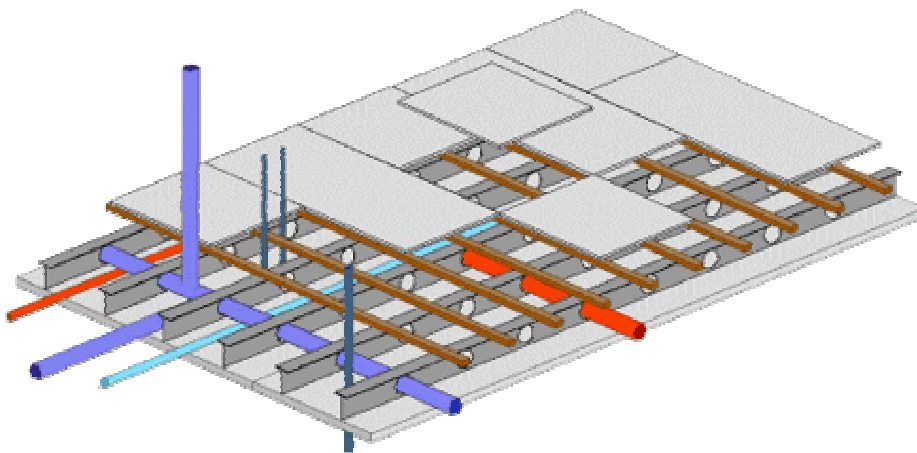




Bijlagen

Infra+ vloer & Betonkernactivering



Van:
Joost Roseboom
ID nummer : 1039229
e-mail : joostroseboom@planet.nl
Afstudeerrichting : Bouwkunde
Duaal/voltijd : Voltijd

Afstudeer locatie:
Ballast Nedam Bouw Speciale Projecten
Adres : Europalaan 40
Telefoonnummer : 030 2854389
Begeleider : Dhr. Haring / Dhr. Van Dijk
E-mail : j.haring@ballast.nedam.nl

Afstudeeropdracht voor:
Hogeschool van Utrecht, Bouwkunde
1e begeleider : Dhr. Ponsen, Bouwtechniek
E-mail : wim.ponsen@hvu.nl
2e begeleider : Dhr. Vaandring, Bouwproject management
E-mail : peter.vaandring@hvu.nl

Datum : 07-06-2005

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Inleiding	6
2 Afstudeerbedrijf	7
2.1 Ballast Nedam Bouw	8
2.1.1 Organisatiestructuur	8
2.2 Ballast Nedam Bouw Speciale Projecten	9
2.2.1 Organisatiestructuur	9
3 Probleemstelling Infra+ vloer en betonkernactivering	10
4 De Infra+ vloer	11
4.1 Ontwikkeling Infra+ vloer	12
4.1.1 Concept	12
4.2 IFD bouwen	13
4.2.1 Industrieel bouwen	13
4.2.3 Demontabel bouwen	15
4.2.4 Achtergrond IFD Bouwen	16
4.3 Innovatief Systeem van Bouwen	17
4.3.1 Opbouw	17
4.3.2 Knelpunten ISB	18
4.3.3 Beeldvorming ISB systeem	19
4.4 Overgang ISB naar Infra+	20
4.4.1 Veranderingen	20
4.4.2 Betonnen variant	20
4.4.3 Overzicht van ISB naar Infra+	22
4.5 Productgegevens Infra+ vloer	23
5 Productie Infra+ vloer	24
5.1 Productie proces	25
6 Topvloer	33
6.1 Zwaluwstaart vloer	34
6.1.1 Technische gegevens zwaluwstaart plaat	34
6.1.2 Leg advies zwaluwstaartvloeren	36
6.2 Cementgebonden vezelplaat	37
7 Constructie algemeen	39
7.1 Infra+ ligger	39
7.2 Infra+ betonschil	40
7.2.1 Plaatkoppeling	40
7.3 Infra+ liggerberekening	42
7.3.1 Permanente belasting	42
7.3.2 Veranderlijke belasting	42
7.3.3 Doorbuiging	42
7.4 Oplegdetails	43
7.5 Brand	45
7.5.1 Maximale draagkracht bij brand	45
7.5.2 Schijfwerking bij brand	45
7.6 Overspanning	45

8	Betonkernactivering	46
8.1	Wat is betonkernactivering?	47
8.2	Behaaglijkheid	47
8.2.1	Thermisch comfort	48
8.3	Het warmtepompsysteem	49
8.3.1	Bronsysteem	50
8.3.2	Warmtepomp	51
8.3.3	Afgiftesysteem	52
8.4	Akoestiek	53
8.5	Regelbaarheid	53
8.6	Kosten betonkernactivering	55
8.7	Uitvoering betonkernactivering	56
8.7.1	Geprefabriceerd leidingpakket instorten tijdens ruwbouw	56
8.7.2	Uitvoering	59
8.8	Toepassingsgebied	62
8.9	Voordelen en nadelen betonkernactivering	63
8.9.1	Voordelen betonkernactivering	63
8.9.2	Nadelen betonkernactivering	63
8.9.3	Voor/ en nadelen warmtebronnen	64
8.10	Aandachtspunten	65
8.10.1	Ontwerp warmtepomp	65
8.10.2	Ontwerp bronnensysteem	65
8.10.3	Ontwerp afgiftesystemen	65
8.10.4	Installatiefase	66
8.10.5	Ingebruikname	66
8.12	Koel- en verwarmingsmogelijkheden Infra+ vloer	68
8.12.1	Bouwkundige variabelen	69
8.12.2	Thermische condities	69
8.12.3	Dynamisch vloergedrag	73
8.12.4	Samenvatting onderzoek	75
9	Geluid	77
9.1	Eisen geluid bouwbesluit	78
9.2	TNO rapport	79
9.2.1	Cementgebonden vezelplaat	79
9.2.2	Cementdekvloer	80
9.2.3	Fermacell dekvloer	81
9.2.4	Verbetering van contactgeluid van Infra+ vloer	81
9.3	Oplegmateriaal	82
9.3.1	Gebonden rubbergranulaat	82
10	Brand gedrag	83
10.1	Brandveiligheidseisen	84
10.2	Bouwkundige integratie	84
10.3	TNO rapport	84
10.4	Brandwerende voorzieningen	85
10.4.1	Brandwerende aansluiting naad	85
11	De omgekeerde Infra+ vloer	86
11.1	Vraagstuk	87
11.2	Geschiedenis Haitsma Beton	87

11.3	Ontwikkeling	88
11.3.1	Aanpassing	88
11.3.2	Flexibel	88
11.4	Opbouw framevloer	89
11.5	Duurzaam bouwen, milieu en kwaliteit	90
11.5.1	Verbindingen	90
11.5.2	Toleranties en vlakheid	90
11.6	Element specificaties framevloer	91
11.7	Akoestisch & thermisch onderzoek	92
11.7.1	Begane grond vloer	92
11.7.2	Verdiepingsvloer	92
11.7.3	Woningscheidende wanden	93
11.7.4	Daken	94
11.7.5	Aanbevelingen	94
11.8	Kameleon woningen	95
11.8.1	Uitvoering Kameleon woningen	96
11.9	Beeldvorming framevloer	97
11.10	Voor- en nadelen framevloer	99
11.10.1	Voordelen van de framevloer	99
11.10.2	Nadelen van de framevloer	99
11.10.3	Aandachtspunten	99
11.11	Toekomstwaarde framevloer	99
11.12	De omgekeerde Infra+ vloer	100
11.12.1	Toepassing van omgekeerde Infra+ vloer	100
11.13	Tekeningen framevloer	102
12	<i>Uitvoering Infra+ vloer</i>	103
12.1	Transport	104
12.1.1	Aanvoer op de bouw	104
12.1.2	Laad en losschema	104
12.1.3	Hijsen van Infra+ vloeren	104
12.2	Opslag op de bouw	105
12.3	Montage	106
12.3.1	Monteren op metselwerk	106
12.3.2	Monteren op een staalconstructie	106
12.3.3	Monteren op prefab betonwanden	106
12.4	Koppeling platen	108
12.5	Naadafdichting	108
12.6	Aanbrengen van de topvloer	109
12.7	Reparaties Infra+	110
12.8	Wat mag er wel en wat mag er niet met de Infra+ vloer	111
12.9	Toepassing Infra+ vloer	112
12.9.1	Ontwerp & werkvoorbereiding	112
12.9.2	Uitvoering	113
12.9.3	Interval	115
12.9.4	Veiligheid	115
13	<i>Kosten</i>	116
13.1	Kosten vergelijking	117
13.2	Kostenverlagend	118

13.3	Kostenverhogend	118
13.4	Artikelen	119
13.4.1	Traditioneel versus IFD bouwen	119
13.4.2	Bouwkosten NVBK	120
13.4.3	Integratie installaties met besparingen voor de opdrachtgever en het milieu	121
13.4.4	Kosten vergelijking Vitruvius	124
14	<i>Ervaringen toepassing Infra+ vloer</i>	132
14.1	La Fenêtre, Den Haag	133
14.1.1	Projectgegevens	133
14.1.2	Foto's bezoek La Fenêtre	134
14.1.3	Toepassing Infra+ vloer	136
14.2	Projecten	148
15	<i>Interviews</i>	150
15.1	Bezoek fabriek Pekso	151
15.2	Bezoek LATEI Projectontwikkeling	155
15.3	Bezoek Haitsma beton, de framevloer	158
15.4	Interview Wolter & Dros	161
15.5	Bezoek Prof. dr. ir. Lichtenberg	163
15.6	Bezoek BAM Utiliteitsbouw bv, Delft	166
15.7	Bezoek Van Agtmaal, Oudenbosch	169
15.8	Bezoek Oostingh Staalbouw, Katwijk	171
15.9	Bezoek Nieuwenburg Adviseurs, Rijswijk	174
15.10	Bezoek WTH, Dordrecht	176
15.11	Bezoek Heerkens van Bavel Bouw, Tilburg	178
16	<i>Bronnen</i>	180
16.1	Documentatie en rapporten	181
16.2	Personen en bedrijven	182
	<i>Bijlagen</i>	183

1 Inleiding

Zoals voor alle studenten van de opleiding Bouwkunde aan de Hogeschool van Utrecht is voor mij ook de periode gekomen waarin het einde van mijn opleiding nadert, namelijk door middel van het afstuderen bij een bedrijf. Bij mijn zoektocht naar een afstudeerplek heb ik diverse bedrijven benaderd waaronder Ballast Nedam waar ik tijdens mijn vorige studie ook stage heb mogen lopen. Uiteindelijk ben ik bij Ballast Nedam Bouw Speciale Projecten terechtgekomen waar mij is gevraagd om een onderzoek te doen naar de toepassing van een nieuw type vloer, de Infra+ vloer, en betonkernactivering.

De Infra+ vloer bestaat uit een betonschil waarin stalen profielen zijn gestort en waardoor diverse leidingen lopen. Met dit type vloer is het ook mogelijk om een ruimte te verwarmen of te koelen doordat er leidingen in de betonschil opgenomen kunnen worden.

Betonkernactivering houdt in dat wanden en vloeren worden ingezet om een ruimte te verwarmen of te koelen door middel van ingestorte leidingen waarin water wordt gepompt. Om zo efficiënt mogelijk om te gaan met energie is het mogelijk om warmte in de zomer op te slaan voor gebruik in de winter en zo ook andersom voor de zomer.

In deze bijlagen is de informatie te vinden die ik de afgelopen maanden heb verzameld over de Infra+ vloer en betonkernactivering. Verder zijn er de interviews te vinden waaruit ik tot mijn conclusie over de Infra+ ben gekomen.

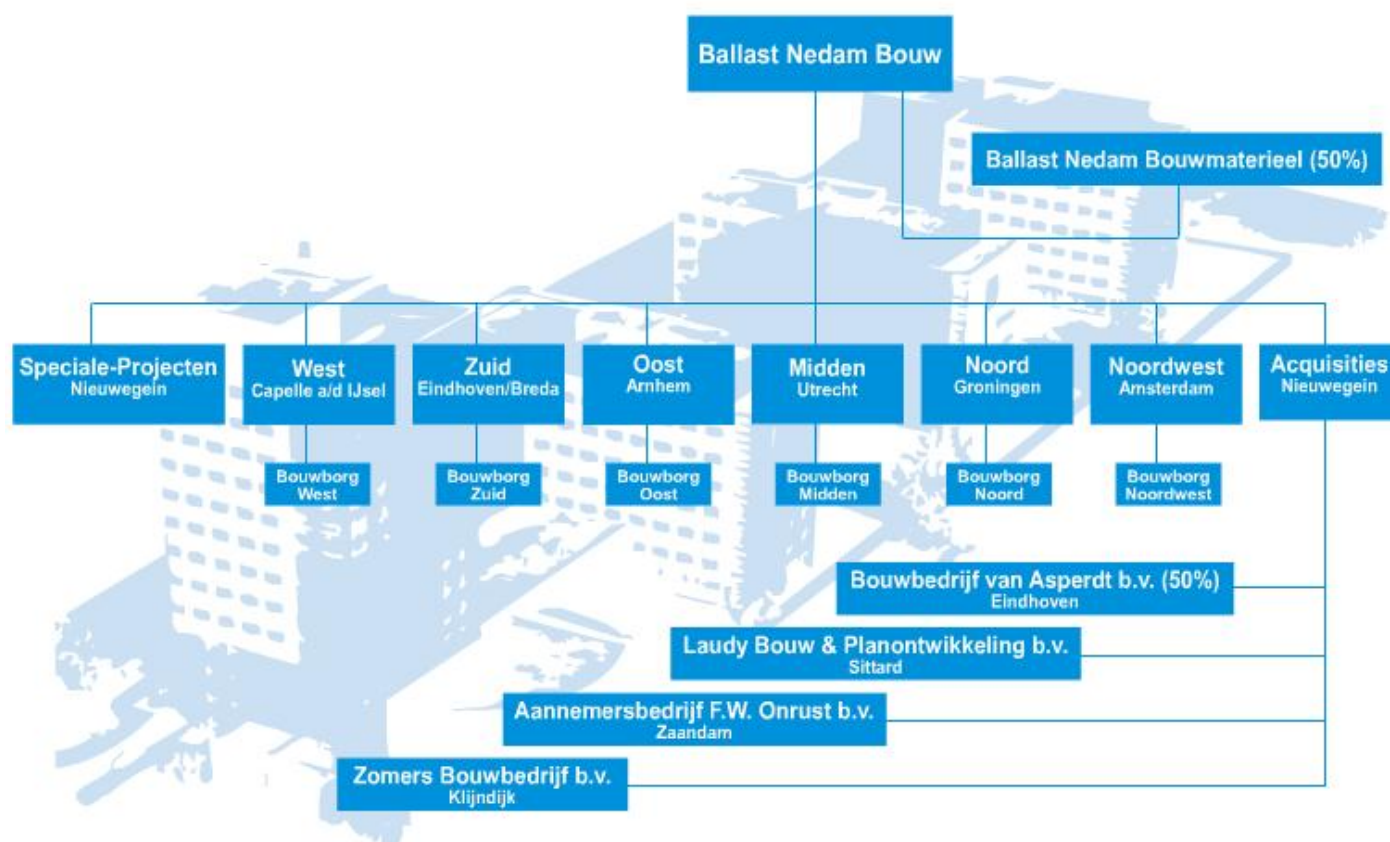
2 Afstudeerbedrijf



2.1 Ballast Nedam Bouw

Ballast Nedam heeft het accent verlegd van het traditionele aannemen naar het zo vroeg mogelijk participeren in het gehele bouwproces. Het beleid is erop gericht de bestaande ontwikkelingsactiviteiten verder te versterken en ook nadrukkelijk betrokken te zijn bij de ontwikkeling van grootschalige infrastructurele projecten. Hiertoe worden door intensieve samenwerking tussen de werkmaatschappijen kennis en kunde gebundeld ingezet bij het ontwikkelen en realiseren van integrale projecten. Het eigen ingenieursbureau, gespecialiseerd in ontwerp en engineering van bouwkundige en civieltechnische constructies, levert hierbij een substantiële bijdrage in de verwerving en uitvoering van projecten.

2.1.1 Organisatiestructuur



Overzicht organisatie Bouw Ballast Nedam Bouw

2.2 Ballast Nedom Bouw Speciale Projecten

Ballast Nedom Bouw Speciale Projecten is een onderdeel van Ballast Nedom Bouw en Ontwikkeling B.V., één van de drie Nederlandse werkmaatschappijen van Ballast Nedom N.V. Ballast Nedom Bouw richt zich hoofdzakelijk op de woning- en utiliteitsbouw in Nederland.

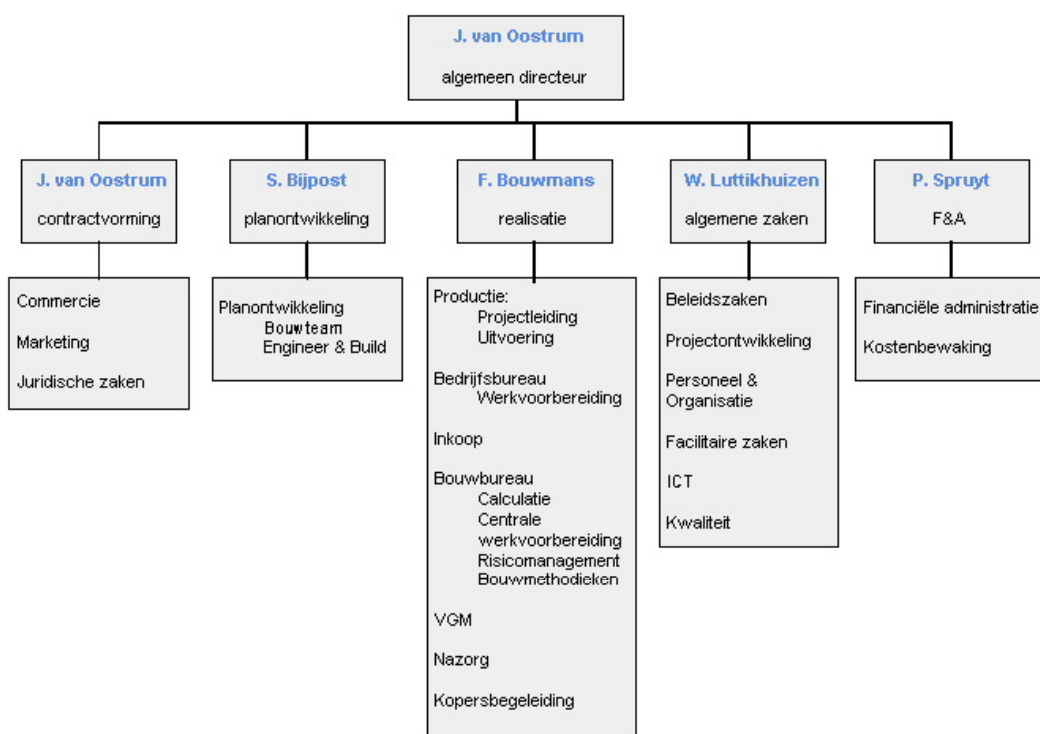
Ballast Nedom Bouw Speciale Projecten houdt zich bezig met het (technisch) ontwikkelen, voorbereiden en uitvoeren van grote en/of complexe en integrale utilitaire- en (hoogbouw) woningprojecten, met een verhoogd risicoprofiel in Nederland, met een bouwsom van boven € 17,5 miljoen. De jaarlijkse omzet bedraagt circa € 120 miljoen, en de organisatie heeft ca. 200 medewerkers.

Kantoor Speciale Projecten heeft in veel gevallen de rol van totaalaanbieder, die de organisatie en het management van het eerste idee tot en met de oplevering van het project coördineert en realiseert. Deze werkwijze heeft een groot efficiency- en continuïteitsvoordeel, zowel voor de opdrachtgever als voor de betrokken partijen. BNBSPP werkt veelal samen met toonaangevende organisaties.

Omdat projectrealisatie én planontwikkeling binnen Ballast Nedom Bouw en Ontwikkeling zijn verenigd, is er een optimale kennisuitwisseling. Daarnaast kan door nauwe samenwerking met de overige Ballast Nedom bedrijven alle in het concern aanwezige kennis en ervaring worden ingezet.

Op basis van langjarige ervaring en vanwege het feit dat Ballast Nedom Bouw Speciale Projecten NEN-EN-ISO 9001: 2000 en VCA** 2000/03 is gecertificeerd, kunnen complexe processen efficiënt worden aangestuurd. Ook de toenemende aandacht voor Arbo- en milieuaspecten wordt vanuit een breder maatschappelijk perspectief tot de kwaliteitszorg gerekend.

2.2.1 Organisatiestructuur



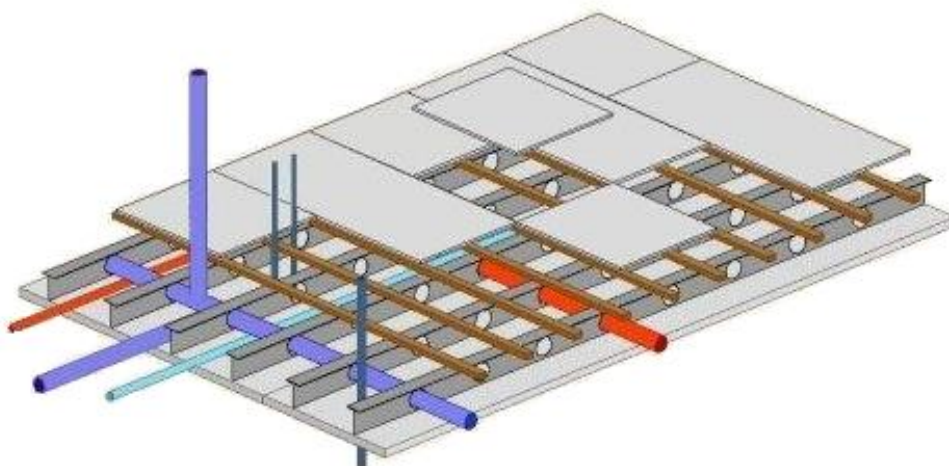
Overzicht organisatie Bouw Ballast Nedom Bouw Speciale Projecten

3 Probleemstelling Infra+ vloer en betonkernactivering

“Op welke wijze kan een Infra+ vloer opgenomen worden in een gebouwontwerp en wat is de invloed van dit type vloer op het bouwsysteem en de detaillering?”

“Wat is de invloed van betonkernactivering op de bouwmethode, detaillering en de bouwfysica in een gebouw en hoe wordt de benodigde warme en koude energie op een efficiënte manier opgeslagen ten behoeve van klimaatregeling.”

4 De Infra+ vloer



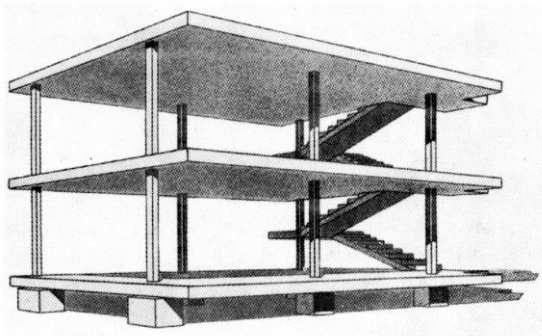
4.1 Ontwikkeling Infra+ vloer

4.1.1 Concept

Het Infra+ vloersysteem is ontwikkeld vanuit de filosofie om gebouwen te kunnen realiseren met een maximaal mogelijke flexibiliteit in de ontwerp-, uitvoerings- en gebruiksfase. Uitgangspunt is de gedachte dat leidingen, onafhankelijk van de draagstructuur en afbouw, te plaatsen moeten zijn in combinatie met een droge bouwmethode.

De basis van de ontwikkeling van het Infra+ vloersysteem is al bijna een eeuw geleden ontstaan. De Zwitserse architect 'Le Corbusier' presenteerde in 1914 het Dom-ino concept, Dom-ino komt van de woorden Domus en Innovatie. Het gebouw concept bestond uit twee horizontale platen van gewapend beton en trappen, welke door steunpilaren worden gedragen, waarbij de delen allemaal combineerbaar zijn met elkaar.

Sindsdien is er echter veel gebeurd op het gebied van installaties in gebouwen. Leidingen en installaties hebben een steeds belangrijkere invloed op het comfort en het gebruiksgemak van gebouwen. De noodzaak is ontstaan om installatiecomponenten aan te brengen en aan te passen los van de draagstructuur.



Dom-ino, Le Corbusier, 1914



Le Corbusier, oorspronkelijk Charles-Eduard Jeanneret, is op 6 oktober 1887 in La Chaux-de-Fonds in Zwitserland geboren. Het pseudoniem 'Le Corbusier' is afgeleid van 'Lecorbésier', de naam van Charles-Eduard Jeannerets overgrootmoeder en werd gebruikt door hem vanaf 1920 als auteur, vanaf 1922 als architect evenals in het burgerlijk leven en vanaf 1928 als schilder. Tijdens een vakantieverblijf in Cap Martin overleed Le Corbusier op 27 augustus 1965.

4.2 IFD bouwen

Voordat er verder op de Infra+ vloer wordt ingegaan zal er eerst informatie gegeven worden over het IFD bouwen, het Infra+ vloersysteem is één van de toepassingen die valt onder dit systeem van bouwen.

IFD-bouwen staat voor Industrieel, Flexibel en Duurzaam / Demontabel bouwen. Het is een manier van ontwerpen, ontwikkelen en bouwen, waarbij industriële, flexibele en demontabele aspecten gezamenlijk een rol spelen. Het richt zich niet alleen op het gebouw en de installaties, ook het bouwproces en de organisatie daarvan spelen een rol. IFD Bouwen betreft onder andere vernieuwing op onderdelen als techniek, ontwerphulpmiddelen, de manier van samenwerken tussen bouwpartijen, contractvormen en concepten.

Bouwen gebeurt traditioneel op de bouwplaats. De grondstoffen en het materiaal worden naar 'het werk' gebracht en daar vindt de productie plaats. Dankzij de ontwikkeling binnen de toeleverende industrie hoeft een gebouw tegenwoordig niet meer (volledig) op de bouwplaats geproduceerd te worden. De industrie kan complete gevels leveren die voorzien zijn van kozijnen en glas, sanitaire units voorzien van bijpassend garnituur, en geprefabriceerde operatiekamers. Hiermee maakt de traditionele uitvoering op de bouwplaats plaats voor assemblagewerk, met alle arbo-, kwaliteits-, kosten- en milieuvoordelen van dien.

De combinatie van Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen maakt dat aanpassingen aan gebouwen relatief goedkoop en eenvoudig kunnen worden uitgevoerd. IFD-bouwen biedt de mogelijkheid een toekomst- en klantgericht gebouw te realiseren. Niet alleen bij de eerste oplevering, maar ook gedurende de levensduur van een gebouw kan de gebruiker en/of de eigenaar het gebouw naar behoefte aanpassen.

De term IFD Bouwen wordt nogal eens oneigenlijk gebruikt, bijvoorbeeld wanneer er slechts aan een of twee van de aspecten invulling wordt gegeven.

4.2.1 Industrieel bouwen

Het belangrijkste uitgangspunt van industrieel bouwen is dat een groot gedeelte van het realisatieproces in de fabriek plaatsvindt, alwaar op industriële wijze geproduceerd wordt. De arbeid wordt zo veel mogelijk verplaatst van de bouwplaats naar geconditioneerde fabrieken en op de bouwplaats vindt alleen montage plaats. Hierbinnen zijn de uitgangspunten van industrieel bouwen in twee velden te verdelen: tijdens de productie en tijdens het bouwen.

Bij industrieel bouwen is de productie gericht op de optimale inzet van mensen, materialen, machines en automaten. Dit geschiedt onder een optimale procesconditionering. Hierdoor is er sprake van seriematige vervaardiging bij de productie. Doordat de vervaardiging plaats vindt in de fabriek zijn alle eigenschappen, inclusief de afmetingen, reeds bepaald in de fabriek.

De laatste jaren is er steeds meer sprake van flexibele productie. Hierdoor kunnen binnen de seriematige productie een aantal eigenschappen variabel zijn. Dit betekent meer keuzevrijheid voor de consument. In de fabriek zijn alle verbindingen gemaakt die veel arbeidskracht vergen. Op de bouw zelf worden de componenten in principe alleen gemonteerd via een simpele handeling en zonder aanpassingen. Er is dus alleen sprake van montage en afwerking.

De aanleiding voor het ontstaan van industriële bouw is tweeledig. Ten eerste was er een gebrek aan geschoolde arbeidskrachten. Hierdoor ontstond een stijging in loonkosten, die gereduceerd konden worden door het werk te verplaatsen naar de fabriek en te automatiseren. Ten tweede werden de Arbeidsomstandigheden verhoogd. Door het verplaatsen van het werk naar de fabriek werden de arbeidsomstandigheden, die vooral plaats vinden in de fabriek, beter en veiliger.

De voornaamste doelen van industrieel bouwen zijn: het verbeteren en het constant maken van de kwaliteit van de gebouwonderdelen, het kunnen verstrekken van garanties op het eindproduct, een snellere bouwtijd en het verbeteren van de arbeidsomstandigheden. Een afgeleide hiervan is dat de bouw meer weersonafhankelijk wordt, waardoor het aantal werkbare dagen in een jaar vergroot wordt.

4.2.2 Flexibel bouwen

Het belangrijkste uitgangspunt van flexibel bouwen is dat het gebouw en zijn onderdelen zodanig ontworpen en gerealiseerd zijn dat er op allerlei niveaus aanpassingen mogelijk zijn. Hierdoor kan de gebruiker of de eigenaar het gebouw aanpassen aan zijn huidige eisen en wensen. Dit geldt zowel bij aanvang van de gebruiksduur (de oplevering), als gedurende de gebruiksduur en bij een eventuele tweede of volgende gebruiksduur. Onder gebruiksduur wordt de periode verstaan waarin het gebouw geschikt is voor het bedoelde gebruik.

Bij aanvang van de gebruiksduur betreft het met name de keuzevrijheid voor de eerste gebruiker tussen verschillende mogelijkheden. Hierdoor kan voldaan worden aan de steeds meer variabele individuele wensen van gebruikers. Gedurende de gebruiksduur gaat het om de mogelijkheid tot aanpassing aan veranderde eisen en wensen van de gebruiker of van een nieuwe gebruiker. Hierdoor kan voldaan worden aan de steeds meer dynamische eisen en wensen van gebruikers. Bij een volgende gebruiksduur dient het gebouw aangepast te kunnen worden aan de nieuwe eisen en wensen van de nieuwe gebruiker.

Er zijn verschillende vormen van flexibiliteit: financiële, organisatorische en technische flexibiliteit. Financiële flexibiliteit wordt verkregen door voor een bepaalde financieringsvorm te kiezen, zoals huur of lease. Bij organisatorische flexibiliteit is het de organisatie die zich aanpast aan het gebouw, zodat het gebouw geschikt blijft. Technische flexibiliteit houdt in dat het gebouw aangepast wordt aan de organisatie, zodat het gebouw passend blijft. Bij IFD Bouwen betreft het alleen technische flexibiliteit.

Om technische flexibiliteit te creëren zijn een viertal strategieën mogelijk:

1. Indelingsflexibiliteit

Plattegronden kunnen op andere wijzen ingedeeld worden. Zowel bouwdelen als installaties zijn te verplaatsen, te vervangen, aan te passen, te verwijderen en aan te brengen.

2. Functionele flexibiliteit

Ruimtes of het gehele gebouw kunnen van functie veranderen. Dit betekent dat zowel de indeling als installaties veranderbaar zijn, zodat het gebouw of de ruimte aan te passen is aan een nieuwe functie.

3. Compartimentering

Het gebouw is in verschillende compartimenten op te delen. Dit betekent dat elk mogelijk compartiment voorzien moet zijn van een ingang, verticaal verkeer als trappen en liften en natte groepen als toiletten.

4. Overdimensionering

Overdimensionering betekent dat er fysieke of niet-fysieke ruimte wordt gereserveerd om uit te breiden in geval van groei en omgekeerd in geval van krimp. Traditioneel werd dit gerealiseerd door een overmaat aan oppervlak te creëren in een gebouw. Dit is fysieke overdimensionering.

Overdimensionering kan ook op een niet-fysieke wijze plaatsvinden, zowel in horizontale als verticale zin. Horizontale overdimensionering betekent dat er ruimte op het terrein wordt gereserveerd voor een eventuele horizontale uitbreiding van het gebouw. Verticale overdimensionering betekent dat de mogelijkheid wordt gecreëerd om extra verdiepingen boven op het gebouw te realiseren.

De aanleiding voor flexibel bouwen is dat er een steeds meer gefragmenteerde en individuele vraag vanuit gebruikers is opgekomen, die ook steeds dynamischer is geworden. Dit komt doordat techniek en mode veel ontwikkelingen doormaken en doordat organisaties steeds vaker veranderen om slagvaardig te blijven.

Het voornaamste doel van flexibel bouwen is dat gebouwen langer geschikt blijven voor de gebruiker en eigenaar. Hieruit vloeit een tweede doel, namelijk dat de gebouwen langer gebruikt worden en niet vroegtijdig gesloopt worden; dit is beter voor het milieu, aangezien de milieugoederen in dat geval langer nuttig gebruikt worden.

4.2.3 Demontabel bouwen

Het belangrijkste uitgangspunt van demontabel bouwen is dat alle verbindingen tussen de componenten demontabel ontworpen en gerealiseerd zijn. Hierdoor kunnen de componenten zoveel mogelijk onbeschadigd, zo min mogelijk vervuild met andere materialen en met zo min mogelijk schade aan omliggende componenten verwijderd worden en zijn daardoor met minimale inspanning van mens en machine geschikt voor hergebruik.

Demontabel bouwen geeft vooral randvoorwaarden aan de verbindingen van de componenten. Alle verbindingen moeten via droge methodes tot stand gekomen zijn. De verbindingen moeten bereikbaar zijn en blijven, op een zodanige manier dat de verbindingen gemakkelijk los te maken zijn. De verbindingen moeten tevens meerdere malen te demonteren en te monteren zijn. Er mogen geen natte afwerkingen gebruikt worden. Daarnaast verdient de constructie extra aandacht, aangezien de stijfheid van de constructie niet uit de verbindingen gehaald kan worden. Dat betekent dat of de kolommen ingeklemd moeten worden of dat er gebruik gemaakt moet worden van stijve wanden of kernen.

De hiervoor beschreven randvoorwaarden zijn erop gericht de componenten optimaal geschikt te maken voor hergebruik op componentniveau. Tot nu toe lag de focus van demontabel bouwen op het hergebruik van de onderdelen aan het einde van de gebruiksduur. Daarnaast werd af en toe beschreven dat door demontabel bouwen ook indelingsflexibiliteit aangeboden wordt; de bouwdelen en installaties zijn immers ook gedurende de gebruiksduur gemakkelijk te vervangen. Er kunnen dus door demontabel te bouwen ook gebouwen gerealiseerd worden die een ander soort flexibiliteit bieden, dat voordeel oplevert voor de eigenaar.

In specifieke situaties kunnen de volgende drie soorten flexibiliteit geboden worden door demontabel te bouwen:

1. Uitbreidbaarheid en inkrimpbaarheid

Het gebouw is uit te breiden en in te krimpen bij groei of krimp van de gebruikersorganisatie. Dit heeft nut wanneer de organisatie groeit of krimpt, maar op dezelfde locatie en in hetzelfde gebouw gehuisvest wil blijven. Wanneer het gebouw horizontaal uit te breiden moet zijn, moet er ruimte zijn op het terrein en moeten de installaties door te koppelen zijn. Tevens moet de gevel geheel demontabel zijn. Wanneer het gebouw verticaal uit te breiden dient te zijn, moeten de constructie en de fundering over voldoende draagkracht beschikken, de installaties door te koppelen zijn en over voldoende vermogen beschikken. Daarnaast moet het dak geheel demontabel zijn.

2. Verplaatsbaarheid

Het gebouw is in zijn geheel te verplaatsen naar een andere locatie. Dit heeft nut wanneer de gebruiker tevreden is met het gebouw, maar niet meer op een bepaalde locatie gehuisvest wil blijven. Het gebouw zal in delen gedemonteerd worden en weer in dezelfde configuratie gemonteerd worden op de nieuwe locatie. Dit betekent dat de componenten in zichzelf genoeg stabiel moeten zijn om vervoerd te kunnen worden.

3. Beëindigbaarheid van gebouwgebruiksduur

De gebruiksduur van een gebouw wordt beëindigd door het in componenten op te delen. Dit heeft nut wanneer een gebouw niet meer in zijn geheel geschikt is. Na de opdeling kunnen de componenten los van elkaar hergebruikt worden op componentniveau, wellicht in een andere configuratie, in combinatie met componenten uit een ander gebouw of op een verschillend tijdstip. Dit stelt hoge eisen aan de uitwisselbaarheid van de componenten.

De aanleiding voor demontabel bouwen kwam voort uit een verhoogde aandacht voor het milieu. Er wordt veel aandacht besteed aan het sluiten van de keten en productaansprakelijkheid. Demontabel bouwen levert hieraan een bijdrage.

Het voornaamste doel van demontabel bouwen is dat de componenten aan het einde van de gebruiksduur op componentniveau hergebruikt kunnen worden, waardoor er minder afvalvorming en verspilling plaatsvindt en de milieuvervuiling uiteindelijk vermindert. Daarnaast is er ook het voordeel voor de eigenaar dat de componenten zo lang mogelijk gebruikt kunnen worden en zoveel mogelijk waarde behouden. Dit komt overeen met de doelstelling van flexibiliteit, maar dan op componentniveau in plaats van op gebouwniveau.

Voor beide doelen is hergebruik op componentniveau een belangrijke randvoorwaarde voor succes. Dat betekent dat hoogwaardig hergebruik op componentniveau daadwerkelijk van de grond moet komen.

4.2.4 Achtergrond IFD Bouwen

IFD Bouwen is niet nieuw. Veel partijen in de bouwwereld zijn al jaren bezig met IFD Bouwen. Bij de één ligt de nadruk meer op het industriële karakter, bij de ander meer op het flexibele karakter. Er zijn ook partijen die gebouwen realiseren die zowel industrieel, flexibel als demontabel zijn. Tot enkele jaren geleden werd echter nog niet gebouwd onder de noemer IFD Bouwen. De term IFD Bouwen is eind jaren negentig geïntroduceerd.

Het ministerie VROM en het ministerie Economische Zaken namen initiatief om innovatie in de bouwwereld te bewerkstelligen. Na onderzoek (Damen Consultants, 1997) bleek dat innovatie gestimuleerd kon worden op de speerpunten industrieel, flexibel en demontabel bouwen. Via deze speerpunten kunnen de belangen van milieu en economie in de bouwsector gecombineerd worden. Om die reden is er in 1998 een nationaal programma IFD Bouwen opgezet. Dit programma heeft tot doel het informeren van de markt en industrie en het stimuleren tot IFD Bouwen.

Verandering komt voornamelijk voort vanuit opdrachtgevers. Dat betekent dat de marktwerking, die leidt tot verandering in de bouwwereld, vanuit die kant gestimuleerd moet worden. Elk jaar (gedurende drie jaar) kunnen projecten, die zich kenmerken door aspecten van IFD Bouwen, door opdrachtgevers aangemeld worden. Deze projecten kunnen verkozen worden tot demonstratieproject en komen daarmee in aanmerking voor een subsidie die de eventuele meerkosten voor de IFD-aspecten kunnen verminderen. Deze projecten worden vervolgens gebruikt om de markt en industrie voor te lichten over de voordelen van IFD Bouwen. Dit geschiedt via congressen en excursies naar de demonstratieprojecten.

Op dit moment is een IFD-project nog een uitzondering. Er komen wel steeds meer projecten die in ieder geval één van de drie aspecten in zich hebben. Projecten die echter alle drie de aspecten incorporeren zijn een echte uitzondering. Een deelmarkt, waarin projecten met een mix van industriële, flexibele en demontabele aspecten vaker voorkomen, bestaat bij de aanbieders van systemen waarmee gehele gebouwen gerealiseerd kunnen worden. Deze systemen zijn van oudsher door hun doel om in een korte tijd gebouwen te realiseren al industrieel en daarbij tevens vaak flexibel en demontabel.

In de toekomst is het de bedoeling dat IFD Bouwen breder in de markt gaat leven. Industriële, flexibele en demontabele overwegingen zouden een regulier onderdeel van het bouwproces moeten vormen. IFD Bouwen moet geen aparte status meer hebben, maar een vanzelfsprekend onderdeel van het bouwproces zijn.

4.3 Innovatief Systeem van Bouwen

De Infra+ vloer vindt zijn oorsprong in een ander bouwsysteem, namelijk het ISB systeem. ISB staat voor *Innovatief Systeem van Bouwen* en is ontstaan in het begin van de jaren 80. Het systeem is bedacht door de ir. J.O. Bats, docent aan de TU/e (Technische Universiteit Eindhoven) en uitgewerkt met steun van zijn collega's Prof. Dr. Ir. H.S. Rutten en ir. J.F.G. Janssen. Ir. J.O. Bats was al gedurende vele jaren beïnvloed door het gedachtegoed van Prof. N. Habraken, die in Eindhoven de basis had gelegd voor de zogenaamde 'modulaire coördinatie'. ISB is gebaseerd op deze principes die tot doel hadden projectongebonden industriële productie mogelijk te maken en tegelijkertijd de bewoner invloed te geven op bijvoorbeeld indelingsmogelijkheden. ISB is geheel conform de stand der techniek uit de begin 80-er jaren gebaseerd op het kunnen realiseren van verschillende ontwerpen met een beperkt aantal standaard componenten. Als basis gold de modulaire coördinatie, zoals die in die tijd nog opgang leek te maken.

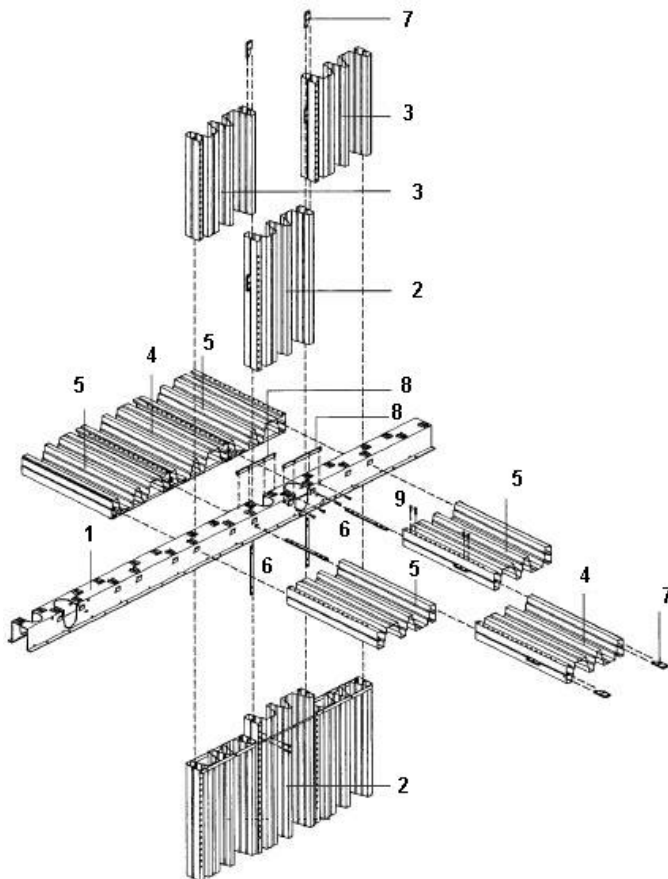
4.3.1 Opbouw

De drager bestond in feite uit twee hoofdcomponenten, namelijk:

- een vloerelement: afgezien van lengte, identiek aan het wandelement
- een knoopelement: om wanden en vloeren aan elkaar te kunnen koppelen

Vloer- en wandelement en hoedprofiel werden uitgevoerd in koudgevoormd staalplaat. Door een modulair patroon van gaten en lippen werd de montage mogelijk. Door de canaures van de vloer- en wandelementen konden in de vloer leidingen worden geplaatst zonder dat daarvoor extra bouwhoogte nodig was. Een nadeel van deze elementen was dat deze niet standaard in de handel verkrijgbaar waren.

De hoedprofielen waren voorzien van een gatenpatroon die de overgang van een leiding van een vloer naar een wandelement mogelijk maakt. Na het aanbrengen van de drager en het aanbrengen van leidingen werd dan tot de afbouw overgegaan.



Opbouw ISB systeem:

1. Hoedprofiel
2. wandprofiel, permanent
3. wandprofiel, verwijderbaar
4. vloerprofiel, permanent
5. vloerprofiel, verwijderbaar
6. koppelstrip
7. deuvel
8. versterkingstrip
9. bouten en moeren

Een belangrijke veronderstelling was dat met het systeem aanzienlijk goedkoper kon worden gebouwd en dat een prijsvoordeel voor de markt het belangrijkste aankoopargument zou zijn. Daartoe zou dan wel een massaproductie op componentniveau bereikt moeten worden.

De initiatiefnemer vond na ruim vijf jaar ontwerpen en onderzoeken dat het project uit de wetenschappelijke omgeving van de universiteit getild moest worden om ooit tot een succes te kunnen worden.

Om tot dit succes te komen moest er eerst afgerekend worden met de vooroordelen die men had over de toepassing van staal, namelijk; staal is koud (associatie met onbehaaglijkheid en een hoog energieverbruik), staal roest, de kooi van Faraday, bliksembeveiliging, magnetische velden in relatie tot gezondheid. Deze vooroordelen waren de uitkomst van een haalbaarheidsonderzoek dat door A+ adviesbureau werd uitgevoerd. De originele titel 'Stalen drager' werd een verkeerde werktitel gevonden en de naam ISB werd aangenomen.

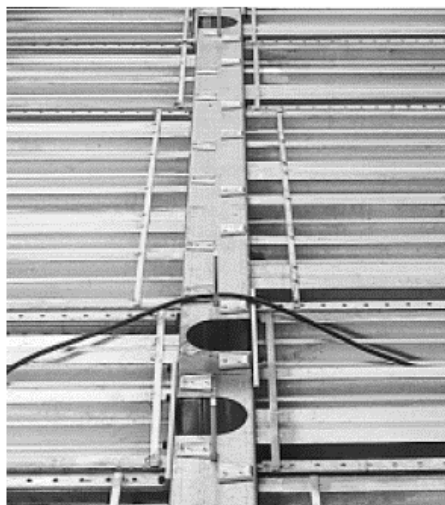
In 1993 werd een minimodule gerealiseerd om de kennis in de praktijk te testen. Deze module was niet gebouwd als modelwoning maar als proefmodule, hierdoor werd een verkeerd beeld opgeroepen. De proefmodule bestond uit twee woningen waarvan 1 woning nog niet was afgebouwd en waarbij het staal zichtbaar was. De realisatiefase werd te vroeg vermengd met de ontwikkeling van het systeem, hierdoor was bijvoorbeeld het trillingsgedrag van de vloer niet voldoende onderzocht en werd dit als negatief beschouwd. Door diverse afhakende participanten en weinig geloof dat ISB een antwoord zou vormen op een toekomstige marktvraag werd de interesse in ISB steeds kleiner.

4.3.2 Knelpunten ISB

Het ISB systeem kende een aantal knelpunten, namelijk:

- Acceptatie van staal als constructie materiaal.
- Prototype was zo afgebouwd dat deze optisch niet afweek van een traditioneel uitgevoerde woning, hierdoor viel het systeem niet op
- Bij belopen was er een trilling merkbaar, iets wat een bewoner/opdrachtgever niet wenst
- Overspanning van de vloercomponenten was in het prototype beperkt tot 4,2 m waarbij een tussenbeuk werd toegepast bij een vloerveld van 2,1 m. Een overspanning van 5,4 meter was gewenst, echter het trillingsprobleem zou dan alleen maar toenemen.
- Break even punt bevond zich pas bij 100 woningen en er werd een aanloop van 3 jaar voorzien.
- Het op voorraad produceren van met name vloerelementen is riskant, aangezien deze in verschillende lengtes leverbaar moesten zijn.
- Budgettaire problemen deelnemers in de ontwikkelingsfase
- Moeilijk verkrijgbare stalen componenten

4.3.3 Beeldvorming ISB systeem



Hoedprofiel met aansluiting stalen vloerelementen



Leidingen geïntegreerd in de staalconstructie



Proefproject volgens het ISB systeem.

4.4 Overgang ISB naar Infra+

Vanwege de ontwikkelingen die zich voordeden rondom het Industrieel Systeem van Bouwen, moest men gaan denken aan een andere productbenadering. In december 1995 meldde A. Gordijn, algemeen directeur van Bouwbedrijven Jongen te Landgraaf, zich als geïnteresseerde. Gordijn bleek een visie te hebben met betrekking tot de marktontwikkeling, die de basis voor de belangstelling vormde.

Gebrek aan arbeid en kostenverhogende effecten daardoor speelden daarin een belangrijke rol. Gesproken werd ook over investeren in een industriële productie. Jongen maakte destijds deel uit van Koninklijke Volker Stevin, dat later samen ging met Kondor Wessels en nu opereert onder de naam Koninklijke Volker Wessels Stevin.

Gordijn was geïnteresseerd in ISB maar had een aantal kritische opmerkingen:

- De trillingsproblematiek moest worden opgelost
- De beukmaat moest integraal onderdeel uitmaken van de vloerelementen
- Het plafond moest integraal onderdeel uitmaken van de vloerelementen

De eisen die werden gesteld bleken binnen een half jaar voor een ommezwaai van ISB naar Infra+ te zorgen. Deze ommezwaai betekende het einde van het ISB systeem.

4.4.1 Veranderingen

De primaire gedachte was om vanwege de industriële haalbaarheid over te stappen van het specifieke ISB profiel op standaard in de handel verkrijgbare staalprofielen. Consequentie van die keuze was dat de dikke leidingen (lucht, riolering) nog maar van één zijde aan te brengen zouden zijn. In Eindhoven was gebleken dat bij vloeren vooral de bovenpositie van belang was. De onderpositie was in het geheel niet gebruikt. Voor de wandelementen was er wel een knelpunt, omdat bij geschakelde woningen beide woningen ontsloten moeten kunnen worden en het staal ook werd gezien als een juridische scheiding tussen twee woningen.

Het eenzijdig bereikbaar zijn voor leidingen betekende dat de andere zijde voorzien kon worden van massa om het trillingsprobleem te reduceren. Door dit element om te draaien ontstond een element, dat nog van bovenuit voor leidingen bereikbaar was. Dit leverde tevens een vlak plafond op, waarmee een aantal handelingen op de bouwplaats kon worden vermeden.

Constructief was er wel iets merkwaardigs aan de hand. In feite was het resultaat nu namelijk dat er een staalplaatbetonvloer was verkregen waarbij het staal aan de drukzijde is gepositioneerd. Dat leidde tot de gedachte om het staal maar weg te laten. Zo ontstond een vloer met naar boven gerichte ribben. De volgende stap was om de ribafstand te variëren en de ribben bovendien te voorzien van gaten, zodat ook leidingen in de andere richting konden worden ontsloten en daarmee in feite ook de noodzaak van standleidingen op bepaalde posities kwam te vervallen.

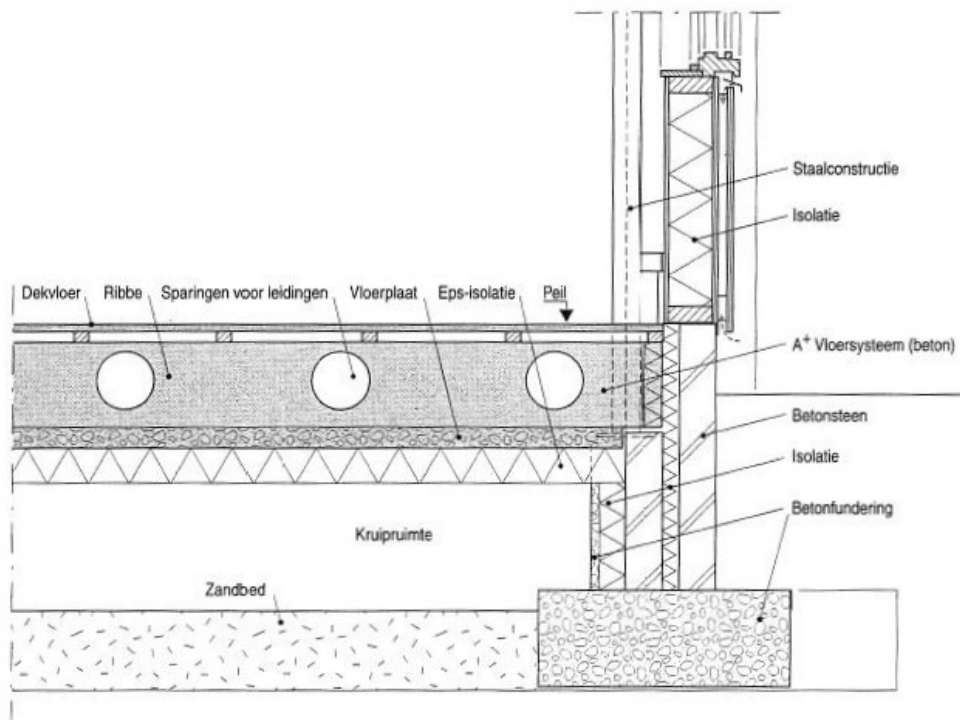
4.4.2 Betonnen variant

In de ontwikkelingsfase zijn er twee varianten van de Infra+ vloer uitgewerkt, namelijk een versie met stalen ribben en een variant met betonnen ribben. De elementen van beton hebben ook ingestorte sparingen met een wat grotere constructiehoogten, wat resulteert in een hoogte van het volledige vloerpakket van 350 mm. De sparingen voor de leidingen in het beton zijn 30 mm groter dan de stalen variant. De ribben steken buiten de betonplaat uit, deze worden gebruikt als oplegpunten op de bouwmuren.

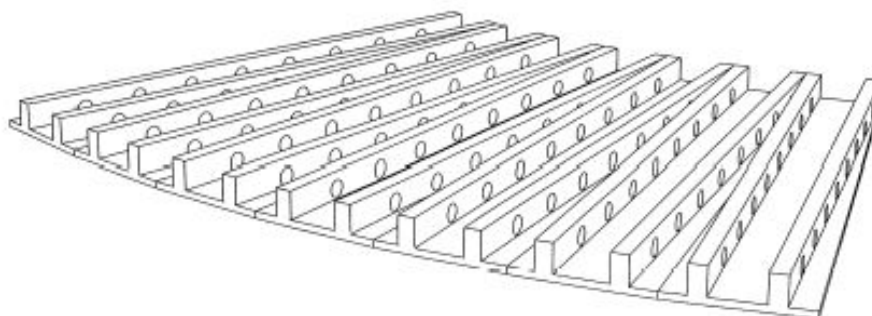
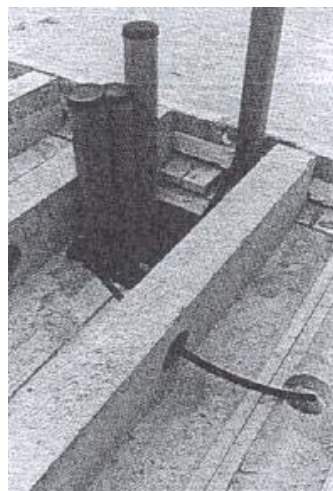
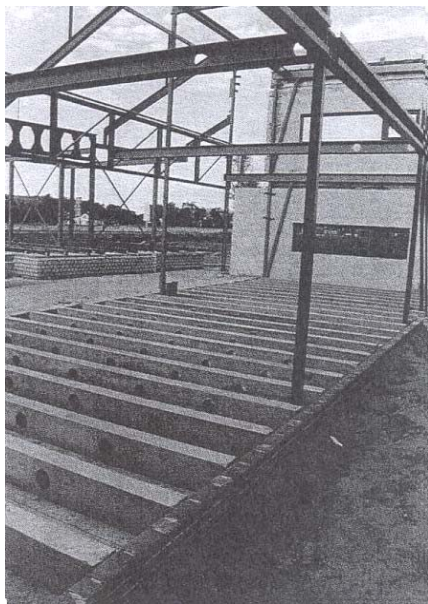
De betonnen elementen worden op zijn kop gestort: onderzijde van de platen is de kistzijde bij het storten, hierdoor is het plafond ook direct glad afgewerkt.

Uit onderzoek vanuit Prefab Limburg bleek dat de stalen variant goedkoper is dan de betonnen versie en men heeft ervoor gekozen om de stalen versie toe te passen

Beeldvorming betonnen variant



*Betonnen variant
van de Infra+ vloer*



*Vloerveld betonnen variant
waarbij een ronding is aan-
gebracht.*

4.4.3 Overzicht van ISB naar Infra+



Oorspronkelijk ISB systeem



Massa om trillingsprobleem op te lossen, leidingen liggen in de vloer



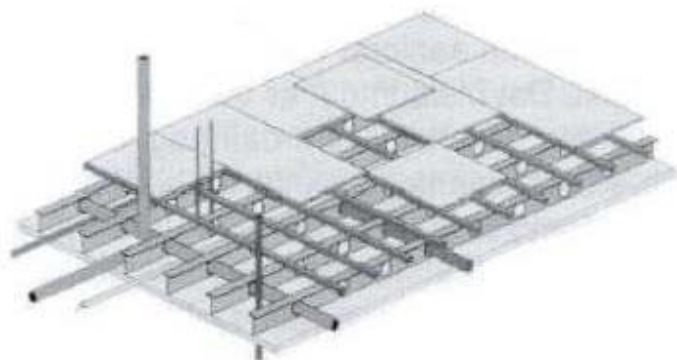
Element omgedraaid om leidingen van bovenuit te bereiken. Combinatie van beton en staal



*Omgekeerde ribbenvloer. Staal weggelaten
Ribben voorzien van gaten*



Ribafstand variëren en ribben voorzien van gaten. Betonnen schil als plafond



Infra+ vloer

4.5 Productgegevens Infra+ vloer

Productomschrijving

Gewapende constructieve vloer bestaande uit een betonnen onderschil met hierin opgenomen ingestorte stalen liggers (onbehandeld staal), gladde onderzijde, naad voorzien van vellingkant. De stalen liggers zijn voorzien van sparingen ten behoeve van leidingdoorvoeren. Levering bouwelementen onder KOMO-keur; staal volgens ISO-9001, Euronorm 44-63. Afmetingen: conform tekeningen.

Wapening betonschil

Staalkwaliteit: FeB 500

Gepuntlast wapeningsnet volgens NEN 6008

Maaswijdte: rond 6/150 mm x rond 5/250 mm; volgens goedkeuring constructeur

Kenmiddellijn: 6 mm

Beton

Betonkwaliteit: B25

Maattoleranties volgens NEN 2889

Volumieke massa: circa 2.450 kg/m³

Dikte betonschil: 70 mm

Plaatbreedte: standaard 2400 mm

Sparingen uitgevoerd in EPS of gasbeton.

Beschadigingen dienen te worden afgewerkt conform de geldende eisen.

Isolatie begane grondvloer

Naar specificatie door opdrachtgever.

Brandwerendheid

Betonvloer: onbrandbaar volgens NEN 6064

De INFRA+ vloer voldoet volgens de eisen uit het Bouwbesluit aan een brandwerendheid van minimaal 120 minuten.

Afdichting van voegen tussen INFRA+ elementen onderling met elastisch blijvende kit of band.

In geval van brandwerende compartimenten: voegen in het werk af te vullen met brandwerende voegvulling.

Schijfwerking

Voorzieningen voor schijfwerking uit te voeren conform berekening van de constructeur en in het werk uit te voeren door de aannemer.

Koppeling van de INFRA+ vloer aan de hoofddraagconstructie

Volgens detailtekeningen.

Montage-/verwerkingsvoorschriften

De verwerking dient plaats te vinden overeenkomstig de door de fabrikant bij de levering te verstrekken verwerkingsvoorschriften.

De oplegging dient vlak te zijn uitgevoerd en dient door de aannemer voor het leggen van de INFRA+ vloeren te worden gecontroleerd.

Topvloer

Specificatie van de topvloer volgens besteksomschrijving van de leverancier van de topvloer.

Thermische eigenschappen

Soortelijke warmte:

$c = 840 \text{ J/kg.K}$

Warmtecapaciteit:

$W = 2 \times 10^6 \text{ J/m}^3\text{K}$

Begane grondvloer met isolatie 80 mm EPS:

$R_c = 2,52 \text{ m}^2\text{K/W}$

Lineaire uitzettingscoëfficiënt volgens NEN 2880:

12.10 tot de macht -6 [K tot de macht -1]

5 Productie Infra+ vloer



5.1 Productie proces

Omdat ik wilde weten hoe de Infra+ vloeren worden geproduceerd, heb ik een afspraak gemaakt via Prefab Limburg met de leverancier van de vloeren. Dat is Pekso te Oosterhout.

Donderdag 17 februari om 10 uur had ik met Xander Vos van Prefab Limburg afgesproken. Daar kreeg ik samen met een nieuwe werknemer van Prefab Limburg een rondleiding in de fabriek waarbij alle handelingen werden uitgelegd.

De productie van de Infra+ vloer elementen loopt in dezelfde volgorde als dat de vrachtwagens geladen worden. Waarbij de elementen die als eerst gelegd worden in het bouwwerk bovenop de stapel elementen op de vrachtauto komen te liggen. De vloer elementen worden gemaakt op stalen mallen van 16 bij 2,4 meter en worden per bewerking automatisch verplaatst naar de volgende bewerking. De productietekeningen verhuizen met de mal mee naar de volgende bewerking, dit systeem kent zijn oorsprong in de automobieliindustrie.

Plotter

Door een machine worden op de stalen mal de plaatsen aangegeven waar later de blokjes komen voor de doorvoersparingen in de betonschil. Zo worden onder andere de plaatsen van de sparingen, centrale elektradozen en andere voorzieningen aangegeven.

Separator robot

Hier worden stalen strippen neergelegd om de lengte van de vloer aan te geven. De stalen strippen liggen vast met behulp van magneten.



Lengtemaat van de vloerplaat wordt hier bepaald

Sparingsbordes

Hier worden blokjes op de stalen mal gelijmd waardoor men later gaten kan boren voor doorvoeren van elektra. Tevens worden de afstandhouders voor de wapening en de centraaldozen geplaatst. Sparingen worden door middel van PS blokken aangebracht.



Links op de foto staan bakken met de blokjes voor doorvoer etc.



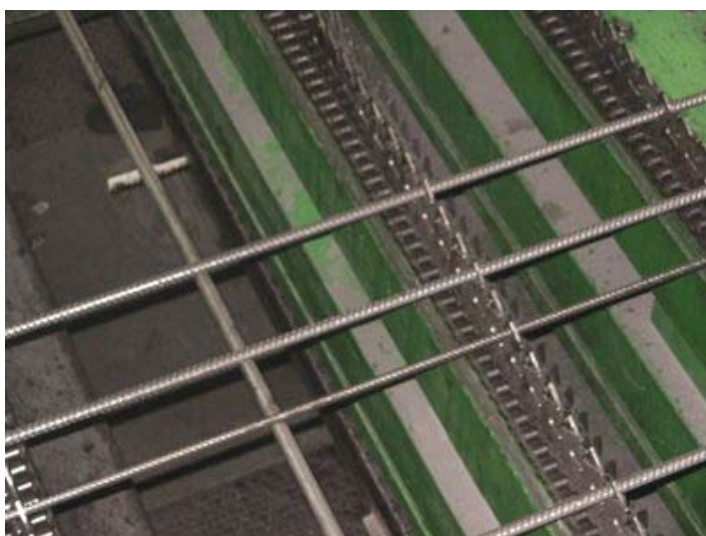
De kunststof ringen dienen als afstandhouders voor de wapening

Toevoegen van wapening

Hier wordt de wapening toegevoegd voor in de betonschil. De wapeningsnetten worden door Pekso zelf gemaakt, dit vindt plaats in een naastgelegen hal. De wapening komt binnen op grote rollen en worden door machines recht gemaakt en op de juiste lengte afgesneden. Pekso maakt voornamelijk breedplaatvloeren en levert wapeningsnetten aan andere fabrikanten.



Met dit apparaat wordt de wapening aangevoerd



Wapening klaargelegd voor lassen

Assemblage

De tralieliggers voor de breedplaatvloeren of de IPE profielen voor de Infra+ vloeren worden op de matten gehesen. Hier worden de leidingen geplaatst voor de betonkernactivering, waarbij de leidingen worden vastgezet. Tevens wordt de wapening dmv. binddraad met elkaar verbonden.



Leidingen ten behoeve van betonkernactivering



Blokje voor leidingdoorvoer in betonschil



PS vulstukken om sparing in het beton te maken



Wapening voor koppelen van de vloerplaten volgens de natte methode. De natte methode houdt in dat de elementen onderling worden verbonden dmv extra wapening en een laag beton.



Einde van IPE profiel met oplegstrip



Diverse gaten in IPE profiel. Aangelaste wapening te zien voor koppeling IPE aan betonschil



Infra+ vloer klaar voor het storten van het beton

Storten beton

In een aparte ruimte wordt het beton gestort en verdicht door middel van trillen. Daar worden de labels bevestigd.



Vloerplaat voor het storten (in dit geval een breedplaatvloer)



Vloerplaat na het storten (in dit geval een breedplaatvloer)

Droger

Na het storten gaat de mal een droogruimte in waar het ongeveer 40 graden is. Deze ruimte ligt direct naast de ruimte waar het beton gestort wordt.

