

## Les 5 - Portiek- en skeletconstructies

### 5.1 Inleiding

Geprefabriceerde skeletconstructies worden gemaakt met kolommen en balken. De elementen bevatten een aantal details en verbindingshulpstukken. Na montage en assemblage vormen ze een robuuste constructie, die in staat is om verticale en horizontale acties van de daken, vloeren en gevels naar de funderingen over te dragen. Geprefabriceerde skeletconstructies worden gewoonlijk gebruikt voor lage en hoge gebouwen. Het voornaamste verschil tussen geprefabriceerde en ter plaatse gestorte skeletconstructies ligt enerzijds in de ontwerpfilosofie en in de verbindingen tussen de componenten en anderzijds in de grotere overspanningsmogelijkheden en de hogere betonsterkte. Hierdoor kunnen kleinere doorsneden gebruikt worden voor kolommen en balken.

Er bestaan twee basistypes:

- portiekconstructies, met kolommen en dakbalken; ze worden vooral gebruikt voor opslaghallen en industriële gebouwen;
- skeletconstructies, samengesteld uit kolommen, balken en vloeren voor lage en middelhoge gebouwen, met een aantal dwarswanden en/of kernen voor hoge gebouwen; skeletconstructies worden over het algemeen gebruikt voor commerciële gebouwen, kantoren en parkeergarages, maar ook voor appartementsgebouwen.

Het algemeen ontwerp van de constructie omvat de keuze van het type skelet, het vastleggen van de meest geschikte prefabelementen, voorzieningen in verband met technische uitrustingen en een aantal speciale zaken zoals uitkragingen en andere onderwerpdetails die moeten gespecificeerd worden wat betreft uitzicht, afwerking en andere vereisten.

Het concept en de dimensionering van het skelet van een gebouw worden bepaald door gegevens in verband met het grondplan, bijvoorbeeld de nood aan grote vrije ruimtes, de ligging, grootte en oriëntatie van liftschachten en trappenkokers, de aanwezigheid van tussenvloeren en de grote onderverdelingen van het gebouw. De keuze van de gevelstructuur hangt af van het soort gevel. De ontwerper beschikt over de mogelijkheid om een ander type raamwerk te gebruiken voor de gevel dan voor de binnenstructuur.

### 5.2 Soorten constructies met lineaire elementen

Er bestaan verschillende oplossingen voor geprefabriceerde betonnen raamwerken. Ze verschillen hoofdzakelijk in functie van de hoogte en de bestemming van de gebouwen.

#### 5.2.1 Portiekconstructies

Een portiek bestaat uit twee kolommen met daarop een dakligger. De kolommen worden in de fundering ingeklemd en werken in uitkraging, waardoor buigmomenten kunnen opgenomen worden. De balken worden vrij opgelegd op de kolommen en bevestigd met deugelverbindingen. Op deze manier wordt een stabiele portiek gerealiseerd die in staat is om zowel verticale als horizontale krachten op te nemen. Het totale skelet van een gebouw bestaat uit een serie op een bepaalde afstand van elkaar geplaatste portieken. (Figuur 5.1)

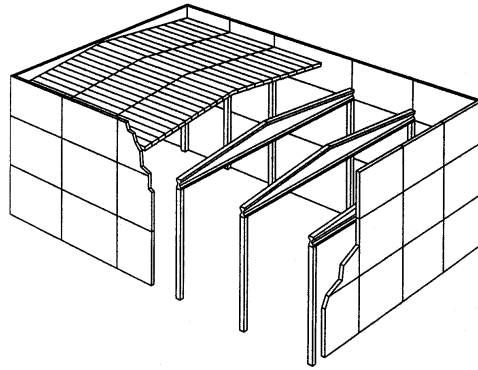


Fig. 5.1 Portiekconstructie met dak- en wandbekleding.  
De normale afstand tussen de portieken ligt tussen 5 en 12 m

De verticale acties worden door de dakelementen overgedragen op de dakbalken en verder op de kolommen. De horizontale acties door wind en andere belastingen op de gevels worden verdeeld over alle portiekkolommen door de schijfwerking van het dak, of door middel van windverbanden. (zie Les 3, deel 3.2.1)

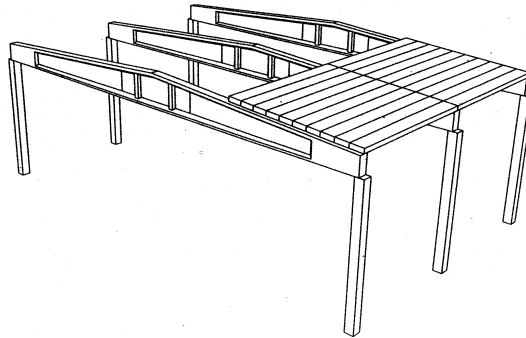


Fig. 5.2 Portiekconstructie met dakelementen in cellenbeton of in voorgespannen holle elementen

De afstand tussen de portieken wordt bepaald door de overspanningsmogelijkheden van de dakelementen en de gevelconstructie - normaal 6 m voor cellenbetonelementen (Figuur 5.2), 6 tot 9 m voor voorgespannen holle platen en 9 tot 12 m voor lichte geribde dakelementen (Figuur 5.3).

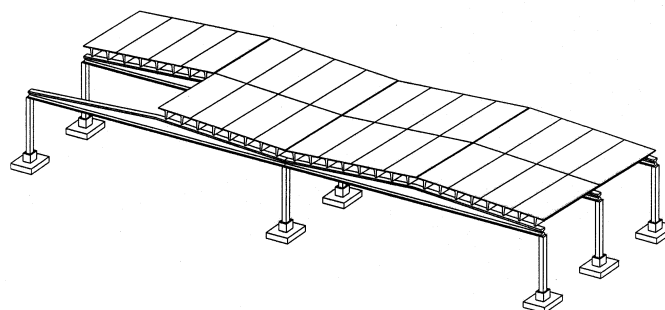


Fig. 5.3 Portiekconstructie met lichte geribde dakelementen

De dakbalken van hallen hebben meestal een I-vormige doorsnede met veranderlijke hoogte waarvan de hellingsgraad ongeveer 5 a 6 % bedraagt. Het dak kan evenwel ook uitgevoerd

worden met rechte balken. In beide gevallen kunnen dezelfde soorten dakelementen gebruikt worden. Bij portieken met rechte balken wordt de dakhelling voor de afvoer van het regenwater verwezenlijkt door de hoogte van de kolomrijen alternerend te wijzigen. Ter plaatse van de gevels kunnen de dakelementen opgelegd worden op balken of op dragende wanden.

