



Conceptueel naar een hoger niveau

Een exploratief onderzoek naar de toepassing van het Trento[®] concept van Nijhuis Bouw in de gestapelde woningbouw

BSc Thesis Eindverslag
Henri Mauritz
14 juli 2019

UNIVERSITY
OF TWENTE.

nijhuis

Nijhuis Bouw B.V.

Colofon

Student:

H.H. Mauritz (Henri)
Studentnummer: 1861174
BSc Civiele Techniek
Universiteit Twente

Bedrijfsbegeleider

Ir. R.M.W. van Riggelen (René)
Hoofd Bouwprocesontwikkeling
Nijhuis Bouw B.V.

UT-begeleider

Ing. G.H. Snellink (Gerrit)
Docent CME
Universiteit Twente

Tweede beoordelaar

Ir. D.W. Poppema (Daan)
PhD kandidaat WEM
Universiteit Twente

Voorwoord

Voor u ligt het eindverslag van mijn Bachelor Thesis 'Conceptueel naar een hoger niveau' ter afronding van mijn studie Civiele Techniek aan de Universiteit Twente. Gedurende twaalf weken heb ik bij en voor Nijhuis Bouw B.V. een wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd en daar dit verslag over geschreven. Het was een leerzame en uitdagende tijd waarbij ik de kennis en vaardigheden die ik tijdens mijn opleiding heb opgedaan in de praktijk heb kunnen toepassen. Tevens heb ik van veel nieuwe zaken kennis vernomen en mijn vaardigheden verder ontwikkeld.

Mijn dank gaat uit naar Nijhuis voor het faciliteren van dit onderzoek. Daarnaast wil ik Gerrit Snellink, de begeleider vanuit mijn opleiding, bedanken voor zijn begeleiding.

In het bijzonder wil ik mijn externe begeleider, René van Riggelen, bedanken voor de dagelijkse begeleiding en ondersteuning tijdens het afstudeertraject. René stond altijd voor mij klaar. Zijn enthousiasme werkt aanstekelijk en was voor mij een bron van inspiratie en motivatie.

Tenslotte wil ik mijn dank uitspreken naar de volgende personen die namens de instelling waar zij werkzaam zijn een bijdrage hebben geleverd aan dit onderzoek: Germen Schuiling namens IngenieursGroep Emmen, Hans Mombarg en Erik de Vries namens Heembeton, Koos Hoekstra en Henri Nijhof namens IJB Groep, Gerard Wittebol namens VBI en Jeroen van Helvoirt namens Bestcon.

Ik wens u veel plezier toe bij het lezen van dit verslag.

Henri Mauritz

Ochten, 7 juli 2019

Samenvatting

In dit verslag is het exploratieve onderzoek naar de toepassing van het Trento concept in de gestapelde woningbouw beschreven. Aanleiding voor het onderzoek is de groeiende vraag naar gestapelde woningbouwprojecten die Nijhuis Bouw ervaart. Nijhuis wil zijn bestaande Trento concept gebruiken om op deze groeiende vraag in te spelen. Daarvoor is inzicht nodig in de implicaties die het heeft om de toepassing van het Trento concept, dat oorspronkelijk ontwikkeld is voor de realisatie van grondgebonden woningen, te verbreden naar de gestapelde woningbouw. De probleemstelling luidt als volgt:

Het ontbreekt Nijhuis aan inzicht om een weloverwogen beslissing te nemen over het vergroten van de toepassing van het Trento concept in de gestapelde woningbouw.

Het doel van dit onderzoek is tweeledig en luidt als volgt:

Het doel van dit onderzoek is om ...

vast te stellen in hoeverre Nijhuis met de huidige Trento productselectie redelijkerwijs oplossingen kan aanbieden voor gestapelde woningbouwprojecten. (1)

te bepalen wat redelijke alternatieven zijn op de huidige Trento productselectie en ontwerpprincipes om de toepassing van het concept in de gestapelde woningbouw te vergroten. (2)

Met productselectie worden de componenten bedoeld waaruit het prefab bouwsysteem van het Trento concept bestaat.

Om het onderzoeksdoel te verwezenlijken zijn onderzoeksvragen opgesteld. Hoofdvraag één en twee van dit onderzoek zijn een vertaling van respectievelijk het eerste en tweede lid van het onderzoeksdoel in vraagvorm. Daarnaast zijn vier deelvragen geformuleerd.

