

techniek & architectuur

peter drijver & ernest israëls

CD 20

De rationaliteit van de betonfabrikant versus een rationeel gebouw

1915: Dom-ino, 1982: Dom-in-O ?

Het Dom-ino skelet van platen en kolommen dat Le Corbusier in het begin van deze eeuw ontwikkelde is in eerste instantie een poging om de architectonische mogelijkheden van het skelet voor de woningbouw te onderzoeken. Le Corbusiers skelet van holle vloerelementen is zeker niet vanuit de rationalisering van het bouwproces gedacht, veeleer is vanuit de interne systematiek van de geschakelde en gestapelde woningbouw onderzocht welke eisen dit aan een beton systeem zou stellen. De architect ontwierp de marges waarbinnen het systeem zou moeten functioneren. Het CD-20 systeem pretendeert wel het bouwproces te rationaliseren. In onderstaand artikel proberen we aan te tonen dat het CD-20 systeem is ontwikkeld vanuit de rationaliteit van de beton constructeur/fabrikant. Hiermee wordt wel een rationele draagconstructie, maar nog geen gebouw verkregen¹. Zowel de architectonische beperkingen als de bouwkundige problemen die de hoofdconstructie aan het ontwerp stelt, worden alle op de schouders van de architect geschoven. Vergeleken met Dom-ino werkt het dus andersom: vanuit de productietechniek wordt de architect een productiesysteem opgedrongen waarmee hij maar matig uit de voeten kan.

Dit artikel kan worden opgevat als een pleidooi om bij de ontwikkeling van dergelijke systemen en producten in een vroeg stadium architecten in te schakelen².

De markt

De betonfabrikant wil een zo groot mogelijk deel van de bouwsom voor zich. Dus zoveel mogelijk waarde aan de delen zand, cement, grind, ijzer toevoegen. Zo krijgen we de ontwikkeling:

materialenhandel,
betonmortelcentrale,
betonwarenfabrikant,
systeembouwer.

Om zijn produkt in concurrentie met de traditionele verwerker te slijten kan de fabrikant het in de kwantiteit (een lagere prijs) of de kwaliteit zoeken. Door grootschalig/industriëel te werken kan de betonboer zo'n prijs maken dat het produkt voor de opdrachtgever inderdaad interessant wordt.

Vergelijk bijv. de verkoop van licht door Philips:

Het eindprodukt is licht. Samengesteld uit de lamp en een hoeveelheid stroom. Vroeger kostte 5000 uur licht:

5 gloeilampen 75W.	f 5,-	voor Philips
375 KWH	f 75,-	nutsbedrijf
totaal	f 80,-	

Nu:		
1 SL lamp 18W	f 40,-	Philips
90 KWH	f 18,-	nutsbedrijf
totaal	f 58,-	

De winst is dus f 22,-; maar Philips int ook f 35,- meer. Het nutsbedrijf is de huidige derde.

Gelijksoortige ontwikkelingen in de bouw gaan over het algemeen in eerste instantie ten koste van de taak van de aannemer en in tweede instantie van de adviseurs.

Wil de fabrikant wel een hoge prijs (dus dat het totale produkt niet goedkoper wordt) dan kan hij de kwaliteit opvoeren. Bijv. boven het niveau dat op de bouw mogelijk is (gevelementen met een oppervlak van gewassen grind), of de illusie van kwaliteit trachten te slijten (stalen gevels met veel isolatiemateriaal erin, die effectief nauwelijks isoleren; zie O1). We zullen zien dat CD-20 op de kwaliteit mikt.

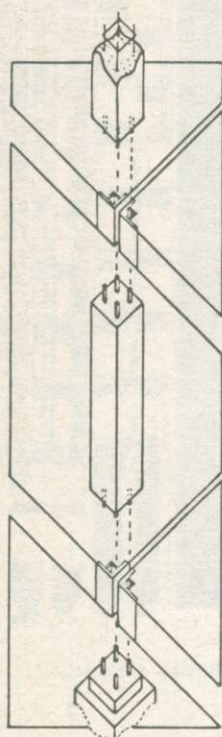
Flexibel bouwen?

Het CD-20 systeem mikt op de 'markt' van die bouwwerken waarvan het programma sterk kan wisselen: klinieken, kantoren, scholen. Vanuit wisselende opvattingen over therapie, arbeidsproductiviteit en didactiek vragen deze programma's steeds neutraler types, die door interne ingrepen of uitbreiding een zekere flexibiliteit t.a.v. het gebruik hebben.