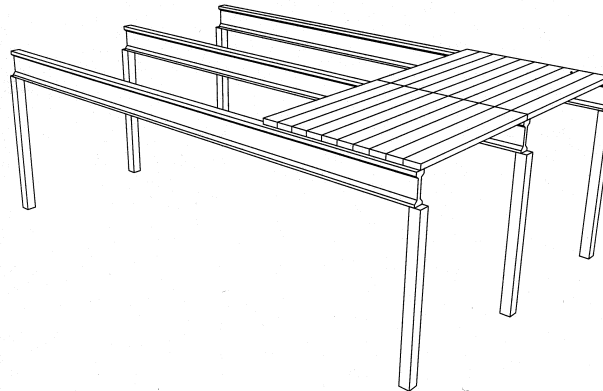


Fig. 5.4 Portiekconstructie met rechte dakbalken

Wanneer de afstand tussen de portieken groter is dan de overspanning van de dakelementen, bijvoorbeeld met staaldak, zijn gordingen vereist (Figuur 5.5). De lengte van de gordingen ligt gewoonlijk tussen 8 en 12 m, uitzonderlijk zelfs tot 16 m.

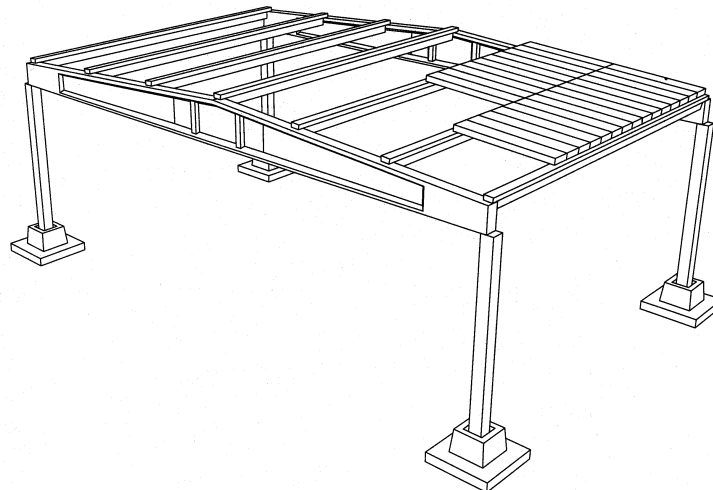


Fig. 5.5 Portiekconstructie met gordingen

Tenslotte kan men nog grotere vrije ruimtes bekomen door gebruik te maken van primaire balken waarop dan de normale dakbalken geplaatst worden (Figuur 5.6). Het wordt aanbevolen om de dakbalken rechtstreeks op de kolomkop te plaatsen en de primaire balken op consoles, zoals aangegeven in Figuur 5.6. Er zijn twee redenen om dit te doen. Vooreerst omwille van de stabiliteit tijdens de montage en in gebruik. In principe moet vermeden worden om meer dan twee geprefabriceerde elementen op elkaar te stapelen. Ten tweede wegens de moeilijkheid om een grote dakligger te plaatsen bovenop de voeg tussen twee primaire balken.

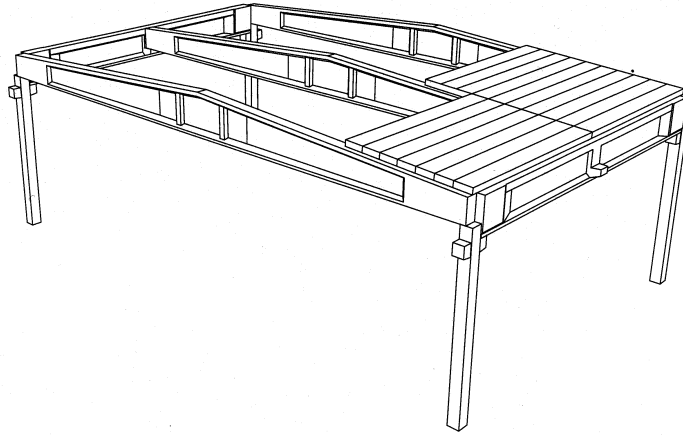
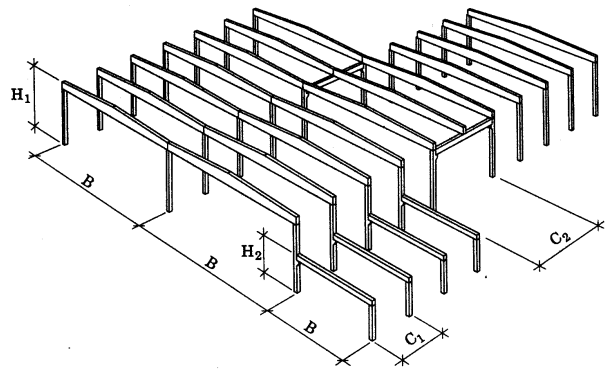


Fig. 5.6 Portiekconstructie met primaire en secundaire dakbalken

Tabel 5.7 geeft aanbevelingen betreffende de mogelijke overspanningslengte van de hierboven beschreven constructies.

	Minimum	Optimum	Maximum
Dakbalk overspanning (B)	12	18 - 32	50
Overspanning gordingen	4	8 - 12	16
Primaire dakbalk overspanning (C)	12	12 - 18	24
Kolomhoogte (H)	4	12	20



Tabel. 5.7 Richtlijnen mogelijke overspanningen

### Alternatieve oplossingen

Als alternatieve oplossing voor portiekconstructies kan men ook zadeldakelementen gebruiken, zoals te zien is op Figuur 5.8. Deze zadeldakelementen zijn in feite een integratie van een balk met hellend bovenvlak en de dakelementen. De overspanning van zadeldakelementen gaat van 9 tot ongeveer 24 m.