Deze studie beperkt zich tot de aspecten die gerelateerd zijn aan of invloed hebben op de hoofddraagconstructie van een gestapeld woongebouw.

Om tot een beantwoording te komen zijn verschillende onderzoeksmethodes toegepast. Eerst is literatuuronderzoek en documentenonderzoek verricht. Op basis daarvan zijn beoordelingsaspecten opgesteld om de toepassing van het concept in de gestapelde woningbouw mee te beoordelen (deelvraag één). Vervolgens zijn vier diepte interviews gehouden bij de industriële producenten van de hoofddraagconstructie en is overleg geweest met de hoofdconstructeur van het Trento concept om te bepalen:

- Door welke knelpunten de toepassing van het huidige Trento concept in de gestapelde woningbouw wordt begrensd (deelvraag twee).
- Welke alternatieven op het huidige Trento concept kunnen worden aangedragen om de toepassing in de gestapelde woningbouw te vergroten (deelvraag drie).
- Wat de kansen en belemmeringen van de aangedragen alternatieven zijn (deelvraag vier).

Tijdens de interviews is gefocust op het beantwoorden van bovenstaande deelvragen vanuit het perspectief van de individuele bouwcomponenten waaruit de hoofddraagconstructie bestaat, namelijk: (1) prefab funderingsbalken op palen van IJB Groep, (2) prefab wanden en gevels van Heembeton en (3) prefab vloeren van VBI. Het vierde interview is afgenomen bij Bestcon, een producent van prefab betonnen casco's voor hoogbouw waar Nijhuis momenteel nog geen samenwerkingsverband mee heeft (potentiële producent voor Trento). Tijdens het overleg met de hoofdconstructeur is gefocust op de constructieve samenhang van en interactie tussen de componenten. Zo is een volledig beeld ontstaan van de knelpunten, alternatieven, kansen en belemmeringen aangaand de hoofddraagconstructie.

Met de huidige Trento productselectie kan het Trento concept tot zes, zeven à acht bouwlagen worden toegepast in de gestapelde woningbouw, afhankelijk van de aangedragen alternatieven die gekozen worden (hoofdvraag één). Hierbij gaat het om alternatieven die met de huidige productselectie gerealiseerd kunnen worden.

Per aangedragen alternatief zijn de kansen en belemmeringen benoemd. Op basis daarvan zijn de alternatieven per deeloplossing gerangschikt van meest naar minst redelijk en kansrijk. Hierbij gaat het om zowel

alternatieven die niet, als alternatieven die wel met de huidige Trento productselectie gerealiseerd kunnen worden. Er is niet geconcludeerd of een alternatief wel of niet redelijk is (hoofdvraag twee).

Op basis van de onderzoeksuitkomsten worden kansrijke combinaties van alternatieven aanbevolen voor vervolgonderzoek. Voor vervolgonderzoek wordt onder anderen aanbevolen om kansrijke combinaties van alternatieven constructief en qua kosten verder door te rekenen, en om marktonderzoek uit te voeren.

Lijst van afkortingen

BPO	Bouwprocesontwikkeling (afdeling Nijhuis Bouw)
HB	Heembeton
hsb	houtskeletbouw
IGE	IngenieursGroep Emmen
i.h.w.	in het werk
prefab	prefabricated (en) / geprefabriceerd (nl)

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Conceptueel bouwen	7
1.2	Trento concept.....	7
1.3	Probleemstelling	8
1.4	Onderzoeksdoel en scope.....	9
1.5	Onderzoeksvragen	11
1.6	Relevantie.....	11
2	Onderzoeksmethodologie.....	12
2.1	Deelvragen onderzoek	12
2.2	Onderzoeksproces.....	12
2.3	Deskresearch	13
2.4	Diepte interviews	14
2.5	Overleg hoofdconstructeur	15
2.6	Leeswijzer verslag	16
3	Beoordelingsaspecten	17
3.1	Trento principes Nijhuis.....	17
3.2	Bouwregelgeving.....	18
3.3	Constructieve veiligheid	19
4	Knelpunten huidige Trento concept.....	20
4.1	Funderingsoplossing IJB.....	20
4.2	Huidige vloeroplossing VBI	24
4.3	Huidige oplossing wanden en gevels Heembeton	28
4.4	Overige knelpunten en kantelpunten	31
5	Alternatieven	33
5.1	Morfologisch overzicht alternatieven	33
5.2	Kansen en belemmeringen	35
6	Conclusie.....	48
6.1	Conclusie deelvragen	48
6.2	Conclusie hoofdvragen	49
7	Discussie	52
7.1	Validiteit	52
7.2	Aanbevelingen	53
8	Referenties.....	55
9	Lijst van tabellen en figuren.....	56
Bijlage A	Vorbereiding interviews	58
A.1	Vorbereiding algemeen	58
A.2	Vorbereiding interview Heembeton.....	58

