

## **Vloersystemen ten behoeve van flexibiliteit binnen woningbouw**

Binnen de woningbouw is er een grote zoektocht gaande naar flexibiliteit. Deze zoektocht komt voort uit het feit dat de behoefde van de maatschappij veranderd en we niet meer weg komen met kant en klare woningen, maar veel vrijheid moeten aanbieden voor de bewoners om zelf de woning aan te passen aan hun eisen. Een andere reden voor flexibiliteit is het feit dat gebouwen langer mee moeten gaan dan dertig jaar. Vele naoorlogse gebouwen voldoen niet meer aan de eisen van deze tijd. Aangezien ze niet de flexibiliteit bezitten om ze aan te passen, worden ze gesloopt en moeten er nieuwe gebouwen ontworpen en gebouwd worden. Dit is natuurlijk zeer kostbaar en tevens zeer slecht voor het milieu. Met flexibiliteit probeert men gebouwen te ontwerpen die aan de eisen van de toekomst kunnen voldoen, ook al zijn deze niet bekend en enorm moeilijk te voorspellen. Tevens is het voor investeerders interessant, omdat ze in plaats van dertig jaar, misschien wel honderd jaar geld kunnen verdienen aan het gebouw. Hierdoor kunnen de investeerders het bouwbudget weer verhogen en wordt er financiële ruimte gecreëerd om nieuwe flexibele systemen te ontwikkelen. Het probleem ligt alleen in de behoudende wereld van de bouw. Het is moeilijk om mensen warm te krijgen voor nieuwe en innovatieve systemen, omdat men geen financieel risico wil nemen, wat daarmee gepaard gaat. Toch is te zien dat binnen de bouw er een geleidelijke overgang plaatsvindt van traditionele vloersystemen naar de meer flexibele. Alleen is dit nog op zeer kleine schaal. Dit onderzoek gaat over deze vloersystemen. Mijn doel is om een verslag te maken over de vloersystemen die gebruikt kunnen worden binnen de flexibele woningbouw. Ik kijk naar de voor- en nadelen en naar de praktijkervaring met deze vloersystemen. Vervolgens wil ik eindigen met de knelpunten in het algemeen om zo een duidelijk beeld te krijgen waar de verbetering plaats moet vinden.

De vloeren die ik behandelen zijn te verdelen in drie groepen: Het gootmodel, het holle vloermodel en het capaciteitsmodel. Deze vloeren zijn weer onderverdeeld in een aantal typen:

### Gootmodel:

Leidingvloer; VBI  
Wing+vloer; Betonson  
Dycore Leidingvloer; Dycore

### Holle vloermodel:

Infra+ vloer; Prefab Limburg  
Star-Frame vloer; Corus  
Staalvloer; SadeF  
Flexvloer; ID Bouw  
Frame vloer; Haitsma Beton  
Ides vloer; ZNS van Dam

### Capaciteitsmodel:

Bestcon 60; Heijmans Bestcon

### Het gootmodel:

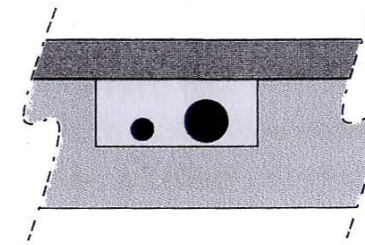
Bij het gootmodel betreft het bijvoorbeeld een doorontwikkelde versie van een kanaalplaatvloer, waarbij extra sleuven of leidingzones plaats bieden aan leidingen. Deze sleuven worden later gevuld en afgedekt met een demontabele beplating of een traditionele dekvloer, al dan niet op een folie. De gebruikersmogelijkheden van deze vloeren worden bepaald door het aantal en de plaats van de sleuven. Leidingen met grote diameters kunnen elkaar niet kruisen.

### Het holle vloermodel:

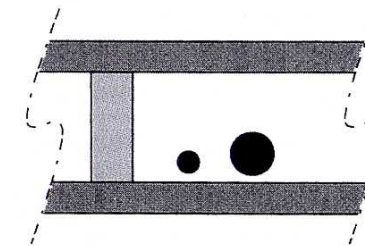
Het holle vloermodel bestaat uit een balkenvloer met een ondervloer (tevens plafond) en een bovenbeplating of dekvloer. Er zijn voorbeelden van geheel stalen vloeren, combinaties van staal en beton, geheel betonnen vloeren en van houten vloeren. De mate van flexibiliteit hangt af van het kunnen doorvoeren en laten kruisen van leidingen in de holle ruimte van de vloer. Verder is het voor de latere bereikbaarheid van belang dat de dekvloer (of het plafond) demontabel is.