Losbordes

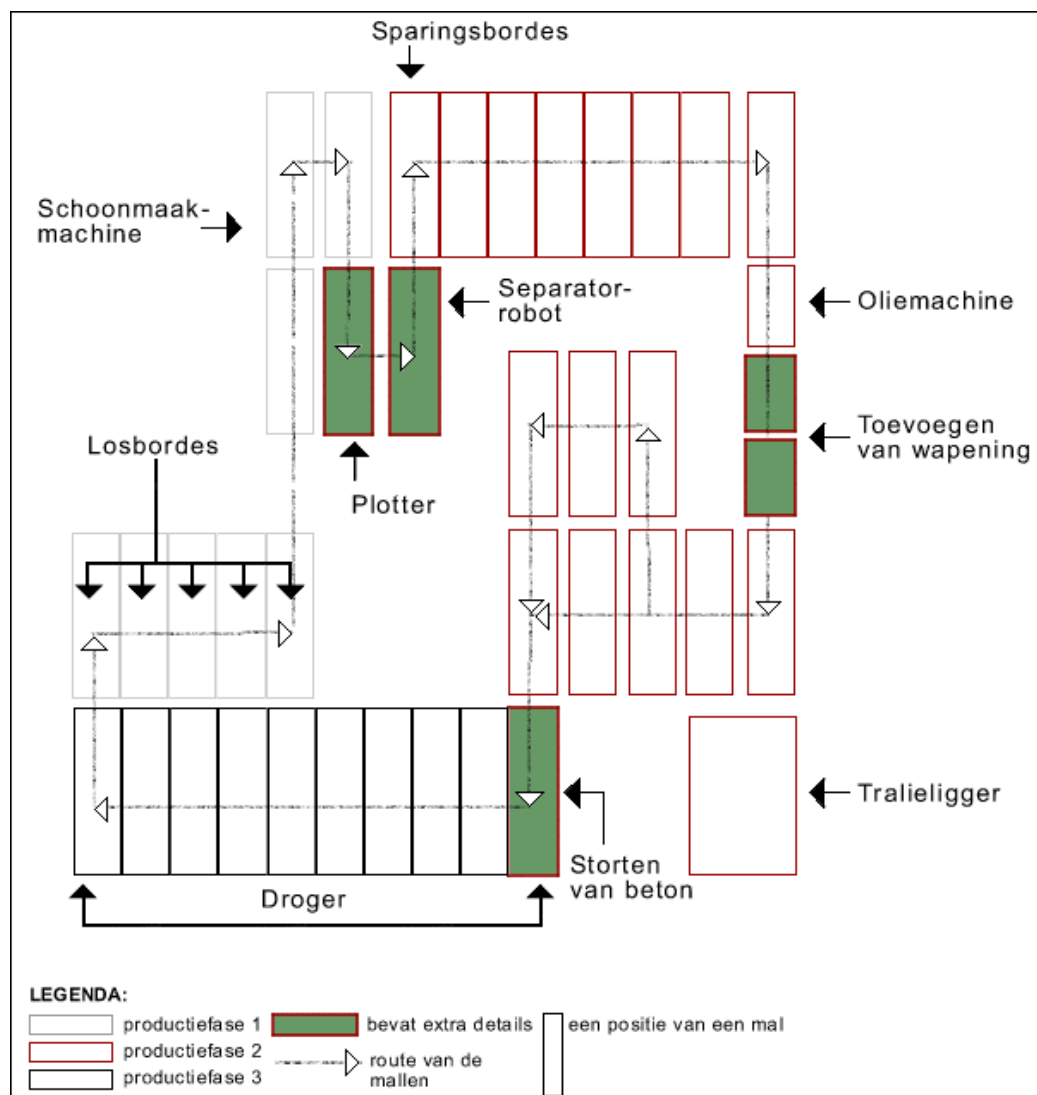
Hier worden de elementen uit de mallen getild en op de vrachtauto getild, klaar voor levering aan de bouwplaats.

Eindresultaat



Op deze foto is het eindresultaat te zien, dit Infra+ vloer element is klaar om in het werk geplaatst te worden. De wapeningtrali's dienen als koppeling tussen de vloerelementen waarbij extra beton wordt gebruikt.

Schematische weergave van het productieproces Pekso



Deze afbeelding geeft de stappen weer die eerder zijn beschreven.

6 Topvloer



6.1 Zwaluwstaart vloer

In dit hoofdstuk worden twee typen topvloeren besproken die worden toegepast bij de Infra+ vloer.

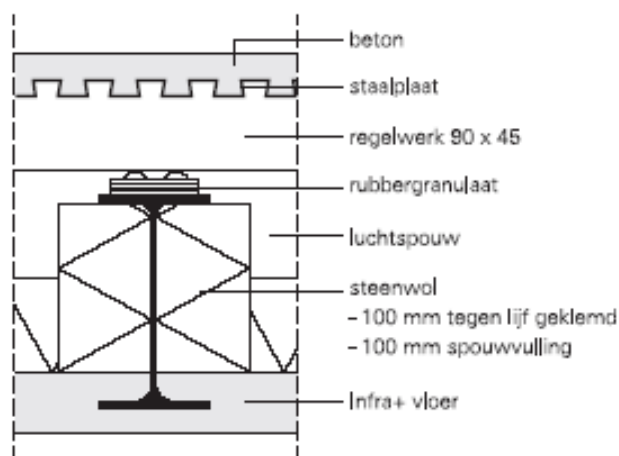
Na het monteren van de leidingen kan de topvloer worden aangebracht. Die kan bestaan uit een dunne zwevende geluidsisolerende en brandveilige betonvloer op basis van zwaluwstaartplaten. Akoestische ont koppeling van de constructieve topvloer wordt met CDM gemodificeerd rubbergranulaat type 45017/17-9 met een dikte van 17 mm gerealiseerd.



Toepassing van zwaluwstaartvloer met Infra+ vloer

6.1.1 Technische gegevens zwaluwstaart plaat

Nominale breedte:	630 mm
Werkende breedte:	610 mm
Handelslengtes:	1220 mm / 1530 mm / 1830 mm / 2000 mm
Maatlengtes:	500-6000 mm
Lengtetolerantie:	1-4 mm
Breedtetolerantie:	1-3 mm
Weerstandsmoment W_{ef} :	3,0 cm ³ /m1
Traagheidsmoment I_{exp} :	3,6 cm ⁴ /m1
Staaldikte:	0,5 mm
Profielhoogte:	16 mm
Flensbreedte:	38/34 mm
Gewicht:	0,058 kN/m ²
Standaard vlak afgewerkte kifbeton dikte:	16 mm profielhoogte + 34 mm = 50 mm
Betonsamenstelling en kwaliteit:	Kifbeton (Fijn grind beton) B25



Detail Infra+ icm. zwaluwstaartvloer

Onderstaande tabel kan worden gebruikt voor het controleren van het draagvermogen van de betonvloer bij diverse betondiktes en overspanningen.

H t mm	L t mm	Extra toelaatbare belasting kN/m ² (p extra)	Prep kN/m ² (kgf/m ²)					Pu kN/m ²
			1.75 (175)	2.5 (250)	3.0 (300)	4.0 (400)	5.0 (500)	(kgf/m ²)
50	900		17.7	17.0	16.5	15.5	14.5	17.7 (1770) * *
50	1200		12.0	11.3	10.8	9.8	8.8	
50	1500		7.9	7.2	6.7	5.7	4.7	
50	2000		4.3	3.6	3.1	2.1	1.1	

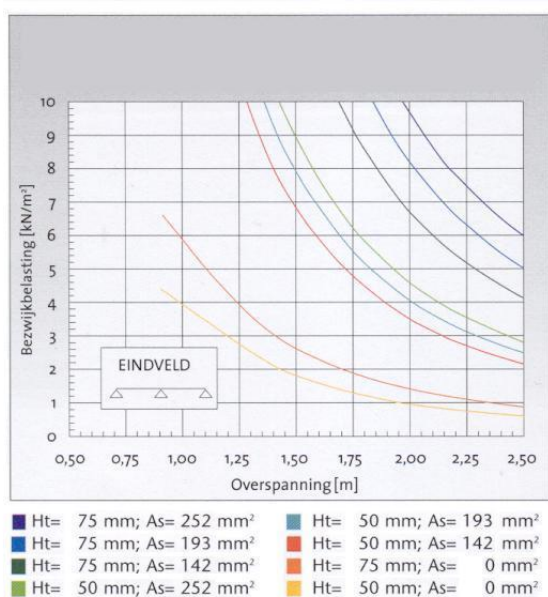
- Ht = Profielhoogte + kifbeton (fijn grind beton)
 Lt = overspanning in mm
 Pextra = extra toelaatbare gelijkmatig verdeelde belasting
 Prep = gelijkmatig verdeelde belasting conform NEN 6702
 Pu = gemeten gemiddelde bezwijkbelasting
 * = niet getest

Draagkracht zwaluwstaartvloer

Bij een vloerdikte van 50 mm (profielhoogte + kifbeton) en een overspanning van de ondersteuningconstructie van maximaal h.o.h. 1000 mm kan de vloer een puntlast F rep van 7 kN op een oppervlak van 100 x 100 mm dragen.

Brandwerendheid

Zowel de Infra+ vloer systeemvloer als de zwaluwstaartplaat fijn grind betonvloer zijn onbrandbaar volgens NEN 6064. Het totale systeem heeft een brandwerendheid van 90-120 minuten en voldoet daarmee aan de eisen van het Bouwbesluit, die voor compartimenteringen (WBDBO) op 60 minuten is gesteld.



Grafiek 60 minuten brandwerendheid waarbij de bezwijkbelasting uit wordt gezet tegen de over-spanning bij een 50 mm dikke zwaluwstaartvloer afgewerkt met kifbeton B25

6.1.2 Leg advies zwaluwstaartvloeren

Veiligheid

De randen van de zwaluwstaartplaten kunnen scherp zijn, daarom is het dragen van beschermende handschoenen en veiligheidsschoenen aan te raden.

Leggen van de platen

De zwaluwstaartplaten dienen met de gleufrichting haaks over de ondersteuningsconstructie te worden gelegd. In de breedterichting kunnen de platen eenvoudig tegen elkaar gelegd worden. Alleen de onder- of boven zijflenzen overlappen elkaar. In de lengterichting bedraagt de overlap tenminste 50-100 mm dragend op een balk. Standaard legvolgorde is een eerste rij platen achter elkaar, waarvan de eerste plaat met het merkteken onder, de volgende met het merkteken boven etc. De rij ernaast begint ook met een plaat met het merkteken onder etc. Ook kunnen de platen in halfsteensverband worden gelegd.

Afkorten en sparingen

Voor het op maat maken van de zwaluwstaartplaten, zowel in de breedte- als in de lengterichting, kan het beste een carborundumschijf worden gebruikt. Sparingen kunnen met hetzelfde gereedschap of met een decoupeerzaag worden gerealiseerd.

Vloerverwarming

De vloerverwarmingleidingen worden met behulp van zadels en parkers op de bovenflens van de zwaluwstaartplaten gemonteerd.

Beton aanbrengen

Bij de verwerking van de platen dient men zich te bedenken dat deze eerst alleen als speciedrager dienst doen en dat ze pas als de betonmortel is verhard als wapening gaan fungeren. Het is daarom in principe niet mogelijk om in de betonmortel direct een keramische of natuursteen vloerafwerking aan te brengen. Terrazzo (granito) vloeren dienen altijd op een ondergrond van vlak afgewerkt beton te worden aangebracht.

Samenstellen en afreien

De Kifbetonspecie dient als volgt te worden samengesteld:

- in massadelen 1 portlandcement: 3 betonzand (0-4 mm): 1,2 fijn grind (2-8 mm)
- in volumedelen 1 portlandcement: 2 ½ betonzand (0-4 mm): 1 fijn grind (2-8 mm)

Het verdient de aanbeveling om fabrieksmatig voorgemengde Kifbetonmortel toe te passen. Verpompen van dergelijke Kifbetonmortels, bijvoorbeeld met een Bredel vloerenleggersmortelpomp behoort tot de mogelijkheden.

Voor constructieve dekvloeren met een puntlast eis $F_{rep} 7 \text{ kN}/100 \text{ cm}^2$ of met overspanningen van 1200 – 1500 mm is betonkwaliteit B25 vereist.

Geadviseerde betondiktes:

Standaardvloer woningbouw: $16 + 20 = 36 \text{ mm}$

Standaardvloer utiliteitsbouw: $16 + 30 = 46 \text{ mm}$

Geluidsisolerende vloer: $16 + 34 = 50 \text{ mm}$

Samenwerkende vloer: $16 + 30 = 46 \text{ mm}$

Vloerverwarming: $16 + 20^* + 20/25 = 56/61 \text{ mm}$

*aanname diameter verwarmingsbuizen

6.2 Cementgebonden vezelplaat

Een ander type plaat dat wordt gebruikt als topvloer op de Infra+ vloer is de cementgebonden vezelplaat. Deze plaat wordt op Omega profielen gelegd die weer op de stalen profielen liggen van de Infra+ vloer.

Een voorbeeld is de vezelplaat van Fermacell.

Dikte: 30 mm

Gewicht: 26 kg/m²

Maximale toelaatbare puntbelasting: 2,5 kN

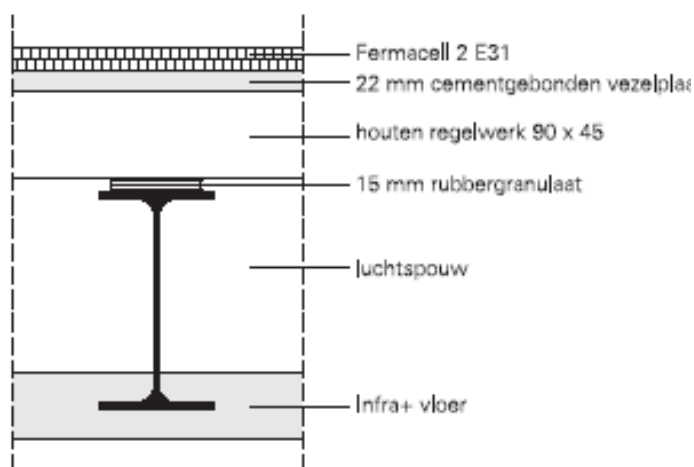
Brandwerendheid van bovenaf: Normaal 60 minuten maar omdat de betonschil brandwerend is bedraagt de brandwerendheid van bovenaf 90 minuten.



Er zijn diverse mogelijkheden om de vloerplaten te bevestigen op de Infra+ vloer:

- Het plaatmateriaal wordt geschroefd op omega profielen of houten regelwerk
- Cementgebonden vezelplaat met messing en groef

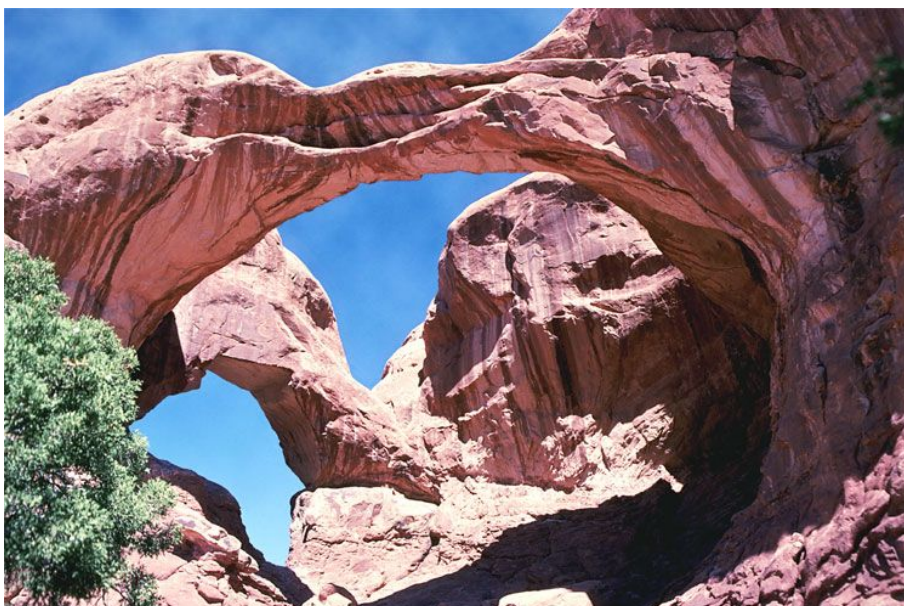
Bij toepassing in natte ruimten moet er een waterdichte coating worden aangebracht, bijvoorbeeld bij badkamers.



Detail Infra+ i.c.m. cementgebonden vezelplaat

(In verband met de gestelde prioriteiten verdient dit onderwerp een nader onderzoek)

7 Constructief



7 Constructie algemeen

De stalen liggers, ook wel de Infra+ liggers genoemd, verzorgen de overspanning. De Infra+ liggers worden door Prefab Limburg bepaald, waarbij er rekening wordt gehouden met het gatenpatroon. De vloer wordt berekend op sterkte, doorbuiging en eigenfrequentie.

De betonschil, ook wel Infra+ schil genoemd, is het uiteindelijke plafond van de onderliggende ruimte. De betonschil heeft nog meer functies dan alleen als plafond te dienen, namelijk: waarborgen van de brandwerendheid van meer dan 145 minuten, werkvloer tijdens de bouw, drager van installaties, akoestische functie en verzorgt de schijfwerking/stabiliteit van een gebouw. Voordat begonnen wordt met het afmonteren van de vloer elementen dient de onderzijde gecontroleerd te worden op vlakheid. Als het plafond vlak en de naadovergangen tussen de platen goed sluitend zijn, kan begonnen worden met het afmonteren.

7.1 Infra+ ligger

Voor de Infra+ liggers wordt doorgaans gekozen voor IPE en IPE-A profielen. Soms worden HEA en HEB liggers toegepast. De staalkwaliteit van de gewalste profielen is vastgelegd in de volgende normen:

EN10029: 1992

EN11025: 1993

EN10113: 1993

De maatafwijkingen zijn vastgelegd in de normen: EN10034: 1993
N10024: 1995

EN10034: 1993

N10024: 1995

Het staal dat is toegepast in de Infra+ vloeren is blank staal (onbehandeld). Uit onderzoek is gebleken dat het staal niet behandeld hoeft te worden omdat het gebouwklimaat ervoor zorgt dat de roestvorming die tijdens opslag of uitvoering is ontstaan niet verder zal gaan.

Bij de berekening van de ligger wordt de invloed van de gaten meegenomen. De positie, afmetingen en aantal gaten bepalend de uiteindelijke doorbuiging, kipgevoeligheid en eigenfrequentie.



Proefopstelling voor draagvermogen vloer

7.2 Infra+ betonschil

De betonkwaliteit die wordt toegepast voor de betonschil is B25. De schil is 70 mm dik en voorzien van een doorgaand net onder de Infra+ liggers door, het standaard net is FEB500 $\varnothing$ 6 - 150 mm.

Om te voorkomen dat de betonschil van de liggers wordt losgescheurd, wordt er ook wapening tussen de liggers aangebracht $\varnothing$ 6 – 300 mm bovenop de onderflens.



7.2.1 Plaatkoppeling

Omdat de individuele platen vaak moeten samenwerken om schijfwerking van het gebouw te waarborgen worden platen door middel van een plaatkoppeling aan elkaar bevestigd.

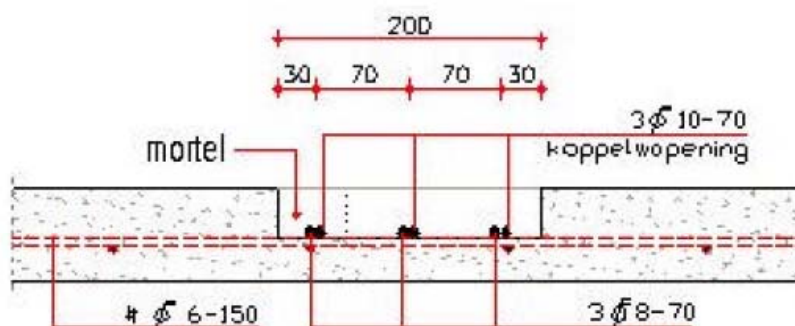
Er zijn twee methoden om de platen onderling te koppelen: - Natte methode
- Droge methode

De keuze van deze systemen hangt af van de bouwsnelheid, waarbij de droge methode sneller is en het meest wordt toegepast.

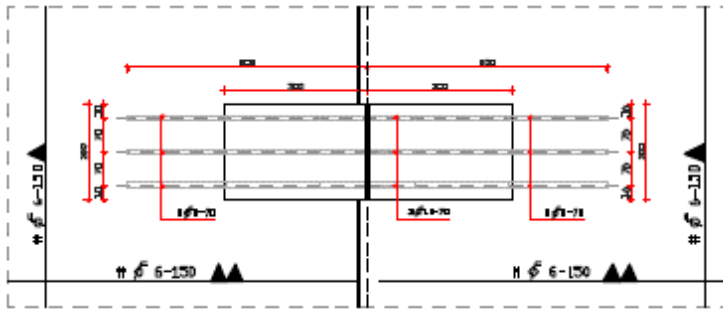
Natte methode

In de vloerelementen worden wapeningliggers meegestort die boven de betonschil uitsteken. Op de bouwplaats wordt de wapening met elkaar verbonden door er beton overheen te storten. De betondekking moet minimaal 15 mm bedragen.

De aannemer legt 3 $\varnothing$ 10 l = 500 mm. Wapening bij en stort de natte verbinding aan met Beamix five star 180 ondersabelingsmortel of Rhinofil van Metzger gietmortel conform de voorschriften van de fabrikant.



Verticale doorsnede over een inkassing voor de natte koppelmethode met beton.



Horizontale doorsnede van de aansluiting van twee vloervelden met koppeling van beton.

In de plaat wordt een inkassing aangebracht waar standaard 3 Ø 8 stekeinden in uitkomen. In het werk wordt dan koppelwapening aangebracht, die de koppeling tussen de verschillende platen waarborgt. De wapening in de koppeling wordt aangepast aan de berekende krachten, maar is minimaal 3 Ø 10 per koppeling.

De uiteindelijke rekenwaarde voor de natte verbinding zijn:

Drukkracht: $F_{y;d}$: 120 kN

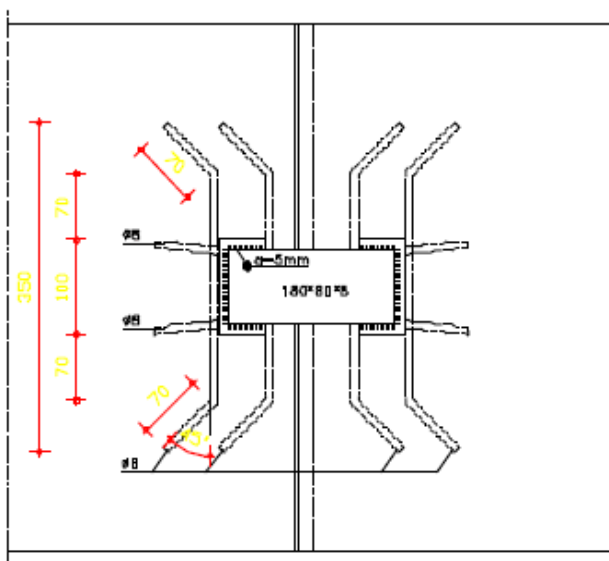
Trekkracht: $F_{y;d}$: 45 kN

Afschuiving: $F_{y;d}$: 29 kN

Droge methode

Een hoekstaal met aangelaste wapening wordt in de plaat ingestort. De aangelaste wapening wordt berekend op de optredende krachten maar is minimaal 2 Ø 8 ophangwapening + 2 Ø 8 ankers. Wanneer nodig kan deze wapening verzwwaard worden.

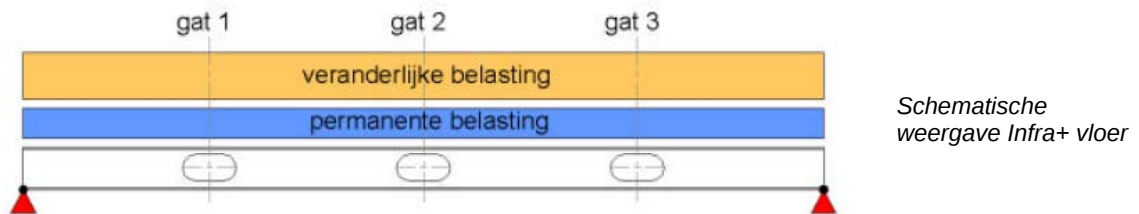
Op de bouwplaats wordt op de platen van de vloerelementen een stalen plaat gelast. Bij een hart of hart afstand van 1200 wordt er een stalen plaat van bijvoorbeeld 180 x 200 x 6 mm gelegd. Wanneer de hart op hart afstand 600 bedraagt kan men ervoor kiezen om de plaat van staalprofiel naar staalprofiel te leggen en deze onderling te verlassen.



Horizontale doorsnede van een koppeling met stalen plaat

7.3 Infra+ liggerberekening

7.3.1 Permanente belasting



De permanente belasting bij Infra+ bestaat uit:

Eigengewicht betonschil:	1,75 kN/m ²
Eigengewicht Infra+ ligger:	0,19 – 0,45 kN/m ²
Eigengewicht plaatmateriaal:	0,35 – 0,45 kN/m ²
Eigengewicht topvloer beton:	0,90 – 1,10 kN/m ²

Het gemiddelde eigengewicht van de Infra+ vloer is ca. 2,50 kN/m² inclusief topvloer.

7.3.2 Veranderlijke belasting

Voor de veranderlijke belastingen wordt door Prefab Limburg de volgende waarden aangehouden:

Personen (kantoren)	2,50 kN/m ²
Personen (woningen)	1,75 kN/m ²
Niet dragende binnenwanden:	1,50 kN/m ²

Het kan zijn dat ruimten binnen een gebouw berekend moeten worden op een zwaardere belasting, bijvoorbeeld bij archiefruimten of bij technische ruimten. Om een even dik vloerpakket door het hele gebouw te behouden kunnen de Infra+ liggers bij zwaardere belastingen dichter op elkaar gelegd worden of zwaar worden uitgevoerd. (HEA ipv. een IPE)

7.3.3 Doorbuiging

De optredende belasting in de bruikbaarheids grenstoestand wordt bepaald volgens de incidentele combinatie, conform NEN 6702/A1:1997. Het ten gevolge van deze belasting optredende krachtenverloop en de bijbehorende vervorming worden bepaald volgens de algemeen geldende mechanica-regels.

7.4 Oplegdetails

De oplegging is geschikt om de volgende functies te vervullen:

- Belasting ten gevolge van eigen gewicht en vloerbelasting volgens NEN 6702 op de hoofddraagconstructie over te dragen.
- Belasting ten gevolge van schijfwerking op de hoofddraagconstructie over te dragen

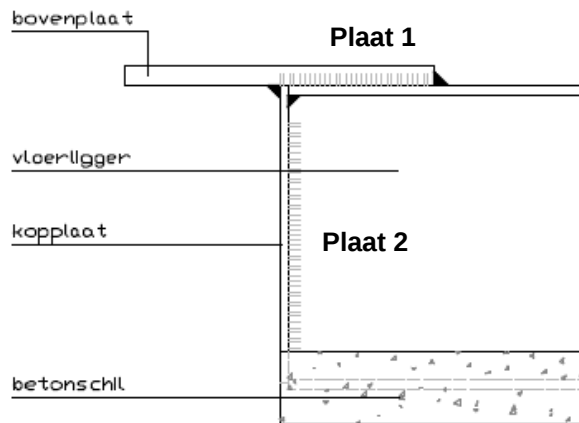
Opbouw oplegdetail

Plaat 1

Op de bovenzijde van de flens van de Infra+ ligger wordt een plaat met dikte t_1 rondom gelast. Deze plaat steekt aan beide zijden 10 mm ten opzichte van de flens van de ligger uit om voldoende ruimte te hebben voor de lassen.

Plaat 2:

Op de kopse kant van de stalen ligger in de Infra+ vloer wordt een plaat met de dikte t_2 gelast.



Constructieve werking

Plaat 1:

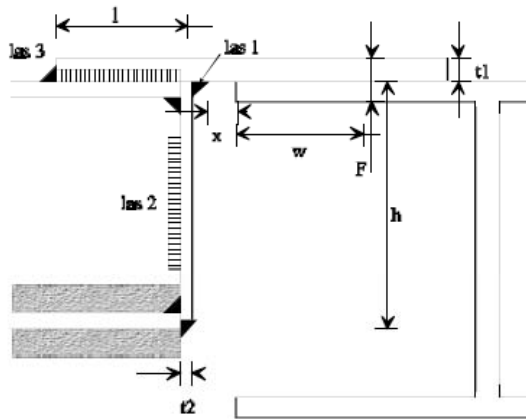
Plaat 1 wordt opgelegd op de stalens flens van de hoofddraagconstructie. De optredende reactie ter plaatse van de oplegging levert een moment in plaat 1. Dit moment is maximaal ter plaatse van de kopplaat (plaat 2). Het moment wordt opgenomen door de lassen waarmee plaat 1 rondom is vastgezet.

Plaat 2:

De reactiekracht ter plaatse van plaat 2 wordt op afschuiving afgedragen op het lijf van de Infra+ ligger. De kracht wordt overgedragen van plaat 1 op plaat 2 via de lassen tussen beide platen en de lassen tussen plaat 2 en de flens van de Infra+ ligger.

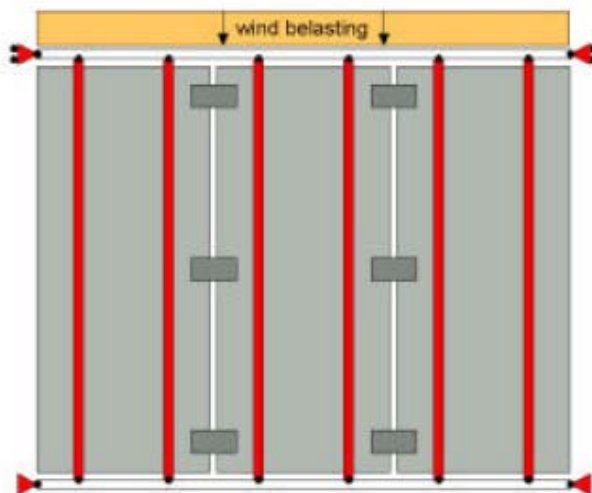
Schijfwerking:

De schuifkrachten die ontstaan bij schijfwerking worden via plaat 2 van het beton op de hoofddraagconstructie overgedragen. Hiertoe wordt plaat 2 belast op afschuiving. De krachten worden overgedragen via de lassen tussen plaat 2 en de beiden flenzen van de Infra+ ligger.



Principe werking van de schijfwerking

De windbelasting wordt via de stalen profielen of direct via de betonschil ingeleid. Deze belasting wordt via schijfwerking afgevoerd naar de stabiliteitselementen. De afzonderlijke betonschijven worden door middel van de in het werk te storten koppelingen aan elkaar gekoppeld, zodat de krachten naar de stabiliteitselementen kunnen worden geleid. Eventueel kan er gebruik worden gemaakt van een trek/drukband die gevormd wordt door de hoofddraagconstructie.



7.5 Brand

Eisen omtrent brand worden behandeld in hoofdstuk 11.

7.5.1 Maximale draagkracht bij brand

Uit brandtesten is bekend wat de temperatuurontwikkeling is ter plaatse van de onderflens van het stalen profiel op verschillende momenten van de brandproef.

Maximale toelaatbare staalspanningen onderflens:

Tijdsduur (min.)	Temperatuur (°C)	Max. staalspanning (N/mm ²)
30	342	235
60	519	174
90	639	85
120	713	52

De in de bovenstaande tabel weergegeven waarden zijn de maatgevende resultaten, gemeten bij de brandproef uitgevoerd door TNO, rapportnummer 006.00743/01.01. november 2000.

7.5.2 Schijfwerking bij brand

Maximale toelaatbare staalspanningen wapening:

Tijdsduur (min.)	Temperatuur (°C)	Max. staalspanning (N/mm ²)
30	342	435
60	519	324
90	639	157
120	713	96

Gemeten bij de brandproef uitgevoerd door TNO, rapportnummer 006.00743/01.01. November 2000.

7.6 Overspanning

Overspanning	Vloerdikte (incl. topvloer)	Profiel IPE (hoh. 1200 mm)	Eigen gewicht (incl. topvloer)
4500 mm	275 mm	-	-
< 5400 mm	300 mm	200	3,2 kN/m ²
< 7200 mm	365 mm	270	3,0 kN/m ²
< 9600 mm	455 mm	360	2,9 kN/m ²
> 9600 mm tot 14400 op aanvraag			
Uitgangspunten: Veranderlijke belasting 2,5 kN/m ² Lichte niet dragende scheidingswanden 0,8 kN/m ² Topvloer 1,0 kN/m ²			

De maximale overspanning bedraagt 14,4 meter

8 Betonkernactivering



8.1 Wat is betonkernactivering?

Een belangrijk doel voor elk bouwplan is het creëren van een comfortabel binnenklimaat. Om het hele jaar door een hoog intern comfort te bereiken, is het koelen van de ruimte vaak net zo belangrijk als het verwarmen ervan. Daarbij is het verhogen van de temperatuur van de betreffende ruimte vaak vele malen gemakkelijker dan het verlagen ervan.

De toepassing van moderne technologieën op het gebied van communicatie en apparatuur heeft de laatste jaren tot een constante stijging van het stroomverbruik en de interne warmtelast geleid. Samen met de warmteafgifte van verlichting, van mensen en van de zon via grote ramen, kan deze vorm van warmte op hete zomerdagen alleen met adequate koelmiddelen afgevoerd worden. Aangezien met ook in de zomer naar een aangename temperatuur streeft, wordt in veel gevallen het zwaartepunt bij de bouw van gebouwen in toenemende mate verlengd van verwarming naar koeling.

Betonkernactivering is het beïnvloeden van de temperatuur van de bouwmassa, het doel hiervan is met een minimaal energieverbruik een aangenaam binnenklimaat te creëren.

8.2 Behaaglijkheid

Men kan zeggen dat een mens zich behaaglijk voelt, indien het complex van omgevingscondities zodanig is, dat hij daardoor niet gehinderd wordt bij het uitoefenen van zijn dagelijkse bezigheden. Onder 'dagelijkse bezigheden' moet daarbij worden verstaan het verrichten van de dagelijkse arbeid, als de perioden van ontspanning binnenshuis of recreatie buitenshuis alsmede de noodzakelijke perioden van nachtrust.

Een aantal voorbeelden van bouwfysische eisen die door de mens ten aanzien van behaaglijkheid in het algemeen worden gesteld zijn:

- Bescherming tegen winterse kou en zomerse hitte (warmte probleem).
- Het voorkomen van tochtverschijnselen (stromings-temperatuurprobleem).
- Het weren van hinderlijke geluiden afkomstig van burens of van buiten (akoestisch probleem).
- Het voorkomen van oppervlaktecondensatie op muren en ruiten (vocht-temperatuur-probleem).
- Het bevorderen van een goede ventilatie met verse en frisse lucht, waarmee tevens het optreden van stank moet worden voorkomen (warmte-vocht-stromingsprobleem) Hierin kan eventueel luchtverontreiniging worden betrokken.
- Het optimaal benutten van de mogelijkheden van het buitenklimaat ten aanzien van bezonning, wind, etc.
- Het bevorderen van doelmatige en comfortabele verlichting.
- Het voorkomen van verblinding.

Voorbeelden

Binnenshuis

- De luchttemperatuur in een ruimte
- De oppervlaktetemperatuur van de omgevende wanden, plafond en vloer, waarvoor een stralingstemperatuur als maat kan worden gedefinieerd.
- De vochtigheidsgraad van de lucht.
- De luchtbeweging in het vertrek, zowel naar ruimtelijk patroon als naar snelheid.
- Het geluidsniveau ter plaatse.
- Het verlichtingsniveau ter plaatse van daglicht en/of kunstlicht.

Buitenshuis

- Het geluidsniveau ter plaatse ten gevolge van verkeers-, vliegtuig- en industrielawaai.
- De windsnelheid en richting als maat voor de verstoringen van de heersende wind.
- Fysische factoren waarmee optimale bezonning eventueel beschaduwning is te realiseren op plaatsen, waar dat gewenst is, zowel buitenshuis (speelplaatsen) als binnenshuis.

8.2.1 Thermisch comfort

Luchttemperatuur

Bij ruimte temperaturen van ongeveer 20 a 30 °C presteren mensen het beste. Zowel te hoge als te lage ruimtetemperaturen leiden tot een snelle afname van de werkprestaties.

Zonder verkoelende maatregelen kan de ruimtetemperatuur in het bijzonder bij gebouwen met veel glasoppervlak, door de straling van de zon en door de intern geproduceerde warmte, oplopen tot 30 °C en hoger. Dit doet aanmerkelijk afbreuk aan het comfort en dus aan de prestaties van mensen.

Door de toepassing van bouwdeelactivering kan de ruimtetemperatuur naargelang de beschaduwing van de ramen, op een niveau van 24 °C tot maximaal 28 °C gehandhaafd worden. Deze temperaturen worden bij een overeenkomstig hoge buitentemperatuur nog als aangenaam ervaren.

Oppervlaktetemperatuur

De ideale oppervlaktetemperatuur van de omringende oppervlakten ligt tussen de 23 – 25 °C. Bij het ontwerp moet erop gelet worden dat de temperatuur van betreffende oppervlakten niet lager dan 19 °C en hoger dan 23 °C wordt. Bij mensen die zittend werk doen, mag de oppervlaktetemperatuur van de vloer niet minder dan 20 °C bedragen.

Wanneer er warmtevraag is, is het van belang dat verlies door kou bij de ramen zo veel mogelijk vermeden wordt. Daarvoor moeten er ramen met een geringe warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) gemonteerd worden). In extreme gevallen (bij grote ramen), moeten de koude zondes met andere verwarmingssystemen gecompenseerd worden. Deze moeten met een aparte verwarmingsgroep, die een hogere temperatuur heeft worden verwarmd. Om de straling van de zon (warmte inbreng) door de ramen te verhinderen, moet bij het ontwerp van het gebouw rekening worden gehouden met ramen met een lage totale energiedoorlatingsfactor (g-waarde).

Luchtvochtigheid

Om de eventueel aanwezige vochtigheid en de verbruikte lucht, die schadelijke stoffen bevat, uit de ruimte te verwijderen, is luchtventilatie noodzakelijk. Aangezien zowel de koeling als de verwarming van de ruimte door middel van de thermische bouwdeelactivering plaatsvinden, kan een ventilatiesysteem ontworpen worden met een lager vermogen. Daardoor ontstaan er slechte geringe luchtbewegingen in de ruimten. Tocht, extra warmte-inbreng op hete zomerdagen of overmatig energieverlies in de wintermaanden door open ramen en de daaraan gerelateerde verlies van comfort worden zo vermeden.

Andere factoren die het comfort kunnen beïnvloeden zijn:

- de kleding van personen
- werkzaamheden van de personen

8.3 Het warmtepompsysteem

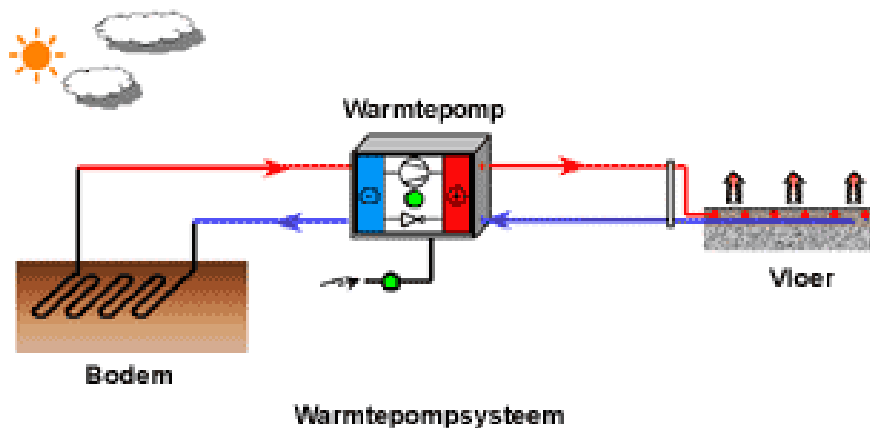
Betonkernactivering wordt zoals eerder gemeld gebruikt om het klimaat binnen een gebouw te beheersen, waarbij 's zomers wordt gekoeld en 's winters wordt verwarmd. De temperaturen bij verwarmen zijn relatief laag en met spreekt dan ook van lage temperatuur verwarming.

De leidingen ten behoeve van de betonkernactivering kunnen in de wanden en vloeren van een gebouw worden opgenomen. In dit verslag zal ik met name de toepassing in vloeren behandelen.

Gratis energie in de vorm van warmte is op allerlei plaatsen om ons heen opgeslagen, zoals in de lucht, in het water en in de aarde. De warmtepomp kan deze "niet direct bruikbare" warmte omzetten naar bruikbare warmte. De "niet direct bruikbare" warmte wordt gebruikt als warmtebron voor de warmtepomp.

Een warmtepompsysteem bestaat uit drie hoofdgroepen, te weten:

- het bronsysteem
- de warmtepomp
- het afgiftesysteem

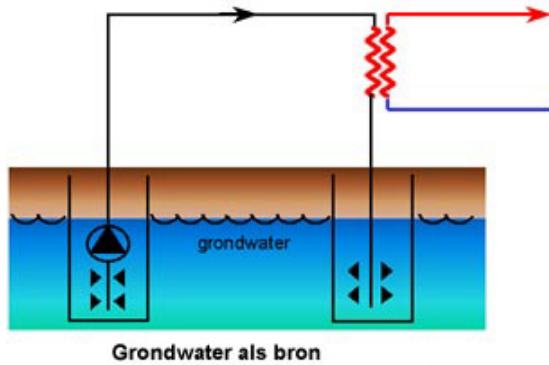


8.3.1 Bronsysteem

De soorten warmtebronnen die we gebruiken met de warmtepomp zijn:

Grondwater als bron

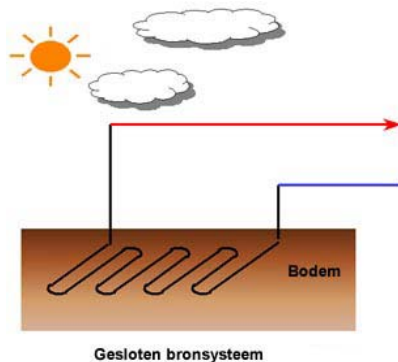
Er wordt grondwater met een temperatuur van circa 11 °C uit een boorput onttrokken en naar de verdampelaar van de warmtepomp gevoerd. Het afgekoelde grondwater wordt vervolgens terug de grond in gevoerd. Men kan in de zomersituatie hierdoor ook koelen.



Gesloten bronsysteem

Een gesloten bronsysteem bestaat uit een kunststof slangenstelsel (de collector), aangebracht in de grond. In deze gesloten collector(en) circuleert een antivriesmengsel.

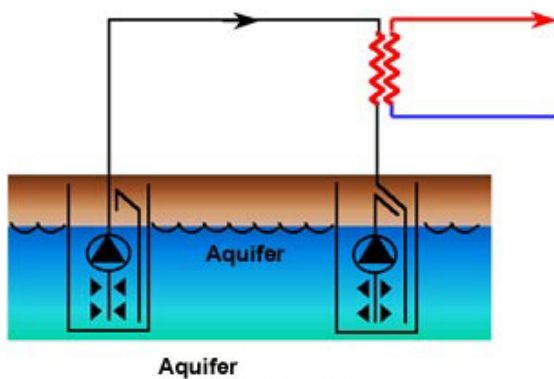
De collector kan verticaal en horizontaal in de grond worden aangebracht. Daar zijn verschillende technieken voor, zoals boren, drukken, trillen, etc. De gesloten bronsystemen worden veelal toegepast in de woningbouw.



Aquifer

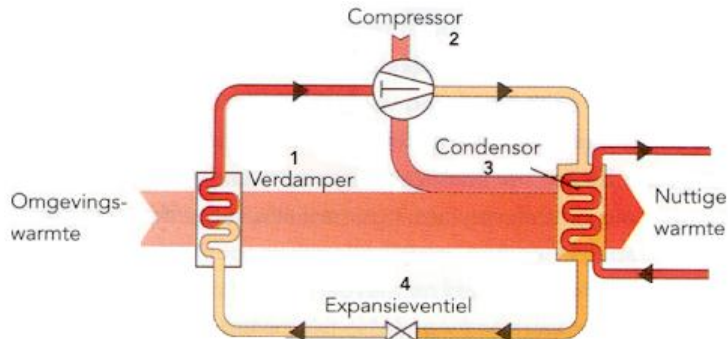
In de utiliteit wordt veel gebruik gemaakt van een bronsysteem met zogenaamde aquifers. Een aquifer is een watervoerende zandlaag.

Met dit ingenieuze systeem kan men zowel verwarmen als koelen. Deze systemen heeft men in de utiliteitsbouw vaak toegepast.



8.3.2 Warmtepomp

De werking van een warmtepomp is grotendeels gebaseerd op het volgende natuurkundig effect: indien gas gecomprimeerd wordt tot een hogere druk, dan stijgt tevens de temperatuur.



Een warmtepomp maakt van dit verschijnsel gebruik, door in een gesloten systeem het aanwezige gas met een compressor zodanig in druk te verhogen, totdat de daarbij behorende temperatuur hoog genoeg geworden is om er bijvoorbeeld een woning mee te kunnen verwarmen. Nadat de warmte afgegeven is, wordt de druk verlaagd en hierdoor kan er meer nieuwe (duurzame) warmte opgenomen worden.

Componenten in een warmtepomp

- 1 Een warmtewisselaar om de warmte uit de omgeving (de duurzame bron) te onttrekken: de verwarmer.
- 2 Een compressor om de druk tot het gewenste niveau te verhogen
- 3 Een warmtewisselaar om de warmte over te dragen aan het te verwarmen object of medium (boiler of verwarmingsstelsel); de condensator
- 4 Een expansieventiel; dit is een vernauwing in leidingwerk, waardoor de compressor druk kan opbouwen. Het koelmiddel achter het expansieventiel heeft een groter volume tot zijn beschikking, waardoor het koelmiddel kan verdampen. Zo kan er een hogere druk opgebouwd worden.

Het benodigde gas wordt gekozen aan de hand van de proceseisen en wordt in de praktijk aangeduid als het koudemiddel.

Collectieve warmtepompsystemen

Collectieve systemen kunnen op verschillende schaal uitgebouwd. Afhankelijk van de plaatselijke situatie kan gekozen worden voor grotere of kleinere collectieve systemen.

Voordelen	Nadelen
Goedkoper dan individuele warmtepompsystemen	Kostprijs warmtedistributiesysteem
Collectieve warmtebron	Warmteverliezen in distributiesysteem
Het op te stellen vermogen is lager dan de som van de nodige individuele vermogens	Aanvoertemperatuur moet afgestemd zijn op de individuele gebruiker met de hoogste warmtebehoefte
Bivalent systeem is betaalbaar	Kostprijs individuele verbruiksmeters
Minder ruimtebeslag in de woning	Warmtebron met grote capaciteit is noodzakelijk
Geen geluidsproblemen op individueel niveau	Als tussenoplossing kan gekozen worden voor individuele warmtepompen met collectieve warmtebron.
Weinig onderhoud per individuele woning	

8.3.3 Afgiftesysteem

In Nederland worden de verwarmingssystemen nog steeds vaak ontworpen met een aanvoertemperatuur van 90°C en een retourtemperatuur van 70 °C. Een dergelijk hoge watertemperatuur is echter niet nodig om het warm en behaaglijk in huis of op kantoor te krijgen

Deze systeemontwerpen zijn het gevolg van een ingesleten gewoonte en van onbekendheid met alternatieve verwarmingssystemen. De traditionele systemen worden "Hoge Temperatuursystemen" genoemd. Om in vertrekken een gewenste temperatuur van 20 °C te bereiken, is een ontwerptemperatuur die maar liefst 70 °C hoger ligt absoluut niet nodig. Daarom worden nu steeds meer Laag Temperatuursystemen ontworpen.

Een Laag Temperatuursysteem (LT-systeem) is een systeem met een maximale aanvoertemperatuur van 30 – 55 °C. Een voorwaarde voor een LT-systeem is een grote oppervlakte zoals vloer- of wandverwarming. Een LT-systeem is op zijn beurt een voorwaarde voor een warmtepomp, omdat de warmtepomp maximaal een temperatuur van 55 °C kan "leveren".

Het LT-systeem heeft niet alleen als voordeel dat een warmtepomp toegepast kan worden, maar heeft ook veel andere voordelen.

De hoge temperatuur van het verwarmingselement veroorzaakt, vooral boven en rondom radiatoren, hogere luchtsnelheden. Hierdoor worden meer en ook zwaardere stofdeeltjes meegenomen. Vloer- en wandverwarming kennen door de lagere luchtsnelheden minder stofcirculatie.

Wand-, vloer- en luchtverwarmingssystemen zijn veilige systemen, voornamelijk voor kinderen en ouderen. Al vanaf 40°C kunnen bij aanraking met de huid verbrandingsverschijnselen optreden. Radiatoren zijn bovendien obstakels waaraan mensen zich, door vallen of stoten, kunnen verwonden.

Door de steeds betere isolatie van woningen en het benutten van direct invallende zonne-energie neemt het risico van te hoge temperaturen in de woning ("oververhitting") in de zomer toe. Om dit te voorkomen kan men aanvullende voorzieningen treffen zoals (buiten)zonwering, extra ventilatie en natuurlijke koeling. LT-systemen zijn goed inzetbaar om in de zomer in koeling te voorzien.

Woningen uitgerust met een LTV warmte afgiftesysteem kunnen nu en in de toekomst worden uitgerust met de warmtebronnen uit de tabel.

Per afgiftesysteem staat tevens de mogelijke warmtebron omschreven:

Warmtebron	Maximale temperatuur	Afgifte systeem
Industriële restwarmte	55° C	Convactor- radiator - vloer-/ wandverwarming
Stadsverwarming	55° C	Convactor- radiator - vloer-/ wandverwarming
HR ketel	55° C	Convactor- radiator - vloer-/ wandverwarming
Warmtepomp	35° C	Vloer-/ wandverwarming
Zonnewarmte	35° C	Vloer-/ wandverwarming

Convectoren

Convectoren bestaan uit warmwaterleidingen met daaromheen een groot aantal metalen lamellen. Door hun geringe waterinhoud zijn de convectorelementen snel op temperatuur. De warmte wordt volledig aan de langsstromende lucht overgedragen (= convectie). Een convector wordt in Nederland te vaak nog gedimensioneerd op een aanvoertemperatuur van 90°C en een retourtemperatuur van 70°C.

Radiatoren

Radiatoren geven hun warmte af door straling en convectie. De nieuwe generatie lage temperatuur radiatoren is niet groter dan de gebruikelijke radiatoren. De benodigde afgiftecapaciteit van radiatoren is de laatste jaren sterk gedaald als gevolg van betere isolatie en omdat de afgiftecapaciteit tegenwoordig berekend wordt volgens nieuwe richtlijnen. Tevens wordt de afgifte-efficiency steeds verder verbeterd. Een radiator wordt in Nederland te vaak nog gedimensioneerd op een aanvoertemperatuur van 90°C en een retourtemperatuur van 70°C.

Vloerverwarming

Vloerverwarming draagt zijn warmte voornamelijk over door middel van straling. De systemen voor vloerverwarming bestaan uit kunststof buizen die in de dekvloer worden ingegoten. Als vloerbedekking kan worden gebruikt: tegels, zeil, tapijt en eventueel voor dit doel geschikt parket.

Wandverwarming

Wandverwarming draagt zijn warmte voornamelijk over door middel van straling. De meest gangbare systemen voor wandverwarming bestaan uit kunststof leidingen, die in prefab sleuven in de wand worden gedrukt, waarna de wand wordt afgewerkt.

8.4 Akoestiek

Een aandachtspunt bij de toepassing van betonkernactivering is dat er door het vervallen van het verlaagde plafond problemen op kunnen treden met de akoestiek. Om dit probleem op te lossen kan men gebruik maken van akoestische panelen die aan het plafond worden bevestigd. Echter de warmte en koude overdracht van betonkernactivering verloopt door straling waardoor de straling de ruimte niet zal bereiken. Uit onderzoek is gebleken dat bij aanbrengen van panelen tot 30 % van het plafond oppervlak, dat de luchttemperatuur nog binnen de comfortgrenzen valt.

8.5 Regelbaarheid

Een nadeel van betonkernactivering is dat individueel regelen van een ruimte niet mogelijk is, men spreekt ook wel van een gebouwklimaat en niet van een ruimteklimaat. De regelbaarheid van betonkernactivering heeft beperkingen in zich; reactietijd is traag door de gebouwmassa, temperatuur is persoonlijk gebonden waardoor niet iedereen tevreden is.

Er zijn een aantal factoren die betrekking hebben op de binnentemperatuur;

- De gemiddelde temperatuur van de aanvoer- en retourtemperatuur van het circulatiewater
- De onderlinge afstand van de buis
- De geleidbaarheid van de afwerklaag- en toplaag
- Jaargetijde en soort belasting
- Buitenluchttemperatuur
- Vrijgeven en afsluiten van warmte- en koelingopwekkers
- Looptijd circulatie pompen van de leidingen

Niet iedere temperatuur is geschikt voor een bepaalde ruimte of gebruiksfunctie; dit zijn de maximaal toelaatbare vloertemperaturen:

- 25°C voor arbeidsvertrekken
- 27°C voor woonvertrekken
- 29°C voor badkamers en zwembaden
- 30°C voor hallen, gangen etc.
- 34°C voor zelden te betreden vertrekken

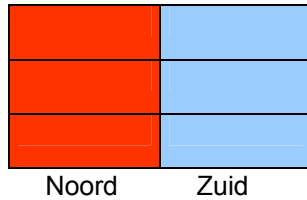
In één en dezelfde ruimte kan men variabele temperaturen bereiken door:

- meer en minder verdichte legpatronen naast elkaar toe te passen
- de hoogste temp. (aanvoer) langs de koude vlakken te leggen
- meerdere groepen toe te passen met onderling verschillende watertemperaturen

Om even terug te komen op de leidingen, deze hebben een aantal eisen die gesteld worden als ze worden toegepast bij betonkernactivering:

- Lange levensduur
- Zuurstofdicht
- Geringe uitzetting in de lengte
- Flexibel (uitvoering)
- Chemische bestendigheid
- Hoge temperatuurbestendigheid
- Recyclebaar

Het is mogelijk om een gebouw in te delen in diverse zones. Echter moeten deze zones boven elkaar liggen en niet per etage verschillend zijn omdat betonkernactivering zowel naar boven als beneden zal uitstralen. Een voorbeeld is om een gebouw in te delen in een noord en zuid zone ivm. bezonning.



Aan noord zijde een hogere temperatuur van het water dan aan de zuid zijde, waardoor er twee temperatuur zones ontstaan die apart kunnen

Een ander probleem dat optreedt met het regelen van het klimaat met betonkernactivering is niet het systeem zelf maar de gebruiker ervan. De regelbaarheid voor de gebruiker moet begrensd worden, bijvoorbeeld; een gebruiker vindt het te warm in het gebouw, deze zet de temperatuur op een lagere temperatuur. Het gevolg; de temperatuur daalt en 's avonds is het koud in het gebouw, de gebruiker zet de thermostaat een stuk hoger maar doordat de constructie al erg is afgekoeld komt het systeem niet meer op temperatuur.

De thermostaat moet begrensd worden dat de temperatuur bijvoorbeeld nooit lager dan 19 °C kan worden en bijvoorbeeld nooit hoger dan 23 °C. Dit zorgt ervoor dat extremen qua temperatuur niet voorkomen en het systeem sneller kan reageren.

8.6 Kosten betonkernactivering

Energieopslag in de bodem is reeds met succes toegepast bij ziekenhuizen, kantoorgebouwen, winkelcentra, enzovoort. De techniek is interessant bij nieuwbouw of renovatie van gebouwen waarin koeling is of wordt opgenomen. Om rendabel gebruik bij renovatie, vervanging of uitbreiding mogelijk te maken, is over het algemeen een iets grotere gebouwinhoud vereist.

Een algemene vuistregel is dat de toepassing economisch rendabel is als de koudevraag minimaal 100 kW bedraagt. Voor een doorsnee kantoorgebouw komt dat overeen met circa 1500 à 2000 m² bruto vloeroppervlak.

De besparing op installatiekosten wordt voornamelijk veroorzaakt door het feit dat er een kleiner luchtbehandelingsysteem geïnstalleerd hoeft te worden dan bij een volledige luchtkoeling- en verwarming.

Besparing op verwarmingsenergie

Door een betere warmteverdeling en een hogere stralingstemperatuur kan met een lagere luchttemperatuur worden volstaan, dit geeft een lager transmissie verlies. Door de lage watertemperatuur wordt een hoog opwekkingsrendement bereikt.

Besparing koelenergie

Er kan vrij worden gekoeld vanuit een koude bron of er kan actieve nachtkoeling worden toegepast tegen een laag elektriciteitsstarief.

De bouwkundige meerkosten vallen weg tegenover de minder benodigde bouwhoogte bij vervallen van de verlaagde plafonds. De installatiekosten liggen voor een gemiddeld kantoor ongeveer 30 % lager in vergelijking tot een installatie die bestaat uit een luchtkoeling en verwarming door middel van radiatoren langs de gevel.

Voorbeeld van een kostenindicatie voor installaties per bruto m² kantoor oppervlak.

Traditioneel	Prijs per m ² x 1000	Betonkernactivering	Prijs per m ² x 1000
Luchtkoeling en radiatoren			
Koudeopwekking	€ 20,00	Warmtepomp warmte en koude opw.	€ 24,00
Warmteopwekking	€ 9,50	Hoodverdeling koude en warmte	€ 4,00
Hoofdverdeling koude	€ 3,00	Betonkernact. leidingen en toebehoren	€ 47,00
Hoofdverdeling warmte	€ 1,40	Luchtbehandelingskast	€ 13,00
Luchtbehandelingskast	€ 19,00	Luchtkanalsysteem roosters ed.	€ 16,00
Leidingnet en radiatoren	€ 37,00	Meet- en regeltechniek	€ 10,00
Kanalsysteem roosters ed.	€ 58,00	Opslagsysteem bv. bron	€ 3,00
Meet en regeltechniek	€ 17,00		
Totaal	€ 165	Totaal	€ 117

8.7 Uitvoering betonkernactivering

Er zijn diverse manieren om betonkernactivering toe te passen:

- tijdens de productie van prefab betonnen elementen de leidingen meestorten in het beton, waarna de elementen op de bouwplaats worden gekoppeld.
- op de bouwplaats de leidingen leggen en deze erna volstorten
- op de bouwplaats de leidingen als prefab pakketten aanleveren en deze in het werk storten

De uitvoeringsmethode van het betonkernactivering systeem waarbij de leidingen als prefab pakketten worden aangeleverd en in het werk worden gestort zal ik in hieronder behandelen.

8.7.1 Geprefabriceerd leidingpakket instorten tijdens ruwbouw

De prefab modules worden in de fabriek vervaardigd en op het bouwterrein afgeleverd, zodat ze ter plekke snel en gemakkelijk gemonteerd kunnen worden.

Ontwerp systeem

Voor het toepassen van het prefab systeem moeten de volgende ontwerp criteria worden aangehouden:

- Coördinatie met de architect, constructeur, adviseur en installateur
- Testen van de bouwkundige eisen
- Bepalen van warmte- en koelprestaties
- Opstellen van een energieconcept
- Kiezen van de bedrijfsfuncties (verwarmen en/of koelen, verdelersysteem, etc.)
- Vaststellen van de gewenste bedrijfstemperaturen, leidingafmetingen en legafstanden.
- Bepalen van de modules
- Bepalen van de aansluitvarianten met verdeler of verzamelleiding
- Termijnspraak van de betreffende betonneringsfase
- Leveringstermijnen afspreken voor de modules

Verrichtingen van leverancier modules

- Technische documenten met configuratiegegevens
- Berekening met opgave van benodigd materiaal
- Ondersteuning van de installatieadviseur bij planning en aanbesteding

Coördinatie

Aangezien de bouwdeelmodules in de eerste bouwphase worden geïnstalleerd, moet voor de juiste configuratie al in een vroeg stadium het energieconcept worden vastgelegd. De planning en uitvoering vereist een deskundige coördinatie van alle bijbehorende werkzaamheden.

Controleren van bouwkundige eisen

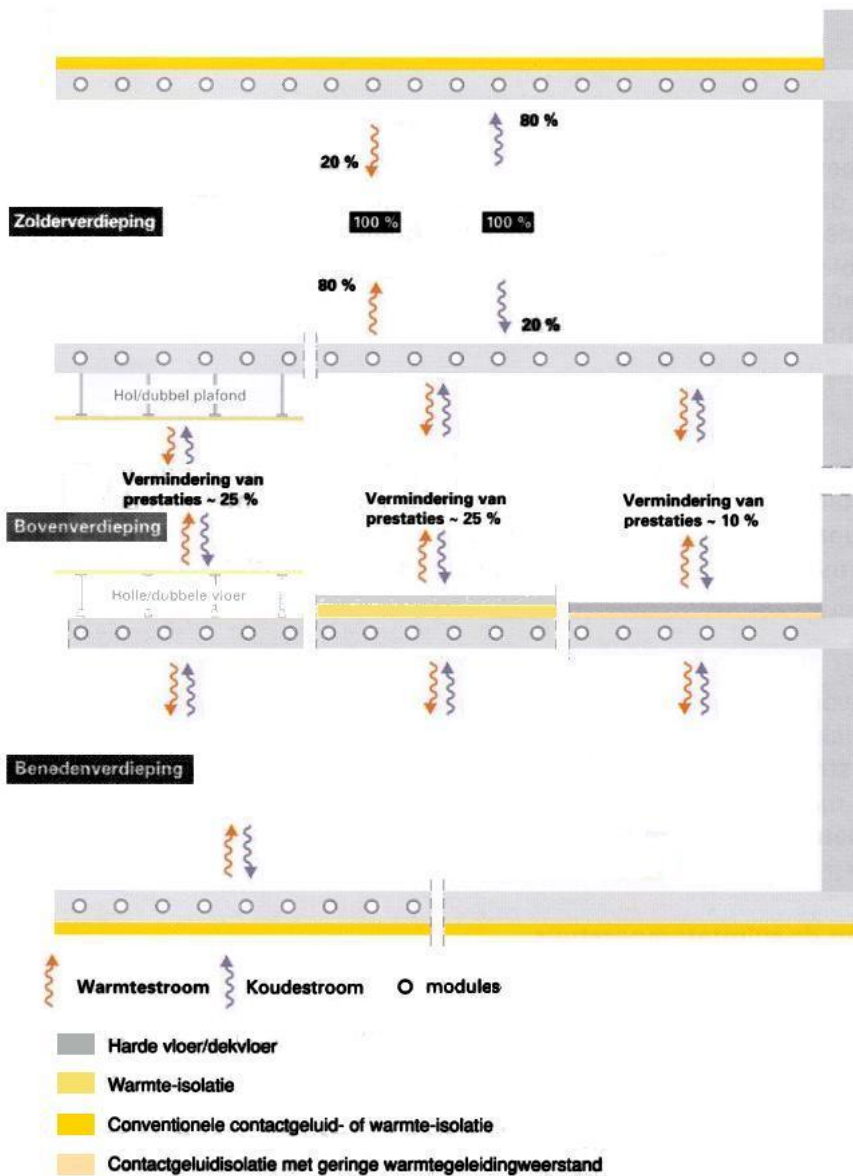
Voor de toepassing van betonkernactivering behoren de volgende bouwkundige gegevens bekend te zijn:

- Beglazing met g-waarde $\leq 0,40$ (g-waarde is zontoetredingsfactor)
- Gevels (inclusief ramen en kozijnen) met U-waarde $\leq 0,90 \text{ W/(m}^2 \times \text{K)}$
- Wanden en daken met U-waarde $\leq 0,25 \text{ W/(m}^2 \times \text{K)}$
- Automatische externe zonwering
- Glas met zonwering met g-waarde $\leq 0,10$
- De thermische gebouwmassa moet vrij liggen
- Ruimteakoestiek moet worden opgeheven (akoestische eilanden etc.)
- Verlichting $\leq \text{W/m}^2$
- Hygiënische ventilatie

Vaststelling van de capaciteit

Als de betonkernactivering installatie een koelcapaciteit van bijvoorbeeld $40\text{--}50 \text{ W/m}^2$ levert dan is dit in de meeste gevallen voldoende om een aangenaam klimaat te verkrijgen. Extra optredende koellast kan alleen via een geschikt koelsysteem afgevoerd worden. In het geval van koeling mag de aanvoertemperatuur niet lager zijn dan $17\text{--}18^\circ\text{C}$, om condensvorming in de bouwdeelen te voorkomen. Door de verbeterde warmtebescherming ligt de warmtelast in veel gebouwen niet hoger dan circa $30\text{--}40 \text{ W/m}^2$.

Schematische weergave warmte- en koudeafgifte



Bij verwarming vindt de warmteafgifte in de ruimte voor ongeveer 80 % plaats via de vloer en voor ongeveer 20 % via het plafond. Bij koeling wordt ongeveer 80 % van de warmte via het plafond afgevoerd en 20 % via de vloer. (Warmte stijgt)

Dubbele vloeren en verlaagde plafonds verminderen de prestaties met 25 %. Het gebruik ervan wordt ontraden.

Contactgeluidisolatie leidt tot een vermogensverlies van 25 %; rekening mee houden in de berekeningen.

Ruimtetemperatuur

Een constante ruimtetemperatuur in de ruimte kan niet gehandhaafd worden met thermische bouwdeelactivering. Om een gelijkmatige ruimtetemperatuur te verkrijgen is een combinatie met een passend ventilatiesysteem onvermijdelijk. In vergelijking met traditionele systemen kunnen deze wel veel kleiner van formaat zijn, aangezien het koel- en verwarmingsvermogen grotendeels door de bouwkundige constructie wordt opgebracht.

Door de montage van de modules in de betonvloeren wordt er een gebouwklimaat gecreëerd en in tegenstelling tot traditionele systemen geen ruimteklimaat.

[illegible]

- Alle ingewerkte delen van andere installaties
- Gedetailleerde ontwerpdocumenten
- Uitsparingen
- Kolommen
- Dilatatievoegen
- Alle geplande betonneringsfases
- Eventuele statische eisen

58

8.7.2 Uitvoering



De leidingen worden op wapeningsnetten gemonteerd, waarbij de leidingen altijd onder een langsijzer komen te liggen. Dit zorgt voor de hoogste mogelijke stabiliteit en de leiding wordt bovendien optimaal tegen mechanische beschadigingen beschermd.



Het is mogelijk de wapeningsnetten zodanige afmetingen te geven, dat deze statische functies (bovenwapening) kunnen overnemen. Voor deze mogelijkheid tot kostenvermindering is voor het ontwerp van het gebouw een nauwe samenwerking tussen staticus en bouwplanner vereist.



Alle modules worden in de fabriek onder druk gezet, van een nanometer voorzien en naar het bouwterrein getransporteerd. Beschadigingen die zijn ontstaan tijdens het vervoer, ofwel door mechanische beschadiging op het bouwterrein, zijn op grond van de drukval met de manometer direct vast te stellen.

Er moet op gelet worden, dat per betonneringsfase een nauwkeurig druktestrapport moet worden opgesteld, waarbij de druk na het plaatsen van de modules en na de betonnering moet worden genoteerd.

Op het formulier komt te staan:

- Druk in de fabriek voor het transport
- Druk na het plaatsen en voor de betonnering
- Druk na de betonnering



De prefab modules worden naar het bouwterrein getransporteerd en met een hijskraan naar de juiste plek gebracht. Als richtwaarde voor het leggen van de modules geldt 900 m² per dag.