A.3	Vorbereiding interview IJB.....	61
A.4	Vorbereiding interview VBI.....	63
A.5	Vorbereiding interview Bestcon.....	66
Bijlage B	Rapport overleg Hoofdconstructeur	69
B.1	Knelpunten	70
B.2	Alternatieven	76
B.3	Overige inzichten	88
Bijlage C	Technische details.....	89
C.1	Vloeroplossing	89
C.2	Details trekbandwapening.....	91
C.3	Aansluit details SIPs gevel	94
Bijlage D	Interview transcripties	95
D.1	Transcriptie interview Heembeton	95
D.2	Transcriptie interview IJB	116
D.3	Transcriptie interview VBI	134
D.4	Transcriptie interview Bestcon	153

1 Inleiding

De opdrachtgever van dit onderzoek is Nijhuis Bouw B.V. Het onderzoek is uitgevoerd binnen de afdeling Bouwprocesontwikkeling. De werkzaamheden van Nijhuis bestaan uit de nieuwbouw en instandhouding van woningen. Het bedrijf is voornamelijk actief in de sociale woningbouwsector en het midden(huur)segment van de vrije sector. Nijhuis is in mindere mate ook actief in de utiliteitsbouw. Een aanzienlijk deel van de omzet wordt gegenereerd uit eigen project- en locatieontwikkeling. Het innovatieve karakter van Nijhuis uit zich in de ontwikkeling en toepassing van het Trento woningbouw- en renovatieconcept.

Dit onderzoek heeft betrekking op het Trento woningbouwconcept. Dit hoofdstuk begint met een beknopte uitleg van het fenomeen ‘conceptueel bouwen’ en geeft een introductie tot het Trento concept. Daarna worden achtereenvolgens de probleemstelling, het onderzoeksdoel, de onderzoeksvragen en de afbakening en relevantie van het onderzoek beschreven.

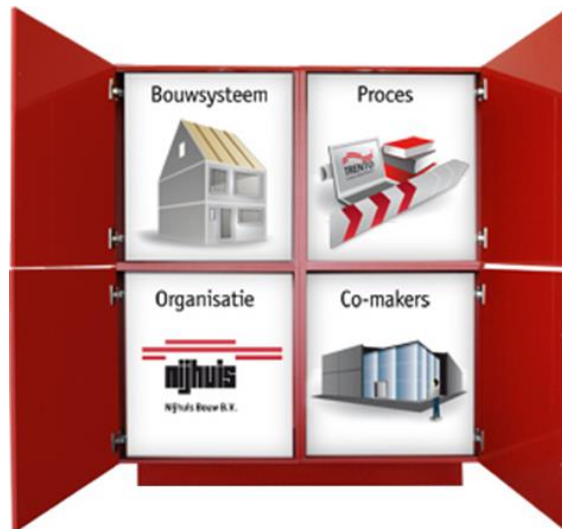
1.1 Conceptueel bouwen

Conceptueel bouwen is het realiseren van bouwprojecten vanuit bouwconcepten. Een bouwconcept is een herhaalbare maar wel flexibele oplossing (Huijbregts, 2017). Een concept is projectongebonden; dat wil zeggen dat de oplossing niet is ontwikkeld voor een specifieke klant maar voor een bepaalde doelgroep. De oplossing kan telkens worden herhaald maar biedt per project wel ruimte voor verschillen om aan specifieke klantwensen en –eisen (maatwerk) te voldoen. Zo ontstaan unieke woningbouwprojecten vanuit hetzelfde concept. Een concept wordt door één partij aangeboden, de conceptaanbieder, die de volledige verantwoordelijkheid op zich neemt. Om de oplossing mogelijk te maken gaat de aanbieder duurzame samenwerkingsverbanden aan met een aantal schakels in de keten (ontwerpers, bouwers en toeleveranciers) (Huijbregts, 2008). Deze partijen stemmen onderling hun productiewijzen en organisatie op elkaar af voor een gezamenlijk resultaat. Een bouwconcept vervult dus voor verschillende partijen een functie. Aan de ene kant moet het concept inzicht verschaffen in de mogelijke oplossingen voor een klant. Aan de andere kant is het een platform voor de conceptaanbieder en zijn partners om hun bijdragen te coördineren en om kennis te verzamelen en uit te wisselen. De mate van maatwerk binnen een concept is afhankelijk van het aantal componenten waarmee een oplossing kan worden samengesteld, de flexibiliteit van deze componenten en de mogelijkheid om unieke elementen toe te passen (Dijkhuizen, 2009). Elk concept heeft zijn eigen regels voor maatwerk.