### Het capaciteitsmodel:

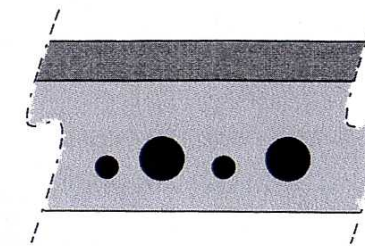
Het capaciteitsmodel wordt vooral in de prefab betonbouw gebruikt. Hierbij zijn in de fabriek extra leidingen ingestort, waardoor een overcapaciteit aan aansluitmogelijkheden ontstaat. Tijdens de afbouw kiest men welke aansluiting wordt benut in relatie tot de klantwensen. Dit model is toepasbaar in prefab vloeren en bij in het werk gestorte vloeren, zoals een breedplaatvloer.



gootmodel



holle vloer model



capaciteitsmodel

## Praktijkervaringen:

### Gootmodel

#### *Leidingvloer; VBI*

Bekeken projecten:

- De Hooge Vlucht te Ede
- De Rietlanden te Arnhem
- Terugbouwoningen te Haarlem

#### Besluitvorming:

De redenen om voor deze vloer te kiezen variëren van procesflexibiliteit, overspanning en slankheid van de vloer. Ook bouwsnelheid en kostenreductie worden genoemd.

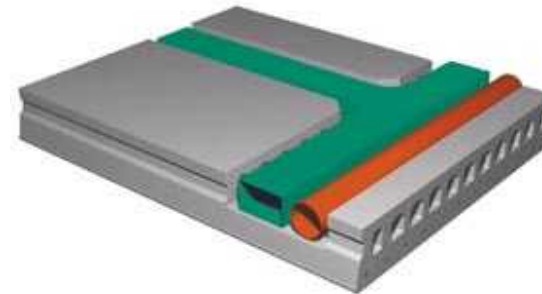
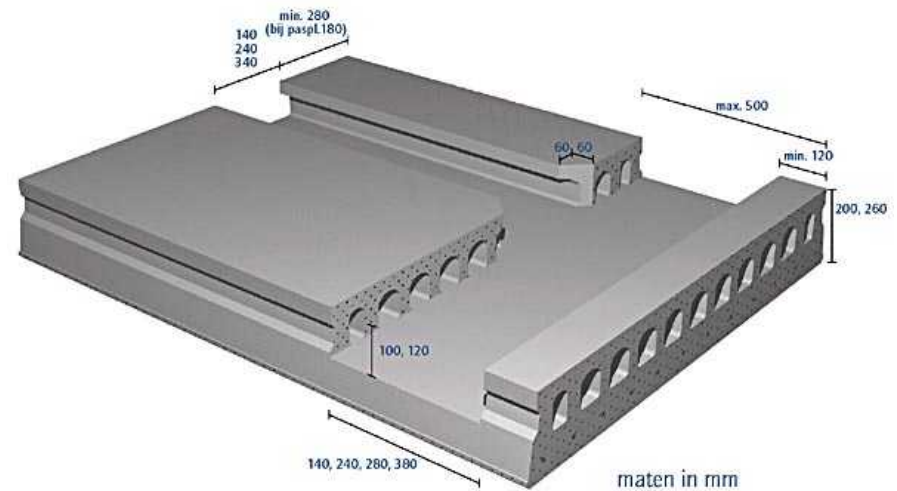
#### Bouwproces:

Voordeel van dit systeem is dat het tot de ruwbouw behoort en het project dus snel wind en waterdicht kan worden gemaakt. Vervolgens wordt in een arbeidsgang de installaties aangebracht. Hiermee zijn ook de wensen van de klant tot in een laat stadium te verwerken.

#### Leidingen en systematiek:

Problemen die zijn opgelopen tijdens de bouw bevinden zich vooral in de installaties. Het kruisen van de leidingen gaven een probleem, net zoals het kruisen van luchtkanalen. Een ander probleem was de afschot voor de leidingen op het moment dat de sleuven te lang werden.

