

Les 3 - Horizontale stabiliteit

3.1 Inleiding

In Les 2 werd gewezen op de noodzaak om prefabconstructies te ontwerpen volgens een eigen filosofie. Het verschil met ter plaatse gestorte constructies ligt voornamelijk in de manier waarop de horizontale stabiliteit gerealiseerd wordt en in de verbindingen.

Ter plaatse gestorte constructies gedragen zich als een 3-dimensioneel raamwerk. De overdracht van krachten, momenten, vervormingen, enz. wordt bekomen door de verbindingen zodanig te ontwerpen dat ze dezelfde stijfheid hebben als de aansluitende componenten.

In prefabricage wordt het systeem van een 3-dimensioneel raamwerk echter zelden toegepast omwille van de moeilijkheid om buigvaste verbindingen te maken tussen lineaire elementen. De stabiliteit van prefabconstructies wordt bekomen door systemen die gemakkelijk kunnen uitgevoerd worden op de bouwplaats: inklemming van kolommen in de funderingen, stijfheid van dwarswanden in hun vlak, schijfwerking van vloeren en daken, windverbanden en combinaties van de hiervoor vermelde systemen. De schikking van het stabiliteitssysteem verschilt naargelang het type gebouw en het werkelijke constructiesysteem. De volgende concepten worden voornamelijk gebruikt:

- Niet geschoorde constructies waarbij de stabiliteit bekomen wordt door de kolommen van een skeletconstructie in de funderingen in te klemmen, al dan niet in combinatie met windverbanden en soms met vaste knopen tussen balken en kolommen.
- Geschoorde constructies waarbij de weerstand tegen horizontale acties bekomen wordt door dwarswanden, liftkokers en centrale kernen. De andere elementen van de prefabconstructie worden horizontaal gesteund door deze stijve componenten. Alle horizontale krachten die op gelijk welke plaats en hoogte op een gebouw aangrijpen, worden via de vloeren naar de stabiliteitscomponenten overgedragen en verder naar de funderingen.

De overdracht van deze horizontale belastingen van de gevels naar de stabiliteits-componenten gebeurt door de schijfwerking van vloeren en daken. Men noemt dit ook nog "diafragmawerking". Diafragma's zijn essentieel in het stabiliteitsconcept van prefabgebouwen. Door de diafragmawerking worden de horizontale belastingen ook nog verdeeld over de verschillende verstijvingscomponenten.

Wanneer een stabiliteitscomponent zoals een samengestelde wand, een kern of een vloer opgebouwd is uit verschillende prefabelementen, moet de interactie tussen deze verzekerd worden door aangepaste onderlinge verbindingen. Het ontwerp hiervan wordt in detail uitgewerkt in de volgende hoofdstukken.

3.2 Niet geschoorde prefabconstructies

3.2.1. Uitkraging van kolommen

Een kolom die in de fundering ingeklemd is werkt in uitkraging wanneer ze aan horizontale belastingen onderworpen wordt. De inklemming van kolommen wordt gebruikt voor lage prefabconstructies. Het uitkragingsprincipe geldt eveneens voor verticale kokers en samengestelde wandconstructies.

Geprefabriceerde kolommen en wanden kunnen in de fundering bevestigd worden met buigstijve verbindingen. Dit is gemakkelijk uit te voeren in draagvaste grond of met paalfunderingen. Er zijn 3 basisoplossingen om buigstijve verbindingen te maken tussen prefabkolommen en funderingen (Figuur 3.1):

- Putfunderingen, waarbij de kolom in een betonnen funderingsput wordt vastgezet met fijn ter plaatse gestort beton;
- Stekverbindingen, waarbij wachtstaven met gietmortel verankerd worden in de fundering of in de kolommen;
- Geschroefde verbindingen waarbij bouten uit de fundering vastgezet worden in stalen hoekijzers die in de kolom ingestort werden. Ze worden achteraf beschermd met ter plaatse gestort beton.

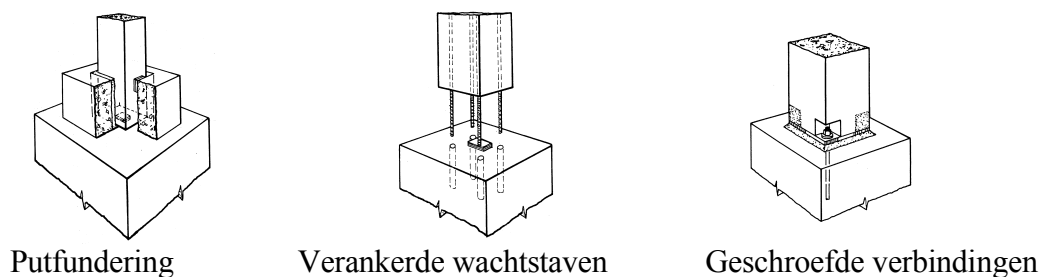


Fig. 3.1 Momentvaste verbindingen tussen prefabkolommen en funderingen

De inklemming van kolommen in de fundering kan gebruikt worden om lage gebouwen (tot 3 à 4 verdiepingen) met balk-kolom systemen te verstijven. De kolommen zijn meestal doorlopend over de volledige hoogte van het gebouw. Horizontale krachten evenwijdig met de balken worden verdeeld over de balken zelf, waardoor kolommen in hetzelfde raamwerk samenwerken op buiging (H_1 in Figuur 3.2). Horizontale krachten in de dwarsrichting (H_2 in Figuur 3.2) worden in de eerste plaats opgenomen door de gevelkolommen. Om economische redenen is het aanbevolen om ook de inwendige kolommen te laten meewerken. Dit kan op twee manieren gebeuren, ofwel door de schijfwerking van het dak of van tussenvloeren, of met behulp van diagonale verstijvingen (windverbanden).