De modules worden met een afstandskorf op de bekisting geplaatst. Door het gebruik van afstandskorfen kunnen de modules op verschillende inbouwhoogtes in het beton worden geplaatst.



Hier worden de modules aangesloten op een verdeler. Ook de aansluitleidingen worden in het beton geplaatst. De daarvoor benodigde leidingen zijn al in de prefabricage op maat opgerold als reserve. Er moet op gelet worden, dat er geen koppelingen in de betonnen vloer worden ingebouwd.

Bij reparatie van een beschadigde leiding worden er wel koppelingen in de betonvloer aangebracht, deze dienen tegen externe corrosie beschermd te worden.



De uitgangen van de modules, die vanuit de betonlaag naar boven lopen, dienen te worden beschermd. Hiervoor worden dikwandige kunststof leidingen (PE-afvoerleidingen) als beschermingsleidingen gebruikt. Om te voorkomen dat het beton in het onderste gedeelte van de leidinginvoer binnendringt, dient dit gedeelte met PUR-schuim te worden gedicht. Dat vereenvoudigt het verwijderen van de beschermingsleidingen bij de latere aansluiting aan de ringleiding.



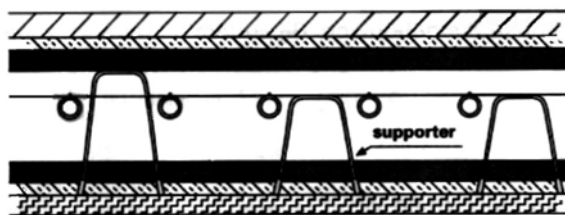
Tijdens de montage van de ringleiding onder de betonvloer wordt de uitgang uit het beton met behulp van een aansluitdoos (bekistingdoos) losgemaakt. Deze wordt direct op de bekisting bevestigd. Na het verwijderen van de bekisting zijn de in de modules liggende leidingen van onderen in de doos zichtbaar en kunnen van hier uit op de ringleiding worden aangesloten.



De modules worden specifiek aan het object gerelateerd vervaardigd, daarom kan men rekening houden met installaties die zich in dat bouwdeel bevinden.



De modules worden zodanig geplaatst dat de leidingen zich aan de onderkant bevinden van het pakket. Daardoor is het mogelijk om over de module heen te lopen zonder dat het gevaar bestaat dat de leidingen beschadigd worden.



Doorsnede betonconstructie. De prefab modules worden met de supporter op de optimale inbouwdiepte en -laag gemonteerd.

Handelingen op de bouwplaats:

- Lossen van de vrachtauto
- Kraan voor het verplaatsen van de modules
- Verplaatsen van de elementen alsmede de aansluiting op de verdeling
- Controleren van de installatie tijdens de betonnering
- Aansluiten op het voorgeschakelde verdelersysteem
- Regel- en veiligheidsvoorzieningen
- Moduleschema's

8.8 Toepassingsgebied

De thermische bouwdeelactivering kan in bijna alle bouwtypes toegepast worden. Kantoren, scholen en administratieve gebouwen, industriële gebouwen, jaarbeurshallen, grote magazijnen en ook meer-gezinswoningen en woonzorgcentra vormen een breed scala voor de toepassing van een verwarming- en koelsysteem.

Thermische bouwdeelactivering kan echter niet gecombineerd worden met een individueel regelsysteem voor elke ruimte apart. Het gaat om een klimaatsysteem voor een gebouw en niet voor een ruimte. Thermoactieve bouwdeelsystemen vertonen daarbij een bepaalde traagheid met betrekking tot regelinvloeden.

Naast een combinatie is het tevens ook mogelijk om betonkernactivering alleen te gebruiken voor te koelen of alleen voor te verwarmen.

Bij toepassing van een bronnensysteem speelt de grote van het gebouw een grote rol. Het is niet rendabel om een bronnensysteem te kiezen voor een enkele woning, echter een blok van woningen is wel rendabel om hen te voorzien van warmte en koude uit de bodem.

Betonkernactivering kan worden toegepast in betonwanden en vloeren, bijvoorbeeld; kanaalplaatvloer, breedplaatvloer, de Wingvloer, prefab en in het werk gestorte betonwanden, Infra+ vloer etc.

Toepassing als verwarmingselement voor het sneller uitharden van het beton na het storten is niet aan te raden in verband met ontstaan van scheuren in beton. Het is zelfs zo dat het systeem pas na enkele weken aangezet mag worden.

8.9 Voordelen en nadelen betonkernactivering

8.9.1 Voordelen betonkernactivering

- Verwarming en koeling in één systeem
- De bouwdelen dienen als bufferreservoir en zwakken de pieken in de vraag naar koeling af
- Het opslaan van warmte in bouwdelen maakt het nachtelijke free-cooling bedrijf mogelijk, waarbij de lage buitenluchttemperatuur als verkoeling van de gebouwen gebruikt wordt.
- Het ventilatiepercentage van de lucht kan worden teruggebracht tot een hygiënisch verantwoorde waarde. Bij de huidige toepassing van airconditioning worden de transportleidingen voor lucht gebruikt om gekoelde lucht rond te blazen welke bij betonkernactivering komt te vervallen; kostenverlagend
- Water is voor het transport van warmte en koeling wegens de hoge warmtecapaciteit geschikter dan lucht.
- Transportleidingen en installatieruimte worden tot een minimum teruggebracht.
- Hoog comfort door de evenwichtige oppervlaktetemperaturen in de bouwdelen
- Kortere installatie bouwtijd, aangezien de verwarmings- en koelelementen reeds in de ruwbouwfase worden aangebracht.
- Matige investeringskosten
- Een rendabel systeem voor verwarming en koeling van het gebouw.
- Geen stofcirculatie; voor toepassing in de gezondheidszorg een voordeel
- Goed te combineren met warmtepompen en koude- en warmteopslag in de bodem
- Gelijkmatige oppervlakte temperatuur in het bouwdeel
- Geen verlaagd plafond nodig, hierdoor wordt een extra ruimtelijk effect gecreëerd. In de gangzones kunnen wel verlaagde plafonds worden opgenomen voor de ventilatie installatie.
- Subsidies mogelijk op het systeem
- Ontbreken van zichtleidingen
- Geschikt voor duurzame energiebronnen omdat het systeem gebruikt maakt van lage temperatuursverwarming en hoge temperatuurskoeling
- Onderhoudsvrij (garantie loopt echter maar 10 jaar)

8.9.2 Nadelen betonkernactivering

- Beperkte regelbaarheid van het klimaat per ruimte
- Langere uitvoeringstijd bij toepassing van niet prefab elementen waarbij de leidingpakketten in de ruwbouw worden aangebracht
- Geen verlaagde plafonds in verblijfsruimten
- Bij het niet verwerken van de installaties in de vloer komen deze in het zicht te liggen. (oplossing door deze in het plafond van de gang te verwerken)
- Door vervallen van verlaagd plafond maatregelen nemen ten aanzien van de akoestiek
- Het systeem reageert trager dan traditionele systemen
- Bronnensysteem is niet overal mogelijk in Nederland; afhankelijk van watervoerende lagen.
- Voornamelijk bedoeld voor utiliteitsprojecten

8.9.3 Voor/ en nadelen warmtebronnen

Overzicht voor- en nadelen warmtebronnen

Soort	Voordelen	Nadelen
Verticale grondwarmtewisselaar	- beperkt grondbeslag - bijna overal toepasbaar - onbeperkt beschikbaar - weinig variatie in brontemperatuur - relatief hoge brontemperatuur - gesloten systeem	- daling brontemperatuur gedurende stookseizoen - lektheid nodig i.v.m. glycol in systeem - aangepaste computer programmatuur nodig
Horizontale grondwarmtewisselaar	- bijna overal toepasbaar - onbeperkt beschikbaar - gesloten systeem	- ruim grondbeslag - variërende brontemperatuur - oplekken voor uitputting bodem - daling brontemperatuur gedurende stookseizoen lektheid nodig i.v.m. glycol in systeem
Grondwater	- beperkt grondbeslag - constante brontemperatuur - Relatief hoge brontemperatuur - Onuitputbaar	- goede kwaliteit water niet overal beschikbaar - niet overal beschikbaar op haalbare diepte - hogere investeringskosten - open systeem - energie nodig voor oppompen water - milieuvergunning nodig - gegarandeerde scheiding koelmiddel - grondwater - boring, terugvoerput en afdichting - vragen extra aandacht - grondige geohydraulische kennis vereist
Buitenlucht	- beperkt grondbeslag - bijna overal toepasbaar - onbeperkt beschikbaar - onuitputbaar - lage investeringskosten	- ontdooisysteem noodzakelijk - hulpverwarmingssysteem noodzakelijk - zeer sterk wisselende brontemperatuur - periodiek zeer lage brontemperaturen mogelijk
Ventilatielucht	- geen grondbeslag - hoge brontemperatuur - constante brontemperatuur	- geluidsproductie moet beperkt worden - beperkt beschikbaar - alleen toepasbaar bij bepaalde ventilatiesystemen

8.10 Aandachtspunten

8.10.1 Ontwerp warmtepomp

Voor het bepalen van de uitvoering en het vermogen van de warmtepomp gelden de volgende aandachtspunten:

- transmissieberekening conform ISSO 51, 53 of 57 (GIW-garantie vraagt om 2,5 W/m² opwarmtoeslag en aanpassing garantie)
- keuze voor monovalent (alleen een warmtepomp) of bivalent (een warmtepomp in combinatie met bijvoorbeeld een verwarmingsketel) systeem
- overzicht te koelen ruimtes (bepalend voor bronnensysteem)
- comfortklasse tapwater (algemene tendens: comfortvraag stijgt)
- koppeling met warmteterugwinning (in de zomer geen wtw, met oog op koeling)
- plaats van de warmtepomp in de woning, in verband met gewicht warmtepomp, onderhoudsaspecten en mogelijke geluidsoverlast.

8.10.2 Ontwerp bronnensysteem

Bij het ontwerp van het bronnensysteem gelden de volgende afwegingen:

- keuze bronsysteem (afhankelijk van bodem- en waterkwaliteit en type systeem)
- invloed brontemperatuur op 'rendement' of COP van de warmtepomp (constante en relatief hoge brontemperatuur geeft hoge COP).

8.10.3 Ontwerp afgiftesystemen

Er zijn verschillende afgiftesystemen mogelijk, hiervoor gelden de volgende afwegingen:

Vloer- en wandverwarming

- hoge COP warmtepomp, vanwege lage aanvoertemperatuur
- traag systeem
- naregeling is mogelijk, geeft echter niet snel resultaat, voor slaapkamers wel gewenst
- weerstand vloerbedekking bepaalt afgifte
- topkoeling via de vloer is mogelijk (tot 30 W/m²)

Ventilatorconvectoren

- convectoren zorgen voor luchtstromen (minder comfortabel dan vloerverwarming)
- snel systeem (in vergelijking met vloerverwarming)
- geschikt voor slaapkamers

Lagetemperatuurconvectoren en radiatoren

- er zijn ontwikkelingen met betrekking tot lagere aanvoertemperaturen dan 55°C
- verschil in COP tussen aanvoertemperatuur van 55°C respectievelijk 35°C is aanzienlijk (>40%)

Luchtverwarming

- hogere aanvoertemperatuur (in vergelijking met vloerverwarming), dus effect op COP
- installatie met luchtverwarming altijd voorzien van buffervat (vanwege geringe waterinhoud van het systeem)

Betonkernactivering

- integratie van gebouw(massa) en afgiftesysteem
- nog lagere aanvoertemperatuur voor verwarming mogelijk dan bij vloerverwarming
- hoog comfortniveau door gering temperatuurverschil tussen massa (vloer of plafond) en ruimtetemperatuur
- ervaringen heel positief (bijvoorbeeld De Thermo-Staete in Bodegraven).

8.10.4 Installatiefase

Aandachtspunten:

- (passieve) koeling biedt comfort (tegelijktijd wordt de bodem in de zomerperiode geregenereerd)
- koelcapaciteit is afhankelijk van afgiftesysteem en type vloerbedekking (ca. 15 – 35 W/m²)
- tapwatercomfort belangrijk aandachtspunt, voldoende groot buffervat voor combi-warmtepomp is daarom belangrijk selectie criterium (anders kans groot dat een flink gedeelte van warmtapwater elektrisch verwarmd zal worden)
- hydraulisch inregelen van installatie is noodzakelijk
- grotere diameter leidingwerk vanwege gering verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur
- dampdichte isolatie van leidingen in verband met condensatie
- bij een adequaat ontwerp en correcte inregeling kan volstaan worden met een goede weersafhankelijke voorregeling (geen naregeling nodig)
- naregeling op slaapkamers gewenst omdat veel mensen niet warm willen slapen
- zorg voor goede spoel- en ontluchtingspunten in het systeem
- ontluchten van een gesloten bronnensysteem noodzakelijk (lucht in het systeem reduceert het geleverde vermogen uit de bodem)

8.10.5 Ingebruikname

Aandachtspunten:

- informeer de bewoner vooraf over de consequenties van een warmtepompsysteem;
- een goede handleiding (totale warmtepompsysteem) met heldere uitleg voor de bewoners;
- betrek de bewoner bij de inbedrijfstelling van de warmtepompinstallatie (en geef toelichting op het gebruik ervan).

8.11 Informatie over betonvloerkoeling met lucht

Bij zware technische constructies, zoals betonskeletten, kan handig gebruik worden gemaakt van de thermische opslagcapaciteit van de constructie. Dit wordt betonkernactivering genoemd. Tot nu toe werd dit altijd uitgevoerd door waterslangen in de constructie aan te brengen (zie productnieuws 12), maar het is ook mogelijk om met behulp van lucht de constructietemperatuur te beïnvloeden. Koeling en ventilatie worden in dat geval geïntegreerd tot één enkel systeem.

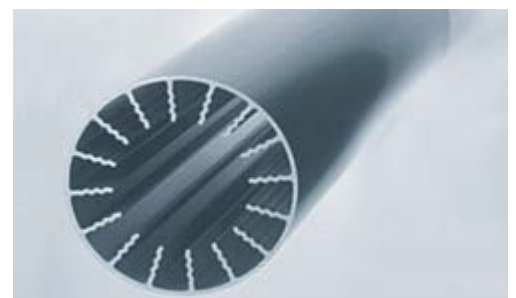
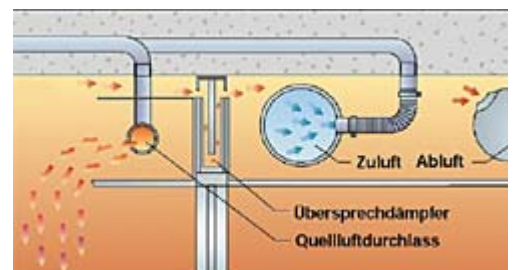
In de goed geïsoleerd kantoren van vandaag de dag is nauwelijks nog verwarming nodig. Personen, verlichting en apparatuur zorgen ervoor dat er bijna het hele jaar door gekoeld moet worden. Als aanvullende verwarming wordt aangeraden om op de plek van raampartijen een voorziening te treffen in de vorm van een vloerverwarming, radiator, stralingsplafond of elektrisch stralingspaneel. De koeling vraagt echter de voornaamste aandacht.

Het systeem van betonvloerkoeling staat borg voor een hoog comfort, geringe onderhoudskosten en een laag energieverbruik. Een ander voordeel is dat voor de ve3e en koeling slechts één leidingensysteem hoeft te worden aangelegd, waardoor bespaard kan worden op de installatiekosten.

Voorverwarmde, bevochtigde lucht of gekoelde, ontvochtigde lucht wordt door het systeem geblazen, al naar gelang de behoefte. Voor een goede luchtkwaliteit is voor een kantoor over het algemeen 7,5 tot 10 m³/hm² verse lucht nodig. Voordelig is dat de ventilatielucht wordt voorverwarmd door de betonconstructie tot een aangename inblaastemperatuur. Dit zorgt voor een groot deel van de energiebesparing. De lucht die de constructie ingestuurd wordt voor koeling heeft een temperatuur van ca. 12 °C. Hiervoor wordt buitenlucht gebruikt die, indien nodig, wordt gekoeld door koud water uit de bodem en/of een warmtepomp. Bij een vloertemperatuur van 22 °C wordt de buitenlucht in 7 tot 10 meter opgewarmd tot 21 °C en kan deze als verdringingslucht in de ruimte worden ingebracht zonder tochtverschijnselen.

Het systeem bestaat uit in beton gestorte aluminium buizen met een diameter van 60 of 80 mm. De buizen zijn voorzien van ribben, zodat de energieoverdracht tussen de lucht, de buis en de constructie wordt verbeterd met een factor drie. Hierdoor is ook nachtkoeling veel efficiënter in te zetten. Zonder dit buizenstelsel wordt 's nachts bij het openen van ramen alleen de buitenzijde van de constructie benut (ca. 6 W/m²K), terwijl dit met de toepassing van betonkernactivering ca. 25 W/m²K bedraagt.

In Duitsland is dit principe al diverse malen toegepast in kantoorgebouwen. De buizen worden op het werk aangebracht tussen de onderste en de bovenste wapening.



8.12 Koel- en verwarmingsmogelijkheden Infra+ vloer

In opdracht van Prefab Limburg is door K+ Adviesgroep BV (voorheen Kanters & Kanters B.V.) een onderzoek uitgevoerd naar de beschikbare koel- en verwarmingsmogelijkheden van het Infra+ vloersysteem. Het doel van dit onderzoek was het bepalen van het beschikbare koelvermogen en verwarmingsvermogen van het vloersysteem bij verschillende omgevingscondities aan de onder- en bovenzijde van de vloerconstructie.

In het onderzoek is uitgegaan van een basisvloer waarin een aantal parameters is gevarieerd met betrekking tot de geometrie en opbouw van de vloer, het koel- en verwarmingssysteem en de randcondities met betrekking tot de binnenluchttemperaturen aan weerszijden van het vloersysteem.

De onderstaande uitgangspunten en varianten zijn gehanteerd en onderzocht:

- stalen liggers IPE 180
- afstand tussen de stalen liggers: 1200 mm
- afstand tussen de kunststof watervoerende leidingen: 100 mm en 150 mm
- uitwendige leidingdiameter van de kunststofleidingen: $\varnothing$ 16 mm, $\varnothing$ 18 mm en $\varnothing$ 20 mm
- variabele watertemperatuur
- ruimteluchttemperatuur aan de onderzijde vloer, variërend tussen 17 °C t/m 28 °C
- ruimteluchttemperatuur aan de bovenzijde vloer, variërend tussen 16 °C t/m 29 °C
- minerale wol vulling in de spouw (dikte 0, 60, 80 en 100 mm)

In een kantooromgeving of woongebouw wordt het thermische binnenklimaat bepaald door een aantal factoren, waarvan de belangrijkste zijn:

- de buitenluchtcondities
- de thermische kwaliteit van de buitenschil
- de materiaaleigenschappen van de constructies
- de zoninstraling, beschaduwning, oriëntatie
- de interne warmtebronnen (verlichting, apparatuur, personen)
- het ventilatie-, verwarmings- en koelsysteem

Bovengenoemde statische en dynamische factoren leiden in een ruimte tot een zogenoemde effectieve temperatuur of gevoelstemperatuur, zijnde een combinatie van lucht- en stralingstemperatuur, bij een zekere luchtvochtigheid en luchtbeweging.

De effectieve temperatuur kan onder normale ruimtecondities in een kantooromgeving gedefinieerd worden als de som van de helft van de luchttemperatuur en de helft van de stralingstemperatuur.

In formule vorm kan dit geschreven worden als $T_g = 0,5 T_l + 0,5 T_s$ waarbij:

T_g = effectieve temperatuur of gevoelstemperatuur (°C)

T_l = luchttemperatuur (°C)

T_s = stralingstemperatuur (°C)

De eigenschappen van het Infra+ vloersysteem en in het bijzonder de beschikbare verwarmings- en koelvermogens in combinatie met de beschikbare thermische massa, zijn van grote invloed op het klimaat in de ruimte. Het systeem beïnvloedt namelijk zowel de luchttemperatuur als de stralingstemperatuur in de ruimte.

De in de betonschil aanwezige kunststof leidingen kunnen zowel gevoed worden met warm als koud water. Daarmee krijgt de vloer de functie van verwarmings- dan wel koelsysteem.

De beschikbare capaciteiten zijn afhankelijk van de overdrachtcoëfficiënten aan de onder- en bovenzijde van de vloer.

Afhankelijk van de functie koelen of verwarmen dient een andere overgangscoefficiënt gehanteerd te worden. In theorie zijn de overgangscoefficiënten tevens afhankelijk van de temperaturen op het scheidend vlak tussen de constructie en de omgeving. De invloed op de bedieningsresultaten is echter beperkt. Aangezien het onder genormeerde condities nationaal (NEN 2778, NEN 1068) en internationaal, gebruikelijk is om de overgangscoefficiënt onafhankelijk van de temperatuur te nemen, wordt dit ook in dit onderzoek als basis gehanteerd.

Naast de specifieke geometrie en materiaaltoepassingen dienen er drie randcondities te worden geformuleerd, te weten:

- ruimteluchttemperatuur aan de onderzijde van de vloer
- ruimteluchttemperatuur aan de bovenzijde van de vloer
- de gemiddelde temperatuur en snelheid van het water in de leiding

De te formuleren randcondities kunnen zowel stationair als instationair zijn. In beide gevallen kan de temperatuurverdeling van het water in de kunststof leiding bepaald worden. De afkoeling/opwarming van het water in de leiding is namelijk sterk afhankelijk van het vermogen dat lokaal kan worden aan- of afgevoerd. Concreet betekent dit dat bij hogere watersnelheden de temperatuursverandering vrijwel lineair met de afgelegde afstand in de leiding verloopt. Bij lage snelheid zal een intreegebied ontstaan waar het temperatuurverloop steil is. Na het intreegebied ontstaat een gebied waar de temperatuursverandering afneemt, naarmate de afgelegde weg toeneemt. In dit laatste gebied zal de warmtestroom vanuit de constructie naar het water gering zijn, waardoor de vloer op deze plaats over een geringer koel- of verwarmingsvermogen zal beschikken. In praktijk dient een zodanige snelheid te worden gekozen dat een optimum wordt gevonden tussen afgeven/opgenomen vermogen, pompenergie, grootte van het warmteoverdragend veld en thermisch-hygrische randvoorwaarden.

Het waterdebiet kan niet onbeperkt vergroot worden. Bij toenemend debiet wordt de weerstand die het water ondervindt in de leidingen steeds groter. Daarmee neemt ook het energieverbruik van de pomp relatief sterk toe. Ook uit oogpunt van stromingsgeluid dient de watersnelheid beperkt te blijven. Een gebruikelijke ontwerpsnelheid is een snelheid van circa 0,5 - 1,0 m/s. De diverse parameters dienen zodanig geselecteerd te worden dat bij deze watersnelheid het benodigde vermogen geleverd kan worden.

8.12.1 Bouwkundige variabelen

Met betrekking tot de geometrie van de vloer is een aantal varianten berekend. Hierbij zijn onder andere de leidingafstand, de leidingdiameter en de dikte van een laag minerale wol in de spouw gevarieerd. De lengte van het veld bedraagt 5,4 m, de breedte bedraagt circa 2,4 m.

Onderdeel	d (mm)	λ (W/m K)	ρ (kg/m ³)	C (J/kg K)
Tapijt	8	0,8	500	840
Cementgebonden vezelplaat	22	0,17	1300	2100
Beton	70	1,7	2200	840
Isolatie	0, 60, 80, 100	0,035	40	840
Spouw	-	R = 0,17	1	1000
Leidingdiameter	16, 18, 20	0,2	935	1470
IPE 180 ligger	h.o.h. 1200	52	7850	

Bouwkundige uitgangspunten

8.12.2 Thermische condities

De thermische condities, zoals de omgevingstemperaturen aan de onder- en bovenzijde van de vloerconstructie en de watertemperatuur, zijn mede bepalend voor de beschikbare verwarmings- en koelvermogens. Met betrekking tot de thermische condities wordt uitgegaan van vaste randvoorwaarden aan boven- en onderzijde van de vloer en een vaste aanvoertemperatuur van het water. De binnenluchttemperatuur in kantoren en woningen liggen normaliter tussen 18 °C en 32 °C. Met betrekking tot de watertemperaturen wordt uitgegaan van 16 °C - 22 °C bij koeling en 30-36 °C bij verwarming.

Koelvermogen

Het koelvermogen van de Infra+ vloer (en ook andere vloeren) wordt op de volgende methode berekend:

$$\text{Koelvermogen} = \text{constante 1} \cdot T_{\text{water}} + \text{constante 2} \cdot T_{\text{beneden}} + \text{constante 3} \cdot T_{\text{boven}}$$

Voorbeeld tabel van koelvermogen per m² vloeroppervlak bij een leidingdiameter van 16 mm – leidingafstand 150 mm.

Isolatie	Vermogen	constante T water	constante T beneden	constante T boven
Isolatiedikte 0 mm	P onderzijde vloer (W/m ²)	- 5,04	5,59	- 0,56
	P bovenzijde vloer (W/m ²)	- 1,16	- 0,56	1,72
Isolatiedikte 60 mm	P onderzijde vloer (W/m ²)	- 5,20	5,44	- 0,24
	P bovenzijde vloer (W/m ²)	- 0,53	- 0,24	0,77
Isolatiedikte 80 mm	P onderzijde vloer (W/m ²)	-5,22	5,42	- 0,21
	P bovenzijde vloer (W/m ²)	- 0,45	- 0,21	0,66
Isolatiedikte 100 mm	P onderzijde vloer (W/m ²)	- 5,24	5,41	- 0,18
	P bovenzijde vloer (W/m ²)	- 0,39	- 0,18	0,57

Beschikbare koelvermogen van de vloer met 80 mm minerale wol

$$\text{Koelvermogen} = 5,22 * T_{\text{water}} + 5,42 * T_{\text{beneden}} - 0,21 * T_{\text{boven}}$$

$$T_{\text{water}} = 17 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{beneden}} = 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{boven}} = 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$P_{\text{koeling}} = 57,5 \text{ W/m}^2$$

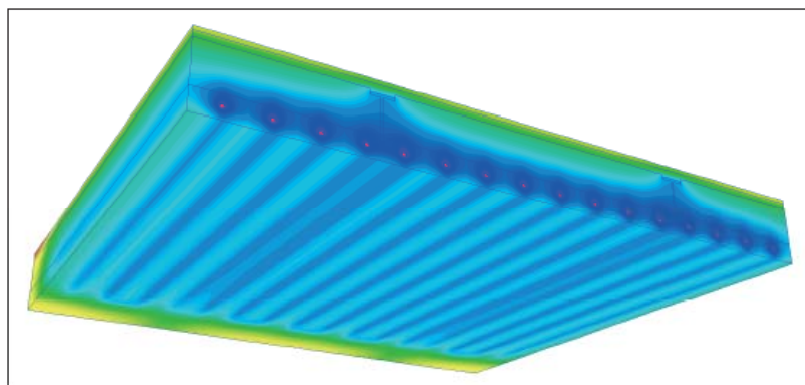
Invloed ruimtetemperaturen

Verschillen in ruimtetemperaturen aan de onder- en bovenzijde beïnvloeden het afgegeven vermogen van de constructie. In onderstaande tabel zijn de resultaten van de berekeningen samengevat. In de tabel staat de procentuele toe- of afname van het vermogen aan de onderzijde van de vloer per graad Kelvin ($T_{\text{ruimte}} = 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$), als gevolg van een ΔT van $\pm 1 \text{ K}$ aan de bovenzijde.

Relatieve beïnvloeding van het vermogen aan de onderzijde, als gevolg van een temperatuurverandering van 1 graad Kelvin aan de bovenzijde. Isolatie in tabel is opgenomen om de invloed van de isolatie te kunnen aangeven.

Isolatie	Leidingdiameter 16 mm	Leidingdiameter 18 mm	Leidingdiameter 20 mm
Isolatiedikte 0 mm	2,2 %	2,1 %	2,0 %
Isolatiedikte 60 mm	0,9 %	0,9 %	0,9 %
Isolatiedikte 80 mm	0,8 %	0,8 %	0,7 %
Isolatiedikte 100 mm	0,7 %	0,6 %	0,6 %

Uit de tabel blijkt dat bij een eventueel temperatuurverschil tussen boven- en ondergelegen vertrek, de beïnvloeding van het vermogen in het andere vertrek slechts beperkt is.



Verwarmingsvermogen

De relatieve invloed van een eventueel temperatuurverschil tussen een boven- en onder gelegen ruimte op de afgegeven vermogens, is ook met betrekking tot het verwarmings-vermogen gering. Om de resultaten hanteerbaarder te maken zijn de temperaturen in de boven- en onder gelegen ruimten gelijkgesteld.

Het afgeven van verwarmingsvermogen kan voor de ongeïsoleerde en geïsoleerde vloer bij een watertemperatuur van ca. 30 °C, worden beschreven door de volgende constanten in de formule in te voeren.

Isolatie	Vermogen	
Isolatie dikte 0 mm	P onderzijde vloer (W/m ²)	3,14 x (T water – T ruimte)
	P bovenzijde vloer (W/m ²)	1,61 x (T water – T ruimte)
Isolatie dikte 60 mm	P onderzijde vloer (W/m ²)	3,31 x (T water – T ruimte)
	P bovenzijde vloer (W/m ²)	0,67 x (T water – T ruimte)
Isolatie dikte 80 mm	P onderzijde vloer (W/m ²)	3,33 x (T water – T ruimte)
	P bovenzijde vloer (W/m ²)	0,57 x (T water – T ruimte)
Isolatie dikte 100 mm	P onderzijde vloer (W/m ²)	3,35 x (T water – T ruimte)
	P bovenzijde vloer (W/m ²)	0,49 x (T water – T ruimte)

*Voorbeeld tabel
verwarmingsvermogen
per m² vloeroppervlak bij
een leidingdiameter van
16 mm.*

Voorbeeld berekening

Bij een niet geïsoleerde vloer bedraagt het verwarmingsvermogen aan de bovenzijde van de vloer: P
verwarming = 1,61 * (T water – T ruimte)

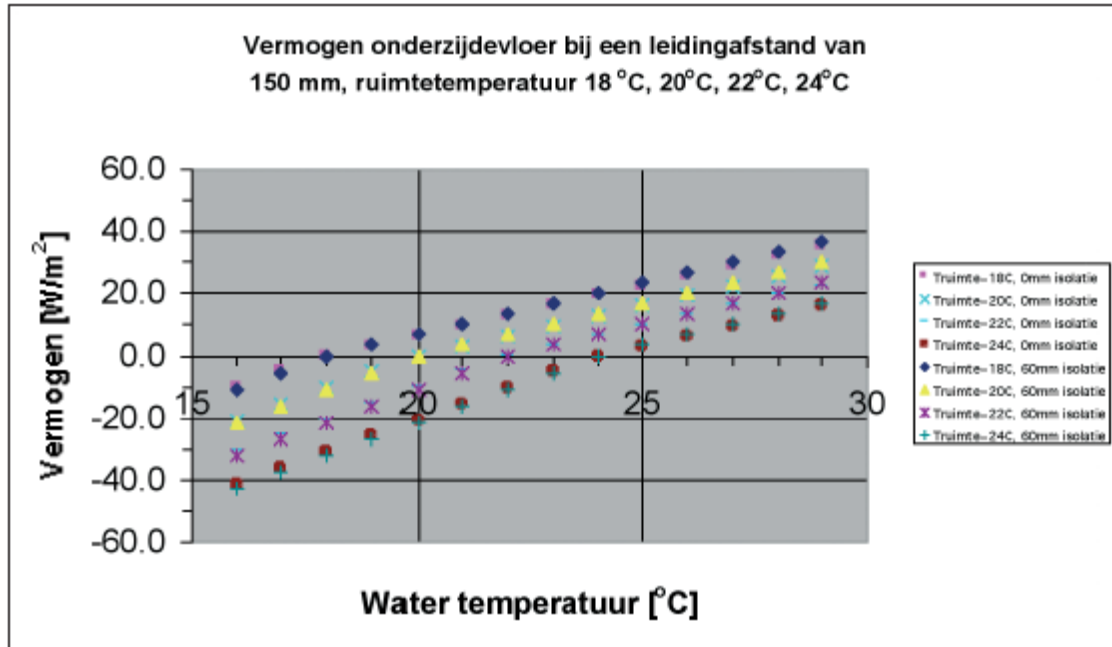
T water = 30 °C

T beneden = T boven = 26 °C

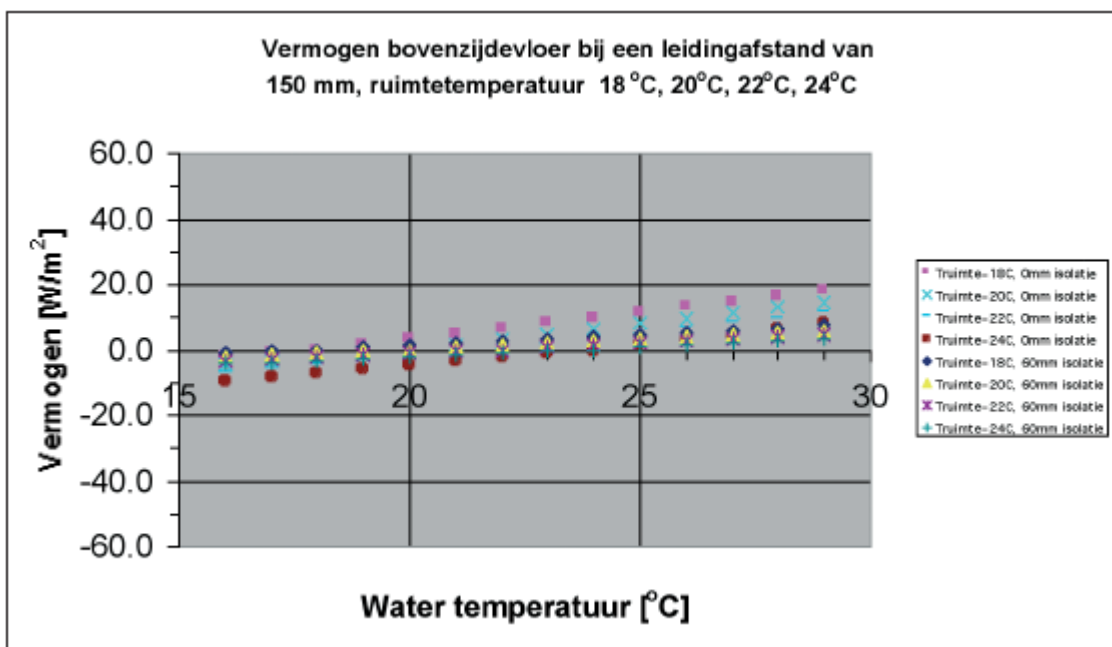
P verwarming = 14,5 W/m²

Berekeningsresultaten

In onderstaande figuren zijn de berekeningsresultaten met betrekking tot beschikbaar koel- en verwarmingsvermogen aan de onder- en bovenzijde van de Infra+ vloerconstructie, grafisch weergegeven.



Vermogenscurven voor de onderzijde van de vloer bij verschillende condities.



Vermogenscurven voor de bovenzijde van de vloer bij verschillende condities.

8.12.3 Dynamisch vloergedrag

Met betrekking tot het in beeld brengen van de optredende warmtestromen, is een vloersysteem zoals het Infra+ vloersysteem complexer dan een massieve vloer. De mathematische beschrijving van het vloergedrag onder instationaire condities is ingewikkeld. Om de beschrijving van de vloer eenvoudig te houden, is aangenomen dat de vloer zich gedraagt als drie eerste orde systemen, waarbij de temperaturen aan de boven- en onderzijde aan elkaar gelijk worden gesteld. De beschrijving kan dan vereenvoudigd worden tot twee 1^e orde systemen die parallel staan en die elk een eigen tijdconstante bezitten.

In het geval van de Infra+ die aan de bovenzijde uit een lichte geïsoleerde constructie bestaat, kan het plafondsysteem verder vereenvoudigd worden tot één 1^e orde systeem. Dit betekent concreet dat het systeem ruwweg met één tijdconstante beschreven kan worden. Voor een massieve vloer geldt dit niet. Hiervoor zijn twee tijdconstanten nodig.

Om het opstartgedrag van de Infra+ vloer bij koeling te bepalen, is de situatie beoordeeld waarin de temperatuur in de boven- en ondergelegen ruimte constant is en 22 °C bedraagt. De watertemperatuur is hieraan gelijk, nadat de pomp bijvoorbeeld 12 uur heeft uitgestaan. Op een zeker moment wordt de pomp aangezet, waarbij de watertemperatuur 17 °C bedraagt. Op dat moment is de vloer nog warm en gaat het water een piekvermogen leveren. Naarmate de tijd verstrijkt, neemt het door het water opgenomen vermogen af tot een constante waarde. De tijdconstante bedraagt 85 minuten, dit betekent dat na circa 60 minuten de vloer de helft van zijn koelvermogen levert.

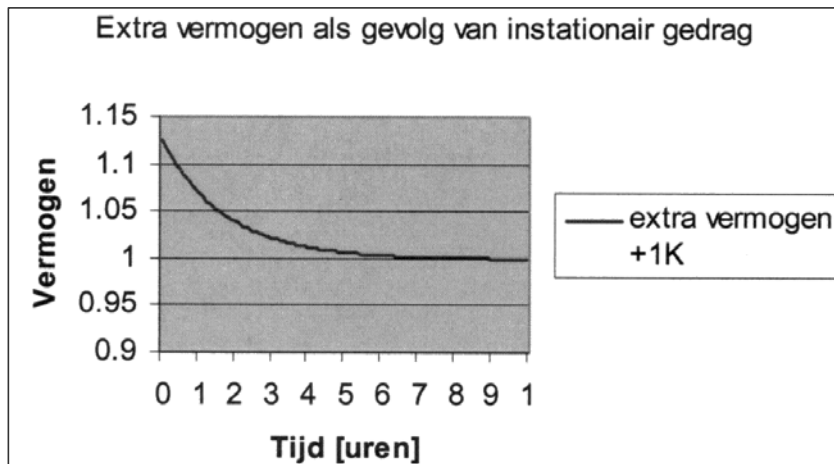
Aan de onder- en bovenzijde van de vloer vinden verschillende processen plaats. Bij het inschakelen van de pomp is het koelvermogen nul. Naarmate de tijd verstrijkt, neemt het koelvermogen toe tot een constante waarde die gelijk is aan het door het water opgenomen vermogen. Er wordt vanuit gegaan dat het waterdebiet voldoende groot is om het piekvermogen te kunnen leveren.

De massieve betonvloer dient als een systeem met twee tijdconstanten te worden omschreven. Hieruit blijkt dat de massa (warmteaccumulatie) van een massieve vloer in verhouding tot het beschikbaar vermogen van de watervoerende kunststof leidingen groot is. Om een massieve betonvloer dus in werkelijkheid even snel te laten koelen als de Infra+ vloer, is een piekvermogen vereist dat enkele malen hoger ligt dan het Infra+ piekvermogen. Dit piekvermogen kan alleen geleverd worden wanneer er voldoende leidingen met voldoende grote doorlaat worden toegepast. In de praktijk is het vermogen dat door het water opgenomen kan worden begrensd. Hiermee ontstaat een voordeel voor het Infra+ vloersysteem.

Het begrensde vermogen komt namelijk geheel ten goede van de betonlaag in het Infra+ vloersysteem. Als gevolg hiervan zal bij gelijke ruimtetemperaturen het koelvermogen van het Infra+ vloersysteem sneller naar zijn eindwaarde gaan dan bij een massieve vloer.

In de dagelijkse situatie zal de ruimtetemperatuur variëren als gevolg van wisselende belastingen van de interne warmtebronnen of zonbelasting. Dit heeft tot gevolg dat het oppervlak van de vloer actief wordt en een bijdrage gaat leveren aan het koelvermogen. Bij een verhoging van de temperatuur zal het koelvermogen snel toenemen en dan langzaam afnemen naar een stationaire situatie mits de ruimtetemperatuur gelijk blijft.

Concreet betekent dit dat bij een stijgende temperatuur in de ruimte, de constructie meer kan koelen dan op basis van de stationaire berekeningen verwacht mag worden.



Relatieve koelvermogen per m² uitgezet tegen de tijd

In bovenstaande grafiek is het relatieve koelvermogen per m² uitgezet tegen de tijd. Duidelijk is een forse toename in het koelvermogen te zien die afneemt tot een stationaire waarde. Het gedrag kan als volgt verklaard worden; aan het oppervlak treedt een vergrote warmtestroom op. Een deel van de energie wordt gebruikt om de oppervlakte laag in temperatuur te verhogen en een deel van de energie stroomt via geleiding weg naar de watervoerende leidingen. De tijd die nodig is voor geleiding is relatief groot. Dit betekent dat bij temperatuurwisselingen in een ruimte de intreediepte van de oppervlaktelaag van wezenlijke invloed is op het binnenklimaat bij piekbelastingen. Concreet betekent dit dat bij een stijgende temperatuur in de ruimte, de constructie meer kan koelen dan op basis van de stationaire berekeningen worden verwacht omdat de warmtecapaciteit van de constructie extra energie kan bufferen. Voor bovenstaande berekening blijkt de hoeveelheid extra koelvermogen circa 13% te bedragen bij een watertemperatuur van 17 °C en een ruimtetemperatuurstijging van 21 °C naar 22 °C. Bij hogere ruimtetemperaturen blijft dit percentage constant. De tijdconstante van het systeem bedraagt 104 minuten bij deze randvoorwaarden. Dat wil zeggen dat na 72 minuten nog steeds de helft (6,5%) van het extra vermogen beschikbaar is.

8.12.4 Samenvatting onderzoek

In opdracht van Prefab Limburg BV te Kelpen is door K+ Adviesgroep BV (voorheen Kanters & Kanters B.V.) een onderzoek uitgevoerd naar de beschikbare koel- en verwarmingsmogelijkheden van het Infra+ vloersysteem bij verschillende omgevingscondities aan de onder- en bovenzijde van de vloerconstructie en gemiddelde watertemperaturen. Tevens zijn de hart-op-hart afstanden en de diameters van de kunststof leidingen gevarieerd. Ook de invloed van de aanwezigheid van diverse dikten thermische isolatie in de vloerconstructie is bestudeerd.

De eigenschappen van het Infra+ vloersysteem en in het bijzonder de beschikbare verwarmings- en koelvermogens in combinatie met de beschikbare thermische massa, zijn van grote invloed op het klimaat in de ruimte. Het systeem beïnvloedt namelijk zowel de luchttemperatuur als de stralingstemperatuur in de ruimte.

In de twee figuren met berekeningsresultaten, op de voorgaande bladzijde, is grafisch een samenvatting van de berekeningsresultaten gegeven. De resultaten hebben betrekking op de afgegeven vermogens aan de onderzijde en bovenzijde van de vloer. De negatieve waarden geven de koelcapaciteit van de vloer weer in W per m² netto plafond/vloeroppervlak; de positieve waarden het verwarmingsvermogen. De watertemperatuur is het gemiddelde van de aanvoer- en retourtemperatuur. Bij een aanvoertemperatuur van 16 °C en een retourtemperatuur van 18 °C bedraagt de (gemiddelde) watertemperatuur 17 °C. In de afbeelding zijn de ruimteluchttemperaturen in de aan de onder- en bovenzijde gelegen vertrekken aan elkaar gelijk gehouden. De leidingafstand van de kunststofleidingen bedraagt in de gegeven situatie 150 mm.

Bij een gemiddelde watertemperatuur van 17 °C en een ruimteluchttemperatuur van 24 °C bedraagt het beschikbare vermogen aan de onderzijde circa 35 W/m² plafondoppervlak. Bij een ruimteluchttemperatuur van 26 °C zal het koelvermogen toenemen tot circa 45 W/m² plafondoppervlak. Het koelvermogen aan de bovenzijde zal bij de genoemde ruimteluchttemperaturen tussen 5 en 10 W/m² liggen.

Om een vergelijkbaar resultaat door middel van de toevoer van gekoelde ventilatielucht (17 °C) te verkrijgen, dient de ruimte ruim 5-voudig te worden doorspoeld. Hierdoor zal veelal een ongewenste luchtbeweging in de ruimte ontstaan. Bij de Infra+ vloer kan de aan de ruimte toe te voeren gekoelde luchthoeveelheid beperkt blijven tot circa 2 - 2,5-voudige luchtwisseling.

Daarnaast heeft het koelen door middel van de plafondconstructie als voordeel dat de gemiddelde stralingstemperatuur in de ruimte lager ligt. Een lagere stralingstemperatuur leidt gedurende de koelperiode tot een lagere gevoelstemperatuur (gemiddelde van luchttemperatuur en stralingstemperatuur). Anders geformuleerd, uitgaande van een vergelijkbare gevoelstemperatuur, zal het energieverbruik bij plafondkoeling geringer zijn dan bij koeling door middel van gekoelde lucht. De toepassing van plafondkoeling sluit goed aan bij het thermofysiologisch comfort uitgangspunt "warme voeten en koel hoofd".

De verwarmingscapaciteit van de vloer aan de onderzijde bedraagt bij een gemiddelde watertemperatuur van 30 °C en een ruimteluchttemperatuur van 21 °C circa 30 W/m². Uit oogpunt van het voorkomen van ongewenste stralingsasymmetrie dient het verwarmingsvermogen beperkt te blijven tot circa 20 W/m². Aan de bovenzijde van een ongeïsoleerde vloer zal circa 10 W/m² worden afgegeven. Voor een standaardkantoor van 3,6 x 5,4 m² kan hiermee in totaliteit circa 600 W aan verwarmingsvermogen worden geleverd.

Aangezien in de utiliteitsbouw als gevolg van verbeterde thermische isolatiewaarden en hogere interne warmtelasten steeds meer behoefte aan koelvermogen en minder behoefte aan verwarmingsvermogen bestaat, biedt de Infra+ vloer als koelend en verwarmend systeem goede toepassingsmogelijkheden.

Het Infra+ vloersysteem heeft in vergelijking met een massieve vloerconstructie het voordeel dat de beschikbare thermische massa op een meer efficiënte wijze benut wordt. De beschikbare thermische massa is bij een massieve vloerconstructie groter, doch staat niet in verhouding tot de beschikbaarheid van warmte- en koude energie die via de ingestorte kunststof leidingen kan worden afgevoerd. Hierdoor reageert het Infra+ vloersysteem sneller en beschikt het over een groter koel- en verwarmingsvermogen.

Een eigenschap van betonkernactivering is dat het klimaatsysteem slechts beperkt regelbaar is. De mogelijkheid ontbreekt om het af te geven vermogen direct te sturen. De aanwezige massa en het sterk zelfregelend karakter van het systeem leiden echter tot een stabiel binnenklimaat.

Mede vanuit psychologisch oogpunt is het aan te raden om de ruimteluchttemperatuur onder verwarmingscondities door middel van individueel regelbare lokale verwarmingselementen te beheersen. Het verwarmen door middel van vloerverwarming, en zeer zeker door middel van plafondverwarming, wordt niet aangeraden door K+ adviesgroep. In de woningbouw levert de toepassing van vloer/wandverwarming minder problemen op.

De technische ruimten in kantoorgebouwen nemen circa 5% van het bruto vloeroppervlak van het gebouw in. Daarnaast wordt in nagenoeg elk kantoorgebouw een verlaagd plafondsysteem toegepast. Het is niet uitzonderlijk dat 15% van het netto bouwvolume boven het verlaagd plafond te vinden is. Eén kruising van twee grote luchtkanalen kan voor een gehele verdieping maatgevend zijn. Het overgrote deel van het plafondplenum is echter leeg.

De toepassing van het principe van thermisch actieve betonkoeling maakt het mogelijk om de omvang van de traditionele luchtbehandelinginstallatie nagenoeg te halveren. Door water als energiedrager te gebruiken kan per volume-eenheid aanzienlijk grotere energie (warmte of koude) worden getransporteerd.

In de Infra+ vloer kunnen zowel luchttransportkanalen, leidingen, rioleringsbuizen, kabels, en ICT in de vloer worden geïntegreerd. In de traditionele breedplaatvloeren kunnen ventilatiekanalen met een afmeting van 70*170 mm² worden ingestort. In het Infra+ vloersysteem kunnen luchtkanalen die ruim 15 maal zo groot zijn, worden weggewerkt. Als gevolg hiervan zijn verlaagde plafondsysteem niet langer een noodzakelijkheid voor architecten. Dit betekent een aanzienlijke hoogtebesparing (10% - 15%) in de kantoorruimten en op de totale gebouwhoogte. Tevens zijn kleine technische ruimten en minder grote schachtruimten vereist.

9 Geluid



9.1 Eisen geluid bouwbesluit

Geluidsisolatie tabel

Geluidsisolatie klasse	Normale spraak	Luide spraak		Muziek	Zeer luide spraak / muziek	Loop-geluiden	Installatie geluid
		Waarneem-baar	Verstaan-baar				
I (= III: + 10 dB) zeer goed	niet hoorbaar	niet hoorbaar		niet hoorbaar	wel hoorbaar, niet storend	waarneembaar, niet storend	zelden storend
II (= III + 5 dB) goed	niet hoorbaar	soms hoorbaar niet verstaanbaar		soms hoorbaar	goed hoorbaar niet verstaanbaar	soms hoorbaar i.h.a. niet storend	soms storend
III (ca. huidige norm: 0 dB)	soms hoorbaar niet verstaanbaar	waarneembaar en verstaanbaar		goed hoorbaar	zeer goed hoorbaar	soms storend	soms storend

In bovenstaande tabel worden de diverse geluidsisolatie klassen aangegeven, zodat deze ook voor gewone consumenten begrijpbaar is.

Vanuit onderstaande tabel is te zien dat het bouwbesluit als eis voor Luchtgeluid 0 dB en voor Contactgeluid + 5 dB. Met de Infra+ vloer voorzien van een zwaluwstaartvloer en anhydriet geldt als geluidsisolatie voor Luchtgeluid + 10 dB en voor Contactgeluid $\geq$ + 10 dB.

Ontstaan geluid

Geluidsisolatie	Oude norm	Nieuwe norm		Wensen v.v.e. comfort klasse	Beton 210 mm	Infra+ voorzien van standaard topvloer	Infra+ voorzien van lco pakket	Infra+ voorzien van vloerbedekking
Luchtgeluid I_{Lj}	0 dB	0 dB	DuBo +5 dB		+7 dB	+10 dB	+11 dB	
Contactgeluid I_{Co} I_{Co} met vloerbedekking Massa kg/m ²	0 dB	+ 5 dB	+ 10 dB	+ 12 dB / + 15 dB	+1 dB 540	> +5 dB 242	+14 dB 268	+24 dB 298

Tabel met overzicht geluidsisolatie Infra+ vloer met verschillende topvloeren en afwerking.

9.2 TNO rapport

Door TNO Bouw zijn er diverse luchtgeluid- en contactgeluidsisolatie metingen uitgevoerd, eerst in 1999 te Eindhoven en later in 2001 in Delft.

9.2.1 Cementgebonden vezelplaat

Locatie	Spouwvulling	Topvloer	Oplegging topvloer	Rand-afwerking	I_{lu} ; lab (dB)	I_{co} ; lab (dB)
TNO Eindhoven						
	100 mm steenwol	22 mm cement-gebonden vezel-plaat	15 mm rubber-granulaat		+3	+9
TNO Delft						
	100 mm steenwol	22 mm cement-gebonden vezel-plaat	15 mm rubber-granulaat		+10	+5
	Lucht	22 mm cement-gebonden vezel-plaat	15 mm rubber-granulaat		+8	+2
	Lucht	22 mm cement-gebonden vezel-plaat	15 mm rubber-granulaat		+9	+4

Meetresultaat Infra+ vloer met cementgebonden vezelplaat

Uit aanvullende eisen op basis van een cementdekvloer op staalplaat, met als akoestische ont koppeling rubbergranulaat met noppen (30% oplegmateriaal), bleek zowel de luchtgeluid- als de contactgeluidisolatie met 2 a 3 dB toe te nemen ten opzichte van de 30 mm (= 2 x 15 mm) volledige oplegging met rubbergranulaatstroken.

De oplegoppervlakte en de dynamische stijfheid van het oplegmateriaal dienen goed afgestemd te zijn op de aanwezige belasting.

9.2.2 Cementdekvloer

De resultaten blijken sterk beïnvloed te worden door een goede akoestische ontkoppeling, alsmede een nauwkeurige afdichting langs de naden.

Locatie	Spouwvulling	Topvloer	Oplegging topvloer	Rand-afwerking	liu; lab (dB)	lco; lab (dB)
TNO Eindhoven						
	lucht	40 mm staal-plaatbetonvoer	25 mm steenwolstroken type 501	hout	+2	+8
	lucht	40 mm staal-plaatbetonvoer	25 mm steenwolstroken type 501	100 mm kalk-zandsteen	+3	+7
TNO Delft						
	Lucht	50 mm staal-plaat betonvloer	15 mm steenwol 'gekraakt'	Niet luchtdicht	+4	+4
	100 mm steenwol tegen lijf geklemd	50 mm staal-plaat betonvloer	15 mm steenwol; niet luchtdicht	Niet luchtdicht	+4	+11
	100 mm steenwol tegen lijf geklemd	50 mm staal-plaat betonvloer	Rubber-granulaat	Niet luchtdicht	+7	+11
	100 mm steenwol + 100 mm steenwol tegen lijf geklemd	50 mm staal-plaat betonvloer	Noppen-granulaat	Luchtdicht	+10	+13
	100 mm steenwol + 100 mm steenwol tegen lijf geklemd	50 mm staal-plaat betonvloer	bouwvilt	Niet luchtdicht	+8	+3
	100 mm steenwol + 100 mm steenwol tegen lijf geklemd	50 mm staal-plaat betonvloer	25 mm steenwol	Niet luchtdicht	+9	+13
	100 mm steenwol + 100 mm steenwol tegen lijf geklemd	50 mm staal-plaat betonvloer	25 mm steenwol	Niet luchtdicht	+8	+11

Meetresultaat Infra+ vloer met 50 mm cementdekvloer gestort op 16 mm.

9.2.3 Fermacell dekvloer

Meetresultaat Infra+ vloer met extra zwevende Fermacell dekvloer

Uit aanvullende testen op basis van een cementdekvloer op staalplaat, met als akoestische ontkoppeling rubbergranulaat met noppen (30% oplegmateriaal), bleek zowel de luchtgeluid- als de contactgeluidisolatie met 2 a 3 dB toe te nemen ten opzicht van de 30 mm (= 2 x 15 mm) volledige oplegging met rubbergranulaatstroken.

De oplegoppervlakte en de dynamische stijfheid van het oplegmateriaal dienen goed afgestemd te zijn op de aanwezige belasting.

Locatie	Spouwvulling	Topvloer	Oplegging topvloer	Rand-afwerking	l _{lu} ; lab (dB)	l _{co} ; lab (dB)
TNO Delft						
	100 mm steenwol	22 mm cementgebonden vezelplaat	15 mm rubbergranulaat		+10	+5
	100 mm steenwol	22 mm cementgebonden vezelplaat + Fermacell 2 ^E 32+ 20 steenwol	15 mm rubbergranulaat		+11	+14
	100 mm steenwol	22 mm cementgebonden vezelplaat + Fermacell 2 ^E 31	15 mm rubbergranulaat		+10	+14
	Lucht	22 mm cementgebonden vezelplaat + Fermacell 2 ^E 31	15 mm rubbergranulaat		+9	+11

9.2.4 Verbetering van contactgeluid van Infra+ vloer

Locatie	Spouwvulling	Topvloer	Oplegging topvloer	Rand-afwerking	l _{lu} ; lab (dB)	l _{co} ; lab (dB)
TNO Delft						
	Lucht	22 mm cementgebonden vezelplaat	2 x 15 mm rubbergranulaat		+9	+4
	Lucht	22 mm cementgebonden vezelplaat + jumpax + vinyl	2 x 15 mm rubbergranulaat			+8
	Lucht	22 mm cementgebonden vezelplaat + jumpax + lynoleum	2 x 15 mm rubbergranulaat			+7
	Lucht	22 mm cementgebonden vezelplaat + jumpax + tapijt	2 x 15 mm rubbergranulaat			+16
	Lucht	22 mm cementgebonden vezelplaat + jumpax + tundra-laminaat	2 x 15 mm rubbergranulaat			+8
	Lucht	22 mm cementgebonden vezelplaat + jumpax + redupax + tundra-laminaat	2 x 15 mm rubbergranulaat			+8

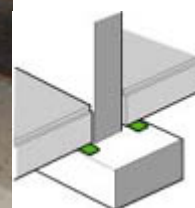
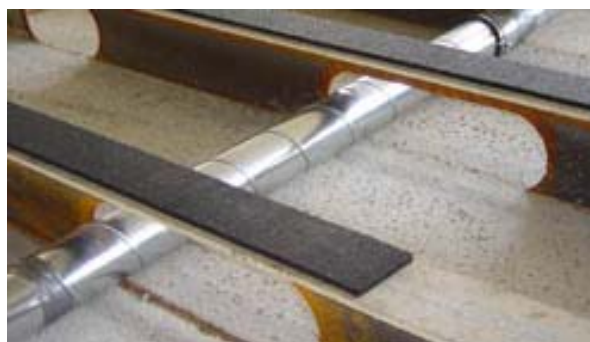
9.3 Oplegmateriaal

9.3.1 Gebonden rubbergranulaat

Het Menhir N-10 oplegmateriaal wordt gebruikt om bouwdelen onderling te ontkoppelen waardoor een verbetering van de contactgeluidisolatie wordt verkregen.

Kenmerken

- 10 mm dik
- Verouderingbestendig
- Blijvend veerkrachtig
- Goede trillingdemping
- Milieuvriendelijk
- Recyclebaar
- Optimale belasting 0,0 - 0,3 N/mm²
- Max. belasting 0,6 N/mm²
- Max. kortstondige belasting 3,0 N/mm²
- Afmetingen: 80 x 10 mm lengte rol: 1,25 m
 100 x 10 mm lengte rol: 1,25 m



10 Brand gedrag



10.1 Brandveiligheidseisen

De volgende brandveiligheidseisen voor de hoofddraagconstructie met een verdiepingshoogte van 3,3 á 4,2 m worden gesteld in het bouwbesluit:

- één- en tweelaagse niet-slaapgebouwen	(h ≤ 5 m):	geen eis
- drie- en meerlaagse niet-slaapgebouwen	(h > 5 m):	90 minuten
- één- en tweelaagse slaapgebouwen	(h ≤ 5 m):	60 minuten
- drie- en vierlaagse slaapgebouwen	(h > 5 m en < 13 m):	90 minuten
- vijf- en meerlaagse slaapgebouwen	(h > 13 m):	120 minuten

10.2 Bouwkundige integratie

Bouwkundige integratie is het opnemen van stalen kolommen in metal stud wanden of het binnen-spouwblad van de gevel. Zo ook de stalen liggers die in de Infra+ vloer zijn ingestort. Bouwkundige integratie zorgt ervoor dat de constructie slechts gedeeltelijk aan brand blootstaat. De opwarming verloopt een stuk trager en de kritieke temperatuur wordt later bereikt. Hierdoor is de brandwerendheid van staal zonder bescherming al 30 minuten en soms zelfs 60 minuten. Voor 90 minuten brandwerendheid volstaat een dunne laag brandwerende bespuiting, bekledingsplaat of brandwerende verf.

10.3 TNO rapport

Volgens het TNO rapport 2000 CVB—R02194 waarbij de brandwerendheid volgens NEN 6069:1997 is getest geldt dat de vloer een brandwerendheid heeft van meer dan 145 minuten.

De staalprofielen hebben géén extra brandwerende bescherming nodig. De naden en aansluitingen met andere bouwdeelen, zoals wanden en geïntegreerde liggers dienen afgewerkt te worden met brandwerende bekleding en/of voegvulling volgens specificatie leverancier om de gewenste brandwerendheid van de (hoofd)draagconstructie te kunnen garanderen.

Het wordt aanbevolen om een topvloer toe te passen met als uitgangspunt: Bouwstoffenklasse “ONBRANDBAAR” volgens NEN 6064:1997.

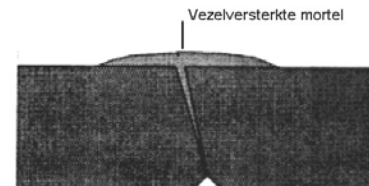
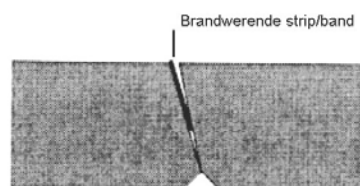
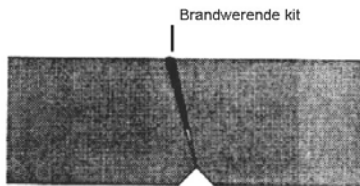
Volgens de praktijkrichtlijnen SBR nr. 91: “Een brandveilig gebouw ontwerpen” levert “brand van bovenaf” geen extra vuurbelasting voor de INFRA+ vloer op die maatgevend is voor de brandwerendheid van de totale vloerconstructie.

De leidingen die in de vloer worden opgenomen, dienen in de berekeningen voor de brandwerendheid mee beoordeeld te worden. Toepassing van halogeen vrije kabels die brandvoortplanting beperken wordt aanbevolen. In overleg met de adviseur dienen de specificaties en eventuele bijdrage aan de totale brandlast vastgesteld te worden. Bij toepassing van de INFRA+ vloer als klimaatplafond kunnen de in de betonschil opgenomen koel-/ verwarmingsleidingen een additionele bijdrage aan de brandwerendheid leveren in het geval van brand.

10.4 Brandwerende voorzieningen

10.4.1 Brandwerende aansluiting naad

De naadafdichting tussen te platen ten behoeve van brandwerendheid wordt door middel van een brandwerende kit, band of een vezelversterkte mortel bewerkstelligd.



Aftimmeren
Kit > Saba

11 De omgekeerde Infra+ vloer



11.1 Vraagstuk

In een voorbespreking over het afstuderen bij Ballast Nedam werd mij de vraag gesteld of de Infra+ vloer ook omgedraaid toegepast kon worden; de betonschil aan de bovenzijde en de stalen liggers aan de onderzijde.

Binnen de Ballast Nedam groep valt het bedrijf 'Haitsma Beton', welke een type vloer heeft ontwikkeld die het principe van de Infra+ vloer deelt. Echter het verschil is dat de betonschil boven ligt en de stalen constructie er onder, de vloer heet de 'framevloer'.

11.2 Geschiedenis Haitsma Beton

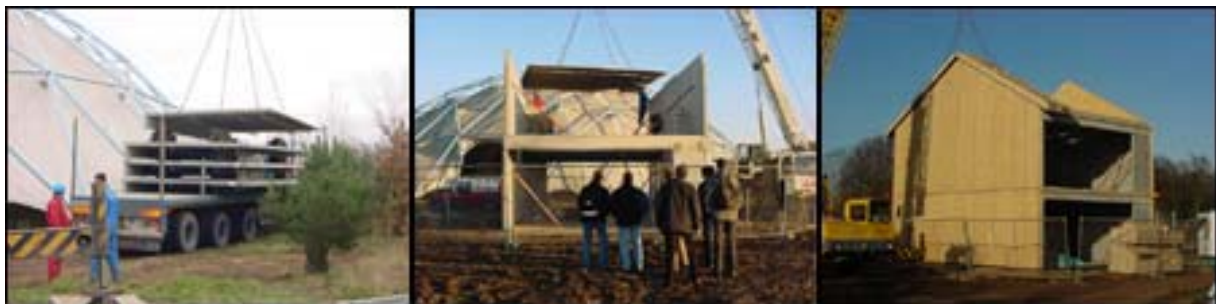
De geschiedenis van Haitsma Beton voert terug tot 1905. Jurjen Haitsma start in Harlingen met de fabricage van cementpannen. Met succes, want het bedrijfje wordt groter en groter. Nieuwbouw volgt en eind jaren zestig wordt de productielocatie Kootstertille (Fr.) geopend. Daar worden dan voor-gespannen heipalen en later prefab betonnen elementen gemaakt. In 1989 wordt in Maarssen de tweede vestiging geopend.

De groei krijgt extra dimensie in 1993 wanneer Haitsma Beton onderdeel wordt van Ballast Nedam Industrie & Toelevering. Haitsma Beton heeft door de plaats in dit concern, maar vooral door de producten en prestaties van de medewerkers haar vooraanstaande positie in de vaderlandse betonindustrie bereikt. In 2003 verhuist de vestiging Maarssen naar Soest.

11.3 Ontwikkeling

De framevloer is een systeemvloer voor met name de “grondgebonden” woningbouw, en is ontwikkeld in samenwerking met woningstichting SWS uit Eindhoven in het kader van IFD (Industrieel Flexibel Demontabel) bouwen. Op dit moment is er 1 proefwoning gebouwd op het TU-terrein in Eindhoven en 5 woningen in Eindhoven. Het concept met de framevloer waarborgt een maximale vrijheid voor het plaatsen van leidingen onder de vloer.

In de ontwikkelingsfase werd de frame vloer uitgevoerd met een stalen vakwerkligger in een proefwoning op het TU-terrein. Deze vakwerkligger werd met de hand gevormd en de ‘onderflens’ werd met de hand gelast aan de ligger, de lasverbinding wordt momentvast uitgevoerd.



Proefwoning op TU-terrein te Eindhoven met stalen variant

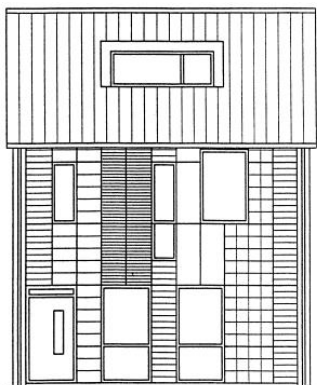
11.3.1 Aanpassing

Vanwege de brandveiligheid in de woningen in Eindhoven moest de stalen vakwerkligger worden beschermd tegen brand, het beschermen van de staalconstructie is kostbaar. Bij toepassing van de stalen vakwerkligger was er een trilling te voelen als men over de vloer liep. Om de stijfheid van de vloer te verhogen en de brandveiligheid te verbeteren werd ervoor gekozen om de stalen vakwerkligger te vervangen door een betonnen rib.

11.3.2 Flexibel

Onder de vloer kunnen op bijna iedere plaats leidingen worden aangebracht door het toepassen van een zeer "open" frame, als drager van de vloer. Ten behoeve van een flexibele plaatsing van de trap is in het midden van de vloer een strook met verplaatsbare platen voorzien. De onderzijde van de vloer dient te worden afgewerkt met een plafond.

