
21	stelleur-sjouwer	13 weken na 1 (stelploeg)
22	stelleur-sjouwer	13 weken na 1 (stelploeg)
23	stelleur-sjouwer	13 weken na 1 (stelploeg)
24	stelleur-sjouwer	13 weken na 1 (stelploeg)
25	timmerman	13 weken na 1 (stelploeg)
26	timmerman	13 weken na 1 (stelploeg)
27	steigermaker	13 weken na 1 (stelploeg)
28	steigermaker	13 weken na 1 (stelploeg)
29	sjouwer	13 weken na 1 (stelploeg)
30	sjouwer	13 weken na 1 (stelploeg)
31	sjouwer	13 weken na 1 (stelploeg)
32	timmerman	13 weken na 1 (stelploeg)
33	timmerman	13 weken na 1 (stelploeg)
34	timmerman	13 weken na 1 (stelploeg)
35	timmerman	13 weken na 1 (stelploeg)
36	sjouwer	13 weken na 1 (stelploeg)

37	sjouwer	13 weken na 1 (stelploeg)
38	timmerman	
39	sjouwer	
40	torenkraanmachinist	
41	reserve torenkraanmachinist	
42	timmerman	
43	timmerman	
44	timmerman	
45	timmerman	
46	voorman timmerman	
47	voorman-sjouwer	
48	timmerman	20 weken na 1
49	timmerman	
50	afwerker	22 weken na 1
51	afwerker	
52	afwerker	
53	afwerker	
54	metselaar	25 weken na 1 (afbouw)
55	metselaar	
56	timmerman	
57	timmerman	
58	timmerman	
59	timmerman	
60	timmerman	
61	timmerman	
62	timmerman	
63	timmerman	
64	timmerman	
65	timmerman	
66	stelleur	
67	stelleur	
68	opperman	
69	metselaar	
70	metselaar	
71	metselaar	
72	metselaar	
73	2e uitvoerder afbouw	

Onderaannemers

1 loodgieter (4 weken na uitvoerder)
2 elektra (13 weken na uitvoerder)
3 c.v.-monteurs (idem)
4 glaszetters (15 weken na uitvoerder)
5 galerijhekken ijzerwerk (idem)
6 voegafwerking (16 weken na uitvoerder)
7 liftmonteur (idem)
8 vloerafwerking (19 weken na uitvoerder)
9 dakdekker (20 weken na uitvoerder)
10 19 schilders + voorman (15, respectievelijk 27 weken na uitvoerder)

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*

Over de manuren die worden besteed aan de produktie van de elementen, werd geen informatie verschaft.

5.2.2 *Op het werk*

Blijkens de gegevens uit het eerste bouwproject van 448 galerijwoningen te Zwijndrecht kost één woning van gemiddeld 365,7 m³ inhoud circa 800 manuren inclusief de uren, besteed aan installaties zoals water, gas, elektra, centrale verwarming, liften etc.

Volgens nacalculatiecijfers van de aannemer kunnen deze manuren als volgt worden gespecificeerd:

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
bouwplaats inrichten		
keten en loodsen	2.458	
inrichten werkterrein	630	
terreinwerk, opruimen	4.420	
rijbanen, -platen	2.825	
magazijnbeheer	3.690	
laden en lossen	4.490	
Totaal bouwplaats inrichten	18.513	41,3
fundering		
uitzetten	1.217	
grondwerk	2.297	
aanvullen, zand onder werkvloer	1.658	
bemaling	366	
bekistingen fundering	8.066	
storten fundering	3.599	
aanbrengen elementvloeren	2.101	
koppensnellen	693	
vlechten fundering	7.392	
Totaal fundering	27.389	61,1
ruwbouw onderbouw		
maatvoering	1.000	
bekisting wanden	19.533	
storten wanden	4.945	
stellen metselaar	2.100	
vlechten	4.929	
metselwerk	9.780	
Totaal ruwbouw onderbouw	42.287	94,4
ruwbouw woonlagen		
maatvoering	5.187	
stellen elementen	26.917	
inhijsen afbouwmateriaal	795	
verleggen kraanbaan	1.691	
bekisten en storten liftopbouw	2.112	
steigerwerk	2.113	
schoorsteenelementen	482	
ventilatiekanalen	187	
balklagen en dakbeschot	182	
kozijnen stellen	12.862	
Totaal ruwbouw woonlagen	52.528	117,3
afwerking ruwbouw		
dakisolatieplaten	848	
afwerking kozijnen	2.457	
afwerken voegen	12.349	
afwerken ruwbouw (algemeen)	8.450	
hak- en breekwerk	755	
hekwerken aanbrengen	3.786	
glaszetten en kitten	10.641	
garagedeuren monteren	168	
Totaal afwerking ruwbouw	39.454	88,1
afwerking woningen		
tegelwerk	4.960	
aftimmeren, deuren afhangen	19.688	
afmonteren	4.510	
lavets, dorpels en neuten	1.860	
verticaal transport afbouw	1.560	

bewerking	*manuren*	*gemiddelde per woning*
schoonmaken bij oplevering	1.510	
vloeren leggen	8.000	
Totaal afwerking woningen	42.088	94,0
algemeen		
hulp aan derden	4.540	
onderhoud na eerste oplevering	735	
Totaal algemeen	5.275	11,8
fundering		
machinaal grondwerk	679	
heiwerk (hoofdaannemer)	10.806	
Totaal fundering	11.485	25,6
afwerking		
dakdekker	2.883	
spuitwerk (hoofdaannemer)	10.650	
tapiflex	2.475	
schilder (hoofdaannemer)	38.600	
behanger	2.200	
Totaal afwerking	56.808	126,8
installaties		
elektricien	25.390	
loodgieter	17.820	
c.v.-installateur	24.440	
liftinstallateur	2.100	
Totaal installaties	69.750	155,7
Totaal hoofdaannemers	227.534	508,0
Totaal onderaannemers	138.043	308,1
Totaal generaal (ongecorrigeerd)	365.577	816,1

Het rapport is opgesteld vóór de oplevering van de woningen en bijgevolg voor een deel prognoses (stand 28-2-1968).
De geregistreerde 365.577 uren zijn als volgt te verdelen:

gedurende werkbaar weer	332.615 manuren	(1,99 manuren/m³)
gedurende onwerkbaar weer	6.422 manuren	(0,04 manuren/m³)
c.v.- en liftmonteurs	26.540 manuren	(0,16 manuren/m³)
	365.577 manuren	(2,19 manuren/m³)

Het aantal van 816,1 manuren per woning geldt voor een 'gemiddelde' woning, d.w.z. dat ingebouwde garages, c.v.-ruimten en andere algemene ruimten zijn omgeslagen over het aantal geproduceerde woningen.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*

De N.V. Schokbeton heeft met betrekking tot de systeembouw een rijke historie achter de rug.

Opgericht in 1932 maakt zij reeds spoedig na de Tweede wereldoorlog een aanvang met de produktie van constructie-onderdelen en gevelelementen voor de woningbouw, o.a. voor 2 projecten te Overschie (totaal 560 woningen) volgens het systeem van de architecten Wijmer en Breukelman te Rotterdam (aannemer: N.V. Kon. Rotterdamse Beton- en Aanneming-maatschappij Waning & Co).

Volgens het systeem-Raatbouw van architect Zwaagstra is op eigen terrein een proefwoning gerealiseerd.

Het systeem bestond uit raatvormige wand- en vloerelementen volgens een bepaald moduul, waarmede ruimtelijke constructies konden worden verkregen. Toepassingen in dit systeem hebben echter voornamelijk plaatsgevonden in andere bouwsectoren.

Belangrijke ervaring op weg naar de montagebouw met grote elementen heeft Schokbeton opgedaan bij de produktie en montage van elementen voor tot nu toe meer dan 1.000 landbouwschuren in de IJsselmeerpolders.

Ontwikkelingen naar een volledig montagebouwsysteem in etagewoningen, leidden in de tweede helft van de jaren vijftig tot de bouw van 2 proefprojecten van elk 24 woningen. Het eerste project bestond uit 24 portiek-etagewoningen te Rijswijk, in het systeem-Iboco, een montagebouwsysteem met een draagconstructie van verdiepinghoge wandelementen, vloerplaten met kanalen, trappehuizen en langsgevel- en kopgevelelementen (architecten: Van den Broek en Bakema).
Het tweede project omvatte 24 portiek-etagewoningen te Arnhem (1959) in het systeem-Azet, een skeletconstructiesysteem, bestaande uit kruisvormige kolommen met nokken voor oplegging van grote vloerelementen. De verdiepinghoge binnenwanden hebben geen dragende functie. De gevels bestaan eveneens uit verdiepinghoge sandwich-elementen met inwendige isolatie, waarin houten raamkozijnen zijn opgenomen.

Dan volgt de oprichting in 1960 van het produktiebedrijf van N.V. Schokbeton te Vianen, speciaal ingericht voor de produktie van grote wandelementen in middelzware beton.

Voornamelijk voor het woningbouwsysteem-Smit II zijn door dit bedrijf tot nu toe voor meer dan 7.000 eengezinshuizen, de wanden vervaardigd en door de N.V. Tramos, de transport- en montage-onderneming van Schokbeton, vervoerd en gemonteerd.

De produktie van grote vloerplaten wordt ter hand genomen.

Vanaf het begin is Schokbeton betrokken bij het systeem-B.M.B. als toeleveringsbedrijf van de vloerplaten.

Vele arbeidsbesparende bouwmethoden in de woningbouw ontwikkelen zich in een snel tempo. Schokbeton levert daarvoor grote hoeveelheden elementen, zoals trappen, bordessen, borstweringen en balkons.

Schokbeton besluit omstreeks 1962 de opgedane produktie-ervaringen te bundelen en als promotor de industriële woningbouwsystemen-'Schokbeton', in samenwerking met architect en bouwer, te ontwikkelen.

Nadat een proefobject van eengezinshuizen, ontwerp B.G. Zanstra, architect BNA te Hippolytushoef, te Amstelveen was gerealiseerd in een door Schokbeton ontwikkeld systeem, wordt in 1963 een ontwikkelingsteam opgericht, bestaande uit:
- Architecten — Architectenbureau Zanstra, Gmelig Meyling en de Clercq Zubli N.V. te Amsterdam.
  B. G. Zanstra, architect BNA te Hippolytushoef

– Mede-architect	Nationale Woningraad te Amsterdam.
– Uitvoering	N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen te Dordrecht.
– Fabrikant en promotor van het systeem	N.V. Schokbeton

Het team neemt een ontwikkelingsprogramma ter hand van portiek-etagewoningen, galerijwoningen en eengezinshuizen.

In 1966 wordt een aanvang gemaakt met het eerste project van 448 galerijwoningen te Zwijndrecht, in het systeem Schokbeton H-I.
In 1967 wordt daarna te Zwijndrecht (tweede project), Dordrecht, Vianen, Haarlem en Kampen aangevangen met de uitvoering van 5 bouwstromen. In deze bouwstromen is eveneens opgenomen de bouw van 96 portiek-etagewoningen in het systeem-Schokbeton MH.

De plattegrond van deze portiek-etagewoningen komt overeen met die van de galerijwoningen.

6.2 *Produktie-omvang*
Over de produktie-omvang geeft onderstaand schemaatje een beeld:

	aantal opgeleverde woningen	
per	*voorafgaand jaar*	*totaal*
1-1-1967	0	0
1-1-1968	216	216

In totaal was er per 1-1-1969 sprake van de volgende projecten die op die datum in uitvoering waren:
270 woningen te Dordrecht voor gemeente Dordrecht;
180 woningen te Haarlem voor Dienst voor de Volkshuisvesting te Haarlem;
88 woningen te Haarlem voor Dienst voor de Volkshuisvesting te Haarlem;
252 woningen te Kampen voor woningbouwvereniging 'Eenvoud' te Kampen;
448 galerijwoningen te Zwijndrecht (Nederhoven) w.w.
Opdrachtgevers: 1 Mij. tot verbetering van Volkshuisvesting 'Zwijndrecht-Dordrecht';
2 Nat. Chr. Werkmansbond.
270 galerijwoningen te Vianen ('De Hagen') w.w.
Opdrachtgever: Woningbouwvereniging 'Volksbelang'.
270 galerijwoningen te Dordrecht (Sterrenburg) w.w.
Opdrachtgever: Woningbouwvereniging 'Ons Huis'.
252 galerijwoningen te Kampen w.w.
Opdrachtgever: Woningbouwvereniging 'De Eenvoud'.
180 galerijwoningen te Haarlem (Boerhaavewijk) w.w.
Opdrachtgever: Woningstichting Haarlem.
88 galerijwoningen te Haarlem (Boerhaavewijk) pr.
Opdrachtgever: Woningstichting Haarlem.
204 galerijwoningen te Zwijndrecht (Nederhoven) w.w.
Opdrachtgever: Bouwvereniging 'Zwijndrecht'.
96 portiekwoningen te Haarlem (Boerhaavewijk) pr.
Opdrachtgever: Woningstichting Haarlem.
309 galerijwoningen te Heemskerk w.w.
Opdrachtgever: Woningbouwvereniging 'De IJmond'.
285 galerijwoningen te Dordrecht (Sterrenburg) w.w.
Opdrachtgever: Woningbouwvereniging 'Ons Huis'.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit van de Schokbetonbedrijven bedraagt voor het systeem-H-I (galerijwoningen) en het systeem-M-H (portiek-etagewoningen) gezamenlijk circa 2.000 woningen per jaar.
De produktiesnelheid op de bouwplaats bedraagt gemiddeld circa 400 woningen per bouwkraan per jaar (gemiddeld per week 10 woningen met een maximum van circa 15 woningen).

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De economische seriegrootte voor een basistype bedraagt circa 2.000 woningen totaal. Binnen een basistype zijn varianten ontwikkeld waarvan de economische seriegrootte evenwel circa 500 woningen totaal bedraagt.

De bouwplaatsomvang dient minimaal circa 100 woningen te bedragen.

6.5 *Ontwikkelingen*
Vanuit de basistypen is een aantal varianten ontwikkeld in plattegrond en gevels.

De organisatie op de bouwplaats ontwikkelt zich tot verdergaande arbeidsbesparingen, met name in de afbouwfase. De ontwikkeling van geheel nieuwe woningtypen is in voorbereiding.

7 Organisatiestructuur

De projecten worden voorbereid door een team bestaande uit:

N.V. Schokbeton:	promotor van het systeem, toeleveringsbedrijf voor alle geprefabriceerde betonelementen.
N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen te Dordrecht:	hoofdaannemer
Architectenbureau Zanstra, Gmelig Meyling en De Clerq Zubli N.V. te Amsterdam, en B.G. Zanstra, architect BNA te Hippolytushoef:	architecten
Nationale Woningraad te Amsterdam:	mede-architect

De relaties berusten op gentleman-agreements.
De N.V. Schokbeton, hoofdkantoor te Zwijndrecht, heeft de volgende vestigingen:

Bedrijf Zwijndrecht:	Lindtsedijk te Zwijndrecht
Bedrijf Kampen:	Haatlanderdijk te Kampen
Bedrijf Elburg:	J. P. Broekhovenweg te Elburg
Bedrijf Vianen:	Kanaaldijk te Vianen
Afd. Bouwbedrijf:	Parklaan 16 te Zeist
Centrale Afd. Verkoop en Voorlichting:	Parklaan 16 te Zeist
België:	Schokbeton P.V.B.A.: Maastrichtersteenweg 106 te Hasselt
Duitsland:	Schokbeton: Steinstrasse 34 te Düsseldorf
Frankrijk:	Schokbéton France S.A.: Couëron (L.A.)

De N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen te Dordrecht heeft de volgende vestigingen:
Rayon Zuid-West-Nederland te Dordrecht
Rayon Midden-West-Nederland te Den Haag
Rayon Oost-Nederland te Arnhem
Rayon Noord-Nederland te Den Helder

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
De N.V. Schokbeton heeft als toeleveringsbedrijf een grote ervaring in het ontwerpen, construeren, detailleren en fabriceren van betonelementen en -constructies.

Deze ervaring komt onder meer tot uitdrukking in de samenwerking van een groot aantal betonindustrieën over de gehele wereld met de N.V. Schokbeton in Nederland op know-how basis.

De N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen heeft in de woningbouw na de Tweede Wereldoorlog reeds meer dan 15.000 woningen gerealiseerd.

Met het systeem Schokbeton-H-I bestaat thans een redelijke ervaring.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
De optimale bouwhoogte is 6 à 8 lagen, het maximum is 12 lagen.

Een goede bloklengte is 10 à 12 woningen, zodat in één week juist één laag kan worden gemonteerd.

8.3 *Ontwerp*
Het systeem Schokbeton-H-I is zodanig ontworpen dat met een gelijk respectievelijk nagenoeg gelijk elementenpakket plattegronddifferentiaties aanwezig zijn in 2-, 3-, 4- en 5-kamerwoningen.

Voorts zijn plattegrondvarianten uitvoerbaar in woningindeling en vergroting van bepaalde traveematen.
Als maximale maat voor onderbrekingen in dragende wanden beschouwt men 1,60 m.

9 Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest No. A 2363/1967 inzake het systeem Schokbeton H-I voor woningbouw*. Rotterdam, 1967.
N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen. *Organisatie en Werkwijze*. Dordrecht, z.j.
N.V. Aannemersbedrijf v/h P. A. van Wijnen. *Industriële woningbouw Schokbeton/Van Wijnen, 448 galerijwoningen in het uitbreidingsplan Nederhoven in de gemeente Zwijndrecht, Rapport nacalculatie manuren*. Dordrecht, 1968.
Industriële bouw, *'Op de korrel'*, mei 1967.

12.10 GBS

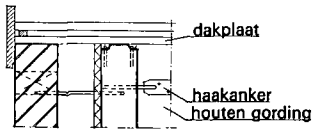
Promotor: N.V. Schokbeton te Zwijndrecht.
Tel. (01850) 2 84 66.