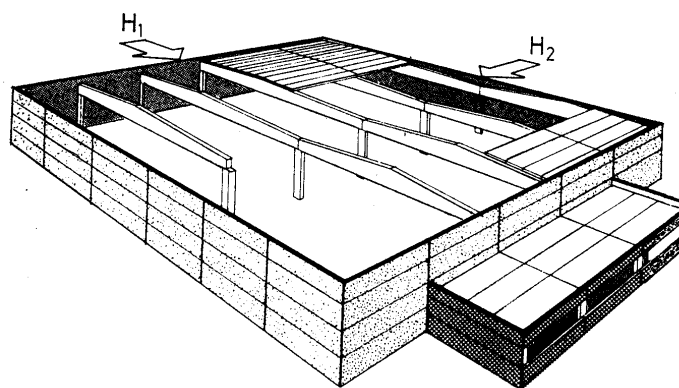


Fig. 3.2 De interactie tussen kolommen voor de horizontale stabiliteit kan bekomen worden door de schijfwerking van het dak

De schijfwerking van een dakconstructie wordt gemakkelijk gerealiseerd met betonnen dakelementen (gewoon beton, licht beton of cellenbeton). De verbindingen tussen de elementen

moeten in staat zijn om alle horizontale krachten op te nemen die op het vlak inwerken (Figuur 3.3). Op deze manier wordt de totale horizontale kracht die op het gebouw aangrijpt over alle kolommen verdeeld volgens hun respectievelijke stijfheden.

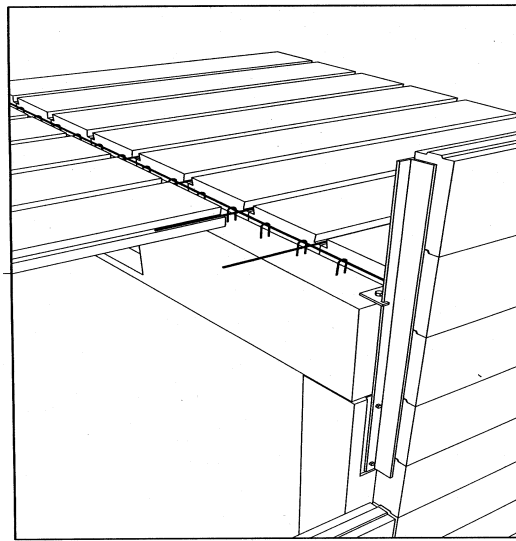


Fig. 3.3 Voorbeeld van een stijve dakschijf met betonplaten of elementen in cellenbeton. De kettingwapeningen in de langse en dwarse voegen moeten verbonden worden met de wachtstaven uit de dakbalken.

Voor lichte dakelementen (bijvoorbeeld staaldak of golfplaten) kan de diafragmawerking niet door de dakconstructie zelf bereikt worden en moeten de horizontale belastingen op de gevels verdeeld worden over de gevelkolommen en binnenkolommen door diagonale verstijvingen of windverbanden tussen de balken van de randtravees, met behulp van stalen staven of hoekijzers (Fig. 3.4).

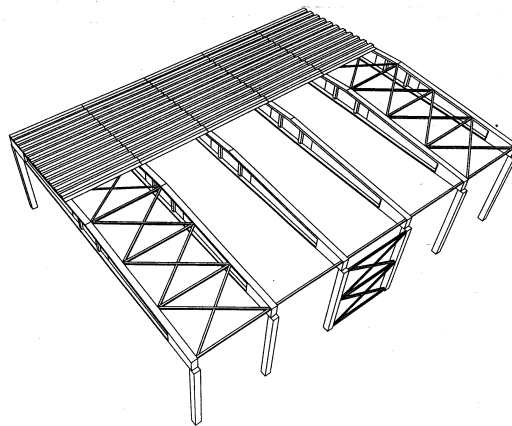


Fig. 3.4 Stalen windverbanden in daken en/of gevelconstructies

De balk-kolom verbinding bestaat meestal uit een deugelverbinding die als scharnier werkt. Figuur 3.5 toont op schematische wijze de vervormde toestand van een 3-verdiepingshoge doorlopende kolomconstructie met deugelverbindingen tussen kolommen en balken. In werkelijkheid zijn deze deugelverbindingen niet volmaakt scharnierend maar slechts gedeeltelijk omwille van de beperkte rotatiecapaciteit in de uiterste grenstoestand. Het werkelijk gedrag in de post-elastische fase is echter tot op heden onvoldoende gekend om hiervoor verantwoorde ontwerpmethodes te kunnen opstellen.