Flexibiliteit is voor de fabrikant zelf ook belangrijk om een zo groot mogelijke markt te bestrijken en de serie productie aan de gang te houden.

Over het algemeen wordt flexibiliteit vertaald in vrij indeelbare, c.q. kolomvrije ruimtes: de neiging om de constructeur en ook de architect uit de directe gebruiksruiden weg te duwen. Voor constructeur en installatie-adviseur is dan de ruimte tussen plafond en vloer, architect en installatie-adviseur delen de gevel en met zijn drieën mogen ze over de verbinderuimten (hallen, trappen en gangen) beslissen. Van vloer t/m plafond is het domein van de interieurbouwer. Deze kan snel en nauwelijks gehinderd door het bouwtoezicht leveren. Niet zo goedkoop, maar eventueel voor rekening van de huurder en wel een korte afschrijvingstermijn.

CD-20 gaat in deze opdeling nog een stap verder door ook de ruimte tussen plafond en vloer strikt te verdelen.



principe cd20

1. Hoogstens een rationele parkeergarage: die zijn immers vrijwel alléén constructie. Hiervoor zijn dan ook verschillende efficiënte prefab systemen.
2. Onderstaand artikel werd geschreven vanuit enige ontwerpervaring met het systeem tijdens een stageperiode. Voor een uitgebreide omschrijving van het systeem, zie het 'jubel'artikel van Niesten in *de Architect*, 11, 1981, of *Cement* 4-4-1982. Inmiddels zijn met het systeem twee gebouwen gerealiseerd: een ziekenhuisuitbreiding in Almelo (laagbouw, houten puin) en een kantoorgebouw in Hoofddorp (verdiepingbouw, gevelementen van glasvezelversterkt cement).

De kolomvrijheid van het systeem is overigens maar beperkt, nl. 17,3 m²/kolom, vergelijkbaar met een vierkant raster van 4,2 m, of bijv. de kantoren van Centraal Beheer in Apeldoorn met 18 m²/kolom. (C.B. is een voorbeeld waar voornoemde opdeling bepaald niet heeft plaatsgevonden, toch pretendeert het wel een flexibel gebouw te zijn.)

Uitbreidbaar bouwen?

Uitbreidbaarheid is met name door de zgn. Forumgroep tot architectonisch probleem gesteld; toch is de Delftse montessori school van Hertzberger niet uitgebreid volgens het destijds door hem ontworpen schema. De onlangs in gebruik genomen aanbouw is een verwerking van de kritiek op diens eerdere plannen én de school zelf.

Uitbreiding van bestaande gebouwen zijn een ontwerpogave op zich, de architect kan zich niet meer permitteren die te laten liggen.

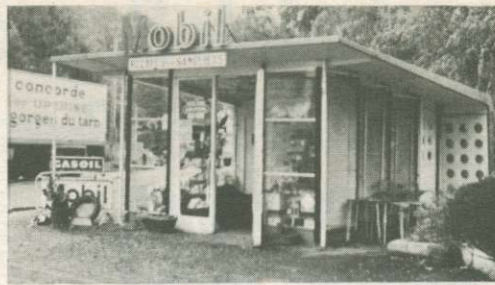
De context (situatie, maar ook de rol van de architectuur, de betrekkingen waar het gebouw onderdeel van uitmaakt), wijzigt zich voortdurend. Mét het problematiseren van de historie van de architectuur – met het invoeren van typologie en morfologie als begrippen naar het ontwerpproces toe – is de uitbreiding van een bestaand gebouw méér dan alleen het 'er bij' maken van de ruimtelijke- en/of gebruikselementen waarin het gebouw zich laat opdelen.

Ook technisch maakt CD-20 deze belofte niet waar. In de hoogte kan het nog, als de fundering het houdt en de dakvloer volgens het systeem was uitgevoerd. In het horizontale vlak is het nauwelijks effectief: gevelplaten die op de kolommen hangen zijn moeilijk te demonteren zonder de kolom er boven te demonteren, voor het opleggen van een nieuwe vloerplaat is het in elk geval noodzakelijk. Om de kolom te verwijderen moet de daarop rustende vloerplaat eerst weggenomen worden etc..

Remontabel bouwen?