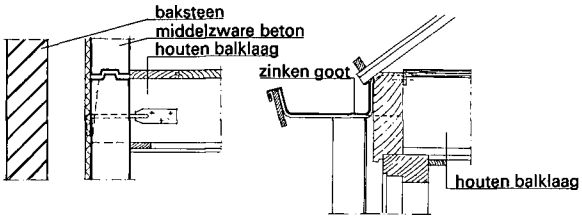
Attest: In voorbereiding

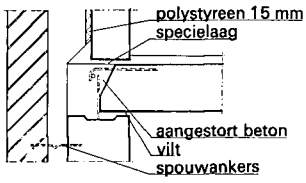


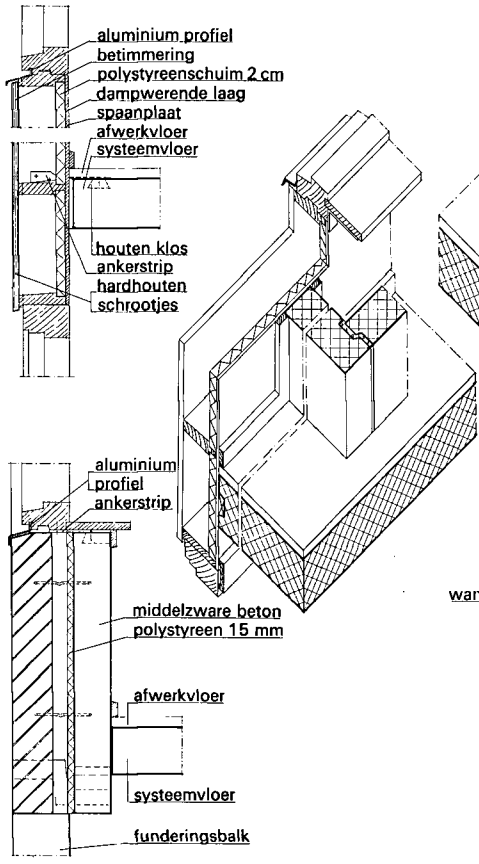
Voorbeeldproject

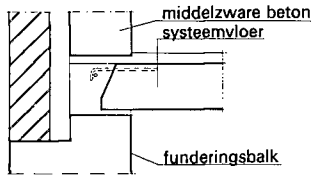
150 eengezinshuizen (92 woningwet en 58 premie) te Aalsmeer.
Opdrachtgever: gemeente Aalsmeer.
Architect: Gebr. Van Blokland te Ede.
Mede-architect: Nationale Woningraad te Amsterdam.
Uitvoerend bouwbedrijf: N.V. Aannemingsbedrijf G. W. Geelen te Vleuten.

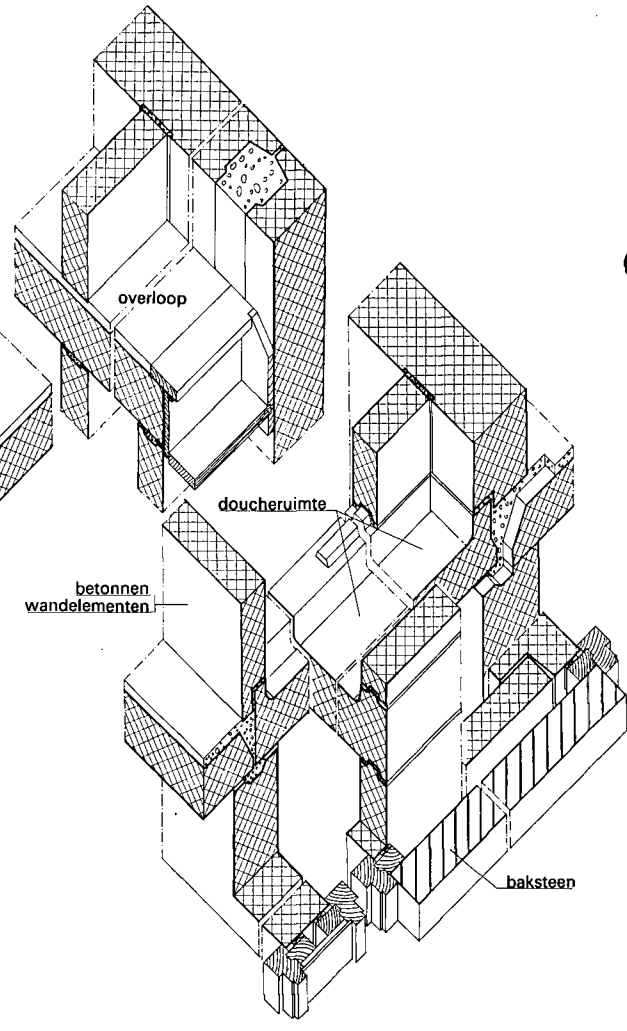

dakplaat
haakanker
houten gording

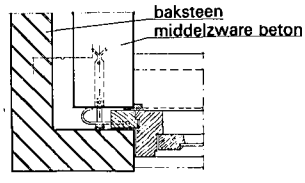

baksteen
middelzware beton
houten balklaag
zinken goot
houten balklaag

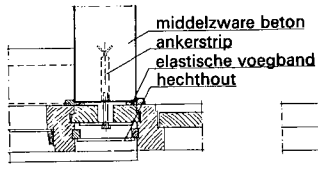

polystyreen 15 mm
specielaag
aangestort beton
vilt
spouwankers

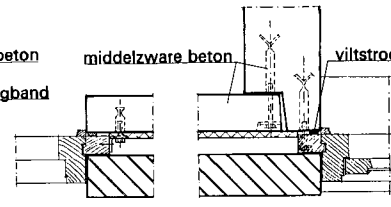

aluminium profiel
betimmering
polystyreenschuim 2 cm
dampwerende laag
spaanplaat
afwerkvloer
systeemvloer
houten klos
ankerstrip
hardhouten
schrootjes
aluminium
profiel
ankerstrip
middelzware beton
polystyreen 15 mm
afwerkvloer
systeemvloer
funderingsbalk

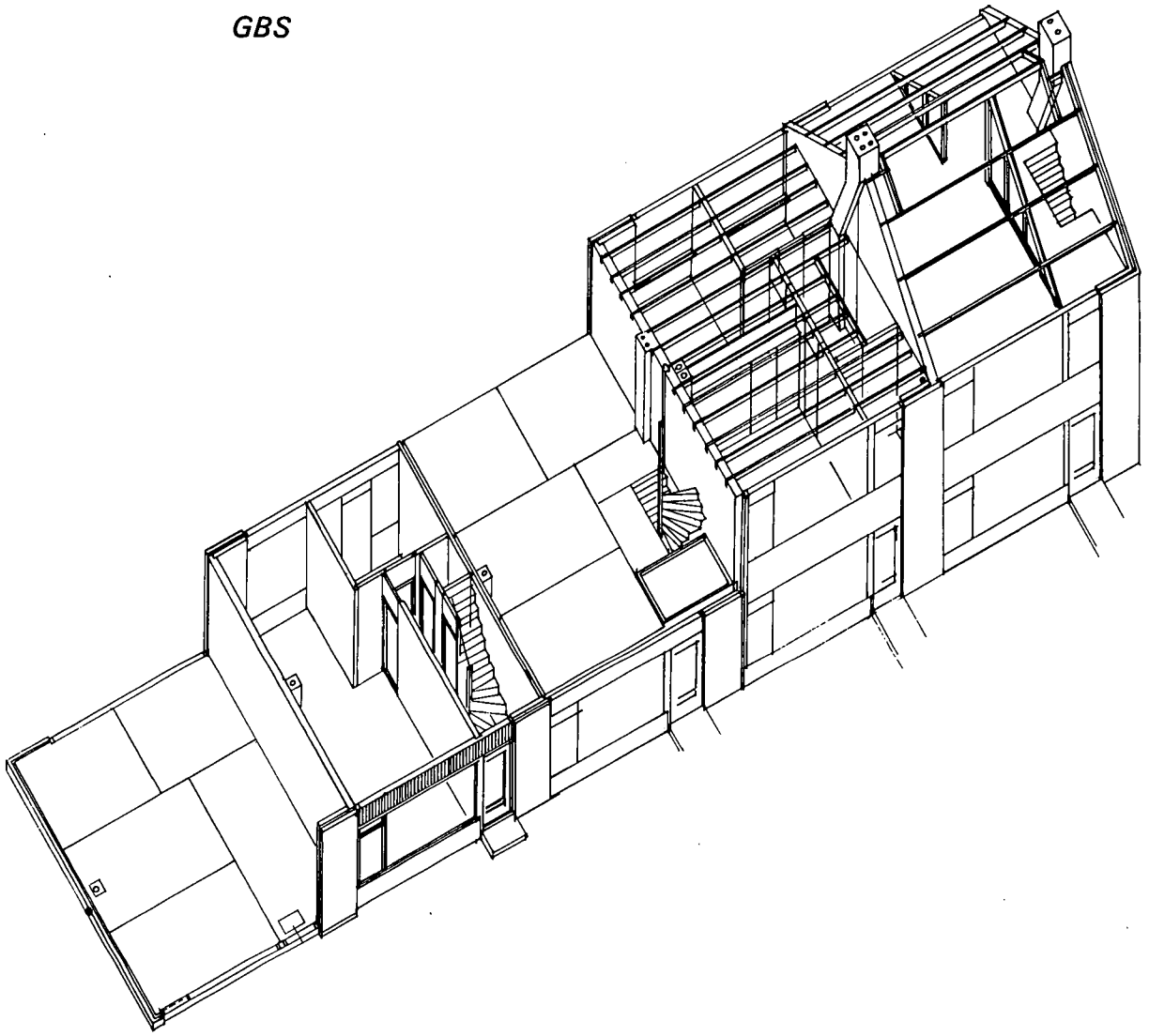

middelzware beton
systeemvloer
funderingsbalk

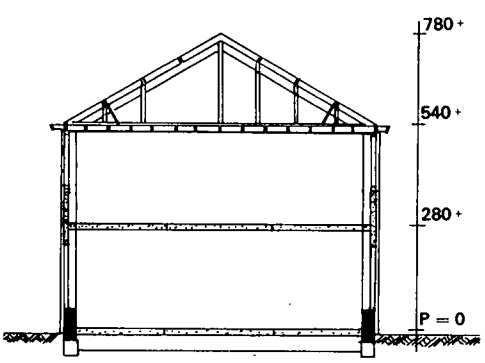

overloop
doucheruimte
betonnen
wandelementen
baksteen

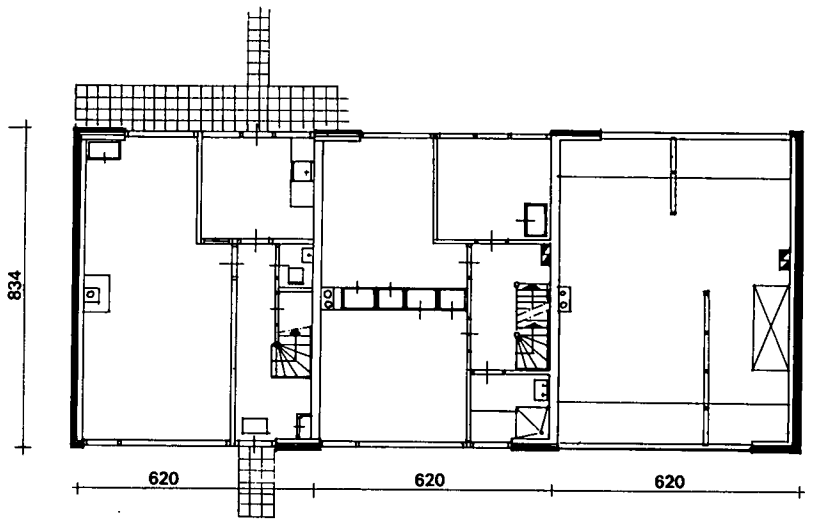

baksteen
middelzware beton


middelzware beton
ankerstrip
elastische voegband
hechthout


middelzware beton
viltstrook




780
540
280
P = 0


834
620
620
620

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor laagbouw waarbij geprefabriceerde verdiepinghoge wandelementen van lavalietbeton en vloerelementen van grindbeton op het werk worden gemonteerd met een kraan. De gevel bestaat uit puien, geprefabriceerde betonelementen en/of baksteenmetselwerk. Voor de begane grond wordt een goedgekeurde holle-baksteenvloer of systeemvloer toegepast.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1 *Dragende wanden*

De dragende wanden worden samengesteld uit vooraf vervaardigde elementen van lavalietbeton.
De elementen zijn in het algemeen voorzien van bevestigingsmiddelen zoals schroefhulzen en stekeinden; deze stekeinden brengen via betonaanstortingen tussen de elementen onderling een koppeling tot stand.
De beëindigingen van de elementen ter plaatse van de langsgevels kunnen – afhankelijk van de constructie van de toe te passen langsgevel – worden geprofileerd en/of voorzien van ingestorte klossen, schroefhulzen, stekeinden e.d.

2.1.2 *Gevels*

De langsgevels worden als volgt samengesteld:
– de binnenspouwwanden van vooraf vervaardigde lavalietbeton elementen, dik 9,2 cm.
– de buitenspouwwanden in baksteenmetselwerk en gekoppeld aan het binnenspouwblad met 4 gegalvaniseerde spouwankers per m².
– de binnenspouwbladen worden beplakt met 1,5 cm polystyreenschuim.
– de houten pui-elementen waarvan de borstwering van binnen naar buiten bestaat uit spaanplaat dik 0,8 cm, dampwerende laag, 2 cm polystyreenschuim, een luchtspouw van 10 cm, zwak geventileerd, en hardhouten schrootjes dik 1,5 cm (c.q. aluminium lamellen).
De kruipruimte onder de begane-grondvloer en de spouw worden apart geventileerd. In de badkamer bevindt zich achter het borstweringgedeelte tevens een lavalietbetonnen binnenspouwblad, dik 9,2 cm.
De eindgevels bestaan uit een buitenspouwblad van halfsteens metselwerk, een spouw van ten minste 5 cm en een binnenspouwblad van lavalietbeton. Buiten- en binnenspouwbladen zijn gekoppeld met gegalvaniseerde spouwankers Ø 4, 4 stuks per m².
De binnenspouwbladen van lavalietbeton worden vanaf de verdieping beplakt met 1,5 cm polystyreenschuim.

2.1.3 *Niet-dragende wanden*

De niet-dragende binnenwanden worden samengesteld uit vooraf vervaardigde, verdiepinghoge elementen van lavalietbeton, dik 9,2 cm en met een maximumbreedte van 5,20 m, voorzien van een krimpwapening in de vorm van een enkel bouwstaalnet.
Waar nodig zijn de elementen voorzien van kozijnen, klossen, sparingen etc.

2.1.4 *Vloeren*

De vloeren worden samengesteld uit elementen van grindbeton.
De zoldervloer kan ook als houten balkvloer worden uitgevoerd. Voor de begane-grond wordt een holle-baksteenvloer, dan wel een systeemvloer volgens een geldig modelblad, toegepast.

2.2. *Fabricage*

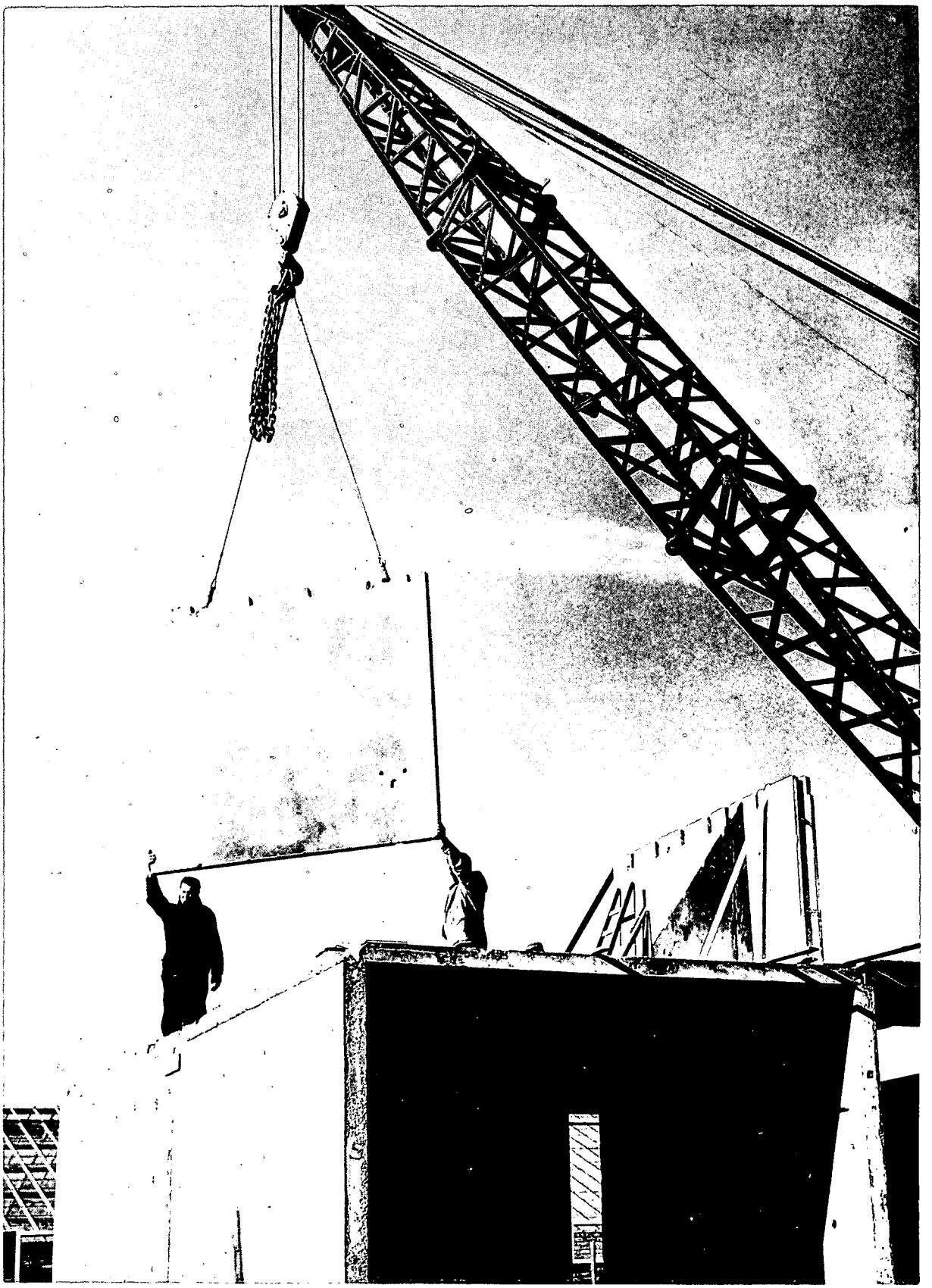
De betonelementen worden in mallen vervaardigd in de fabrieken van de N.V. Schokbeton.
Een gedetailleerde beschrijving van de produktie werd 'om bedrijfsredenen' niet verstrekt. Evenmin konden plattegronden van de fabrieken worden gegeven.

2.3 *Montage*

De wandelementen worden met behulp van schoorconstructies te lood gesteld. Voor het op hoogte stellen is de fundering voorzien van 2 steltegels, of stelhoofdjes van specie, waarop het element komt te rusten. Na het stellen worden de vloerelementen op de wanden gelegd op een 3 mm dikke en 3 cm brede viltstrook die tevoren op het wandelement is geplakt.
De verticale holten tussen de wandelementen en de horizontale sleuven tussen de vloerelementen worden na het aanbrengen van de nodige wapeningstaven en bevestigingsmiddelen met fijne beton gevuld.
De draagconstructie van de volgende bouwlaag wordt op overeenkomstige wijze in het werk gesteld.
De binnenspouwelementen van de begane grond worden met houten wiggen op de fundering gesteld en aan één zijde door een stalen klemconstructie, bestaande uit een bout M12 en een stripijzer, verankerd aan de dragende dwarswanden. De horizontale voegen worden met specie volgezet. De voegen tussen de binnenspouwbladen en de dwarswanden worden met een op de dwarswand of het binnenspouwblad geplakte viltstrook gedicht.
Het binnenspouwbladgedeelte op de begane grond onder het houten pui-element in de achtergevel wordt aan de bovenzijde geborgd door een borgpen Ø 12 die in de specie wordt gelegd.
Bij de verdieping vormen borstweringen en binnenspouwblad (ter plaatse van de douchecel) één element, dat opgelegd is op het vloerelement.
Het bovengenoemde element wordt aan de dwarswanden gekoppeld met bouten M12 en stripijzers, en na het stellen met specie ondervoegd.
De onder- en bovenregels van de houten pui-elementen worden met strippen en bouten aan de binnenspouwbladen en de vloeren gekoppeld.
Aan weerszijden worden de pui-elementen met hoeklijnen, tapbouten en volgringen aan wandelementen en/of de binnenspouwbladen verankerd, waarbij elastisch dichtingsband wordt tussengeklemd.
Scheidingswanden worden met steltegels of stelhoofdjes van specie op hoogte gesteld, waarna de ondergelegen voegen met specie worden volgezet.
De aansluiting op dwarswanden, respectievelijk stenen plafonds, geschiedt met ingestorte stekeinden respectievelijk doken ter plaatse van plaatselijke uitsparingen in wand- respectievelijk vloerelementen. De aansluiting op de zoldervloer geschiedt via slobgaten en bouten aan de balklaag, zo nodig met tussenvoeging van houten klossen.