Een belangrijke keuze voor het verbeteren van de flexibiliteit is de dekvloer. Met schuimbeton is het bijvoorbeeld moeilijk om nog bij



de installaties te komen. Beter is te kiezen voor gestabiliseerd zand of een verwijderbare dekvloer (mogelijk hol klinken).

### *Wing+vloer; Betonson*

Bekeken projecten:

- Stads kantoor Middelburg
- Rijkswaterstaat Directie Zeeland te Middelburg
- Stads kantoor te Goes

### Besluitvorming:

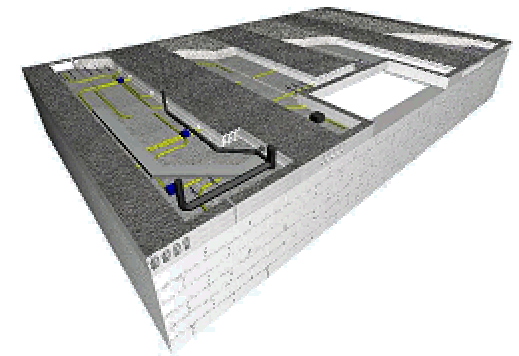
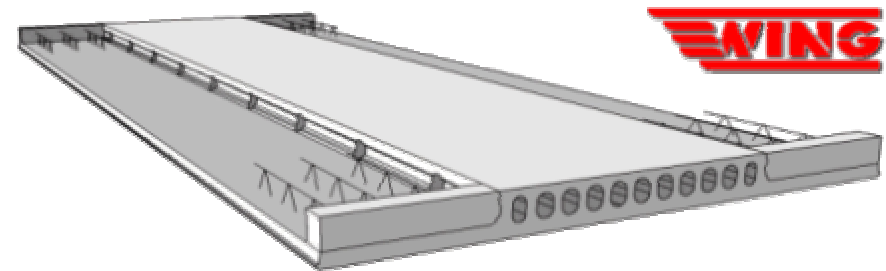
Een belangrijke reden om voor deze vloer te kiezen was de procesflexibiliteit. Daarnaast speelde de geringe vloerhoogte zonder verlaagd plafond of computervloer een belangrijk toepassingscriterium.

### Maatvoering:

Het eerste probleem bij dit vloersysteem is de grove maatvoering van de goten ten opzichte van de noodzakelijke fijne maatvoering van de in de vloer aangebrachte installatiedoorroeren en afbouw. Dit zorgde ervoor dat er tijdens de nageboord moest worden om bepaalde installatiepunten alsnog passend te kunnen koppelen.

### Constructie:

Bij een aantal vloeren zorgden de leidingzones voor verzwakkingen in de vloer. Bij deze vloer moest extra wapening worden toegepast en werden de sleuven volgestort met constructief beton i.p.v. gasbeton. Deze vloer is dus prima te gebruiken voor kleinere overspanningen, maar voor grote overspanningen treden er problemen op.



## Holle vloermodel

*Infra+ vloer; Prefab Limburg*

Bekeken projecten:

- La Fenetre te Den Haag
- Het Funen te Amsterdam
- Purac te Gorinchem

Besluitvorming:

Bij alle projecten wilden de opdrachtgevers proces- en gebruikersflexibiliteit realiseren. Tevens is het geringe gewicht een belangrijk criterium voor het toepassen van deze vloer.

Geluid:

Er moet rekening gehouden worden met de slechte geluidseigenschappen van deze vloer. Er moet extra geluidsisolatie worden toegepast om het geluidsoverdracht tussen verschillende verdiepingen tegen te gaan. Ook moet het holle klinken van de vloer worden opgelost door de dekvloer zorgvuldig te kiezen.

Constructie:

Deze vloer heeft als voordeel dat hij als constructieve schijf kan functioneren. Dit is haalbaar door schoren en extra wapening toe te passen.

Installaties en leidingen:

Tijdens het proces worden de vloerliggers niet afgedekt, waardoor struikelgevaar ontstaat en ventilatiekanalen makkelijk kunnen beschadigen.