Dit IFD woningconcept vertegenwoordigt het realiseren van woningen door fabrieksmatig geproduceerde elementen, bij een gecontroleerd productieproces met recycling van minimale afvalstromen. De realisatie op de bouwplaats geschiedt droog volgens een nauwgezet vooraf bepaald assemblage proces. Het concept is opgezet voor een woningbouwvloer met een afmeting van 6.7 x 9.0 m². Grotere overspanningen zijn mogelijk.



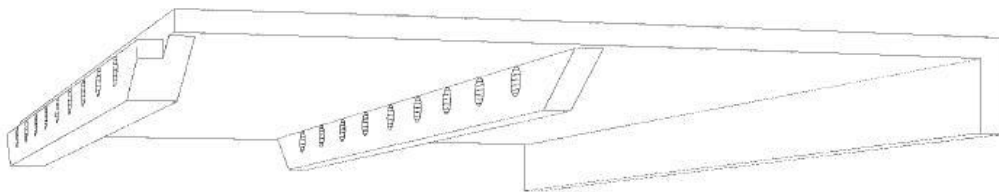
TU Eindhoven proefwoning

11.4 Opbouw framevloer

De framevloer bestaat uit 2 dragende prefab hoofdcomponenten van 100 mm¹ dik en is voorzien van een geïntegreerde randbalk met een hoogte van 450 mm. Tussen deze twee hoofdcomponenten bevinden zich losse middenstroken ter plaatse van de trapzone van eveneens 100 mm¹ dik.

De hoofdcomponenten hebben een afmeting van 3620 x 6900 mm. Vanwege het 2-zijdig opgelegde systeem en de grote vrije overspanning is de vloer voorzien van twee betonnen ribben in de lengte richting van de vloer.

Er worden 9 middenstroken van 600 x 2500 mm toegepast. Dit houdt in dat de bewoner kan bepalen waar de trap en het trappengat in de woning komt. Deze middenstroken overspannen in de andere richting dan de hoofdcomponenten van de vloer. De middenstroken worden aan de hoofdcomponenten gekoppeld zodat deze meewerken aan de schijfwerking van de vloer.



Frame vloer met betonnen liggers

Het gewicht van de middenstroken zal zo'n 400 kg zijn. De hoofdcomponenten wegen elk ongeveer 8000 kg. Beide hoofdcomponenten zullen voorzien zijn van een geïntegreerde randbalk.

De randbalk heeft 3 hoofdtaken, namelijk:

1. Voor het bevestigen van een balkon. (indien de bewoner dit wenst)
2. Voor de proefwoning, worden de randbalken aan korte stabiliteitswanden gekoppeld zodat deze, inclusief de meewerkende breedte van de vloer, deelnemen aan de stabiliteit van de woning.
3. Belastingen vanuit de dakconstructie zullen voornamelijk via de randbalk naar de wanden worden afgedragen.

Zowel de framevloer hoofdcomponenten als de middenstroken worden berekend op het dragen van een gemetselde binnenwand(en). Rustende- en veranderlijke belastingen worden eveneens in rekening gebracht (volgens NEN 6702).

11.5 Duurzaam bouwen, milieu en kwaliteit

De vloeren worden onder beheerste omstandigheden gestort waarbij minimaal een betonkwaliteit van B65 wordt toegepast. Voor de vloeroppervlakken binnen de woning wordt milieuklasse 1 gehanteerd. Voor oppervlakken die in aanraking komen met de buitenlucht zal, milieuklasse 2 worden aangehouden (NEN 6720).



De framevloer wordt op zijn kop gestort en in de productie hal omgedraaid

Bij de productie van de framevloer wordt zelfverdichtend beton toegepast, onder andere omdat hiermee eenvoudiger te storten is en er minder geluidsoverlast zal zijn. Eerst wordt de betonschil van 100 mm gestort en na ongeveer een half uur worden de ribben aangestort.

Qua andere milieuaspecten zijn er overwegingen om de vloerelementen in 'zelfverdichtend beton' (ZVB) te produceren. Dit type beton heeft als groot voordeel dat er geen verdichting, d.m.v trillen, hoeft plaats te vinden. De verwerking van het beton is eenvoudiger, de omgeving heeft minder last van geluidsoverlast en voor de werknemers is dit minder belastend.

Het framevloer systeem is een duurzaam product. De toepassing van het vloersysteem bespaart ca. 50% op grondstoffen. Vanzelfsprekend wordt er dan ook bespaard op energie die nodig is voor de winning en het transport van deze grondstoffen. Omdat de constructie in zijn geheel demontabel is, is het mogelijk de elementen te hergebruiken. Bij eventuele sloop van de constructie komt vanzelfsprekend navenant minder betongranulaat vrij.

11.5.1 Verbindingen

Voor de proefwoning worden voor het casco, droge verbindingen toegepast. De droge verbindingen worden gemaakt door middel van bouten.

11.5.2 Toleranties en vlakheid

Toleranties en vlakheidseisen van 2 mm¹ worden aangehouden. Dit zodat de elementen goed op elkaar aan zullen sluiten. Gezien de tolerantie- en vlakheidseisen die gesteld worden aan de elementen, is het van belang dat het hijsen, de opslag en het vervoer van de framevloer nauwkeurig en zorgvuldig gebeurt.

11.6 Element specificaties framevloer

Maximale overspanning	ca. 9.000 mm. (9 meter)
Standaard lengte	6.900 mm.
Standaard breedte	3.670 mm excl. hoekstaal
Beëindiging kop	Standaard haaks
Gewicht	8000 kg per hoofdcomponent
Constructiehoogte bij overspanning 6.9 m	325 mm.
Oplegging	Op prefab beton wand met vilt
Hijsvoorziening	Deha hijshankers
Milieuklasse	1
Brandwerendheid	30 minuten
Betonkwaliteit	B 60
Oppervlakte beoordeling	1B

Gegevens toepassing vloer in “Kameleon” woningen te Eindhoven:

Prijzen	Circa € 85,- / m ² (excl. montage en inclusief transport) Circa € 92,- / m ² (excl. montage en inclusief transport + winst en risico)
Koppeling	Platen zijn onderling niet gekoppeld
Diameter opening betonrib	150 mm.
Overspanning	6810 mm.
Hoeveelheid staal	± 82 kg/m ³
Beton	Zelfverdichtend beton

11.7 Akoestisch & thermisch onderzoek

In opdracht van Woningstichting SWS te Eindhoven, is door DvL Milieu & Techniek een akoestische en thermische toets uitgevoerd van de details en constructies van het proefproject “De Kameleon” te Eindhoven. In onderstaande tekst volgt een samenvatting van het DvL Milieu & Techniek rapport, rapport A-032467.

11.7.1 Begane grond vloer

Akoestisch

Bij traditioneel geschakelde woningen, voorzien van een ankerloze spouwmuur en een gezamenlijke fundering, wordt geadviseerd de begane grondvloer inclusief afwerking ten minste met een massa van 250 kg/m² uit te voeren.

In de onderhavige situatie is men voornemens een 100 mm prefab Haitsma vloer te passen die middels vilt is opgelegd op een tussenbalk van 290 x 335 mm die wederom middels vilt is opgelegd op een prefab funderingsbalk.

Indien rekening gehouden wordt met de volgende aspecten zal zondermeer voldaan worden aan de gestelde geluidseisen:

- Voor het vilt kan toegepast worden Nevima Isofilt van 13 mm of Nevima vilt 633 van 10 mm
- Gebruik, ter voorkoming van ongelijke zakkingen overal hetzelfde vilt
- Zorg dat het vilt wordt beschermd tegen vervuiling

Thermisch

Ook voor een begane grondvloer geldt een thermische eis voor de warmteweerstand van tenminste 2,5 m².K/W. Dit betekent dat de prefab begane grondvloer aan de onderzijde voorzien dient te worden van thermische isolatie. Het is niet noodzakelijk deze isolatie om te zetten tegen de tussenbalk.

11.7.2 Verdiepingsvloer

Akoestisch

Bij traditioneel geschakelde woningen, voorzien van een ankerloze spouwmuur, wordt geadviseerd de verdiepingsvloer inclusief afwerking ten minste met een massa van 300 kg/m² uit te voeren.

In de onderhavige situatie is men voornemens een 100 mm prefab Haitsma vloer te passen die middels vilt is opgelegd op de wandelementen. Door toepassing van prefab vloeren wordt niet voldaan aan de gewenste massa. Echter bij toepassing van de viltstroken ter plaatse van de opleggingen levert dit geen akoestische knelpunten op.

Geadviseerd wordt wel om de sparingen in de prefab wandelementen te dichten met betonspecie.

11.7.3 Woningscheidende wanden

Akoestisch

Bij traditioneel geschakelde woningen voorzien van een ankerloze spouwmuur, wordt geadviseerd deze muur uit te voeren in een ankerloze kalkzandsteen spouwmuur van tenminste 120-50-120 mm.

Uitgaande van een massa van kalkzandsteen van 1750 kg/m^3 bedraagt de massa van een dergelijke wand 210 kg/m^2 .

In het onderhavige project is men voornemens de woningscheidende wand ter plaatse van de begane grond en de eerst verdieping uit te voeren als ankerloze prefab betonnen spouwmuur van 100-90-100 mm. Uitgaande van een massa van het beton van 2400 kg/m^3 . Gelet op deze massa en de grotere spouw kan gesteld worden dat kan worden voldaan aan de eisen conform het bouwbesluit.

Ter plaatse van de tweede verdieping is men voornemens de woningscheidende wand uit te voeren als ankerloze houtskeletbouw wanden.

Hiervoor kan met gebruik maken van de volgende traditionele opbouw:

1. 2 platen gips van elk 12 mm.
2. dampremmende laag
3. houten stijl- en regelwerk van 38x88 mm. H.o.h. 400 mm.
4. minerale wol van 90 mm.
5. spouw van 90 mm
6. minerale wol van 90 mm.
7. houten stijl- en regelwerk van 38x88 mm h.o.h. 400 mm.
8. dampremmende laag
9. 2 platen gips van elk 12 mm.

Op deze wijze ontstaan eveneens een constructie van 290 mm voorzien van een spouw van 90 mm en een wandopbouw van 100 mm, die daardoor precies aansluit op de prefab, beton wandelementen en de onderliggende verdiepingen.

Er dient rekening gehouden te worden met de volgende aspecten:

- ter voorkoming van brandoverslag wordt geadviseerd een strook minerale wol in de spouw ter plaatse van aansluiting van de HSB wand aan de buitengevel aan te brengen
- er dient een waterwerende en dampdoorlatende laag aangebracht te worden bij de afdekking van het stijl- en regelwerk met de spouw van de buitengevel
- hout dient behandeld te worden
- de stroken minerale wol dienen strak aangebracht te worden om luchttransport te voorkomen
- vermijd akoestische koppelingen tussen twee woningen ter plaatse van de vloer- en dakranden

Thermisch

Doordat het begrip inwendige scheidingsconstructie onder meer inhoudt dat de aansluitende constructiedelen deel uitmaken van deze inwendige constructie kan ervan uit worden gegaan dat deze voldoet aan de gestelde eisen. Door het aanbrengen van thermische isolatie onder de begane grondvloer zal eveneens worden voldaan aan de minimaal vereiste temperatuurfactor.

11.7.4 Daken

Akoestisch

Indien er zich verblijfsgebieden bevinden aan weerszijde van de HSB-wand dient een dakelement aangebracht te worden voorzien van een attest die inzichtelijk maakt dat een $I_{lu,k} = 0$ dB zal worden behaald. Tevens dienen de panlatten ter plaatse van de woningscheiding te worden onderbroken. Tussen het stijl en regelwerk van de HSB wand en de panlatten dient een strook goed samendrukbare minerale wol aangebracht te worden. De aansluitingen dienen op een juiste wijze afgedicht te worden en voorzien te worden van een naaddichting.

Thermisch

Er dient een waterkerende en dampdoorlatende laag aangebracht te worden ter plaatse van de woningscheidende HSB –constructie en wel op de prefab dakelementen en onder de tengels. Hiertoe kan bij voorkeur de dampremmende folie vanuit de dakelementen doorgezet worden. Ter voorkoming van luchtstroming dienen de naden goed afgedicht te worden.

11.7.5 Aanbevelingen

Onderstaand volgen enkele aanbevelingen die van (grote) invloed kunnen zijn op het te behalen resultaat.

- Leidingen dienen flexibel bevestigd te worden tegen scheidingsconstructies
- Alle naden bij woning- en ruimtescheidende wanden dienen gedicht te worden met elastisch blijvende kit op een rugvulling
- Bij doorvoeren van leidingen dient gebruik te worden gemaakt van mantelbuizen die zorgvuldig worden gedicht.
- Bij lichte woningscheidende wanden mogen geen inbouwdozen worden aangebracht

11.8 Kameleon woningen

De Sociale Woningstichting (SWS) heeft zonder aannemer een rij van vijf huurwoningen gebouwd volgens de methode van I-build, waarbij de huurders van tevoren ondersteunt door virtuele realiteit, een hele reeks keuzes maken. Qua concept zijn de woningen identiek, uitvoering en indeling lopen uiteen.

De plaats van de badkamer en de keuken, materiaal van het plafond, indeling van de plattegrond, hangend of staand toilet, wel of geen dakkapel, alles verschilt. Omdat de basis hetzelfde is maar de afwerking en uitvoering zijn aangepast worden het 'kameleon woningen' genoemd.

Op de begane grond bevinden zich in de voor- en achtergevel twee stabiliteitselementen, gemonteerd met zestien bouten. Geen enkele leiding is ingestort in het beton. De elementen zijn in principe uitwisselbaar en overal te gebruiken. Tussen de elementen wordt geluidsband toegepast voor de isolatie. De vloeren van begane grond, verdieping en zolder zijn identiek. Het veld midden is uitneembaar voor bijvoorbeeld een trapgat, vide en eventueel een lift.

SWS heeft de bouw van de kameleon woningen zelf georganiseerd, Haitsma heeft het casco geleverd, de montage werd uitgevoerd door Wageborg, Lafarge leverde de isolatie, de inbouw komt van Raab Karcher. Bij de uitvoering is het bouwsysteem niet ingespeeld op de bouwsnelheid van het casco. Een voorbeeld zijn de gevelementen, deze zouden eerder in het werk gemonteerd kunnen worden dan nu het geval is geweest.

De constructie van de woning is als volgt opgebouwd: betonpalen, prefab betonnen fundering, ongeïsoleerde begane grondvloer, lange wanden, dwarswanden en de vloer rust op de lange wanden.



De "Kameleon" woningen te Eindhoven opgebouwd met de framevloer.

11.8.1 Uitvoering Kameleon woningen

Op onderstaande foto's is te zien hoe men de 5 kameleon woningen in Eindhoven heeft uitgevoerd.



1) Begane grond vloer



2) Prefab fonderingsbalken



3) Ook droge verbinding in de fundering



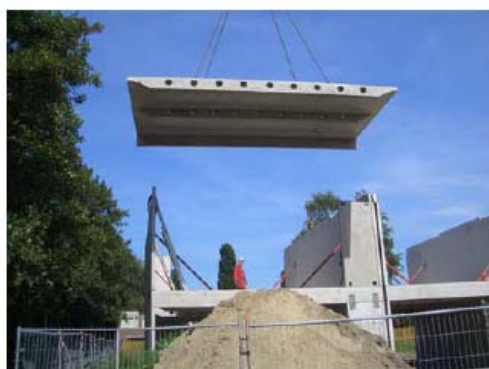
4) Stabiliteitswand en fundering.



5) Montage wanden



6) Boutverbinding stabiliteitswand.



7) Monteren framevloer 2° verdieping



8) Overzicht 1° verdiepingvloer met trapgat.

11.9 Beeldvorming framevloer



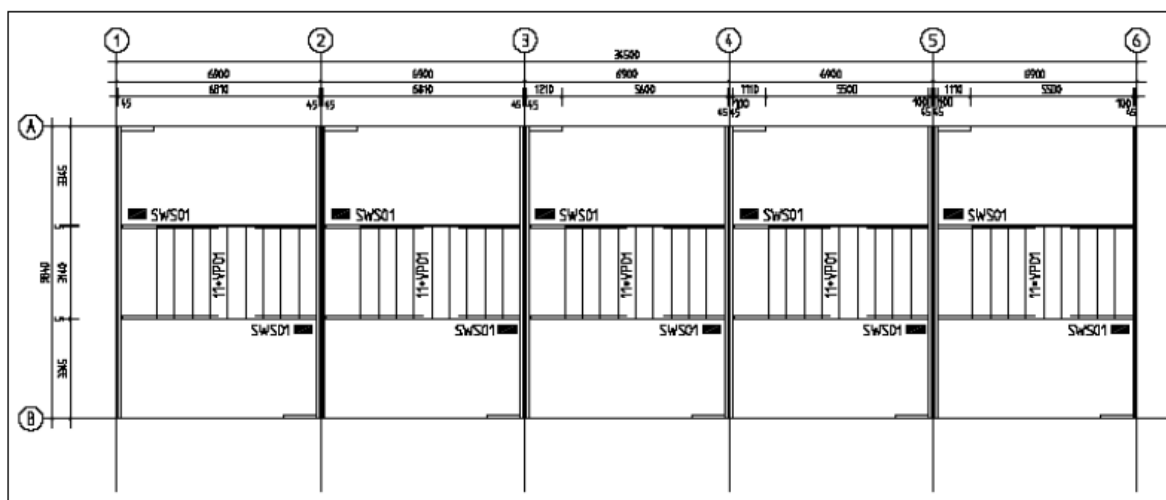
Kameleon woningen in uitvoering.



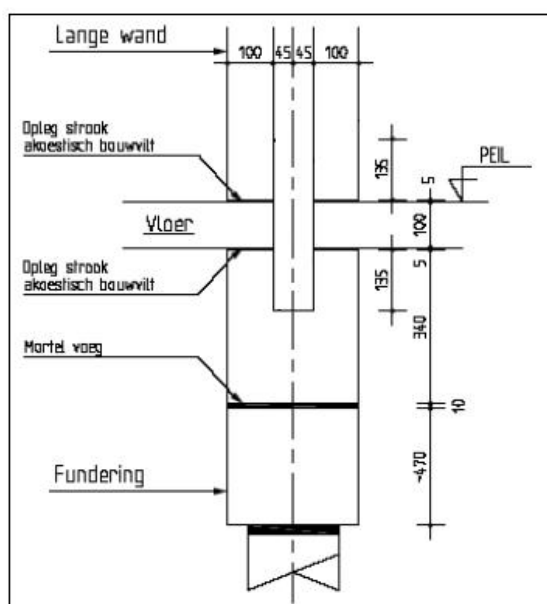
Opgeslagen framevloer elementen.



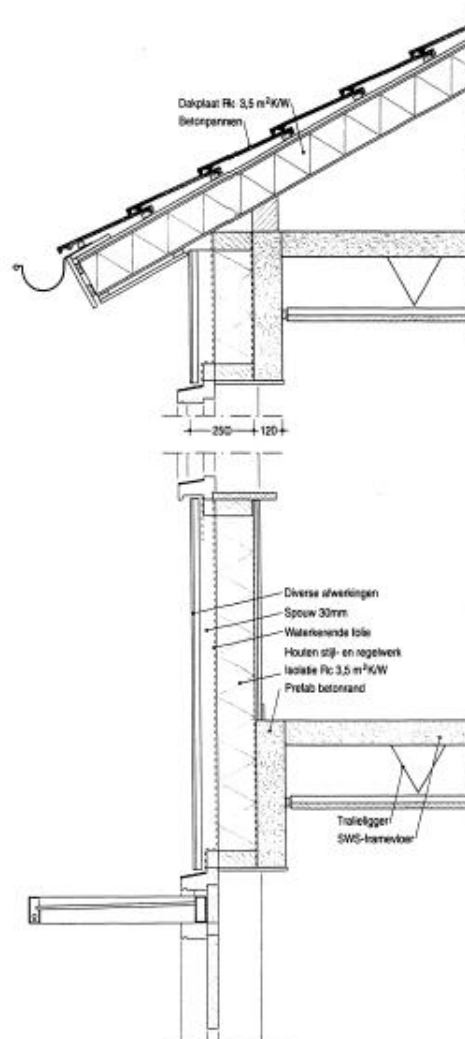
Woningen gereed, foto genomen tijdens bezoek IFD bouwen bijeenkomst te Eindhoven. Waar bewoners hun woning lieten zien.



Plattegrond woningen Eindhoven, waarbij oa. de middenstroken te zien zijn.



Aansluitdetail begane grondvloer tpv. woning-scheidende muur. De inkeping in de funderingsbalk is opgenomen om ervoor te zorgen dat het geluid een langere weg af moet leggen en werkt hierdoor isolerend.



Doorsnede houten dooselement en framevloer

11.10 Voor- en nadelen framevloer

11.10.1 Voordelen van de framevloer

- Door het toepassen van de frame vloer is het voor toekomstige gebruikers/kopers van de woning mogelijk hun woonwensen in te vullen ook wanneer het casco reeds staat. Hierdoor kan de bouw van de woning, ook wanneer deze nog niet is verkocht, toch doorgaan.
- Snel en eenvoudige aanpassing van de ruimten is mogelijk omdat de installaties flexibel zijn te verplaatsen. De locatie van de trap is tussen de framevloer verplaatsbaar.
- Zeer snelle bouwtijd door toepassen van grote elementen en boutkoppelingen.
- Geen druklaag of cement dekvloer benodigd.
- Weinig materiaal verbruik. (milieu)
- Bij sloop is er de mogelijkheid om gecontroleerd te slopen: vloerdelen af te voeren en extern te slopen of gereed te maken voor recycling.

11.10.2 Nadelen van de framevloer

- In aanschaf hogere prijs van de vloer t.o.v. traditionele vloersystemen. Voordeel van de Framevloer komt naar voren bij wijziging van de woningindeling.
- De framevloer is minder stijf dan traditionele vloeren

11.10.3 Aandachtspunten

- Tijdens het produceren van de vloer wordt de vloer op een kanteltafel gekanteld: de aansluiting van de vloer en rib is kwetsbaar
- Maattoleranties: veelvoudig controle tijdens de productie en uitvoering
- Stort procedure: eerst betonschil storten en niet te vroeg/laat beginnen met storten van de opstaande ribben.

11.11 Toekomstwaarde framevloer

Haitsma beton is momenteel niet intensief bezig om de framevloer op te markt te zetten omdat ze denkt dat de vloer daarvoor nog niet rendabel genoeg is. De vloer zal nog verder ontwikkeld moeten worden om de mogelijkheden van de vloer toe te passen. Bij een hogere productie zal de kostprijs van de vloer ook aanzienlijk dalen. Momenteel is er nog geen passende tool ontwikkeld om het huidige productieproces te verbeteren.

Momenteel zijn er geen lopende projecten waarbij de framevloer toegepast zal gaan worden maar er is wel interesse in de vloer bij een andere woningstichting.

Een mogelijke ontwikkeling in de framevloer bij toepassing in de utiliteitsbouw is dat de framevloer met voorgespannen wapening wordt geproduceerd om een grotere overspanningen mogelijk te maken met een niet al te hoog pakket.

11.12 De omgekeerde Infra+ vloer

Zoals al is aangegeven in dit hoofdstuk is men bij de ontwikkeling van de framevloer afgestapt van het idee om deze te voorzien van een stalen vakwerkligger. De redenen hiervoor waren de trilling die optrad bij belopen en de beperkte weerstand bij brand. Om deze vraagstukken op te lossen heeft men ervoor gekozen om de stalen vakwerkligger te vervangen van een betonnen rib, welke breder is dan de stalen vakwerkligger.

Als men zou overwegen om de Infra+ vloer omgedraaid toe te passen zullen dezelfde afwegingen genomen moeten worden die men destijds bij Haitsma Beton heeft gedaan. Niet alleen zullen de hogere kosten van bescherming van de staalprofielen afgewogen moet worden maar ook het wegvallen of verminderen van de verwachte voordelen van de Infra+ vloer.

11.12.1 Toepassing van omgekeerde Infra+ vloer

Hier wordt aangegeven wat de voor- en nadelen kunnen zijn als de Infra+ vloer omgekeerd toegepast zal worden.

Voordelen

- Lichtere vloeren door minder gebruik te maken van beton, wat resulteert in een lichtere constructie
- Vloerpakket zal minder hoog zijn dan traditionele vloeren omdat de leidingen nu tussen de staalprofielen opgehangen kunnen worden.
- Verlichting kan worden opgenomen in verlaagd plafond.
- Installateurs van E en W installaties zullen op een voor hen bekende methode te werk kunnen gaan. Werkzaamheden volgens de traditionele manier.
- Geen voorzieningen nodig om contactgeluid van leidingen te beperken
- Tijdens de bouw geen ophoping van vuil
- Mogelijkheid om vloer (tijdelijk) waterdicht af te dekken tijdens de bouw

Nadelen

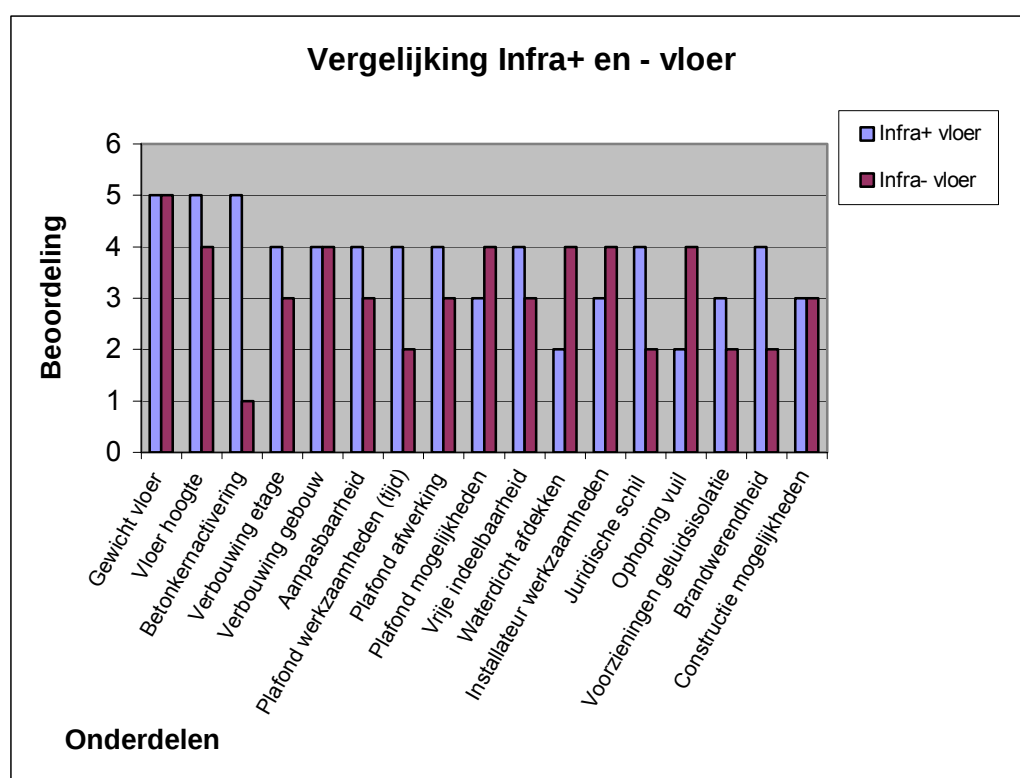
- De leidingen komen te hangen onder de vloer waardoor de nul activiteiten weer toe zullen gaan nemen. Denkend hierbij aan het op- en aflopen van trappen etc. Het aantal mensen wat de bewerkingen uitvoert zal ook hoger zijn.
- E-kabels dienen opgehangen te worden, waardoor zij in kabelgoten dienen geplaatst te worden
- De stalen profielen zullen beschermd moeten worden tegen brand door middel van brandwerende beplating, brandwerende verf of brandwerend spuitwerk.
- Toepassing van betonkernactivering is niet meer mogelijk vanuit de betonschil omdat deze niet meer direct in lagergelegen ruimte zal zijn. Men zal dus het klimaat moeten gaan beheersen door airconditioning wat weer grotere leidingen met zich mee brengt voor het transport van de lucht.
- Plafond zal afgewerkt moeten worden met gipskartonplaten of met een systeemplafond ipv. een pleister
- Vrije indeelbaarheid niet meer zo gemakkelijk doordat de leidingen onder de vloer komen te liggen en bij verbouwingen zal de onderliggende ruimte ook nadelen ondervinden van de verbouwing.
- Juridische schil ligt nu in onderliggende ruimten, niet wenselijk bij appartementen.
- Extra kosten door stilleggen/verhuizen/verplaatsen onderliggende ruimte bij verbouwing bovenliggende ruimte.
- Mogelijk akoestische problemen omdat de beloopbare vloer niet meer ontkoppeld is van de constructie. Voorzieningen zullen getroffen moeten worden, denkend hierbij aan een zwevende dekvloer of geluidsisolatie.

In onderstaande tabel wordt de Infra+ vloer uitgezet tegen de Infra- vloer (de omgekeerde Infra+ vloer)

Onderdeel	Infra+ vloer	Infra- vloer
Gewicht vloer	5	5
Vloer hoogte	5	4
Betonkernactivering	5	1
Verbouwing etage	4	3
Verbouwing gebouw	4	4
Aanpasbaarheid	4	3
Plafond werkzaamheden	4	2
Plafond afwerking	4	3
Plafond mogelijkheden	3	4
Vrije indeelbaarheid	4	3
Waterdicht afdekken	2	4
Installateur	3	4
Juridische schil	4	2
Ophoping vuil	2	4
Voorzieningen	3	2
Brandwerendheid	4	2
Constructie	3	3
Totaal	63	53

5 punten is positief, toepasbaar

1 punt is negatief, niet toepasbaar



11.13 Tekeningen framevloer

12 Uitvoering Infra+ vloer



In dit hoofdstuk zal het transport en de montage van de Infra+ vloer worden besproken. Het monteren van de Infra+ vloeren is vergelijkbaar met het monteren van breedplaatvloeren met het verschil dat onderstempeling en afstorten niet nodig is.

12.1 Transport

12.1.1 Aanvoer op de bouw

Infra+ vloeren worden franco werk geleverd, niet gelost en niet gemonteerd. Het leggen van de vloerplaten vindt doorgaans plaats direct vanaf de vrachtauto. Indien dit niet mogelijk is, dan dient dit vroegtijdig doorgegeven te worden. Uitgangspunt hierbij is dat de bouwplaats voor gebruikelijk transport goed bereikbaar is en er geen speciale vergunningen nodig zijn.

Het afroepen van de vloeren dient 5 werkdagen voor levering te worden afgeroepen bij Prefab Limburg. Vervolgens wordt aan de aannemer een bevestiging gestuurd van levertijd, plaats en het daarbij behorende leverschema. De lostijd bedraagt circa 1,5 uur per volle vrachtwagen.

12.1.2 Laad en losschema

Omdat de Infra+ vloeren een schuine aansluitzijde hebben is het belangrijk om ruim van tevoren de legvolgorde te bepalen. Bij het laden van de wagen zal ervoor gezorgd worden dat de eerst te leggen plaat boven op de stapel ligt. Het kan zijn dat er kleine of schuine platen meegeleverd worden. Deze liggen automatisch bovenop, zij dienen bij het leggen aan de kant gelegd te worden.

Indien platen niet van de wagen direct het werk in gehesen kunnen worden, dient er voor een vlakke en stabiele ondergrond gezorgd te worden.

Bij aanvoer dienen de platen door de hoofdaannemer gecontroleerd te worden:

- of geleverd is wat er is overeengekomen, inclusief de merken
- op eventuele transportschade en/of onvolkomenheden

Indien schade of onvolkomenheden worden geconstateerd, dient dit per omgaande bij Prefab Limburg gemeld te worden.

12.1.3 Hijsen van Infra+ vloeren

Het hijsen van de Infra+ vloeren dient te gebeuren met behulp van een kraan en er dient gebruik te worden gemaakt van deugdelijk gekeurd hijsmateriaal.

De platen dienen aan de liggers opgehesen te worden. De doorvoeren voor leidingen in de liggers kunnen gebruikt worden voor het aanbrengen van stalen kabels, kettingen of dergelijke, waarmee gehesen wordt. Ook is het mogelijk om klemmen te gebruiken, die op de stalen liggers bevestigd worden.

Bij hoge liggers, zoals raatliggers, vanaf IPE 400 liggers en hogere liggers, dient gehesen te worden met hulpmaterialen die er voor zorgdragen dat de bovenflenzen van de liggers niet naar elkaar worden toegedrukt.

Per element dient de hijsvoorzieningen op minimaal 4 punten (2 aan elke zijde van het element) te worden aangebracht; dit om scheefhangen /kantelen te voorkomen. De platen dienen horizontaal gehesen en gelegd te worden.

Om beschadigingen te voorkomen mogen de elementen niet rusten op randen of hoeken van de betonschil, maar dienen ze direct geheel vlak opgelegd te worden in het werk.

Onderstempeling van de Infra+ vloer elementen is niet nodig. De vloeren hoeven niet te worden afgestort, wel dienen eventuele kipsteunen over de liggers te worden aangebracht voordat de vloer belast wordt.

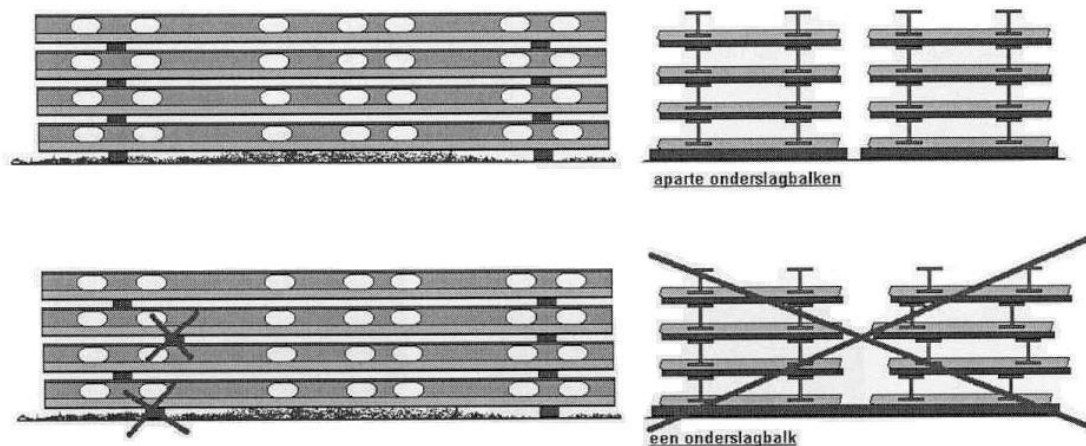
De vloeren kunnen op staalprofielen direct belast worden (mits de nodige kipsteunen zijn aangebracht) volgens de normale standaard belastingen waarop de vloeren zijn ontworpen. In het geval van (tijdelijke) zwaardere belasting dient er vooral goedkeuring te worden gevraagd aan Prefab Limburg.

Het hijsen van de Infra+ vloeren mag uitsluitend aan de liggers gebeuren, hiervoor zijn sparingen opgenomen in de stalen liggers. Het hijsen dient vlak en aan een viersprong te gebeuren.

12.2 Opslag op de bouw

Indien het nodig is de Infra+ vloeren op de bouwplaats op te slaan, dient er met de volgende zaken rekening gehouden te worden:

- ondergrond dient vlak en stabiel te zijn
- vervuiling van de platen moet voorkomen worden
- er dient gezorgd te worden voor voldoende ruimte rondom de tassen
- voor het tassen van de onderste plaat, die geheel vlak dient te liggen, dienen stevige onderslagbalken te worden toegepast welke onder de stalen liggers dienen door te lopen.
- Pasplaten boven op de stapel of op een aparte stapel plaatsen
- Maximaal 5 ongeïsoleerde platen per tas
- Maximaal 4 geïsoleerde platen per tas



Voorbeeld van opslag op de bouwplaats

12.3 Montage

Na het leggen van de Infra+ vloerelementen dienen deze aan de hoofddraagconstructie bevestigd te worden. Voordat men begint met het afmonteren dient de onderzijde gecontroleerd te worden op vlakheid. Als het plafond vlak is en de naadovergangen tussen de platen er strak bij liggen, kan begonnen worden met afmonteren.

12.3.1 Monteren op metselwerk

Bij gestapelde bouw kunnen de elementen gewoon op het metselwerk worden gelegd. Het is echter wel aan te bevelen om de vloeren op bouwvilt te leggen.



12.3.2 Monteren op een staalconstructie

De uit de betonschil stekende Infra+ liggers of de bovenplaten van de Infra+ liggers worden, indien nodig, na het uitvullen gelast aan de hoofd draagligger.

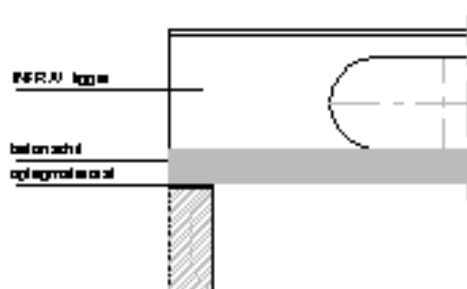


12.3.3 Monteren op prefab betonwanden

Bij toepassing van Infra+ bij prefab beton, worden inkassingen in de prefab beton voorzien van stalen oplegplaten. De oplegplaten zijn constructief verbonden met de wand. De Infra+ wordt door middel van haar bovenplaat opgelegd op de wand en vervolgens vastgelast.

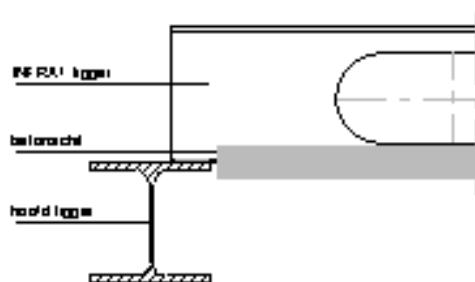


Opleggingen



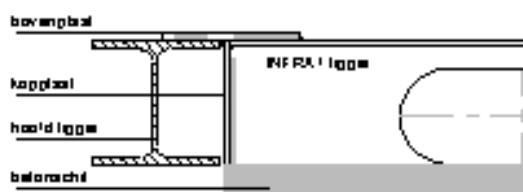
figuur 1

De betonschijf wordt op bv. een dragende muur gelegd, voorzien van oplegmateriaal.



figuur 2

De stalen ligging van de Infra+ vloer wordt op de draagconstructie gelegd, verbinding door middel van lassen.

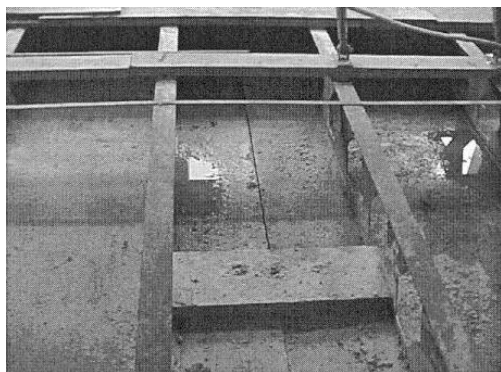


figuur 3

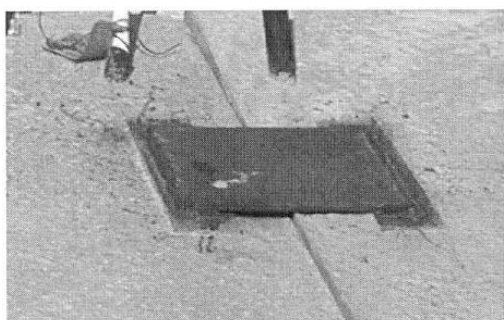
De stalen ligging van de Infra+ vloer wordt aan de draagconstructie gehangen dmv. een extra stalen plaat die aan de ligging is gelast, verbinding door middel van lassen.

12.4 Koppeling platen

Koppeling van de platen onderling dient uitgevoerd te worden om de betonnen onderschil te koppelen, zodat de gehele schil als schijf gaat werken.



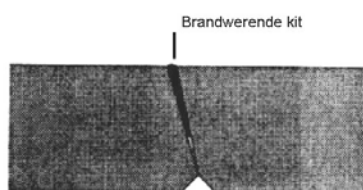
Gestorte variant



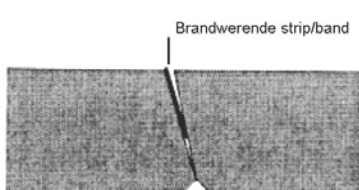
Gelaste variant

12.5 Naadafdichting

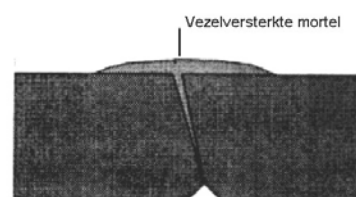
De naadafdichting tussen de platen ten behoeve van brandwerendheid wordt door middel van een brandwerende kit, band of een vezelversterkte mortel bewerkstelligd.



Brandwerende kit



Brandwerende strip/band



Vezelversterkte mortel



12.6 Aanbrengen van de topvloer

Na het aanbrengen van de leidingen in de holle ruimte van de Infra+ vloer, kan begonnen worden met het plaatsen van de topvloer.

Topvloer cementgebonden vezelplaat

Een flexibele topvloer met een droge bouwmethode, is de cementgebonden vezelplaat. Deze ca. 25 mm dikke vloerplaten gekalibreerd met messing en groef worden in halfsteens verband gelegd.

Topvloer staalplaatbetonvloer

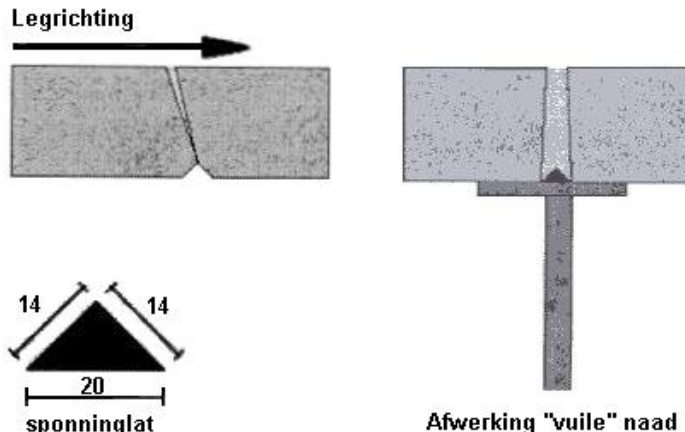
Deze topvloer, welke aan te bevelen is bij toepassing in de gestapelde woningbouw, kan gecombineerd worden met vloerverwarming en keramische vloerafwerking.

12.7 Reparaties Infra+

Indien door het stoten van de Infra+ platen een scheur ontstaat of een hoekje afbreekt dan kan in de meeste gevallen deze beschadiging eenvoudig worden weggewerkt.

Dichten van naden tussen de platen

Mochten platen in het werk niet netjes aansluiten of sluiten twee pasplaten tegen elkaar aan, dan kan de naad tussen de plaat worden afgegoten.



Krimpscheuren

Meestal zijn dit kleine niet rechte scheurtjes in de bovenzijde van de betonschil. Deze zijn meestal alleen aan de oppervlakte zichtbaar. Reparatie is normaal gesproken niet noodzakelijk.

Gescheurde plaat

Door transport of door het stoten van de platen kunnen er scheuren ontstaan. De ontstane scheur dient opengewerkt te worden, zodanig dat alle betonschilfers en andere loszittende betondelen zijn verwijderd. De opengewerkte scheur vervolgens schoonmaken en met reparatiemortel vullen.

Afgebroken hoeken

Indien door het stoten van een plaat een hoek is afgebroken, kan deze gerepareerd worden door:

- loszittende betondelen dienen verwijderd te worden
- wapening dient hersteld te worden en indien nodig extra bijlegstaven aanbrengen
- aan de onderzijde bekisting aanbrengen, onderstempelen
- de plaat afgieten met een (reparatie) mortel

Vellingkanten repareren

Indien vellingkanten zijn beschadigd kunnen deze worden gerepareerd door een contralat aan te brengen en de naad af te gieten met een reparatiemortel.

Uitgescheurde staalprofielen

Indien door omstandigheden een ligger deels is uitgescheurd, dient er altijd contact opgenomen te worden met de leverancier van de vloerplaten. De onderstempelde vloerplaten kunnen in veel gevallen gerepareerd worden door de losse betondelen te verwijderen en eventueel extra ruimte te maken. De wapening dient hersteld te worden en zonodig extra wapening te worden bijgelegd. De plaat vervolgens aangieten met een reparatiemortel. Eventueel kan een koppeling worden gemaakt tussen het te repareren deel en de naastliggende plaat, wand/profiel.

12.8 Wat mag er wel en wat mag er niet met de Infra+ vloer

De Infra+ vloer is een 'balklaag met plafond'. De betonschil is beloopbaar waardoor de montage van leidingen e.d. eenvoudig uitvoerbaar is.

Snijden van extra gaten in de stalen liggers

Prefab Limburg berekent de Infra+ vloer liggers op sterkte en doorbuiging. Bij deze berekening wordt rekening gehouden met het gatenpatroon in het profiel.

Het snijden van extra gaten is zonder overleg met Prefab Limburg **niet** toegestaan, evenals het vergroten van bestaande gaten.

Maken van sparingen in de betonschil

De betonschil maakt deel uit van de stabiliteit van het gebouw. Het maken van sparingen groter dan 200 x 200 mm is alleen toegestaan na overleg met Prefab Limburg.

Belasten van de betonschil

De betonschil is berekend op een veranderlijke belasting van 1,50 kN/m². Het belopen van de betonschil en het dragen van een beperkte hoeveelheid installaties is hierdoor mogelijk. Het tassen van stenen en andere zware puntbelastingen mogen niet op de betonschil worden gedragen of afgesteund. Het schoren van prefab elementen dient te gebeuren op de liggers.

Boren in klimaatplafond

Bij toepassing van Infra+ als klimaatplafond is het achteraf boren van gaatjes mogelijk. De hoofdaannemer dient er echter op toe te zien dat partijen gebruik maken van een leiding opsporingapparaat.

Dragende binnenwanden

De Infra+ vloer is een zelfdragende vloer die berekend wordt voor dragen van niet dragende lichte binnenwanden. Bij zwaardere belastingen zoals puntlasten van kolommen of dragende binnenwanden, dient dit in de berekening te worden meegenomen. Het achteraf plaatsen van zware niet dragende binnenwanden kan alleen in overleg en na goedkeuring van Prefab Limburg of constructeur.

Leveringsvoorwaarden

De Infra+ vloeren worden geleverd conform de 'Algemene voorwaarden voor levering van betonproducten volgens AVBB en BFBN' met de daarin opgenomen normen. Indien strengere eisen worden gesteld ten aanzien van maatvoering, oppervlaktestructuur en dergelijke dan dient hiervoor vooraf schriftelijke goedkeuring te worden verleend door Prefab Limburg.

12.9 Toepassing Infra+ vloer

12.9.1 Ontwerp & werkvoorbereiding

De Infra+ vloer kenmerkt zich door het feit dat de installaties zich in de vloer bevinden waarbij de leidingen naast en door de stalen profielen lopen. De consequenties van dit systeem zijn dat zowel de installaties als de constructie op elkaar zijn afgestemd; de één heeft invloed op de ander.

Tijdens het ontwerp van de vloerconstructie en draagconstructie moet er bekend zijn met welke installaties men te maken heeft, denkend hierbij aan; type, grote, hoeveelheden, locatie, lengte, ventilatie, afschot van de leidingen.

De stalen profielen kunnen maar een bepaalde grote sparing opnemen in het lijf opnemen in verband met de constructieve eigenschappen van het staal.

Tijdens het ontwerp van de installaties en de constructies zal er tussen de constructeur van de hoofddraagconstructie, de constructeur van de vloerenleverancier en de installatie adviseur uitvoerig overleg gepleegd moeten worden zodat de partijen de ontwerpen op elkaar kunnen afstemmen.

Het is aan te raden dat de installatieadviseur de gehele installatie compleet uittekent in de plattegronden; denkend hierbij aan de ventilatie, riolering, water en elektra leidingen. Bij het ontwerp moet voorkomen worden dat de installatie leidingen elkaar kruizen ivm. de beperkte hoogte in de holle ruimte.

Het ontwerp van de installatie en de stalen profielen moet zo worden opgezet dat de sparingen in de profielen in naastgelegen vloer elementen aan elkaar gelijk zijn. Zo kan ervoor gezorgd worden dat de sparingen in de staalprofielen in serie geproduceerd worden, want zou er per vloerveld een andere sparing grote en locatie gehanteerd worden dan brengt dit extra kosten met zich mee.

Een belangrijk item is niet alleen het verloop in Infra+ vloer maar ook het verdere verloop van de leiding: doorvoer door de hoofddraagconstructie en beton/liftkern van een gebouw.

Niet alleen moeten de constructeur en de installateur in het voortraject al nauw betrokken worden met de Infra+ vloer, het is ook aan te raden om het constructie bedrijf, dat de constructie fabriceert en/of uitvoert in het werk, te betrekken bij de voorbereiding. Een constructie bedrijf heeft de nodige know-how over staal en ziet problemen waar de andere partijen niet aan hebben gedacht. Hiermee doel ik op de constructieve kanten zoals de schijfvorming maar ook de uitvoeringsaspecten van de voorzieningen die opgenomen moeten worden. Denkend hierbij aan het akoestisch loskoppelen van naast elkaar gelegen woningen en de detaillering van deze knooppunten tussen de balken en kolommen van de draagconstructie met ontmoeting van de Infra+ vloer.

Er kan worden gesteld dat een hoog en rank gebouw met een aparte vormgeving meer werkvoorbereidingstijd vergt dan een recht toe recht aan gebouw waarbij de stramienmaten niet afwijken. Bij een hoog en rank gebouw heb je te maken met andere aspecten die optreden zoals onder andere windbelasting en stabiliteitseisen.

Samenvatting

- Installatie adviseur, constructeur en constructiebedrijf al bij het schetsontwerp betrekken in het ontwerpproces.
- Installaties volledig uittekenen in het voorlopige ontwerp zodat er een wisselwerking optreedt tussen installateur, constructeur en leverancier van de Infra+ vloer elementen.
- Aandacht besteden aan akoestische ontkoppeling van de hoofddraagstructuur en de Infra+ vloer.
- Aandacht besteden aan de mogelijkheid om de schijfwerking van de Infra+ vloer te verwerken met de draagstructuur.
- Ontwerp van installaties en vloer zo uitvoeren dat er een seriematigheid ontstaat in profielen en sparingen waarbij de grote en locatie van de sparingen over de het Infra+ vloerveld gelijk is.
- Problemen oplossen in het voortraject en nooit tijdens de uitvoering.

12.9.2 Uitvoering

Stappenplan uitvoering

Om een beeld te schetsen van de uitvoering zal ik hier de handelingen aangeven die per etage uitgevoerd zullen worden:

- 1 Infra+ vloer elementen aanpikken vanaf de vrachtauto
- 2 Infra+ vloer elementen plaatsen op stalen draagconstructie, waarbij de elementen niet onderstempelt hoeven te worden.

Vanwege brandveiligheidseisen zullen de naden tussen de vloer elementen dichtgezet moeten worden, dit kan in dit stadium worden bewerkstelligd door middel van een brandwerende band aan te brengen op de zijde waar de platen elkaar raken.

- 3 Voorzieningen plaatsen om veilig en snel over de vloer te kunnen lopen, denkend hierbij aan plaatmateriaal zoals spaanplaat.
- 4 Stalen kolommen hoofdconstructie plaatsen, stalen kolommen schoren
- 5 Stalen liggers hoofdconstructie plaatsen
- 6 Staal van hoofdconstructie koppelen (bouten of lassen)
- 7 Koppeling Infra+ vloer elementen onderling dmv. stalen plaat lassen, eventuele stalen strippen aanbrengen om kip te voorkomen. Het lassen van de verbindingen heeft de voorkeur tov. de natte methode omdat het lassen sneller is.

Bij laagbouw zal men ervoor kiezen om eerst het gehele casco te plaatsen en het dak dicht te leggen om erna te beginnen met de gevel. Echter bij hoogbouw kan men beslissen om bij bijvoorbeeld drie onderliggende lagen al te beginnen met het plaatsen van de gevelelementen.

- 8 Materiaal voor de topvloer en binnenwanden in het werk hijsen, te plaatsen op platen/planken op een locatie waar men weinig of geen leidingen aan moet brengen.
- 9 Voorzieningen aanbrengen voor koppeling gevelelementen aan vloer of draagconstructie
- 10 Gevelelementen aanpikken vanaf de vrachtauto
- 11 Plaatsen gevel elementen
- 12 Naden Infra+ vloer elementen brandwerend afwerken: met een brandwerende kit of een vezelversterkte mortel.
- 13 Leidingen plaatsen (CV, water en riolering, ventilatie, elektra, communicatie)

Ideaal zou zijn om de leidingen evenwijdig aan de Infra+ IPE profielen te leggen, echter zullen vele leidingen door de IPE profielen heengevoerd moeten worden. Tijdens de uitvoeringsfase zal het risico optreden dat de leidingen beschadigd worden doordat mensen over de leidingen lopen.

Over het aanbrengen van de leidingen moet van tevoren goed over nagedacht zijn, er zijn diverse methoden om dit uit te voeren:

Vanuit de fabriek

De leidingen vanuit de fabriek aanbrengen op de vloerelementen, zodat deze in het werk aan elkaar gekoppeld worden. Per gevel element zal de installatie uitgetekend moeten worden en zal de installateur de leidingen op de elementen aan moeten brengen. Dit zou je kunnen vergelijken met de automobiël industrie waarbij de gehele elektra van een auto in de vorm van een complete kabelboom in de auto geplaatst wordt. Ik denk dat deze methode alleen kan werken als het leidingverloop in de vloerelementen gelijk is aan elkaar, vooral voor ventilatie en rioleringsleidingen zouden op deze methode geplaatst kunnen worden.

Vanaf de vrachtauto

Een andere mogelijkheid is om leidingen in segmenten op te delen en deze bij het aanpikken van de vrachtauto op de vloerelementen aan te brengen. Dit vergt een coördinatie waarbij per element bekend moet zijn waar welk onderdeel komt te liggen. Tevens moet de installateur alle benodigde leidingen in de juiste lengte op voorraad hebben of zelf op lengte moeten maken. Het coördineren en plaatsen zal verlopen onder de nodige tijdsdruk omdat de elementen zo snel mogelijk in het werk geplaatst moeten worden, deze tijdsdruk kan leiden tot fouten en dus vertraging.

Van buitenaf

Op de begane grond kan je ervoor kiezen om de leidingen in zijn geheel door de openingen in de IPE profielen te schuiven. Op hogere etages is dit ook mogelijk mits men ook de mogelijkheid heeft om veilig op deze hoogte de leidingen door te schuiven, denkend aan: vaste steiger of een hefsteiger. Een voordeel van dit systeem is dat je het aantal koppelingen in de leidingen vermindert en dus ook de risico's op lekkage vermindert.

Leidingen in segmenten

Een methode die veel gebruikt wordt is dat leidingen worden aangevoerd in kleinere segmenten. De segmenten worden door de openingen in de IPE profielen geschoven en onderling met elkaar verbonden. Bij een hart op hart maat van 600 mm zullen de segmenten kleiner zijn dan hoh. Maat van 1200 mm.

Een aandachtspunt zou kunnen zijn dat men nadenkt over een eventuele lekkage; bijvoorbeeld ervoor zorgen dat de diverse vloervelden niet met elkaar in verbinding staan zodat bij lekkage niet de holle ruimte van de Infra+ vloer van een volledige verdieping onder water komt te staan.

Het is aan te raden om rioleringsleidingen uit te voeren in dikkere kunststof leidingen, tov. PVC leidingen, en deze op akoestisch materiaal te leggen ivm. contactgeluid.

- 14 Akoestisch materiaal op IPE's plaatsen, bv. rubbergranulaat
- 15 Ruimte tussen de IPE profielen schoonmaken; vooraf afspraken maken met de diverse onderaannemers/installateurs.
- 16 Topvloer aanbrengen, hier geef ik twee opties aan omdat je hier te maken hebt met een droge en een natte variant:

Droge variant

- Omega profielen aanbrengen
- Cementgebonden vezelplaat aanbrengen
- Gaten doorvoeren topvloer aanbrengen

Natte variant

- Zwaluwstaartplaten aanbrengen; veiligheidsvoorzieningen treffen vanwege de scherpe randen van deze platen.
- Gaten doorvoeren zwaluwstaartvloer aanbrengen
- Gaten en kieren afdichten door bv PUR schuim bij toepassing van anhydriet
- Anhydriet of cementdekvloer aanbrengen. Bij toepassing van anhydriet moet men ervoor zorgen dat de samenstelling van de vloer niet te sterk wordt; kans op scheurvorming vanwege doorbuiging stalen hoofdconstructie en Infra+ vloer. Bij constatering van scheurvorming moet men overwegen om de vloer uit te voeren in een mindere sterkteklasse.

- 17 Leidingen en elektra door de gaten van de topvloer voeren
- 18 Stellen binnenkozijnen
- 19 Metal stud frames aanbrengen

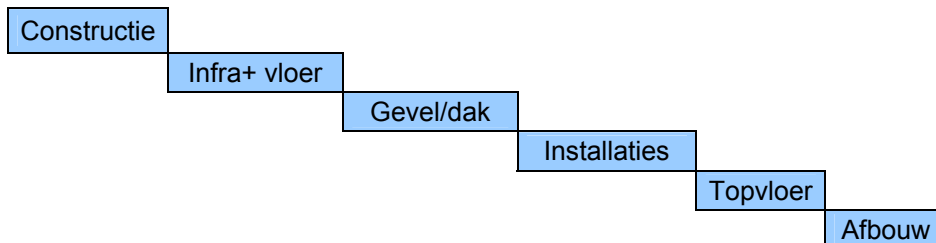
Een voordeel van metal stud wanden is dat men ervoor kan kiezen om niet gelijk de hele woning/ruimte scheidende wand dicht te zetten. Het is aan te raden om openingen te houden zodat het uitvoerend personeel van ruimte naar naastgelegen ruimte kan lopen. Dit zorgt ervoor dat er geen tijd verloren gaat met omlopen en dat materiaal van

Een aandachtspunt is wel dat het frame van de metal stud wanden niet geheel geplaatst wordt, er zal namelijk niet alleen over het frame heen gelopen worden maar ook erop. (bv La Fenêtre, Den Haag)

- 20 Voeg metal stud frames tussen wanden en kolommen brandwerend afdichten
- 21 Isolatie plaatsen in metal stud frames
- 22 Elektra voorzieningen in wanden opnemen
- 23 Plaatmateriaal metal stud wanden aanbrengen
- 24 Verlichtingsarmaturen aanbrengen
- 25 Brandwerend aftimmeren
- 26 Overig aftimmerwerk
- 27 Overige afbouw zaken

12.9.3 Interval

Het bouwproces zou je heel simpel gezegd kunnen verdelen in 5 hoofdstappen:



Tijdens het plaatsen van de constructie en de Infra+ vloer elementen is

12.9.4 Veiligheid

Uitvoering

Het aanpakken van de Infra+ vloer elementen kan men vergelijken met het leggen van een breedplaatvloer. Verschil is dat de Infra+ vloer elementen opgehesen worden aan de IPE profielen ipv. de tralieligger van de breedplaatvloer.

Valbeveiliging

Bij het leggen van de Infra+ vloer elementen moet het uitvoerende personeel veilig kunnen werken. Aan de gevelzijde zullen valhekken geplaatst moeten worden die verbonden zijn met de draagconstructie of de vloer. Het personeel moet door middel van een harnas gezeurd zijn aan de vaste constructie zodat men niet te pletter kan vallen.

Beloopbaarheid

Na het leggen van de Infra+ vloerelementen moet men zo snel mogelijk voorzieningen treffen op het gebied van de beloopbaarheid. Het is af te raden om van ligger naar ligger te lopen, bij een misstap kan men vallen en ernstige verwondingen oplopen.

Daarom zal er een vlakke beloopbare vloer gerealiseerd moeten worden; de toepassing van steigerplanken is af te raden omdat deze te smal zijn en onderling kunnen bewegen. Plaatmateriaal heeft hier de voorkeur, waarbij de platen haaks op de IPE profielen komen te liggen. Niet overal hoeft plaatmateriaal gelegd te worden: men kan immers evenwijdig met de IPE profielen op de betonschil lopen, mits hier geen leidingen liggen!

Brandgevaar

Tijdens de uitvoering van de Infra+ vloer zullen er laswerkzaamheden uitgevoerd moeten worden. Tijdens deze fase zijn er weinig brandgevoelige materialen op de bouwplaats aanwezig maar men zal voor de veiligheid een brandblusser in de directe omgeving van de werkzaamheden beschikbaar moeten hebben.

Arbeid

Een nadeel die optreedt bij de toepassing van de Infra+ vloer is dat de werkzaamheden die eerst boven het hoofd werden uitgevoerd nu op de vloer plaatsvinden. Het uitvoerende personeel moet zich hiervan bewust zijn en er ligt een taak bij de werkgever om bijvoorbeeld buk en til cursussen te geven om kwetsuren te voorkomen.

13 Kosten



13.1 Kosten vergelijking

Om een beeld te geven van de Infra+ vloer ten opzichte van traditionele vloeren heb ik een berekening opgezet, deze berekening is ter indicatie en de kosten zijn bouwwerk / ontwerp / constructie / installatietechnisch gebonden en kan niet alleen van deze berekening worden uitgegaan.

In de berekening heb ik de eigenschappen van het lagere vloerpakket en het vervallen van het verlaagde plafond meegenomen ten opzichte van de andere vloeren.

In de berekening heb ik niet het lagere gewicht, wat zorgt voor een lichtere constructie en lagere kosten, meegenomen. Ook het feit dat er minder hoogte overbrugd moet worden met liften, installaties, trappen en installaties zijn niet meegenomen. Bij toepassing van betonkernactivering in de betonschil van de Infra+ vloer kan de grote van de klimaatinstallaties sterk worden verminderd ten opzichte van airconditioning. De vermindering van de installaties is niet meegenomen in mijn berekening; echter wel in de berekening van Vitruvius. (Hoofdstuk 13.2.4)

Als voorbeeld heb ik een kantoor gebouw met een afmeting van 20,1 x 48,9 meter met 6 verdiepingen traditioneel tegen 7 verdiepingen met Infra+ uitgezet. Ik heb dit verschil in etages opgenomen vanwege het feit dat de Infra+ vloer een lager vloerpakket heeft. Het voordeel van een extra etage speelt dus niet bij een gebouw met minder verdiepingen, waarbij de winst per etage benut kan worden voor een extra etage.

Bruto vloeroppervlak etage:	1069,2 m ²	
Netto vloeroppervlak etage:	1016,99 m ²	(20,1 x 48,9 meter – 2 maal liftschacht)
Lengte gevel:	138 meter	(2 x 20,1 + 2 x 48,9)

Vrije hoogte verdieping:	2,6 meter	
Binnenspouwblad		
Opp. gevel Kanaalplaat:	2608,2	Lengte gevel x afstand bovenkant vloer tot onderkant plafond
Opp. gevel breedplaat:	2608,2	
Opp. gevel Infra+	2569,56	

Buitenspouwblad:		
Opp. gevel Kanaalplaat:	2878,68	Lengte gevel x afstand maaiveld tot dakplint
Opp. gevel breedplaat:	2878,68	
Opp. gevel Infra+:	2978,04	

Materiaal en arbeid:	
Kanaalplaat, dikte 240 mm:	€ 45,- / m ² voor verdiepingsvloer en € 47,- / m ² voor geïsoleerde begane grond kanaalplaatvloer 100 mm isolatie
Breedplaat, dikte 240 mm:	€ 60,- / m ² voor verdiepingsvloer en € 47,- / m ² voor geïsoleerde begane grond kanaalplaatvloer, 100 mm isolatie
Infra+ vloer, dikte 395 mm:	€ 74,- / m ² en € 76,- / m ² voor geïsoleerde begane grond Infra+ vloer
Zwaluwstaartvloer+ anhydriet:	€ 35,- / m ²
Sputpleister:	€ 10,- / m ²
Systeemplafond:	€ 35,- / m ²
Cementdekvloer:	€ 9,- / m ²
Buitenspouwblad:	€ 90,- / m ²
Binnenspouwblad:	€ 100,- / m ²

Tabel met globale berekening van vergelijking Infra+ met breedplaat en kanaalplaat vloer.

	Kanaalplaat		Breedplaat		Infra+ vloer	
Onderdeel	m ²	Kosten	m ²	Kosten	m ²	Kosten
Geiso. beg. Grondvloer	1017	€ 47.798,53	1017	€ 47.798,53	1017	€ 77.291,24
Buitenspouwblad	2879	€ 259.081,20	2879	€ 259.081,20	2978	€ 268.023,60
Binnenspouwblad	2608	€ 260.820,00	2608	€ 260.820,00	2570	€ 256.956,00
Verdiepingsvloeren	6102	€ 274.587,30	6102	€ 366.116,40	7119	€ 526.800,82
Cementdekvloer	6415	€ 57.736,80	6415	€ 57.736,80		
Zwaluwstaart + anhydriet					7484	€ 261.954,00
Systeemplafond	6415	€ 224.532,00	6415	€ 224.532,00		
Sputpleister					7484	€ 74.844,00
Totaal		€ 1.124.555,83		€ 1.216.084,93		€ 1.465.869,66
Totaal / m² BVO		€ 150,25		€ 162,48		€ 171,37

13.2 Kostenverlagend

- Het lagere gewicht tov. een breedplaat of kanaalplaatvloer, 250 kg tov. 600 kg / m², heeft ook consequenties voor de constructie en fundering. Deze onderdelen kunnen ook lichter uitgevoerd worden wat weer een voordeel oplevert voor de kostprijs.
- Geen verlaagde plafonds aanbrengen; systeemplafond is duurder dan een spuitplafond
- Het lagere vloerpakket door het ontbreken van een verlaagd plafond heeft tot gevolg dat het aantal vierkant meters gevel verminderd kan worden.
- Het lagere vloerpakket zorgt ervoor dat het totale vloerpakket per etage met 50 cm verminderd kan worden. Dit houdt in dat een gebouw dat met traditionele vloeren en verlaagd plafond per 6 etages een extra etage bij een Infra+ vloer kan worden opgenomen. Dit zorgt ervoor dat het bruto verhuurbaar oppervlak met 17% toeneemt, uitgaande dezelfde gebouwhoogte.
- De Infra+ vloer kan met zijn stalen profielen bijdragen aan de stijfheid van een gebouw door deze met de hoofd draagconstructie te koppelen. Dit gebeurt door middel van lassen.
- Activiteiten waarbij boven het hoofd wordt gewerkt wordt verminderd, waarbij ook de nul-activiteiten worden verminderd. (nulactiviteiten houdt onder andere in het op en aflopen van trappen om aan het plafond te werken)
- Het herindelen van een gebouw is minder ingrijpend dan het slopen van een gebouw; niet relevant voor een aannemer maar wel voor de opdrachtgever/eigenaar!!
- Bij eventuele sloop is het staal volledig recyclebaar en kan het staal worden verkocht, de hoeveelheid beton is ook beperkt tov. traditionele vloeren. De hoeveelheid puin dat afgevoerd moet worden resulteert in lagere transportkosten en recyclekosten.