2.4 *Materialen*

De volgende betonsoorten worden toegepast:
lavalietbeton
(dragende wanden, scheidingswanden en binnenspouwbladen)
grindbeton
(vloeren)
1 cement : 2-3 zand : 3-4 grind in volumedelen
volumegewicht ten minste 2400 kg/m³
kubusdruksterkte ten minste 300 kg/m²
Het vulbeton tussen de vloer- en/of wandelementen heeft een



12.10.1 Montage van een wandelement
(foto : Vooren, Woerden)

Tabel 1 Kenmerken elementen G.B.S.

toepassing	*afmetingen in cm*			*samenstelling druksterkte*[1] *in volumedelen*		*volume-gewicht*[2] *in kg/m³*	*wapening*
	minimum-dikte	*maximum-breedte*	*hoogte resp. max. over-spanning*				
Woningscheidende draagwanden	20	520	*verdieping-hoog*	1 cement op			Ø 4 - 15 QR 48
Binnenwanden onder steenachtige vloeren	16	520		2-3- zand op		1800 tot	enkel bouw-staalnet.
onder houten vloeren	9,2	520		3-4 schuim-lava	ten minste 100 kg/cm²	2000	
Binnenspouwwanden onder steenachtige vloeren	16	520					
onder houten vloeren	9.2	520					
Stabiliteitswanden	[3]	520					
Vloeren	12	520	450	Grindbeton, uitvoering overeenkomstig G.B.V. 1962 en V.G.B.W. 1949, dan wel in grindbeton of middelzwaar beton volgens een geldig modelblad.			

1 Kubusdruksterkte na 28 dagen verharding, bepaald op een kube met een ribbe van 20 cm.
2 Na droging tot constant gewicht.
3 Afhankelijk van het ontwerp.

samenstelling in volumedelen van: 1 cement : 2-3 grindzand, waarbij het grind een maximale korrelgrootte heeft van 16 mm. De voegspecie heeft een samenstelling van 1 cement : 3 zand. Stalen verbindingsmiddelen zijn gesherardiseerd en, voor zover niet geheel ingebetonneerd, bovendien gebitumineerd.
Voor bevestiging van het polystyreenschuim tegen het betonwerk wordt een bitumenemulsie of dergelijke toegepast.
De houten raamkozijnen worden, geheel afgeschilderd, beglaasd en voorzien van hang- en sluitwerk, op het werk gebracht. De gootelementen en daken voor de schuren komen compleet afgeschilderd op het werk. De ontluchtingskanalen en/of schoorstenen buitendaks worden eveneens geprefabriceerd en met de kraan gemonteerd.

2.5 *Afwerking*
De elementen worden in het werk zonder voorafgaande bepleistering op een gebruikelijke wijze afgewerkt.
In natte ruimten worden wanden en vloeren voorzien van een waterdichte afwerking. De plafonds op de verdieping worden bekleed met gipsplaat of iets dergelijks.
In de overige vertrekken op de verdieping worden de plafonds uitgevoerd in zachtboard of gipsplaat.
Het dak wordt uitgevoerd als een zadeldak afgedekt met pannen, op een traditioneel dakbeschot of op goedgekeurde dakplaten volgens een certificaat al dan niet in combinatie met een extra warmte-isolerende laag.
Bij een plat dak in hout wordt het dakbeschot op overeenkomstige wijze uitgevoerd. Bij toepassing van een betonnen dakvloer wordt deze voorzien van geventileerde kanaalplaten op een afschotlaag.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de volgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklasse worden bepaald:

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels:		
– met 16 cm dik binnenspouwblad	ca. 0,50	matig
– met 9,2 cm dik binnenspouwblad en 1,5 cm polystyreenschuim	ca. 0,90	voldoende
Langsgevels:		
– met 9,2 cm binnenspouwblad en 1,5 cm polystyreenschuim	ca. 0,90	voldoende
– houten borstweringen	ca. 0,85	matig

Het systeem kan worden toegepast voor woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig', mits de warmteweerstand van het dak, al dan niet inclusief zoldervloer, en van de beganegrondvloer voldoet aan de desbetreffende eisen van het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad 1070 te verwachten is, kunnen de isolatie-indices voor luchtgeluid en bijbehorende kwaliteitsklasse voor ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies als volgt worden aangegeven:



12.10.2 Complex eengezinshuizen te Woerden in aanbouw
(foto : Vooren, Woerden)



12.10.3 Blok eengezinshuizen te Lisse
(foto : Vooren, Woerden)

onderdelen	*isolatie-index voor luchtgeluid*	*kwaliteits-klasse*
Woningscheidende wanden, dik 20 cm	0 dB	matig
Binnenwanden, dik 9,2 cm	— 6 dB	goed
Verdiepingsvloeren, in grindbeton, dik 13 cm	0 dB	goed
in middelzwaar beton dik 13 cm	— 1 dB	goed

Het systeem kan dus worden toegepast voor woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig', mits tevens wordt voldaan aan de desbetreffende overige eisen van het normblad NEN 1070.

3.3 *Diversen*
De wanden van lavalietbeton zijn spijkerbaar en spijkervast.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
De systeemelementen worden in speciale produktie-afdelingen van de Schokbeton-bedrijven te Zwijndrecht en Vianen geproduceerd met een cyclustijd van 24 uur.
De beton in mallen wordt tijdens het vullen mechanisch verdicht en daarna afgewerkt.
Na het lossen van de mallen worden de wand- en vloerelementen respectievelijk verticaal en horizontaal vervoerd en opgeslagen. De mallen worden na het lossen schoongemaakt, opnieuw opgebouwd en van wapening, sparingen e.d. voorzien.
Over de kosten en afschrijvingen van het materieel dat bij de fabricage wordt toegepast, werd om bedrijfsredenen geen informatie verstrekt.

4.2 *Bij het transport*
Het transport vindt plaats per vrachtauto of diepladers door N.V. Tramos, dochteronderneming van N.V. Schokbeton.
De raamkozijnen worden in speciaal vervaardigde containers vervoerd.
In het algemeen worden de verdiepinghoge wandelementen op diepladers vervoerd. Wand- en vloerelementen voor een woning wegen ruim 52 ton. Het zwaarste wandelement weegt 4230 kg.
Gezien de geografische ligging van de produktiebedrijven van Schokbeton te Zwijndrecht en Vianen zijn de transportkosten gunstig te noemen, volgens de promotor. Een inzicht in deze kosten werd niet gegeven.

4.3 *Bij de uitvoering*
Voor de montage van o.a. de wand- en vloerelementen wordt gebruik gemaakt van een mobiele kraan met een hefvermogen van 8 ton, merk: Rapir. De montage geschiedt direct vanaf de auto zonder tussenopslag op het bouwterrein.
Voor het stellen van de gevelpuien, goten, dakplaten e.d. wordt een kleine kraan met een maximaal hijsvermogen van 1 ton ingeschakeld, merk: Orestein en Koppel.
Over kosten en afschrijvingen van het toegepaste materieel werd geen informatie verstrekt.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*

Uit nacalculatiegegevens van een project van 141 woningen blijkt dat de gemiddelde personeelsbezetting gedurende de gehele bouwtijd 60 man bedraagt, inclusief kraanploeg. Dit aantal bestond uit circa 30 vaklieden en circa 30 ongeschoolden, welke in deze industriële bouwwijze geleidelijk in hun taken zijn gespecialiseerd.
Chronologisch is de bezetting als volgt:
1 Heiwerk en fundering (traditioneel).
2 Perfora-vloeren op specielaag: 2 man.
3 Grond rondom egaliseren: 1 man met bulldozer.
4 Stelhoofdjes aanbrengen op de begane-grondvloer: 2 man.
5 Binnenwanden stellen op de stelhoofdjes: kraanploeg.
6 Verdiepingvloer (fabrikaat: Schokbeton) stellen: kraanploeg.
7 Stelhoofdjes aanbrengen op de verdiepingvloer: 2 man.
8 Binnenwanden stellen: kraanploeg.
9 Zolderbalklaag geheel in elkaar zetten (beneden): 2 man.
10 Zolderbalklaag aanbrengen: kraan + 4 à 6 timmerlieden.
11 Vloeren leggen: 4 à 6 timmerlieden.
12 Topelementen stellen + enkele gordingen aanbrengen (stabiliteit): kraanploeg.
13 Schoorsteen metselen op betonplaat (beneden): 2 metselaars.
14 Schoorsteen stellen: kraanploeg.
15 Borstweringen (fabrikaat: Schokbeton) stellen: kleine kraanploeg.
16 Geprefabriceerde (geschilderde en beglaasde) buitenkozijnen stellen: kleine kraanploeg.
17 Kantgordingen stellen: kleine kraanploeg.
18 Goten aanbrengen: loodgieter.
19 Dakplaten, panlatten en pannen aanbrengen: kleine kraanploeg met 6 à 8 timmerlieden.
20 Afbouw:
1 timmerlieden (raffelen)
2 elektricien
3 vloerenlegger (zwevende vloer)
4 keukens en kasten stellen
5 kozijnen verdieping
6 trappen stellen
7 tegelzetter
8 stukadoor
9 aftimmeren, deuren hangen e.d.
10 sanitair plaatsen
11 schoonmaken
12 schilderen (zachtboardplaten, betonplafond, kasten, deuren, binnendeurkozijnen)
De grote kraanploeg bestaat uit een kraanmachinist, 1 aanpikker en 2 stellers. Deze ploeg stelt de vloer- en wandelementen, inclusief de topelementen. Beneden gebruikt men 4 schoren, boven gebruikt men 4 afstandhouders.
De kleine kraanploeg bestaat uit een kraanmachinist en 2 stellers. Deze ploeg stelt de Schokbeton-gevelplaten, als deze aanwezig zijn.

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*
Inzicht in het aantal manuren op de fabriek werd om bedrijfsredenen niet gegeven.

5.2.2 *Op het werk*
Uit nacalculatiegegevens blijkt dat een G.B.S.-woning met een inhoud van 387 m³ circa 700 manuren op de bouwplaats vergt, inclusief installaties, exclusief c.v.
Er wordt samengewerkt met het adviesbureau voor Bedrijfsorganisatie dr. M. G. Ydo te Amsterdam.
Door het team is de volgende urenprognose per woning opgesteld.
Urenprognose G.B.S.-woning:

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*	
	hoofd-aannemer	*onder-aannemers*
Inrichten	15	3
Uitzetten	1	–
Grondwerk	1	12,5
Heiwerk	1	24
Palen pellen	–	1
Fundering	–	30
Buiten-/binnenriolering	3	–
Meterputten	1	–
Begane-grondvloer	4	–
Inwassen	3	–
Stelhoofdjes	2,5	–
Stelwerk schuur	–	6,5
Metselwerk	–	90
Schoorstenen	6	–
Kapwerk (schuren en garages)	2,5	–
Dakdekken (schuren en garages)	0,5	4,5
Kraan plaatsen	7	–
Begane-grond-elementen en verdieping-vloer	16,5	–
Binnenschoorsteen	–	10
Ondervoegen	10	–
Leidingen aanwerken	10	–
Stelhoofdjes op verdiepingvloer	1,5	–
Verdiepingelementen stellen	9,5	–
Vliering balklaag	–	16,5
Topgevelelementen en schoorstenen	8	–
Kapwerk	–	12
Gevelpuien stellen	16	–
Dakdekken	1	9
Boardplafonds	–	20
Afwerkvloeren	2	17
Trappen	–	3
Binnenkozijnen stellen	–	16
Wandtegels	–	19
Schoorsteenmantels	–	7
Loodgieter	–	41
Elektra	–	25
Stucadoor	–	30
Aftimmeren	–	40
Schilderwerk + behangen	–	59
Afrastering	3	–
Straatwerk	–	16
Schoonmaken	5	5
Kleine kraan	–	12
Tweede oplevering	5	–
Transport vrachtwagen	10	–
Doorbetaald verlet	17,5	–
	162,0	539,0
Totaal-generaal (ongecorrigeerd)		701,0

5.3 *Verlet*
Uit de gegevens van het project van 141 woningen te Aalsmeer blijkt:
regenverlet: gemiddeld 6,5 manuur per woning of circa 1% van totaal aan manuren per woning;
vorstverlet: gemiddeld 3,2 manuur per woning of circa 0,5% van totaal aantal manuren per woning
windverlet: praktisch te verwaarlozen.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Het systeem is ontstaan in een samenwerking van de architecten Gebr. Van Blokland te Ede met N.V. Schokbeton.
De eerste 2 projecten van 73 en 56 ééngezinshuizen zijn in 1959 en 1961 te Harmelen (Utrecht) gebouwd.
Daarna heeft de ontwikkeling plaatsgevonden tot het G.B.S. (Geelen – Van Blokland – Schokbeton)-woningtype in samenwerking met de Nationale Woningraad te Amsterdam.
De eerste G.B.S.-woningprojecten zijn uitgevoerd met borstweringen en penanten in schokbeton met houten raamkozijnen.
De verdere ontwikkeling heeft uiteindelijk geleid tot de typen G.B.S. II en -III volgens de Voorschriften en Wenken 1965 met een gevelconstructie van binnenspouwwanden van lavalietbeton, houten pui-elementen en een buitenspouwblad van halfsteens metselwerk.

6.2 *Produktie-omvang*
De produktie in het systeem-G.B.S. verliep sinds 1961 als volgt:

per	*aantal opgeleverde woningen*	
	voorafgaande jaar	*totaal*
1-1-1961	0	0
1-1-1962	129	129
1-1-1963	0	129
1-1-1964	0	129
1-1-1965	75	204
1-1-1966	0	204
1-1-1967	76	280
1-1-1968	124	404
gemiddeld in de laatste 3 jaren	67	

De navolgende projecten zijn of worden gerealiseerd:
1 Harmelen
20 woningwetwoningen
39 vrije-sectorwoningen, gereedgekomen eind 1964 (figuratieplaten in de gevel, betonnen gevelkolommen. Ingeschokte tegeltjes in vrije-sector)
2 Vleuten
20 vrije-sectorwoningen (september 1965–april 1966) (doorgetrokken verdiepingborstwering met tegeltjes, gemetselde penanten, gemetselde begane–grond-borstwering)
3 Wateringen
41 woningwetwoningen
15 vrije-sectorwoningen (maart 1960–november 1966) (figuratieplaten in de gevel, betonnen gevelkolommen. Ingeschokte tegeltjes in vrije-sector)
4 Woerden
66 woningwetwoningen
37 premiewoningen
9 vrije-sectorwoningen (juni 1966–maart 1967) (figuratieplaten in de gevel, betonnen gevelkolommen)
5 Lisse
44 woningwetwoningen (januari 1967–augustus 1967)
6 Aalsmeer
91 woningwetwoningen
50 premiewoningen (juli 1967–juli 1968)
7 Woerden II
29 woningwetwoningen

32 premiewoningen (augustus 1968–januari 1969)
8 Aalsmeer II
92 woningwetwoningen
58 premiewoningen (augustus 1968–augustus 1969)
Sinds het project Woerden II is er een nieuw ontwerp ontwikkeld, dat voldoet aan de Voorschriften en Wenken 1965. De basis is het type G.B.S.-II en bevat 4,5 verblijfseenheden.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De minimumcapaciteit van een produktielijn in de fabriek bedraagt 250 woningen per jaar, overeenkomend met een produktiesnelheid op de bouwplaats van gemiddeld 5 woningen per week.
Fabrieksproduktie en produktiesnelheid op de bouwplaats zijn flexibel en op te voeren in veelvouden van telkens circa 250 woningen per jaar.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
De economische seriegrootte voor het basistype G.B.S.-II bedraagt circa 2000 woningen in totaal, met inbegrip van het variant-type-G.B.S.-III.
De bouwplaatsomvang dient minimaal circa 50 woningen te bedragen.

6.5 *Ontwikkelingen*
Ontwikkelingen in de bouworganisatie richten zich voornamelijk op verdergaande arbeidsbesparingen, met name in de afbouwfase.

7 Organisatiestructuur

De projecten worden voorbereid door een team bestaande uit:

N.V. Schokbeton:	promotor van het systeem, toeleveringsbedrijf voor alle geprefabriceerde betonelementen
N.V. Aannemingsbedrijf G. W. Geelen te Vleuten:	hoofdaannemer (met eigen timmerfabriek)
Architectenbureau Gebr. Van Blokland te Ede:	architecten
Nationale Woningraad Amsterdam:	mede-architect

De relaties berusten op gentleman-agreements.
De N.V. Schokbeton, hoofdkantoor te Zwijndrecht, heeft de volgende vestigingen:

Bedrijf Zwijndrecht	Lindsedijk te Zwijndrecht
Bedrijf Kampen	Haatlanderdijk te Kampen
Bedrijf Elburg	J. P. Broekhovenweg te Elburg
Bedrijf Vianen	Kanaaldijk te Vianen
Afdeling Bouwbedrijf	Parklaan 16 te Zeist
Centrale Afd. Verkoop en Voorlichting	Parklaan 16 te Zeist
België: Schokbeton P.V.B.A.	Maastrichtersteenweg 106 te Hasselt
Duitsland: Schokbeton G.M.B.H.	Steinstrasse 34 te Düsseldorf
Frankrijk: Schokbéton-France S.A.	Couëron (L.A.)

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
De N.V. Schokbeton heeft als toeleveringsbedrijf een grote ervaring in het ontwerpen, construeren, detailleren en fabriceren van betonelementen en constructies.
De ervaring komt onder meer tot uitdrukking in de samenwerking op know-how-basis van een groot aantal betonindustrieën over de gehele wereld met de N.V. Schokbeton in Nederland.
Niettemin is de ervaring, opgedaan met het systeem-G.B.S., nog niet groot te noemen.