Het systeem mikt ook op het korte gebruik, en in die zin maakt het 'permanente' constructies toegankelijk voor de semi-permanente markt. Klinieken worden op basis van demografische ontwikkelingen en prognoses met semipermanente gebouwen uitgebreid. De kantorenbouw, onderwerp van speculatie door projectontwikkelingsmaatschappijen en beleggers, splitst zich in uiterst luxe leegstand in de historische centra enerzijds en functionele, op het korte-termijn-gebruik ontworpen dienstencentra op de gemeentelijke industrieterreinen anderzijds. De woningbouw, sinds Gimmie Shelter in Delft ook weer semipermanente klant, is door het systeem nog niet 'ontdekt'³.

Hiervoor zou het CD 20 systeem een unieke troef in handen hebben: het koppelt de voordelen van beton (brand- en geluidisolatie) aan demontabiliteit, tot nu toe voorbehouden aan stalen en houten constructies. Een demontabel gebouw is in zijn onderdelen weer te gebruiken, te verkopen: de restwaarde is dus hoger dan de sloopwaarde. De restwaarde is pas effectief wanneer (de)montage geen probleem vormt en het systeem niet slijt.



Prouvé

Bij het CD 20 systeem is dan ook gekozen voor verbindingen in staal, zodat het de maatvastheid en het montagegemak van staal heeft. Bij een staalskelet kunnen echter betrekkelijk eenvoudig en zonder al te grote consequenties ter plekke aanpassingen worden gemaakt die de restwaarde niet beïnvloeden. Bij beton ligt dat anders. Wanneer al te veel in de voorgespannen elementen wordt geboord – en we zullen zien dat dat onvermijdelijk is voor bijv. gevelmontage – en de voorspan kabels worden daarbij geraakt, dan is de restwaarde aanzienlijk gedaald. Waarom spant men zich in voor een remontabele draagconstructie?

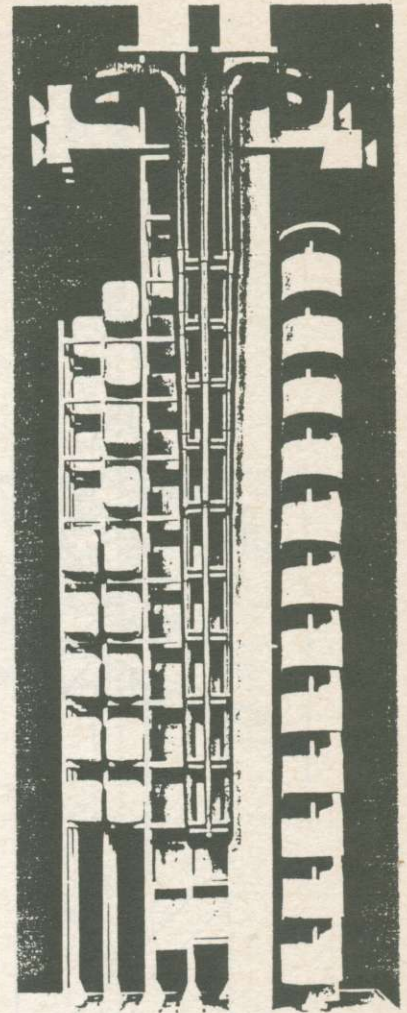
■ Alleen om de sloopwaarde op te voeren? Deze is namelijk bij beton meestal negatief: het kost moeite om het op te blazen en af te voeren, terwijl je met het puin niets kan doen. Dit i.t.t. staal dat zich laat omsmelten.

■ Om een hogere aanschaffingsprijs te rechtvaardigen? Zo kan de fabrikant zich een deel van de restwaarde toeëigenen, met voor de eigenaar het risico dat hij dit geld niet terugziet, omdat het gebouw nooit gesloopt hoeft.

■ Om de afschrijvingstermijn te verlengen ook voor semipermanente constructies? Het heterogene karakter van de bouwproducten die tezamen het bouwwerk vormen, het verschillend gebruik, veroorzaakt een in de tijd verschillende noodzaak tot onderhoud en vervanging.