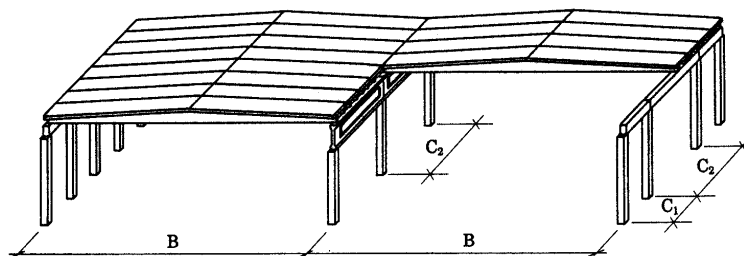


Fig. 5.8 Grote TT-zadeldakelementen gesteund op langse portieken

## Portiekgebouwen met een tussenvloer

Bij portiekgebouwen is het mogelijk om een tussenvloer aan te brengen over een gedeelte van de oppervlakte of over gans de oppervlakte. Dit wordt normaal bekomen door één of meerdere rijen kolommen en vloerbalken te voorzien binnen het gebouw, waarop de vloeren dan rusten. Vermits de vloerbelasting en het eigengewicht veel groter zijn dan bij de daken, zullen de overspannings-mogelijkheden dan ook kleiner zijn. De overspanning A op Figuur 5.9 zal normaal tussen 6 en 18 m liggen, afhankelijk van de nuttige belasting en het gekozen type vloer. Een goede module voor de overspanning B met voorgespannen holle platen of geribde elementen, is 7,20 of 9,60 m. Voor dakbedekkingen in cellenbetonelementen is de maximum waarde van B beperkt tot 6 m.

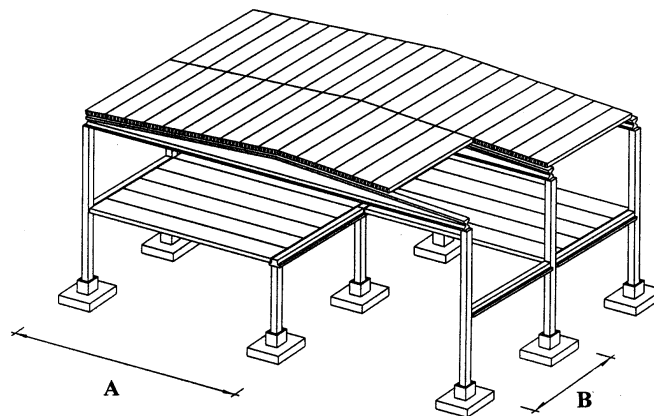


Fig. 5.9 Portiekconstructie met tussenvloer

De horizontale stabiliteit van portiekconstructies wordt normaal bekomen door inklemming van de kolommen in de funderingen (zie 5.6).

### 5.2.2 Skeletconstructies

Meerverdiepingsgebouwen met geprefabriceerde betonnen skeletten worden gemaakt met kolommen en balken van verschillende vormen en afmetingen, met lift- en trappenkokers en vloerelementen. De voegen tussen de vloerelementen worden zodanig ontworpen dat geconcentreerde lasten kunnen verdeeld worden over een groot gedeelte van de vloer. Het systeem wordt veel gebruikt in meerverdiepingsgebouwen.

Het skelet bestaat gewoonlijk uit rechthoekige kolommen die doorlopen over één of meerdere verdiepingen (tot ca 20 m hoogte). De vloerbalken zijn rechthoekig of in L- of omgekeerde -T-vorm. Ze hebben de lengte van één enkele overspanning en worden met de kolommen verbonden door middel van deugelverbindingen, of speciale verborgen consoles. Voor de vloeren wordt meestal gebruik gemaakt van voorgespannen holle elementen.

Voor gebouwen tot 3 à 4 verdiepingen kan de horizontale stabiliteit gerealiseerd worden door kolommen die in de fundering ingeklemd zijn. De kolommen zijn gewoonlijk uit één stuk gemaakt over de volledige hoogte van het gebouw. Voor meerverdiepingsgebouwen met skeletconstructies gebruikt men gesteunde stabiliteitssystemen, onafhankelijk van het aantal verdiepingen. De stabiliteit wordt dan verzekerd door trappenkokers, liftschachten en/of dwarswanden. Centrale kernen kunnen ter plaatse gestort of geprefabriceerd worden.

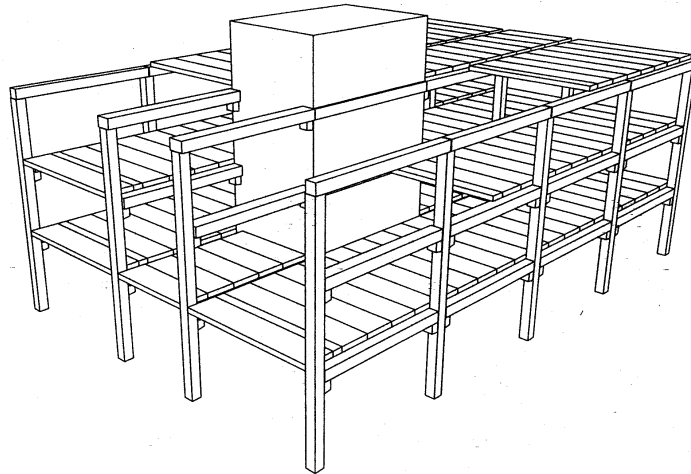


Fig. 5.10 Typische geprefabriceerde skeletconstructie met centrale kern voor de stabiliteit

De volgende tabel geeft een overzicht van de aanbevolen afmetingen voor balken, kolommen en vloeren. Tijdens de laatste jaren is de lengte van holle vloeren constant groter geworden, om te kunnen beantwoorden aan de vraag naar grote open ruimtes, vooral in kantoorgebouwen. Tegenwoordig kan men met een vloerdikte van 400 mm een overspanning realiseren van 17 m voor een nuttige belasting van 5 kN/m<sup>2</sup>. In sommige landen wordt het concept waarbij de vloeren de volledige breedte van het gebouw overspannen reeds regelmatig toegepast.