13.3 Kostenverhogend

- Hogere aanschafkosten Infra+ vloer
- De topvloer is qua materiaal duurder dan een cementdekvloer
- Akoestische maatregelen moeten genomen worden; rubbergranulaat tussen stalen profielen en topvloer, ont koppeling tussen woonfuncties.
- Brandwerende maatregelen moet genomen worden om de betonschil brandwerend te krijgen
- Voorbereiding qua installaties en constructie vergt de nodige coördinatie en zal kostenverhogend werken.

13.4 Artikelen

Hier worden een aantal relevante artikelen weergegeven die te maken hebben met de Infra+ vloer en IFD bouwen.

13.4.1 Traditioneel versus IFD bouwen

Analyse Bouwkosten: "Traditioneel versus IFD"
november 2002.

De standaard begroting van een (woning) bouwproject van een aannemer is opgebouwd uit :

- N: Netto bouwkosten (lonen; bouwstoffen; onderaanneming en materieel en onkosten)
- U: Uitvoeringskosten (lonen staf; cao personeel en materieel en onkosten)
- O: Opslagen = Brutowinst 3,0 % ; constructeurkosten; aansluitkosten en
Alg. bedrijfskosten 6,5 % van S (aanneemsom: N+U+O)
- BTW : % over S
- K: totaal kostprijs

Voor een standaard rijtjes woning bedraagt als voorbeeld de kostprijs; incl. 19 % BTW per woning
totaal : K: € 80.000,- (100 %)

De opbouw van dit bedrag bestaat uit:

N:	€ 56.000,-	(70 %)
U:	€ 4.000,-	(5 %)
O:	€ 8.000,-	(10 %)
BTW 19 %	€ 12.000,-	(15 %)

Bedragen zijn afgerond en dienen ter vergelijking.

Uitgaande van IFD met als basis 10 % hogere Netto Bouwkosten (*de praktijk uit de industrie is dat industrieel bouwen niet duurder is, omdat met name de loonkosten in de fabriek lager zijn en er meer automatiseringsmogelijkheden zijn*) wordt door de bouwbedrijven doorgerekend op dezelfde methodiek als "traditioneel"; derhalve wordt bij bovenstaand voorbeeld de woningprijs:

€ 56.000,- x 110 % = € 61.600,- + opslagen : € 74.000,- excl. BTW
Inclusief BTW kost de woning dan € 88.100,- dus extra: € 8.100,-

De meerprijs bij N leidt tot een meer dan 10 % hogere kostprijs voor de koper.

Door IFD en prefabricage wordt bespaard op bouwtijd; dus algemene bouwplaatskosten en renteverliezen. Een bouwtijd reductie van 12 naar 6 maanden is zeer conservatief ingeschat; eerder kan met een reductie tot 2 á 3 maanden gerekend worden.

Praktisch kunnen derhalve de posten U en O bij 50 % bouwtijd reductie gehalveerd worden – risico's worden verschoven naar de toeleverende industrie en de voorbereiding van projecten wordt een standaardprocedure met gecertificeerde detaillering.

Ook de toeleverende industrie kan tegen lagere kosten aanbieden omdat producten geoptimaliseerd kunnen worden : "co-makers"

De besparing is derhalve incl. BTW: € 7.140,-

De renteverliezen bij 5 % over 50 % van de bouwkosten bij traditioneel bouwen zijn met 12 maanden bouwtijd, afhankelijk van de termijnen : ca. € 3000,- ; bij IFD wordt dit met 6 maanden bouwtijd, uitgaande van de 10 % duurdere elementen: bouwkosten van € 80960,- over 6 maanden : renteverliezen dan € 2024,- , dus een besparing van: € 976,-

Naast de bouwkosten is het renteverlies op de grond lager bij IFD:

Stel 200 m² bouwgrond van € 250 per m²: investering € 50.000,-; besparing op renteverliezen minimaal 6 maanden levert op: € 1250,-

Conclusie: IFD woningen kosten de consument in plaats van: 80.000 + 50.000 + 4500 = € 134.500,-
nu: 80.960 + 50.000 + 2262 = € 133.222,-

IFD bouwen is dus niet duurder; en levert woningen met een hogere toekomstwaarde !

13.4.2 Bouwkosten NVBK

04/1998, ref: 18-11-02

Door de NVBK is in 1998 een bouwkosten vergelijking gemaakt van een “standaard” kantoorgebouw.

De opbouw met prefab betonwanden + metselwerk en kanaalplaatvloeren is vergeleken met INFRA+.

Het standaard (beton) casco met de traditionele afwerking met verlaagd plafond heeft de volgende kostenopbouw: (x Dfl 1000,-) Bedragen zijn dus nog in gulden!

Onderdeel	Kosten	Percentage
Grondwerk/fundering	152	2 %
Buiten- en stab. wanden	1116	17 %
Vloeren+dakvloer	585	9 %
Gevel + voorz. + dakafwerking	839	13 %
Binnenafbouw	1224	18 %
E+W install.	1760	26 %
Totaal directe kosten	5676	85 %
Indirecte kosten	1015	15 %
Totaal excl. BTW	6689	100 %

Stel 20 % duurdere vloeren kost: Dfl 117.000,-

10 % besparing op installaties levert op	176.000,-
verdiepingshoogte	>300.000,-
bouwtijd	>100.000,-

Conclusie: bouwhoogte en installaties etc. dragen meer bij aan integrale kostprijs dan “alleen vloer en/of draagconstructie”.

13.4.3 Integratie installaties met besparingen voor de opdrachtgever en het milieu

Artikel NVBK januari 2002

In het NVBK nummer april/mei 1998 heeft David Meijer gepubliceerd over het toen nieuwe Infra+ vloerconcept. In de bouwkosten vergelijking van een standaard kantoorgebouw werd een verlaging van de bouwkosten berekend van meer dan 10 % ten opzichte van de traditionele concepten. Dit blijkt nu ook in de praktijk ruimschoots waar gemaakt te worden door;

- gewichtsbesparing draagconstructie en fundering
- geen verlaagd plafond nodig
- betere bruto/netto verhouding kantoren
- minder geveloppervlakte en binnenwanden

Integraal ontwerpen

Bij het ontwerpproces wordt veelal door de verschillende ontwerppartijen vanuit de eigen discipline meegewerkt naar een eindresultaat. Regelmatig leidt dit naar conflicterende situaties zoals “te weinig ruimte voor installaties”; “botsingen” tussen de constructeur en de bouwfysica adviseur in relatie tot de akoestische ontkoppelingen en risico's voor koudebruggen.

Vervolgens worden de door de architect bedachte details, in de bezuinigingsronde weer opgeheven omdat het oorspronkelijke budget niet haalbaar blijkt.

Per gebouw worden steeds opnieuw de detailleringen ontwikkeld met alle optredende kinderziektes van dien, zoals gebruikelijk bij prototypes. Bij de productie van serieartikelen in de industrie wordt hiermee al rekening gehouden voordat de grootschalige productie start. De bekende 10-15 % faalkosten in de bouw zijn inmiddels al een geaccepteerd fenomeen.

Ook op materiaalgebruik wordt op projectniveau een beslissing genomen over bijvoorbeeld een toe te passen wapening of staalprofiel; hier zal de betreffende adviseur voor zekerheid kiezen waardoor er per definitie extra kosten worden gemaakt. Dit wordt door de structuur van de bouwkolom gecreëerd – de adviseur met de laagste offerte mag het project adviseren; extra rekentijd om op materiaal te besparen is niet ingecalculeerd; er wordt op basis van “het bekende” gerekend. Uitspraken van “de extra rekentijd weegt niet op tegen de eventuele extra materialen / voorzieningen” zijn in de bouw, niet vreemd.

Risico's worden vermeden en weinig partijen hebben een totaaloverzicht over de consequenties van het keuzeproces. De toenemende regelgeving versterkt dit proces alleen maar.

“Massa-eis” geluidsisolatie

Een specifiek voorbeeld van een gebruikelijke materiaalkeuze is een minimum m² gewicht van een betonvloer om aan de geluidsisolatie eisen te voldoen.

Omdat al sinds de tweede wereldoorlog er alleen maar overwegend met massieve betonvloeren gebouwd is gebruiken we minimaal 600 kg/m² om 175 kg/m² belasting in gestapelde woningen te dragen. Het effect op de draagconstructie en fundering wordt gewoon meegecalculeerd.

De bouwfysisch adviseur die in de opleiding heeft geleerd dat lichte twee-schalige constructies met een goede akoestische ontkoppeling een beter resultaat geven, zal hierover met de andere partijen in het bouwteam, doorgaans geen discussie starten.

Effect op kosten en wegvervoer

De “zware” manier van bouwen heeft een enorme impact op de bezetting van onze wegen.

Uit publicaties van Transport en Logistiek Nederland blijkt dat het aandeel van het vervoer van bouwgerelateerde goederen tussen de 20 en 30 % van het vrachtverkeer uitmaakt.

Dit is voor zand en grind: 10,4 % en bouwmaterialen 9,4 %. Afval (waarvan ook een gedeelte uit de bouwsector: 7,2 %). Daarnaast aan bijzonder vervoer zoals kranen nog eens 4,3 %.

Een rekensom leert dat door een verlaging van het gemiddelde vloergewicht in Nederland naar gemiddeld 250 kg/m² voor 50 % van de vloeren, dit een besparing op het wegtransport oplevert van minimaal 160.000 vrachtauto's. Omdat veel activiteiten nog op de bouwplaats zelf moeten plaats vinden is er eveneens een dagelijkse stroom van uitvoerende partijen die vanuit de woonplaats naar de bouwplaats rijden; bekend is dat veel personeel vanuit de provincies naar de randstad pendelen. Naast de extra (transport) kosten die in de prijs van de materialen zijn inbegrepen, zijn ook de verloren uren in de file en de belasting van het verkeer in binnensteden debet aan kostenstijgingen in de bouw.

Bouwen in binnenstad

Door de gestegen grondkosten wordt bouwen en renoveren in de steden aantrekkelijk. Echter zoals uit studies van SAOB blijkt (Cobouw mei 1999) is dit ook tot 60 % duurder dan op vrije locaties buiten de stad en wordt toepassing van prefab en IFD-technieken geadviseerd.

Aangezien zoals eerder geschetst, er door een aantal beslissers in de bouwkolom hier niet spontaan voor gekozen wordt, blijven deze mogelijkheden vaak onbenut.

Installatieconcepten

Door de toename van de apparatuur in kantoren en de betere isolatie van gebouwen stijgt de interne warmtelast. Enerzijds wordt daarom door voorstanders van “zwaar bouwen” geargumenteed dat dit goed is voor een gewenst warmteaccumulerend vermogen van de constructie. Paradoxaal is echter dat deze massa wordt weggeïsoleerd door vloerbedekking en verlaagde plafonds. In het kader van de bepaling van de milieubelasting verdient energiezuinigheid in de ontwerpfase een grotere aandacht dan het materiaalgebruik. Het energieverbruik tijdens de levensduur van het gebouw is namelijk het meest bepalend voor de milieubelasting (*bron: Halmos adviseurs bv. in: “Licht of zwaar bouwen ? ; alles kan.”*)

In plaats van energie te besparen, wordt door het inschakelen van de koeling, extra energie verbruikt met als gevolg van het lagere effectieve rendement van elektriciteit ook een groter CO2 emissie.

Gebouwen worden aan slangen en apparatuur gekoppeld als een “intensive-care patiënt” om desondanks te constateren dat er “sick-building” verschijnselen zijn. Openen van ramen is een probleem; tochtverschijnselen als gevolg van het koelen met lucht en kostbare installaties zijn het gevolg.

De installatieadviseur en ook de installateur hebben er geen belang bij om een eenvoudiger concept te kiezen. Het honorarium is namelijk gebaseerd op de aanneemsom.

De introductie van kostbare “klimaatplafonds” zijn dan al snel onderdeel van het installatieadvies.

Door de facilitymanagers wordt in het themanummer “milieu op de werkplek” Gebouwbeheer van april 1999 aangegeven dat door het aanbrengen van data- en elektraleidingen in de (verhoogde) vloer, het gebouw “minder onderhoudsintensief wordt en er minder materiaalbreuk van plafondplaten is”.

Wordt deze aspect meegenomen in het ontwerpproces?

Kosten installatieconcepten

De gebruikelijke locatie van installaties en leidingen, in kantoorgebouwen, is onder het plafond. Deze historische gegroeide traditie is eigenlijk vreemd omdat de meeste leidingen die we bereikbaar willen houden (elektra, data) eigenlijk op of in de vloer bij de werkplekken gewenst zijn.

Een oplossing is dan de verhoogde vloer die naast extra kosten ook additioneel bouwvolume vraagt. Uit calculaties blijkt dat 1 cm hoogte 1 á 2 € per m² BVO kost aan binnenwanden, gevels, trappen enz.

Door Stork wordt gemeld dat het aandeel “niet-montage activiteiten” van de monteurs in de utiliteitsbouw ca. 60 % bedraagt. Als we bedenken dat er ook in deze branche personeelsschaarste is, dan ligt de keuze voor eenvoudigere montage methoden voor de hand.

Door de toepassing van de Infra+ “ruimtevloer” met als extra functie “klimaatplafond” zijn aanzienlijke kostenreducties mogelijk.

Door Kanters & Partners is in opdracht van PreFab Limburg BV een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de kosten en capaciteit van koelen en verwarmen met de INFRA+ vloer.

In kostenvergelijkingen van installatieconcepten zijn naast de besparing op verdiepingshoogte de investeringskosten aanzienlijk lager. Verder maken de technische ruimte een niet onbelangrijk deel uit van het gebouwoppervlak. Een reductie van de grootte van de technische ruimte door toepassing van het geïntegreerde installatieconcept in de vloer van ca. 4,5 % van het B.V.O. tot 2 á 3 % is haalbaar.

Als gevolg van de lagere stralingstemperatuur in de koelperiode is er een lagere gevoelstemperatuur (gemiddelde van luchttemperatuur en stralingstemperatuur) waardoor het energieverbruik bij plafondkoeling geringer is dan bij koeling door middel van gekoelde lucht.

De toepassing van plafondkoeling sluit bovendien goed aan bij het thermofysiologisch comfort uitgangspunt van “warme voeten en koud hoofd”.

Bij de toenemende belasting op milieu (eco-tax , kosten storten bouw- en sloopafval e.d.) wordt het energieverbruik in de gebruiksfase maar ook de economische en functionele levensduur van het gebouw een steeds belangrijker aandachtspunt.

Droog monteren van lichtere elementen, in plaats van beton storten in het werk, levert nog eens een besparing van ca. 250 m³ gas per 100 m² vloeroppervlakte om het overvloedige bouwvocht kwijt te raken.

Brandwerendheid

Toepassing van staalconstructies wordt veelal geassocieerd met extra kosten voor brandwerende bekleding en daardoor extra bouwkosten. Toch blijkt ook hier dat door toepassing van de juiste detaillering verrassende resultaten bereikt worden. Bij de beproeving van de brandwerendheid van de Infra+ vloeren bij TNO bleek dat door de constructieve opbouw van stalen balken in de dunne betonschil een brandwerendheid werd bereikt van 145 minuten zonder extra bekleding.

Door het natuurkundig fenomeen dat warmte opstijgt, kan de topvloer met een brandwerendheid van bv. 60 minuten er al voor zorgen dat met minimale middelen de eis van 2 uur brandwerendheid goed gehaald wordt.

Het instorten van koelleidingen in de betonschil zorgt er voor dat de constructieve vloer/plafond ook een extra toename van de brandwerendheid tot gevolg heeft. Bij de beproeving van het vloerelement waarbij water werd rondgepompt bleef de temperatuur laag omdat continu gekoeld werd.

Nieuwe maatregelen op gebied van brandwerendheid liggen ook in de lijn van de verwachtingen; een interessant nieuw concept van WIRSBO is de integratie van de sprinklers in de betonschil met een afdekkapje. De sensor reageert op een verhoogde temperatuur waarna de sprinkler (met KOMO-KIWA keur) in werking treedt. Omdat de leiding wordt aangesloten op het tapwater zijn geen buffertanks meer nodig en is er ook minder vervuilings- en legionella-risico.

De EPN op een dwaalspoor

In de NPR 2917 "Praktijkrichtlijn – rekenprogramma energieprestatie van utiliteitsgebouwen"

- maart 1999 worden de richtlijnen gegeven om een Energie Prestatie Norm (EPN) als onderdeel van de bouwvergunning te berekenen. Doelstelling is om het energieverbruik en de CO₂ emissie te verminderen.

Verrassend is het te constateren dat het rekenmodel geen rekening houdt met het effect van verlaagde plafonds en vloerbedekking bij de berekening van het benodigde koelvermogen van gebouwen.

Uit studies in Engeland (Buildings en energybalances) blijkt al de enorme impact op de CO₂ emissie van het genoemde fenomeen. Door de tweede kamer is hierover recent al opheldering gevraagd bij de Minister van Economische Zaken (NOVEM) en aan de Minister van VROM.

Een aanpassing van het toegepaste rekenmodel ligt dan ook in het verschiet.

Wel wordt in het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen stralingskoeling als variabele maatregel gewaardeerd.

Het effect op de maatregelen om aan de EPN te voldoen; maar ook om het energieverbruik te reduceren is voor de kostendeskundige een belangrijke boodschap naar de opdrachtgever!

13.4.4 Kosten vergelijking Vitruvius

De kosten vergelijken

Een interessant product? Maar levert het ook wat op?

De kosten van alleen de vloeroplossing met elkaar vergelijken doet geen recht aan het innovatie gehalte van de INFRA+ vloer. Voordelen zijn te behalen in de plafondafwerking, de installaties en, verrassend, de gebouwhoogte.

Op basis van een beperkt aantal parameters worden naast elkaar twee begrotingen gemaakt, één van een traditioneel gebouw en één van een gebouw met een INFRA+vloer. U kunt zelf de begrotingen naast elkaar leggen en de verschillen vergelijken.

De invoerparameters zijn:

- Gebouwafmetingen (BVO, beukmaat, aantal bouwlagen);
- Veranderlijke belasting
- Kwaliteit binnenklimaat

Prefab Limburg in samenwerking met Vitruvius Consultancy

	Input		Totaal	Per laag	Check
1	3.000	m2	3.000	600	
m2/ft	10	m2			
Gebouwhoogte in lagen	5	st			
Trappenhuis	20	m2/st			
Aantal stijgpunten	2	st	200	40	29 m1 loopafstand tot de trap
Lift	3	m2/st			
Aantal liften	2	st	30	6	20 m1 loopafstand tot de lift
Liften gegroepeerd (ja/nee)	nee				
Sanitair	3	m2/st			
Aantal sanitair	7,50	fte/st	120	24	120 m2 voor fte; min. 12m2/laag
Schachten	4	m2/st			
Aantal schachten	2	st	40	8	
Centrale installatie	150	m2	150		
Centrale hal	500	m2	50		
Dwarsgang bij ontsluiting	ja		115	23	
Breedte gebouw	15,30	m1			
Constructie 1	0,45	m1			
Zone 1	5,40	m1			
Corridor 1	1,80	m1			
Zone 3	0,00	m1			
Corridor 2	0,00	m1			
Zone 2	7,20	m1			
Constructie 2	0,45	m1			
Lengte gebouw		m1		59	
Horizontaal verkeer		m2	529	106	
Constructieoppervlak		m2	335	67	
BVO		m2	4.569	914	914

Principe plattegrond

constructie 1

zone 1

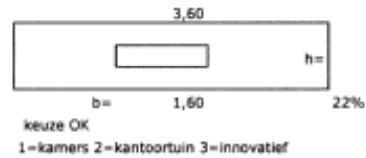
corridor 1

zone 3

corridor 2

zone 2

constructie 2



aantal traveen

17

st

Bruto vorm en verkaveling

Plafondhoogte	2,70	2,70 m1
Open gevel	30%	30%
Kozijnhoogte	1,70	1,70 m1
Kantoor concept	1	1
Deuren etc.	15%	15%

Bouwconcept

Aantal lagen	5	5
aantal tussensteunpunten	1	1
overspanning vloer	7,65	7,65 m1
dikte van de vloer	220	360 mm
plafondhoogte	2,70	2,70 m1
beschikbaar voor installaties	450	290 mm
Nuttige last	400	400 kg/m2
Binnenspouwblad (uit regel 57)	180	160 mm
Gebouwgewicht	1.716	1.494 kg/m2
Druksterkte binnenspouwblad	25	25 N/mm
Beton of Kalkzandsteen	B	B (B / K)
Oplegging	122	107 mm
Na correctie	180	160 mm
Verdiepingshoogte	3.370	3.060 mm

geen tussensteunpunt nodig voor INFRA+

voorlopig alleen een last van 400 kg/m2

x = maatgevend!!

Fundering

Gebouwgewicht	7.840	6.826 ton
Druksterkte bodem	10	10 N/mm2
Aantal palen	150	140 st
Paalafmeting	230	230 mm

150 st uit vuistregel

Gebouwfysica

Rc-waarde

Gevel	3,00	3,00 m2K/W
Kozijn	1,00	1,00 m2K/W
Bodem	3,00	3,00 m2K/W
Dak	3,00	5,80 m2K/W

Installatiekeuzes

Installatie concept (tabel)	2	2	topkoeling
Ventilatievoud	3,50	3,50	nee
Warmterugwinning	2	2	
Totale warmtebehoefte	467	454 kw	
Gevelorientatie	3	3	West
Type beglazing en zonwering	4	4	Warmtereflecterend dubbelglas
Soortelijk gewicht werkende massa	1	3 vast	laag
Soort verlichting	3	3	basis + werkalek
Luxe niveau verlichting	2	2	basis
Koellast	183	183 kW	
Benodigd primair koelvermogen	227	227 kW	
Beschikbaar koelvermogen	85	85 kW	
Benodigd secundair koelvermogen	98	98 kW	

Bruto hoeveelheden	uit voorblad
Installaties	190
Verticaal verkeer	230
Horizontaal verkeer	694
Sanitair	120
Functioneel	3.000
Constructieoppervlak	335
BVO	4.569
Bebouwd oppervlak	914
Bruto Geveloppervlak	2.497
Gevel openingen (m2)	749
Bruto binnenwand oppervlak	4.400
Binnenwand openingen (m2)	660
Bruto Dakoppervlak	914
Netto vloeroppervlak	4.234
Fte	300
	wp

Bruto hoeveelheden	uit voorblad
Installaties	190
Verticaal verkeer	230
Horizontaal verkeer	694
Sanitair	120
Functioneel	3.000
Constructieoppervlak	335
BVO	4.569
Bebouwd oppervlak	914
Bruto Geveloppervlak	2.268
Gevel openingen (m2)	749
Bruto binnenwand oppervlak	3.900
Binnenwand openingen	660
Bruto Dakoppervlak	914
Netto vloeroppervlak	4.234
Fte	

(11) Bodemvoorzieningen					
Uitzetten / maatvoering	4.569 m2	€	2,00 €	€	9.139
Grondwerk	914 m2	€	10 €	€	9.139
totaal / m2 funderingsoppervlak	914 m2	€	20 €	€	18.277
(13) Beganegrond vloeren					
Bodemafsluiting	914 m2	€	3,50 €	€	3.199
Betonvloer op zand/geïsoleerd	0 m2	€	- €	€	-
Geïsoleerde kanaalplaatvloer	914 m2	€	60 €	€	54.831
totaal / m2 BVO onderbouw	914 m2	€	64 €	€	58.030
(16) Funderingsconstructies					
Funderingsconstructie	7.840 ton bouwgewicht				
Poeren beton	914 m2	€	40 €	€	36.554
Liftput	0 st	€	- €	€	-
opgaand metselwerk tot peil	1 st	€	2.600 €	€	2.600
totaal / m2 funderingsoppervlak	914 m2	€	- €	€	-
			43 €	€	39.154
(17) Paalfunderingen					
Heipalen	150 st	€	350 €	€	52.500
afmetingen	230 mm				
totaal / m2 funderingsoppervlak	914 m2	€	57 €	€	52.500
(21) Buitenwanden					
Buitenspouwblad	1.748 m2	€	90 €	€	157.342

1519

1.748 m2

Bouwschets - 3 van 7; Begroting - datum: 25-02-2005		Vitravius Consultancy	
(22)	Binnenspouwblad	afmetingen	
	1.748 m2	100 €	174.824
	180 mm		
	1.748 m2	16 €	27.972
	m1	125 €	-
1.748 m2		206 €	360.138
(23)	Binnenwanden		
	Systeemwanden	200 €	200.000
	Kalkzandsteen lijmblokken 100 mm	55 €	5.500
	Beton	150 €	69.000
	Wand IV	45 €	4.500
2.080 m2		50 €	104.000
3.740 m2		102 €	383.000
(24)	Verdieplagsvloeren		
	Kanaalplaatvloeren	57 €	207.537
	3.655 m2	57 €	207.537
	Trappen Inclusief toebehoren		
	Trappen, hoofd en vlucht	4.000 €	40.000
10 st		9 €	40.000
(25)	Daken		
	Kanaalplaatvloeren	57 €	51.884
	Dakranden	100 €	14.822
	Lufels	- €	-
914 m2		73 €	66.706
(26)	Constructie		
	Draagconstructie beton	300 €	88.214
	4.569 m2	19 €	88.214
(27)	Buitenwandopeningen		
	Kozijnen, compleet	350 €	262.237
	Zonwering	100 €	74.925
	Steigerwerk	16 €	11.988
	Entree	15.000 €	15.000
749 m2		486 €	364.149
(28)	Binnenwandopeningen		
	Kozijnen, compleet	300 €	85.500
	Toeslag 60 minuten brandwerend	350 €	-
	Deurkozijnen + deur	600 €	90.000
660 m2		266 €	175.500
10.000 m2		109 €	352.000
3.655 m2		74 €	272.055
3.655 m2		74 €	272.055
10 st		3.900 €	39.000
4.569 m2		9 €	39.000
(29)	Infra+vloer		
	914 m2	74 €	68.014
	148 m1	100 €	14.822
	0 m2	- €	-
914 m2		91 €	82.836
(30)	Constructie		
	Draagconstructie beton	260 €	76.452
	4.569 m2	17 €	76.452
(31)	Buitenwandopeningen		
	Kozijnen, compleet	350 €	262.237
	Zonwering	100 €	74.925
	Steigerwerk	16 €	11.988
	Entree	15.000 €	15.000
749 m2		486 €	364.149
(32)	Binnenwandopeningen		
	Kozijnen, compleet	300 €	85.500
	Toeslag 60 minuten brandwerend	350 €	-
	Deurkozijnen + deur	600 €	90.000
660 m2		266 €	175.500
10.000 m2		109 €	352.000
3.655 m2		74 €	272.055
3.655 m2		74 €	272.055
10 st		3.900 €	39.000
4.569 m2		9 €	39.000
(33)	Infra+vloer		
	914 m2	74 €	68.014
	148 m1	100 €	14.822
	0 m2	- €	-
914 m2		91 €	82.836
(34)	Constructie		
	Draagconstructie beton	260 €	76.452
	4.569 m2	17 €	76.452
(35)	Buitenwandopeningen		
	Kozijnen, compleet	350 €	262.237
	Zonwering	100 €	74.925
	Steigerwerk	16 €	11.988
	Entree	15.000 €	15.000
749 m2		486 €	364.149

[illegible]

Beursmodel.xls - 5 van 7; Begroting - datum: 25-02-2005

Beursmodel.xls - 5 van 7; Begroting - datum: 25-02-2005

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Beursmodel.xls - 6 van 7; Begroting - datum: 25-02-2005

Beursmodel.xls - 6 van 7; Begroting - datum: 25-02-2005

										Vitravius Consultancy		
Verdeelinrichtingen		116 groepen	€	230	€	26.713		116 groepen	€	210	€	24.390
Bliesmaffleiding		4.569 m2	€	2	€	9.139		4.569 m2	€	2	€	9.139
totaal / m2 BVO		4.569 m2	€	24	€	111.245		4.569 m2	€	19	€	86.075
(62) Kracht												
Liftvoeding		2 st	€	700	€	1.400		2 st	€	700	€	1.400
wcd		681	€	90	€	61.309		681	€	90	€	61.309
totaal / m2 BVO		4.569 m2	€	14	€	62.709		4.569 m2	€	14	€	62.709
(63) Verlichtingsinstallatie												
Verlichtingsinstallatie		4.569 m2	€	4	€	18.277		4.569 m2	€	3	€	13.708
Armaturen		712 stuks	€	150	€	106.860		712 stuks	€	135	€	96.174
Noodverlichting		35 stuks	€	230	€	7.984		35 stuks	€	230	€	7.984
totaal / m2 BVO		4.569 m2	€	29	€	133.122		4.569 m2	€	26	€	117.866
(64) Communicatie installatie												
Databekabeling incl patchpanels		720 asp	€	90	€	64.800		720 asp	€	90	€	64.800
totaal / m2 BVO		4.569 m2	€	14	€	64.800		4.569 m2	€	14	€	64.800
(65B) Beveiliging												
Brand vluchtwegbeveiliging		4.569 m2	€	8	€	36.554		4.569 m2	€	8	€	36.554
Braak		4.569 m2	€	5	€	22.846		4.569 m2	€	5	€	22.846
totaal / m2 BVO		4.569 m2	€	13	€	59.401		4.569 m2	€	13	€	59.401
(66) Transportinstallatie												
Liften		10 stop	€	15.000	€	150.000		10 stop	€	15.000	€	150.000
totaal / m2 BVO		4.569 m2	€	33	€	150.000		4.569 m2	€	33	€	150.000
(67) Gebouwbeheersvoorziening												
totaal / m2 BVO		4.569 m2	€	-	€	-		4.569 m2	€	-	€	-
(7-) Vaste inrichting												
Vaste inrichting		4.569 m2	€	22	€	100.000		4.569 m2	€	22	€	100.000
totaal / m2 BVO		4.569 m2	€	22	€	100.000		4.569 m2	€	22	€	100.000
(8-) Losse inrichting												
In investeringskosten												
totaal / m2 BVO												
(9-) Terrein												
Separate begroting												
totaal / m2 netto terreinoppervlak												
(10) Sloopkosten												
mvt												
totaal / m2 BVO												

	4.569 m2	€	859	€	3.924.835	4.569 m2	€	826	€	3.776.452
totaal directe kosten										
indirecte kosten										
Bouwplaats en uitvoeringskosten	12,0%	€	2.395.832	€	287.500	10,5%	€	2.400.652	€	252.500
Algemene kosten	7,0%	€	2.683.332	€	187.833	7,0%	€	2.653.152	€	185.721
Winst en risico	3,0%	€	2.871.165	€	86.135	3,0%	€	2.838.873	€	85.166
Nader te detailleren	5,0%	€	4.532.173	€	226.609	5,0%	€	4.341.112	€	217.056
Coördinatie kosten	3,0%	€	1.529.003	€	45.870	3,0%	€	1.375.799	€	41.274
totaal indirecte kosten				€	833.947				€	781.716
BOUWKOSTEN EXCL.BTW	4.569 m2	€	1.042	€	4.759.000	4.569 m2	€	998	€	4.880.000
Lagere kosten verwarming door kleiner gebouw Lagere kosten koeling door meelwerkende thermische massa Aanpassingen in de ruimte te maken in plaats van er onder Bouwtijd 1 week per bouwlaag korter omdat geen druklaag wordt gestort <i>4,4% - 5,7%</i>										

14 Ervaringen toepassing Infra+ vloer



14.1 La Fenêtre, Den Haag

Via mijn bezoek aan LATEI projectontwikkeling te Amersfoort heb ik een afspraak kunnen maken met de projectleider op het werk 'La Fenêtre', de heer van den Bosch van bouwbedrijf Heijmans IBC Bouw.

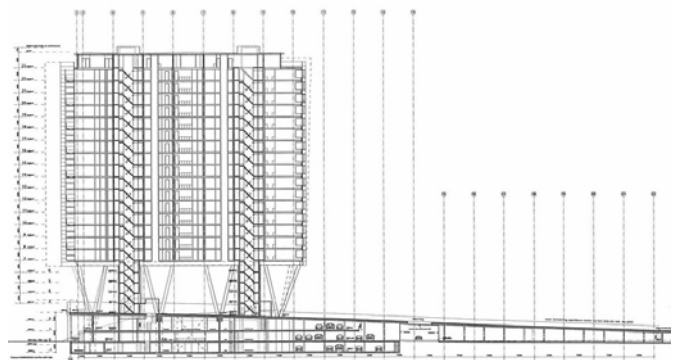
Op woensdag 30 Maart om 14.00 uur heb ik een afspraak gemaakt en kreeg samen met mensen van de afdeling calculatie van Heijmans eerst een presentatie te zien met aansluitend een film over het project. Nadat de presentatie en film afgelopen waren hebben we met de groep La Fenêtre bezocht. Dhr. van den Bosch bracht ons met de lift eerst naar de bovenste etage vanwaar we via de trappen de lager gelegen etages gingen bezoeken.

Op de bovenste etage waren de penthouses gesitueerd welke afweken van de ondergelegen etages doordat de verdiepingshoogte groter is. Per etage was goed te zien welke werkzaamheden er worden verricht om van een onafgewerkte Infra+ vloer uit te komen in een afgewerkte woning.

Het project, dat bestaat uit 115 woningen over 17 bouwlagen, verrijst aan de achterkant van het Algemeen Rijksarchief vlak bij het Centraal Station. Het gebouw staat op ca. 20 meter kolommen bovenop een parkeergarage en reikt tot een hoogte van maar liefst 70 meter. Daarmee wordt het gebouw een markant punt in Den Haag. Naar verwachting zal La Fenêtre in september 2005 opgeleverd worden.

Het is voor de eerste keer dat een staalconstructie op deze schaal wordt toegepast in de woningbouw. De krappe locatie en de wens om aan de woonwensen van alle toekomstige bewoners te kunnen voldoen, vormden een aanleiding voor ontwikkelaar LATEI projectontwikkeling uit Amersfoort en opdrachtgever Vesteda om voor een speciale manier van bouwen te kiezen. Zo start de bouw van La Fenêtre met twee lagen waarin twee parkeergarages en bergingen zijn opgenomen. Daarboven komen tussen de stalen kolommen de entreehallen van het gebouw en een belangrijke verkeersroute tussen het Beatrixkwartier en het Centraal Station. Vanaf ca. 20 meter boven maaiveld worden de 112 appartementen en 3 penthouses gerealiseerd tot een hoogte van ca. 70 meter.

De IFD Demonstratie Status voor het project La Fenêtre is verkregen door de combinatie van een staalconstructie, Infra+vloeren, prefab gevelelementen en glasgevels, welke grotendeels in de fabriek worden gemaakt, op de bouwplaats worden geassembleerd en met de lichte binnenwanden geheel recyclebaar zijn. Zowel voor de grondstoffen als bij sloop geeft dit een zeer lage milieubelasting. Door de flexibiliteit van de constructie kunnen woningen kantoren worden zonder al te grote ingrepen. Het project wordt gebouwd door Heijmans IBC bouw Leiderdorp en Oostingh Staalbouw.



14.1.1 Projectgegevens

Opdrachtgever:	LATEI Projectontwikkeling / Vesteda
Architect:	Rudy Uytenhaak
Constructeur:	ADAMS
Aannemer:	Heijmans IBC Bouw / Oostingh Staalbouw BV
Adviseurs	
Installaties:	K+ Adviesgroep
Bouwfysica:	TNO / Dorsserblesgraaf
Installateur:	Wolter & Dros Aquatherm
Totale projectkosten:	€ 32.000.000,-
Totale oppervlak:	16.600 m ²

14.1.2 Foto's bezoek La Fenêtre

Constructie



Fundering La Fenêtre



Stalen onderbouw



Stalen draagstructuur met windverband



Toploze kraan

Gevel



Gevel in aanbouw met op de voorgrond een toploze kraan



Bovenin is de constructie te zien voor de gevellift



14.1.3 Toepassing Infra+ vloer



Infra+ vloer en staalconstructie. De schoren worden opgenomen in de woningscheidende wand



Steigerplanken dienen als tijdelijke werkvloer en looprout



Stalen strippen op de IPE profielen dienen als koppeling tussen de liggers tbv. schijfwerking van de vloer



Onderzijde Infra+ vloer met aansluiting staalconstructie, welke met brandwerende bekleding afgetimmerd moet worden.



Rioolleiding liggend op rubbergranulaat om contactgeluid te voorkomen, bevestigingsbeugels voorzien van rubber inleg materiaal



Infra+ vloer waarin diagonaal een IPE profiel is toegepast ten behoeve van stijfheid van de vloer



Stalen strippen dienen als koppeling voor de bovenflens van de IPE profielen



Riolering doorvoer met kunststof buizen. De buizen zijn van leverancier Wavin en hebben een hogere massa dan PVC buizen om geluidsoverdracht te beperken



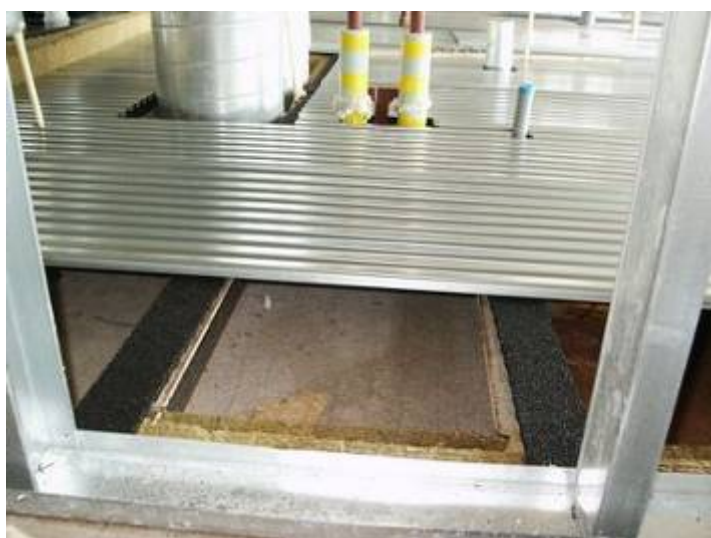
Infra+ vloer ter plaatse van een trapgat



Infra+ vloer waarbij materiaal op de vloer is opgeslagen



Medal stud wanden rondom trappenhuis



Zwaluwstaart op Infra+ vloer met rubber granulaat als akoestische ont koppeling



Infra+ vloer waarbij de riolering- en elektra leidingen geplaatst zijn. Op de achtergrond zijn de zwaluwstaartplaten al gelegd.



Isolatie rondom stalen constructie tegen brand en geluid en als woningscheiding in de vloer opgenomen



IPE profielen met rubber granulaat als akoestische ont koppeling



Opslag van zwaluwstaart vloerplaten op steigerplanken, direct gelegd op de staalprofielen van de Infra+ vloer.



Isolatie aanwezig voor geluidsisolatie en opstand voor storten anhydriet vloer. Ruimte ertussen moet vooraf waterdicht worden afgewerkt.



Elektra-, riool- en afvoer leidingen door de zwaluwstaartplaten.



Onderzijde Infra+ vloer, aansluiting tussen de vloerplaten moet worden dichtgezet om geluidstek te voorkomen.



Isolatie tussen twee woningen om geluids-overdracht te beperken waarbij de zwaluwstaart wordt onderbroken.



Water en cv leidingen bovenop de zwaluwstaartplaten met isolatie tussen de woningen, klaar om afgewerkt te worden met anhydriet vloer.



*Links vloer nog zonder anhydriet laag,
rechts met anhydriet laag.*



*Aansluiting vloer tpv. leidingschacht.
Isolatie dient om brandoverslag te voorkomen.*



Metal stud wanden worden geplaatst op de anhydriet vloer.



Aansluiting metal stud wand met plafond. V-naad vooraf dichtzetten ivm. Geluidsdichting.



Metal stud wanden voordat isolatie en beplating wordt aangebracht.



Roosters voor natuurlijke ventilatie geplaatst in houten gevelement met stalen frame.



Woningscheidende wand waarbij een aantal platen nog niet zijn geplaatst om van de ene woning naar de andere woning te lopen.



Plafond in woning waarbij als proef aan de rechterzijde de V-naad is dichtgezet om te kijken hoe het effect zal zijn.



Afgewerkte woning met open keuken.



Woningscheidende wand die bestaat uit isolatie met twee lagen gipskartonplaat. De dikke spouw is ontstaan omdat zich daar de staalconstructie tussen bevindt.



Woningscheidende metal stud wand bestaande uit isolatie met twee lagen gipskartonplaat. Aan het einde is de staalconstructie te zien.



Transport van gipskartonplaten vanaf bus plateau. De Infra+ vloer elementen worden tevens vanaf dit plateau in het werk gehesen.



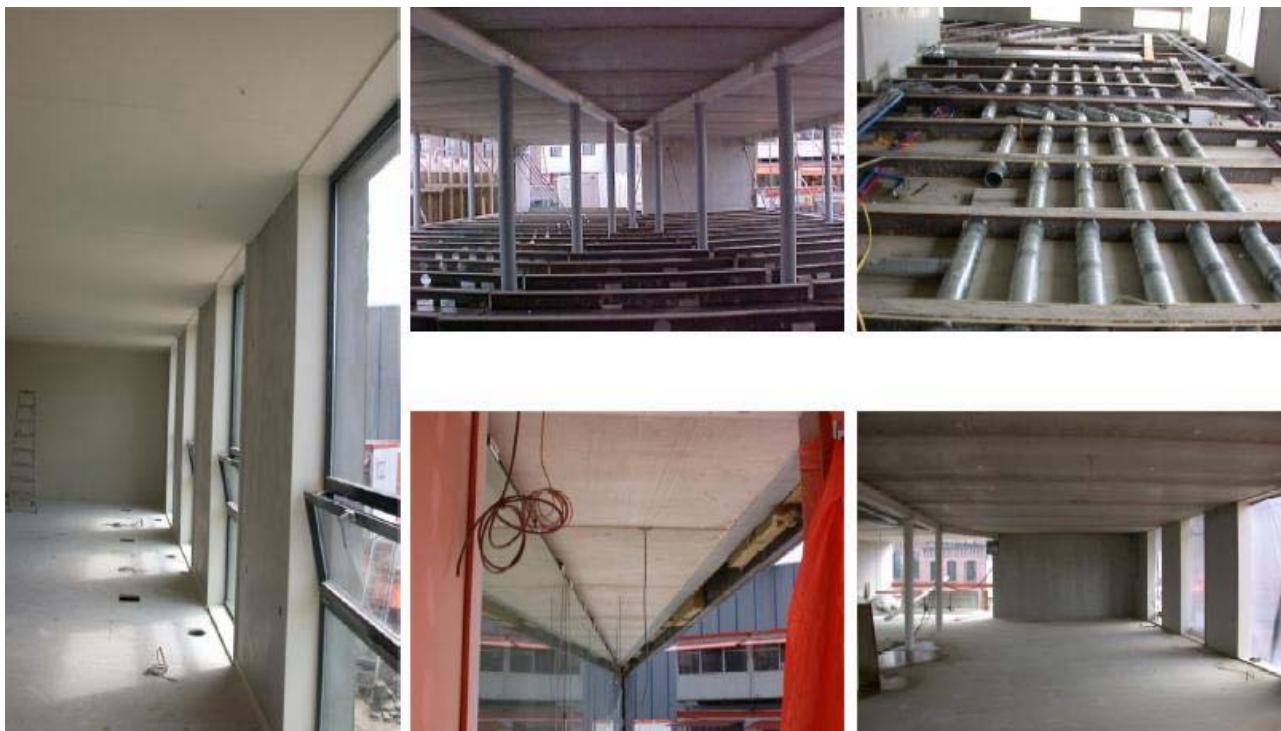
Hoogwaardig geïsoleerd glas vanwege hoge geluidsbelasting; trein, tram, bus en overig verkeer.



Aftimmering aan plafond woning tpv. hoofd-draagstructuur met stalen liggers. Plafond is klaar om spuitpleister afgewerkt te worden.

14.2 Projecten

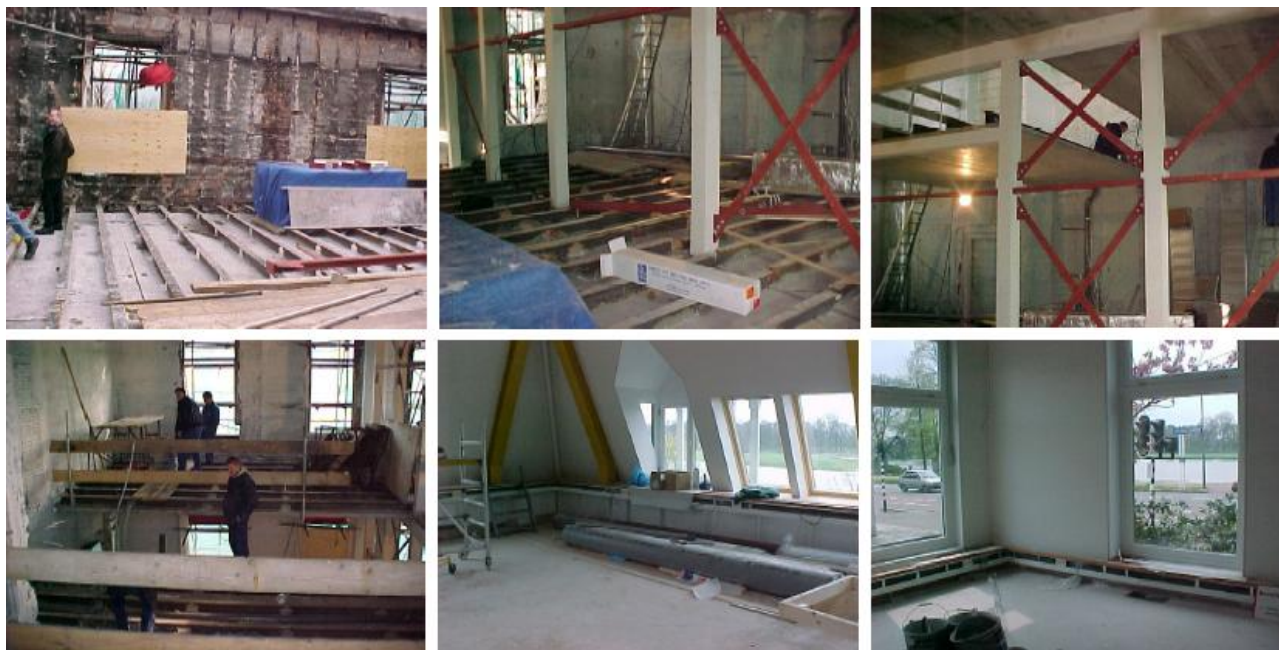
Hier volgen een aantal afbeeldingen van projecten waar de Infra+ vloer is toegepast.



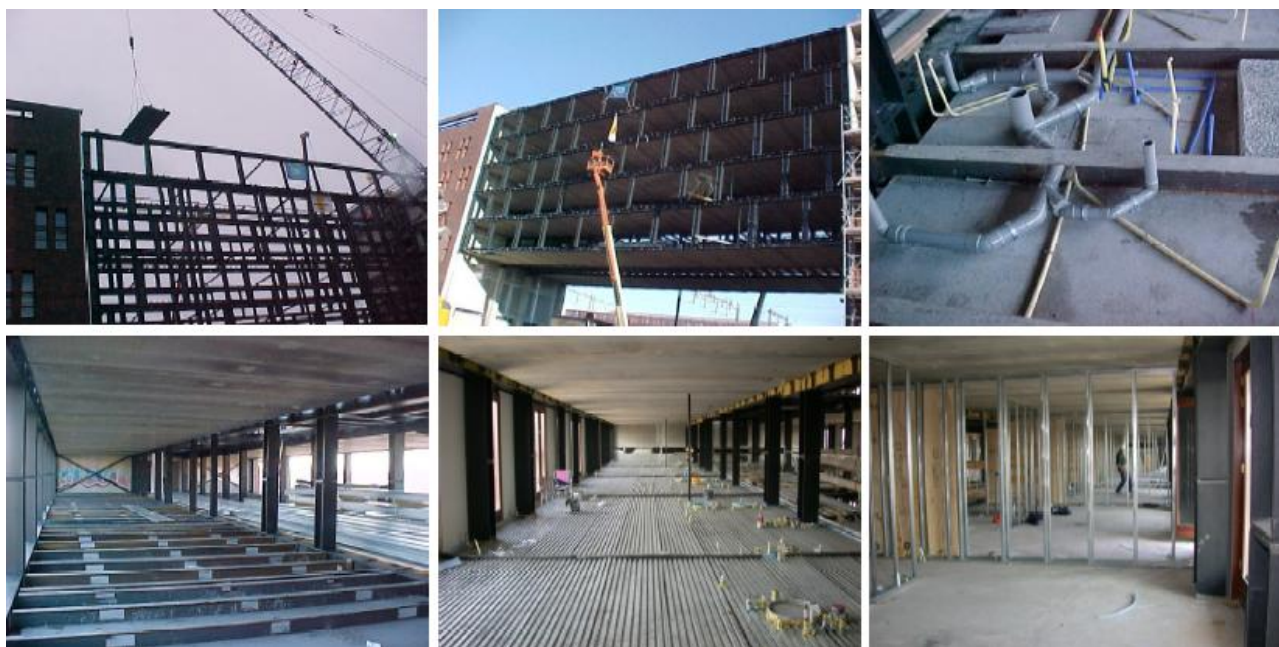
Toepassing bij en kantoorcomplex



Toepassing bij een school in Amsterdam



Toepassing bij een renovatie project



Toepassing bij een wooncomplex te Amsterdam.

15 Interviews



15.1 Bezoek fabriek Pekso

Donderdag 17 februari om 10 uur afspraak met Xander Vos, Prefab Limburg.

Omdat ik wilde weten hoe de Infra+ vloeren worden geproduceerd heb ik een afspraak gemaakt met Prefab Limburg om bij de producent te kijken; dat is Pekso te Oosterhout.. Daar kreeg ik samen met een nieuwe werknemer van Prefab Limburg een rondleiding in de fabriek waarbij alle handelingen werden uitgelegd. Hier volgt een samenvatting van het gesprek met Xander Vos van Prefab Limburg.

1. Hoe is de samenwerking met Prefab Limburg, hoe tot stand gekomen?

De Hoop in Terneuzen produceerde eerst de Infra+ vloer, de vraag werd te groot. Pekso maakt vloer tot IPE 330, vloeren met grotere profielen worden in Terneuzen gemaakt door De Hoop.

2. Verloop overleg architect, Invloed van Pekso op indeling Infra+ vloerelementen? Pekso ook overleg met installateur of alleen via PFL?

Pekso produceert alleen de Infra+ vloer elementen, voorbereiding wordt gedaan door Prefab Limburg. Prefab Limburg moet wel in een vroeg stadium van het bouwproces betrokken worden om tot een goed product te komen.

3. Productie snelheid, manuren?

1000 m² per week, 1 week voor levering op bouwplaats worden de vloerelementen geproduceerd. 8 weken van tevoren moeten de tekeningen worden goedgekeurd

4. Vlakheid vloer?

Klasse B1

5. Instorten IPE's in vloerplaat, hoe op hoogte?

Nokje aan de onderzijde, onderzijde staalprofiel ligt op 33 mm van onderzijde betonschil

6. Wapening hoeveelheden, voorspanwapening?

*Ingestorte leidingen in schil; vastzetten bij storten
Leidingen worden vastgezet, zie foto's. Geen voorspanwapening nodig.*

7. Ingestorte voorzieningen voor koppelen onderling en aan constructie?

Betonschil wordt gekoppeld aan staal doordat er aan het staal wapening is vastgelast. Na het uitharden hecht het beton zich aan de wapening zodat het IPE profiel gekoppeld is aan het beton.

8. Bewerkingen aan vloer: brand- en geluidsisolatie?

Brandwerende kit wordt aan de bovenzijde van de aansluiting vloerelementen gespoten

9. Sparingen/gaten aanbrengen?

*Sparingen worden door middel van PS blokken in het productieproces opgenomen.
Gaten worden gemaakt in de speciaal opgenomen blokjes*

10. Maattoleranties in uitvoering, vlakheid onderkant vloer, max. overspanningen

Afhankelijk van het IPE profiel. Raatligger wordt voor kleine overspanningen niet toegepast omdat de kosten van het snijden en opnieuw lassen niet opwegen tegen het lagere gewicht. Tevens zijn er extra voorzieningen nodig om de dwarskrachten bij de oplegpunten op te vangen.

11. Uitvoeringsproces?

- Vrachtwagen arriveert op bouwplaats
- Vrachtwagen wordt 'Just in Time' gelost
- Platen liggen op legvolgorde
- Platen worden in het werk gelegd,
- Als het hele vloerveld klaar is wordt gecontroleerd of alle platen gelijk liggen, controleren op hoogte verschil
- Eventuele hoogteverschillen worden weggewerkt dmv. Materiaal tussen constructie en vloer
- Opleggingen worden gelast
- Platen worden onderling gekoppeld: nat of lassen. Voorkeur gaat uit naar lassen, is namelijk sneller
- IPE profielen worden gekoppeld om kip te voorkomen, dit kan dmv een stalen strip
- Omtassen op bouwplaats en fabriek wordt niet gedaan!

12. Planning, productie snelheid, personeel manuren?

Personeel: 1 chauffeur, 1 man op de vrachtauto, 2 man op bouwwerk, eventueel toepassing van een wissel oplegger waarbij de oplegger op de bouwplaats blijft staan

13. Laswerk op bouwplaats, nadelig? Andere montage mogelijkheden mogelijk?

*Laswerk op de bouwplaats wordt door PFL niet als nadelig geschouwd.
Toepassen van bouten vergt veel voorbereidingstijd en alle gaten moeten gecontroleerd worden.*

14. Verbinding vloeren onderling, hoe in zijn werk?

Er zijn twee methoden om de platen onderling te koppelen:

- natte methode: in de vloerelementen worden wapeningliggers meegestort die boven de betonschil uitsteken. Op de bouwplaats wordt de wapening met elkaar verbonden door er beton overheen te storten. Betondekking, minimaal 15 mm
- droge methode: in de vloerelementen worden stalen plaatjes meegestort. Op de bouwplaats worden op de platen van de vloerelementen een stalen plaat gelast

15. Aansluiting IPE op draagstructuur; mogelijkheden?

Lip, IPE, en betonschil op betonconstructie

16. Akoestische oplegmiddelen, opties?

Doordat men werkt met een doos in doos principe hoeven er geen extra akoestische oplegmiddelen toe te worden gepast dan het rubber granulaat wat zich tussen het staal en de topvloer bevind. Het geluid zal namelijk niet de kans krijgen om door te dringen in de draagconstructie waardoor deze ook niet beschermd hoeft te worden

17. Wanneer en hoe snel topvloer aanbrengen?

Vuil wat optreedt komt voornamelijk van de installateur: afspraken maken met installateur dat het vuil wordt opgeruimd.

18. Eventuele hoogteverschillen, hoe op te lossen?

Hoogte verschil komt door toepassing van verschillende liggers; bijvoorbeeld een HEA t.p.v. Zware belasting op de vloer. Uitvullen dmv. Plaatjes

19. Hoe leidingen haaks op liggers door te voeren?

Haakse leidingen worden als eerste geplaatst zodat andere leidingen niet in de weg liggen. Toepassing van segmenten; segmenten er schuin inschuiven

Maximale doorsnede leidingen (water, elektra, gas, riolering, ventilatie, netwerk)

Woning

Beuk 5400 mm, IPE 200, ruimte doorvoer profiel – 8 cm; dit is in het midden van de overspanning.
IPE 200: hoogte is 200, $200 - 80 \text{ mm} = 120 \text{ mm}$ ruimte voor doorvoer van leidingen

Kantoor

Beuk 7200 mm, IPE 270, ruimte doorvoer profiel – 8 cm; dit is in het midden van de overspanning.
IPE 270: hoogte is 270, $270 - 80 \text{ mm} = 190 \text{ mm}$ ruimte voor doorvoer van leidingen

20. Aandachtspunten?

Door de beperkte mate van doorvoerhoogte moeten er kleinere leidingen worden toegepast voor de ventilatie. Dit houdt in dat er meerdere ventilatie leidingen over de betonschil lopen dan bij een traditionele vloer er onder hangen. Dit hoeft niet een nadeel te zijn want bij een grote leiding zal de hoeveelheid lucht per aftakking steeds afnemen. De installateur zal de hoofdleiding dan verjongen waardoor de luchtsnelheid behouden wordt, echter het volume wat door de leidingen heen loopt zal wel verminderen.

Het nadeel van de beperkte hoogte is in dit geval dus niet zo nadelig; de leidingen die door de Infra+ vloer lopen zullen in kleinere maten vertakt worden waardoor er minder verlies op zal treden van de volumestroom

Extra punten:

*Sprinkler installatie kan worden opgenomen, tpv. Sprinkler spuitstuk komt een gat in de vloer
Verlichtingsarmaturen worden aan de onderzijde van de vloer bevestigd.*

Afschrijven: - Interieur 8 – 15 jaar
 - casco: 200 jaar

Woningen Etten-Leur

De 36 woningen hadden veel eerder klaar kunnen zijn dan uitgevoerd is, namelijk zo'n 8 weken. Doordat het bouwbedrijf niet goed ingespeeld was op de nieuwe bouwmethode verliep de afbouw en de installaties erg langzaam.

La Fenêtre

Door toepassing Infra+ vloer minder heipalen nodig; 8 minder heipalen, hart op hart IPE profielen 600 mm.

Warmte overdacht

Vraag of er geen energie verloop zal plaatsvinden van de gekoelde betonschil naar de verwarmde topvloer.

Warmte afgifte zal verlopen van de bron naar de ruimte waar de energie behoefte het grootst is. De ruimte tussen de betonschil en de topvloer bestaat uit stilstaande lucht, stilstaande lucht is een goede isolator. Conclusie: de onderlinge warmte overdracht tussen betonschil en topvloer is niet van grote invloed.

Levering leiding: Nathan

Brandweergarage Delft

Uitgevoerd door de BAM met toepassing van de Infra+ vloer

Akoestiek

Spuitleister, vloerbedekking, materialen mogelijk die geschikt zijn voor betonkernactivering en die meehelpen aan de akoestiek.

Kosten

€ 70,- / 80,- per m² Infra+ vloer

€ 30,- / m² topvloer

Totaal: € 100,- a 110,- per m²

Omgekeerd toepassen:

Niet doen want;

- Leidingen komen weer te hangen onder de vloer
- 0 activiteiten; op- en aflopen van trappen etc.
- Stalen profielen tegen brand
- Betonkernactivering niet mogelijk
- Vrije indeelbaarheid niet meer zo makkelijk
- Bij verbouwingen zal onderliggende ruimte ook nadelen ondervinden van de verbouwing
- Juridische schil ligt nu in onderliggende ruimten, niet wenselijk bij woningen
- Extra kosten door stilleggen/verhuizen/verplaatsen onderliggende ruimte

Controle

Voor levering bouwplaats worden de leidingen onder druk gezet zodat met een Manometer gecontroleerd kan worden of tijdens de bouw gaten in de leidingen zijn geboord.

Voorgescreven product

Via de opdrachtgever kan er worden gekozen worden voor de Infra+ vloer, aannemers moeten dus werken met de vloer en vinden dat zij buiten gesloten worden.

Nadelen

- In een vroeg stadium moet PFL al bij het proces betrokken worden; niet alle leidingen kunnen op die plaats doorgevoerd worden ivm. constructieve eisen. Niet ter plaatse van de oplegging ivm. dwarskrachten.
- PFL is de enige die Infra+ op de markt brengt: geen concurrenten. Voor inkopers is dit niet gewenst omdat zij niet kunnen vergelijken met andere leveranciers
- niet mogelijk om bv. met kruiwagen over IPE profielen te rijden
- lopen in ruimte met Infra+ vloer: gewenning, lopen van ligger naar ligger
- Gehele bouwproces moet goed gepland zijn want anders is het voordeel van de snelle plaatsing van de Infra+ vloer niet merkbaar

15.2 Bezoek LATEI Projectontwikkeling

Maandag 14 maart om 16.00 uur afspraak met H. Nieuwendijk, te Amersfoort.

1. Hoe is uw bedrijf betrokken geraakt bij de ontwikkeling van La Fenêtre?
Korte samenvatting gebouw/constructie La Fenêtre, betrokken partijen.

1994 gebouw ontworpen door Rudy Uytenga, hele skelet bestaat uit staal en wordt uitgevoerd door Oostingh Staalbouw. Heijmans is verantwoordelijk voor de fundering, afbouw en de gevels. Gebouw was eerst ontworpen in beton maar de voet van het gebouw moest slank zijn omdat het een verkeersroute is. De kolommen werden daarom in staal worden uitgevoerd. De binnenwanden zijn van metal stud.

2. Wat zijn de afwegingen geweest om te kiezen voor de Infra+ vloer?
Werd er gelijk aan de Infra+ vloer gedacht of was er directe concurrentie van een ander type vloer?

Vesteda had locatie aangekocht. Infra+ vloer is vanuit Oostingh Staalbouw aangedragen vanwege de integratie met staal: schijfwerking via de vloer. De ingestorte IPE profielen worden aan de hoofdconstructie gekoppeld.

3. Wat zijn de consequenties van het toepassen van de Infra+ vloer op de voorbereidingstijd?

De Infra+ vloer is onderdeel van het totale pakket staal: 3 maanden onderzoek, zowel financieel als voorbereiding

4. Hoe is de communicatie verlopen tussen de installateur en de andere partijen in het voortraject en hoe heeft Prefab Limburg hierin een rol gespeelt?

*Installateur in La Fenêtre: Wolter & Dros: kwaliteit installaties belangrijk en innoverend
Prefab Limburg heeft gediend als adviseur: bestek schrijver*

5. Welke installaties zijn er in de vloer toegepast in La Fenêtre? En wordt er een sprinkler installatie toegepast?

*Geen sprinkler installatie toegepast, warmte-terug-win installatie niet toegepast
Wavin leidingwerk, flexibele kunststof leidingen, geen gas*

6. Hoe verschilt het toepassen van de Infra+ vloer in vergelijking met andere vloeren qua bouwtijd en planning?

140 dagen, 16 etages

Hoe heeft u de samenwerking met Prefab Limburg ervaren?

Wat vindt u ervan dat 1 partij dit type vloer ontwikkelt en op de markt brengt?

Prefab Limburg is een stuwende kracht

Geen problemen ondervonden dat Prefab Limburg de enige aanbieder is

7. Wat zijn de kosten van de toepassing van de Infra+ vloer? Zorgt de vloer daadwerkelijk voor een lagere bouwsom? (lichtere constructie, lichtere fundering, hoogte winst, lager gebruik als betonkernactivering is toegepast)

Woningbouw: geen hoogtewinst, de vloeren zijn zelfs dikker dan bijvoorbeeld een breed-plaatvloer. Bij utiliteitsbouw wel een hoogtewinst te behalen.

8. Hoe ver is het systeem van de Infra+ vloer daadwerkelijk doorgevoerd? Alleen de vloer zelf toegepast of ook flexibele leidingen en betonkernactivering? En is de vloer wel zo flexibel als men stelt?

Betonkernactivering niet toegepast en ook geen leidingen ervoor opgenomen in betonschil

9. Heeft het feit dat er twee aannemers op 1 werk zijn, Oostingh Staalbouw en Heijmans, effect gehad op de Infra+ vloer?

Geen effect

10. Welke rol heeft Vesteda gespeeld in de ontwikkeling van La Fenêtre?
Waarom en welke leidingen zijn meegestort in de dekvloer?

De leidingen voor de centrale verwarming zijn in de dekvloer meegestort omdat anders de holle ruimte in de vloer te warm zou worden > legionella besmetting. Optie om de leidingen te isoleren vond men geen goed idee in verband met de warmte.

Vesteda heeft niet laten blijken dat ze geïnteresseerd zijn in de mogelijkheid van vrije indeelbaarheid die mogelijk is door de toepassing van de Infra+ vloer. Zo ook heeft Vesteda ervoor gekozen om niet gebruik te maken van de mogelijkheid om betonkernactivering toe te passen.

11. Welke voorzieningen zijn getroffen betreffende de brandveiligheid?

Naadvulling: rugvulling met kit voeg via Prefab Limburg

12. Welke voorzieningen zijn getroffen betreffende de contact- luchtgeluidsisolatie?

Details ontworpen door TNO. Woningscheidende liggers toegepast, woningen naast elkaar ontkoppelt. Geluid wordt afgedragen naar de hoofdconstructie en de kolommen dienen als massa.

13. Is er in de exploitatie berekening al rekening gehouden met toekomstige verbouwingen, en veranderingen in de markt?

Nee er is geen rekening mee gehouden maar wordt wel gezien als een toegevoegde waarde.

14. Wat zijn de geaccepteerde normen ten aanzien van de doorbuiging aan de onderkant van de vloer? Schoon?

Zelfde normen als de toepassing van een breedplaatvloer

15. Productie snelheid, personeel manuren?

Doordat er geen binnenwanden aanwezig zijn bij de ruwbouw en er per etage 1 grote ruimte is kan de aannemer overal makkelijk komen.

16. Hoe worden de vloerdelen onderling gekoppeld, natte methode of de droge methode?
En bij toepassing van de droge methode: ervaart u het laswerk op de bouwplaats als een nadeel?

Per plaat worden er drie stukken gelast om de schijfwerking van de vloer te bewerkstelligen. Lassen op de bouwplaats wordt niet als nadeel ondervonden.

17. Wanneer en hoe snel wordt de topvloer aangebracht? En wordt er gebruik gemaakt van de mogelijkheid om zo snel mogelijk de leidingen aan te brengen nadat de Infra+ vloer is gelegd?

Nadat de gevel wind- en waterdicht is werd na 1,5 week de topvloer aangebracht.

18. Hoe voorkom je vuil tussen de liggers en wie is er verantwoordelijk voor het opruimen?

Oostingh moest de vloer schoon opleveren, idem voor andere aannemers

19. Hoe worden de leidingen die haaks op de liggers staan door de openingen in de liggers gevoerd? En is dit een grote belemmering? Bv. rioleringsbuizen

Veel leidingen zijn evenwijdig aan de IPE profielen aangelegd. Ad van der Bosch weet daar meer van; gegevens via H. Nieuwendijk

20. Op de foto van dit verslag zijn erboven de geplaatste gevel elementen 8 bouwlagen te zien. Waarom volgt de gevel zo langzaam?