De flexibiliteit valt tegen door het aantal en de plaats van de sparingen in de stalen liggers. Een leiding loodrecht op de liggers



moet uit losse kleine stukken worden opgebouwd om door de gaten te kunnen rijgen.

Een demontabele afwerkvloer blijkt in de praktijk moeilijk te realiseren en geaccepteerd te krijgen. Ook is het hol klinken van de vloer een akoestisch probleem.

### *Star-Frame vloer; Corus*

Bekeken projecten:

- Havenpakhuis Boston te Amsterdam (uiteindelijk niet toegepast)
- Styokay Hostel te Terschelling
- Leeuw van Vlaanderen te Amsterdam

### Besluitvorming:

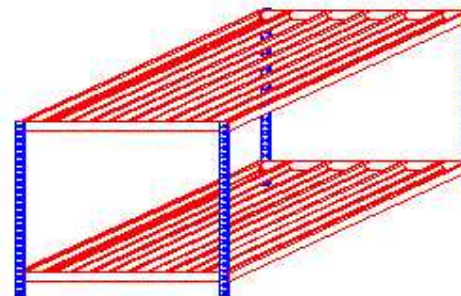
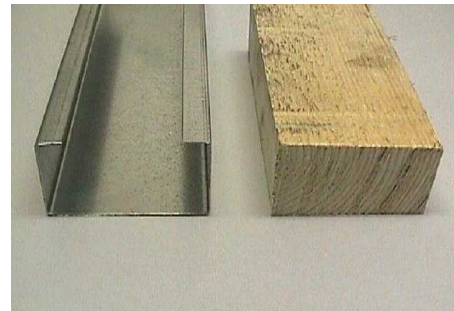
Bij twee van de drie projecten zochten de architecten een vloer om op een bestaande fundering te bouwen. Snel bouwen door prefab elementen in combinatie met het geringe gewicht waren belangrijke beslissingscriteria. Bij Boston was in eerste instantie gekozen voor deze vloer vanwege de bouwplaatslogistiek en het bouwproces.

### Flexibiliteit:

Gebruikerflexibiliteit is bij deze vloer niet aan de orde. Door het toepassen van een natte afwerkvloer zorgt ervoor dat de installaties niet meer bereikbaar zijn. In de ontwerpfase is de geboden flexibiliteit voldoende. Wijzigingen in de uitvoering leiden wel tot extra kosten.

### Constructie

De vloer is vrij kwetsbaar en kan niet alle materialen dragen.



Bij het storten van de afwerkvloer moeten de platen overlap hebben anders moeten de kieren worden afgedicht om lekken te voorkomen.

### *Staalvloer; SadeF*

Bekeken projecten:

- Witteveen te Oegstgeest
- Optopping Roeselare
- Van Kemoen A-markt te Amsterdam

### Besluitvorming:

Snel bouwen door prefab elementen in combinatie met het geringe gewicht waren belangrijke beslissingscriteria.

### Flexibiliteit:

De flexibiliteit van het systeem voor het verwerken van leidingen valt tegen. Achteraf is er heel weinig aan te veranderen en er zitten ook weinig sparingen in de profielen. De sparingen zijn wel aan te brengen, maar dat moet dan vooraf goed getekend worden. In de onderzochte projecten is vooral sprake van procesflexibiliteit.



## Capaciteitsmodel

*Bestcon 60; Heijmans Bestcon*

Bekeken projecten:

- De Admirant te Eindhoven
- KPMG te Eindhoven
- Wormingertoren te Apeldoorn

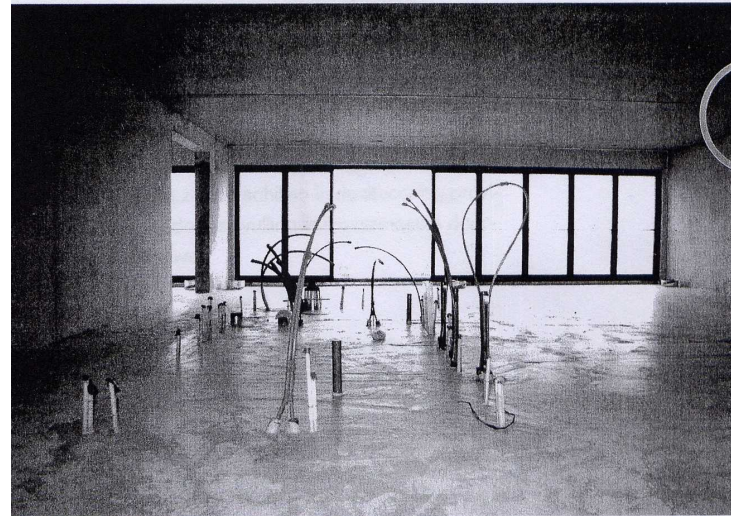
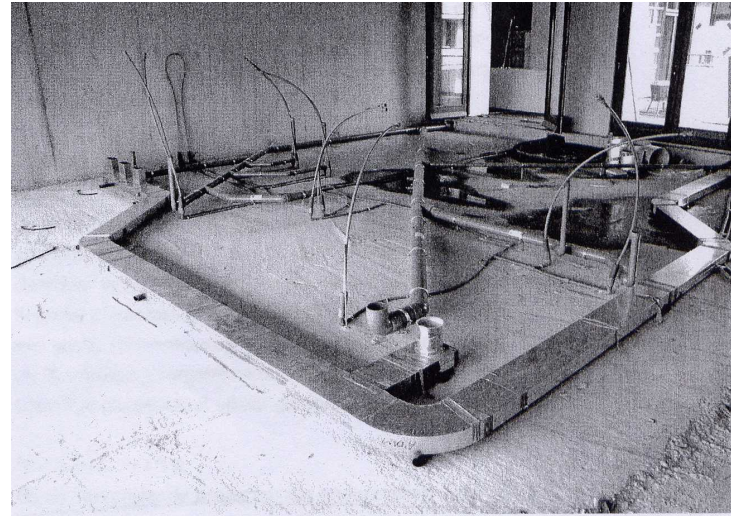
Besluitvorming:

Het systeem is gekozen vanwege de prijs voor het gehele casco in combinatie met de bouwsnelheid en ingestorte leidingen. In de afwerkvloer zijn de elektraleidingen ingestort.

Proceservaringen:

De vloer laat zich behandelen als een traditionele vloer. Het werken met prefab onderdelen wordt als zeer gunstig ervaren.

Door het toepassen van extra wapening in de vorm van stalen platen kan de vloer als constructieve schijf functioneren. Wat wel kostenverhogend is.



## Conclusies:

### **Besluitvorming:**

Een belangrijke conclusie is dat leidingflexibiliteit geen hoofdrol speelt in de keuze voor een flexibel vloersysteem. De prijs is voor alle partijen doorslaggevend in de keuze voor een flexibele vloer. Ook procesflexibiliteit, bouwsnelheid en gewichtsbesparing spelen in de besluitvorming een rol. Daarnaast vindt men het beperken van de hoogte van het vloerpakket door integratie van leidingen een belangrijk voordeel.

De stalen vloer (Staalvloer en Star-Frame) zijn zeer licht en daarmee geschikt voor optoppen of bouwen op bestaande funderingen. Snel bouwen is goed mogelijk met de hanteerbare prefab elementen in een staalbouwsysteem.

De betonnen vloeren (VBI Leidingvloer, Wing+ vloer en Bestcon) vinden meer aftrek dan de stalen varianten. De aanpassingen aan de vloer in het bouwproces zijn ten opzichte van de traditionele breedplaatvloer en de kanaalplaatvloer gering, terwijl de flexibele vloeren voordeel opleveren op het gebied van procesflexibiliteit, bouwsnelheid en overspanning. Bij deze betonnen vloeren is betonkernactivering mogelijk, waarbij de relatief geringe dikte van het vloerpakket een voordeel is.

De staal/betonvloer (Infra+ vloer) wordt als enige gekozen als het gaat om zowel proces- als gebruiksflexibiliteit en vanwege het relatieve lichte gewicht. De gebruiksflexibiliteit gaat echter gedeeltelijk verloren bij toepassing van een natte afwerkvloer, omdat de leidingen dan minder goed bereikbaar zijn.

### **Proceservaringen:**

Op het gebied van geluid, brand en constructie zijn veel aanvullende onderzoeken en aanpassingen gedaan om aan de gestelde eisen te kunnen voldoen. Hierdoor gaan de directe en indirecte kosten omhoog. Deze aanpassingen zijn deels te voorkomen door nadrukkelijk rekening te houden met de specifieke eigenschappen van de betreffende vloersystemen.