	<b>Minimum</b>	<b>Optimum</b>	<b>Maximum</b>
Lengte vloerbalken (m)	5	6 – 9,60	14
Overspanning vloeren (m)	6	7 - 14	18 - 20
Kolomlengte (m)	3 - 4	6 - 12	20 - 25

Tabel 5.11 Aanbevolen afmetingen

### 5.3 Schikking van het grondplan en modulatie

De geplande bestemming van een gebouw bepaalt in de meeste gevallen de overspanningslengte en de richting van de balken. Hieruit volgen logischerwijze de keuzes van de balktypes alsmede van de vloer- en de dakelementen.

In industriële gebouwen lopen de dakbalken gewoonlijk in de richting van de kleinste afmeting van een rechthoekig grondplan. De vloerelementen overspannen in dezelfde richting. De motivatie ligt in de grotere repetitie van de elementen, de mogelijkheid om de randbalken van de vloeren te gebruiken als steun voor de gevelbekleding, het gemakkelijker montageschema, enz.

Wanneer het grondplan een vierkante vorm heeft zal de schikking van de balkoverspanning bepaald worden door de bestemming van het gebouw.

Bij kantoorgebouwen en hoogbouw zullen de vloeren dikwijls loodrecht geplaatst worden op de grootste gevel.

Modulatie is een belangrijke economische factor bij het ontwerpen en uitvoeren van prefabgebouwen, zowel voor de constructie zelf als voor de afwerking. De keuze van een gemoduleerd grondplan moet in geen geval worden aanzien als een beperking van de vrijheid van ontwerp, maar eerder als een middel om te komen tot een systematisch en economisch werk en een vereenvoudiging van de verbindingen en detailleringen.

Er bestaan een aantal vuistregels betreffende de schikking van het grondplan die toelaten om de constructie te vereenvoudigen. De breedte van prefabvloeren is dikwijls gemoduleerd op 1200 en 2400 mm. Bij het ontwerpen van een gebouw is het aangewezen om de afmetingen te moduleren in functie van de breedte van deze elementen. In een eenvoudige constructie zouden de vloeren bij voorkeur allemaal in dezelfde richting moeten lopen. Hierdoor wordt het grondplan eenvoudiger en bij voorgespannen elementen zullen er minder problemen optreden in verband met opbuigingsverschillen in hetzelfde stramien.

De Figuur 5.12 toont een voorbeeld van een goede modulatie van een geprefabriceerde skeletconstructie. Het gebouw heeft twee parkeerverdiepingen in de ondergrond, een winkelcentrum op het gelijkvloers en studentenflats op de bovenste verdiepingen. De assen van de rasters zijn gemoduleerd op 6,00 x 9,60 m. Voor de vloeren van de parkeergarage en de flats worden voorgespannen holle vloerelementen van 1,20 m breedte genomen en voor deze van het winkelcentrum TT-platen van 2,40 m breedte. De kolommen zijn onderaan 3 verdiepingen hoog. In de winkelruimte is het aantal kolommen gehalveerd. In de flats werd gekozen voor verdiepingshoge kolommen omdat hierdoor consoles konden vermeden worden voor de oplegging van de vloerbalken. Deze zijn immers hinderlijk voor het uitzicht. Meer informatie kan gevonden worden in de FEBE publicatie “Bouwen met prefab beton” [2].

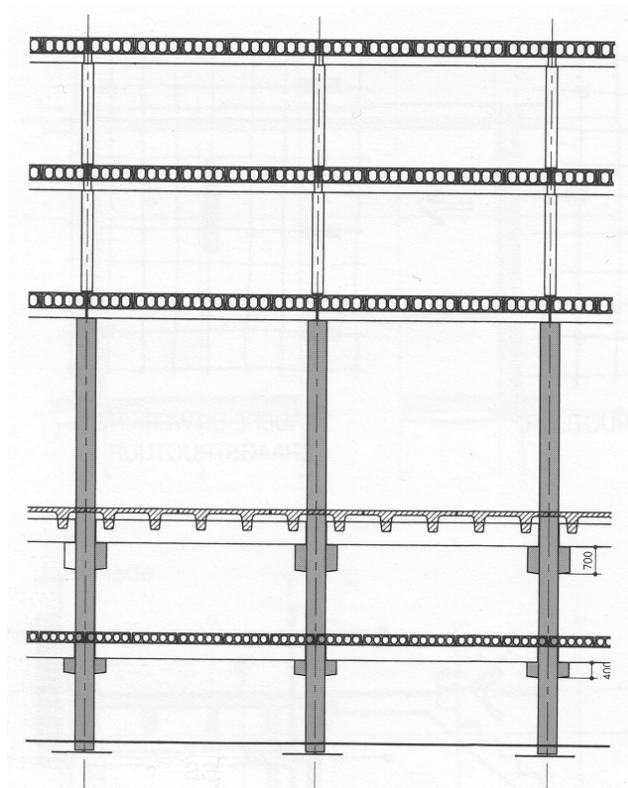


Fig. 5.12 Voorbeeld van modulatie voor een skeletconstructie

## 5.4 Stabiliteit

In Les 3 worden de verschillende systemen besproken om geprefabriceerde portiek- en skeletconstructies te stabiliseren:

- uitkraging van kolommen die in de fundering ingeklemd zijn;
- verstijving door middel van dwarswanden, kernen of vaste knopen tussen kolommen en balken.

Inklemming van kolommen in de funderingen is een gemakkelijke oplossing om gebouwen te verstijven, maar de maximum hoogte van de constructie zonder bijkomende verstijvingen, is beperkt tot ongeveer 10 m, omwille van de architecturale beperkingen op de afmetingen van de kolommen en de toelaatbare vervormingen.

Constructies die uitsluitend gebaseerd zijn op raamwerking tussen kolommen en balken, worden normaal niet toegepast in de prefabricatie omwille van de concentratie van krachten in de verbindingen en de uitvoeringsmoeilijkheden op de bouwplaats. Er bestaan momenteel echter speciale systemen om buigvaste verbindingen te maken tussen kolommen en balken. Deze worden wegens de complicatie meestal alleen gebruikt als aanvullende stabiliteit van heel slanke ingeklemde kolommen.