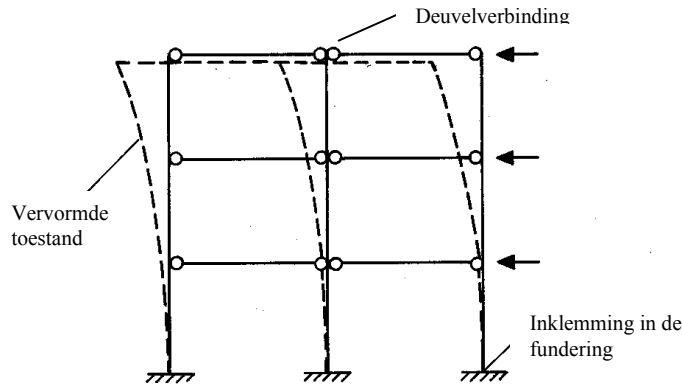


Fig. 3.5 Vervormingen van een niet geschoorde constructie

3.2.2 Raamwerking

Wanneer de inklemmingen van de kolommen in de funderingen niet de nodige stijfheid aan de constructie geven, bijvoorbeeld bij zeer slanke portiek- of skeletconstructies, of bij uitzonderlijk grote horizontale acties zoals bij aardbevingen, kan een aanvullende horizontale stijfheid verkregen worden door momentvaste verbindingen tussen balken en kolommen aan te brengen. Normaal wordt het systeem enkel gebruikt in een 2-dimensionale richting. Deze vaste verbindingen hoeven niet systematisch voorzien te worden voor elke balk-kolomverbinding, maar kunnen op sommige goed gekozen plaatsen toegepast worden. Hoewel raamwerking op zichzelf voor de volledige stabiliteit van een skeletconstructie kan zorgen, wordt dit systeem zelden of nooit alleen gebruikt in de prefabricatie, maar altijd in combinatie met ingeklemde kolommen of geschoorde constructies.

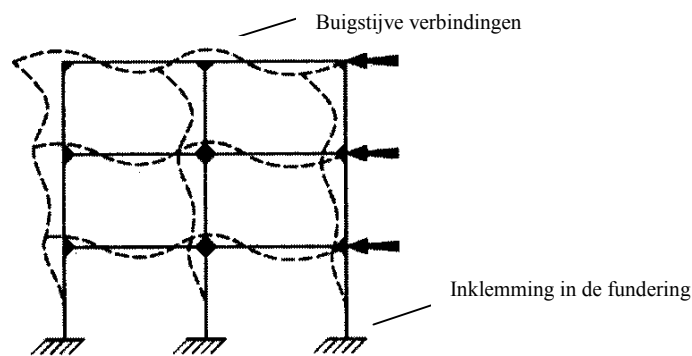


Fig. 3.6 Vervormingen bij een volledig stijve raamwerkconstructie

Een andere oplossing om de horizontale stijfheid van de constructie te vergroten bestaat erin om windverbanden aan te brengen tussen de gevelkolommen van een of meerdere stramien (Figuur 3.4).

3.3 Geschoorde prefabconstructies

3.3.1 Principe

De mogelijke horizontale uitwijking van skeletgebouwen met meer dan 3 tot 4 verdiepingen kan zo groot zijn dat bijkomende verstijvingen noodzakelijk worden. Hiervoor worden dwarswanden,

kernen of andere verstijvingsconstructies gebruikt. De meest voorkomende oplossing bestaat erin de volledige horizontale stabiliteit op te nemen met liftschachten, trappenkokers of dwarswanden en de rest van de constructie hiermee te verbinden via de schijfwerking van de vloeren. De constructie wordt nu geïnclassificeerd als geschoord (Figuur 3.7). De buigmomenten in de kolommen te wijten aan de zijdelingse uitwijkingen zijn verwaarloosbaar en de kolommen kunnen enkel vervormen tussen de vloeren.

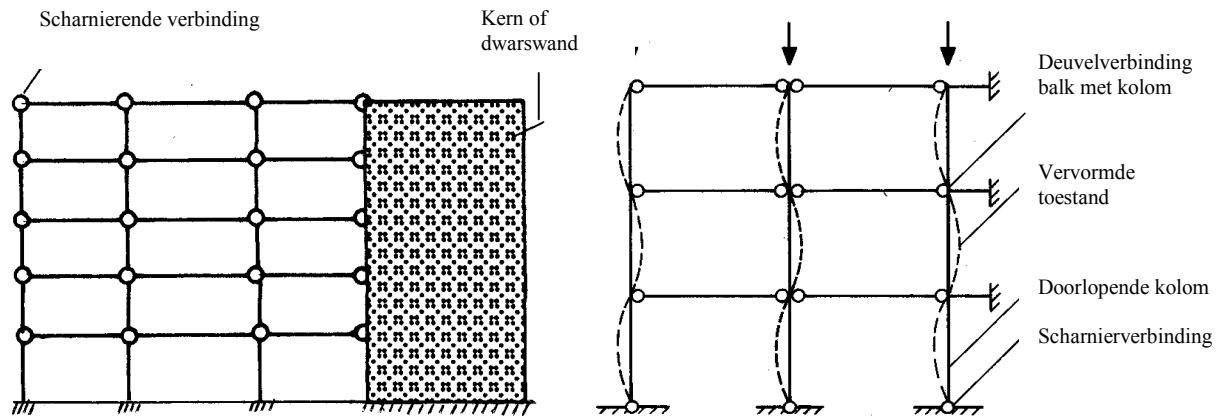


Fig. 3.7 Voorbeeld van een geschoorde skeletconstructie en vervormingsschema

Geschoorde constructiesystemen bieden de meest doeltreffende oplossing voor skeletconstructies met meerdere verdiepingen. De trapkokers en liftschachten zijn toch reeds aanwezig voor functionele redenen, zodat bijkomende kosten om deze te gebruiken als stabiliserende elementen verwaarloosbaar zijn. De concentratie van alle horizontale acties in een aantal geselecteerde onderdelen maakt het bovendien mogelijk kleinere kolommen en eenvoudiger verbindingen te gebruiken. Het ontwerp en de uitvoering van verbindingsdetails en funderingen worden veel eenvoudiger.