Conceptueel bouwen is een alternatief op de traditionele manier van bouwen. In de traditionele benadering wordt voor elk project een nieuwe, unieke oplossing bedacht. De opdrachtgever zet een vraag in de markt. Vervolgens vormen verschillende partijen een eenmalige ‘coalitie’ om het unieke project te bouwen. Echter, deze benadering wordt steeds complexer vanwege het toenemende aantal bouwmaterialen en -systemen (product innovaties), het toenemende aantal partijen die bij het bouwproces zijn betrokken, het toenemende aantal regels en de toenemende diversiteit van projecten (Dijkhuizen, 2009). In de praktijk is deze complexiteit moeilijk te beheersen met als gevolg een inefficiënt proces dat leidt tot oplossingen die niet aan de verwachtingen voldoen en doorgaans gepaard gaan met hoge faalkosten. Conceptueel bouwen biedt uitkomst door de oplossingsruimte af te bakenen. De oplossingsruimte die over blijft bevat de projectongebonden (deel)oplossingen van het concept die zijn toegespitst op de doelgroep en waarmee de conceptaanbieder op herhaalbare wijze unieke projecten efficiënter en winstgevender kan realiseren. Herhaalbaarheid is een essentieel aspect van conceptueel bouwen. Door te herhalen kunnen de uitkomsten worden geëvalueerd en het concept worden verbeterd.

1.2 Trento concept

Nijhuis is conceptaanbieder van het Trento woningbouwconcept. Het concept bestaat uit vier deeloplossingen waar stevast naar wordt gehandeld bij het realiseren van woningbouwprojecten, namelijk: bouwsysteem, proces, organisatie en co-makers. Nijhuis representeert het concept als een kast, de Trento kast, waarin de vier deeloplossingen als het ware op de plank liggen, zie Figuur 1. Trento maakt het mogelijk om unieke woningontwerpen te realiseren, afgestemd op individuele klantwensen, zonder de woning telkens opnieuw technisch uit te moeten werken. Voor de technische uitwerking maakt Nijhuis keuzes uit de kast.



Figuur 1: Trento kast (Nijhuis Bouw B.V., z.j.).

Het **bouwsysteem**, ook wel productselectie genoemd, bestaat uit bouwcomponenten die industrieel zijn vervaardigd.

De fabrikanten en toeleveranciers van de bouwcomponenten zijn toegewijde partners, zogenaamde **co-makers**, waarmee Nijhuis een duurzame ketensamenwerking is aangegaan. Naast de toeleveranciers van bouwcomponenten zijn ook adviseurs, constructeurs en partners voor de montage, installatie en afwerking betrokken als co-maker.

Uniek aan het **proces** dat Nijhuis hanteert is het integraal ontwerp (IO). De gezamenlijke kennis van alle co-makers van de industriële productie wordt bijgehouden in de Trento kennisbank. Met het IO optimaliseert Nijhuis de samenhang tussen bewonerswensen, bouwdelen en installaties op basis van de kennis uit de kennisbank. De optimale samenhang van een huis wordt ontworpen naar de uitgangspunten van de productieprocessen van de industriële producenten. Op deze manier zijn de betrokken partijen goed op elkaar afgestemd wat resulteert in tijdwinst tijdens het ontwerpproces, goede maakbaarheid van de bouwcomponenten in de fabriek, optimale prijs-kwaliteitverhouding en lage faalkosten.

Nijhuis is de **organisatie** achter het Trento concept (conceptaanbieder). Nijhuis stelt projectteams samen op basis van Trento expertise en ervaring. Nijhuis' medewerkers zijn getraind in het herhalen met de conceptstandaard en het systematisch evalueren en verbeteren daarvan.

