



Japanse industriële woning.

## Modulaire woningen in Nederland mogelijk?

De laatste jaren zijn in Nederland diverse pogingen ondernomen om woningen grotendeels in fabrieken te produceren. Vaak echter tevergeefs. Bij kantoor- en schoolgebouwen waren de pogingen meer succesvol.

Tekst: ir. Frans van Gassel

Al twintig jaar worden in Japan op grote schaal woningen van hoge kwaliteit in fabrieken geproduceerd. De vraag rijst nu of de Nederlandse modulaire bouwers met hun systemen ook woningen kunnen bouwen.

In Nederland bestaat al een geruime tijd een industrie die verplaatsbare modulaire gebouwen produceert. De gebouwen worden gebruikt als kantoor, school, verzorgingshuis, hotel of bank. De klanten die voor deze gebouwen kiezen, hebben op korte termijn voor een bepaald tijd relatief goedkope bedrijfsruimte

nodig. De klant kan een gebouw kopen, huren, leasen en ook inruilen. Er zijn globaal drie uitvoeringen op de markt waarbij:

- de ruimtemodules zijn gestandaardiseerd,
- de bouwdeelen zijn gestandaardiseerd en
- een beperkt aantal bouwdeelen op specificatie wordt ontworpen en geproduceerd.

Deze drie uitvoeringen bestrijken een bepaald marktsegment dat specifieke eisen stelt aan bijvoorbeeld levertijd, gebruikstijd, uitstraling en functionaliteit.

De draagconstructies van de modulaire, verplaatsbare gebouwen bestaan meestal uit stalen frames. De vaste afmetingen van de frames worden bepaald door de transportmogelijkheden over de weg. De frames worden op de assemblagelijijn voorzien van een vloer en dak en waar nodig van buitenwanden, binnenwanden en installaties.

### Legoblokjes

Op de bouwplaats worden de modules als Legoblokjes met uitgekiende punt- en lijnkoppelingen afgemonteerd. Buitenwanden zijn opgebouwd uit panelen in diverse uitvoeringen: dicht, raam of deur. Voor de binnenwanden worden montage-

wanden of systeemwanden gebruikt. Installaties zijn in de meeste gevallen traditioneel uitgevoerd. Afhankelijk van de grondslag en gebruikstijd kiest men een fundering van prefab betonplaten of van in het werk gestort beton.

De productie van de modulaire gebouwen bestaat uit de volgende vijf fasen:

- productie van (grote samengestelde) bouwdeelen;
- assemblage van de frames in de fabriek;
- transport van de modules over de weg;
- plaatsen van de modules en
- afmonteren.

De productie van de bouwdeelen van de modulaire gebouwen is vergaand gemechaniseerd en gerobotiseerd. De assemblage en afmontage daarentegen zijn traditioneel te noemen. Het aantal arbeidsuren op de bouwplaats wordt ingeschat op ongeveer 10% (tegenover 90% op de assemblagelijijn).

Levertijden van dergelijke gebouwen kunnen zeer kort zijn: het ontwerp en de prijs kunnen binnen een dag bekend zijn en de levertijd van een gebouw, bestaande uit standaardbouwdeelen, hoeft bijvoorbeeld maar een week te zijn. Het afmonteren duurt hooguit enkele dagen. Ge-