Geschoorde systemen zijn de meest effectieve oplossing voor skeletconstructies met meerdere verdiepingen, omdat de lift- en trappenkokers toch reeds aanwezig zijn om functionele redenen, zodat bijkomende kosten om ze ook als stabiliteitselementen te gebruiken verwaarloosbaar zijn. Doordat alle horizontale acties geconcentreerd worden op enkele gekozen verstijvingscomponenten kan men slankere kolommen en eenvoudigere verbindingen gebruiken voor het skelet zelf. Bovendien zijn de kolommen geschoord op elke verdieping waardoor hun slankheid eveneens minder kritisch wordt.

Een skeletconstructie moet als een geheel bekeken worden in haar drie-dimensionele vorm. Normaal wordt een prefabgebouw ontworpen in functie van twee loodrecht op elkaar liggende assen. De constructie en de werking ervan kan echter verschillend van opvatting zijn in de twee richtingen. Het systeem kan ook veranderen in de hoogterichting van het gebouw, bijvoorbeeld met dwarswanden voor de onderste verdiepingen en balk-kolomsystemen voor de hogere verdiepingen.

## 5.5 Elementen

### 5.5.1 Algemeen

Geprefabriceerde portiek- en skeletconstructies worden gewoonlijk gebouwd met gestandaardiseerde elementen. Ze worden door de prefabrikant ontworpen in verschillende vormen en afmetingen, bijvoorbeeld rechthoekige balken, I-vormige balken, dubbel-T vloerelementen, enz. Elke producent beschikt over een catalogus met de afmetingen en prestaties. Bij het maken van een ontwerp, zal de ontwerper de meest geschikte elementen kiezen voor zijn project. In hetgeen volgt wordt algemene informatie gegeven over de bestaande producten.



### 5.5.2 Kolommen

Prefabkolommen worden geproduceerd in een grote variëteit van doorsneden, vormen en lengtes. De betonoppervlakte is glad en de hoeken worden normaal voorzien van een vellingkant. Kolommen vereisen in het algemeen een minimale doorsnede van 300 mm zijde, niet enkel wegens de nodige stijfheid bij manipulatie, maar ook om de kolom-balk verbindingen mogelijk te maken. Met een afmeting van 400 mm bekomt men normaal een brandweerstand van 2 uur (zie ook Les 10), waardoor ze geschikt zijn voor een groot aantal soorten gebouwen.

Tabel 5.13 geeft een voorbeeld van gestandaardiseerde nominale kolomafmetingen voor rechthoekige en ronde kolommen, waarbij de voorkeurafmelingen gearceerd zijn weergegeven.

b / h (mm)	300	400	500	600	800
300					
400					
500					
600					
Ronde kolommen					

Tabel 5.13 Voorbeeld van gestandaardiseerde kolomafmetingen

Kolommen kunnen in één stuk vervaardigd en gemonteerd worden tot een maximum lengte van 20 tot 24 m, zonder enige tussenverbinding. In de praktijk wordt echter ook wel gewerkt met kolommen van één verdieping.

Kolommen kunnen dezelfde doorsnede hebben over de volledige hoogte van een gebouw, ofwel om architecturale vereisten of nog andere redenen overgaan in een kleinere doorsnede vanaf een bepaalde tussenverdieping. Redelijke veranderingen in afmetingen en vorm van de kolomdoorsnede kunnen geproduceerd worden hetzij in één enkel prefabelement, hetzij door afzonderlijk met elkaar verbonden elementen.

Ter plaatse van de vloeren worden de kolommen voorzien van ingestorte verbindingen of consoles voor de oplegging van de balken. De juiste plaats van de in te storten details of consoles kan variëren om de verbinding te kunnen realiseren op verschillende niveaus op elke kolomzijde. Het is echter wenselijk en economischer om deze veranderingen tot een minimum te beperken.

### 5.5.3 Balken

Er bestaat een grote variëteit op gebied van doorsneden en afmetingen van balken in de verschillende product-catalogussen van de prefabrikanten. Hierna worden de meest voorkomende types balken voor portiek- en skeletconstructies gegeven.

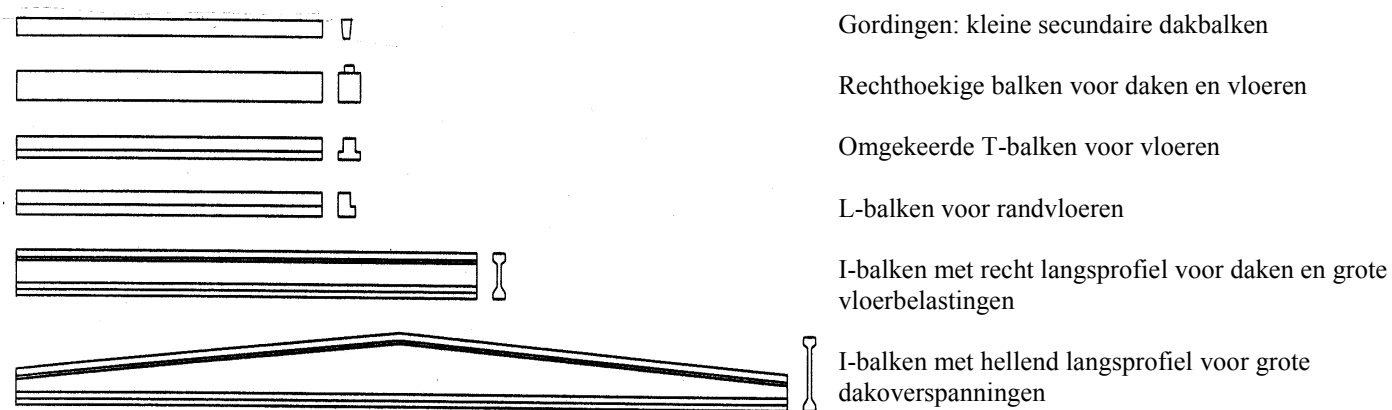


Fig. 5.14 Overzicht van types van geprefabriceerde balken

### Dakbalken

Balken met veranderlijke hoogte worden gewoonlijk gebruikt voor industriële gebouwen waar grote overspanningen vereist worden. De I-vormige doorsnede is typisch voor voorgespannen balken. De helling varieert van 5% tot 6,5%. Gebruikelijke afmetingen worden in Tabel 5.15 gegeven.