1.3 Probleemstelling

De laatste jaren ervaart Nijhuis een groeiende vraag naar gestapelde woningbouw. De omzet van de gestapelde woningbouwprojecten die voor aankomend jaar op de planning staan is aanzienlijk hoger dan dit jaar. Deze is goed voor de helft van de totale geplande omzet. Nijhuis wil inspelen op deze groeiende markt door het bestaande Trento concept te gebruiken om een conceptuele oplossing aan te bieden. Echter, de huidige Trento productselectie en ontwerpprincipes zijn in eerste instantie ontwikkeld voor de grondgebonden woningbouw. Gestapelde woningbouw verschilt van grondgebonden woningbouw op een meerdere gebieden. Een belangrijk verschil is het aantal bouwlagen. Bij gestapelde woongebouwen kan het aantal bouwlagen veel hoger oplopen dan bij grondgebonden woningen. Naarmate hoger wordt gebouwd neemt de belasting die werk op de draagconstructie toe, wat gevolgen heeft voor constructieve elementen en stabiliteitsvoorzieningen. Daarnaast bevinden appartementen in gestapelde woongebouwen zich boven en naast elkaar, waardoor openbare ruimtes en faciliteiten nodig zijn ten behoeve van horizontale en verticale toegang tot de appartementen, zoals trappenhuisen, gangen en liften. Vanuit deze ruimtes en faciliteiten ontstaan nieuwe technische uitdagingen, zoals het voorkomen van geluidshinder. Zo zijn er meer zaken die op grondgebonden woningen niet van toepassing zijn, maar waarvoor in de gestapelde woningbouw wel een oplossing moet worden gevonden. Balkons zijn daar een ander voorbeeld van. Ten slotte zijn op het ontwerp van hoge gebouwen strengere en aanvullende bouwvoorschriften van toepassing ten opzichte van lage gebouwen.

Het Trento concept is niet ontwikkeld met deze dingen in het vizier. Oplossingen voor diverse zaken – zoals openbare ruimtes en faciliteiten en de daarmee samenhangende technische uitdagingen – bestaan nog niet. Bestaande oplossingen zijn gericht op de grondgebonden woningbouw en zijn dus suboptimaal of zelfs problematisch voor de gestapelde woningbouw. Om deze reden kan Trento niet direct worden toegepast op gestapelde woningbouw projecten. Door dit wel te doen moeten buitensporig dure maatregelen genomen worden om te voldoen aan de ontwerpeisen, de wensen van de klant en de bouwvoorschriften. Om dit te voorkomen is inzicht nodig in de implicaties van het toepassen van het bouwconcept buiten zijn oorspronkelijke oplossingsruimte. Nijhuis heeft deze inzicht nodig om een weloverwogen besluit te kunnen maken over het gebruik van het Trento bouwconcept voor het aanbieden van een conceptuele oplossing voor gestapelde woningbouwprojecten.

Op dit moment beschikt Nijhuis niet over voldoende inzicht en heeft Nijhuis zich beperkt tot projecten met maximaal vijf bouwlagen. Dit is een voorzichtige schatting, gebaseerd op de expertise van deskundige ontwerpingenieurs. Projecten met meer dan vijf bouwlagen worden óf niet aangenomen, óf worden uitgevoerd op de traditionele wijze. Beide zijn onwenselijk. Het wil echter zo zijn dat recente innovaties en projecten in de bouwsector Nijhuis tot inzicht hebben doen komen dat de begrenzing op vijf bouwlagen mogelijk verouderd en erg conservatief is, en dat het toepassen van Trento op gebouwen met meer dan vijf bouwlagen een potentie is die de moeite waard is om te onderzoeken. Naast het beperkte aantal bouwlagen is een andere probleem dat het 'conceptuele niveau' van Trento voor gestapelde woningbouw achterloopt ten opzichte van grondgebonden woningbouw. Zoals aangegeven in het stuk hierboven zijn oplossingen suboptimaal dan wel afwezig. Dit resulteert in onwenselijk maatwerk voor een project en daarmee voor een slechte herhaalbaarheid van de oplossing. Beide problemen vereisen inzicht in de implicaties van het toepassen van het Trento concept in de grondgebonden woningbouw en pleiten daarom voor een heroverweging van de Trento productselectie en ontwerpprincipes om zo tot een betere oplossing te komen en te bepalen tot op welke hoogte het concept toepasbaar is.