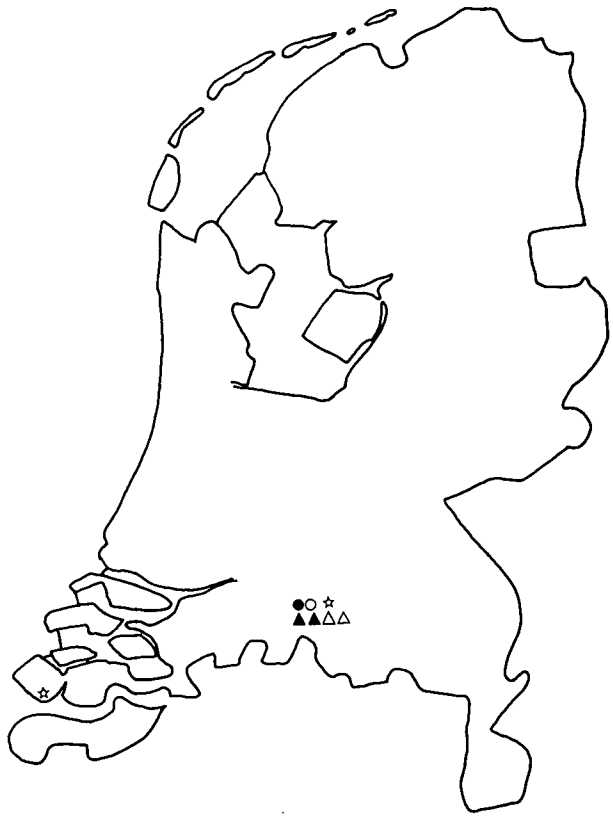
8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het systeem is gebonden aan de vorm eengezinshuis met kap.
Het systeem-G.B.S. heeft flexibiliteit in de woningbreedte door verlenging van de vloerelementen, alsmede in de woningdiepte door verlenging van bepaalde wandelementen. De gevelindeling kan gewijzigd worden.
Doordat het systeem is gekoppeld aan een bepaald architectenteam en een bepaald plattegrondtype, heeft de opdrachtgever t.a.v. de woningindeling weinig 'inspraak'.

9 Literatuur
Geen.

12.11 Bouwvliet

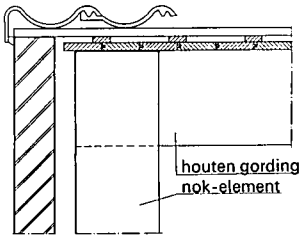
Promotor: Van Vliet en Van Dulst's Bouwbedrijf N.V.
Schiekade 189, Rotterdam
Tel. (010) 13 28 50

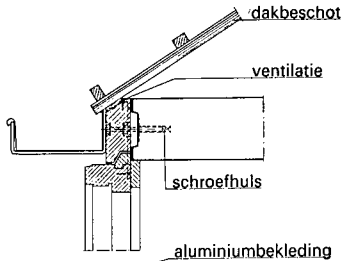
Attest: 1966, aanvulling 1968

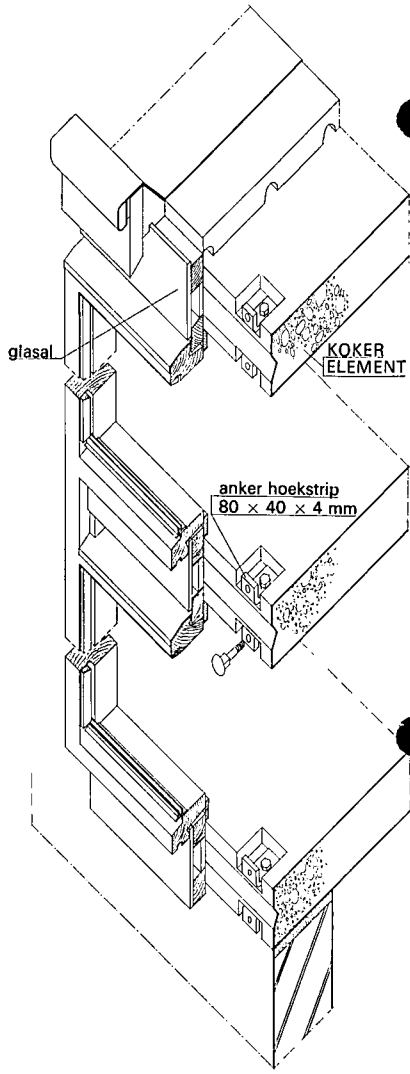


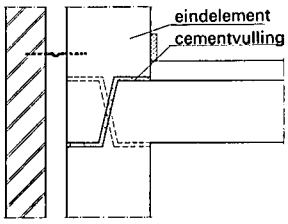
Voorbeeldproject

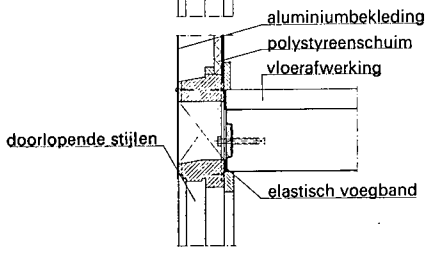
408 woningen (192 bejaardenwoningen en 216 maisonnettes; woningwet) te Tilburg.
Opdrachtgever: gemeente Tilburg.
Architect: Maaskant, Van Dommelen, Kroos en Senf te Rotterdam.
Uitvoerend bouwbedrijf: Van Vliet en Van Dulst's Bouwbedrijf N.V. te Rotterdam.