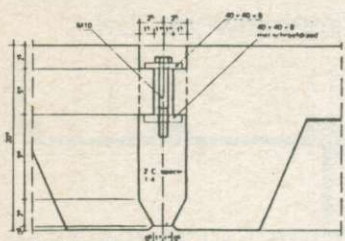
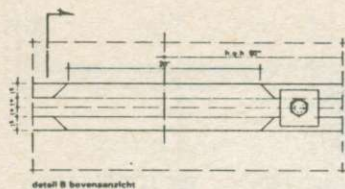
In de architectuur zijn globaal twee standpunten ten aanzien van dit probleem ontwikkeld: dat van de woning waarvan alle onderdelen over eenzelfde termijn worden afgeschreven en dat waarbij een globale scheiding is aangebracht tussen betrekkelijk onderhoudsvrije en de meer onderhoudsintensieve onderdelen. Het 'maison industrialisée' van Prouvé vertegenwoordigt de eerste stellingname, het ontwerp voor Lloyds van Piano en Rogers het tweede. In het plan voor Lloyds zijn de installaties, liften enz. ondergebracht in losse torens met een kortere afschrijvingstermijn dan de draagconstructie en de gevels⁴. De SAR die al eerder drager van inbouw scheidde is hiermee niet direct vergelijkbaar, omdat het inbouwpakket vooral gelegitimeerd wordt vanuit een open industriële fabricage en de vrije markt. Het zou in eerste instantie woontechnische aanpassing eenvoudig maken, zoals Prouvé die ook noemt⁵.

In de praktijk blijken de kosten van de drager – die een langere levensduur heeft – betrekkelijk laag te zijn in vergelijking met de kosten van het inbouwpakket. Het effect op de jaarlijkse lasten van de scheiding is dus bij een permanente

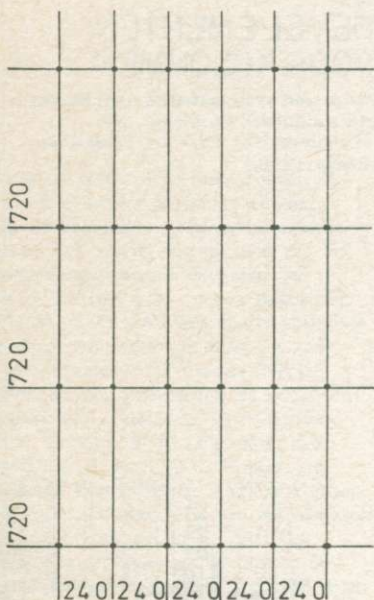
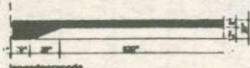
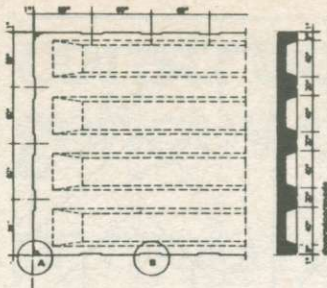


Rogers & Piano

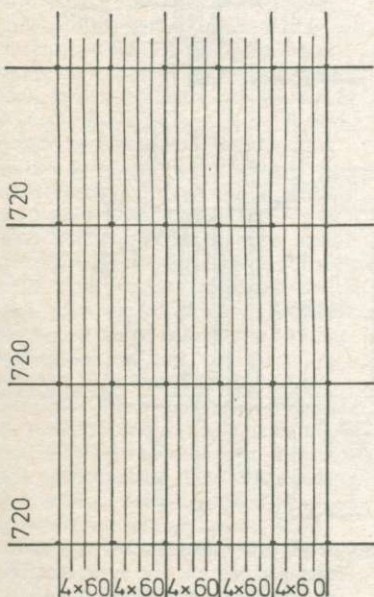
3. In Delft is onlangs 'Gimmie Shelter', een project van 224 semi-permanente 'van Dam'-eenheden met gemeenschappelijke voorzieningen geopend. Het project is uitgevoerd in prefab-units die op elkaar zijn gestapeld. Voor een uitgebreide omschrijving, zie Wonen TA/BK, 22, 1981, en (binnenkort) O4.
4. Deze scheiding levert dan ook onoverkomelijke problemen op: de gevel moet wél de gevel van de toekomst zijn, en de aansluitingen van het gebouw vormen de randvoorwaarden voor de installaties.
5. Diverse auteurs, Jean Prouvé, delft, rotterdam, 1981.