3.3.2 Dwarswandwerking

Betonnen wanden zijn zeer stijf in hun vlak. Ze worden daarom algemeen gebruikt voor het stabiliseren van constructies tegen horizontale acties zowel in prefabricatie als in ter plaatse gestorte gebouwen. De verdiepingshoge dwarswanden worden zodanig met elkaar verbonden dat de totale wand als een geheel gaat werken.

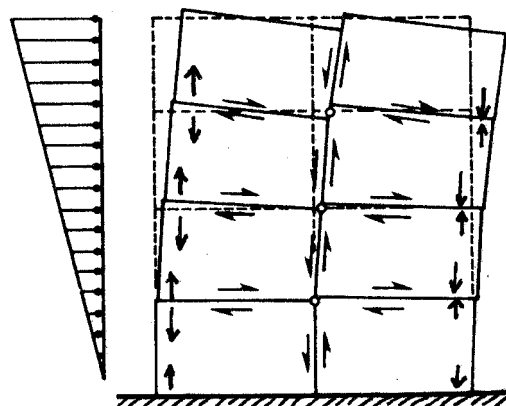


Fig. 3.8 Werking van een samengestelde prefabwand

De verbindingen en kettingsystemen tussen de onderlinge wandelementen moeten in staat zijn om de optredende schuif-, trek- en drukkrachten over te dragen. Wanneer er niet genoeg verticale belasting op de elementen aangrijpt, kan een trekwapening gebruikt worden om de elementen in de funderingen te verankeren en om voor de onderlinge continuïteit tussen de verdiepingen te zorgen.

Dwarswanden worden ook dikwijls gebruikt als aanvulling van stijve kernen, bijvoorbeeld aan de beide uiteinden van lange smalle gebouwen met een centraal gelegen kern, of wanneer de kernen zich in een excentrische positie bevinden (Figuur 3.9).

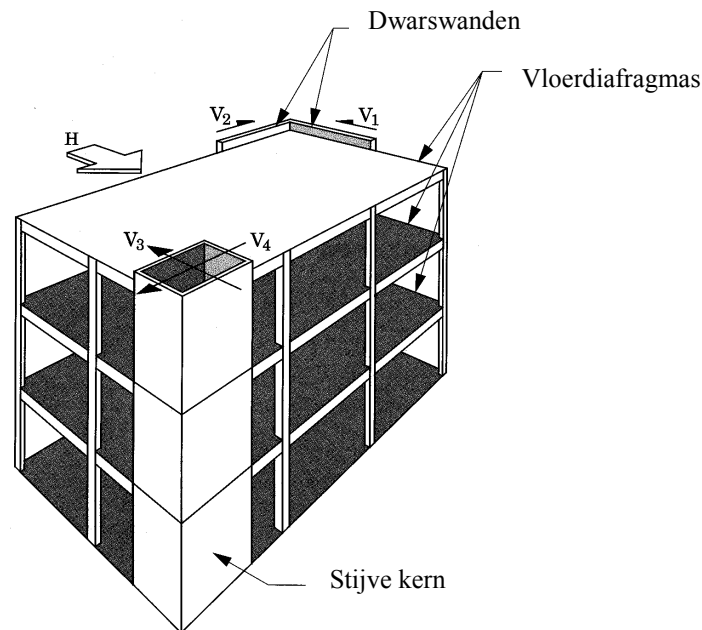


Fig. 3.9 Dwarswanden zijn hier nodig om de torsie op te nemen die ontstaat door de excentrische plaats van de kern.

Wanneer de wanden tamelijke grote openingen hebben, bijvoorbeeld voor deuren, moet nagegaan worden of het resterende deel van de wand boven de opening wel voldoende stijf is om te kunnen bijdragen tot de stabiliteit. Indien dit niet het geval is kunnen enkel de delen van de wand buiten de openingen in rekening gebracht worden.

De verdeling van horizontale belastingen tussen dwarswanden en/of kernen onderling hangt af van een aantal factoren zoals:

- stijfheid van de stabiliserende componenten;
- overeenstemmende vervormingen van de stabiliserende componenten in hun vlak. Dit is hoofdzakelijk een doorbuiging bij uitkragende wanden, een schuifvervorming bij invulwanden en een vakwerkvervorming bij windverbanden;
- de plaats van de stabiliteitscomponenten. De ideale oplossing bestaat erin de stabiliserende componenten zodanig in het grondplan te plaatsen, dat er geen torsie-effecten ontstaan dooreen excentrische positie ten opzichte van de aangrijpende krachten;

- uitzettingsvoegen in de vloerdiagramma's. Deze worden normaal geplaatst op een tussenafstand van ongeveer 80 m wanneer de constructie een rechthoekig grondplan heeft, of op ongeveer 60 m wanneer het grondplan niet rechthoekig is, afhankelijk van de klimaatsomstandigheden, type constructie, type fundering, enz.

Tenslotte moet bij het inplanten van de stabiliteitselementen voldoende rekening gehouden worden met mogelijke dimensionele vervormingen. Men moet er voor zorgen dat deze vervormingen kunnen plaatsvinden zonder aanleiding te geven tot ernstige scheuren.