Breedte (mm)	Hoogte (mm)	Lijfdikte (mm)	Overspanning (m)
250 - 300	800 - 1400	80-120	10 - 25
300 - 400	1200 - 2000	80 - 120	15 - 30
300 - 500	1300 - 2500	80 - 120	25 - 40

Tabel 5.15 Gebruikelijke afmetingen voor dakbalken met hellend bovenvlak

Andere balkdoorsneden voor dakconstructies zijn rechte I-balken en "shed"-balken. Rechte I-balken worden zowel voor daken als voor vloeren gebruikt. Normale toepassingen zijn voor grote overspanningen en vloeren met een grote belasting. De overspanning kan variëren van 10 tot 35 m.

Balken met rechthoekige doorsnede komen ook veel voor. De normale balkbreedte varieert van 300 tot 600 mm en de balkhoogte van 400 tot 800 mm. Normale overspanningen gaan van 4 tot 14 m. Rechthoekige balken worden dikwijls voorzien van uitgesneden opleggingen waarin de rechthoekige console voor de balkoplegging past. Normaal wordt dit soort balk niet gebruikt voor composietwerking met de vloer. Shedbalken worden veel gebruikt in Italië, waar trouwens een ganse reeks gestandaardiseerde doorsneden op de markt aanwezig zijn. De overspanningen variëren van 15 tot 28 m.

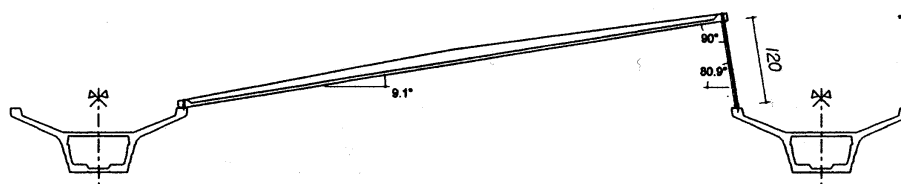


Fig 5.16 Voorbeeld van een shed-dakconstructie

## Secundaire dakbalken

Er bestaan heel wat types gordingen die veelvuldig gebruikt worden als secundaire dakbalken. De doorsnede kan rechthoekig, I-vormig of trapezoïdaal zijn. De overspanning gaat van 6 tot 12 m, uitzonderlijk zelfs tot 16 m en de hoogte varieert van 250 tot 600 mm.

## Vloerbalken

Het meest voorkomend type vloerbalk in prefabconstructies is de hielbalk met L-vormige of omgekeerde T-vormige doorsnede. De balken zijn meestal voorgespannen maar soms ook in gewapend beton. Het grote voordeel van dergelijke balken ligt in de beperkte dikte van de vloerconstructie.

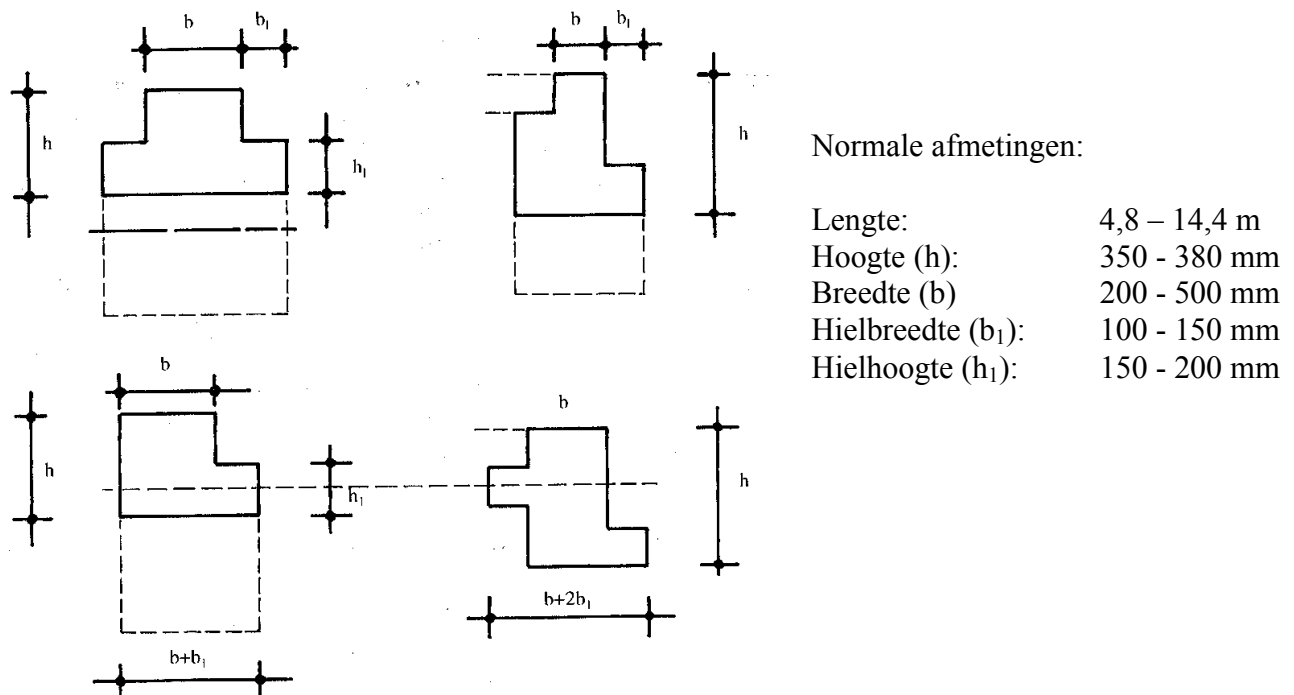


Fig. 5.17 Typische doorsnedes en afmetingen van hielbalken voor vloeren

Veranderingen in vloerdikte tussen twee aanpalende verschillende overspanningen kunnen opgevangen worden door de hoogte van de hiel aan één zijde van een omgekeerde T-balk te verhogen of ook nog door bijvoorbeeld twee L-balken tegen elkaar te plaatsen. Deze laatste oplossing wordt veel gebruikt in parkeergarages met gesplitste vloeren. In dit geval moet evenwel voldoende aandacht geschonken worden aan de kettingen doorheen de constructie en moet een kleine ruimte tussen de beide balken gelaten worden om maatafwijkingen te kunnen opnemen.