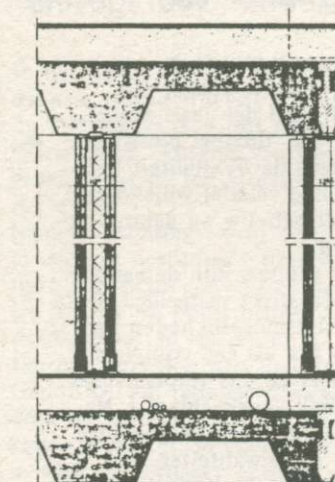
de nivelleringsconstructie



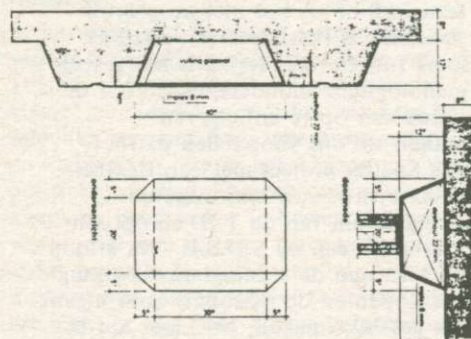
raster hoofddraagconstructie



raster scheidingsconstructie



aansluiting binnenwanden in de langrichting (boven) en met vulstuk in de dwarsrichting (onder).



draagconstructie al minimaal. Voor semi-permanente constructies – die dus nog verplaatst moeten worden – zou het wel eens negatief kunnen uitvallen.

Prefab bouwen?

Het CD 20 systeem kiest voor een montage op de bouwplaats van prefab betonnen vloerplaten en kolommen. Op een palen of poeren fundering kan met hulpstukken de begane grond vloer worden gelegd. De kolommen worden daarna één voor één geplaatst. Op het werk is dus een kraan nodig. De stabiliteit van het systeem wordt verzekerd door tussen de kolommen een of meer wandelementen te plaatsen. Veelal zal echter de stabiliteit aan een ter plaatse gestorte kern worden ontleend. (Sinds kort is het mogelijk kolommen en vloerplaten enigszins stijf te verbinden. Hierdoor kunnen gebouwen tot twee lagen zonder verdere stabiliteitsvoorzieningen worden uitgevoerd.)

Daar waar lange en korte zijden van het

systeem haaks op elkaar aansluiten wordt voor doorbuiging en zeeg een nivelleringsconstructie met bouten toegepast. Hiervoor zijn de dagkanten van de platen voorzien van een profilering. De voegen tussen de elementen en de aansluitingen bij de kolommen worden naderhand met een slappe mortel gevuld.

Deze werkzaamheden kunnen met een ongekend hoge snelheid uitgevoerd worden, maar, vanuit het systeem gezien houdt de prefabricage hier ook op, omdat het hele systeem niet verder gaat met het gebouw.

Modulair bouwen?

Het CD 20-systeem kiest voor een moduul die afgeleid is van de gebruiksmoduul van klinieken, kantoren en scholen; d.w.z. dat in deze programma's ruimtes van deze afmetingen of een veelvoud ervan vaak voorkomen. Traditioneel wordt veelal een 120 raster, de maat van plaatmateriaal, en kolommen op een stramien van 720x720 toegepast. Daar bij CD 20 tussen vier kolommen één vloerplaat ligt en deze i.v.m. transport niet breder dan 3 m. mogen zijn, zijn ze 2x120 = 240 breed geworden. De vloerplaten hebben in de lengterichting lopende verstijvingsribben h.o.h. 60. Combinatie van deze rasters levert het gebruiks-raster waar je zonder al te veel problemen scheidingswanden kan neer zetten. Wijk je daarvan af – en dat zal bij het eerste beste toilet al moeten – dan moet je de langwerpige cassette afdichten. Het systeem leent zich hierdoor nauwelijks voor kleine ruimtes. Slechts voor aanzienlijke extra kosten aan aftimmerwerk zijn deze te maken, waarbij aan de scheiding niet te hoge eisen t.a.v. geluid en brand kunnen worden gesteld. Een gewone cassettevloer heeft overspanningen in twee richtingen en dus een fijn maziger orthogonaal raster voor aansluitingen van scheidingswanden, om over een vlakke plaat nog maar te zwijgen.

Afbouwen?

Door gebruik te maken van voorgespannen platen en kleine voegen laat het systeem geen doorvoeringen toe voor installaties. Dat wil zeggen dat alle standleidingen buiten het systeem (in de gevel? in stabiliteitskernen gecombineerd?) gehouden moeten worden. Distributieleidingen moeten dan in de afwerkvloer (10 cm) worden gehouden of boven een verlaagd plafond. De eerste mogelijkheid vergroot de hoeveelheid bouwvocht (één van de voordelen van het systeem is volgens de fabrikant juist dat er geen afwerkvloer nodig is), de tweede de hoeveelheid afbouw. Beide opties zijn nadelig voor de demontabiliteit van het gebouw, betekenen een verlies aan verdiepingshoogte en een ernstige beperking aan het gebruik van het systeem (woningbouw bijvoorbeeld met relatief veel standleidingen per oppervlak).