De aannemer zou eerst 2 bouwkransen toepassen bij La Fenêtre. Echter 1 kraan is komen te vervallen, daardoor kon men niet rondom de gevels in snel dichtzetten. Bij de uitvoering van de gevelelementen waren problemen, dit heeft voor vertraging gezorgd.

21. Welke veiligheidsvoorzieningen worden er genomen als randbeveiliging?

Traditionele systeem: vloerbeugels en beveiliging 1 meter vanaf de vloerrand. Valnet bovenin geplaatst omdat men eronder aan het werk is.

22. Hoe sluiten de gevelelementen aan op de Infra+ vloer?

Prefab balk met sponningen voor het plaatsen van de gevel elementen.

23. Welke zaken zou u achteraf anders gedaan hebben mbt. de vloeren?

Dhr. Nieuwendijk zou hogere vloeren hebben toegepast ivm. toekomstige eisen. Toepassen van koeling dmv. betonkernactivering: leidingen in betonschil.

24. Zou u dit type vloer vaker toepassen bij volgende projecten? Waarom wel, waarom niet?

Wel toepassen: aanpasbaarheid

Vanwege het milieu: als het gebouw bijvoorbeeld over 30 jaar gesloopt wordt dan kunnen de onderdelen makkelijk uit het gebouw gehaald worden, want de leidingen etc. liggen droog in het werk. Bij slopen zal er weinig beton worden afgevoerd en kan het staal makkelijk uit het werk gehaald worden om te recyclen. Daarbij zullen er dus ook minder vrachtwagens nodig zijn om dit afval af te voeren.

25. Wat zijn de aandachtspunten waar extra op moet worden gelet bij de toepassing van de Infra+ vloer?

Koppeling gevel element aan de vloer

Geluid dat via de gevel wordt doorgegeven aan de vloer

Draagvermogen vloer

26. Wat is uw toekomstvisie over de toepassing van de Infra+ vloer?

De bouw zal traditioneel blijven bouwen. Bewoners weten niet wat ze aanmoeten met de vrije indeelbaarheid van hun woning: geen bouwkundige kennis en moeten worden begeleid bijvoorbeeld vanuit de aannemer.

Toekomstwaarde: moeilijk verkoopbaar, mensen (en dus de banken) zullen bijvoorbeeld niet € 50.000 meer gaan betalen omdat ze een grotere vrije indeelbaarheid in hun woning willen hebben.

15.3 Bezoek Haitsma beton, de framevloer

Gesprek met Waldo Dekker en Willy Arts, 29 maart 2005, 9.00 Soest

1. Hoe is de vloer tot stand gekomen? Welke stappen en verschillende ontwerpen zijn er geweest voordat dit ontwerp ontstaan is? En hoe is uw betrokkenheid erbij?

Vanuit woning stichting SWS te Eindhoven is de vraag gekomen bij Haitsma en Ballast Nedam wilde een belang hebben in het Industrieel, Flexibel en Duurzaam/Demontabel bouwen.

2. Maximale overspanning? En maximale belasting?

In de proefwoningen in Eindhoven is een overspanning bereikt van 6810 mm.

3. Wapening hoeveelheden? Voorspanwapening?

Hoeveelheid staal ongeveer 82 kg/m³

4. Waarom van stalen ligger naar betonnen ligger overgestapt?

Wegens de eigentrilling van de Frame vloer en vanwege brand eisen.

5. Gewicht per m²

Hoeveelheid beton is 3,1 m³ bij een vloerplaat van 7,8 ton

6. Waarom vloer beperkt stijf en hoe vertaalt zich dit in een ontwerp? En hoe wordt dit opgelost?

De stalen strip die bij de proefwoning op het Universiteit terrein werd toegepast is vervangen voor een betonnen rib. De betonnen rib is breder dan de stalen strip.

7. Hoe is de koppeling tussen de vloerplaten onderling?

In de woningen in Eindhoven is er geen onderlinge koppeling van de vloerplaten. De verlegbare vloerplaten van beton worden koud opgelegd op oplegvilt.

8. Koppeling gevel aan vloerveld

Panelen gebout aan vloer

9. Wordt er zelfverdichtend beton toegepast?

Ja er wordt zelfverdichtend beton toegepast omdat hiermee eenvoudiger te storten is en er minder geluidsoverlast zal zijn. Eerst wordt de betonschil gestort tot 100 mm, dan worden de opstaande ribben na een half uur gestort.

10. Sparingen en gaten?

Sparingen voor leidingen van bv. Ø110 mm is geen probleem.

Leidingen doorvoeren door de fundering, de sparingen in elke woning zijn op dezelfde plaats gesitueerd om een uniformiteit te creëren.

11. Waaruit bestaat de geluidsisolatie? En welke maatregelen zijn er getroffen om dit te beperken?

Zie bijgevoegd detailblad. Bv. bij de funderingsbalk is er een sleuf aangebracht waardoor het geluid een langere weg moet afleggen, dit is voldoende voor geluidsisolatie. Verder wordt tussen de woningen onderling een ankerloze spouwmuur toegepast.

12. Waaruit bestaat de brandisolatie? En welke maatregelen zijn er getroffen om dit te beperken?

Bij de eerdere toepassing van staal voldeed de constructie niet aan de brandeisen daarom is men overgestapt naar een betonnen rib ipv. een stalen raadligger. De stalen ligger werd met de hand gevormd en de 'onderflens' werd gelast aan de ligger dmv. een momentvaste verbinding.

13. Uitvoeringsproces, hoe verloopt het bouwproces?

Betonpalen, prefab betonnen fundering, ongeïsoleerde begane grondvloer, lange wanden, dwarswanden, vloer rustend op de lange wanden.

14. Maattoleranties en vlakheid vloer

Maat tolerantie maximaal 3 mm per onderdeel. En bij de prefab vloerplaatjes 2 mm.

15. Worden alle leidingen door de openingen in de ribben in de vloer aangebracht? Of worden ze ook hangend toegepast en wat is de maximale doorsnede van de leidingen?

Alle leidingen worden door de openingen in de vloerribben doorgevoerd, sparingen in de vloerrib bedraagt 150 mm.

16. Welke rol heeft de woningstichting SWS in de vloer/woning gehad?

Directie wordt gevoerd vanuit SWS. Vloeren, wanden en fundering geleverd door Haitsma beton, elementen door montagebedrijf Wageborg gemonteerd.

17. Kosten per m² en hoe zijn deze kosten opgebouwd?

Kosten exclusief montage en inclusief transport: € 85,- / m²

Kosten exclusief montage en inclusief transport + winst en risico: € 92,- / m²

18. Type plafond?

Systeemplafond bestaande uit plafondtegels

19. Bouwsnelheid, in hoeverre is het bouwsysteem ingespeeld op de snelheid van de frame vloer?

Bouwsysteem qua snelheid niet ingespeeld op de snelheid van de Frame vloer, echter de mogelijkheid is er wel om bv. de gevelelementen tijdens de ruwbouw van naastgelegen woningen te plaatsen.

20. Aanpasbaarheid, hoe makkelijk is een woning/kantoor in de toekomst aan te passen?

De losliggende betonnen vloerplaten zijn te zwaar om met de hand te worden verlegd, hiervoor materieel nodig.

21. Afzetmarkt en toepassingen frame vloer

Willy Arts: Haitsma beton is niet intensief bezig om de Frame vloer op te markt te zetten omdat ze denkt dat de vloer daarvoor nog niet rendabel genoeg is. Momenteel interesse in de vloer vanuit een andere woningstichting. Bij een hogere productie zal de kostprijs van de vloer ook aanzienlijk dalen. Momenteel is er nog geen passende tool ontwikkeld voor het productieproces.

Toepassingsgebied: seniorenwoningen, huurwoningen, zorg instanties, studentenwoningen.

22. Voordelen/nadelen frame vloer

Sloop: mogelijkheid om gecontroleerd te slopen: vloerdelen af te voeren en extern te slopen of gereed voor recycling.

23. Stand van zaken betreffende de vloer. Plannen en toekomstige projecten?

Momenteel geen lopende zaken maar wel interesse van een andere woonstichting.

24. Aandachtspunten

Productie:

- *Kantelen van de vloer op kantel tafel: de aansluiting van de vloer en rib is kwetsbaar*
- *Maattoleranties: veelvoudig controle*
- *Stort procedure: eerst betonschil storten en niet te vroeg/laat beginnen met storten van de opstaande ribben.*

25. Visie: toekomstwaarde, toepasbaarheid, etc.

Bij toepassing in de utiliteitsbouw toepassen van de Frame vloer met voorgespannen wapening om grotere overspanningen mogelijk te maken met een niet te hoog pakket.

15.4 Interview Wolter & Dros

Maandag 4 april om 16.00 uur telefonisch gesproken met dhr Janssen van Wolter & Dros locatie te Houten.

1. Zijn er ingrijpende veranderingen in de installaties of vloer doorgevoerd om de installaties te kunnen toepassen in de Infra+ vloer?

Nee

2. Hoe verschilt het toepassen van de Infra+ vloer in vergelijking met andere vloeren qua bouwtijd en planning?

De handelingen die bij de Infra+ vloer worden uitgevoerd zijn arbeidsintensiever dan bij andere vloeren. De werkzaamheden kosten meer tijd terwijl er minder productie wordt gemaakt.

3. Waarom zijn er leidingen meegestort in de dekvloer?

Er zijn leidingen boven op de zwaluwstaartvloer geplaatst omdat de volgende redenen:

Maatvoering

De toleranties zijn te groot om voor 7 woningen de leidingen in de holle ruimte aan te brengen voordat de zwaluwstaart platen worden gelegd. Het is makkelijker om de leidingen op de platen te leggen.

Risico

Bij lekkage in de leidingen zijn de gevolgen erg groot en om de gevolgen van een lekkage te voorkomen is ook hier gekozen om de leidingen op de vloer te plaatsen.

4. Welke voorzieningen zijn getroffen omtrent de brandveiligheid?

Brandwerende isolatie is toegepast bij doorvoeren ter plaatse van de verdiepingen.

5. Welke voorzieningen zijn getroffen betreffende de contact- luchtgeluidsisolatie?

Dikkere kunststof leidingen zijn toegepast en de leidingen liggen op rubbergranulaat. De leidingen worden met beugels, die in rubber zijn ingelegd, vastgezet.

6. Productie snelheid, personeel manuren?

7 woningen per week, 8 man personeel. De leidingen voor de riolering worden al neergelegd als de gevels nog niet gesloten zijn, de centrale verwarmingsleidingen en waterdoorvoerende leidingen worden geplaatst als de ruimte wind- en waterdicht is.

7. Hoe is het werken binnen een ruimte waarbij de liggers nog bloot liggen? (van ligger naar ligger lopen)

Het werken op de Infra+ vloer wijkt niet erg veel af dan werken op een breedplaatvloer, omdat je op een breedplaatvloer te maken hebt met tralieliggers.

8. Hoe voorkom je vuil tussen de liggers en wie is er verantwoordelijk voor het opruimen?

Eigen verantwoordelijkheid en moet dus ook zelf worden opgeruimd

9. Hoe worden de leidingen die haaks op de liggers staan door de openingen in de liggers gevoerd? En is dit een grote belemmering? Bv. rioleringsbuizen

Leidingen lengten mogelijk tot ongeveer 1,5 meter. Langere afstanden mogelijk door koppeling van kortere buizen en door de sluiven in de stalen profielen kunnen ze doorgevoerd worden.

10. Wat is de maximale doorsnede van de leidingen (water, elektra, gas, riolering, ventilatie, netwerk) in La Fenêtre?

Rioleringbuizen van $\varnothing 110$ mm toegepast.

11. Welke zaken zou u achteraf anders gedaan hebben mbt. de vloeren?

Geen dingen anders gedaan maar wel weer de centrale verwarming leidingen en de waterleidingen boven op de zwaluwstaartplaten toepassen.

Door de leidingen niet in de holle ruimte van de vloer toe te passen zal de flexibiliteit van de vloer wel verminderd worden. Bij aanpassing van de ruimte zal de zwaluwstaart vloer inclusief leidingen en anhydriet laag verwijderd moet worden om in de holle ruimte te komen. Daarbij moet opgemerkt worden dat men uitgaat dat de openingen in de stalen profielen daadwerkelijk weer gebruikt kunnen gaan worden voor het doorvoeren van de nieuwe leidingen.

12. Wat zijn de aandachtspunten waar extra op moet worden gelet bij de toepassing van de Infra+ vloer?

Bij toepassing van anhydriet ervoor zorgen dat alle openingen compleet dicht gemaakt worden zodat de anhydriet vloeistof niet in de Infra+ vloer kan lopen.

15.5 Bezoek Prof. dr. ir. Lichtenberg

Dinsdag 13 April om 09.30 uur afspraak met prof. dr. ir. J. Lichtenberg te Eindhoven

1. De Infra+ vloer is ontstaan uit het ISB systeem, *Innovatief Systeem van Bouwen*, kunt u over de evolutie van ISB naar Infra+ vertellen?

Bij het ISB systeem waren er problemen rondom de overspanning en het trillen van de vloer bij belopen. Dat de leidingen aan de bovenkant van de vloer lagen is behouden bij de Infra+ vloer, constructieve eisen zijn de ribben omgedraaid.

2. Welke factoren spelen een belangrijke rol bij het ontwerpen van een gebouw met toepassing van de Infra+ vloer? Welke stappen moeten er worden genomen in de ontwerpfase om de Infra+ vloer het meest efficiënt toe te passen in combinatie met de constructie en installaties?
Installaties, constructie, geluid

Ruimte voor installateur creëren zowel in de voorbereidingsfase als de uitvoeringsfase. Bij uitvoeringsfase ruimte zodat de leidingen niet beschadigd worden. Bouwproces volgens het slimbouwen proces

Voorkeur om staal toe te passen als constructie: dient als drager en als basis voor de maatvoering

Ideaal zou zijn om de vloer tussen een woning te voorzien van een aparte oplegging. Als draag kolom/balk gedeeld wordt dan ervoor zorgen dat het geluid via een omweg loopt naar de constructie.

3. De stalen profielen worden onbehandeld toegepast in de Infra+ vloer. Wat is de reden dat men de profielen niet behandelt of is de luchtvochtigheid van de ruimte van weinig invloed op het roestproces van het staal?

De stalen profielen zullen niet gaan roesten in de vloer.

4. Op het werk La Fenêtre heeft men ervoor gekozen om de centrale verwarmingsleidingen en waterleidingen niet in de Infra+ vloer op te nemen maar op de zwaluwstaartplaten te leggen om deze erna af te werken met anhydriet. Is dit een goede oplossing geweest of vindt u dat deze uitwerking een slechte zet is geweest?

In de bouw heb je te maken met een start datum en een eind datum, er zullen beslissingen genomen moeten worden. Prof. Lichtenberg is niet tevreden met deze oplossing en ziet La Fenêtre als een leerproces voor komende toepassingen van de Infra+ vloer. Hij geeft La Fenêtre een 6+.

5. (Vervolg op vraag 4) Bij toepassing van een zwaluwstaartvloer met anhydrietlaag en eventueel ingestorte leidingen, beperkt men dan niet de mogelijkheid tot flexibiliteit?

De flexibiliteit wordt inderdaad verminderd bij toepassing van zwaluwstaartvloer met anhydrietlaag, echter is deze oplossing minder ingrijpend dan het slopen van het gebouw.

Soorten topvloeren: cement gebonden vezelplaat en zwaluwstaartvloer met anhydrietlaag

6. Bij de ontwikkeling van de Infra+ vloer is er een betonnen versie uitgewerkt (dacht ik). Bij toepassing van de Infra+ vloer wordt de stalen variant toegepast. Met de steeds hogere prijs van staal denkt u dat de betonnen versie van de Infra+ vloer meer toegepast zal gaan worden in de toekomst? Wat is het percentage beton en staal in een Infra+ vloer?

De oplossing met beton was tijdens de ontwikkeling duurder dan de toepassing met beton, Prof. Lichtenberg verwacht dat de staalprijs niet verder zal stijgen. China zal een groot aandeel hebben in de productie van staal en de kostprijs van staal zal hierdoor lager uitkomen.

7. Bij welk type gebouwen en functie ziet u de Infra+ vloer als beste toepasbaar en waar zal de Infra+ vloer minder toepasbaar zijn?

Veel aan verandering onderhevige gebouwen.

Zelf vroeg ik naar de waarde bij een vrijstaande vila: kleine aannemer zal ook hier het proces moeten verbeteren om winst te halen uit de Infra+ vloer.

Het proces is belangrijk, hier is de grootste winst te behalen.

8. Bij toepassing van de vloer wordt gesteld dat de vloer zorgt voor een lagere kostprijs voor de opdrachtgever en niet alleen op lange termijn. Kunt u aangeven op welke vlakken de Infra+ vloer zorgt voor een lagere bouwsom?

De Infra+ vloer zorgt voor lagere kosten, zowel als product als het proces.

9. Een belangrijk voordeel van de Infra+ vloer is de flexibiliteit en de mogelijkheid om de flexibiliteit in de toekomst te benutten. Hoe is omgegaan met de toekomstige zwaardere eisen die men stelt aan brand en geluid?

*Infra+ vloer: 2 uur en 20 minuten brandwerend volgens de huidige eisen
Luchtgeluid en contactgeluid: +10 dB(A)*

10. Welke stappen zullen ondernomen moeten worden om bij verbouwing/aanpassing van een gebouw met Infra+ vloer een andere indeling/functie te verkrijgen?

Afgezien van het verplaatsen van scheidingswanden zal in de regel een aanpassing in het leidingverloop noodzakelijk zijn. Daartoe moet de topvloer geopend kunnen worden. Soms is het lokaal openen voldoende. Afhankelijk van de verwachte veranderingsfrequentie is dan een meer of minder flexibele topvloer noodzakelijk.

11. Tijdens de ruwbouw heb je te maken met water van buitenaf wat nog een tijd in het gebouw blijft liggen en naar de lager gelegen etages zakt. Hoe kan men ervoor zorgen dat een etage tijdelijk waterdicht wordt gemaakt en hoe wordt het water afgevoerd?

Dat is niet anders dan bij andere vloeren. Het voordeel is dat door de snelle bouwtijd het werk sneller dicht is (skelet met vloer en dan onmiddellijk daarna dak en gevel) en dat er dus minder vocht binnenkomt. Bij de mij bekende projecten zijn geen speciale maatregelen genomen.

12. Op onderstaande foto is een metal stud wand te zien (in een woning in La Fenêtre) die aansluit op de betonschil van de Infra+ vloer, wat zal er gebeuren met het geluid? Ontstaat er ter plaatse van de v-naad geen geluidslek?



In feite is dit niet anders dan bij elke andere vloer met een v-naad. In de praktijk wordt dit afgedicht met bijv. een geschikte kit. Er is dan geen geluidslek.

13. Wordt de mogelijkheid van koelen met de Infra+ vloer al veel toegepast in projecten en wat zijn de ervaringen met betonkernactivering? (project namen)

Een compleet beeld zou je bij PFL moeten vragen. Ik weet dat het is toegepast bij Raab Karcher in Nijmegen. De medewerkers zijn lovend.

14. Hoe groot is de afzet markt van de Infra+? En is er een stijgende lijn in het aantal m²?

Er is een duidelijk stijgende lijn, Voor marktgegevens moet je ook bij PFL zijn.

15. Zijn er in de loop der tijd veranderingen doorgevoerd in de Infra+ vloer en zijn er varianten van de Infra+ vloer in ontwikkeling?

Het gatenpatroon in de I-balken is aan veranderingen onderhevig geweest. Als de staalprijzen zouden stijgen zou een verandering van materiaal tot de mogelijkheden behoren. Op dit moment is dat nog geen afweging. Wel zijn er ontwikkelingen in ander bouwdeelen bij andere leveranciers die op slimbouwen afgestemd willen zijn. De markt groeit immers en men vindt het interessant. O.a. op installatiegebied is er prefab en zijn er inmiddels stekerverbindingen.

16. Een discussiepunt omtrent de flexibiliteit is dat veel mensen van mening zijn dat de flexibiliteit die men nu nastreeft niet in de toekomst benodigd zal zijn. "Gebouwen zullen gesloopt blijven worden en men zal nog een tijd op de traditionele manier blijven doorbouwen." Hoe denkt u dat de markt met dit vraagstuk om zal gaan?

Je kunt niet blijven slopen. Als percentage van de bestaande bouwvoorraad bouwen we in Nederland jaarlijks ca. 1%.

Als we na 35 jaar slopen droogt de voorraad op. Terwijl er behoefte is aan uitbreiding.

Als de markt het zelf niet regelt zal de overheid ingrijpen. Momenteel zijn al zaken als een verwijderingsbijdrage in discussie. Bedenk ook dat slopen nu al ca. 25% van nieuwbouw kost en dat dit percentage verder toeneemt. Het wordt dus op een gegeven moment onhaalbaar om te slopen.

17. Zijn er vanuit de Universiteit Eindhoven nog meer studies naar de Infra+ vloer gedaan? Vragen of dhr. Lichtenberg zelf nog studies/info beschikbaar heeft.

De Infra+ vloer is inmiddels door en door onderzocht. Dat is gebeurd i.o.v. PFL. Gegevens zijn daar beschikbaar m.b.t. o.a. geluid, installatiegeluid, brandproeven, mechanische testen, etc.

15.6 Bezoek BAM Utiliteitsbouw bv, Delft

Woensdag 13 april om 11.00 uur afspraak met de projectleider van BAM Utiliteitsbouw bv, regio Rotterdam, op het werk met Ir. P.G.A. Weggeman.

1. Info brandweergarage Delft

Het project bestaat uit een kantoorgebouw van 8 bouwlagen van ca. 25 m1 breed en 80 m1 lang met een 2-laagse remise voor de brandweer van ca. 30 m1 breed en 40 m1 lang. De begane grond en de 1^e verdieping zullen door de Brandweer Delft in gebruik worden genomen. De kantoorverdiepingen, startend vanaf de 3^e verdieping en hoger zullen worden verhuurd. De 2^e verdiepingsvloer vormt een parkeerdek wat door middel van een oprit ter plaatse van een te maken voorzieningengebouw bereikt kan worden.

Het gebouw is opgebouwd uit een betonstaalskelet van prefab dragende sandwichelementen, stalen kolommen en liggers, kanaalplaatvloeren en Infra+ vloeren.

2. Hoe is de communicatie verlopen tussen de installateur en de andere partijen in het voortraject en hoe heeft Prefab Limburg hierin een rol gespeelt?

PFL is een adviseur in het bouwproces.

W-installatie wordt verzorgd door Installatiebedrijf Andriessen

*Ventilatie: Aanvoer via bovenzijde vloer
Afvoer via plafond*

Verlichting: Armaturen worden aan de onderzijde bevestigd.

Voortraject is erg belangrijk bij toepassing van de Infra+ vloer.

3. Hoe wordt de Infra+ vloer in het werk opgenomen en zijn er ingrijpende veranderingen in de installaties of vloer doorgevoerd om de installaties toe te kunnen passen in de Infra+ vloer?

De volledige installatie is helemaal uitgetekend zodat de sparingen in de IPE profielen van tevoren bekend zijn en aangebracht kunnen worden.

Aandachtspunt: leidingen lopen via de twee betonkernen, echter moet worden nagedacht over de overgang van de betonkern naar de etages.

Elektra: gebruik gemaakt van dipswitches zodat bepaalde groepen wel of niet aangesloten kunnen worden op een schakelaar.

4. Hoe verschilt het toepassen van de Infra+ vloer in vergelijking met andere vloeren qua bouwtijd en planning?

Droge bewerking: lassen op de bouwplaats

Liggers liggen h.o.h. 1200 mm en tpv. zwaardere belastingen 600 mm h.o.h.

Voor de topvloer is gekozen voor een cement gebonden vezelplaat

Tijdens de bouw worden er al stroken dicht gelegd zodat er tijdens de bouw over deze platen heengelopen kan worden: veiligheid en bouwsnelheid

Hoe heeft u de samenwerking met Prefab Limburg ervaren?

Wat vindt u ervan dat 1 partij dit type vloer ontwikkelt en op de markt brengt?

De vloer is nog in ontwikkeling; zo bleek dat de bestekstekeningen alweer verouderd waren en er nieuwe ontwikkelingen betreffende de vloer hadden plaatsgevonden. PFL is in het ontwerp betrokken

5. Welke voorzieningen zijn getroffen betreffende de brandveiligheid van de staalconstructie en de Infra+ vloer?

Twee mogelijkheden betreffende brandveiligheid: afsmeren en kitten. Bij de brandweer garage is gekozen voor afsmeren van de naad aan de bovenzijde met epoxy mortel.

Staal wordt afgetimmerd met brandwerende beplating.

Kantoor gedeelte wordt opgeleverd zonder binnenwanden

6. Kun u ter indicatie aangeven wat de montage snelheid van de Infra+ vloer is en hoeveel personeel daarvoor ingezet zal worden?

1000 m² in 2 dagen.

3 lassers voor 3 dagen

Voor de bouwvakantie komen de Infra+ vloeren in het werk.

Staalconstructie komt van Oostingh Staalbouw

7. Denkt u dat het laswerk wat op de bouwplaats zal plaatsvinden een nadeel is; bijvoorbeeld dat er weer handelingen op de bouwplaats worden uitgevoerd en ivm. de brandveiligheid?

Het lassen op de bouwplaats is inderdaad een nadeel, er moet gezocht worden naar een mogelijkheid waarbij er minder lasbewerkingen op de bouwplaats zullen plaatsvinden.

3 platen om 2 vloerdelen met elkaar te koppelen en laswerkzaamheden bij koppeling aan betonkern en gevelelementen.

Brandveiligheid is geen nadeel tenzij bij renovatie de vloer wordt toegepast.

8. Hoe worden de leidingen die haaks op de liggers staan door de openingen in de liggers gevoerd? En is dit een grote belemmering? Bv. rioleringsbuizen en ventilatie. En wat is de maximale doorsnede van de leidingen?

Op de bouwplaats de leidingen door middel van korte segmenten toepassen. En er wordt waarschijnlijk bij het oppikken van de elementen vanaf de vrachtauto getracht om daar al buizen te monteren zodat die "prefab" in het werk geplaatst kunnen worden.

Topvloer van cementgebonden vezelplaten, 28 mm dik. Op de IPE profielen liggen omega profielen waarop de cementgebonden vezelplaten liggen. Fabrikant: Alteco

Om onder de vloer te komen worden er platen van 600 x 600 mm opgenomen die geopend kunnen worden.

9. Wat zijn de kosten vloer van de vloer?

Kostprijs vloer circa € 81,- per m². Extra kosten voor onder andere de ingestorte voorzieningen bedraagt 2x zoveel als voor een breedplaatvloer.

Projectkosten: € 13.000.000,-

10. Wat zijn de aandachtspunten waar extra op moet worden gelet bij de toepassing van de Infra+ vloer?

Installateur zowel in voortraject als tijdens de bouw de ruimte geven om zijn werkzaamheden te laten uitvoeren.

Voortraject:

In het voortraject is het belangrijk dat Prefab Limburg optreedt als adviseur omdat veel aannemers nog weinig ervaring hebben met de Infra+ vloer. De locatie en de grote van de sparingen in de stalen profielen zijn erg belangrijk voor de constructieve eigenschappen van de Infra+ vloer. De installateur zal het gehele systeem uit moeten tekenen met de locatie en grote van de sparingen zodat PFL in dit traject nog veranderen kan doorvoeren.

Uitvoering:

Ervoor zorgen dat de installateur de tijd en ruimte heeft om zijn installaties te plaatsen en ervoor zorgen dat deze achteraf niet meer beschadigd worden.

Laswerkzaamheden nemen een groot deel van de tijd in op het werk en het zou beter zijn als deze werkzaamheden verminderd worden.

15.7 Bezoek Van Agtmaal, Oudenbosch

Vrijdag 15 april om 11.00 uur afspraak met Raymond van Berkel

1. Info projecten

Van Agtmaal heeft de Infra+ vloer twee maal toegepast in projecten.

2. Hoe is de communicatie verlopen tussen de installateur en de andere partijen in het voortraject en hoe heeft Prefab Limburg hierin een rol gespeelt?

Van Agtmaal is betrokken geweest bij de ontwikkeling van de Infra+ vloer maar vanwege financiële redeneren is Van Agtmaal niet meer betrokken bij de vloer.

Prefab Limburg is na de bouw van de A+ woningen ontstaan.

3. Hoe wordt de Infra+ vloer in het werk opgenomen en zijn er ingrijpende veranderingen in de installaties of vloer doorgevoerd om de installaties toe te kunnen passen in de Infra+ vloer?

Van Agtmaal heeft de A+ woningen in eigen beheer ontworpen en ook zelf alle tekeningen uitgewerkt. Hierdoor was het mogelijk om de installaties en de Infra+ vloer goed op elkaar in te laten spelen.

4. Hoe verschilt het toepassen van de Infra+ vloer in vergelijking met andere vloeren qua bouwtijd en planning?

De Infra+ vloer is moeilijk te vergelijken met andere type vloeren. Voor Van Agtmaal was het helemaal een uitdaging omdat ze niet konden putten uit eerdere opgedane kennis omdat zij de eersten waren.

Per blok was men 8 dagen bezig voor de ruwbouw.

5. Hoe heeft u de samenwerking met Prefab Limburg ervaren?
Wat vindt u ervan dat 1 partij dit type vloer ontwikkelt en op de markt brengt?

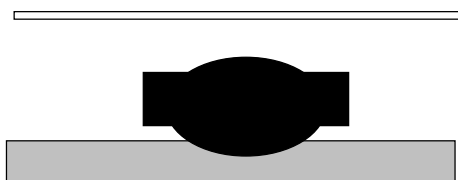
Prefab Limburg bestond nog niet in de tijd dat Van Agtmaal de vloer ontwikkelde. Samenwerking met Ger van der Zanden wordt als positief ervaren.

6. Welke voorzieningen zijn getroffen omtrent de brandveiligheid van de staalconstructie en de Infra+ vloer?

Tussen de vloerdelen wordt brandwerende kit aangebracht. SABA Prevenseal BW.

Een aandachtspunt is dat het beton droog moet zijn om de brandwerende kit aan te brengen.

Bij detaillering van de gaten is ervoor gekozen om de onderzijde van de openingen in het beton te laten lopen, zo voorkom je scherpe randen waardoor leidingen kunnen beschadigen. Hoogte 80 mm.



Schematische weergave sparingen in IPE profiel.

7. Kun u ter indicatie aangeven wat de montage snelheid van de Infra+ vloer is en hoeveel personeel daarvoor ingezet zal worden?

8 dagen per blok, ruwbouw.

8. Denkt u dat het laswerk op de bouwplaats plaats vindt een nadeel is; bijvoorbeeld dat er weer handelingen op de bouwplaats worden uitgevoerd en ivm. de brandveiligheid?

Lassen wordt niet ervaren als een nadeel op de bouw, 3 platen voor vloerdelen te koppelen.

9. Hoe worden de leidingen die haaks op de liggers staan door de openingen in de liggers gevoerd? En is dit een grote belemmering? Bv. rioleringsbuizen en ventilatie. En wat is de maximale doorsnede van de leidingen?

*Leidingen van via de zijkant in de vloeren geschoven: op begane grond.
Platen worden direct vanaf de vrachtauto gelost.*

10. Wat zijn de kosten vloer van de vloer?

Vloer is bij Van Agtmaal ontwikkeld en heeft hoge ontwikkelingskosten met zich meegebracht, niet berekend wat de kosten per m² zijn.

11. Wat zijn de aandachtspunten waar extra op moet worden gelet bij de toepassing van de Infra+ vloer? En wat zou u achteraf anders hebben gedaan?

Bij de naad tussen de vloerdelen is een extra groef aan de bovenzijde aangebracht om daar de kit in te spuiten.

De topvloer is kostbaar.

12. Wat is uw toekomstvisie omtrent de toepassing van de Infra+ vloer?

Voor woningbouw toepassing is de vloer te duur, kopers zullen hun woning niet in zulke grote mate aanpassen/verbouwen dat de vloer tot zijn recht komt.

Extra punten:

PE leidingen voor riolering. Ø 110 mm.

- Geluid getest door TNO Eindhoven
- Eis vanuit Van Agtmaal: + 5 dB(A)
- Geen problemen met eventueel roest van IPE profielen afgezet op onderzijde betonschil; is niet voorgekomen.
- Vilt onder cement gebonden vezelplaten

Betonkernactivering

De regeltechniek bij betonkernactivering is heel erg belangrijk.

Thermostaat wordt in een woning begrensd: temperatuur instelbaar van 18° C tot 23° C, dit wordt gedaan om piekbelastingen te voorkomen.

Voorbeeld van een woning: buiten temperatuur 's zomers 33° C, terwijl binnentemperatuur 19° C bedroeg.

15.8 Bezoek Oostingh Staalbouw, Katwijk

Donderdag 28 april om 10.00 uur afspraak met dhr. Van der Plas, Oostingh Staalbouw, Katwijk aan Zee

1. Welke rol heeft Oostingh gehad in het ontwerp? En hoe is men op de toepassing van de Infra+ vloer gekomen? Afwegingen etc.

Oostingh Staalbouw wilde een droge bouwmethode, bij toeval kwamen ze achter het bestaan van de Infra+ vloer en ze hebben voor de Infra+ vloer gekozen vanwege het lage gewicht en de mogelijkheid van schijfwerking

2. Hoe is men omgegaan met het nieuwe product, de Infra+ vloer, in de uitwerking van de constructie van La Fenêtre? Is de uitwerking van de vloer uiteindelijk anders dan men in het voortraject ontwikkeld heeft? (Uitvoering, detaillering?)

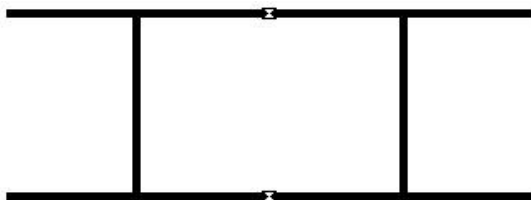
Geluid: ontkoppelde constructie

Eerst wilde men de stalen verbindingen bouten, maar vanwege de droge methode van koppelen van de vloerdelen is men hier ook gaan lassen.

In de vloer zijn voor de schijfwerking later extra schoren opgenomen tussen de IPE profielen, dit was van te voren niet voorzien.

3. Hoe werd de constructie in samenhang met de Infra+ vloer berekend? Wat zijn de constructieve voor- en nadelen van de Infra+ vloer?

De Infra+ vloer heeft men in het begin overschat. De constructieve uitwerking van vloer, met name de schijfwerking, is niet eenvoudig geweest. Mede doordat La Fenêtre een hoog en smal gebouw is bleek dat het niet een kwestie was van simpel de vloer neerleggen en verbinden met de hoofd draagconstructie.



Kolom ontwikkeld door Oostingh Staalbouw, combinatie van 2 HE profielen vanwege geluidsafdracht. Trilling van de Infra+ vloer wordt via de liggers naar de kolommen afgevoerd.

Ter plaatse van koppelschijven zijn er stalen plaatjes aan het lijf van de IPE's gelast om de krachtoverdracht naar de profielen te realiseren.

4. H.o.h. IPE's La Fenêtre 600 mm, wat zijn de consequenties bij toepassing 1200 mm? Hoe liggen de staalprofielen op de hoofddraagconstructie en waarom op deze wijze.

De maximale hoogte van de vloer was gegeven, om aan deze hoogte te komen is berekend dat de IPE profielen h.o.h. 600 mm van elkaar liggen.

Staalprofielen liggen koud op de hoofddraagconstructie en verbonden met een las.

5. Zijn er ingrijpende veranderingen in de installaties of vloer doorgevoerd om de installaties toe te kunnen passen in de Infra+ vloer?

Tekeningen van de installateur en Oostingh zijn over elkaar heen gelegd en onderling zijn ze op elkaar aangepast. Maar geen grote veranderingen doorgevoerd.

Eerst halve meter van de profielen zijn geen sparingen opgenomen vanwege constructieve eisen.

6. Hoe verschilt het toepassen van de Infra+ vloer in vergelijking met andere vloeren qua bouwtijd en planning? Bv. de staalplaat betonvloer.

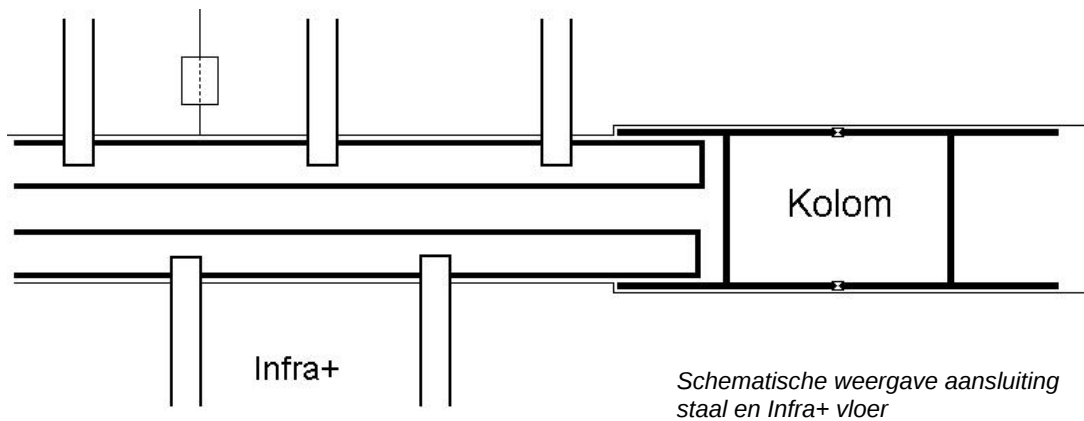
Hoofddraagconstructie is voorgebouwd op de bouwplaats en de 2 etage hoge elementen zijn in het werk gehesen vanaf het viaduct.

Vloeren leggen: 2,5 dag per etage van 750 m²

7. Welke voorzieningen zijn getroffen betreffende de brandveiligheid en de geluidsisolatie van de staalconstructie en de Infra+ vloer?

Brandveiligheid: brandwerende kit aangebracht tussen vloerelementen.

Geluid: Vloerconstructie loopt niet door van woning naar woning, maar is losgekoppeld.



Leg volgorde van de vloeren is geen probleem, elementen tegen elkaar plaatsen.

8. Kun u ter indicatie aangeven wat de montage snelheid van de Infra+ vloer is en hoeveel personeel daarvoor ingezet zal worden?

15 man op de bouwplaats waarvan 8 lassers.

Bouwlaag
Laag 1
Laag 2

maximale interval waar lassers aan het werk zijn om de vloerelementen aan elkaar te lassen.

9. Het laswerk wat op de bouwplaats plaats vindt is dat een nadeel? (Manuren en veiligheid)

Het laswerk is niet echt een nadeel maar wel een tijdrovende bezigheid. Omdat men de vloerdelen toch al op de bouwplaats met elkaar moest verbinden dmv. Lassen is ervoor gekozen om ook andere constructie elementen met elkaar te verbinden dmv. Lassen.

Gestapelde kolommen zijn ook met elkaar verbonden door een las.

10. Hoe wordt het risico op toegverschillen opgevangen? En is het nadelig dat er een bepaalde leg volgorde van de vloerdelen aangehouden moet worden?

Je hebt altijd te maken met toegverschillen en daarvoor zijn toleranties aangegeven, de toegverschillen die zijn opgetreden vallen binnen deze toleranties.

11. Wat zijn de aandachtspunten waar extra op moet worden gelet bij de toepassing van de Infra+ vloer?

De schijfwerking van de vloer vergt heel wat rekenwerk en heeft veel aandacht nodig.

12. Kosten indicatie

Oostingh Staalbouw heeft zelf de staalprofielen voor de Infra+ vloer geleverd, de vloeren bij La Fenêtre bevatten ongeveer 1000 ton staal.

De vloer kost exclusief staal en montage € 35,- per m².

Kosten Infra+ vloer inclusief montage en staal: € 120 á 130 euro per m²

13. Wat zou u bij een volgende opdracht met een Infra+ vloer anders gedaan hebben en wat is uw mening over de vloer?

Bij toepassing van de Infra+ vloer niet meer de vloer als constructief element opnemen maar alleen als vloer zien. Tenzij het een gebouw is met een simpele opzet en geen vreemde vormen, dan zal de schijfwerking en de berekening ervan veel gemakkelijker toe te passen zijn.

Infra+ vloer is vloer met veel potentieel gezien de integratie van de installaties en het lagere gewicht. De flexibiliteit en aanpasbaarheid kan een zeer groot voordeel zijn in de toekomst en zou bij opdrachtgevers een grote rol moeten spelen in de exploitatie visie van een gebouw.

Het idee om een verwijderingsbijdrage van een gebouw te verplichten zou geen gek idee zijn vanwege milieu aspecten, dit kan een voordeel zijn voor de Infra+ vloer omdat staal volledig gerecycled kan worden.

15.9 Bezoek Nieuwenburg Adviseurs, Rijswijk

Dinsdag 3 mei om 13.00 uur afspraak met dhr. Nieuwenburg te Rijswijk.

Dhr. Nieuwenburg was helaas wat vertraagd, in de tussentijd heb ik met twee collega's van hem gepraat die verstand hadden van de E- en W-installaties.

1. Info brandweergarage Delft, hoe betrokken geraakt. Alleen bouwfysisch adviseur of ook andere vlakken adviseur? (kosten, management?)

De brandweergarage met kantoren was eerst in handen van een projectontwikkelaar, echter deze kon geen huurder vinden voor de kantoren en heeft de brandweergarage weer terug aan de gemeente gegeven. De gemeente zal de kantoren zelf verhuren aan gemeentelijke instanties.

Vanuit de gemeente is men bij Nieuwenburg Adviseurs terecht gekomen. Nieuwenburg heeft al eerder met de Infra+ vloer gewerkt bij het werk Opus.

2. Hoe is de communicatie verlopen tussen de installateur en de andere partijen in het voortraject en hoe heeft Prefab Limburg hierin een rol gespeelt?

Welke stappen zijn gevolgd om de installaties zo efficiënt mogelijk toe te passen in de vloer en in welke volgorde lopen deze stappen?

Voorlopig ontwerp > installateur > constructeur (hoofdconstructie en Infra+ vloer) > wisselwerking installateur en constructeur.

3. Zijn er ingrijpende veranderingen in de installaties of vloer doorgevoerd om de installaties toe te kunnen passen in de Infra+ vloer?

Geen ingrijpende veranderingen, echter wel problemen bij de overgang van Infra+ vloer en hoofddraagconstructie; de leidingen die in de vloer lopen moeten ook door de stalen draagconstructie worden gevoerd om in de leidingschacht uit te komen. Deze doorvoer van leidingen heeft consequenties voor de draagkracht van de constructie en zorgt voor de nodige aandacht van oa. de constructeur.

4. Hoe worden de leidingen die haaks op de liggers staan door de openingen in de liggers gevoerd? Bv. rioleringsbuizen en ventilatie. En wat is de maximale doorsnede van de leidingen?

Het idee is om de leidingen op de vrachtauto in te brengen en deze elementen met leidingen in het werk te plaatsen om ze daar te koppelen. Een andere oplossing is om de leidingen via de gevelzijde naar binnen te schuiven.

Maximale doorsnede leidingen toegepast in brandweergarage is $\varnothing 180$ mm.

5. Hoe is met de installaties omgegaan betreffende de eisen van geluid en brandwerendheid? Extra voorzieningen ivm. de cement gebonden vezelplaat?

Bij de ventilatie voorzieningen zijn brandkleppen toegepast, deze hebben een brandwerendheid van 60 minuten. De ventilatie bedraagt 50 m³ per persoon.

Gekoelde lucht wordt via de topvloer omhoog geblazen en de lucht wordt weer via het plafond afgezogen, aan het plafond ontstaat een onderdruk zodat de gekoelde lucht efficiënt afgezogen kan worden. Deze manier van ventileren is bijzonder omdat gekoelde lucht normaal zakt en warme lucht stijgt. De consequentie is dat er bij de tweede verdiepingsvloer zowel leidingen voor aanvoer als afvoer van ventilatie liggen.

Vanuit de adviseur is er niet specifiek gekeken naar de geluidsproblematiek van een ruimte met een betonnen schil als plafond.

Bij toepassing van de cementgebonden vezelplaat heeft men in het ontwerp ervoor gekozen om een uitneembare strook toe te passen, in feite kan men spreken over een computervloer.

Wat zijn de aandachtspunten waar extra op moet worden gelet bij de toepassing van de Infra+ vloer?

Doorvoer leidingen vanuit de vloer zullen ook door de hoofdconstructie heengevoerd moeten worden.

De leidingen van bijvoorbeeld riolering liggen op afschot; de gaten die in de IPE liggers worden opgenomen hebben allemaal dezelfde grote en liggen op het hele vloerveld op dezelfde positie. Het afschot van de leidingen ligt dus in de leidingen en niet in de doorvoeren in de IPE profielen, daarom moeten de sparings groter zijn dan de leidingen die er doorheen lopen.

Tijdens het ontwerp van de installaties moet er gestreefd worden naar een systematische doorvoer van de leidingen in alle IPE profielen; deze vaste sparing positie zorgt voor een eenduidige productie voor de leverancier van het staal. Geldbesparing

Nieuwenburg Adviseurs heeft een sparing bedacht waarbij zowel ventilatieleidingen als elektra doorheen gevoerd worden.

6. Wat is uw persoonlijke mening over de Infra+ vloer en welke zaken zou u anders willen?

De voorbereidingstijd van de installateur had nog langer moeten zijn dan nu is toegepast.

De toepassing van dit ventilatiesysteem heeft ervoor gezorgd dat er brandkleppen toegepast moesten worden in verband met de brandveiligheid. De motoren zijn na het plaatsen moeilijk bereikbaar en hebben een maximale levensduur. De werking van de motoren moet gecontroleerd worden en daarom is er een systeem van sensoren aangelegd om de werking van de motoren te controleren, wat uiteraard de nodige kosten met zich mee brengt.

Het is aan te raden om de leverancier van het staal mee te laten denken naar oplossingen en gebruik te maken van zijn know how; de staalboer zal anders tegen zaken aankijken en hierdoor kunnen problemen worden voorkomen.

De constructeur speelt een heel belangrijke rol in de uitwerking van de Infra+ vloer, daarom is er een goede communicatie nodig tussen de hoofdconstructeur en de constructeur van de Infra+ vloer. Het meest ideaal is als de constructeur zowel de draagconstructie als de Infra+ vloer berekent.

Bij de vraag waarom men niet gekozen heeft voor betonkernactivering bleek dat men vond dat de Infra+ vloer te weinig massa had om als buffer te dienen bij de betonkernactivering. Nu wordt de aangevoerde lucht door een installatie gekoeld.

Er zijn twee toepassingen bij toepassing van betonkernactivering: watervoerende leidingen en kanalen waardoor lucht loopt.

15.10 Bezoek WTH, Dordrecht

Woensdag 18 mei WTH Dordrecht, 10.00, afspraak met dhr. Kreiter.

1. Hoe is WTH betrokken bij de ontwikkeling van betonkernactivering? Toepassingsgebied?

WTH is oorspronkelijk leverancier van vloerverwarming, vanuit de markt vraag naar de toepassing van betonkernactivering. In feite dus een uitbreiding van de vloerverwarming namelijk het koelen van een gebouw door middel van gekoeld water.

Bij het toepassingsgebied van betonkernactivering moet men denken aan utiliteitsgebouwen; scholen, kantoren etc.

De hoeveelheid werken met toepassing van betonkernactivering is stijgende. Verwachting is dat bij de aangescherpte eisen van de EPC meer gebruik gemaakt zal gaan worden van dit systeem.

Voordeel van betonkernactivering is dat het totale vloerpakket afneemt omdat de ventilatie leidingen tpv. koeling komen te vervallen.

2. Welke methoden worden het meest gebruikt om gekoeld of verwarmd water door de leidingen te laten lopen? Bronnen etc? Wat vindt u van het systeem van Navos, betonkernactivering met lucht?

Gekoeld water kan afkomstig zijn vanuit bronnen of koelmachines. Warm water komt ook van bronnen die met behulp van een warmtepomp wordt voorzien van een hogere temperatuur.

Als vloeistof wordt gewoon kraanwater gebruikt zonder toevoegingen, bij leidingen die buiten lopen wordt glycol toegevoegd om ervoor te zorgen dat het water niet bevriest.

De toepassing van betonkernactivering met het werken met bronnen kan alleen plaatsvinden als er een watervoerende laag aanwezig is; de warmte afgifte en opname geschiedt namelijk via het grondwater.

3. Aan welke eisen moet de vloer voldoen? Bij toepassing van bijvoorbeeld de Infra+ vloer is de massa wel voldoende?

In principe kan betonkernactivering in alle vloeren worden toegepast, zo ook in kanaalplaatvloeren. De leidingen worden in de betonlaag onder de open kanalen opgenomen.

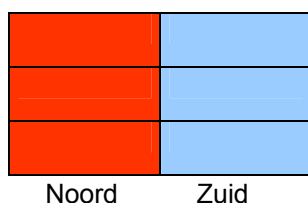
4. Hoe wordt omgegaan met akoestiek?

Bij WTH heeft men een verlaagd plafond onder de betonvloer en vloerbedekking op de vloeren in hun gebouw te Dordrecht.

Akoestiek is een aandachtspunt bij ruimte zonder verlaagd plafond, toepassing van akoestisch spuitwerk is een mogelijkheid.

5. Men spreekt van een gebouwklimaat en niet van een ruimteklimaat. Is het dan wel mogelijk om een gebouw in te delen in verschillende segmenten?

Het is mogelijk om een gebouw in te delen in diverse zones. Echter moeten deze zones boven elkaar liggen en niet per etage verschillend zijn omdat betonkernactivering zowel naar boven als beneden zal uitstralen. Een voorbeeld is om een gebouw in te delen in een noord en zuid zone ivm. bezonning.



Aan noord zijde een hogere temperatuur van water dan aan de zuid zijde

6. Bij plaatsen van de leidingen tijdens ruwbouw is het mogelijk om warm water tijdens het storten door de leidingen te laten lopen? In verband met het uitharden van het beton.

Dit is niet aan te raden in verband met de kans op scheurvorming. Het is zelfs zo dat er wordt geadviseerd om per cm betonlaag een week te wachten met het activeren van het betonkernactivering systeem.

7. Welke mogelijkheden zijn er om toch een individuele regeling van de ruimte te hebben?

De individuele regeling van het klimaatsysteem is niet aan te raden omdat, zoals eerder gesteld is, het om een gebouwklimaat gaat en niet om een ruimteklimaat. De lagere temperatuur in een ruimte heeft invloed op de erboven liggende ruimte.

8. Hoe vindt ventilatie plaats? Door het inblazen van de ventilatie vanuit de vloer inblazen, consequenties?

Het is aan te bevelen om de ventilatie niet vanuit de vloer in te blazen vanwege onder andere koude voeten. Een oplossing kan zijn om vanuit de gang in de ruimtes in te blazen, de ventilatie leidingen komen boven een verlaagd plafond te hangen. Ter plaatse van de gang zullen geen watervoerende leidingen liggen voor de betonkernactivering.

9. Hoe verlopen de stappen tijdens de uitvoering?

Vanuit WTH wordt er gerekend hoeveel vierkante meters betonkernactivering zal worden toegepast en met welke temperaturen er gewerkt wordt.

*Twee methodes van leidingen aanbrengen op de bouwplaats; prefab leidingpakket op een frame
Leidingen in het werk plaatsen
Anders leidingen in prefab elementen aanbrengen.*

Leidingen worden aangesloten op een geïsoleerde ringleiding die niet wordt ingestort maar onder de vloer komt te hangen.

10. Hoe is het gesteld met de garantie en hoe lang geldt deze?

*50 jaar garantie op de leidingen, deze leidingen hebben een langere levensduur dan 50 jaar.
10 jaar garantie op koppelingen.*

11. Hoe rendabel is de toepassing van betonkernactivering? Kosten besparing? Terugverdientijd?

In het WTH boekje is een berekening opgenomen, de kosten zijn circa 30% lager dan traditionele systemen. Tevens zijn er subsidies aanwezig voor betonkernactivering. Het gebruik van het lage temperatuur systeem is ook goedkoper dan de huidige methode van verwarmen met radiatoren en koelen met airconditioning.

12. Wat zijn de aandachtspunten waar extra op moet worden gelet bij de toepassing van betonkernactivering?

Het is niet altijd mogelijk om betonkernactivering met behulp van de bodem toe te passen in Nederland omdat niet overal de bodem beschikt over een watervoerende laag op geringe diepte.

Akoestiek zal een aandachtspunt zijn bij de toepassing van een betonnen plafond.

Per groep kan er circa 18 m² worden aangesloten.

15.11 Bezoek Heerkens van Bavel Bouw, Tilburg

Woensdag 1 juni om 11.00 uur afspraak met dhr. Reijinga bij Heerkens van Bavel Bouw te Tilburg

1. Info project Purac. Hoe gekomen bij Infra+ vloer en welke afwegingen zijn genomen, andere vloersystemen afgewogen bijvoorbeeld?

Keuze vanuit de architect, Grosfeld architecten, ivm. de maximale gebouwhoogte moest er naar een oplossing gezocht worden waarbij het vloerpakket niet al te hoog mocht zijn. Er zijn voor zover bekend bij Heerkens van Bavel Bouw geen alternatieven uitgewerkt.

Project Purac heeft een vloeroppervlak van 3500 m² en bestaat uit 3 verdiepingen. De Infra+ vloerelementen werden gekoppeld volgens de natte methode; betonnen inkassing. De gevelelementen werden aan de vloerelementen gelast. De draagstructuur van het project bestond uit prefab betonnen gevelelementen in het midden van het vloerveld ondersteund door stalen kolommen.

De hart op hart maat van de stalen profielen in de vloer lag op 1200 mm, bij het overstek was de h.o.h. maat kleiner. De toegepaste stalen profielen zijn IPE 270.

De topvloer bestaat uit cementgebonden vezelplaat die geschroefd zijn op een omegaprofiel, dit profiel ligt los op rubbergranulaat. Bij het toepassen van een cementgebonden vezelplaat moet rekening gehouden worden met kunnen werken van de platen.

2. Hoe is de communicatie tussen de installateur en constructeur en de andere partijen in het voortraject verlopen? Welke rol speelt Prefab Limburg hierin?

De communicatie omtrent tussen de installateur en de constructeur is voornamelijk verlopen vanuit de kant van de installatie adviseur.

3. Hoe wordt de Infra+ vloer in het werk opgenomen en zijn er ingrijpende veranderingen in de installaties of vloer doorgevoerd om de installaties toe te kunnen passen in de Infra+ vloer?

Bij toepassing van betonkernactivering waarbij leidingen zich in de dunne betonschil bevinden kan er niet in de betonschil geboord worden ivm. het lek raken van deze leidingen.

4. Hoe verschilt het toepassen van de Infra+ vloer in vergelijking met andere vloeren qua bouwtijd en planning? Hoe verloopt de afbouw en hoe verlopen de intervallen?

Na het leggen van het vloerveld zal er een looproute over profielen aangebracht moeten worden. Vanuit de uitvoering klaagde personeel over last hebben van hun knieën, vanwege het stappen over de profielen. Door de toepassing van de dragende prefab wanden werd er per verdieping eerst de koppeling uitgevoerd voordat men verder ging met de volgende etage. In verband met de veiligheid werd er twee verdiepingen lager gewerkt, net zoals bij andere bouwsystemen.

5. Welke voorzieningen zijn getroffen omtrent de brandveiligheid van de staalconstructie en de Infra+ vloer?

Stalen kolommen zijn met beton gevuld, staal is brandwerend afgetimmerd en de naden tussen de vloerelementen zijn aan de bovenzijde afgekit met brandwerende kit.

6. Kun u ter indicatie aangeven wat de montage snelheid van de Infra+ vloer is en hoeveel personeel daarvoor ingezet zal worden?

Per week werd er door 4 man 1000 m² aan Infra+ vloerelementen gelegd, de laswerkzaamheden duurden per etage ook een week door 2 lassers en de kosten bedragen ongeveer zo'n € 75,- per m². Levertijd van de vloerelementen bedroeg 9 weken.

7. Denkt u dat het laswerk wat op de bouwplaats zal plaatsvinden een nadeel is; bijvoorbeeld dat er weer handelingen op de bouwplaats worden uitgevoerd en ivm. de brandveiligheid?

Het lassen van de gevelelementen aan de vloerconstructie op de bouwplaats is een nadeel vanwege de tijd die men hiervoor nodig heeft.

8. Welke uitvoeringsaspecten komen kijken bij toepassing van betonkernactivering?

De opwarmen en koelen van het water voor betonkernactivering wordt dmv. gas opgewarmd en door een koelmachine gekoeld. Het leidingverloop verloopt van vloerveld naar vloerveld en de leidingen zijn aangesloten op een manometer om eventuele lekkage te constateren.

9. Hoe gaat men om met de beperkte regelbaarheid van betonkernactivering en hoe ziet het ventilatie systeem er uit?

Het beheersen van het klimaat in project Purac is in het begin niet volgens wens verlopen, nu verloopt het redelijk. De ventilatie geschiedt vanuit de vloer naar boven.

10. Wat zijn de aandachtspunten waar extra op moet worden gelet bij de toepassing van de Infra+ vloer en betonkernactivering?

Tijdens de uitvoering volgt de installateur voor de andere werkzaamheden, wat het risico met zich meebrengt dat de werkzaamheden stil komen te liggen.

Dhr. Reijnga ziet het toepassingsgebied voornamelijk in de woningbouw vanwege het flexibele karakter van de vloer. Zo kunnen woningen worden voorzien van een andere indeling waarbij de rioleringsleidingen van locatie kunnen veranderen.

De flexibiliteit kan worden verbeterd door de dataleidingen bijvoorbeeld op de IPE profielen te liggen in een kabelgoot. Bij toepassing van een cementgebonden vezelplaat die ligt op omegaprofielen kan men de kabelgoten in de hoogte van rubber + omegaprofiel situeren. Bij een zwaluwstaart met afwerkvloer kunnen de kabelgoten tussen de zwaluwstaartplaten gelegd worden.

16 Bronnen



16.1 Documentatie en rapporten

Boeken

Lichtenberg, Ir. Jos J.N. *Ontwikkelen van Projectongebonden Bouwproducten*. Maastricht, Datawyse Boekproducties, 2002, p. 116-131, 219-238.

Bedrijf

Arnomij

Noordwijkerhout

Bouwen met staal

Zoetermeer

Cobouw

Haitsma beton

Soest

K+ adviesgroep

Beek

Mavotrans

Zoetermeer

Nederlandse Vereniging van Bouwkostendeskundigen

Leidschendam

Navos

Delft

Prefab Limburg

Kelpen-Oler

Reppel BV Bouwspecialiteiten

Dordrecht

Stichting Experimentele Volkshuisvesting

Rotterdam

Stichting toekomstbeeld der Techniek

TNO

Vitruvius Consultancy

Oss

Wavin Nederland BV

Hardenberg

Documentatie

Documentatie flexibele leidingsystemen
Hep2O

Kansen voor lichte verdiepingsvloeren
Rotterdam, oktober 2004

Leidingen in de vloer op hun plek
Jean Quist, 6 november 2002

Documentatie Frame vloer

Technische en economische haalbaarheid
Projectnr: M1 022.401 K+

Documentatie akoestische ontkoppeling

Integratie installaties met besparingen voor
de opdrachtgever en het milieu
NVBK nummer april/mei 1998, David Meijer

Betonkernactivering met lucht

- *Infra+ vloersysteem*
- *Diverse documentatie*
- *Infra+ verwerkingsvoorschriften*
- *Infra+ Nieuwsbrief 2,3, 5*
- *De Infra+ vloer en de constructeur*

Informatie zwaluwstaartvloer

Variëren met vloeren
Een onderzoek naar variatiemogelijkheden met
het huidige aanbod van vloersystemen
Rotterdam, juni 2002 (tweede oplage)

Bouwwijs nr 59
Lezing ir. Arnold de Vries Robbé

- Geluid rapport ref. 99-CBO-R045 MNH/DNA,
dd 11 november 1999
- Brand rapport nr 006.00743/01.01
November 2002

Rapport "De kosten vergelijken"
Berekening door David Meijer

Wavin AS
Geluidsarm afvoersysteem

16.2 Personen en bedrijven

Via onderstaande bedrijven heb ik via persoonlijk contact informatie ingewonnen door gesprekken en interviews.

Ballast Nedam Bouw Speciale Projecten
Te Utrecht

Jan Haring
Willem van Dijk
Gijs Kloek
Gerard Bolleurs
Ad Batenburg

BAM Utiliteitsbouw bv
Regio Rotterdam
Project brandweergarage, Delft

Ir. P.G.A. Weggeman

Haitsma beton
Soest

Waldo Dekker
Willy Arts

Heerkens van Bavel Bouw
Tilburg

Dhr. Reijnga

Heijmans IBC Bouw
Project La Fenêtre, Den Haag

Ad van den Bosch

LATEI Projectontwikkeling
Amersfoort
Project La Fenêtre, Den Haag

H. Nieuwendijk

Nieuwenburg Adviseurs bv
Rijswijk
Project brandweergarage, Delft

Dhr. Nieuwenburg

Oostingh Staalbouw bv
Katwijk aan Zee
Project La Fenêtre, Den Haag

Dhr. Van der Plas

Pekso
Oosterhout

Prefab Limburg

Ger van der Zanden
Xander Vos

Slimbouwen
Bouwbeurs Utrecht

Mini Symposium lezing bijgewoond
Sprekers: oa. Professor Lichtenberg

Vitruvius Consultancy
Oss

David Meijer

Van Agtmaal
Oudenbosch

Raymond van Berkel

Wolter & Dros Aquatherm
Project La Fenêtre, Den Haag

Dhr. Jansen

WTH
Dordrecht

Dhr. Kreiter

Universiteit Eindhoven
Faculteit Bouwkunde

Prof. dr. ir. Jos Lichtenberg

Bijlagen

- Artikelen
- Tekeningen
- Details
- Relevante informatie

Flexibele plattegronden met het Infra+ vloersysteem

Door gebruik te maken van een kolommenstructuur in combinatie met een flexibel vloersysteem is het mogelijk om indelingen van gebouwen aanpasbaar te maken.

Constructieve opzet

Naast de stabiliteit die doorgaans mede uit de massieve vloerconstructie wordt gehaald, zijn de bouwfysische knopen maatgevend om aan de regelgeving en speciaal aan het nieuwe Bouwbesluit te voldoen.

Door de (zwevende) topvloer en het plafond ter plaatse van de woningscheiding te dilateren, wordt een akoestische ontkoppeling bereikt.

De (stalen) draagconstructie is opgenomen in de woningscheidende constructie en voorzien van een betonschil of brandwerende bekleding.

Om schijfwerking van de vloer te realiseren wordt een vakwerk aangebracht in de vorm van relatief dunne stalen strippen, diagonaal over de IPE-profielen van de INFRA⁺ vloerelementen.

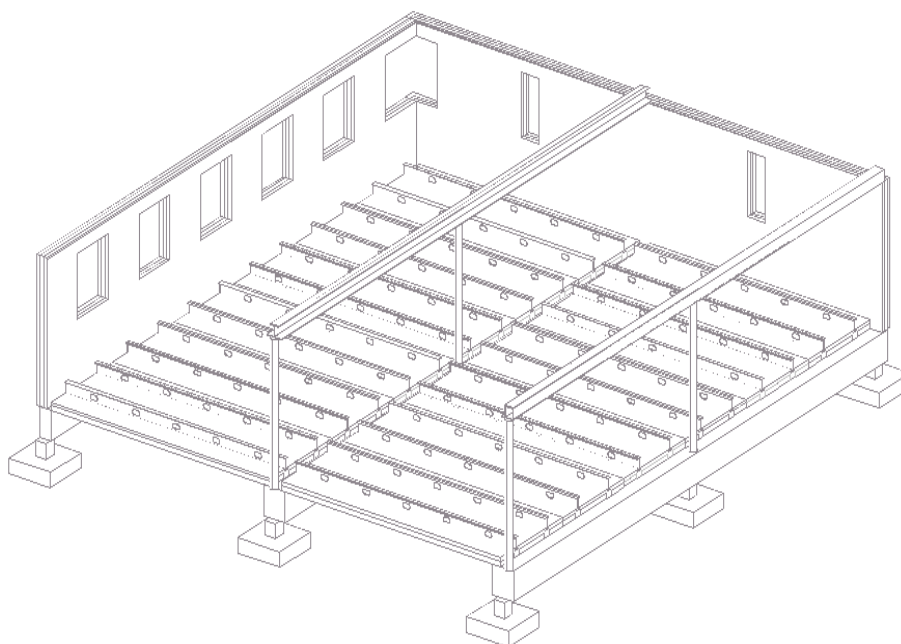
Door deze opzet blijft de maximale flexibiliteit van het gebouw bestaan, omdat de leidingen bereikbaar blijven.

Door de INFRA⁺ vloerelementen evenwijdig aan de stalen liggers los te houden bij de stramienmaten, kunnen hier ook in de toekomst woningscheidende constructies worden gerealiseerd.

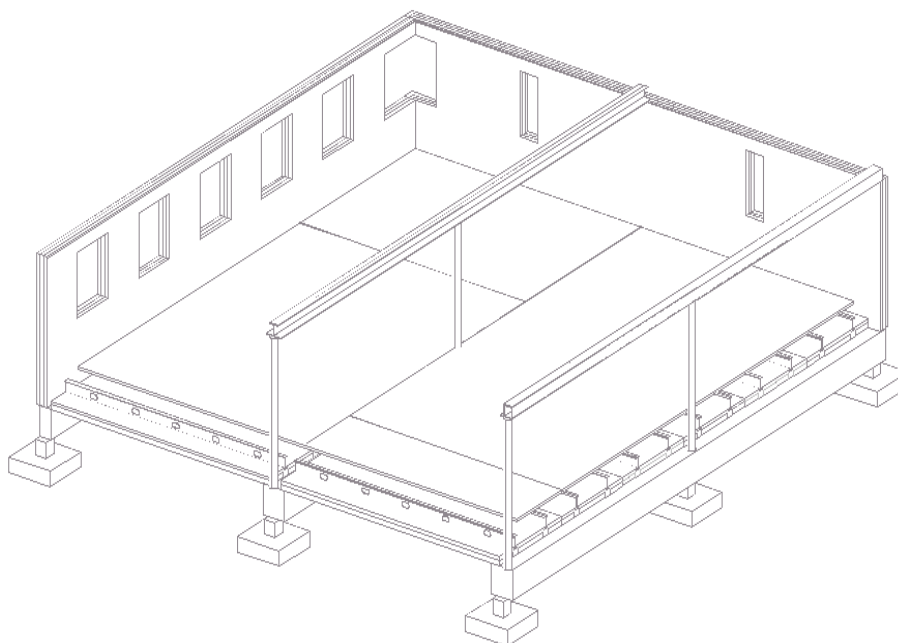
Geluidsisolatie

De geluidsisolerende eigenschappen worden niet alleen door vloeren en wanden bereikt.