3.3.3 Centrale kernen en liftkokers

De horizontale stabiliteit van meerverdiepingsgebouwen wordt meestal verwezenlijkt door centrale kernen alleen of in combinatie met dwarswanden. De kernen worden gewoonlijk gemaakt met afzonderlijke wandelementen (Figuur 3.10), die met elkaar verbonden worden door verticale voegen die schuifkrachten kunnen opnemen.

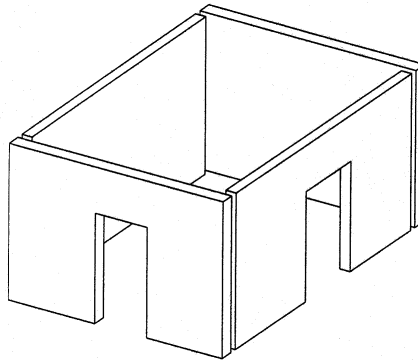


Fig. 3.10 Voorbeeld van een geprefabriceerde centrale kern

3.4 Schijfwerking van vloeren

Bij prefabgebouwen worden de horizontale krachten door de wind en andere acties gewoonlijk overgedragen naar de verstijvingselementen door middel van de schijfwerking van de vloeren en de daken. De vloer- en dakconstructies worden ontworpen om te kunnen functioneren als platte horizontale balken. De centrale kernen, dwarswanden en andere verstijvende componenten dienen als steunpunten voor deze analoge balken en nemen de zijdelingse krachten van de vloer op (Figuur 3.11). De schijfwerking van de gehele vloer wordt bekomen door gepaste verbindingen tussen de vloerelementen of met behulp van een ter plaatse gestorte druklaag.

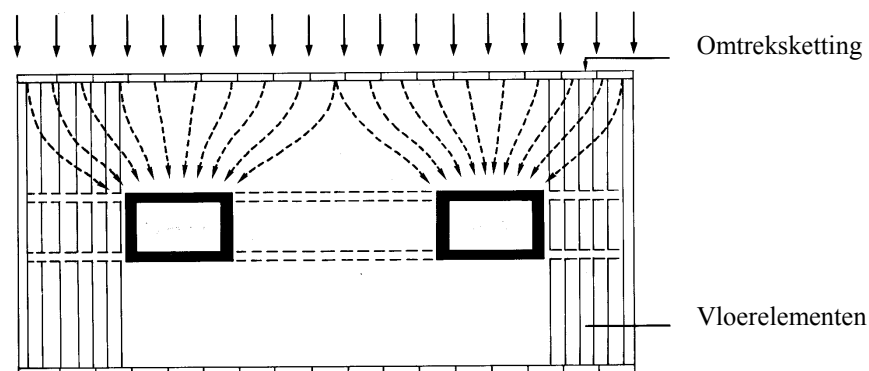


Fig. 3.11 Principe van de schijfwerking in geprefabriceerde vloeren

Het model van de horizontale schijf is gewoonlijk een boog- en trekbandsysteem (Figuur 3.12). De inwendige hefboomsarm voor het berekenen van de krachten in de trekband moet bepaald worden volgens de voorzieningen dienaangaande in normen of codes. De Eurocode en NBN B15-003 (Hoofdstuk 5.5.2) geven hiervoor minimum wapening aan die verder in Hoofdstuk 3.5 weergegeven wordt.

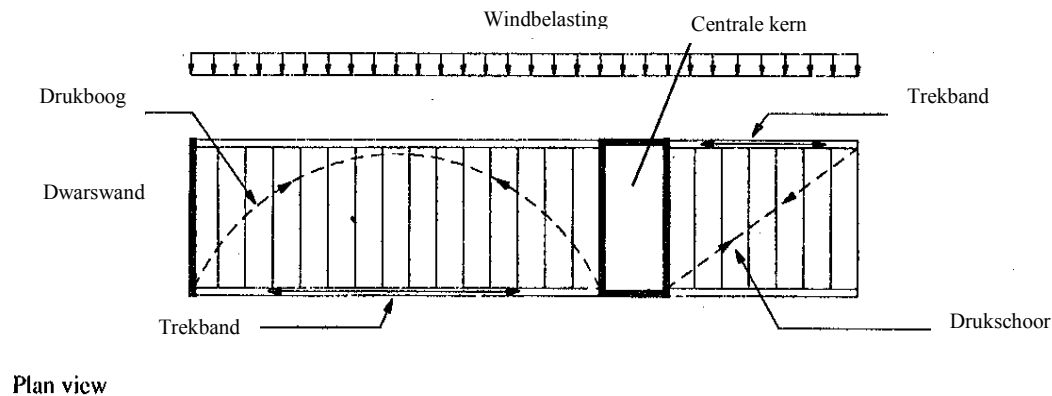


Fig. 3.12 Analoge plaatbalk

De trek- druk- of schuifkrachten in de schijf worden berekend volgens klassieke methodes. De trekkrachten worden opgenomen door de omtreksketting in de vloer. De langse voegen tussen de prefabelementen zijn bepalend voor de overdracht van de schuifspanningen. De schuifkrachten worden overgedragen door wrijving, insluiting en de velactie. Om effectief te kunnen werken moeten de vloerelementen bijeen gehouden worden zodat schuifkrachten doorheen de langse voegen kunnen overgedragen worden, zelfs als deze gescheurd zijn (insluiting – zie les 4 deel 4.3.5). De meest kritische doorsneden zijn de voegen tussen de vloer en de dwarswanden, omdat de schuifspanningen daar het grootst zijn.

