

Modulair bouwen in Nederland en Japan

Een vergelijking tussen twee modulaire bouwsystemen

ir Frans van Gassel

UCB
RAPPORT

augustus 1996

UCB

universiteit zijn om voor bouwproductie

Modulair bouwen in Nederland en Japan

De laatste jaren zijn in Nederland diverse vergeefse pogingen ondernomen om woningen grotendeels in fabrieken te produceren. Bij gebouwen die als kantoren of scholen worden gebruikt zijn de pogingen wel gelukt.

In Japan wordt al twintig jaar op grote schaal met succes in fabrieken woningen geproduceerd van hoge kwaliteit.

De vraag rijst nu of de Nederlandse modulaire bouwers met hun systemen ook woningen kunnen bouwen. Om deze vraag te beantwoorden worden de systemen in Nederland en Japan in grote lijn met elkaar vergeleken en de verschillen besproken. Dit onderzoek is gebaseerd op een jarenlange ervaring van de schrijver als produktontwikkelaar van verplaatsbare modulaire gebouwen en op een bezoek aan een woningfabriek in Japan.

Markt

Nederland

In Nederland bestaat al een geruime tijd een industrie die verplaatsbare modulaire gebouwen produceert. De gebouwen worden gebruikt als kantoor, school, verzorgingshuis, hotel en bank. De klanten die voor deze gebouwen kiezen hebben op korte termijn voor een bepaalde tijd relatief goedkope bedrijfsruimte nodig. De klant kan een gebouw kopen, huren, leasen en inruilen.

Er zijn globaal drie uitvoeringen op de markt, waarbij:

- de ruimte modules zijn gestandaardiseerd,
- de bouwdelen zijn gestandaardiseerd en
- een beperkt aantal bouwdelen op specificatie wordt ontworpen en geproduceerd.

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

Systeem

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.

Op de bouwplaats worden de modules als LEGO-blokjes met uitgekiende punt- en lijnkoppelingen afgemonteerd.

De buitenwand is opgebouwd uit panelen in diverse uitvoeringen: dicht, raam en deur.

De binnenwanden zijn montagewanden of systeemwanden. De installaties zijn traditioneel uitgevoerd.

Afhankelijk van de grondslag en gebruikstijd kiest men een fundering van prefab betonplaten of in het werk gestorte beton.

Productie

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

- productie van (grote samengestelde) bouwdelen,
- assemblage van de frames in de fabriek,
- transport van de modules over de weg,

UCB

- plaatsen van de modules en
- afmonteren.

De productie van de bouwdelen is vergaand gemechaniseerd en gerobotiseerd. De assemblage en afmontage is traditioneel. De arbeidsuren op de bouwplaats worden ingeschat op plm 10 %.



Figuur 1 Nederlands modulair kantoorgebouw.

De levertijd van deze gebouwen kan zeer kort zijn. Het ontwerp en de prijs één dag en de levertijd van een gebouw bestaande uit standaard bouwdelen één week en enkele dagen afmonteren. Gebouwen 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 dienen ook voor calculatie van de kostprijs, planning en productie.

Markt

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 de zorg draagt voor de verzorging van de ouders. De gezinnen die de woningen kopen kunnen deze in vele uitvoeringsvormen in een winkel uitgerust met een aantal modelwoningen bestellen. Diverse buitenwandafwerkingen, plat dak of zadeldak, erkers en andere specifieke bouwdelen zijn mogelijk. Binnen zijn vele afwerkingen mogelijk. De afwerking ervan staat kwalitatief op een zeer hoog peil en is vergelijkbaar met het kwaliteitsniveau van een Japanse auto. Veel aandacht wordt besteed aan warmte- en geluidsisolatie, vloertrillingen, koude bruggen, waterdichtheid en minimaal onderhoud.

UCB

Systeem

De draagconstructies van de modulaire gebouwen bestaan meestal uit houten of stalen frames. Elk frame krijgt 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 1,8 bij 0,9 meter, die dient als vloerkleed en waarover zelfs met pantoffels niet mag worden gelopen.

De 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 en weggewerkt.



Figuur 2 Japanse industriële woning.

Productie

De productie van de modulaire gebouwen, zoals tijdens een bedrijfsbezoek gezien 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 gerobotiseerd plaats met een productiesnelheid van 20 frames per uur op één assemblagelijijn.
- De buiten- en binnenwanden worden in zij-assemblagelijijnen 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.

UCB

- In de fabriek werkt men met het kwaliteitssysteem TPM. Produktiefouten en -verbeteringen worden uitvoerig op pamfletten tegen de muur langs de assemblagelijns besproken¹. 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 de fundering storten, op één dag plaatst men de modules en de rest van de tijd wordt op traditionele manier het huis afgebouwd.
- De zadeldaken worden handmatig als ruimtelijke constructies in de fabriek gemaakt.

Ontwikkelde constructies worden uitvoerig doorgerekend en getest op monteerbaarheid, 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 door het land

Vergelijking Nederland en Japan

In de voorgaande paragrafen zijn de markt, het systeem en de productie van modulaire gebouwen in Nederland en Japan beschreven.

In tabel 1 zal op een aantal punten een vergelijking worden gemaakt tussen Nederland en Japan.

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

¹Het ophangen tegen de muur van opmerkingen en voorstellen door leerlingen werd ook in een klaslokaal van een Japanse lagere school gezien.

Tabel 1 Vergelijking systemen 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	3,6 meter
Keuze buitenafwerking	weinig	veel
Keuze binnenafwerking	beperkt	onbeperkt
Frame varianten	weinig	veel
Produktiesnelheid frames	laag	zeer hoog
Levertijd gebouw	snel	relatief lang
Installatieleidingen	onder het frame	in de kruipruimte

Conclusie

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 productie concepten liggen te ver uit elkaar.

Een nieuw concept is nodig. Misschien biedt het Japanse concept aanknopingspunten om voor de Nederlandse (en Duitse) markt een nieuw concept voor woningbouw te ontwikkelen.

Stimulansen

De volgende stimulansen zijn nodig om in Nederland op industriële wijze woningen te kunnen ontwikkelen en produceren:

- Onderzoeken of het technisch, economisch en ecologisch haalbaar is, om op basis van het Japanse concept een Nederlands markt en productie concept te ontwikkelen.
- Ontwikkelen van een Nederlands concept voor industriële woningen. Er wordt een woningbouwsysteem ontwikkeld waarbij de volgende aspecten in samenhang moeten worden

UCB

uitgewerkt:

- De architectonische kwaliteit.
- De markt benadering.
- De mechanische en bouwfysische kwaliteit.
- De produktie vriendelijkheid.
- Demonstratieproject.
Het bouwen van een aantal prototypes.

Slot

Door de Technische-Wetenschappelijke Attachés (TWA's) verbonden aan de Nederlandse ambassade in Tokyo werd voor de schrijver van dit artikel een bezoek georganiseerd bij een fabriek van industriële woningen. Voor hun medewerking en begeleiding van het bezoek mijn hartelijke dank.

Literatuur

Gassel, F. J.M., van, 1996, *Mechanization and Automation by the Manufacturing of Removable Modular Buildings*, Proceedings of the 13th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC) in Tokyo, Japan Robot Association (JARA).

(-), 1995, *The housing business of Sekisui Chemical Company*, Sekisui Chemical Co., Ltd, Tokyo.