Voor de gevel suggereert het systeem nog enig aanknopingspunt: bij de randen van het gebouw steekt een kolom voor de helft uit: de twee vrije doken zouden te gebruiken zijn voor het ophangen van de gevel. Wanneer we de uitgangspunten van CD 20 – remontabel bouwen – van toepassing verklaren op de gevel, betekent

het dat we een (licht) gevelsysteem moeten kunnen toepassen dat aan de doken wordt opgehangen en verankerd. Bij binnenhoeken beschikken de gevelelementen maar over één gemeenschappelijke dook, wat voor ophangen en stellen problemen betekent.

De gevelelementen worden bij een dergelijk systeem relatief te smal. Valt de keus op een element met 2 openingen (2 ramen of deur plus raam) dan is de maat van de openingen nogal beperkt. Ik zou alles wat breder kiezen.

Bevestiging alleen op de hoeken is voor lichte gevels vrijwel altijd te weinig en voor betonnen elementen over het algemeen onverstandig i.v.m. thermische vervormingen. Bevestiging aan de vloerplaten levert plaatselijke aantastingen van de vloerelementen op die niet zonder gevaar zijn. Door de hoge belastingen op de uiterste hoeken zijn de platen zodanig voorgespannen dat raken van de draden ontoelaatbaar is⁶. Dit kan op het werk gecontroleerd worden door na het boren de draden met een accu en een lampje door te meten, zoals heipalen op breuk gecontroleerd worden. Moet dan een plaat vervangen worden, dan betekent dat het demonteren van een groot deel van de hoger gelegen verdiepingsvloerelementen met hun kolommen.

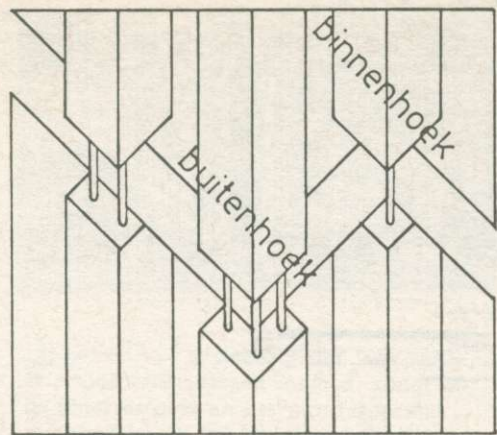
Het in de kist aanpassen van de vloeren langs de gevel – door ankerrails o.i.d. in te storten – betekent het vervallen van het voordeel van de levering uit voorraad (geen uniform element meer) en van de remontabiliteit.

Gaat het gebouw de hoek om – en één gebeurt dat – dan staan de gevelelementen voor de taak 720 te overspannen. Dit kunnen tot nog toe alleen dikke betonelementen, die ook de wind kunnen opvangen, maar hier gelden de problemen met thermische vervormingen nog 3 maal zo sterk. De enige oplossing lijkt een betonnen binnenspouwblad, waaraan wel bijna elke buitenafwerking bevestigd kan worden.

Het feit dat gevel en installaties tot de hemelwaterafvoer aan toe niet in het systeem zijn opgenomen vergroot de hoeveelheid werk buiten het systeem, vraagt veel specifieke oplossingen – voor rekening van de architect – die alle kostenverhogend werken zonder dat het tot een hergebruik kan leiden. Met andere woorden: wanneer het systeem wel deze kwaliteiten had gehad, zouden de kosten voor deze voorzieningen ook een langere afschrijving of hogere restwaarde gehad hebben.

Compleet bouwen of flexibel bouwen?

Waar de ontwerper van CD 20 in feite over gestruikeld is, is de hoofdvraag: een compleet product of een flexibel product.