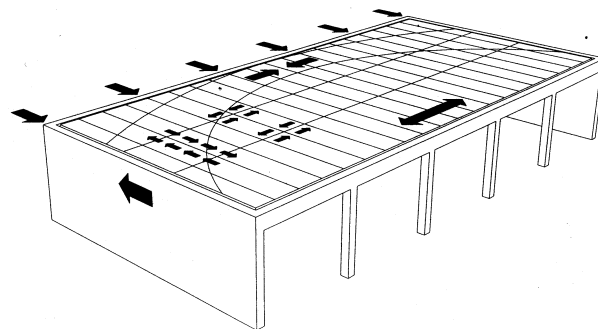


Fig. 3.13 Krachtsverdeling in een vloerschijf

Vloeren met voorgespannen holle elementen zijn zeer geschikt voor het realiseren van de schijfwerking doorheen de opgebetonneerde langse voegen. Het is aanbevolen om de gemiddelde horizontale schuifspanning erin te beperken tot $0,10 \text{ N/mm}^2$ voor oppervlakken die met glij- of extrusietechnieken bekomen worden en $0,15 \text{ N/mm}^2$ voor ruwe oppervlakken. De schuifspanning wordt berekend voor de effectieve dikte van de voegvulling en is zelden maatgevend, zodat holle vloeren normaal voldoende schijfwerking bieden, ook zonder ter plaatse gestorte constructieve druklaag. Men moet er echter wel voor zorgen dat de langse voegen tussen de elementen gesloten blijven. Meer info hierover wordt gegeven in Hoofdstuk 3.5.

Bij TT-vloeren zonder constructieve druklaag wordt de overdracht van de schuifspanningen tussen de elementen verzekerd door gelaste verbindingen via ingestorte ankerstukken.

De schijfwerking van vloeren kan ook verwezenlijkt worden met een gewapende druklaag over de gehele vloeroppervlakte. Vloeren met constructieve druklagen worden algemeen ontworpen op basis van het gegeven dat de prefabvloer voldoende stijfheid bezit om het uitknikken van de relatief dunne druklaag te voorkomen. Men veronderstelt dan dat de schuifkrachten tussen de elementen volledig opgenomen worden door de druklaag zelf. Omwille van de nodige continuïteit moet de wapening van de druklaag verankerd worden in de dwarswanden.

3.5 Constructieve integriteit

Een van de belangrijkste aspecten bij het ontwerpen van prefabconstructies bestaat erin een samenhangend geheel te realiseren met individuele geprefabriceerde elementen. Sommige elementen of constructie-onderdelen hebben enkel een dragende, andere vervullen ook een horizontale stabiliserende functie.

De samenhang tussen al deze onderdelen wordt bekomen door een reeks doeltreffende verbindingen. Bij het ontwerpen van deze verbindingen moet niet alleen aandacht besteed worden aan de krachtoverdracht tussen de onderlinge elementen, maar ook aan de noodzaak om voldoende continuïteit doorheen de verbindingen en ductiliteit in de verbindingen te realiseren, zodat een globale constructieve integriteit verwezenlijkt wordt. Deze kan bekomen worden door een drie-dimensioneel netwerk van kettingen (Figuur 3.14).

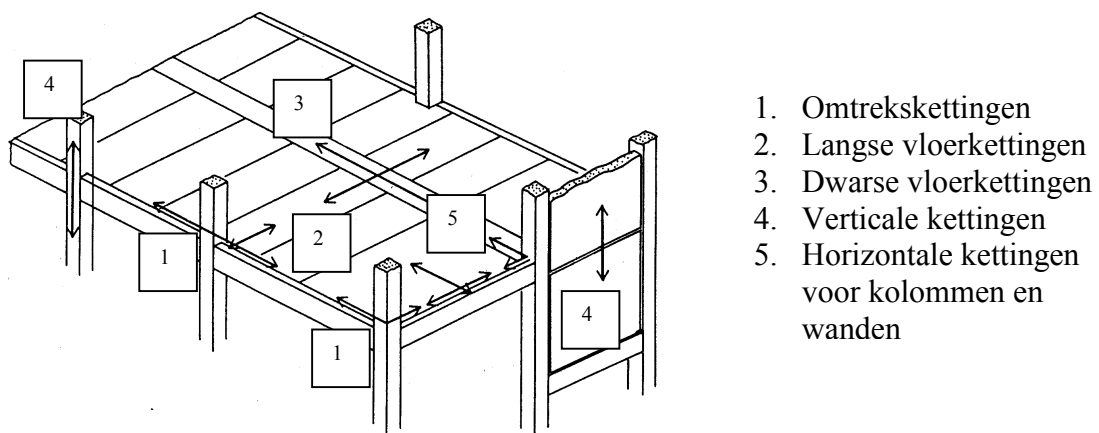


Fig. 3.14 Kettingtypes in skeletconstructies

3.5.1 Kettingssystemen

Kettingen zijn continue trekbanden bestaande uit wapeningsstaven of voorspanwapeningen, geplaatst in ter plaatse gestorte strippen, sleuven of voegen tussen prefabelementen in langse, dwarse en verticale richting. Hun rol bestaat er niet alleen in normaalkrachten komende van wind en andere belastingen van het ene element op de andere over te dragen, maar ook om bijkomende sterkte en veiligheid te geven aan de constructie om, tot op zekere hoogte, accidentele belastingen over te kunnen dragen: zettingen, gasexplosies, botsingen door voertuigen, tornado's, ontploffingen, enz.. Geprefabriceerde constructies zijn gevoeliger aan de gevolgen van accidentele belastingen dan meer traditionele constructies, omwille van de aanwezige voegen tussen de

componenten. Ervaring heeft evenwel geleerd dat het perfect mogelijk is om het probleem op te lossen door de verschillende componenten van de constructie effectief met elkaar te verbinden.