Het probleem dat in deze paragraaf is geschetst kan het best worden omschreven met de volgende probleemstelling:

Het ontbreekt Nijhuis aan inzicht om een weloverwogen beslissing te nemen over het vergroten van de toepassing van het Trento concept in de gestapelde woningbouw.

1.4 Onderzoeksdoel en scope

Een conceptuele oplossing is ontwikkeld voor een specifieke doelmarkt. Dat vereist een compromis. Aan de ene kant moet de doelmarkt voldoende potentiële klanten bevatten om te verzekeren dat de ontwikkeling van de conceptuele oplossing winstgevend is. Aan de andere kant moet de afzetmarkt specifiek genoeg zijn waardoor projecten soortgelijke karakteristieke eigenschappen hebben zodat de effectiviteit van een herhaalbare oplossing gewaarborgd is. Het probleem van dit onderzoek kan daarom vanuit twee kanten worden benaderd.

Een manier is om het probleem vanuit het perspectief van de markt te benaderen. Nijhuis richt zich er op om ongeveer tachtig procent van de vraag in de gestapelde woningbouwmarkt met het concept te bedienen. Hiertoe is inzicht nodig in welke oplossing overeenkomt met tachtig procent van de vraag. Dat vereist marktonderzoek. Op basis van deze informatie kan een conceptuele oplossing worden ontwikkeld. Door het probleem te benaderen vanuit het marktperspectief, wordt aan de conceptuele oplossing vorm gegeven door de vraag vanuit de markt.

Het probleem kan ook benaderd worden vanuit het perspectief van de oplossing. Nijhuis wil zijn conceptuele oplossing voor de gestapelde woningbouw voortbouwen op het bestaande Trento concept, wat betekent dat de huidige Trento productselectie en de ontwerpprincipes een belangrijk uitgangspunt zijn. Nijhuis, echter, erkent dat dit leidt tot suboptimale oplossingen waarmee slechts een klein deel van de markt bediend kan worden, zoals beschreven in hoofdstuk 2.1. Het is om deze reden dat Nijhuis openstaat voor redelijke alternatieven op de huidige productselectie en ontwerpprincipes. Met 'redelijk' wordt bedoeld dat de alternatieven gerechtvaardigd zijn vanuit een economisch en conceptueel perspectief en dat ze blijven bij Nijhuis' geprefereerde manier van werken en core business. De alternatieven moeten bijdragen aan een betere oplossing, d.w.z., ze moeten de maakbaarheid en herhaalbaarheid verbeteren en/of de toepassing van Trento

in de gestapelde woningbouw vergroten. Met het huidige Trento concept en redelijke alternatieven daarop kan Nijhuis een bepaalde markt bedienen. Als het probleem vanuit het perspectief van de oplossing wordt benaderd, wordt de doelmarkt dus bepaald door de oplossing die haalbaar is.

In dit onderzoek is het probleem benaderd vanuit de oplossingskant. Marktonderzoek vereist een heel ander soort expertise die buiten het vakgebied van de onderzoeker valt. Deze keuze is in overleg met Nijhuis gemaakt.

Het doel van dit onderzoek is tweeledig en luidt als volgt:

Het doel van dit onderzoek is om ...

vast te stellen in hoeverre Nijhuis met de huidige Trento productselectie redelijkerwijs oplossingen kan aanbieden voor gestapelde woningbouwprojecten. (1)

te bepalen wat redelijke alternatieven zijn op de huidige Trento productselectie en ontwerpprincipes om de toepassing van het concept in de gestapelde woningbouw te vergroten. (2)

Afbakening

Omwille van de tijd beperkt dit onderzoek zich tot de constructieve aspecten van de hoofddraagconstructie, oftewel de aspecten die gerelateerd zijn aan of van invloed zijn op de hoofddraagconstructie. Onder de hoofddraagconstructie vallen de fundering en het casco (vloeren, wanden en gevels) van een woongebouw.

Afbakening gebouwtypologie

Over het toepassen van Trento in de gestapelde woningbouw kunnen geen concrete uitspraken worden gedaan zonder 'gestapelde woningbouw' verder te definiëren en af te bakenen. Typologie is de ordening van gebouwen naar kenmerken en eigenschappen. Voorafgaand aan het onderzoek zijn zeven gebouwkenmerken gedefinieerd om de verschillende typen gestapelde woongebouwen mee te classificeren. Vier daarvan zijn in overleg met Nijhuis vastgelegd voor het onderzoek. Het onderzoek is toegespitst op gestapelde woongebouwen met die kenmerken. De overige gebouwkenmerken zijn als variabelen in het onderzoek opgenomen.