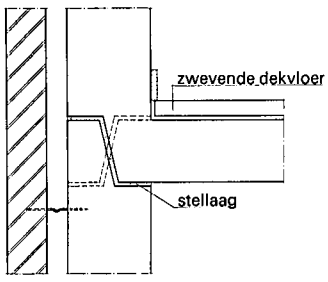


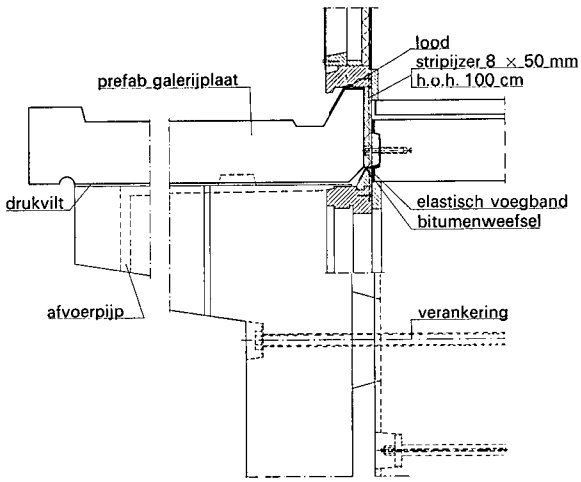


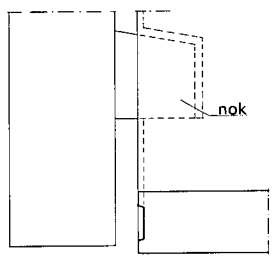


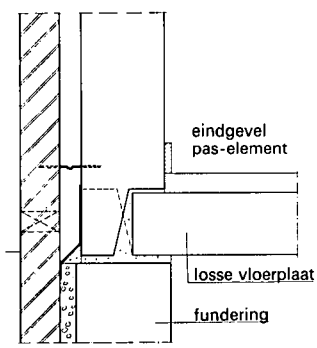


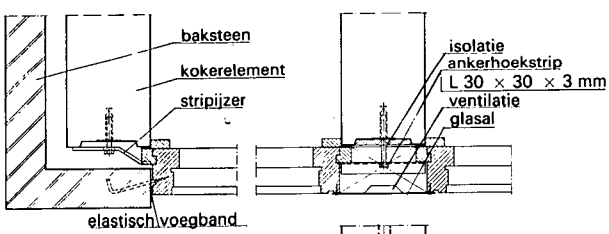


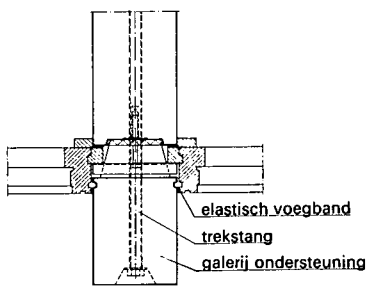






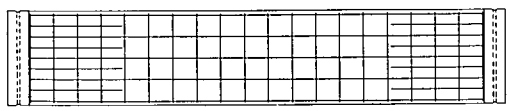


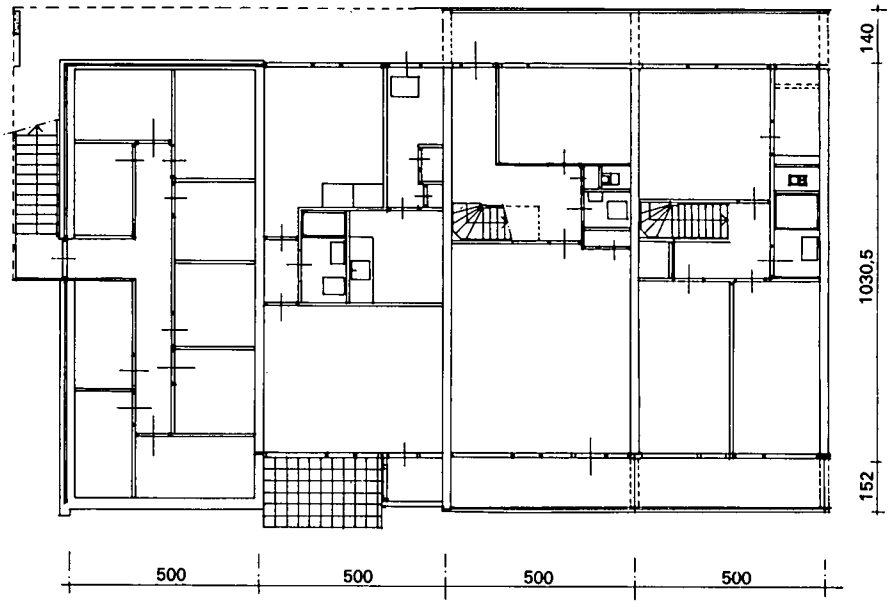


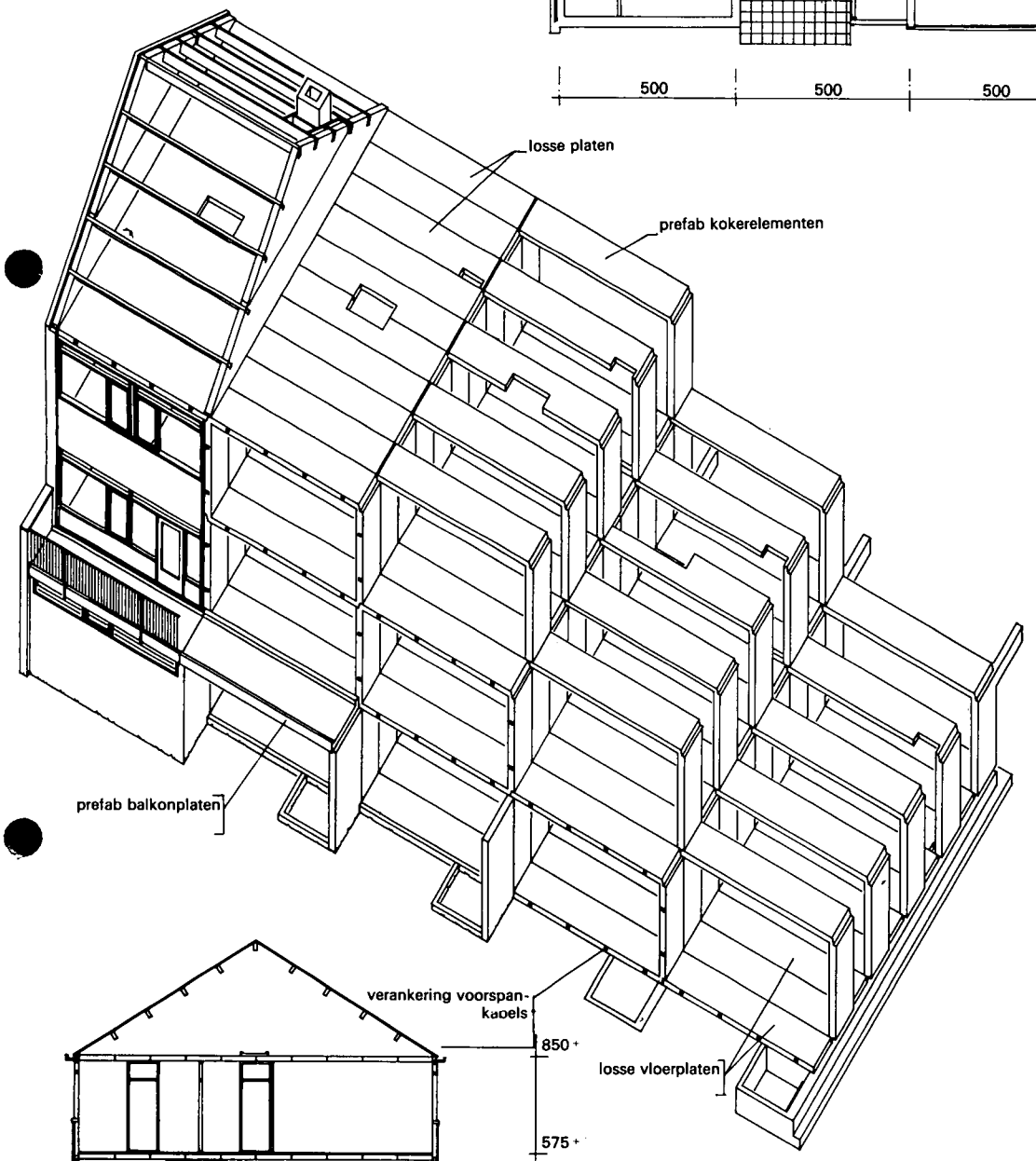


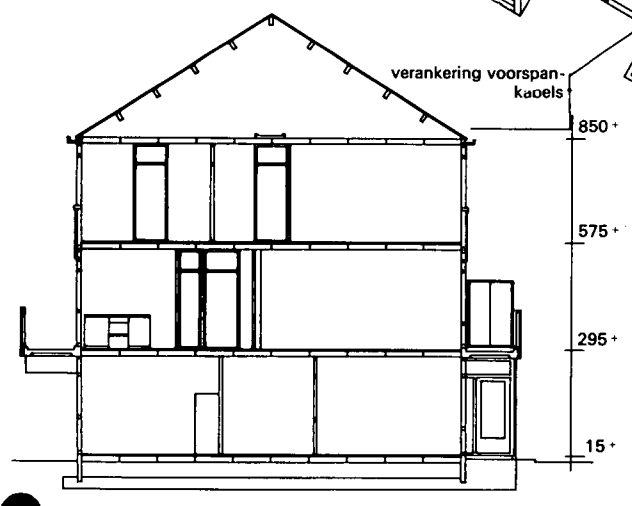
wandopening afhankelijk van ontwerp

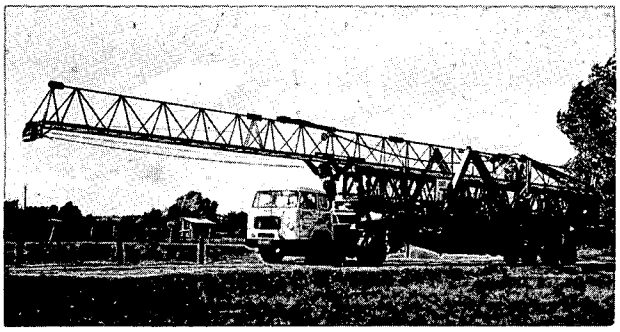


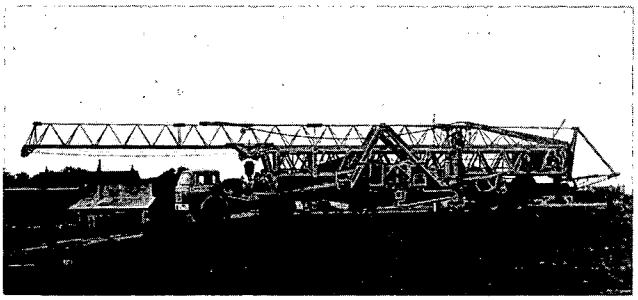


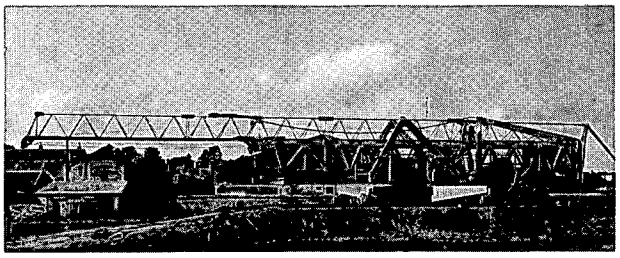

140
1030,5
152
500
500
500
500

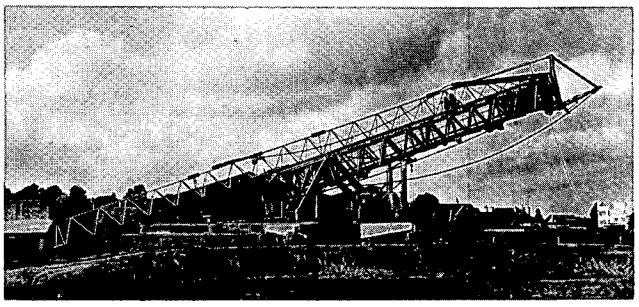

losse platen
prefab kokerelementen
prefab balkonplaten

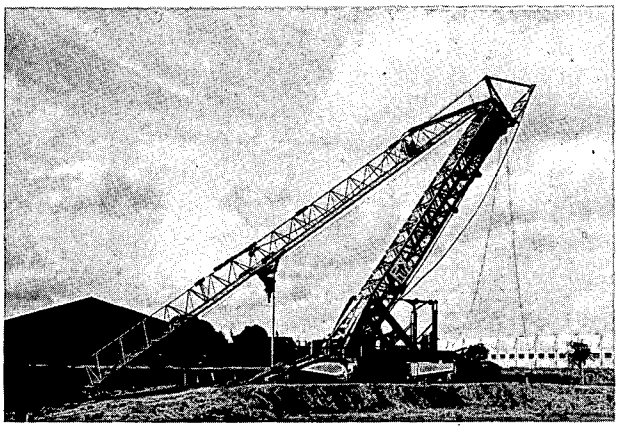

verankering voorspan-kabels
850
575
295
15
losse vloerplaten

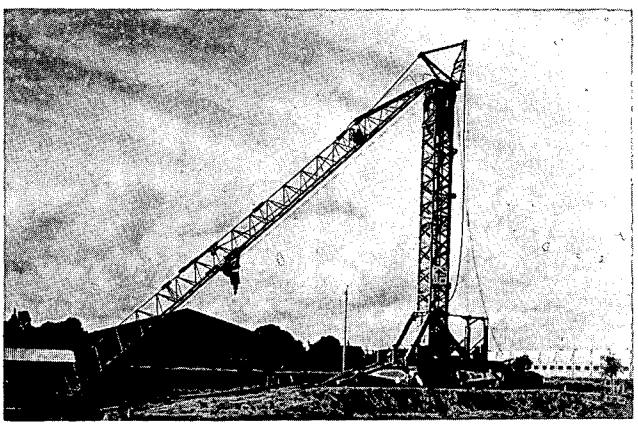


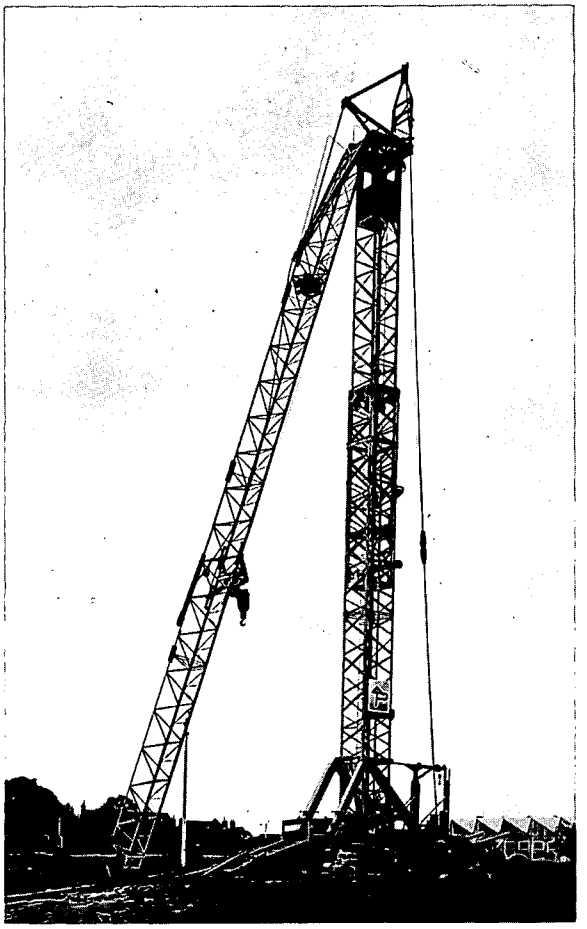


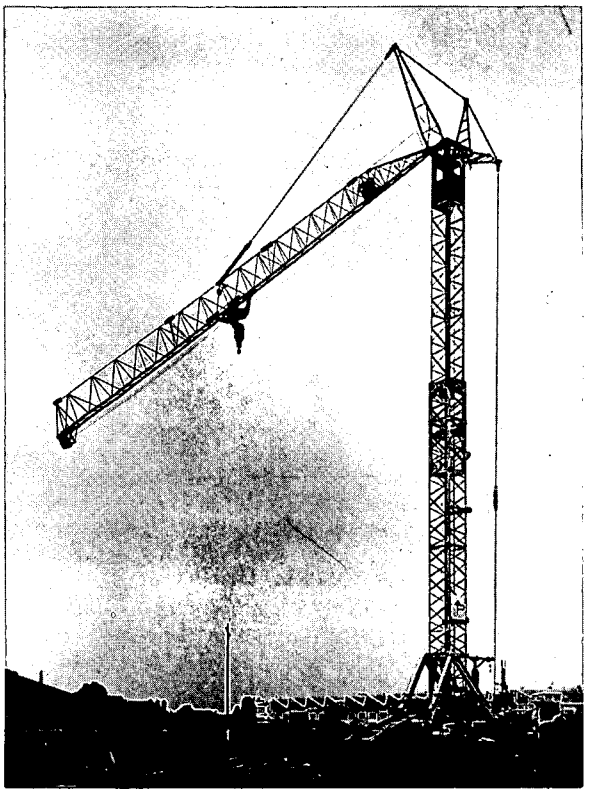


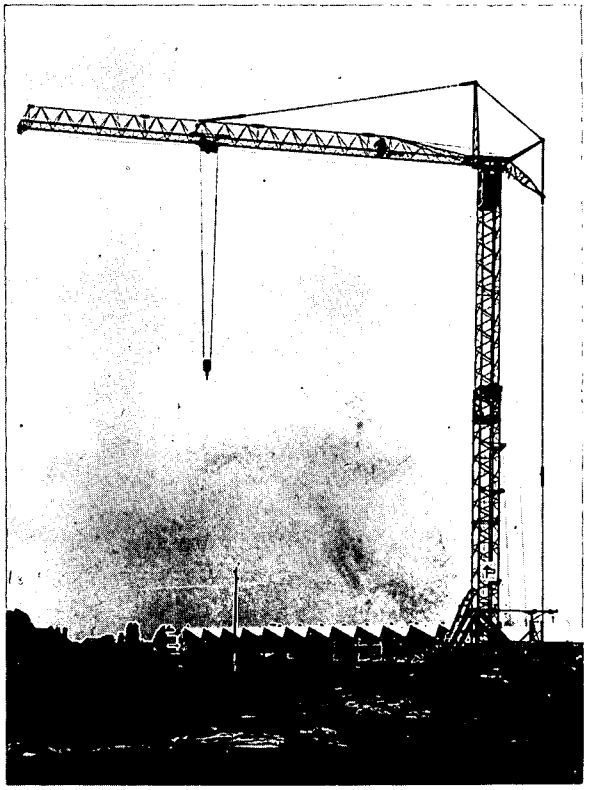












12.11.1 t/m 9 Montage van de torenkraan
(foto : Potain)

1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor laag- en middelhoogbouw waarbij vooraf vervaardigde rechthoekige kokerelementen van middelzware beton van verdiepinghoogte, kamerbreedte en 90 tot 125 cm diepte, in het werk met een kraan achter en op elkaar worden gestapeld waardoor een uit dwarswanden en vloeren bestaande draagconstructie wordt gevormd.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

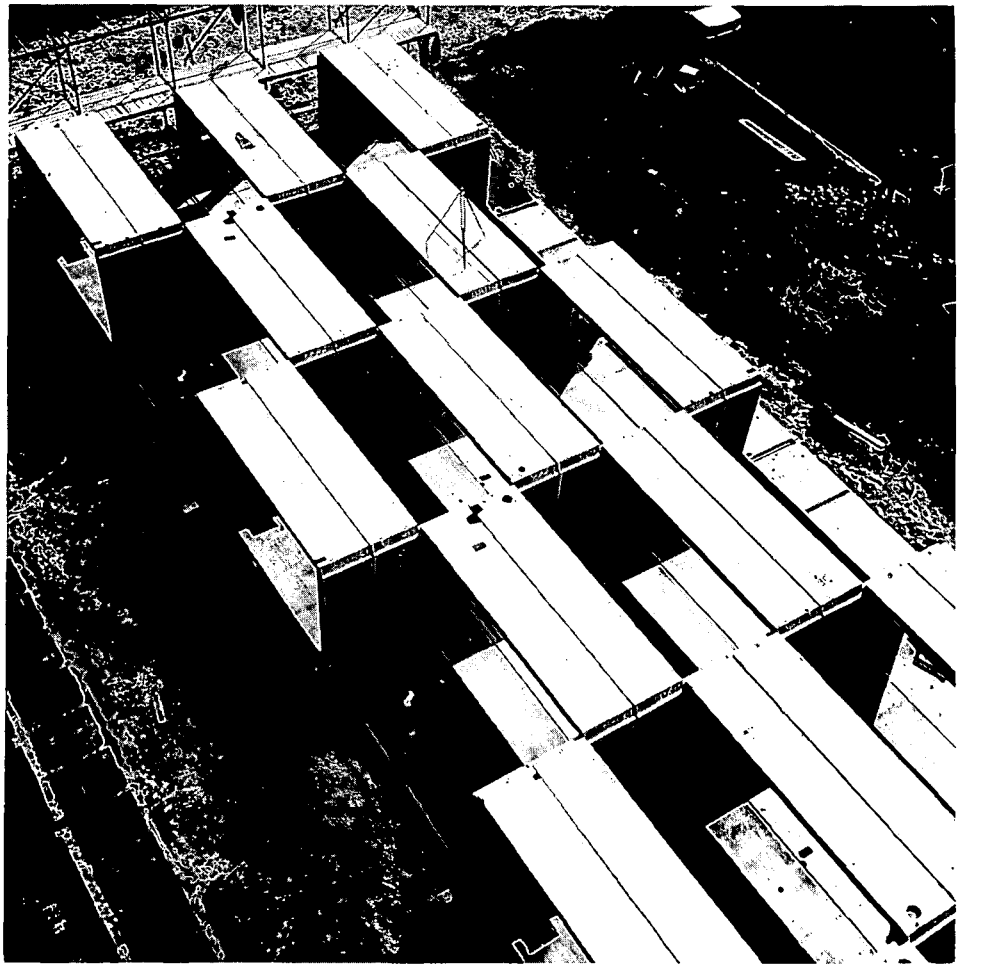
2.1.1 *Draagconstructie*

De draagconstructie wordt samengesteld uit vooraf vervaardigde kokerelementen van middelzware beton met een uitwendige hoogte van 296 cm, een uitwendige breedte van een veelvoud van 125 cm, vermeerderd met 22 cm. en een diepte van 88,5 tot 123,5 cm. De wanddikte bedraagt 22 cm en de vloerdikte 16 cm. De stootvlakken zijn voorzien van driehoekige sponningen. In de vloeren worden op hartafstanden van 125 cm kokers Ø 30 mm gespaard voor het aanbrengen van spandraden ; in de wanden worden twee van dergelijke kokers gespaard.
De elementen van de eerste bouwlaag worden op hartafstanden van 90 tot 125 cm verspringend gesteld op een fundering die zuiver op hoogte is afgewerkt of van een speciebed is voorzien, en wel zodanig, dat de dwarswanden bestaan uit 90 tot 125 cm lange gedeelten, die afwisselend tot een rechts, respectievelijk links gelegen element behoren. De elementen van de volgende bouwlagen worden op hartafstanden van 90 tot 125 cm verspringend gesteld.
De elementen worden zodanig gesteld, dat de vloeren bestaan uit 90 tot 125 cm lange gedeelten, die afwisselend tot een boven-, respectievelijk ondergelegen element behoren. De bij deze stapelwijze openblijvende gedeelten van begane-grondvloeren, dakvloer en eindwanden worden opgevuld met plaatvormige elementen van overeenkomstige afmetingen en detaillering. De eindwanden kunnen bovendien worden voorzien van uitstekende horizontale ribben om de buitenspouwwand te steunen.
Om de tot verschillende elementen behorende wand- en vloergedeelten te doen stroken, zijn de horizontale ribben van de elementen voorzien van open sponningen.
Bij een bouw in één of twee bouwlagen kunnen in afwijking van het bovenstaande de elementen van één bouwlaag eventueel niet-verspringend achter elkaar gesteld worden.
Elementen met deuropeningen kunnen worden toegepast. Een doorgang door een binnenwand kan ook worden uitgevoerd als een 'bajonetaansluiting', gevormd door in elkaars verlengde liggende elementen van verschillende breedte.
De betonnen kokerelementen worden eventueel uitgevoerd met een breedte van een veelvoud van 120 cm, per element vermeerderd met 30 + 22 cm, een wanddikte van 20 cm, en eventueel voorzien van trapeziumvormige – in plaats van driehoekige – sponningen bij de stootvlakken.
Als alternatief worden de kokerelementen – in plaats van om de andere – twee aan twee verspringend gesteld. Hierbij worden de tussenliggende gedeelten bij begane-grondvloeren, eindgevels en dak opgevuld met plaatvormige elementen met een afmeting van 178,5 tot 248,5 cm in de diepterichting van het gebouw.
Na het stellen kunnen in de kokers elastische tuben worden aangebracht en opgeblazen, waarna de circa 1,5 cm wijde stootvoegen tussen de elementen met specie worden geïnjecteerd.
Na voldoende verharding worden de elastische tuben verwijderd en voorspandraden Ø 7 mm van staal QRn 170 aangebracht, en wel in iedere wandkoker (twee per verdieping) en in iedere vloerkoker (125 cm h.o.h.) ten minste één draad. Een andere methode berust daarop dat de spandraden door een, in het werk blijvende, p.v.c.-buis geschoven worden, welke laatste met injectiemortel volgeperst wordt. Deze p.v.c.-buis eindigt circa 1 meter van de kopgevels, over welke lengte de injectiemortel zich aan de spandraad én de betonelementen kan hechten. Hoewel theoretisch niet noodzakelijk vormt deze hechting een extra zekerheid tegen calamiteiten die bij draadbreuk – bijv. ten gevolge van ontploffingen, aardbevingen e.d. – zouden kúnnen optreden.
De verankering van de voorspandraden geschiedt met bus en kroonwig op een stalen ankerplaat. Vervolgens worden ook de kokers met cementspecie geïnjecteerd.
Bij eindwanden worden de plaatvormige elementen zo nodig extra gekoppeld met strijkankers.

2.1.2 *Gevels*

De eindgevels worden uitgevoerd als spouwconstructie met een binnenspouwwand van middelzware beton en een buitenspouwwand van halfsteens baksteenmetselwerk. Voor zover nodig wordt het buitenspouwblad door de horizontale uitstekende ribben van de eindwandpanelen gesteund ; deze ribben worden rondom afgeplakt met bitumenweefsel 40/45 van 4 kg/m². De beide spouwbladen worden onderling verankerd door vier spouwankers Ø 4 mm per m², aangebracht in de plaatvormige elementen.
Bij eindgevels met bovenomschreven alternatieve draagconstructie wordt het buitenspouwblad gekoppeld aan het binnenspouwblad met vier spouwankers Ø 4 mm per m² bij de plaatvormige elementen, en zes spouwankers Ø 4 per verticale voeg tussen de kokerelementen. Het binnenspouwblad wordt eventueel aan de spouwzijde bekleed met 1,5 cm polystyreenschuimplaat.
Bij de op traditionele wijze uitgevoerde trappehuizen wordt de daarop aansluitende woningscheidende wand eveneens als spouwwand uitgevoerd.
De langsgevels worden meestal samengesteld uit vooraf vervaardigde houten montagepuien. Hiertoe worden de eindelementen als standaardoplossing voorzien van stelkozijnen van hout van een duurzaamheidsklasse I of II volgens het normblad NEN 3251.
De wandbeëindigingen worden tussen de stelkozijnen voorzien van een 1,5 cm dikke laag isolatiemateriaal van polystyreenschuim. Deze stelkozijnen worden met een blijvend elastische en dampdichte tussenlaag geklemd tegen de stootvlakken van de betonelementen en vormen een soort 'spouwlat'. Deze constructie biedt de gelegenheid om hetzij van binnenuit, hetzij van buitenaf houten montagepuien aan te brengen. Bovendien vormt deze constructie een aanslag voor buitenspouwbladen van onbrandbaar plaatmateriaal of metselwerk, waarbij de overgebleven spouwruimten met buitenlucht worden geventileerd. Bij montage van buitenaf wordt de aanslag van het montagekozijn afgedicht met een plastische of elastische strip.
Langsgevels worden als alternatief samengesteld uit houten montagekozijnen, die met tussenklemming van een elastische voegband (bijv. Airex) zowel bij de stijlen als dorpels, al dan niet via een aangelijmde spouwlat worden geklemd tegen de stootvlakken van de betonelementen met strip- en/of hoekijzers, bouten en ingestorte schroefhulzen, h.o.h. maximaal 1,00 m.
De borstweringen van de montagekozijnen zijn van binnen naar buiten in principe opgebouwd uit een binnenplaat, 2,5 of 3 cm polystyreenschuimplaat, een zwak geventileerde spouw en een buitenbekleding.
Eventuele galerijen en balkons rusten op betonnen portalen, waarvan de stijl met een pen, geschoven in een in de eindelementen gemaakte sponning, aan de draagconstructie wordt bevestigd. Over de achtergelegen stelkozijnen en het onderge-

12.11.10 Complex bejaarden-woningen en maisonnettes te Tilburg (foto : Van Gils, Breda)



12.11.11 Overzicht over een woningproject te Tilburg (foto : Van Gils, Breda)



legen kozijn wordt een doorlopende strook bitumenweefsel geplakt. Verankering van de galgconstructie aan de elementen vindt plaats door middel van bouten.

2.2 *Fabricage*
De fabricage van de betonelementen geschiedt door mechanische verdichting in stalen, houten of betonnen mallen in de fabriek.
Een beschrijving van het fabricageproces kon niet worden verstrekt in verband met het feit dat het systeem-Bouwvliet nog in het ontwikkelingsstadium verkeert.

2.3 *Montage*
Door de vorm van de elementen is de montage van de draagconstructie betrekkelijk eenvoudig. Na het stellen van de kokervormige elementen en de complementaire vloer- en wandplaten worden de dakafwerking en de gevels in het werk gebracht, waarna de verdere afbouw en afwerking in een van het buitenklimaat afgesloten ruimte kunnen geschieden.

2.4 *Materialen*
Het beton van de elementen heeft een samenstelling in volumedelen van 1 cement : 1-2 zand : 3-4 klinkerisoliet, met dien verstande dat ten minste 325 kg cement per m³ beton wordt toegepast.

De kubusdruksterkte, na 28 dagen verharding en bepaald op een kube met een ribbe van 20 cm, bedraagt ten minste 160 kg/cm². Het volumegewicht na droging tot constant gewicht is ten minste 1640 kg/m³ bij toepassing in eengezinshuizen, en tenminste 1700 kg/m³ bij toepassing in meergezinshuizen.
Bij elementen met een wanddikte van 20 cm bedraagt het volumegewicht van het beton na droging tot constant gewicht ten minste 1800 kg/m³. De polystyreenschuimplaat heeft een volumegewicht van ten minste 25 kg/m³ bij eindgevels en ten minste 15 kg/m³ bij puiborstweringen. Voor de bevestiging hiervan tegen het betonwerk wordt bijv. een waterbitumenemulsie toegepast. Spouwankers zijn gegalvaniseerd. Bouten en moeren zijn gesherardiseerd en gebitumeerd.
De stalen portalen ter ondersteuning van galerijen en balkons zijn voorzien van een speciale verflaag van zodanige eigenschappen, dat de constructie een brandwerendheid heeft van ten minste 30 minuten.