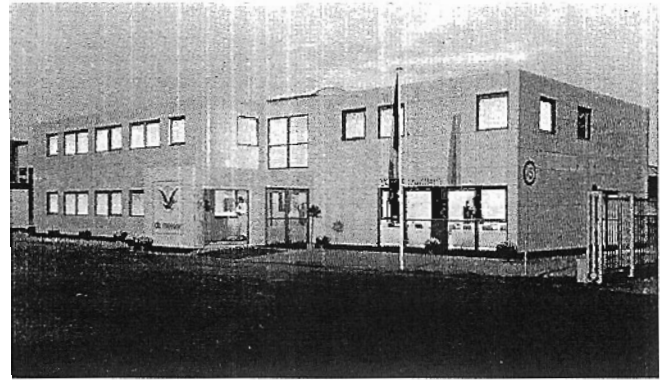
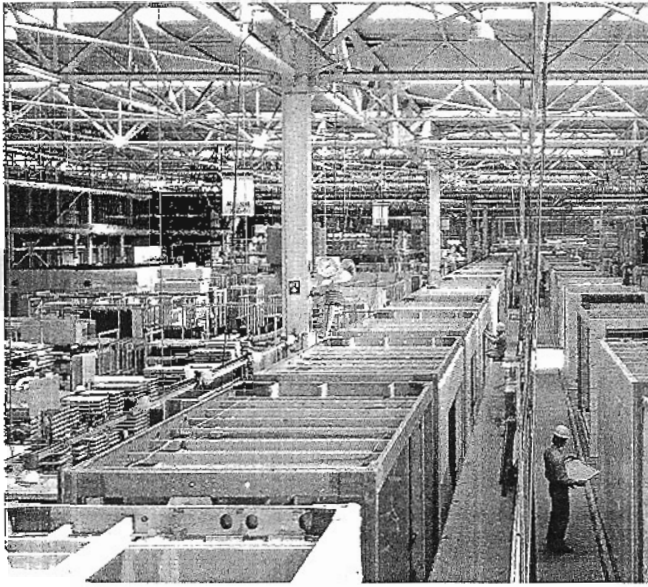
bouwen waarvan de modules zijn gestandaardiseerd kunnen in één dag worden geleverd.

De werkvoorbereiding bij het produceren van deze gebouwen is vergaand geautomatiseerd. De tekeningen voor de klant zijn ook de basis voor calculatie van de kostprijs, planning en productie.

### Japan

In Japan is sinds 1960 een grote industrie ontstaan die modulaire woningen fabriceert. Het zijn meestal grote woningen omdat in Japan het oudste kind verantwoordelijk is voor de verzorging van de ouders. De kinderen die de woningen kopen, kopen deze bestellen in vele uitvoeringsvormen; zij doen dat in een winkel waar een aantal modelwoningen beschikbaar is. Diverse buitenwandafwerkingen, plat dak of zadeldak, erkers en andere speciale bouwdeelen zijn mogelijk. Ook voor het werkingsniveau binnen is er een keuze mogelijk.

De afwerking staat kwalitatief op een zeer hoog peil en is vergelijkbaar met het kwaliteitsniveau van een gepanse auto. Veel aandacht wordt besteed aan warmte- en geluidsisolatie, het voorkomen van vloertrillingen, koudebruggen, de waterdichtheid en een minimum aan onderhoud.



Nederlands  
modulair  
kantoorgebouw.

Japanse fabriek  
voor modulaire  
woningen.

Informatie:  
Universitair Centrum voor  
Bouwproductie (UCB),  
TU-Eindhoven  
ir. Frans van Gassel,  
Tel. (040) 247 40 77  
Fax (040) 243 42 48.

De draagconstructies van de modulaire gebouwen in Japan bestaan meestal uit houten of stalen frames. Elk frame wordt voorzien van een vloer en plafond (geen dak). Vele afmetingen van de frames zijn mogelijk. Juist in de regio Tokyo moet elke vierkante meter bouwgrond optimaal worden benut. De afmetingen van de frames zijn gebaseerd op de afmeting van de 'tatami'. Dit is een geweven biezen mat van 1,80 x 0,90 m, die dient als vloerkleed en waarover zelfs niet met pantoffels mag worden gelopen. Buitenwanden zijn opgebouwd uit een houten regelwerk, gevuld met isolatiemateriaal. Voor de buitenbekleding kan de klant kiezen uit een aantal uitvoeringen: plaatmateriaal van cement en hout en afgewerkt met een kunststof coating of aluminium plaatmateriaal afgewerkt met een laag fijne

steentjes. De badkamer, keuken en trappenhuis worden als aparte bouwdelen in de modules gemonteerd.

De binnenwanden zijn opgebouwd met een houten regelwerk en afgewerkt met gipsplaat. De klant kan voor de afwerking van de wand kiezen uit vele in de markt voorkomende afwerkingen. De installaties zijn traditioneel van opzet en ze worden weggewerkt in de constructie.