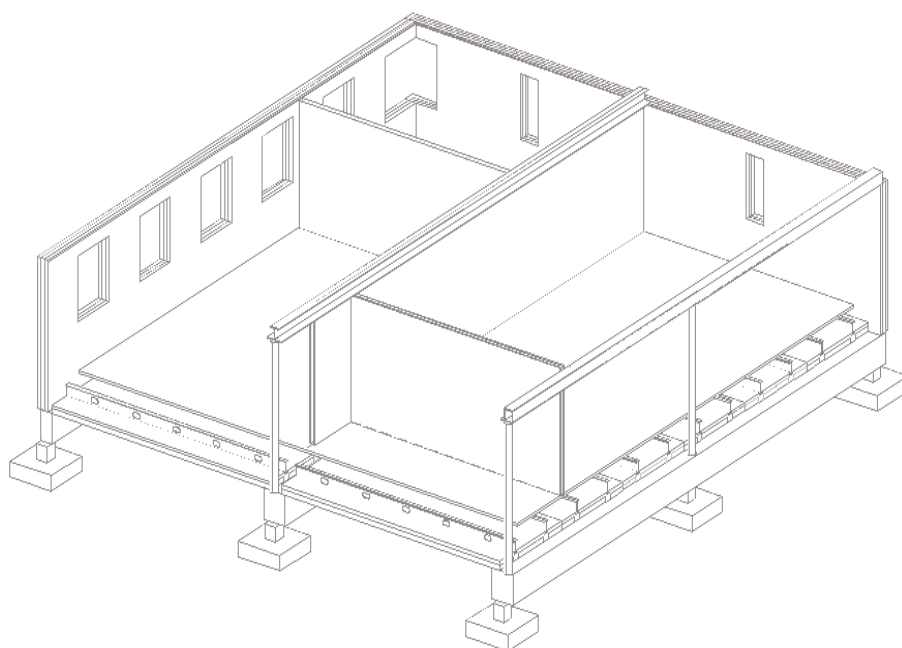
De voorgestelde schematische opzet geeft een principe aan. Afhankelijk van type binnenwanden, gevels en aansluitdetails zal de uiteindelijke detaillering moeten worden vastgesteld. Oplegmateriaal alsmede geluidsabsorberende en isolerende voorzieningen kunnen er op basis van het “doos in doos”-principe voor zorgdragen dat aan de gewenste geluidsisolatieklasse wordt voldaan.



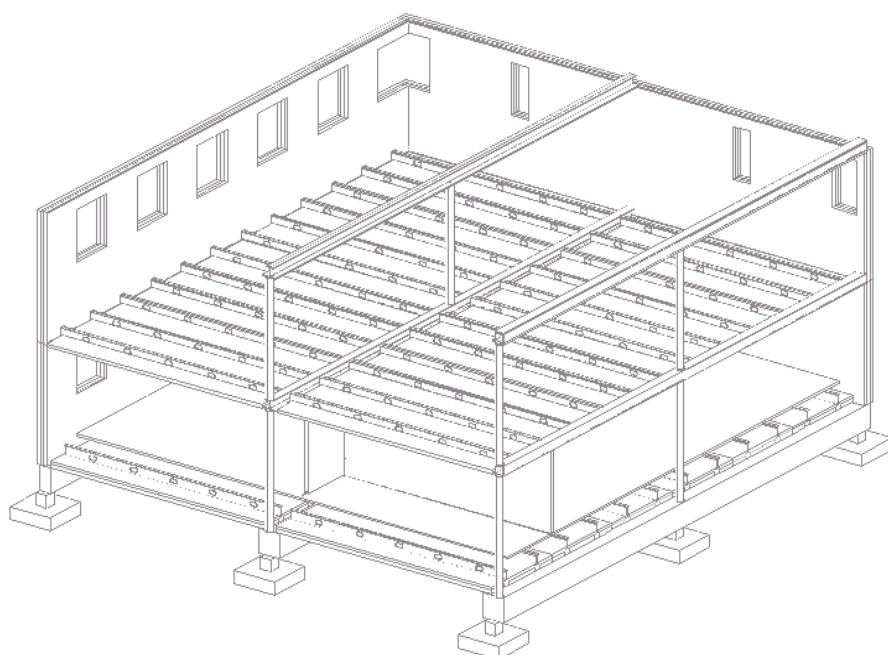
Figuur 1: opzet casco – draagstructuur van kolommen en balken, eventueel in combinatie met dragende buitenwanden.



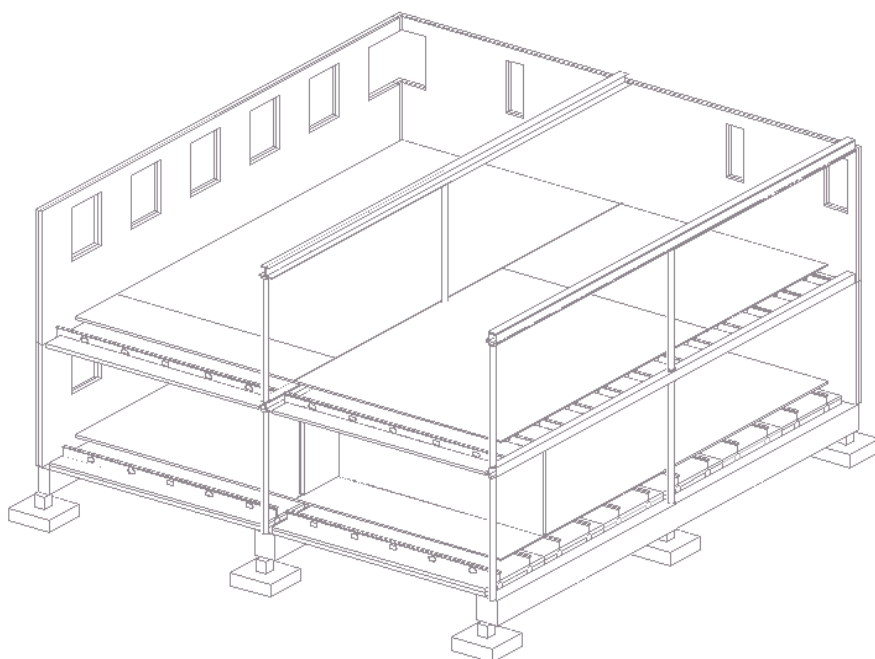
Figuur 2: topvloer met dilatatie bij woningscheidende wanden; zwevend opgelegd.



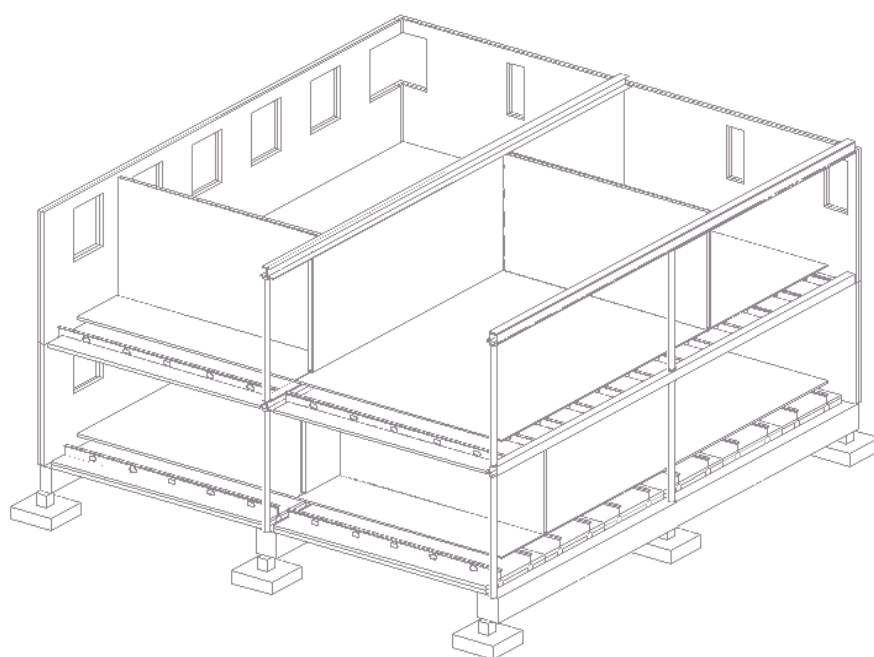
Figuur 3: dubbele woningscheidende wanden, akoestisch ontkoppeld.



Figuur 4: casco 1^e verdieping – vloer/plafond met dilatatie.



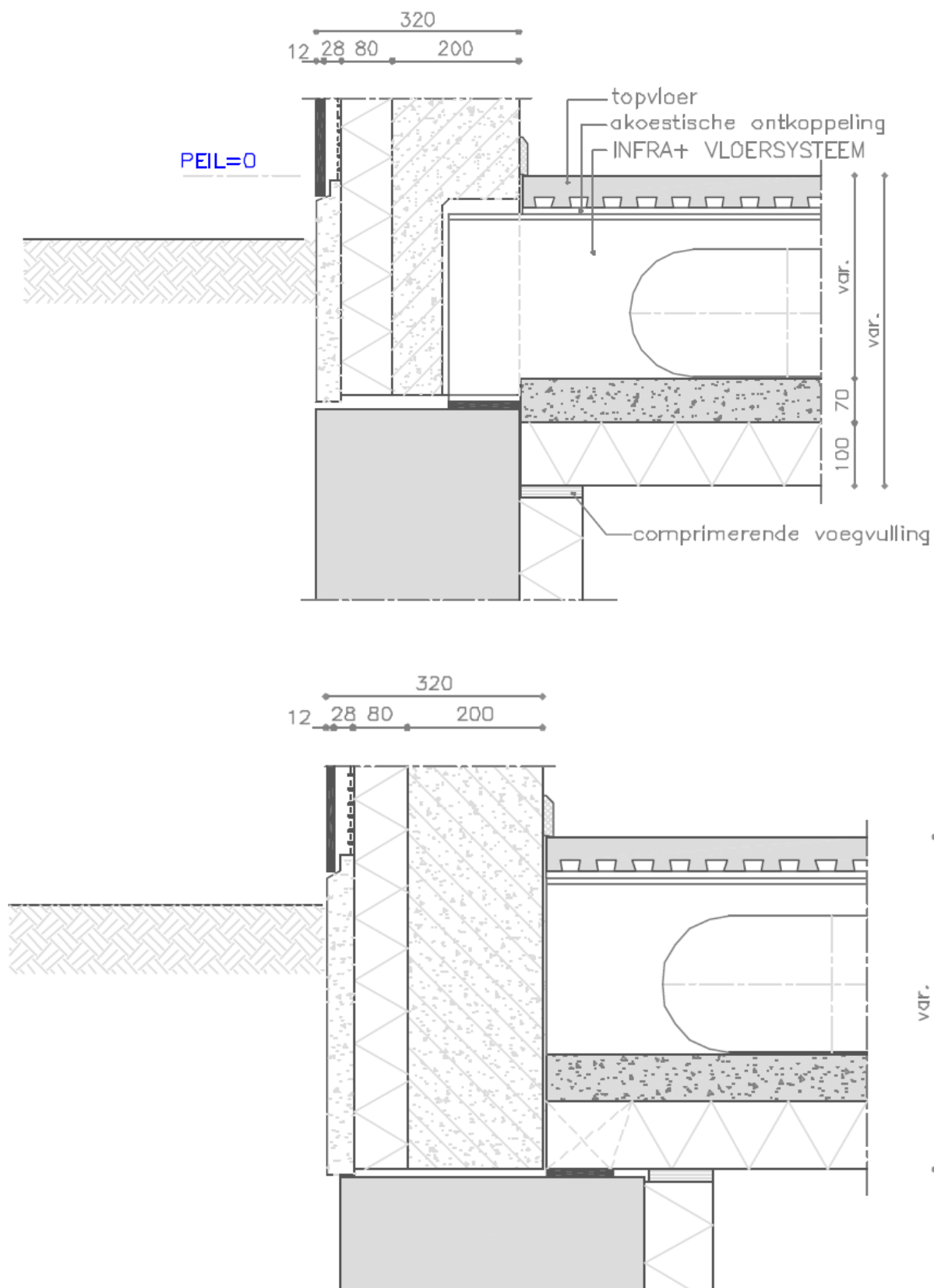
Figuur 5: versprongen dilataties t.o.v. onderverdieping in plafond/vloer

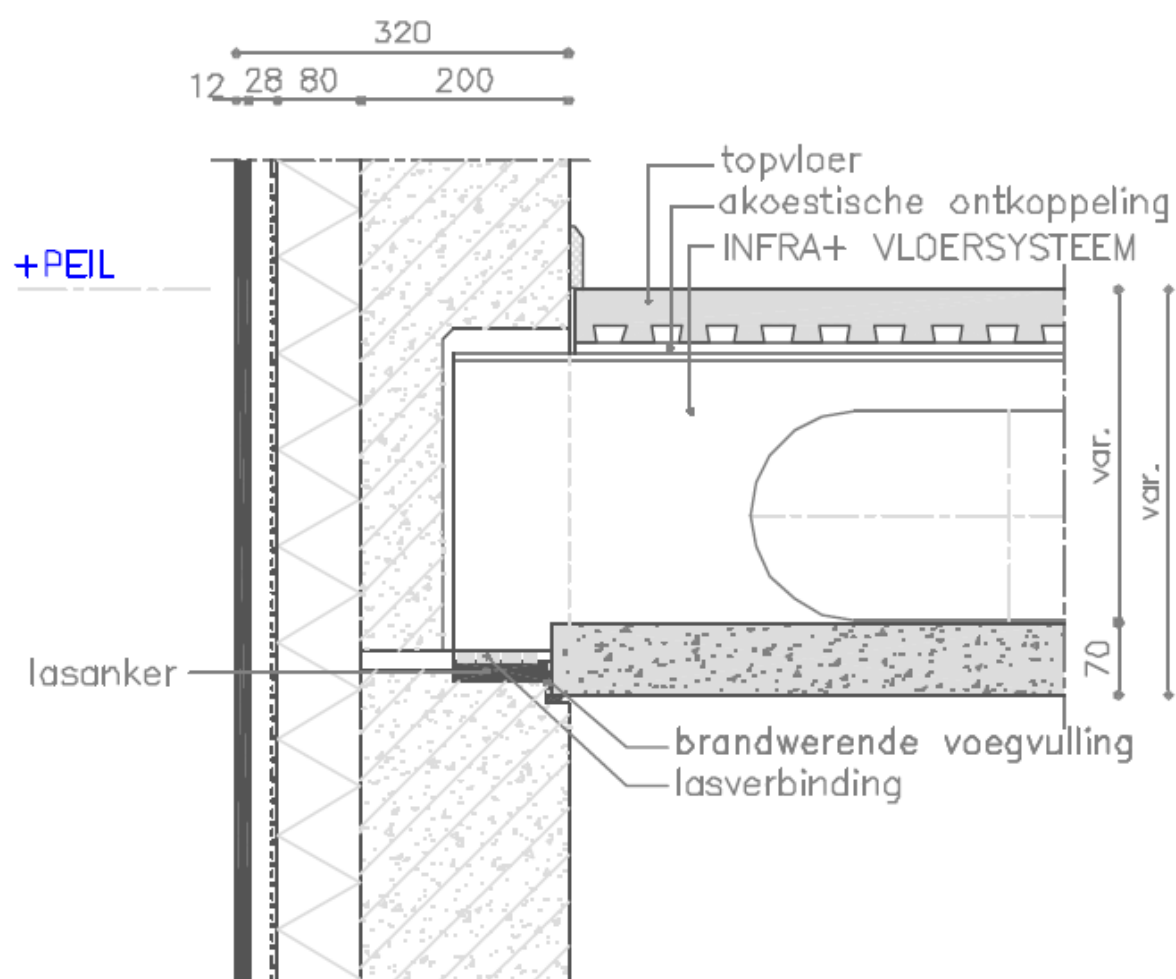
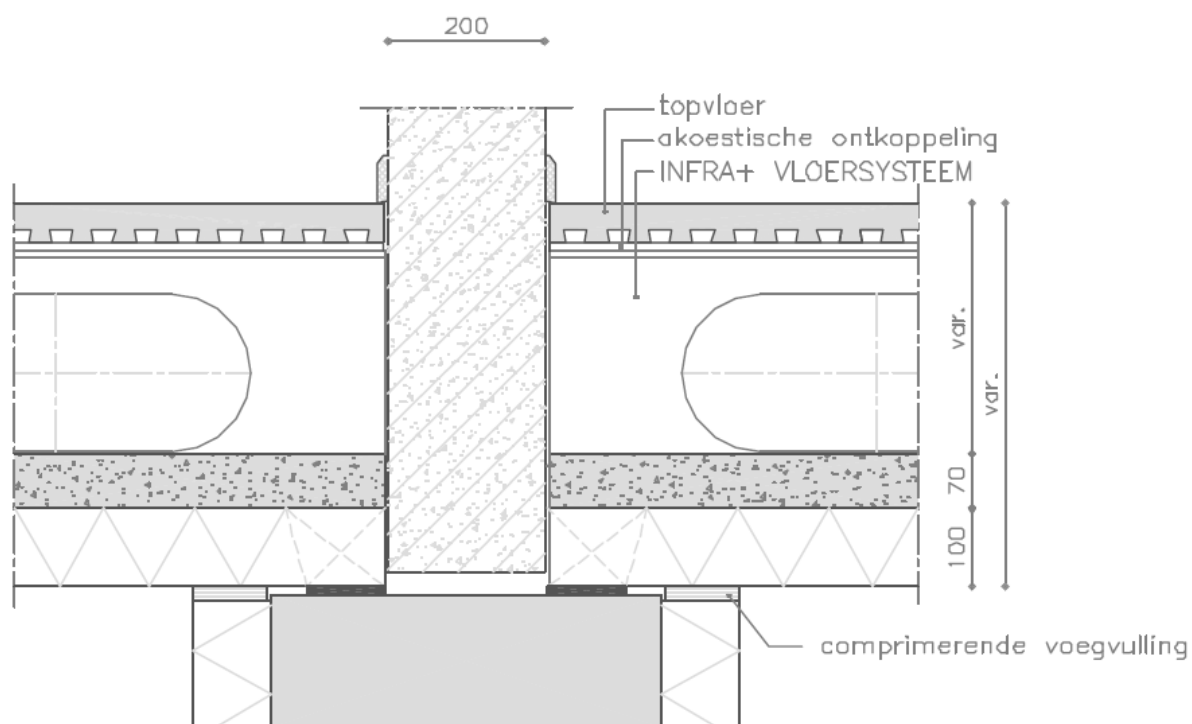


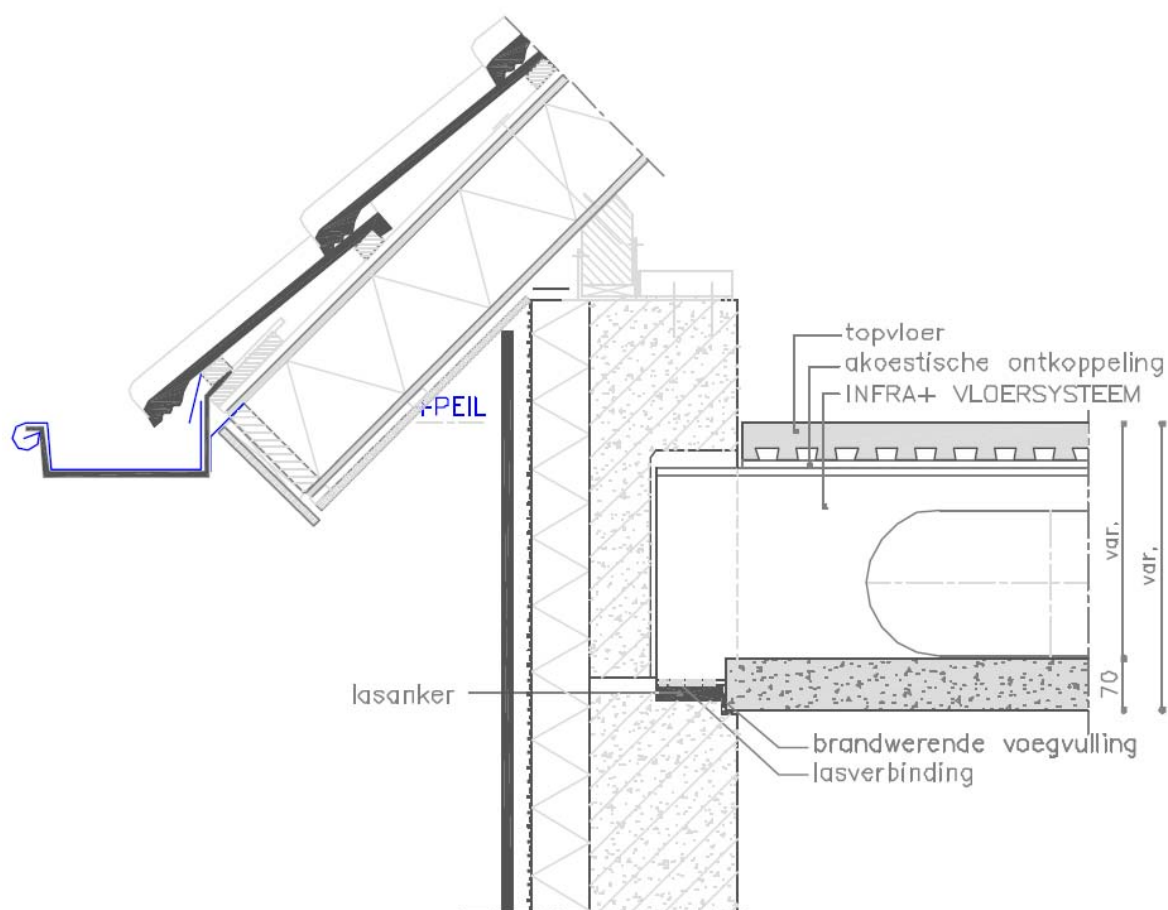
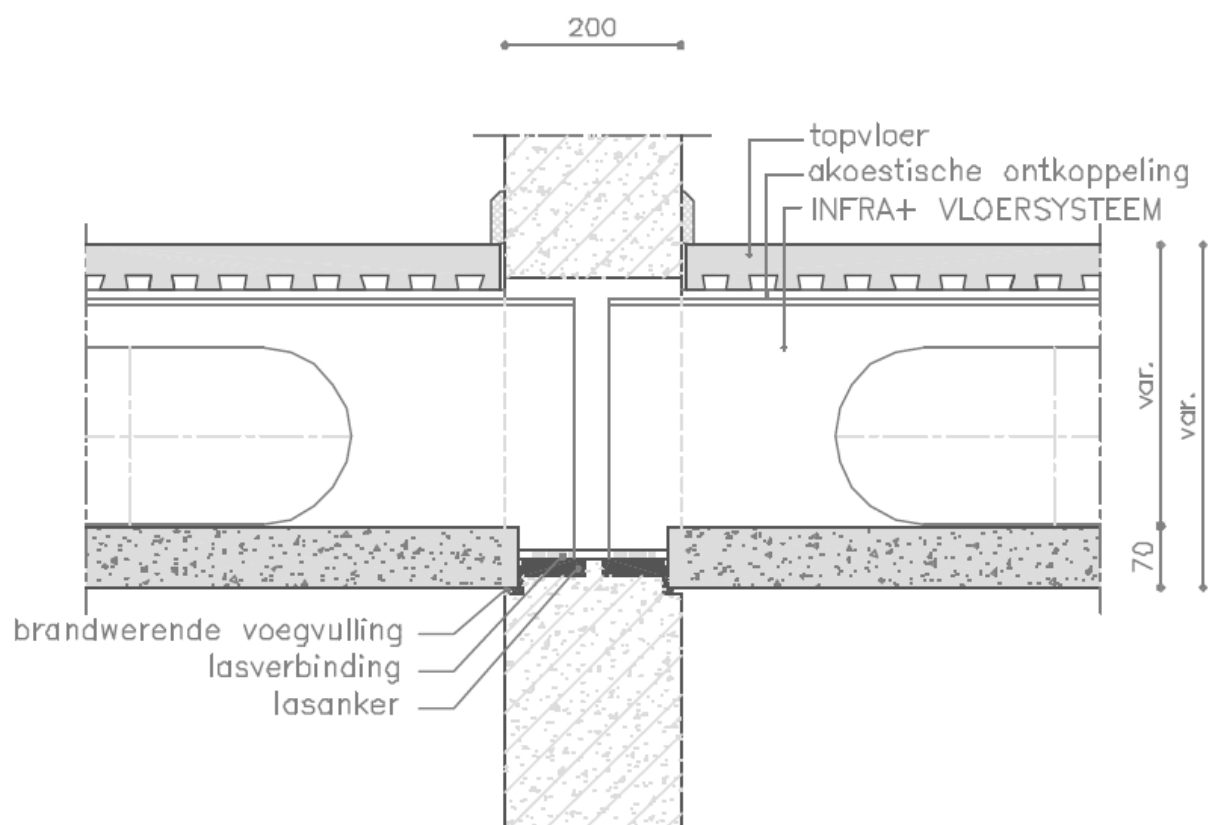
Figuur 6: woningscheidende binnenwanden – akoestisch ontkoppeld.

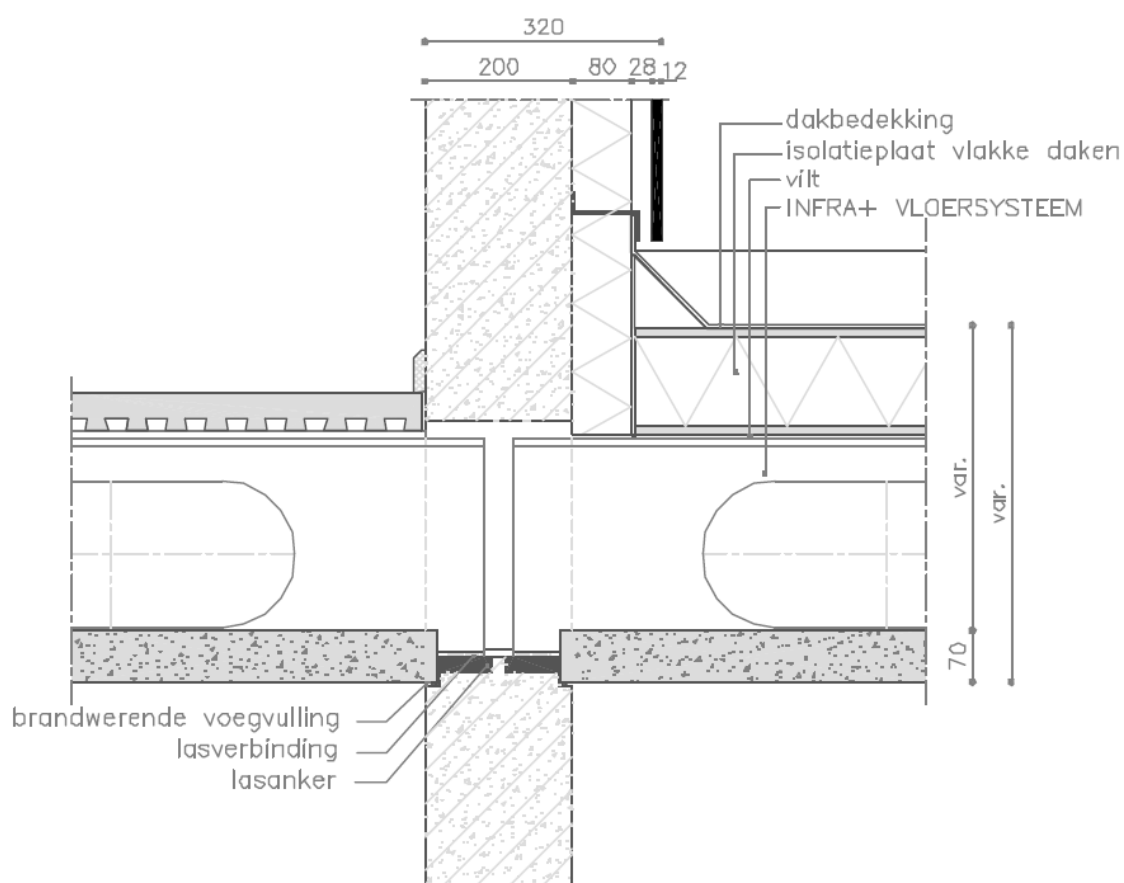
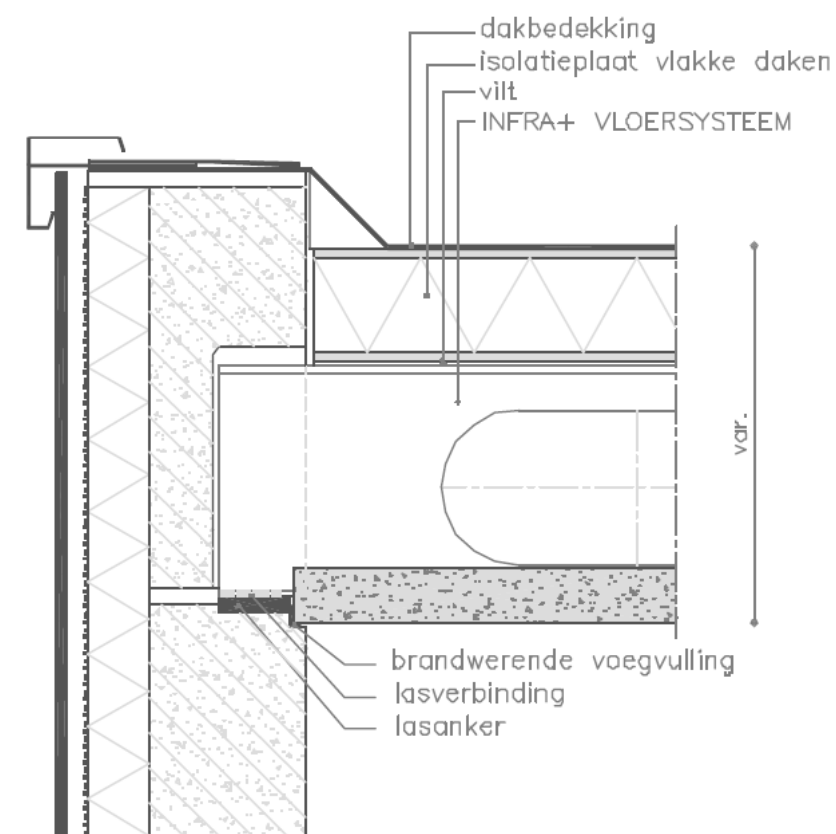
Details

Details beton

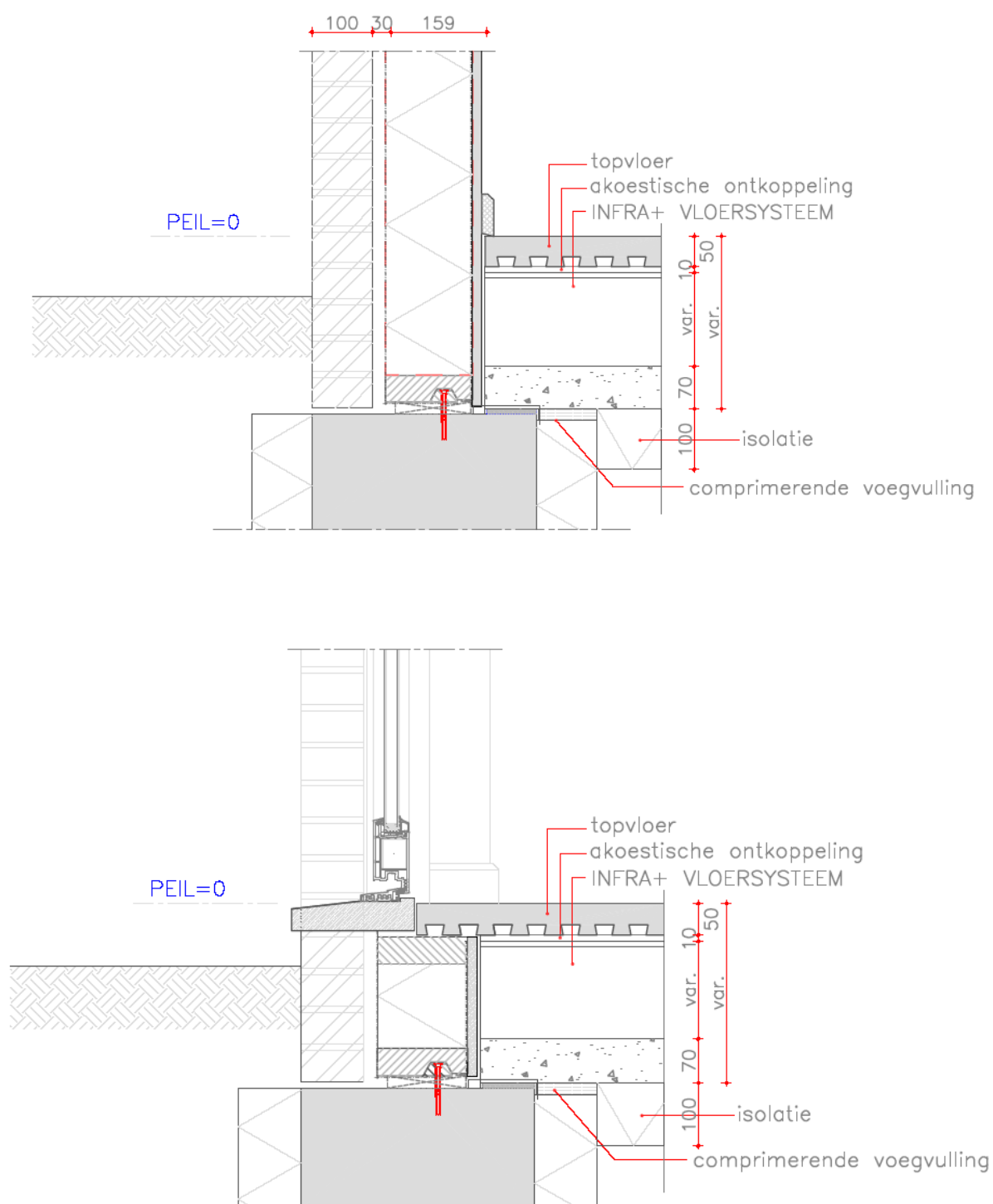


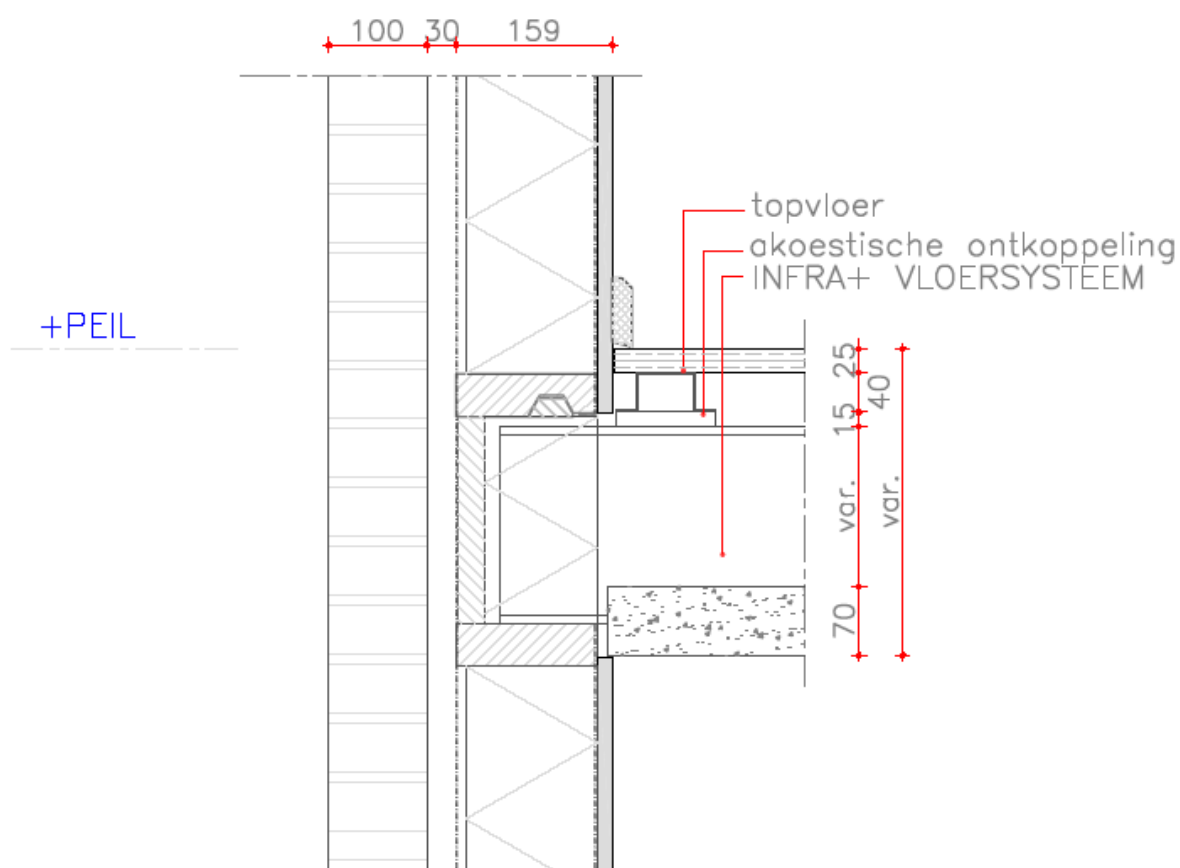
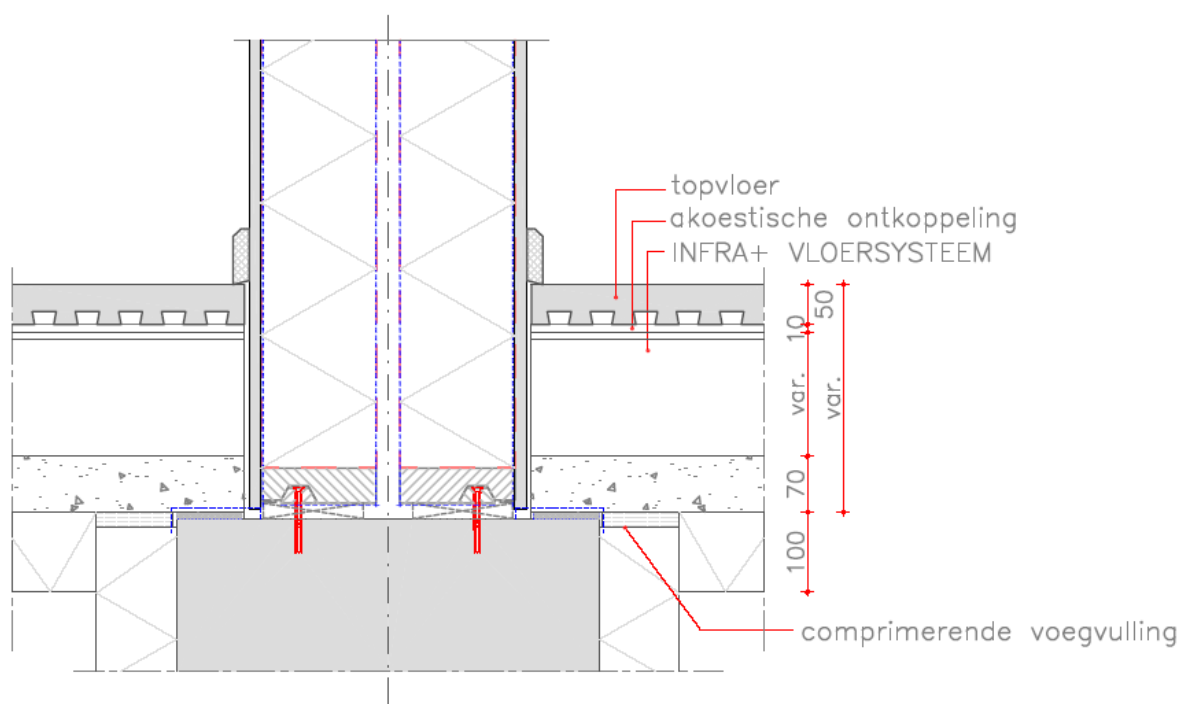


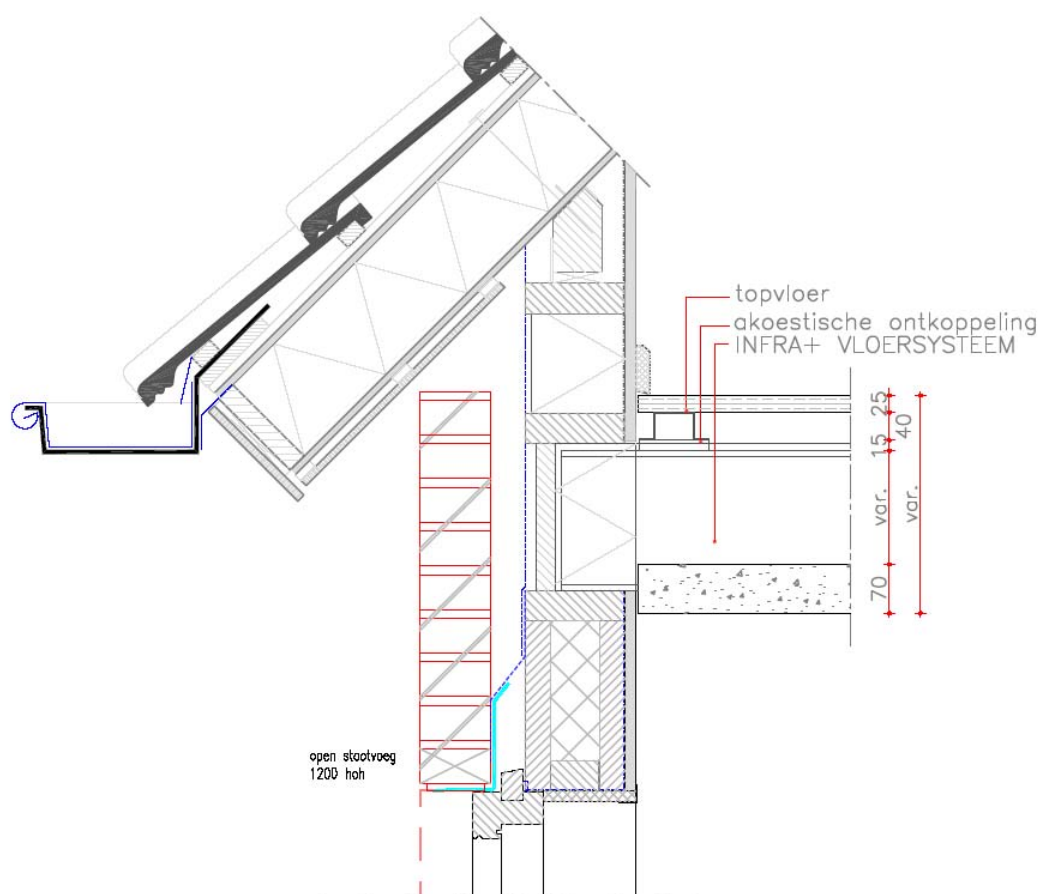
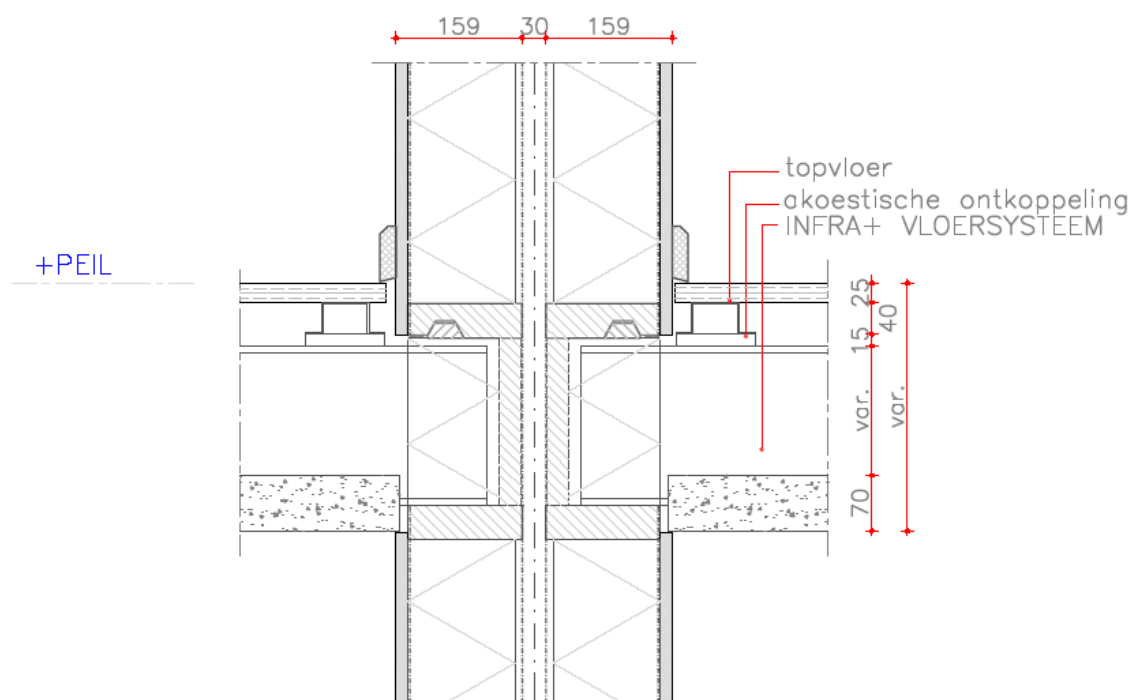


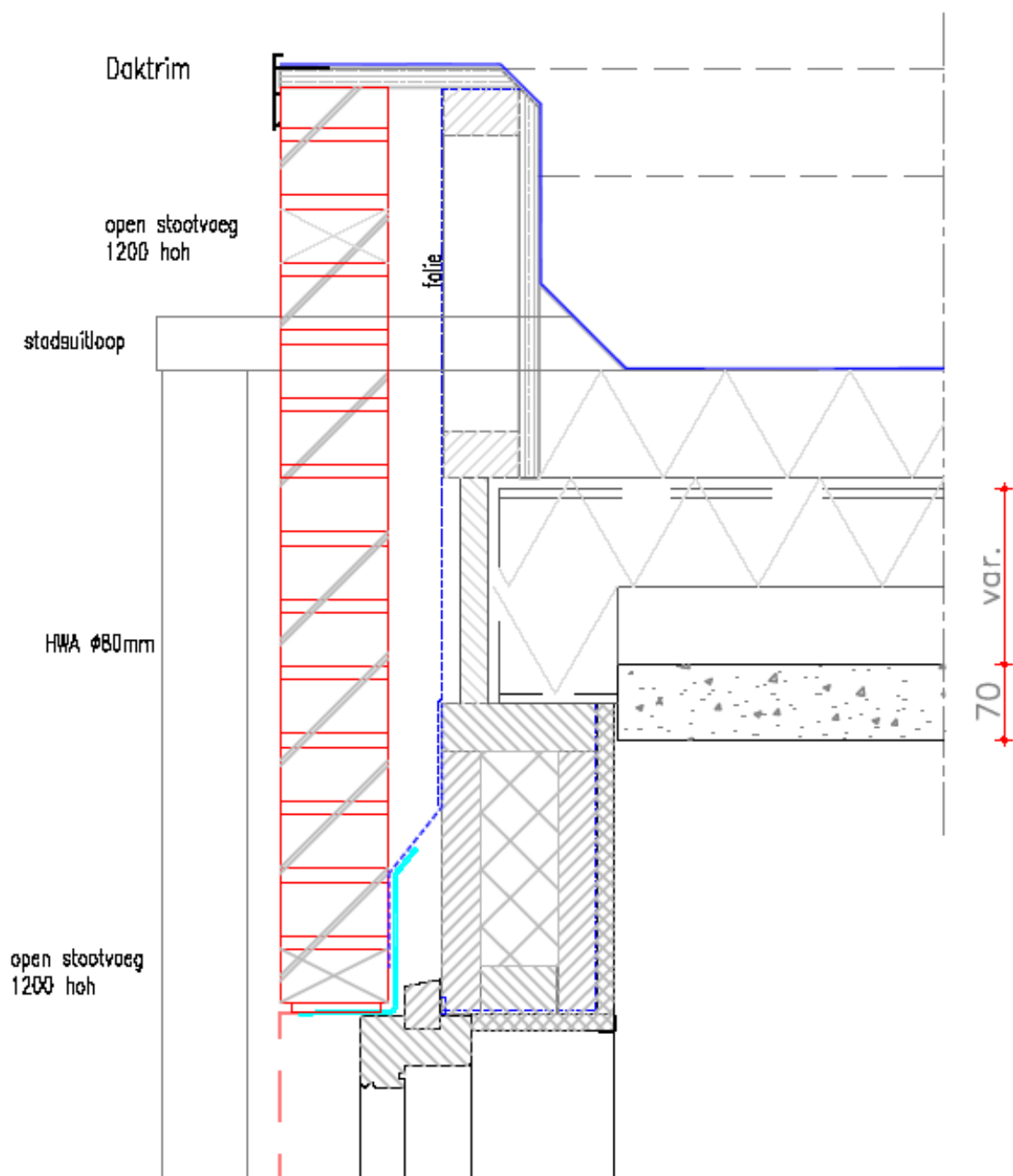


Details houtskeletbouw

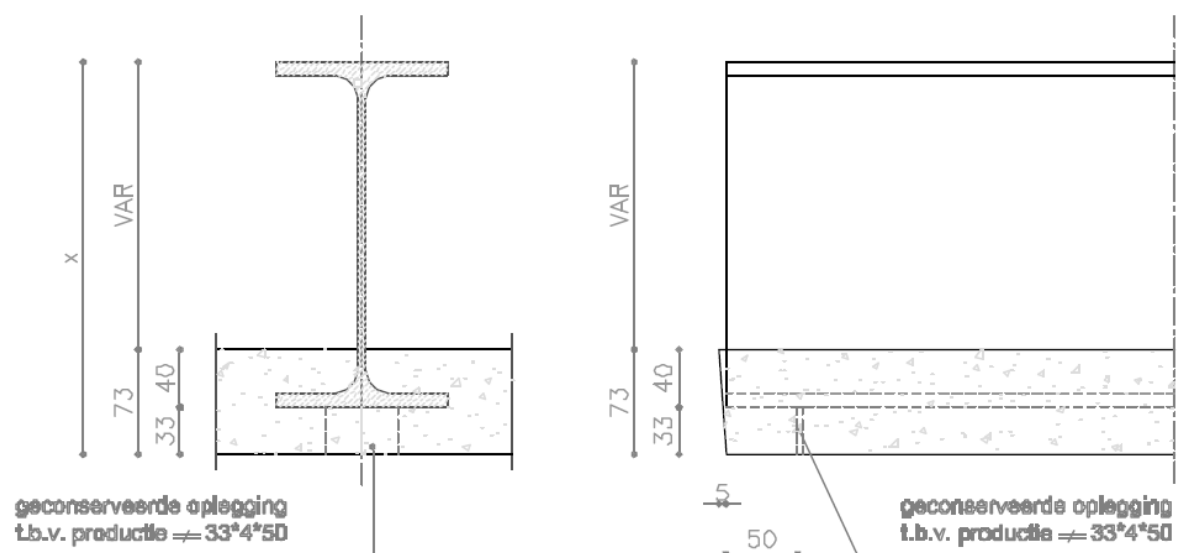
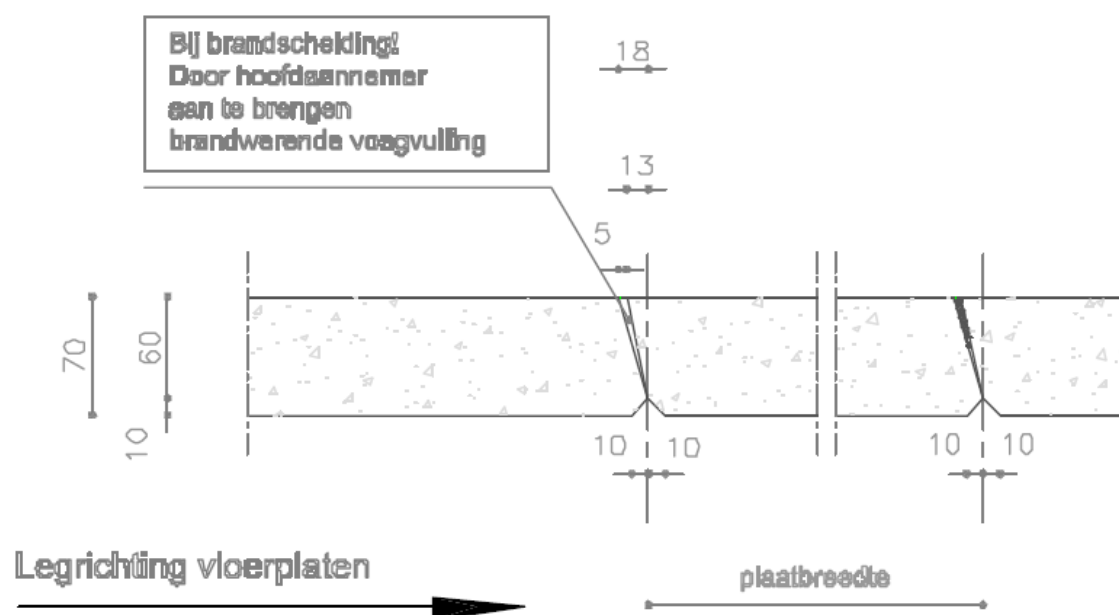


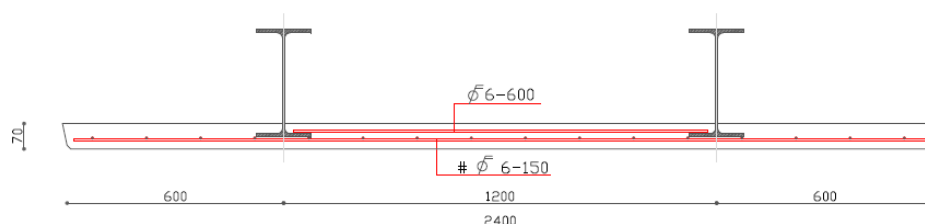
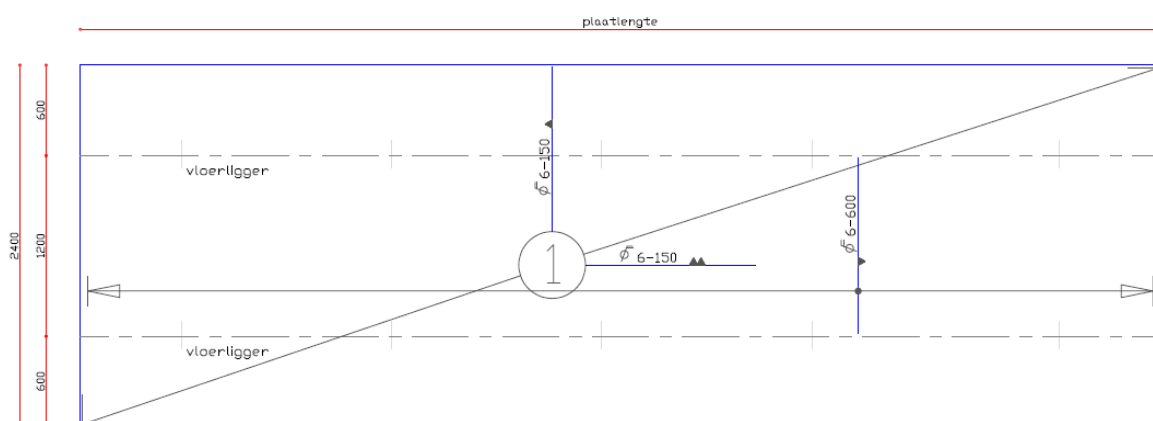
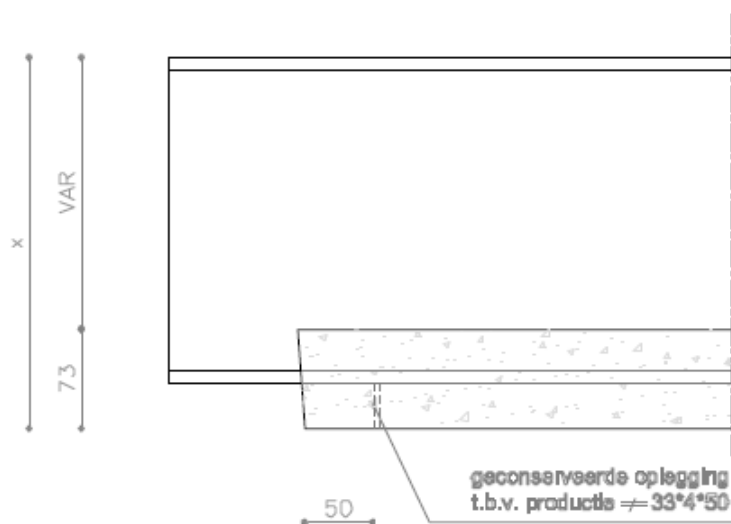
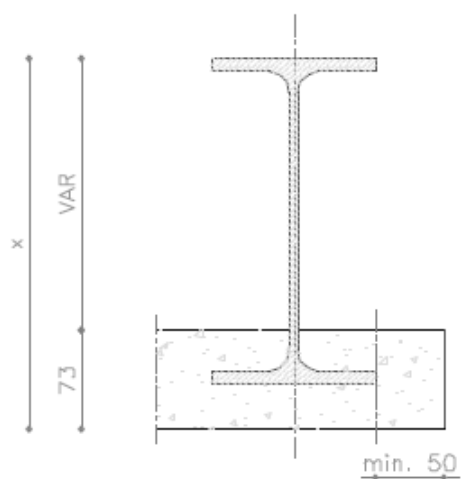


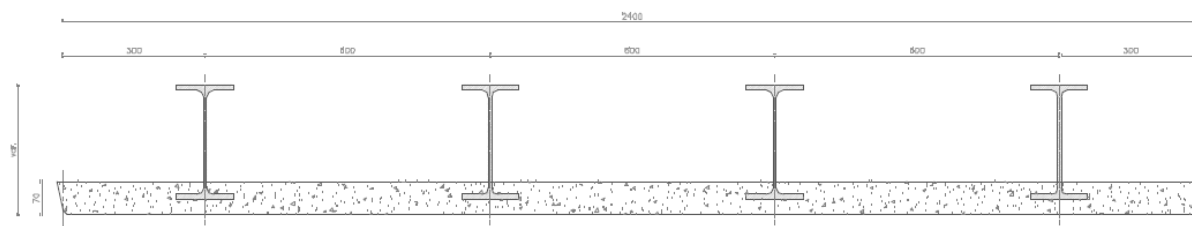




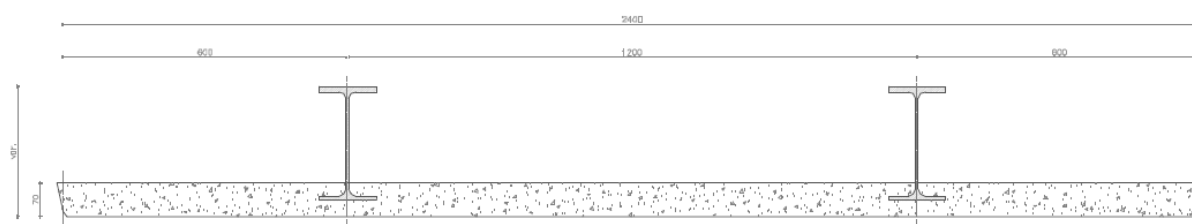
Details Infra+ vloer



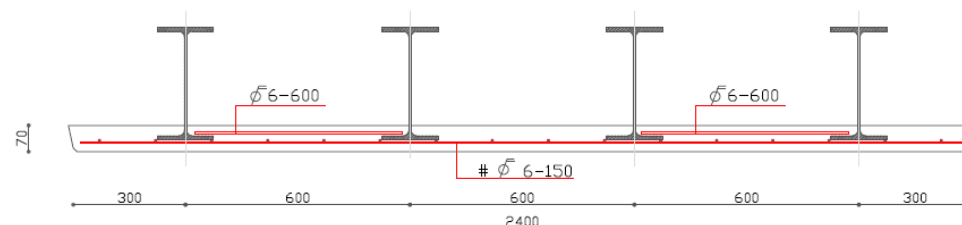
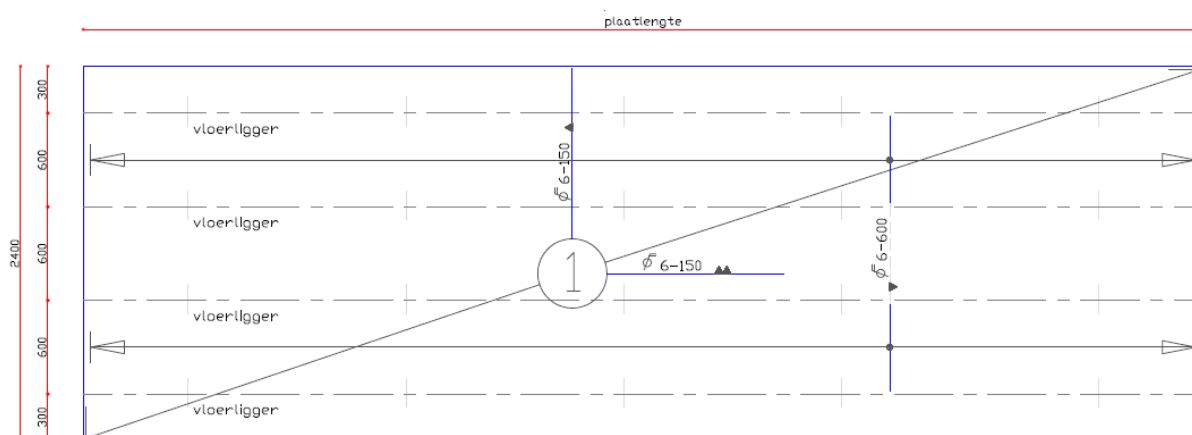




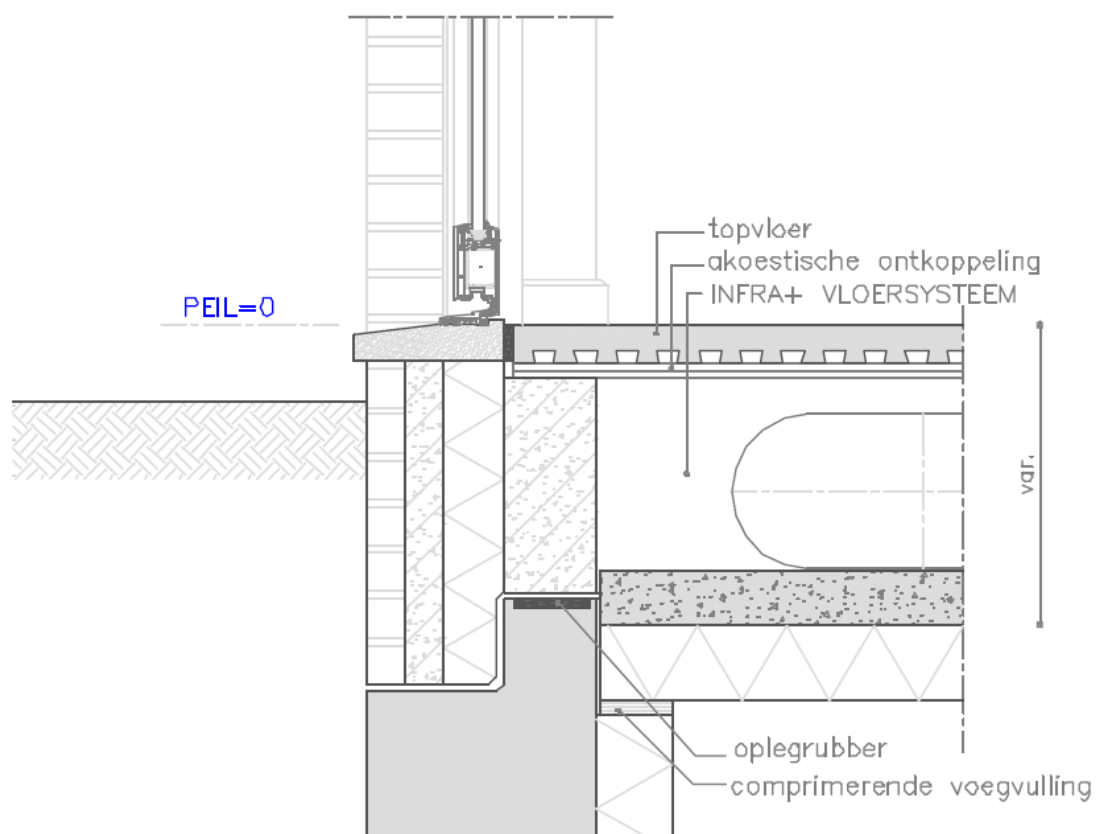
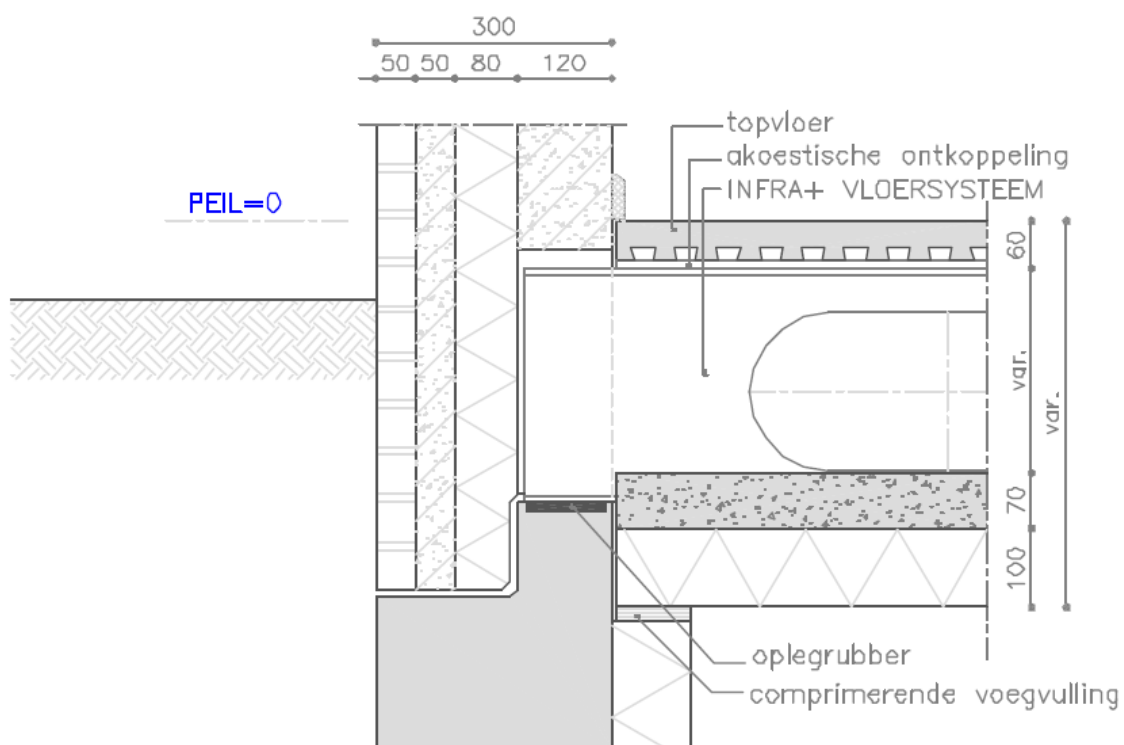
INFRA+ liggers h.o.h. 600 mm