Vloerbalken met hielen kunnen ofwel bovenaan dezelfde breedte hebben als de kolom, waarbij de hielen dan uitspringen ten opzichte van de kolom (Figuur 5.18 a), ofwel kan de onderzijde even breed zijn als de kolom, waarbij de hielen dan binnen de kolomzijde vallen (Figuur 5.18 b). In het eerste geval passeert de vloer voor de kolom, terwijl in het tweede geval de vloer moet uitgesneden worden ter plaatse van elke kolom. Wanneer de kolom niet breder is dan 400 mm, moet geen bijkomende console voorzien worden in de kolom voor de oplegging van de vloer ter plaatse van de kolom. De oplossing van Figuur 5.18 a wordt ten zeerste aanbevolen, niet alleen omwille van het feit dat men geen uitsnijdingen moet voorzien in de vloerelementen, maar ook

omdat op deze manier de modulatie van de vloer onafhankelijk wordt van de modulatie van de oplegconstructie.

Als variante oplossing voor vloerbalken met hielen kan men ook rechthoekige balken gebruiken waarvan de breedte groter is dan de kolommen en de hoogte relatief klein. De oplossing is vooral geschikt voor vloeren met grote belastingen waarbij de totale constructiehoogte zo klein mogelijk moet gehouden worden (zie Les 4). Deze balken worden normaal ontworpen en gedetailleerd als composietconstructie samen met het ter plaatse gestorte beton voor de verbinding met de vloer.

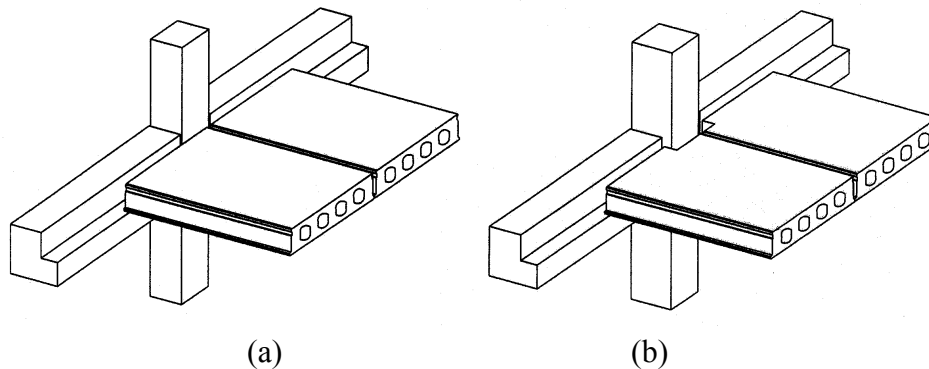


Fig. 5.18 Alternatieve oplossingen voor vloerbalken

## 5.6 Voorbeelden van typische verbindingen

In dit hoofdstuk worden voorbeelden gegeven van typische verbindingen in geprefabriceerde portiek- en skeletconstructies. Het is niet de bedoeling om een compleet overzicht te geven van alle bestaande oplossingen, maar wel om de ontwerper vertrouwd te maken met de meest gebruikelijke verbindingstypes. Voor meer algemene en theoretische beschouwingen wordt naar Les 4 verwezen. De principes die in de meerderheid van de oplossingen toegepast worden zijn geldig zowel voor laagbouw als voor gebouwen met meerdere verdiepingen. In het volledige gebouw moeten zij aangevuld worden met andere verbindingen met betrekking tot vloeren, wanden en gevels, die in andere lessen van deze cursus behandeld worden.

Putfunderingen worden gebruikt wanneer vaste grond voorhanden is op het niveau van de fundering. De put moet voldoende groot zijn om een goede betonvulling onder en rond de kolom mogelijk te maken. Wanneer de binnenvlakken van de putmantel glad zijn, neemt men aan dat de verticale belasting van de kolom volledig gedragen wordt door de zool onder de kolom. Wanneer de binnenvlakken vertand zijn wordt een gedeelte van de verticale belasting ook door de wanden van de putfundering overgedragen op de grond. Putfunderingen kunnen ofwel volledig ter plaatse gestort worden ofwel volledig of gedeeltelijk geprefabriceerd worden.

Wachtstaven worden gewoonlijk gebruikt met een ter plaatse gestorte funderingsplaat of met paalfunderingen. De buigvaste verbinding geschiedt door middel van wachtstaven uit de kolom of uit de funderingen. Ze passen in gaines in de kolom, respectievelijk in de fundering en overlappen met de hoofdwapening nadat de gaines met mortel gevuld zijn en deze verhard is. De diameter van de gaines moet een heel stuk groter zijn dan deze van de grootste wachtstaven om plaatsingstoleranties te kunnen opnemen.

Geschroefde verbindingen worden eveneens gebruikt met funderingsplaten of paalfunderingen. De hoofdwapeningen van de kolom overlappen met staven die gelast zijn aan stalen hoekprofielen in de voet van de kolom. De buigvaste verbinding met de fundering gebeurt met verankerde bouten in de fundering. De gaten in de hoekprofielen voor de bevestiging van de bouten moeten steeds overgedimensioneerd worden om maatafwijkingen te kunnen opnemen.