2.5 *Afwerking*
De elementen worden in het werk zonder voorafgaande bepleistering op de gebruikelijke wijze afgewerkt.
In de natte ruimten worden wanden en vloeren, inclusief naden, waterdicht afgewerkt.
De dakvloer wordt voorzien van 7 cm dikke met buitenlucht geventileerde kanaalplaten en als regel afgedekt met twee lagen dakleer. De dakvloer wordt als alternatief afgedekt door een houten kap met een traditioneel dakbeschot of een dakbeschot van goedgekeurde dakplaten met een warmteweerstand – zo nodig met inbegrip van een extra warmte-isolerende laag – van ten minste 0,35 of 0,55 m²h°C/kcal.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
Volgens het normblad NEN 1068 kunnen voor ondervermelde constructies de navolgende warmteweerstanden en bijbehorende kwaliteitsklasse worden bepaald.

onderdeel	*R-waarde in m²h°C/kcal*	*kwaliteits-klasse*
Eindgevels		
– met binnenspouwblad zonder polystyreen-schuimbekleding	ca. 0,60	matig
– met binnenspouwblad met polystyreenschuim-bekleding dik 1,5 cm	ca. 1,10	voldoende
Puiborstweringen		
– met isolatie van 2,5 cm polystyreen-schuimplaat	ca. 1,05	matig
– met isolatie van 3 cm polystyreenschuimplaat	ca. 1,20	voldoende
Woningscheidende wanden	ca. 0,25	voldoende
Vloeren (woning-scheidend) zonder afwerklaag	ca. 0,20	voldoende
Dak		
– plat, met 7 cm dikke kanaalplaten met een volumegewicht van circa 500 kg/m³	ca. 1,00	voldoende
– hellend, met traditioneel dakbeschot of dakbeschot van goedgekeurde dakplaten met totale R ten minste 0,35, inclusief eventueel extra warmte-isolerende laag	ca. 0,80	matig
– idem, doch met R ten minste 0,55	ca. 1,00	voldoende

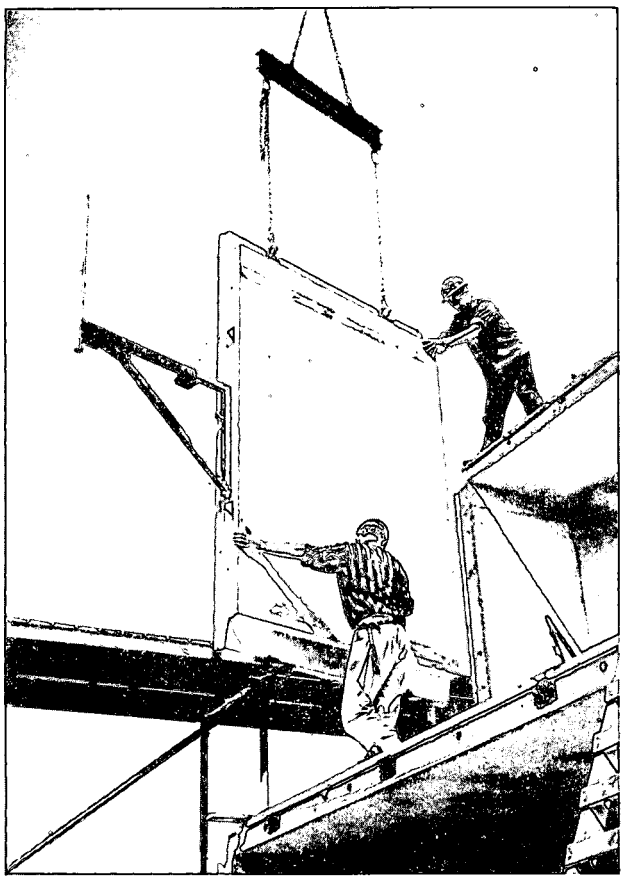
Het systeem kan dus worden toegepast voor de bouw van woningen in de thermische kwaliteitsklasse 'matig', mits ook de langsgevels en begane-grondvloer voldoen aan de desbetreffende eisen van het normblad NEN 1068.

3.2 *Geluidwering*
Indien geen meer-dan-normale flankerende geluidsoverdracht volgens bijlage 3 van het normblad NEN 1070 te verwachten is, kunnen de isolatie-indices voor lucht- en contactgeluid tussen ruimten, gescheiden door ondervermelde constructies, en bijbehorende kwaliteitsklassen als volgt worden aangegeven.

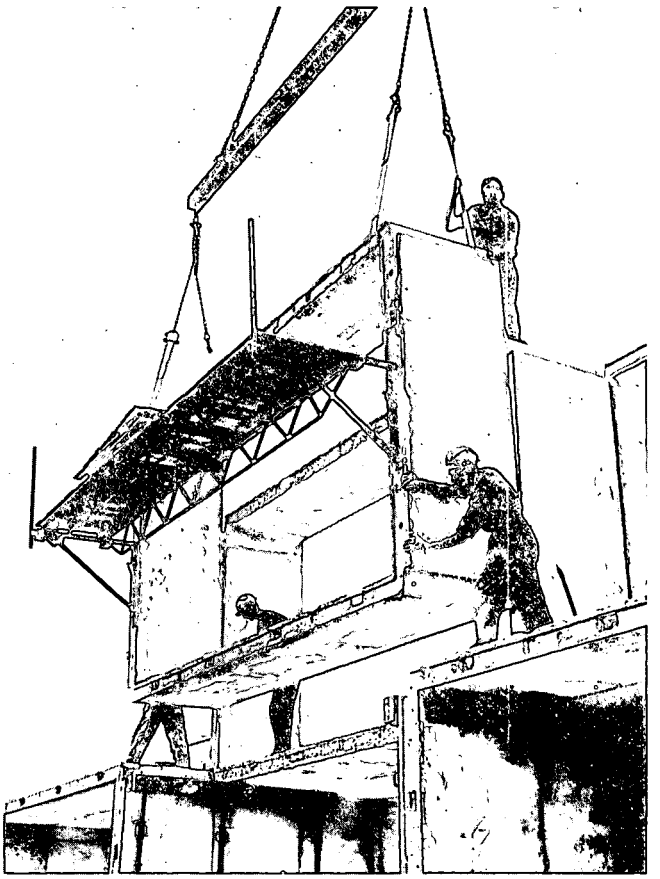
onderdeel	*isolatie-index*	*kwaliteits-klasse*
wanden	Ilu = circa 0 dB	matig
vloeren	Ilu = circa 0 dB	matig
vloeren	Ico = circa — 13 dB	–

Het systeem kan dus worden toegepast voor de bouw van woningen in de akoestische kwaliteitsklasse 'matig', mits de isolatie-index voor contactgeluid van vloeren, voor zover gelegen boven gevoelige ruimten, met ten minste 13 dB wordt verbeterd, hetgeen onder meer kan geschieden door het aanbrengen van een zwevende dekvloer.

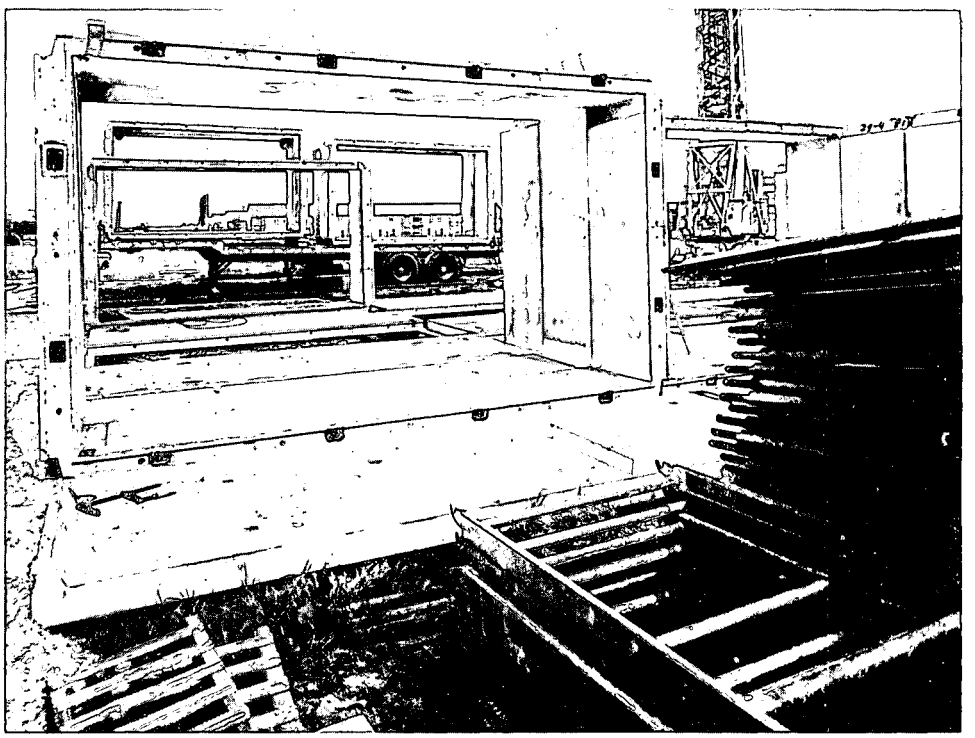
3.3 *Diversen*
Het middelzware beton van wanden en vloeren is spijkerbaar en spijkervast.



12.11.12 Montage van een eindelement (foto : Van Gils, Breda)



12.11.13 Montage van een betonnen ring (foto : Van Gils, Breda)



12.11.14 Doorkijkje door de ringen ; op de achtergrond : de oplegger waarmee de ringen worden vervoerd (foto : Van Gils, Breda)

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
De geprefabriceerde elementen worden op de fabriek gemaakt. Als afschrijftijden worden de volgende perioden aangehouden (indien geen verouderingsverschijnselen optreden):

houten mallen	$^1/_2$ jaar
stalen mallen	1 jaar
betonnen mallen	$^3/_4$ jaar
machine	3 jaar
kraan	9 jaar
mengcentrale	10 jaar.

Over de kosten van de toegepaste mallen, noch over de totale investeringen in de fabriek konden gegevens worden verstrekt.

4.2 *Bij het transport*
Het transport van de elementen vindt per dieplader plaats. Ook een vrachtauto met een normaal laadplateau is bruikbaar. Het zwaarste element weegt circa 4500 kg. Over de vervoerskosten zijn geen gegevens verkregen.

4.3 *Bij de uitvoering*
Bij de uitvoering wordt gebruik gemaakt van een bouwkraan. Het bedrijf beschikt over twee Potain-kranen van elk 90 tonmeter die *f* 180.000,— per stuk kosten.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Geen gegevens beschikbaar.

5.2 *Manuren*
Over de bezetting en het aantal manuren op fabriek en bouwplaats is door de promotor nog niets concreet te zeggen. Er is geen erkend efficiencybureau ingeschakeld; men werkt met een eigen bureau.

5.3 *Verlet*
Doordat nagenoeg droog wordt gewerkt (alleen gestorte beton in de fundering) is het bouwproces weinig vorstgevoelig.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*
Het systeem-Bouwvliet is omstreeks 1966 gelanceerd met de uiteindelijke bedoeling een rationeler, minder arbeidsuren vergende snellere opvolger te vinden voor het door Van Vliet en Van Dulst al zoveel jaren toegepaste systeem-Pronto.

6.2 *Produktie-omvang*
Per 1 januari 1968 was de produktie-omvang van het systeem-Bouwvliet als volgt:
– 3 proefwoningen te Tilburg (eengezinshuizen) in de vrije sector (gereed);
– 6 proefwoningen te Vlissingen (eengezinshuizen) in de premiesector (gereed);
– 408 woningen te Tilburg (192 bejaardenwoningen en 216 maisonnettes in de woningwetsector; in uitvoering).
– 44 maisonnettes in 4/6 bouwlagen te Tilburg in de premiesector (in uitvoering).
Alle projecten worden uitgevoerd door Van Vliet en Van Dulst. Voor het ontwerp tekende in alle gevallen het bureau Maaskant, Van Dommelen, Kroos en Senf te Rotterdam.

6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De optimale produktie per kraan is 25 'cellen' per week. Normaal is een werkproduktie per kraan van 18 cellen. De huidige produktiecapaciteit is 600 woningen per jaar. Als de nieuwe fabriek gereed is, zal deze capaciteit minstens zijn verdubbeld.

6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Per object is volgens de promotor een minimaal aantal van 100 gelijksoortige woningen wenselijk. Als minimale seriegrootte is een aantal van 200 woningen te beschouwen.

6.5 *Ontwikkelingen*
De belangrijkste ontwikkelingen in het systeem-Bouwvliet zijn:
– dimensionering volgens het SAR-maatsysteem
– opvoering capaciteit tot 1200 woningen per jaar
– zodanige aanpassing van het systeem dat grotere gaten in de wand mogelijk zijn.

7 Organisatiestructuur

Met architecten bestaan geen vaste relaties. Men is gestart met het bureau Maaskant te Rotterdam, maar ook met andere architecten wordt samengewerkt. Van Vliet en Van Dulst treedt zelf als hoofdaannemer op. In de keuze van de onderaannemers is men vrij.
Voor wat de toeleveringsbedrijven betreft: zie Pronto. Een jaarverslag kon niet door de promotor worden verstrekt in verband met het besloten karakter der vennootschap.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem is weinig ervaring opgedaan; het is nog in ontwikkeling.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het systeem is ontwikkeld voor laag- en middelhoogbouw (tot 5 bouwlagen).

8.3 *Ontwerp*
Grote gaten (> 125 cm) in de dragende wanden zijn nog niet mogelijk. De bouwdiepte dient zoveel mogelijk een geheel aantal ringen te beslaan. Gaten dienen zoveel mogelijk met de plaats van de ringen te corresponderen.
De thans ontwikkelde plannen zijn gebaseerd op een traveemaat van 5,00 m. In studie is toepassing van een andere traveemaat gebaseerd op SAR-resultaten.

8.4 *Diversen*
Door zijn vorm heeft het element zijn eigen stabiliteit. Hierdoor zijn een snelle montage zonder afschoren, en een nauwkeurige maatvoering mogelijk.
Het systeem vergt in verband met de geringe tolerantie een zeer nauwkeurige mal.
De vervoerskosten zijn vrij hoog door het feit dat de elementen driedimensionaal zijn.

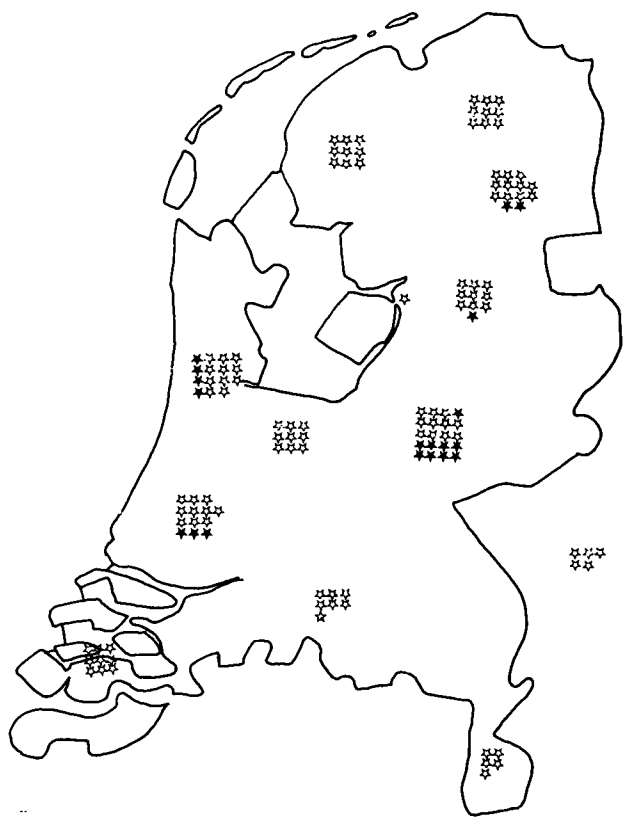
9. Literatuur

Stichting Ratiobouw. *Attest inzake het systeem 'Bouwvliet' voor woningbouw*. Rotterdam, 1966. Aanvulling 1968.
Van Vliet en Van Dulst's Bouwbedrijf. *Bestek en voorwaarden voor het bouwen van woningen in het Bouwvliet-systeem*. Tilburg, 1967.
Stichting Beoordeling Betonconstructies en Bouwmaterialen. *Modelblad 95-I-A, 'Bouwvlietelementen'*, geldig tot 31-3-1969.
Seijp, F. van de – Systeem Bouwvliet: toepassing van ruimtelijke elementen. *Industrieel bouwen, 6*, 1969, nr. 2, p. 109-112.

13.1 B.G.

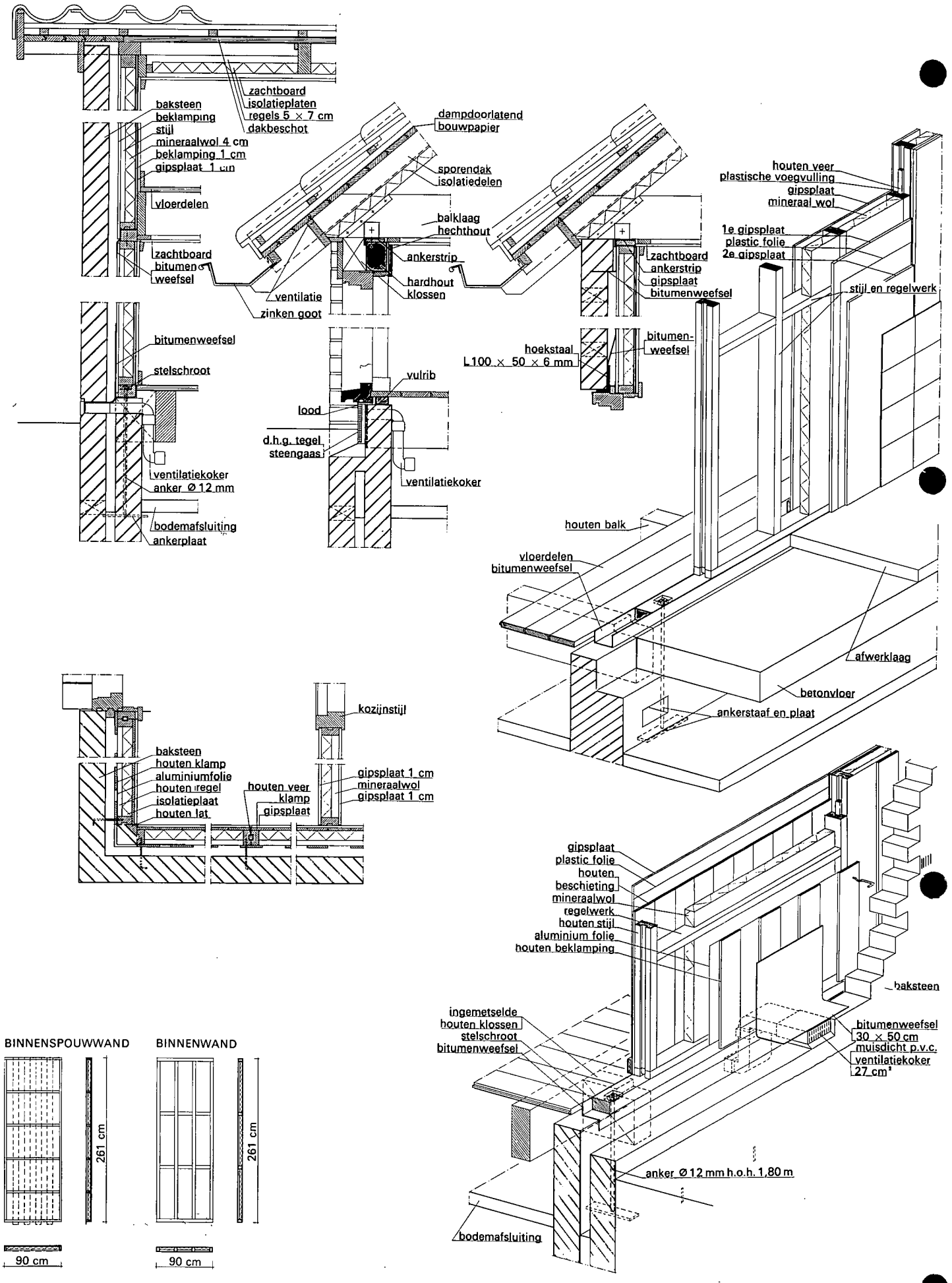
Promotor: N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten
Javastraat 7, Assen.
Tel. (05920) 33 41

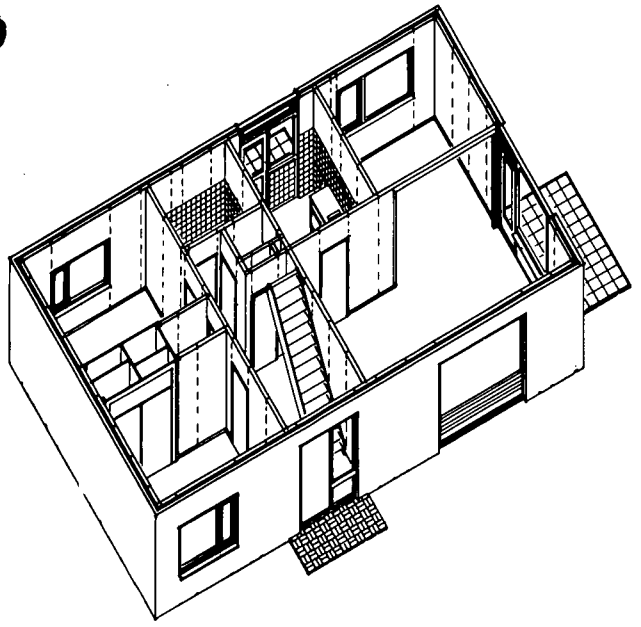
Bouwkeur: 1961.