#### Verschillen

De productie van de modulaire gebouwen in Japan bestaat grotendeels uit dezelfde fasen als in Nederland, echter met de volgende verschillen:

- De assemblage van het stalen frame met vloer en plafond vindt geïntegreerd plaats met een productiesnelheid van 20 frames per

uur op één assemblagelijijn.

- De buiten- en binnenwanden worden in zij-assemblagelijnen enkele uren vooraf projectgericht geproduceerd.
- De assemblage van de houten kaders voor de binnenwanden vindt op klantspecificatie plaats met behulp van een CAD/CAM-systeem.
- In de fabriek werkt men met het kwaliteitssysteem 'TPM'. Productiefouten en productieverbeteringen worden uitvoerig op pamfletten tegen de muur langs de assemblagelijijn besproken. Op de bouwplaats wordt niet met dit kwaliteitssysteem gewerkt.
- De binnenafwerking van modules vindt niet in de fabriek plaats en wordt als regel uitbesteed aan lokale bouwondernemingen.
- Op de bouwplaats heeft men 50 dagen nodig. Meestal moet een bestaand huis worden afgebroken, dan kan de fundering worden gestort; op één dag plaatst men de modules en de rest van de tijd wordt het huis op traditionele manier afgebouwd.
- De zadeldaken worden handmatig als ruimtelijke constructies in de fabriek gemaakt.

Ontwikkelde constructies worden uitvoerig doorgerekend en getest op montagebaarheid, brandveiligheid, aardbevingsgevoeligheid, warmte- en geluidsisolatie, trillingen van de verdiepingsvloer en maatvoering.

De jaarproductie van de bezochte Japanse woningbouwer is aanzienlijk. Het gaat om 30.000 tot 40.000 woningen per jaar. De productiecapaciteit van de modules bedraagt bijna 200.000 stuks per jaar en wordt verdeeld over een aantal fabrieken, verspreid door het land.

#### Vergelijking

De tabel geeft op een aantal punten een vergelijking tussen de Nederlandse en de Japanse situatie. In Nederland worden modulaire gebouwen vooral gebruikt als kantoren en scholen; in Japan voor woningen. De in Nederland gefabriceerde modulaire systemen zijn nauwelijks geschikt voor bewoning. Dit om de volgende redenen:

- Een kantoor en school worden niet zo intensief gebruikt als een woning. Dit heeft gevolgen voor het energieverbruik, de levensduur van bouwdelen, acceptatie van gebreken door de gebruiker.
- De vochtproductie in de woning is hoog.
- De buiten- en binnenafwerking past niet bij de verwachting die de bewoner heeft.
- De bouwfysische en mechanische kwaliteit is onvoldoende.
- De verplaatsbaarheid speelt bij de woningbouw nauwelijks een rol. In de modulaire bouw in Nederland wordt in de aankoopprijs geïnvesteerd in de mogelijkheid tot verplaatsbaarheid. Bij woningbouw is deze investering maar een enkele keer nodig.

#### Nieuw concept

Op de vraag of Nederlandse bouwers van modulaire kantoren en scholen met hun huidige systemen ook modulaire woningen kunnen bouwen, moet ontkennend worden geantwoord; de markt en productieconcepten liggen te ver uit elkaar. Een nieuw concept is nodig. Misschien biedt het Japanse concept aanknopingspunten om voor de Nederlandse markt een nieuw concept voor woningbouw te ontwikkelen.

Tabel: vergelijking modulaire systemen in Nederland en Japan

Aspecten	Nederland	Japan
Functie gebouw	kantoor, school	Woning
Uitstraling buiten	matig	goed
Uitstraling binnen	zeer matig	zeer goed
Gebruik	koop, huur, lease, inruilen	kopen
Gebouw	verplaatsbaar	niet verplaatsbaar
Fundering	betonplaten	gestort
Dak	frame eigen dak	frame geen dak, apart dak
Afmeting modules	transportmogelijkheden op de weg	afmeting tatami
Hoogte doorgang viaduct	4 meter	3,5 meter
Keuze buitenafwerking	weinig	veel
Keuze binnenafwerking	beperkt	onbeperkt
Frame varianten	weinig	veel
Productiesnelheid frames	laag	zeer hoog
Levertijd gebouw	snel	relatief lang
Installatieleiding	onder het frame	in de kruipruimte