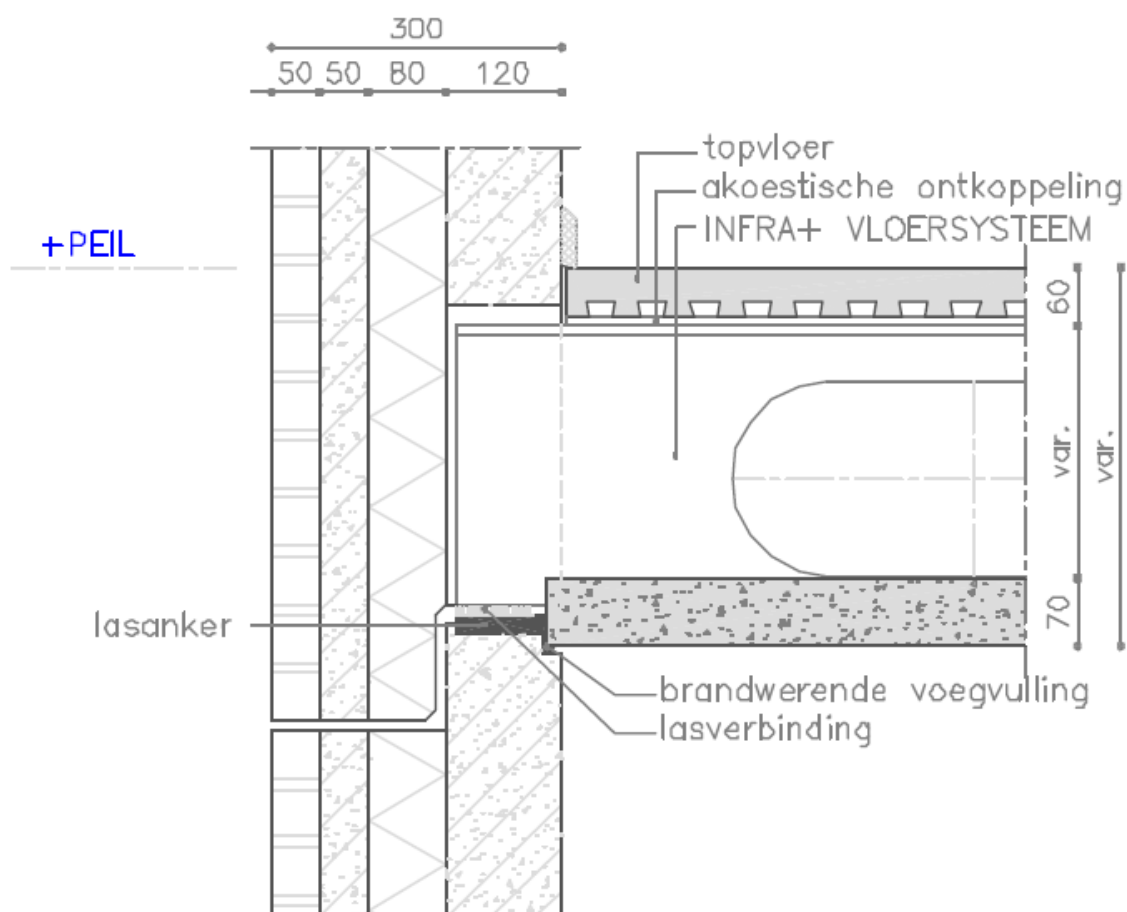
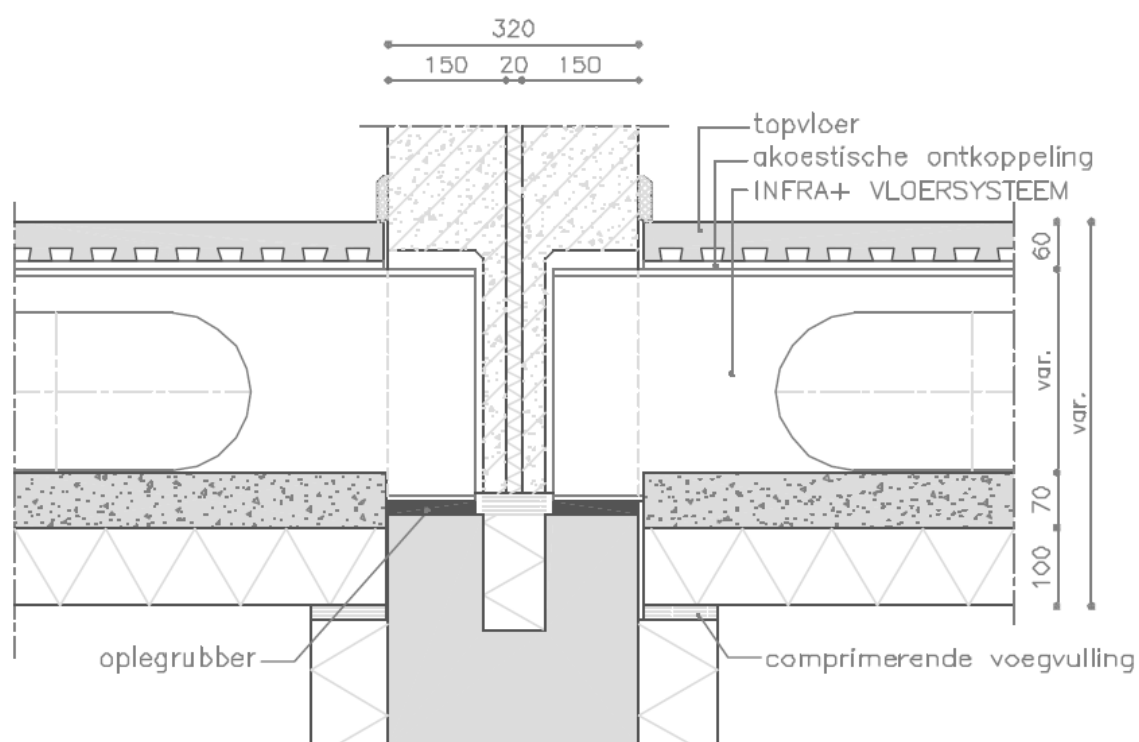


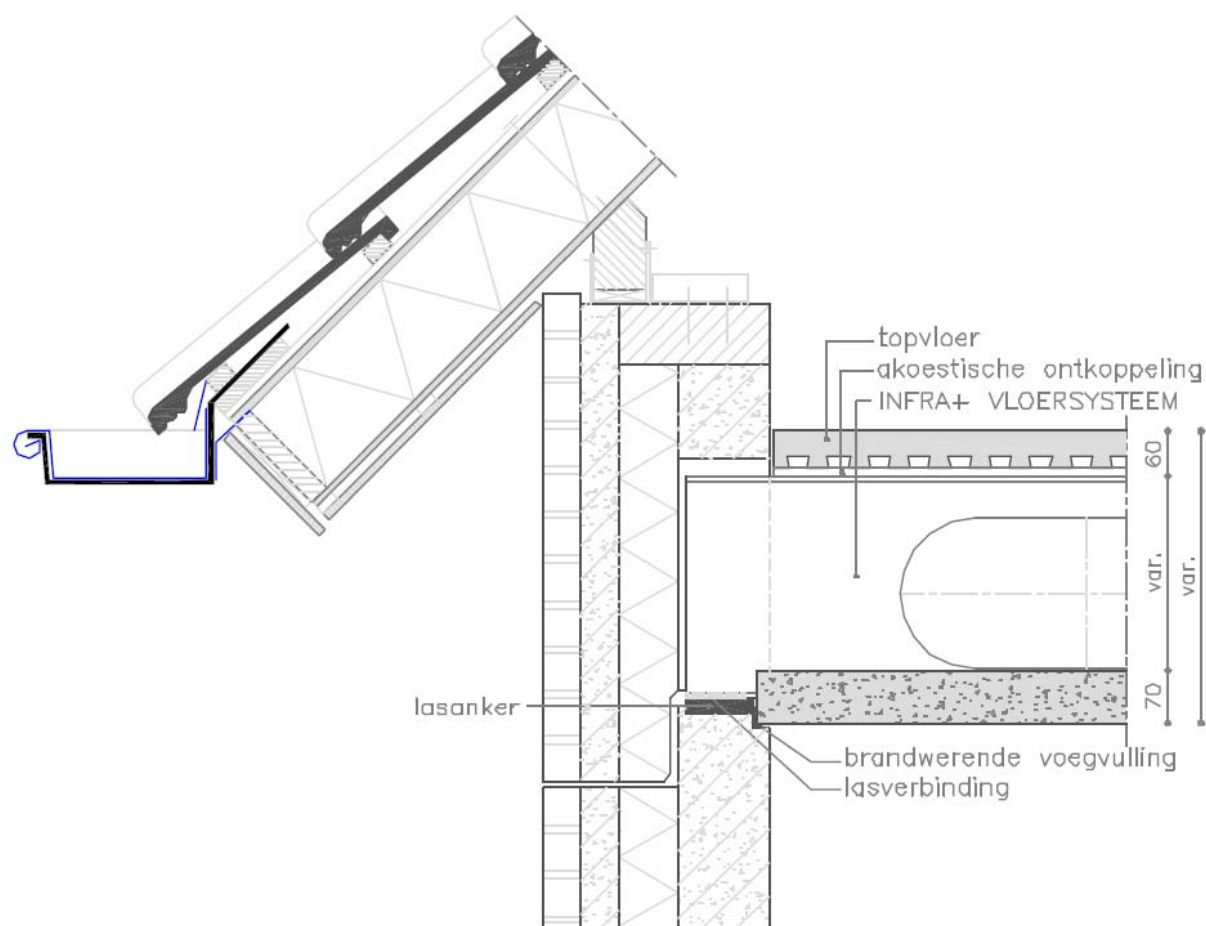
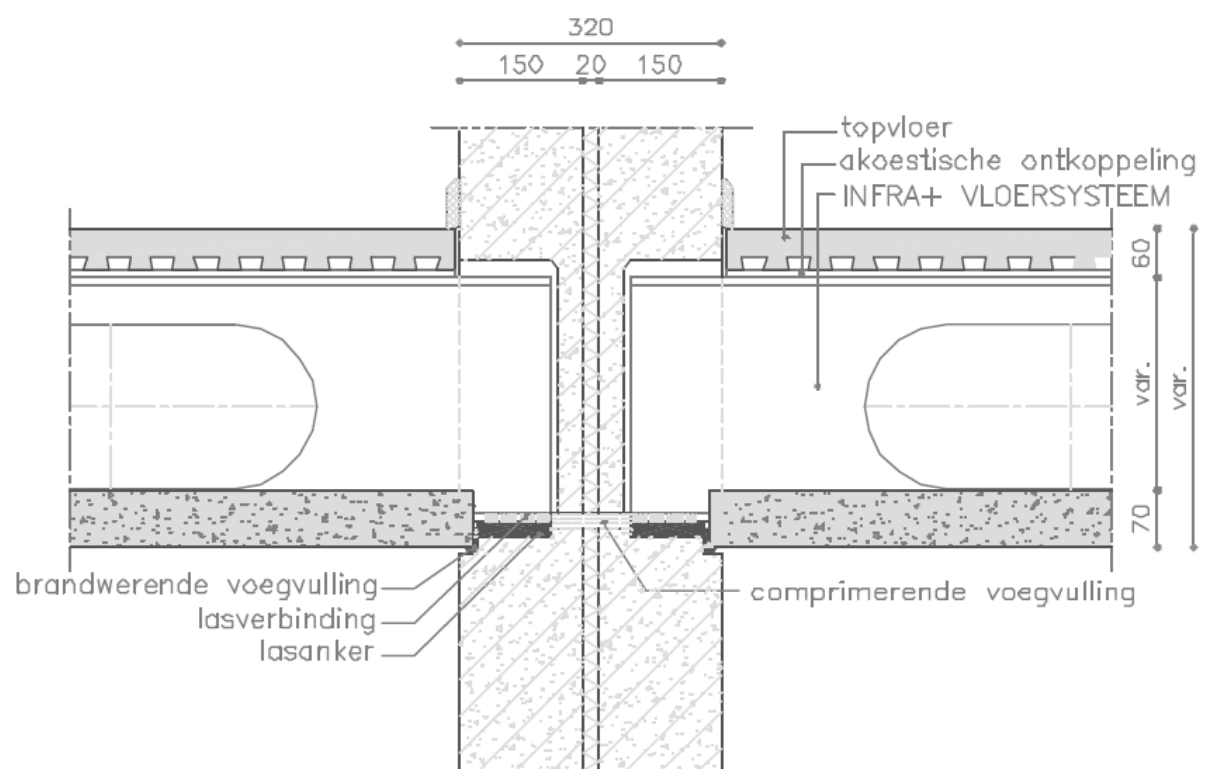
INFRA+ liggers h.o.h. 1200 mm

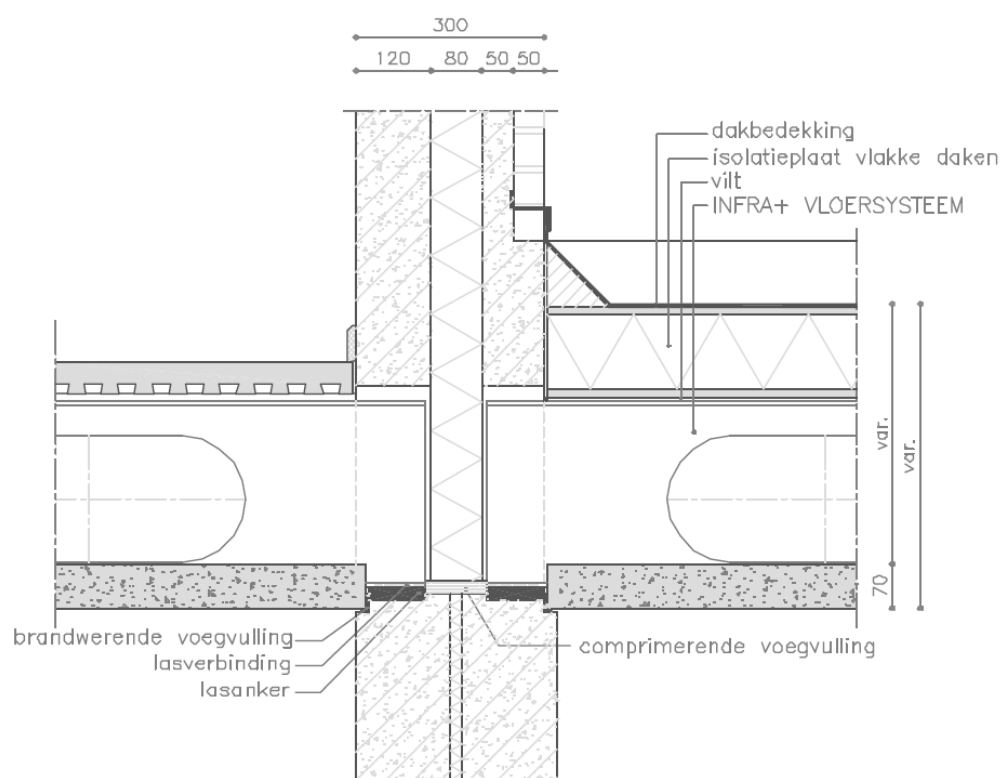
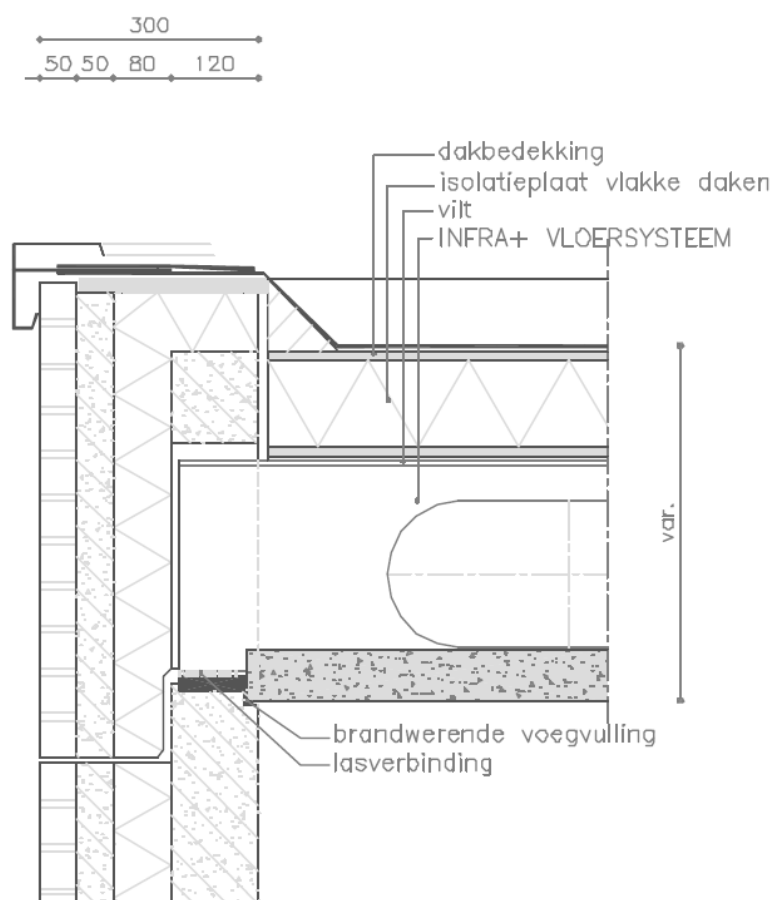


Details prefab metselwerk

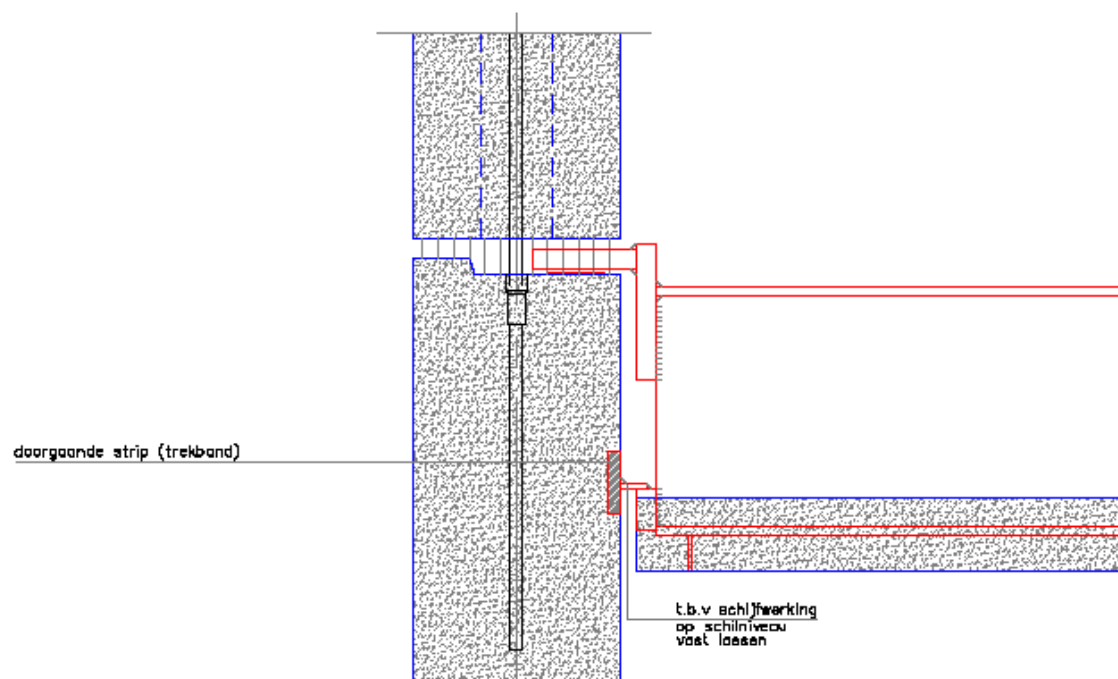




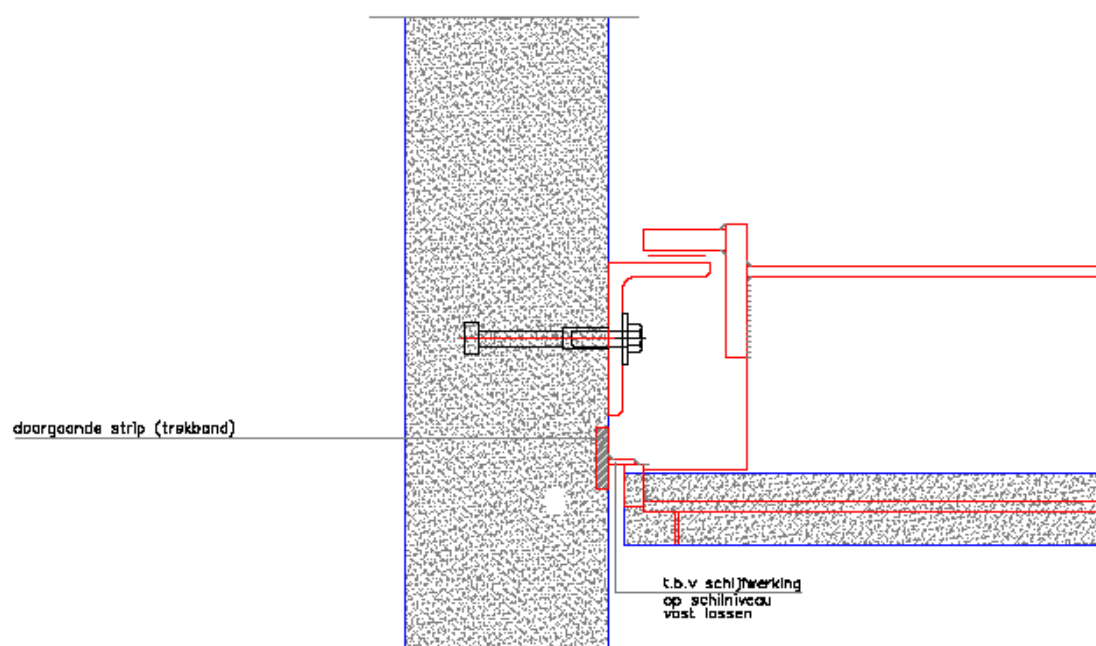




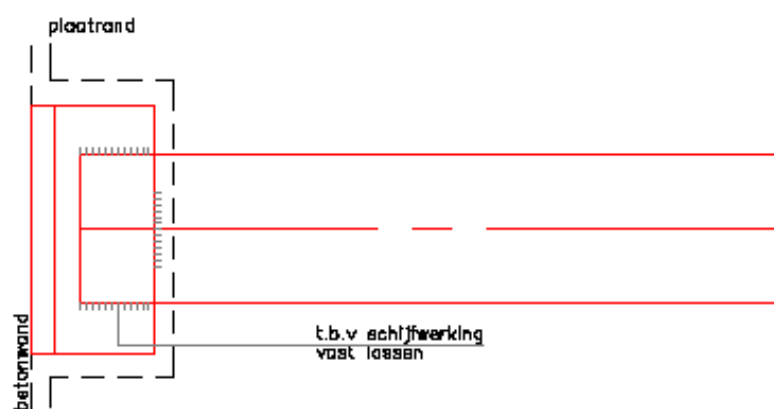
Details schijfwerking



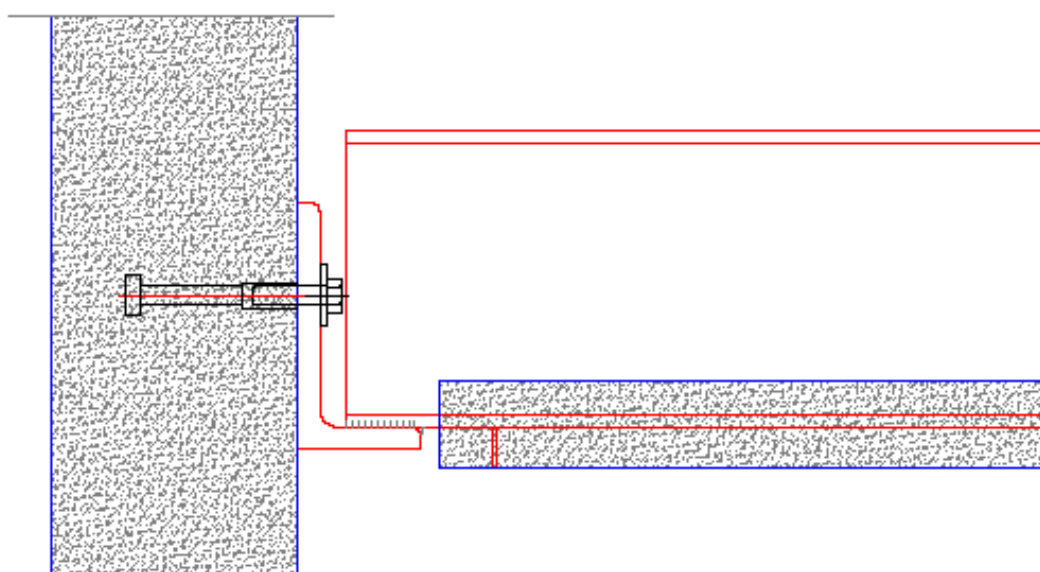
KOPPELING LIGGER / BETON



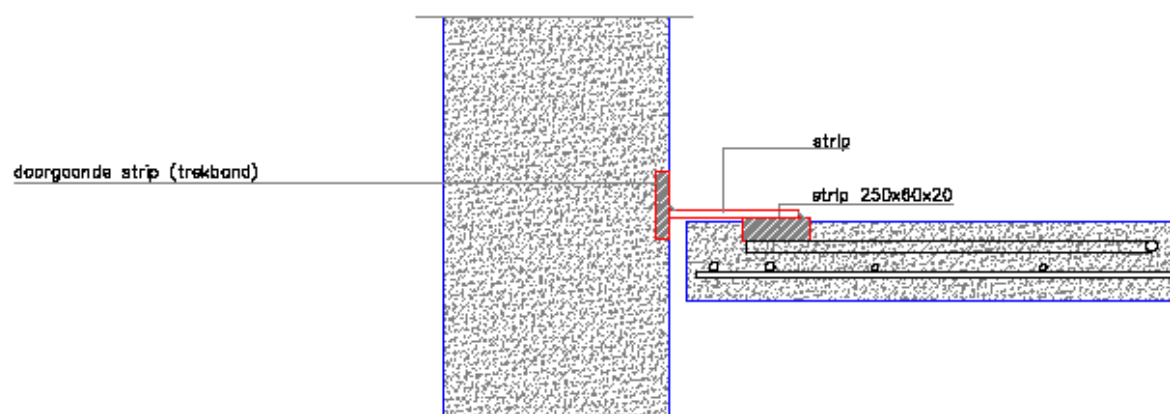
KOPPELING LIGGER / BETON



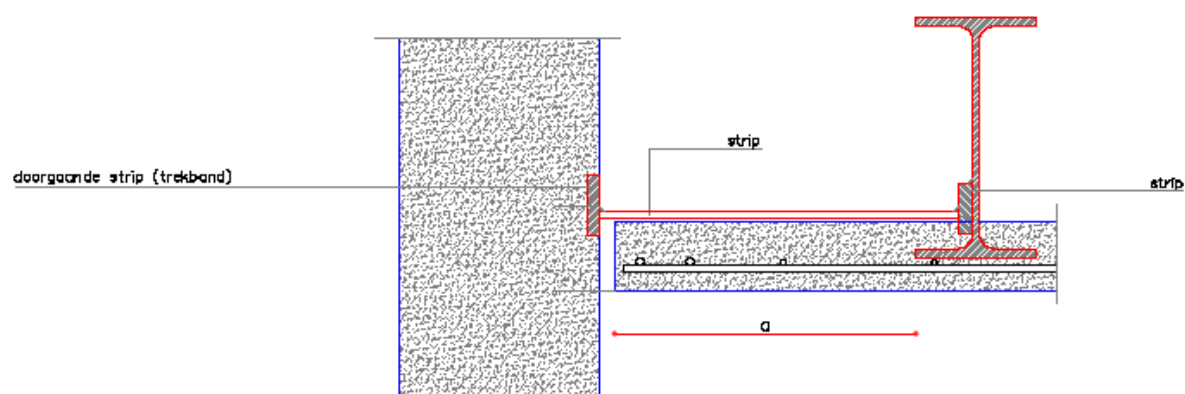
BOVENAANZICHT



KOPPELING LIGGER / BETON

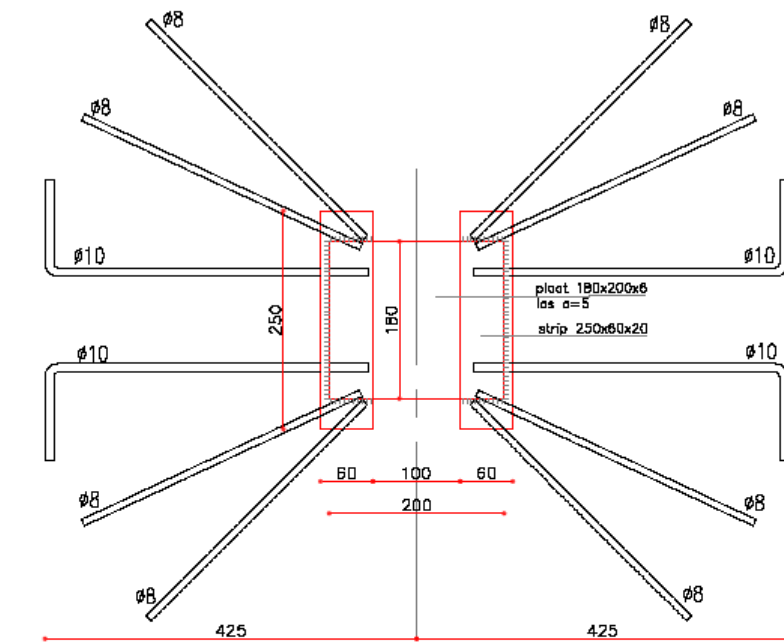


KOPPELING PLAAT / BETON



KOPPELING LIGGER / BETON

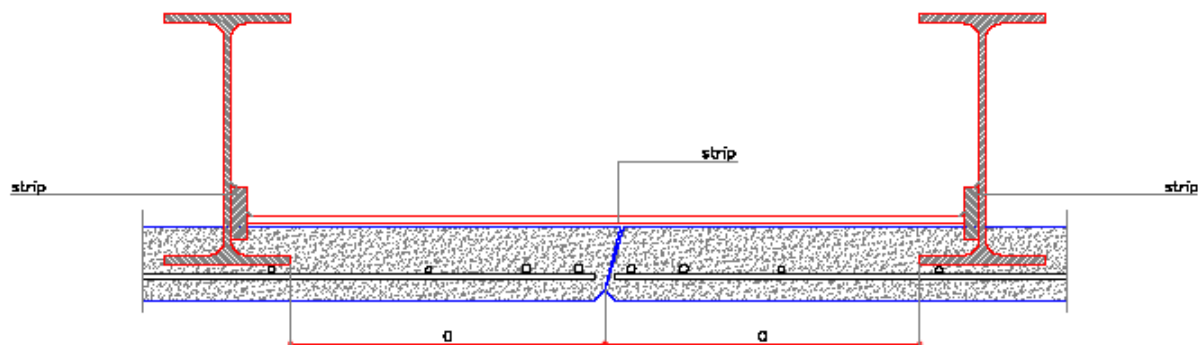
– Als $a < 425\text{mm}$ dan detail 03 anders detail 02



BOVENAANZICHT SPINNETJE

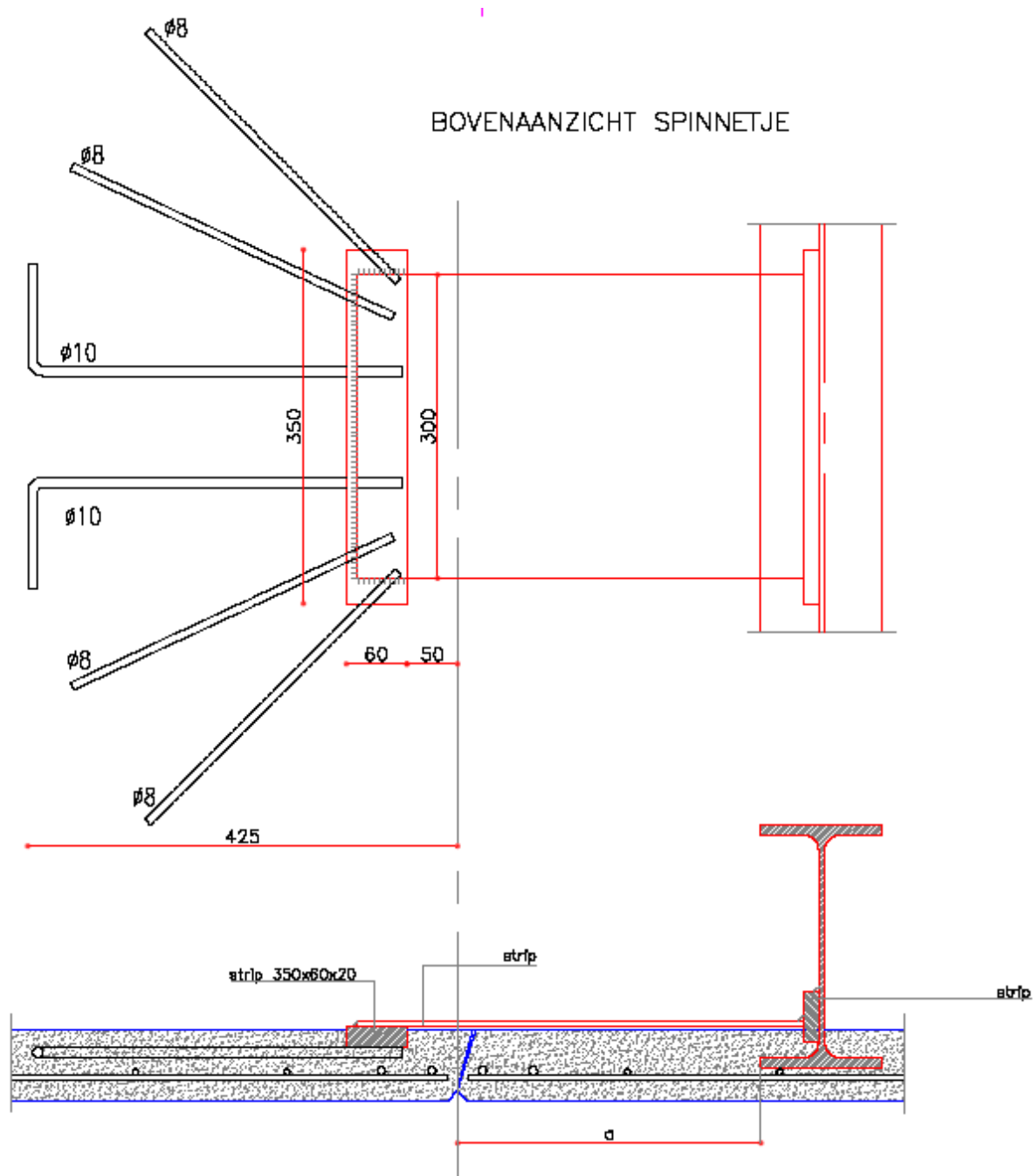


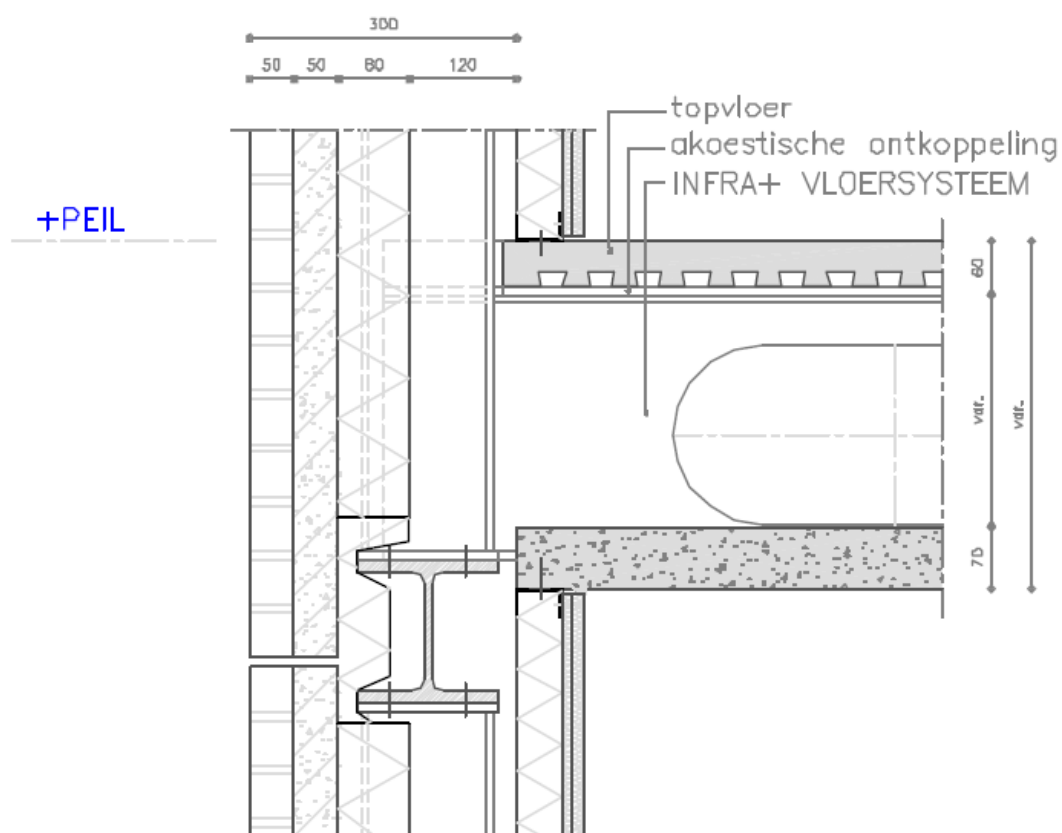
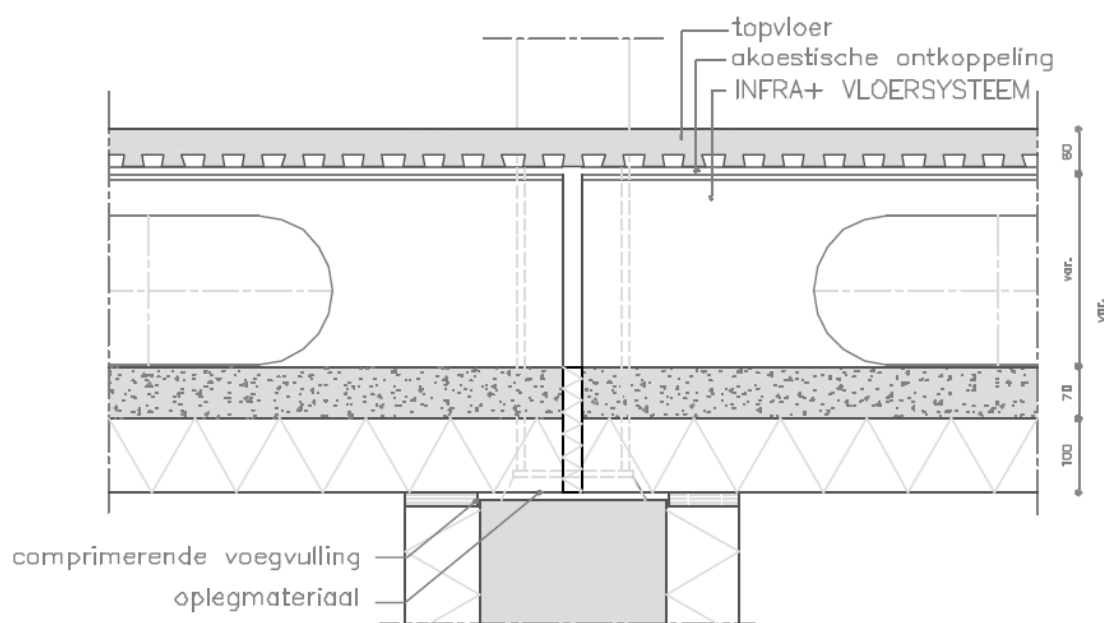
KOPPELING PLATEN ONDERLING

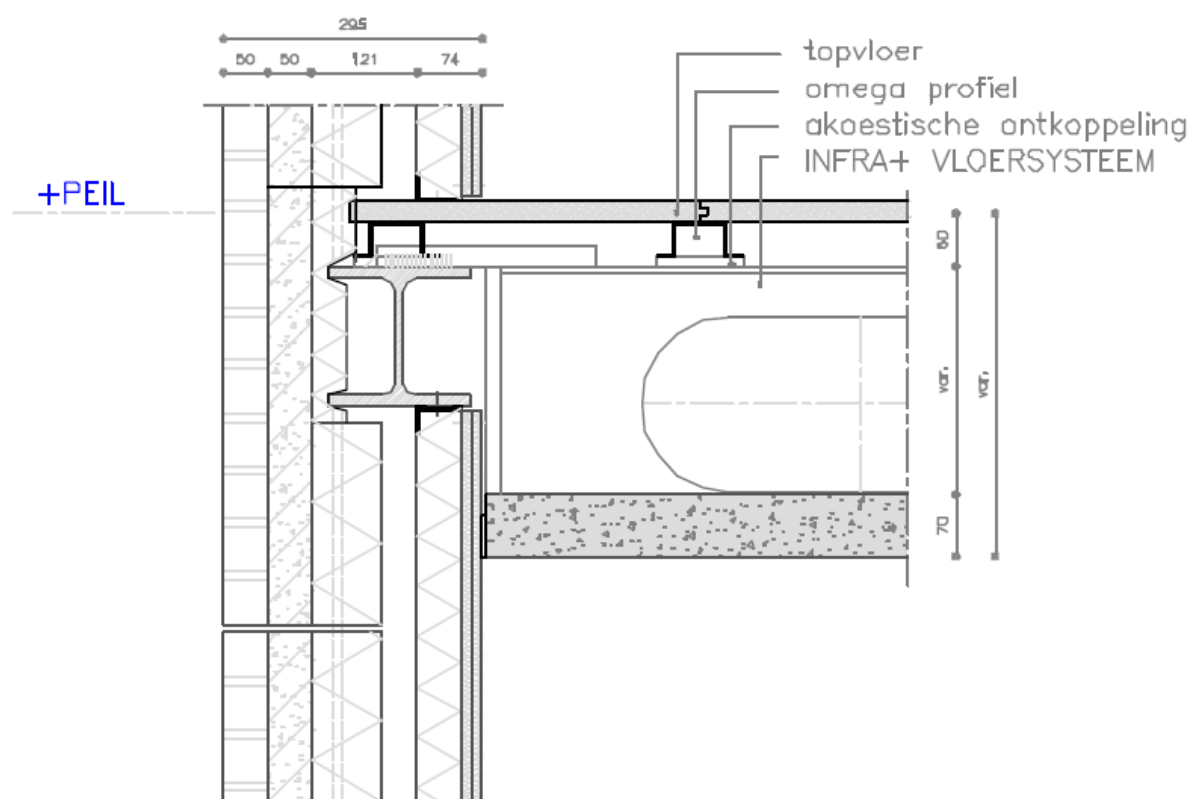
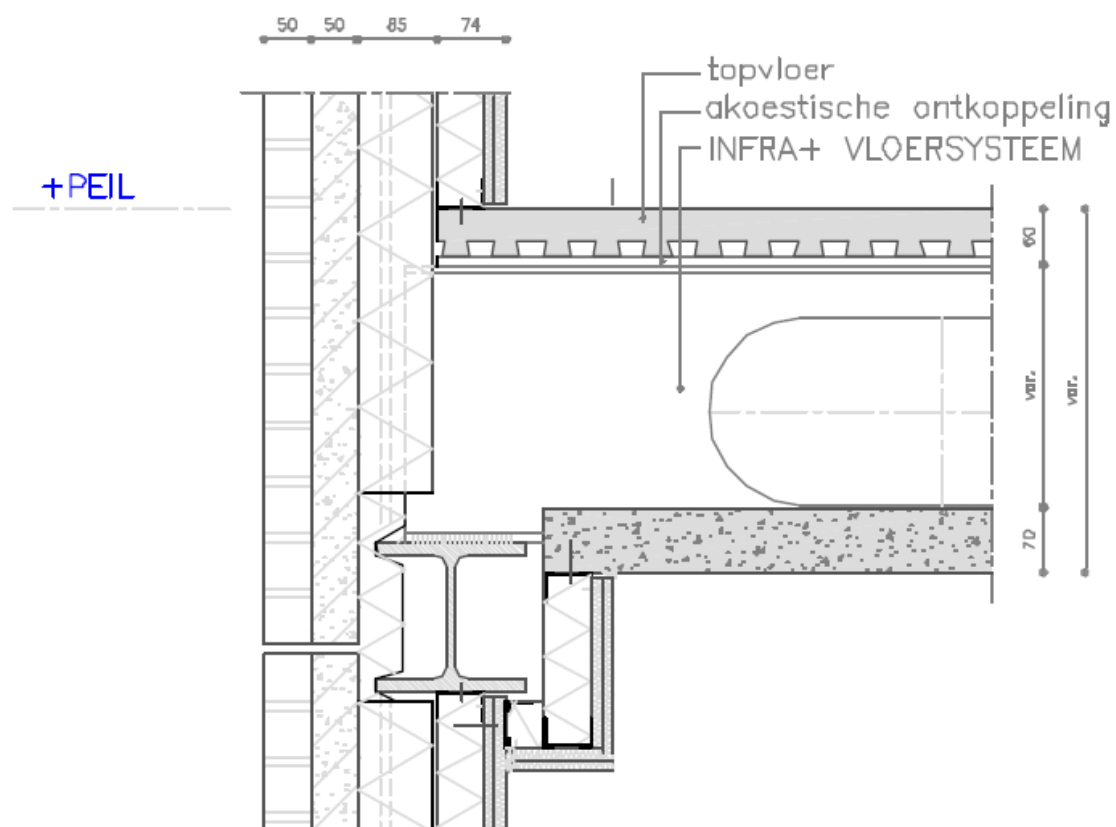


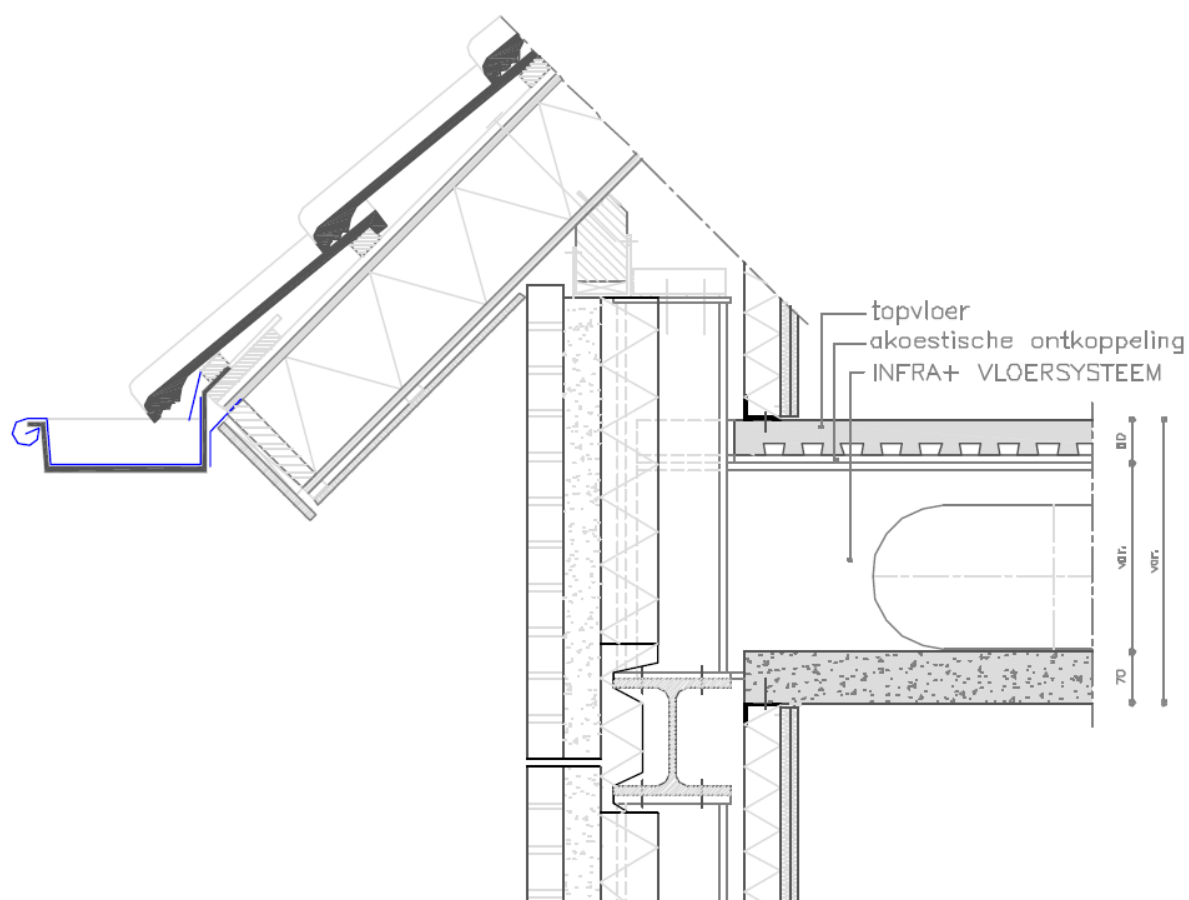
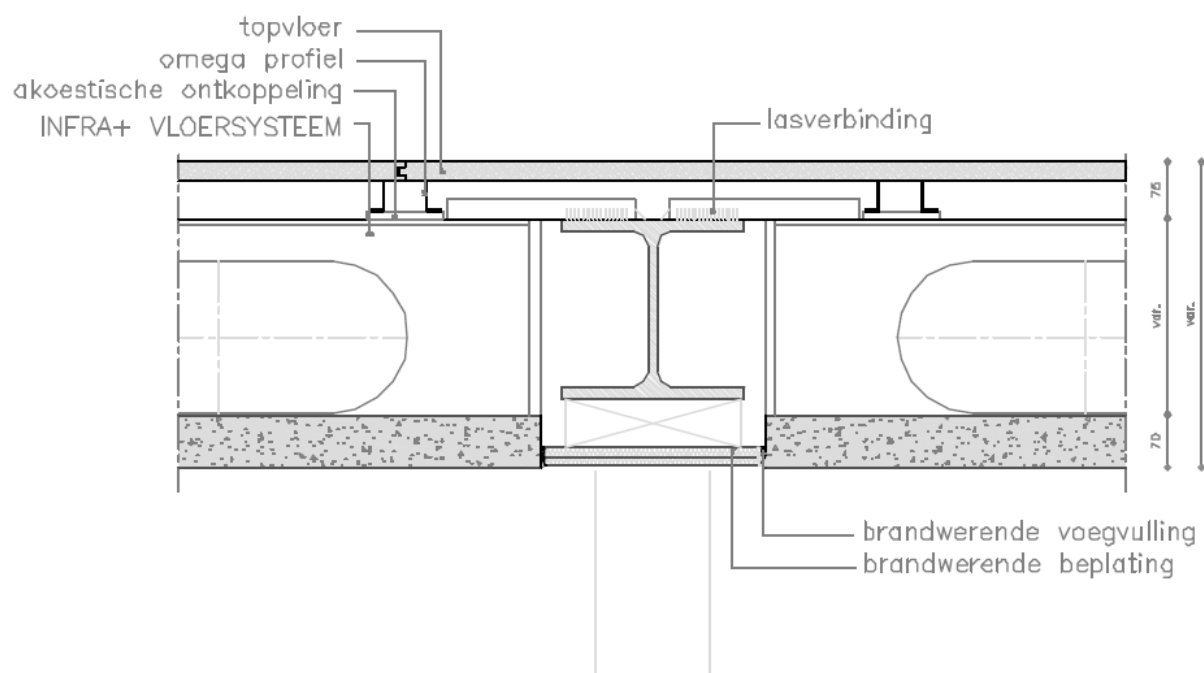
KOPPELING PLATEN ONDERLING

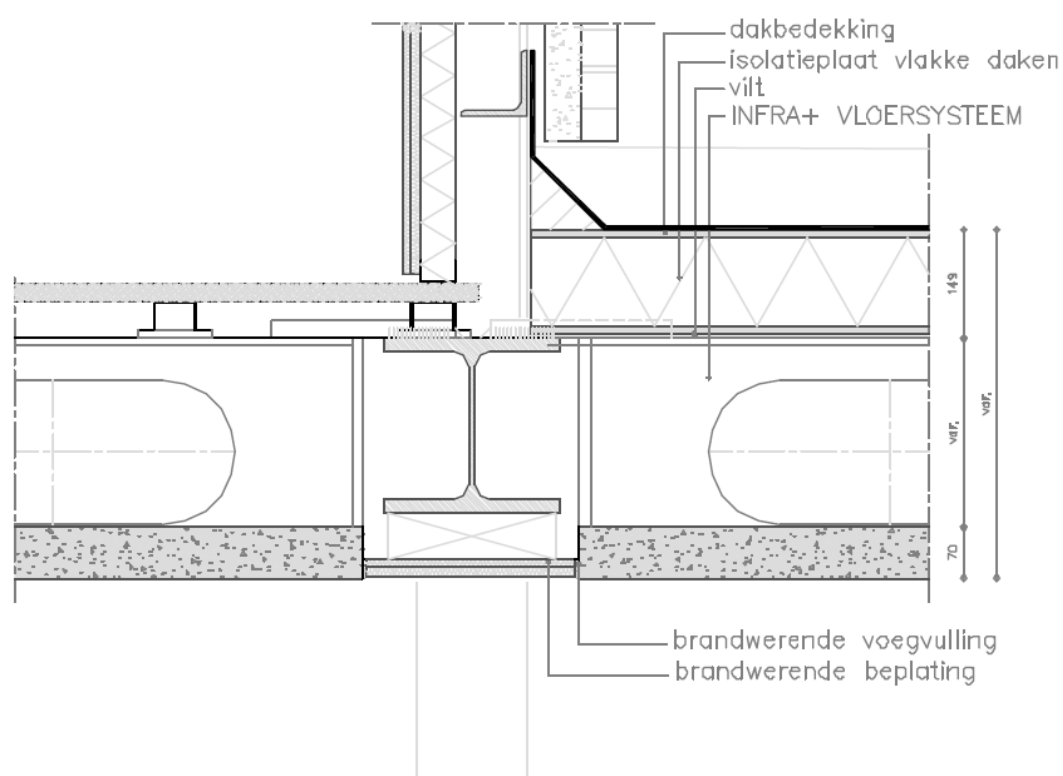
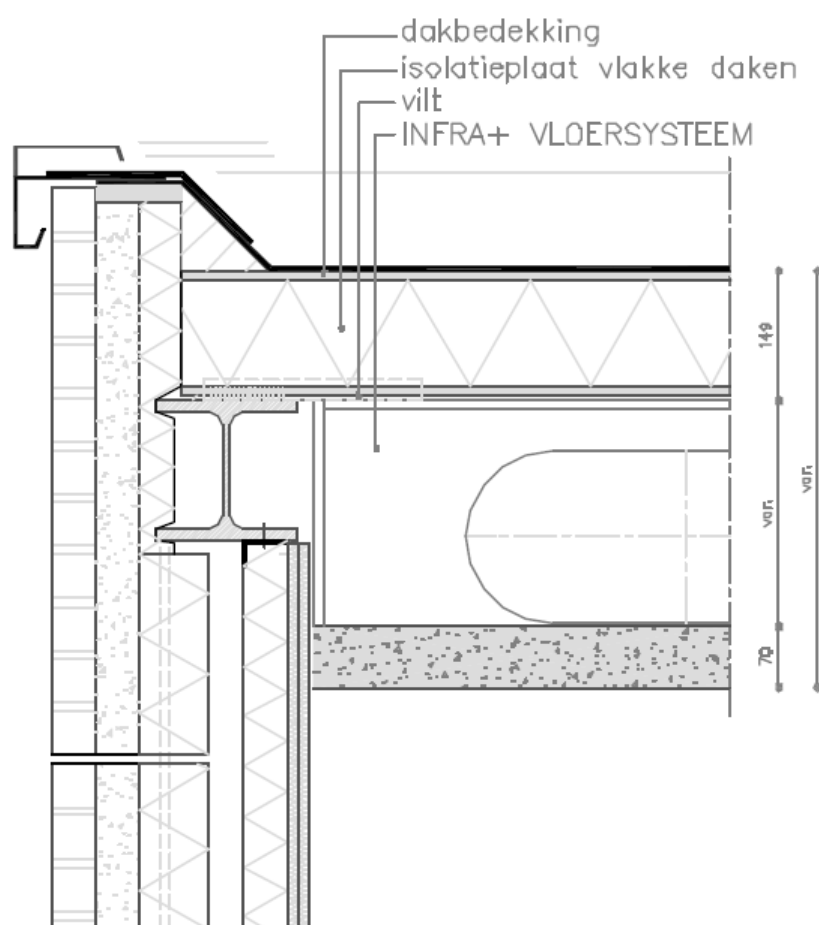
- Als $a < 425\text{mm}$ dan detail 06 anders detail 04

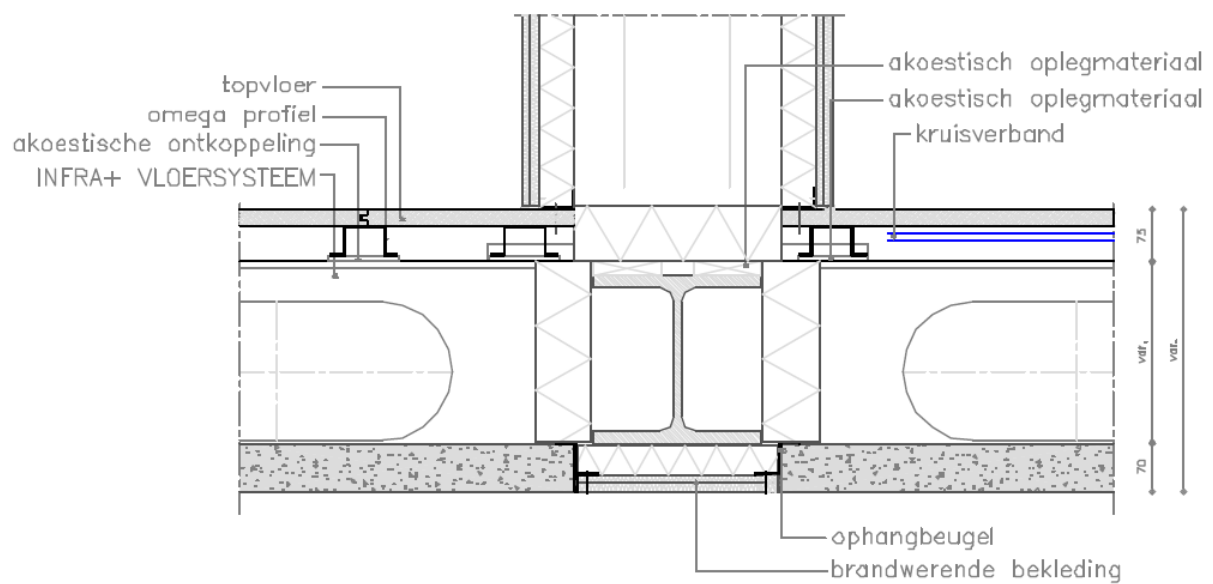
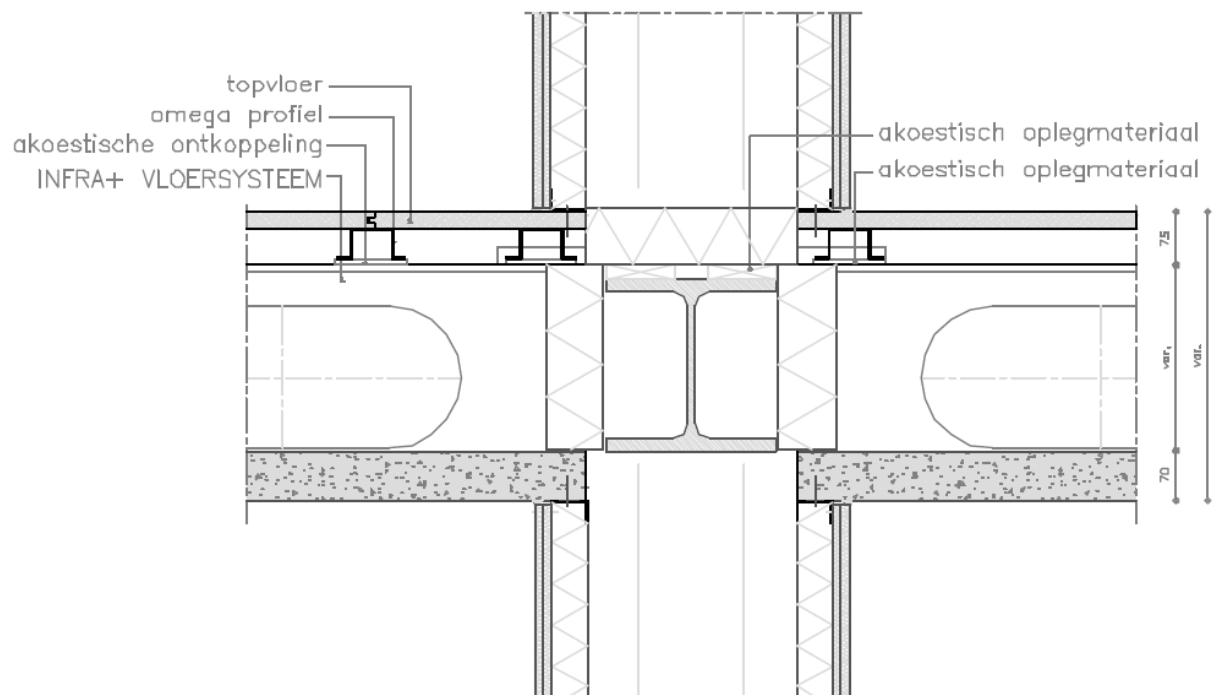


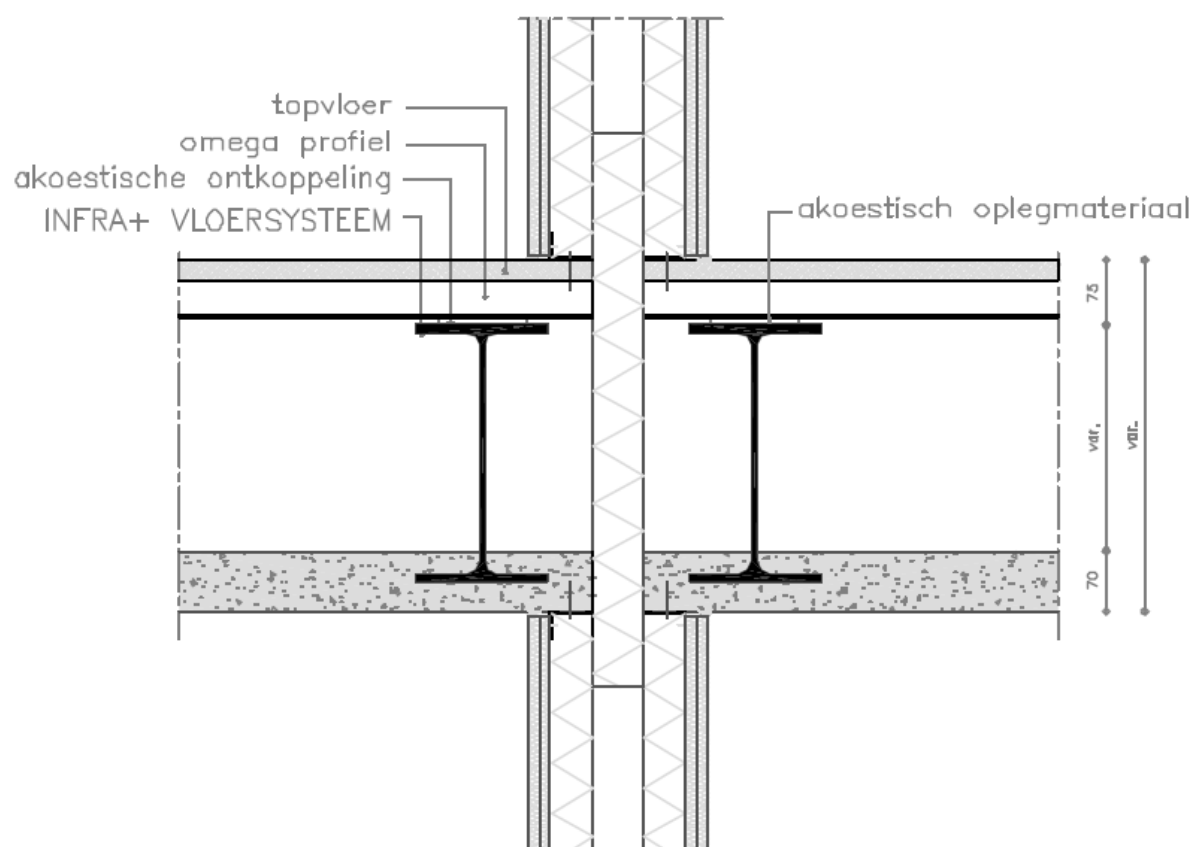












Details traditioneel