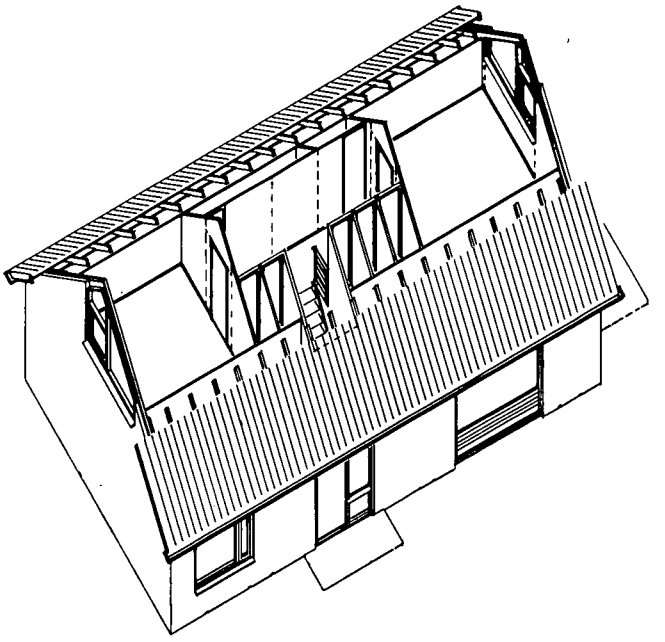


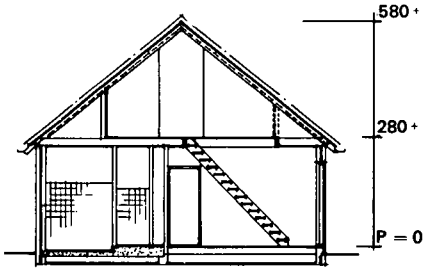
10 Voorbeeldproject

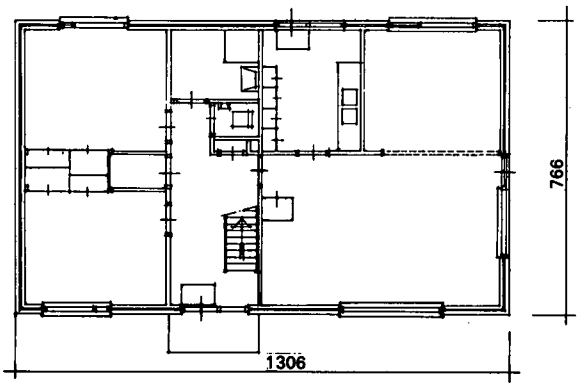
B16 'Chrysant'.
Architect: N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten.

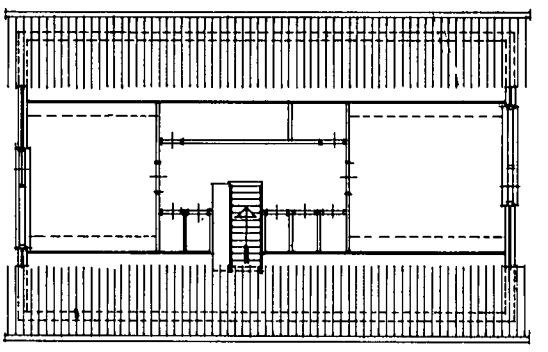

zachtboard
isolatieplaten
regels 5 × 7 cm
dakbeschot
baksteen
beklamping
stijl
mineraalwol 4 cm
beklamping 1 cm
gipsplaat 1 cm
vloerdelen
zachtboard
bitumen
weefsel
ventilatie
zinken goot
dampdoorlatend
bouwpapier
sporendak
isolatiedelen
balklaag
hechthout
ankerstrip
hardhout
klossen
houten veer
plastische voegvulling
gipsplaat
mineraal wol
1e gipsplaat
plastic folie
2e gipsplaat
stijl en regelwerk
zachtboard
ankerstrip
gipsplaat
bitumenweefsel
bitumenweefsel
stelschroot
ventilatiekoker
anker Ø 12 mm
bodemafsluiting
ankerplaat
vulrib
lood
d.h.g. tegel
steengaas
ventilatiekoker
hoekstaal
L 100 × 50 × 6 mm
bitumen-
weefsel
houten balk
vloerdelen
bitumenweefsel
afwerklaag
betonvloer
ankerstaaf en plaat
kozijnstijl
baksteen
houten klamp
aluminiumfolie
houten regel
isolatieplaat
houten lat
houten veer
klamp
gipsplaat
gipsplaat 1 cm
mineraalwol
gipsplaat 1 cm
gipsplaat
plastic folie
houten
beschieting
mineraalwol
regelwerk
houten stijl
aluminium folie
houten beklamping
baksteen
ingemetselde
houten klossen
stelschroot
bitumenweefsel
bitumenweefsel
30 × 50 cm
muisdicht p.v.c.
ventilatiekoker
27 cm²
anker Ø 12 mm h.o.h. 1,80 m
bodemafsluiting
BINNENSPOUWWAND
261 cm
90 cm
BINNENWAND
261 cm
90 cm






580 +
280 +
P = 0


766
1306



1 Grondprincipe

Montagebouwmethode voor de bouw van bungalows waarbij geprefabriceerde verdiepinghoge panelen en een houten dakconstructie op het werk worden gemonteerd tot een samenstel van binnenwanden, binnenspouwwanden en balklagen, waarna de woning wordt omhuld door een ter plaatse gemetseld baksteen-buitenspouwblad.

2 Constructiewijze

2.1 *Beschrijving van de constructie*

2.1.1. *Dragende en niet-dragende wanden*
De binnenwand bestaat uit panelen van 261 × 90 × 9 cm, opgebouwd uit een vurehouten raamwerk met stijlen en regels van 5 × 7 cm voor dragende wanden respectievelijk 3 × 7 cm voor niet-dragende wanden.
De hartafstand van de stijlen is ten hoogste 30 cm, die van de regels ten hoogste 90 cm. Het raamwerk is aan beide zijden bekleed met daarop gespijkerde gipsplaten van 1 cm dikte.
Tegen één van de gipsplaten en tussen stijlen en regels zijn 4 cm dikke glaswolplaten of een gelijkwaardige isolatielaag geplakt en geniet. Het raamwerk is rondom voorzien van een kloostersponning.
De constructie van de binnenwand is verder identiek aan die van de binnenspouwwand, met dien verstande dat bij niet-dragende binnenwanden de veer op de stelschroot vervalt.

2.1.2 *Gevels*
De gevelconstructie bestaat uit een buitenspouwwand van halfsteens baksteen metselwerk en een binnenspouwwand, opgebouwd uit verdiepinghoge panelen, gescheiden door een 4 cm wijde, licht geventileerde spouw en gekoppeld door spouwankers. Waar nodig worden paspanelen van geringere breedte of trapeziumvormige c.q. driehoekige panelen toegepast.
De panelen hebben een hoogte van 261 cm, een breedte van 90 cm en een dikte van 9 cm. Zij zijn opgebouwd uit een vurehouten raamwerk, bestaande uit stijlen en regels van 3 × 6 cm. De regels bevinden zich op ten hoogste 53 cm h.o.h.
Het raamwerk is aan de binnenzijde bekleed met een daarop gespijkerde gesloten houten geschaafde beklamping van 1 cm blijvende dikte, waarover achtereenvolgens een polytheen folie is gelegd en een 1 cm dikke gipsplaat is gespijkerd.
Tussen stijlen en regels en tegen de houten beschieting is 4 cm glaswol of een gelijkwaardige isolatielaag geplakt en geniet. Aan de buitenzijde zijn de panelen voorzien van een aluminium folie, waarover een open beklamping, bestaande uit een viertal geschaafde delen van 1 cm blijvende dikte is gespijkerd, die circa 4 cm onder de onderregel uitsteekt. Het raamwerk is rondom voorzien van een kloostersponning.
De panelen van de binnenspouwwand rusten op een stelschroot (houtsoort van duurzaamheidsklasse I of II), die met een tussenlaag van bitumenweefsel van ten minste 3 kg/m² op de fundering ligt en daaraan door middel van ankers is bevestigd. De ankers worden zoveel mogelijk ter plaatse van de balkopleggingen aangebracht met een onderlinge hartafstand van ten hoogste 180 cm. Op de stelschroot is een houten veer gespijkerd, die in de sponning in de onderregel van de panelen past.
De panelen zijn op de stelschroot gespijkerd en zijdelings gekoppeld door houten veren, die in de sponningen van de stijlen passen.
Aan de bovenzijde worden de panelen gekoppeld door een koppelschroot, die op de bovenregels is gespijkerd en waarover een hoekstaal is gelegd. Het hoekstaal wordt met houtdraadbouten aan de schroot en de bovenregel van de panelen bevestigd. Ter plaatse van balkopleggingen is op het hoekstaal een opstaande lip gelast, waaraan de balken met een houtdraadbout zijn verankerd.
Hoekverbindingen worden gevormd, doordat een viertal regels van twee loodrecht op elkaar staande panelen door stalen strippen van 10 × 30 mm met elkaar worden gekoppeld door middel van houtdraadbouten. Binnen- en buitenspouwwand worden verbonden door spouwankers, die in de stijlen zijn geschroefd met een minimum van drie per paneel.

2.1.3 *Vloeren e.d.*
De vloeren bestaan uit traditionele houten balklagen, behoudens in badkamer, keuken en toilet, waar steenachtige vloeren worden toegepast.

2.2 *Fabricage*
De panelen, kozijnen en spanten worden in de Timmerfabriek Apeldoorn pasklaar gemaakt. Van de binnenwandpanelen worden de gipsplaten van één zijde los bijgeleverd en in het werk aangebracht i.v.m. het aanbrengen van leidingen in de panelen. De nodige gevelkozijnen worden tevoren in de binnenspouwwand ingebouwd en vooraf rondom in de grondverf gezet.

2.3 *Uitvoering*
Het trasraam van de buitenwand, normaal 26 cm dik, wordt voor de ene helft opgetrokken tot 5 cm minus peil en voor de andere helft tot 25 cm minus peil. Op het eerstgenoemde gedeelte worden de stelschroten bevestigd en in het metselwerk verankerd, nadat balklagen en steenachtige vloeren zijn aangebracht. Daarna worden de panelen gesteld en koppelschroot en hoekstaal aangebracht.
Het trasraam van de binnenwand, normaal 11 cm dik, wordt tot 5 cm minus peil opgetrokken; hierop worden de stelschroten bevestigd. Daarna worden de panelen gesteld en koppelschroot en hoekstaal aangebracht. Nadat elektrische leidingen e.d. in de panelen zijn aangebracht, worden de los aangevoerde gipsplaten vastgespijkerd.

2.4 *Materialen*
Het hout van het raamwerk voldoet aan de keuringseisen die gesteld worden aan 'constructiehout', zoals deze zijn omschreven in het normblad NEN 3180 (KVH 1958). Tevens is het hout geïmpregneerd tegen aantasting door houtvernielers en schimmels door dompelen in 5% pentachloorphenol opgelost in ar. koolwaterstoffen tot een indringing van 5 mm is verkregen. Alle metalen onderdelen van de muurconstructie ondergaan een corrosiewerende behandeling en worden thermisch verzinkt.

2.5 *Afwerking*
De naden tussen de gipsplaten van de panelen worden afgewerkt met een plastische voegvulling, waarna op normale wijze behangen of betegeld kan worden.
In de natte cel worden de wanden bekleed met een extra laag gipsplaat, die rondom is geprimerd en is voorzien van een waterdichte afwerking in de vorm van tegels.

3 Bouwfysische eigenschappen

3.1 *Thermische eigenschappen*
De muurconstructie voldoet aan de eisen die te dien aanzien in norm NEN 1068 worden gesteld voor de klasse 'goed'.
Ook de dakconstructie voldoet aan de klasse 'goed' door toepassing van 4 cm minerale wol tussen de dakbalklagen of sporen.

3.2 *Geluidwering*
Niet van toepassing.

3.3 *Diversen*
De gipsplaten waarmede de panelen bekleed zijn, bieden de mogelijkheid voor het ophangen van lichte voorwerpen, spijkers, e.d. Voor het ophangen van zwaardere voorwerpen moeten bevestigingsmiddelen worden aangebracht in stijlen of regels. Door de toepassing van een houten beklamping onder de gipsplaten is de binnenspouwwand voldoende spijkerbaar en spijkervast.

4 Materieel en hulpmaterieel

4.1 *Bij de fabricage*
Bij de fabricage worden de volgende machines e.d. gebruikt.

(N.B.: prijzen geldend ten tijde van aanschaffing; onderling dus *niet* vergelijkbaar):

3 gatensteekmachines	*f* 32.000,—
2 pennenbanken	*f* 125.000,—
4 freesmachines	*f* 21.000,—
3 schaafbanken	*f* 105.000,—
8 zaagmachines (kortzagen, cirkelzagen, lintzagen)	*f* 50.000,—
4 vandiktebanken en vlakbanken	*f* 25.000,—
2 schuurmachines	*f* 40.000,—
1 dompelinstallatie	*f* 58.000,—
1 droogoven	*f* 53.000,—
1 gipssnijmachine	*f* 15.000,—
1 slijperij	*f* 35.000,—
klein gereedschap	*f* 50.000,—

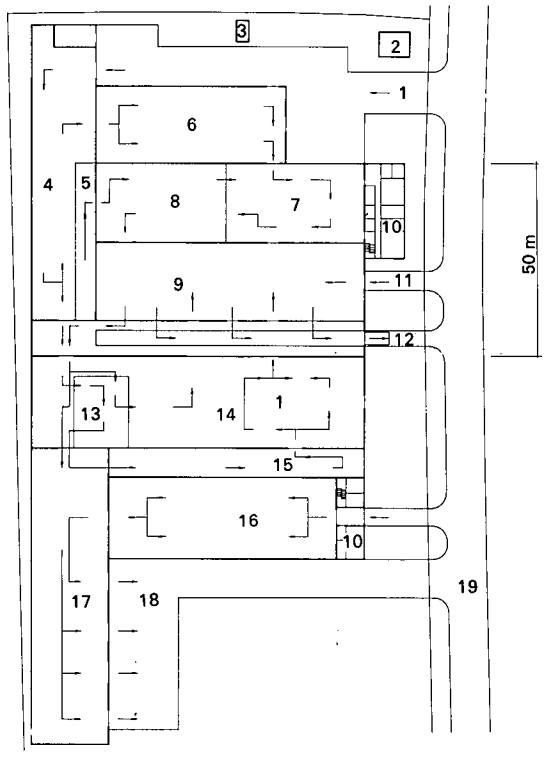
Alle genoemde bedragen zijn globaal en exclusief voorzieningen als verwarming, verlichting en afzuiging.
In de gehele fabriek te Apeldoorn zijn enkele miljoenen geïnvesteerd.
De speciaal voor het systeem-B.G. aangeschafte apparatuur (dompelinstallatie, droogoven, gipssnijmachine) wordt in 3 jaar afgeschreven.
De overige normale timmerfabriekuitrusting, die ook bij traditioneel timmerwerk kan worden ingeschakeld, wordt voor 15% per jaar afgeschreven. De gebouwen, zoals gebruikelijk is, worden per jaar voor 3% afgeschreven.

4.2 *Bij het transport*
Het vervoer van de geprefabriceerde elementen vindt uitsluitend per auto plaats. Er is een contract met de onderneming H. van der Scheur te Apeldoorn, die op een auto de hele bungalow oplaadt bij de Timmerfabriek te Apeldoorn en transporteert naar elke gewenste plaats in Nederland. Grotere woningen (met kap) behoeven twee auto's.
De transportkosten worden voor alle woningen gepoold en gelijkelijk toegerekend, zodat een woning in Rodeschool niet duurder behoeft te zijn dan een woning aan de rand van Apeldoorn. Per 1-1-1968 bedroegen de vervoerskosten, volgens contract met Van der Scheur *f* 240,— voor woningen met platte daken, en *f* 400,— voor woningen met een kap.

4.3 *Bij de uitvoering*
Bij de uitvoering van een woning in het B.G.-systeem wordt geen bijzonder materieel gebruikt.

5 Produktiviteit

5.1 *Bezetting*
Bij het systeem-B.G. gaat men uit van series van 1 woning. Hieruit vloeit voort dat het benodigde materieel en ook de bezetting in het algemeen minimaal zijn. Hoe groot de bezetting precies is, hangt af van de aannemer die een Bouwfondsbungalow uitvoert. In het schema op blz. 9 is aangegeven op welke wijze de bezetting en de opbouw van type B 16 worden gezien.



1 aanvoer hout
2 bedrijfswoning
3 trafo
4 houtopslag
5 voorraad lijstwerk + tussenopslag
6 machinale kozijnenfabriek
7 kozijnmontage + afhangen
8 schilderen
9 opslag elementen en toelevering derden
10 kantoren
11 aanvoer toelevering derden
12 afvoer woningen
13 machinale elementenfabricage
14 elementenmontage
15 impregneren + nadrogen
16 spanten fabricage
17 opslag gereed produkt (kozijnen en spanten)
18 afvoer kozijnen + spanten
19 openbare weg

13.1.1 Indeling timmerfabriek Apeldoorn

5.2 *Manuren*

5.2.1 *In de fabriek*

Door nacalculatie zijn van alle typen de aantallen manuren bekend, gespecificeerd naar de diverse bewerkingen die op de fabriek plaatsvinden.
Van de thans in produktie zijnde typen vergt het goedkoopste en eenvoudigste type B17 (1967: pakketprijs *f* 12.100,—) 300 manuren in de fabriek. Het gecompliceerdste type B16 (1967: pakketprijs *f* 20.100,—) 495 manuren.
Voor deze manuren geldt (in 1967) een produktief loon van *f* 3,40 per uur. In de praktijk wordt dit bedrag vermeerderd met 114% i.v.m. sociale lasten en overheadkosten.