Door een hogere bouwsnelheid is er bij veel projecten geld verdiend en doordat er steeds meer ervaring wordt opgedaan zullen deze verdiensten misschien nog meer stijgen. Deze hogere snelheid wordt onder andere behaald doordat de vloeren direct te belasten zijn en er onafhankelijk door de installateur gewerkt kan worden.

Bij de mate van leidingflexibiliteit worden kanttekeningen gezet. Bij alle betonnen vloeren is de leidingflexibiliteit vooral in één richting georiënteerd door de lange sparringen in de overspanningrichting van de vloer. Na oplevering zijn de leidingzones alleen met breekwerk bereikbaar, doordat ze na plaatsing worden volgestort. De Infra+ vloer en de stalen vloersystemen bieden door de sparringen in de liggers iets meer mogelijkheden en door het holle karakter zijn de leidingen in principe altijd te veranderen. Een niet demontabele dekvloer vermindert de gebruikersflexibiliteit, doordat deze niet eenvoudig is te verwijderen.

Ook is de geringe vloerhoogte vaak in strijd met voldoende afschot.

Met name voor de betonnen vloeren die direct zijn afgeleid van de traditionele ruwbouw, is een optimalisatie tot het niveau van de fijnere afbouw wenselijk.

## **Aanbevelingen:**

### **Flexibiliteit:**

- De leidingflexibiliteit dient vergroot te worden en gericht op driedimensionaal gebruik en benodigd afschot.
- Aan goede demontabele afwerkvloeren is dringend behoefte. Er zal wel altijd een spanningsveld bestaan tussen het dichten van vloeren en het bereikbaar houden van de leidingen.
- Wenselijk is een onderscheid tussen de bereikbaarheid van leidingwerk dat mensen frequent willen aanpassen (data, elektra en hifi bekabeling) en leidingwerk dat veel minder vaak wijziging behoeft (afvoeren, water- en gasleidingen).

### **Integrale ontwikkeling:**

- In feite worden veel vloeren als een halfproduct aangeboden: De constructieve laag met daarin de ruimte voor leidingen. De vloer dient meer als een totaalpakket te worden aangeboden, wellicht in een aantal varianten. Integraal ontwikkelde constructie- en afwerkvloeren zorgen voor daadwerkelijke proces- en gebruikersflexibiliteit.

### **Maatvoering:**

- De toleranties in maatvoering, doorbuiging en montage van prefab vloerdelen met ingestorte voorzieningen komen niet overeen met de fijnere afbouw. Dit betekent dat het productieproces en ook het uitvoeringsproces verbetering behoeven. Vooral voor de betonnen vloeren die direct zijn afgeleid van de traditionele ruwbouw vloeren is optimalisatie tot het niveau van de fijnere afbouw nodig.

## **Voorlichting:**

- Een betere communicatie bevordert de kennis over specifieke voordelen of combinaties daarvan ten opzichte van andere vloersystemen. De redenen die worden genoemd voor het kiezen van een vloer zijn vaak niet de meest belangrijke producteigenschappen van de betreffende vloersysteem.

## **Risicomanagement:**

- Vloeren zijn een groot deel van de bouwkosten en zijn gevoelig voor faalkosten. Dit belemmert het toepassen van nieuwe vloersystemen. Keurmerken en garantiebepalingen kunnen het risico voor de bouwpartijen verlagen, deze worden nog niet geboden door de leveranciers.

Literatuurlijst:

- *Leidingsystematiek in relatie tot flexibiliteit*; Ir. E. Vreedenburgh, Ir. M. Mooij, Prof. Ir. A. van Randen; Publicatieburo Faculteit der Bouwkunde, 1990
- *Flexibele leidingvloeren in de praktijk*; SEV realisatie en SBR; november 2005
- [www.vbi.nl](http://www.vbi.nl)
- [www.betonson.nl](http://www.betonson.nl)
- [www.prefablimburg.nl](http://www.prefablimburg.nl)
- [www.genieconsult.nl](http://www.genieconsult.nl)
- [www.sadef.nl](http://www.sadef.nl)
- [www.bestcon.nl](http://www.bestcon.nl)