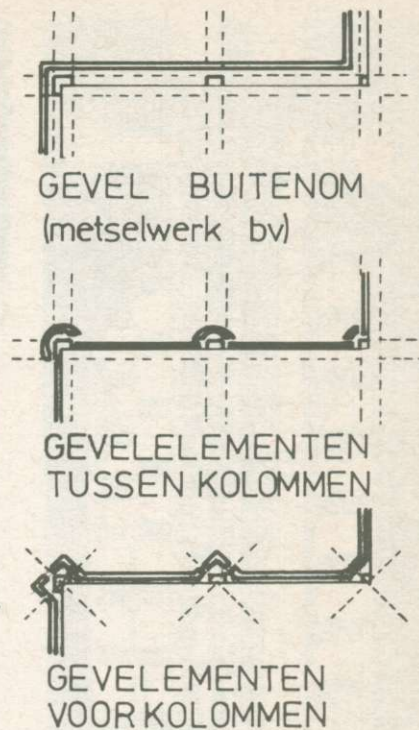
ophangprobleem voor gevels

Een compleet serieproduct (bijv. een kermisattractie, een vakantiehuisje, een school) zal uit de aard der zaak weinig flexibel zijn. En een flexibel bouwwerk niet compleet, want de flexibiliteit betekent juist dat er nog velerlei willekeurige aanpassingen in de afbouw en daarna mogelijk moeten zijn.

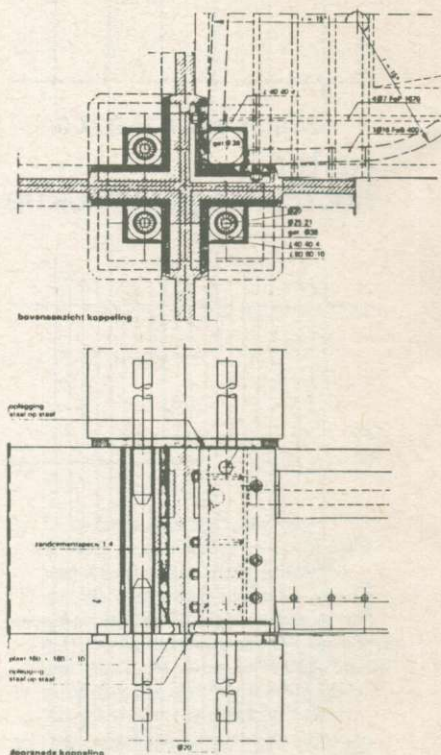
Bij een compleet gebouw zijn de aanpassingsmogelijkheden strikt vastgelegd. Door de beperkte gebruiksmogelijkheden kan het een voordeel zijn als een compleet gebouw remontabel en dus verplaatsbaar is (zie bovenstaande voorbeelden!). Na remontage heb je ook weer de volledige beschikking over alle kwaliteiten.

De combinatie flexibel en remontabel is zelden zinnig. Een flexibel gebouw hoeft immers alleen gesloopt als je de grond zelf terug wil of als het nieuwe gebruik zeer specifiek is (kerncentrale, station). Dit soort functieverandering is het gevolg van planologische blunders, er is door de bouw dus niet op te anticiperen. Zo kunnen we ons voorstellen dat het Gimmie Shelter project met een flexibele, permanente ruwbouw was uitgevoerd, evt. in eigendom van de T.H. en op contract verhuurd aan de S.D.S.H.. Na afloop zou de T.H. dan de woningbouwinvulling kunnen slopen en de ruwbouw voor eigen gebruik geschikt maken. Nu moet het totale project gesloopt, waarschijnlijk inclusief fundering, wanneer de T.H. de ruimte nodig heeft. De gedemonteerde units zijn natuurlijk, afgezien van slijtage, op een andere plek weer te monteren.

Iets anders is het met de flexibiliteit binnen de productie. Zo kunnen de Fort units geleverd worden als kantoor, schaftlokaal, kleedruimte of Van Dam eenheid, alles binnen hetzelfde systeem. Maar eenmaal de fabriekspoort uit is ombouwen weinig zinnig en meestal onmogelijk. En wordt ook zeker niet als kwaliteit aangeprezen (zoals je een handgeschakelde auto niet laat ombouwen tot automatisch, maar inruilt voor eenzelfde model met automatisch).



(Voor een systematische aanpak van dit modulaire probleem, zie: H. Mundt, *Die Ecke im Skelettbau*, Berlin 1980.)



6. De platen hebben slechts vier opgelegingen van elk nog geen 10x10 cm. Omdat de kolommen geen verzwaarde kop hebben moet de dwarskracht dus in die uiterste hoeken van de platen worden opgenomen.