5.2.2 *Op het werk*

Betreffende het aantal manuren op de bouwplaats erkent de Stichting Ratiobouw een arbeidsbesparing van 55% t.o.v. traditioneel gebouwde vrijstaande woningen.
Op basis van nacalculatiegegevens heeft het bouwfonds voor elk van de vigerende typen een overzicht van de manuren opgesteld, die onder gunstige omstandigheden kunnen worden 'gehaald'.
De overzichten zijn in onderstaande tabel verzameld; voor zover het de typen B16 en B19 betreft (1967):

bewerking	*manuren, gemiddelde per woning*	
	B16	*B19*
Opbouw	83	63
Tengels, latten en balatech	14	10
Dakdekkerswerk	38	27
Timmerwerk en aftimmeren	246	168
Metselwerk	140	132
Raamdorpels en stoep	9	7
Loodwerk	11	7
Riool buiten	28	14
Straatwerk	13	23
Tegels lijmen	49	46
Voegwerk	27	25
Binnenriolering	6	11
Loodgieterswerk	71	60
Elektriciteit	36	27
Glas zetten	13	13
Schilderen, behangen	231	178
Opruimen	9	9
Totaal-generaal	1024	820

5.3 *Verlet*

De woning is in één dag glas- en waterdicht. Daarna zijn alleen de metselaars gevoelig voor neerslag en vorst. Bij de geringe seriegroottes die men bouwt, is het moeilijk het verlet van de metselaars te bestrijden. In het verleden heeft het Bouwfonds wel een tent van regelwerk, hout en kunststof ontwikkeld, zodat de metselaars konden worden beschermd. Men kwam echter niet in aanmerking voor de officiële verletregeling, omdat een bouwtijd van ten minste 4 maanden was gesteld.
Het is nu aan de aannemer te beslissen of er bij regenval of vorst al dan niet wordt doorgewerkt.

6 Ontwikkeling en toepassing

6.1 *Historie*

Het systeem B.G. is in 1956 ontstaan. Het eerste type was *Lathyrus*. Het Bouwfonds bouwde in die tijd per jaar 2.000 woningen, waarvan zeker de helft vrijstaand. Het Bouwfonds had toen reeds standaardplannen waarbij de bouw van traditionele woningen al vergaand was gerationaliseerd. Sinds 1956 is de produktie van systeemwoningen snel gegroeid.
In 1964 bereikte de produktie een top van circa 1200 woningen. Direct daarop liep de produktie sterk terug. In 1967 werd een dieptepunt bereikt (circa 600 woningen).
De sterke terugval in de produktie heeft ertoe geleid dat de Timmerfabriek Apeldoorn zich sinds 1966 ook is gaan toeleggen op de vervaardiging van machinaal timmerwerk voor traditionele woningen waarbij het Bouwfonds is betrokken.

Vlak voor het ter perse gaan van dit boek werd bekend gemaakt dat de N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten de produktie van bungalows geheel stopzette.

Afgeleverde systeemwoningen per provincie per jaar

	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
Groningen	–	–	6	4	8	18	21	40	54	48	32
Friesland	–	–	1	3	1	23	33	52	43	80	38
Drenthe	3	1	5	7	25	30	55	51	107	104	53
Overijssel	–	–	19	16	6	8	11	73	105	79	45
Gelderland	5	2	25	13	34	67	185	216	356	239	197
Utrecht	–	–	1	2	7	15	15	20	55	39	60
Noord-Holland	1	1	11	15	35	39	73	104	208	170	93
Zuid-Holland	2	–	18	18	55	58	93	101	129	112	94
Zeeland	–	–	2	1	4	19	17	27	45	54	56
Noord-Brabant	–	–	–	–	1	5	13	45	88	90	67
Limburg	–	–	–	–	–	–	3	21	6	5	5
Duitsland	–	–	–	–	–	–	3	1	1	2	1
Totaal	11	4	88	79	176	282	522	751	1197	1022	741



13.1.2 Gevelconstructie, gefotografeerd vóór het metselen van het buitenspouwblad (foto : archief B.G.)



13.1.3 Bungalow, type Aster (foto : archief B.G.)

6.2 *Produktie-omvang*
De produktie ziet er als volgt uit

per	*aantal opgeleverde woningen voorafgaande jaar*	*totaal*
1-1-1957	11	11
1-1-1958	4	15
1-1-1959	88	103
1-1-1960	79	182
1-1-1961	176	358
1-1-1962	282	640
1-1-1963	522	1162
1-1-1964	751	1913
1-1-1965	1197	3110
1-1-1966	1022	4132
1-1-1967	741	4873
1-1-1968	408	5281
gem. in de laatste 3 jaar	724	

Verdeeld naar woningtype is de produktie als volgt verlopen:

Thans zijn of worden de typen B2 tot en met B15 uit de produktie genomen om plaats te maken voor Chrysant, B16 (eigen ontwerp); Erica, B17 (F. Klein); Heliant, B18 (IJ. S. Dijkstra); Gentiaan, B19 (F. Klein); Iris, B20 (F. Klein); Lavendel, B21 (Klein Douwel en Helle) en Clematis, B22 (Klein Douwel en Helle).
Illustratief is de ontwikkeling in de verdeling over de financieringssectoren die de B.G.-bungalow heeft doorgemaakt. Aanvankelijk werd bijna 100% van de B.G.-bungalows in de premiesector gebouwd. Vooral door de stijging van de grondkosten zijn deze woningen steeds minder bereikbaar geworden voor de middengroepen.
Thans wordt circa 98% van de B.G.-bungalows in de vrije sector gerealiseerd.

Afleveringen systeemwoningen per 31 december 1966 in typeverdeling

architect	*woningtype*	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
F. Klein en H. A. Maaskant	B2 Lathyrus & B6 Sering	11	4	78	56	47	112	290	266	323	147	101
	B13 Mimosa	–	–	10	22	81	104	142	158	154	88	41
IJ. S. Dijkstra	B3 Orchidee	–	–	–	1	43	44	67	160	247	298	235
	B4 Papaver	–	–	–	–	5	22	19	63	74	5	1
B.G.	B10 Reseda	–	–	–	–	–	–	2	63	187	154	124
B.G.	B9 Anemoon	–	–	–	–	–	–	2	27	80	42	16
B.G.	B15 Aster	–	–	–	–	–	–	–	11	130	286	223
	B12	–	–	–	–	–	–	–	3	2	2	–
	Totaal	11	4	88	79	176	282	522	751	1197	1022	741

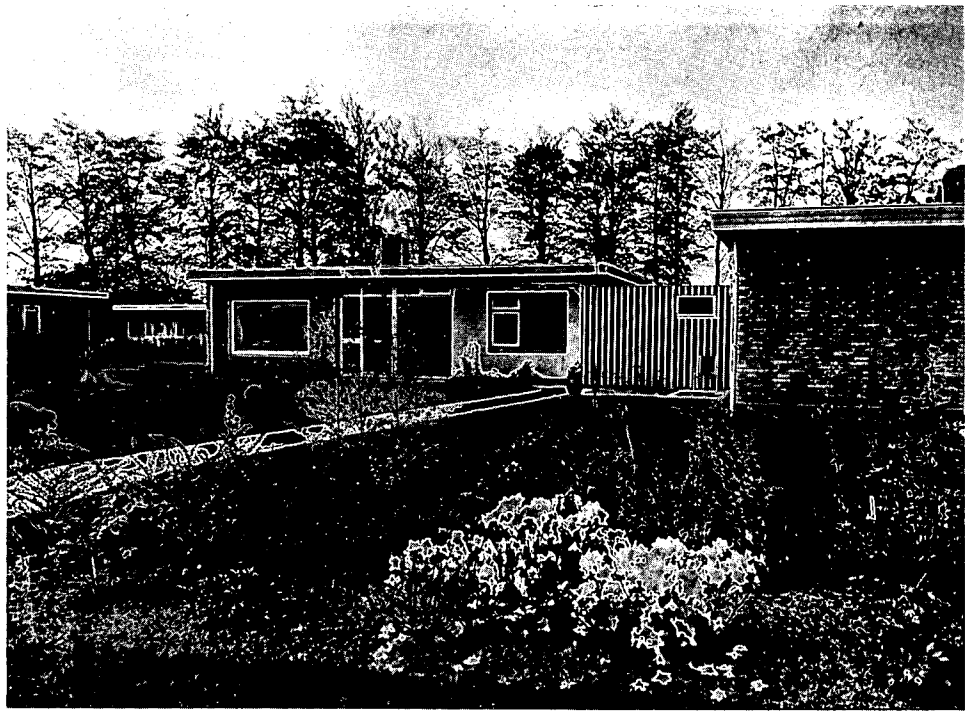
6.3 *Produktiecapaciteit en produktiesnelheid*
De produktiecapaciteit wordt bepaald door de capaciteit van de Timmerfabriek Apeldoorn. De capaciteit van deze fabriek, die eventueel nog geforceerd kan worden opgevoerd, is 1200 woningen per jaar.
Wanneer de aannemer zich houdt aan het schema van het Bouwfonds, dan wordt een fundering op staal in 2 weken gelegd, een paalfundering in 3 weken.
Hierna duurt de bouw nog 4 weken (bij kleine typen) of 5 weken (bij grotere typen).
Deze snelle bouwtijden worden echter zelden of nooit gehaald. Oorzaken hiervan zijn:
- aanbouwen van garages e.d.;
- wijzigingen tijdens de bouw op verzoek van de bewoner;
- door de aannemer veroorzaakt tijdverlies.

De wachttijden, veroorzaakt door de aanleg van c.v., die niet in het schema waren opgenomen, behoren tot het verleden door invoering van de B.G.-c.v.-installatie die na de bouw als applicatie kan worden geïnstalleerd. De in de praktijk reëel gebleken bouwtijd is 7 à 8 weken, exclusief fundering.

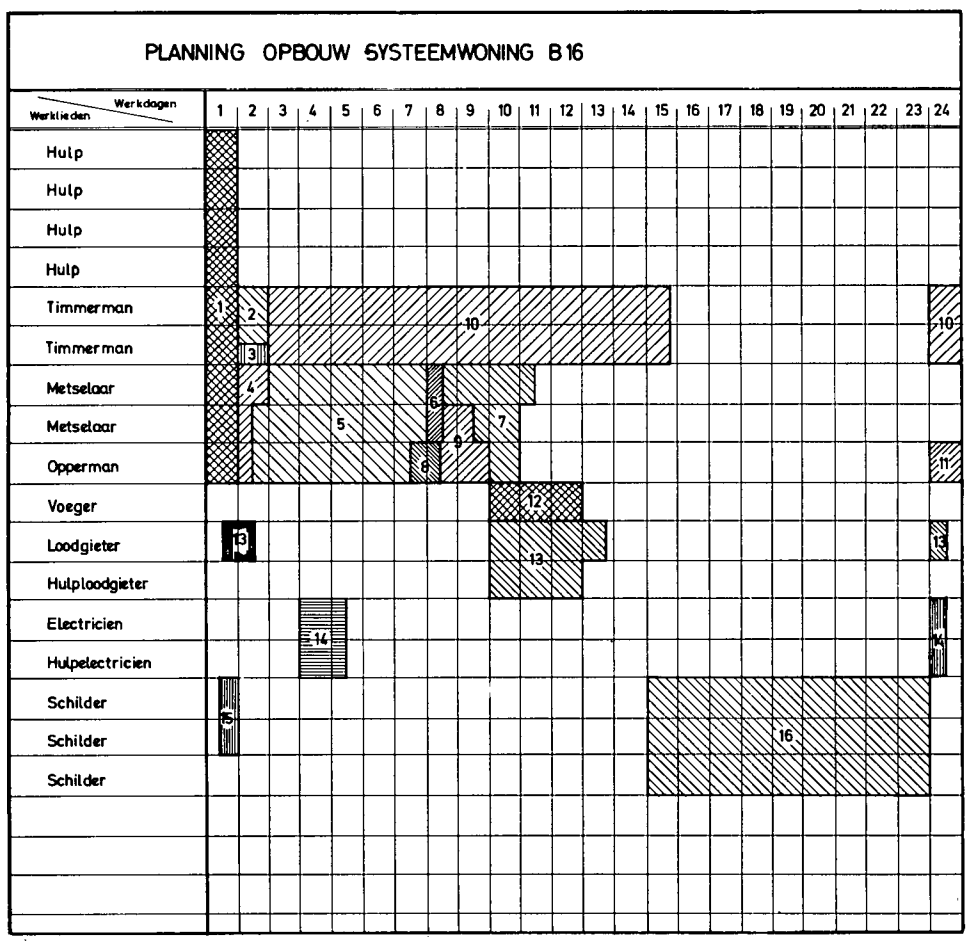
6.4 *Seriegrootte en bouwplaatsomvang*
Het Bouwfonds acht een type pas rendabel wanneer de produktie ten minste 20 woningen per type in 3 maanden is. Hoe groot de totale serie moet zijn, kan moeilijk worden aangegeven. Men denkt wel aan ten minste enkele honderden. Toch hebben sommige typen met een kleinere oplage in de woningmarkt een belangrijke functie, alleen al omdat zij de keuzemogelijkheid vergroten.
Als minimale bouwplaatsomvang is één woning reeds voldoende. Dit is het uitgangspunt van het systeem en door dit uitgangspunt onderscheidt het systeem-B.G. zich, met Airey, van alle andere hier behandelde systemen.

6.5 *Ontwikkelingen*
Voordat bekend werd dat de produktie van bungalows zou worden gestaakt, gaf de promotor de volgende voorgenomen ontwikkelingen op:

1 De manuren indiceren de weg die men verder zal volgen t.a.v. de arbeidsbesparing. Het B.G. zal zich bijv. toeleggen op het reduceren van het aantal manuren die de schilder op het werk besteedt. Men probeert zoveel mogelijk van het bouwproces naar de fabriek te brengen.
2 Het Bouwfonds legt zich toe op het eengezinsrijenhuis, waarvoor een nieuw bouwsysteem is ontwikkeld. De hoofdgedachte hierbij is het realiseren van een overspanning van ruim 6 m in één keer door middel van tralieliggers.
In Driebergen heeft men thans 28 proefwoningen uitgevoerd (in de vrije sector) om ervaring met dit systeem op te doen. Van



13.1.4 Bungalow, type Anemoon (foto: archief B.G.)



13.1.5 Planning opbouw systeemwoning B 16

dit systeem dat geheel los staat van het hier behandelde systeem is in 1966 een attest verschenen.
3 Vernieuwing van de collectie standaardplannen. Het uit de produktie nemen van niet-rendabele typen.
4 Vergroting van de bouwelementen tot stukken van 3 m lengte (door 4 man te hanteren) en dozen (bijv. badcellen).
5 Streven naar een zo groot mogelijke vrijheid voor de bewoner.
Hierin past het streven naar een groter assortiment accessoires, maar ook een zo gering mogelijk aantal constructieve wanden.

7 Organisatiestructuur

Het Bouwfonds is
- promotor van het systeem;
- gemachtigde van de opdrachtgever;
- toezichthouder op de bouw.

Het Bouwfonds beschikt over een verkoopapparaat en een afdeling ontwikkeling om zijn taak goed te kunnen uitvoeren. Met de architecten F. Klein (Groningen), Y. Dijkstra (Emmen) en W. C. Klein Douwel wordt regelmatig samengewerkt. De Technische Dienst, die zelf de plannen B10 (Reseda), B15 (Aster) en B9 (Anemoon) heeft ontworpen, begeleidt het ontwerp.
De N.V. Timmerfabriek Apeldoorn is een dochter van het Bouwfonds.
Met de N.V. Bouwfonds Zuid-Nederland bestaat een vorm van samenwerking op technisch gebied; deze instelling verzorgt de bouw van B.G.-bungalows in Noord-Brabant en Limburg.
B.G. kiest voor de uitvoering hoofdaannemers, die op hun beurt onderaannemers kiezen (B.G. heeft vetorecht). Aannemers die regelmatig voor het Bouwfonds werken, zijn:

Noord	Hako, Emmen Bosma, Veenwouden (Fr.) Coöp. Bouwonderneming, Groningen
Oost	Tempelman, Markelo Jannink, Wierden IJzerman, Heerde
West	Van Luling, Rijsenhout (Haarlemmermeer) De Groot, Delft v. d. Berg, Lopik
Zuid	Rijk, Heinkenszand Leenhouts, Sluis Boot, Prinsenbeek

In principe kan elke aannemer in het systeem-B.G. bouwen.

8 Analyse

8.1 *Ervaring*
Met het systeem-B.G. is veel ervaring opgedaan. Bovendien is in de Technische Dienst van het Bouwfonds bijzonder veel ervaring verzameld met betrekking tot technische problemen. Het Bouwfonds heeft een soort dealer-apparaat opgebouwd met getrainde aannemers. Menig aannemer heeft al honderd of meer B.G.-bungalows gebouwd.

8.2 *Stedebouwkundige consequenties*
Het systeem is gebonden aan de basisvorm 'bungalow'. De stedebouwkundige afdeling van het Bouwfonds tracht de stedebouwkundige situatie zo goed mogelijk te ontwerpen. Het grondgebruik blijft echter een groot probleem: de maximale dichtheid die in het woongebied met B.G.-bungalows valt te bereiken, is slechts circa 18 woningen per hectare.

8.3 *Ontwerp*
Het systeem-B.G. is gekoppeld aan een collectie 'catalogus-woningen', waaraan de opdrachtgever moeilijk kan wijzigen. Dit weegt bij kopers zwaarder dan bij huurders. Door de binding van het systeem-B.G. aan het Bouwfonds als instelling welke de eigen woning bouwt, telt deze beperking mee.

8.4 *Diversen*
Bijna 50% van de totale kosten van een woning wordt gevormd door het pakket zoals dit van de fabriek komt (Voorbeeld: B16; pakket *f* 20.000,—, catalogusprijs *f* 49.000,—). Door het feit dat de prefabricage is georganiseerd als voor één serie van 1000, is de prijs per bungalow gunstiger dan wanneer de produktie zou zijn gebaseerd op 1000 series van 1 bungalow.

9 Literatuur

N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten. *Standaardbestek.* Z. pl., z.j.
N.V. Bouwkas Nederlandse Gemeenten. *Algemene Bepalingen en voorschriften.* Assen, 1955.
N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten. *Catalogus van kozijnen.* Z. pl., z.j.
N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten. *Bouwfondswoningtypen.* Z. pl., z.j.
N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten. *Rapport nacalculatie van het aantal bestede manuren bij de bouw van B.G.-systeemwoning.* Hoevelaken, 1965.
Putten, H. van. Het systeem B.G., *Industrieel Bouwen, 2,* 1965, nr. 1, p. 25-32.
Stichting Ratiobouw. *Verificatie nacalculatie 'B.G.-systeemwoningen'.* Rotterdam, 1965.
Stichting Ratiobouw. *Systeem B.G. Buitenmuurconstructie, Ratiobouwkeur.* Rotterdam, 1961.
N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten. *Systeemwoning; het bestek voor de bouw van een woning bouwsysteem B.G. met gebruikmaking van in de fabriek vervaardigde bouwelementen.* Hoevelaken, 1966 (voor elk van de woningtypen).
N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten. *Begroting B.G.-woning.* Z. pl., oktober 1966.
Jaarverslagen N.V. Bouwfonds Nederlandse Gemeenten.