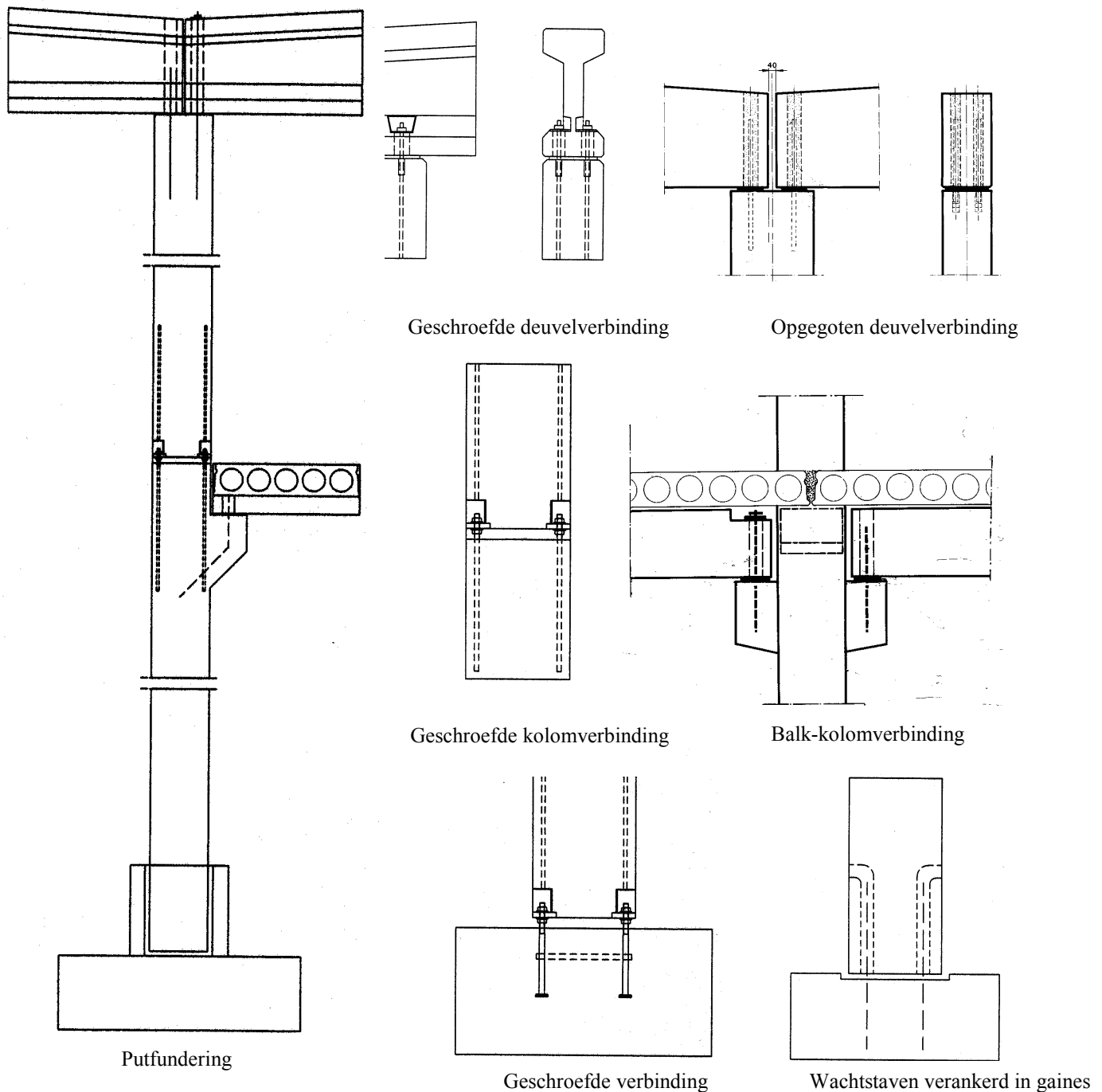


Fig. 5.19 Voorbeelden van typische verbindingen in portiek- en skeletconstructies

Deugelverbindingen worden veel gebruikt in balk-kolomverbindingen. Het is een eenvoudige oplossing voor isostatische verbindingen. Om een zekere relatieve verplaatsing in de verbinding toe te laten kan men de in de balken voorziene openingen voor de deugels open laten of opvullen

met een semi-plastisch materiaal, bijvoorbeeld bitumen. Er moet altijd een laag neopreen of gelijksoortig oplegmateriaal onder de balkoplegging geplaatst worden.

Bij randvakken kan de dakbalk ofwel op de volledige kop van de kolom rusten ofwel over slechts de helft, zoals bij een middenvak van de constructie. Het laatste geval wordt gekozen wanneer men uitbreidingen in de toekomst mogelijk wil maken zonder de randkolom te moeten ontubbelen.

Er bestaat een tendens om verborgen consoles te gebruiken voor balk-kolomverbindingen in gebouwen waar zichtbare consoles hinderlijk kunnen zijn. Het voordeel van de verborgen console is dat de intersectie tussen de balk en de kolom zuiver is, zonder onderliggende console. De verbinding is eveneens aantrekkelijk op esthetisch gebied. Er bestaan verschillende oplossingen voor verborgen consoles (zie Les 9 - Constructiedetails).

Uitzettingsvoegen kunnen op twee manieren gerealiseerd worden:

- ofwel door de kolommen en de balken ter plaatse van de uitzettingsvoeg te ontubbelen;
- ofwel door voldoende vervorming mogelijk te maken met het oplegmateriaal en de sparing in de balk voor de deugelverbinding op te vullen met een semi-plastisch materiaal, om kortstondige belastingen zoals wind te kunnen overdragen, maar anderzijds vervormingen te wijten aan temperatuursveranderingen, krimp en kruip te kunnen opvangen.

Vloerbalken worden gewoonlijk met de kolom of consoles verbonden door middel van deugelbouten en ankerplaten. Deze laatste oplossing laat bovendien toe om torsie op te nemen, bijvoorbeeld bij randbalken van vloeren. Men kan de torsiebelasting ook opvangen door middel van speciale gelaste verbindingen (zie Les 4).

## Referenties

- [1] Elliott, K.S. (1996) Multi-storey precast concrete framed structures. 600 p. Blackwell Science Ltd, London. ISBN 0-632-03415-7.

Het boek is een uitstekend referentiedocument. Het behandelt het ontwerp, de detaillering en de constructie van geprefabriceerde skeletconstructies. Het bevat ook talloze berekeningsvoorbeelden.

- [2] Bouwen met prefab beton: Ontwerpgids. (2003) FEBE – FEBELCEM. ISBN 90-807148-X