Het vulbeton in de kettingbalk zorgt voor de overdracht van de trek- en schuifkrachten van de elementen naar de kettingwapeningen en beschermt ze tegen corrosie. De trekwapening kan ofwel in zacht staal of in voorspanstaal zijn. In elk geval moet het systeem effectief continu zijn. Dit kan verwezenlijkt worden door overlapping van de wapeningen of door gebruik van geschroefde verbindingstukken, ingestorte schroefhulzen of nog andere verankeringsystemen.

3.5.2 Soorten kettingen

a. Omtrekskettingen

Omtrekskettingen moeten zorgen voor de schijfwerking van de vloeren en de samenhang van de elementen voor de dwarsverdeling van geconcentreerde lasten. Het zijn de trekwapeningen van een platte horizontale balk die door de totale vloer gevormd wordt. Ze worden geplaatst rondom de totale geprefabriceerde vloer, binnen een afstand van 1,2 m van de rand. Omtrekskettingen kunnen continu gemaakt worden rond buitenhoeken door ze in te betonneren in ter plaatse gestorte randvoegen, of door overlapping van de kettingwapening met de langse wapening van het prefabelement. Bij inspringende hoeken in een vloerveld moet de kettingwapening rechtdoor verankerd worden in de beide richtingen.

Omtreksketting

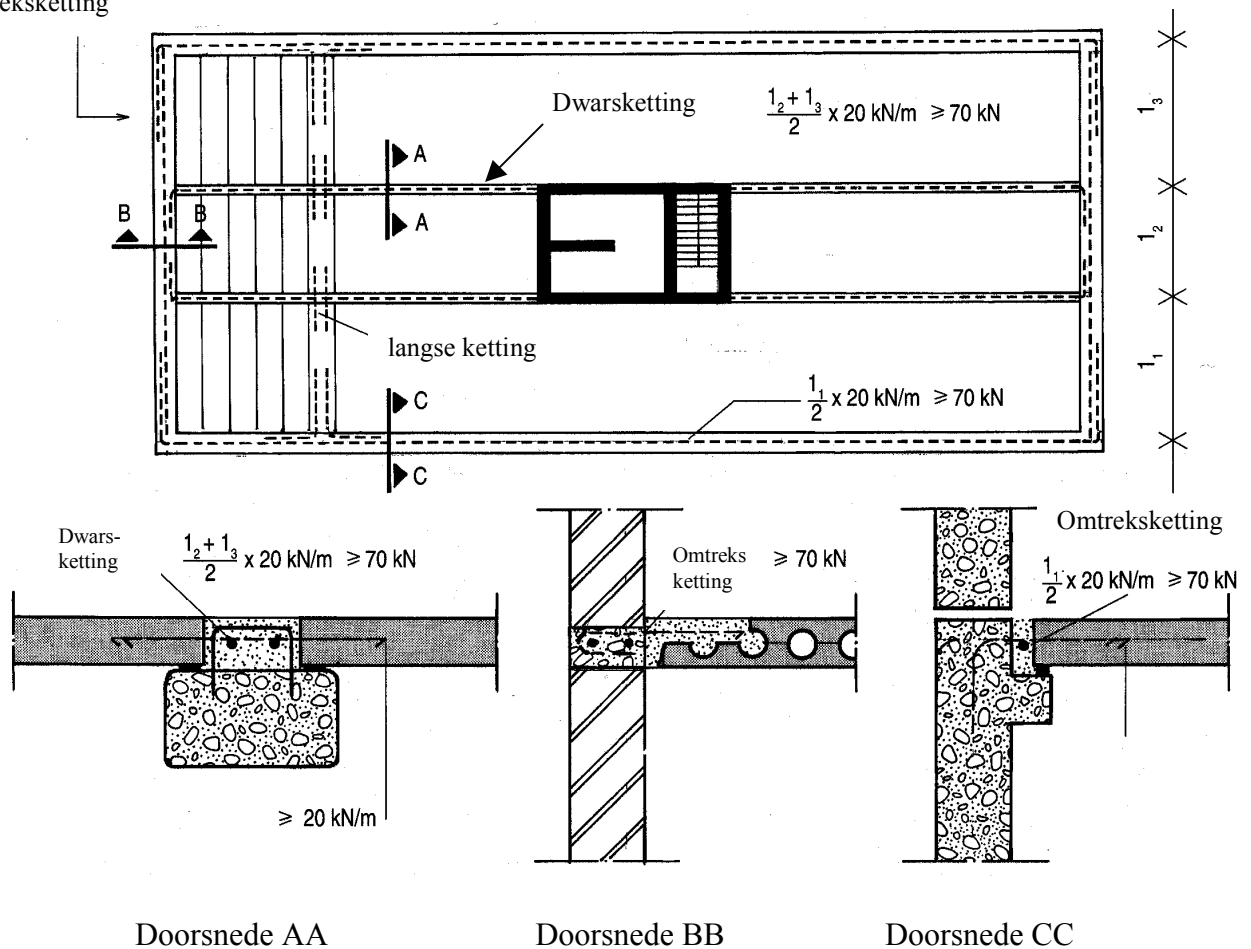


Fig.6.15 Horizontale kettingen

De omtrekskettingen worden berekend als trekband van de horizontale vloerschijf. NBN B15-002 en Eurocode 2 [1] schrijven evenwel de volgende minimumwaarde voor de trekkracht voor:

$$F_{\text{ketting}} = \ell/2 \cdot 20 \text{ kN/m, maar niet minder dan } 70 \text{ kN}$$

waarbij ℓ de lengte van de aanpalende vloeroverspanning is

b. Inwendige kettingen

Deze kettingen worden evenwijdig en dwars op de vloeroverspanning geplaatst. De eerste categorie wordt langse kettingen genoemd, de tweede dwarskettingen. Inwendige kettingen mogen verdeeld worden over de vloer, of geconcentreerd in voegen, kettingbalken, vloerbalken of wanden. In vloeren zonder druklaag, waar de kettingen niet verdeeld kunnen worden dwars op de richting van de overspanning, mogen de dwarse kettingen gegroepeerd worden ter plaatse van de steunbalken of wanden.

- De langse kettingen moeten zorgen voor het evenwicht van de horizontale krachten die op de binnen- en buitenwanden aangrijpen ten gevolge van wind, scheefstand, accidentele belastingen, enz. Ze moeten eveneens de vloer verbinden met de oplegconstructie.
- In de eerste plaats moeten de dwarskettingen zorgen voor de nodige dwarse integriteit van de constructie en helpen bij de overbruggingscapaciteit van wanden in geval van locale schade aan de onderliggende wanden om voortschrijdende instorting te voorkomen. Bij dragende wandconstructies moeten de dwarse kettingen tevens de horizontale trekcomponenten opnemen van de krachten die in de verticale voegen tussen de dwarswanden optreden.

NBN B15-002 en Eurocode 2 [1] voorzien de volgende minimum waarden voor langse en dwarse kettingen.

$$F_{\text{ketting}} = (\ell_1 + \ell_2)/2 \cdot 20 \text{ kN/m, maar niet minder dan } 70 \text{ Kn,}$$

waarbij ℓ_1 en ℓ_2 de overspanningslengtes zijn (in m) van de aanpalende vloeren

Voor de langse verbinding van de vloeren met de oplegconstructie aan de vloerrand geldt als minimum waarde

$$F_{\text{ketting}} = (\ell_1/2) \cdot 20 \text{ kN/m, maar niet minder dan } 70 \text{ kN.}$$

c. Horizontale kettingen met kolommen en wanden

Gevelkolommen en wanden moeten ter plaatse van elke vloer en dak horizontaal verbonden worden met de binnenconstructie van het gebouw. Hoekkolommen moeten in twee richtingen verbonden worden. De wapening die reeds voor de omtreksketting dient mag ook als horizontale ketting gebruikt worden.

NBN B15-002 en Eurocode 2 [1] bevelen de volgende minimumwaarden aan voor deze kettingwapeningen:

$$F_{\text{ketting}} = 20 \text{ kN/m gevel}$$

voor kolommen mag de kracht echter beperkt worden tot $F_{\text{ketting}} = 150 \text{ kN}$

d. Verticale kettingen

De verticale kettingen moeten de buigmomenten opnemen die in de samengestelde wanden optreden en zorgen voor een tweede draagweg in geval van plaatselijke schade door accidentele belastingen. NBN B15-002 en Eurocode 2 [1] geven volgende aanbevelingen: elke kolom of wand die een verticale belasting draagt moet continu verbonden worden vanaf de fundering tot het dakniveau. Deze kettingen moeten in staat zijn om een trekkracht op te nemen die gelijk is aan de maximum rekenwaarde van de belastingen door eigen gewicht en variabele belastingen die door de beschouwde kolom of wand gedragen worden op elke verdieping of dak. Bij wandconstructies zijn verticale kettingen verplicht vanaf vijf verdiepingen.

Bijkomende informatie over kettingen kan gevonden worden in de Britse norm BS 8110 [2] en de Zweedse Bouwcode SBN 1980 [4].

e. Kettingen in constructieve druklagen

Kettingen kunnen ook volledig geplaatst worden in betonnen druklagen. Constructieve druklagen zijn normaal niet nodig voor de interactie van geprefabriceerde vloerelementen. In de moderne bouw wordt er echter naar gestreefd om zoveel mogelijk werk in de fabriek uit te voeren en zo weinig mogelijk beton op de bouwplaats te storten. Constructieve druklagen zijn enkel nodig wanneer een composiete vloerconstructie vereist is, of wanneer er grote geconcentreerde belastingen aangrijpen zoals stockeerrekken, zware machines, of bewegende belastingen zoals bij vorkliften en ook in aardbevingsgebieden. Constructieve druklagen moeten altijd gewapend worden met een licht net.

Referenties

- [1] Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1: General rules and rules for buildings. prEN 1992-1-1, October 2002
- [2] British Standards Institution (1985) The Structural Use of Concrete. BSI, London, BS 8110
- [3] Elliott, K.S. (1996) Multi-storey precast concrete framed structures. Blackwell Science Ltd, London. ISBN 0-632-03415-7
- [4] Swedish Building Code "Loadbearing Structures" Section 2A, SBN 1980; The National Board of Physical Planning and Building, Box 12 513, S-102 29 Stockholm.