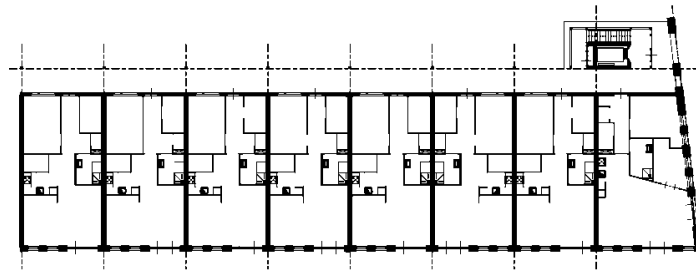
Vastgelegde gebouwkenmerken:

- **Gebouwontsluiting:** Manier waarop de toegang tot een woningen is geregeld. Dit onderzoek richt zich op galerijontsluiting. Bij galerijontsluiting is de toegang verticaal geregeld met een centraal trappenhuis (met lift) en horizontaal met een verkeersroute aan de buitenzijde van het gebouw.
- **Gebouwworm:** De basale vorm/ruimtelijke verschijning van de bouwmassa. Dit onderzoek focust zich op rechthoekige gebouwen met een langgerekte plattegrond.
- **Configuratie woongebouw:** Rangschikking van afzonderlijke woningen in het woongebouw. Dit onderzoek richt zich op een rij-configuratie (woningen zij-aan-zij in een rij).
- **Configuratie woonruimte:** Oriëntatie woning en ruimtelijke indeling (plattegrond). Vastgelegd voor dit onderzoek:
 - o Woning met minimaal twee gevels (mogelijkheid tot doorzonwoning).
 - o Volledige gebruiksoppervlak van een woning is gelegen op één verdieping.
 - o Geen balkons aan de kopgevelzijde.

Variabele gebouwkenmerken:

- **Stapelning:** Het aantal boven elkaar gelegen vloeren in een gebouw, geteld vanaf de fundering (dakvloer niet meegeteld).
- **Schakeling:** Aantal woningen aaneengeschakeld in een rij.
- **Beukmaat:** Breedte van een woning (afstand bouwmuur-bouwmuur/eindmuur).

Een voorbeeld van een gebouwplattegrond die voldoet aan de vastgelegde gebouwkenmerken is gegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Voorbeeld gebouwplattegrond (Consolis VBI, z.j.).

1.5 Onderzoeksvragen

De twee hoofdvragen van dit onderzoek volgen logisch uit het onderzoeksdoel. De vragen luiden als volgt:

- H1** In hoeverre kan Nijhuis met de huidige Trento productselectie redelijkerwijs een oplossing aanbieden voor gestapelde woningbouwprojecten?
- H2** Wat zijn redelijke alternatieven op de huidige Trento productselectie en ontwerpprincipes om de toepassing van het concept in de gestapelde woningbouw te vergroten?

1.6 Relevantie

Deze paragraaf behandelt de maatschappelijke en wetenschappelijke relevantie van dit onderzoek.

Maatschappelijke relevantie

Nederland kampt met een woningtekort. Het tekort in 2019 is door Capital Value en ABF Research geraamd op 263.000 woningen, dat is 3,4 procent van de woningvoorraad (ABF Research & Capital Value, 2019). Het tekort blijft de komende jaren aanhouden. Vooral het aanbod van huurwoningen blijft de komende vijf jaar (tot 2023) ver achter bij de vraag, zo staat vermeld in het rapport. Het gaat om 83.000 en 92.000 woningen in respectievelijk het midden- en het sociale segment. De toename van de woningbehoefte komt door de bevolkingsgroei en de kleiner wordende huishoudens (ABF Research, 2018). De corporaties staan voor een lastige opgave. Door de stijgende bouwkosten en het gebrek aan bouwlocaties kunnen zij minder nieuwe woningen bouwen (Buildsight 2019). Ontwikkelaars geven aan dat innovatieve bouwmethoden, in combinatie met het verlagen van de complexiteit van het op te leveren product en meer standaardisatie gewenst is om de bouwproductie te verhogen (ABF Research & Capital Value, 2019). Bouwconcepten als Trento bieden een oplossing. "Gestandaardiseerde oplossingen en prefab bouwsystemen verhogen de bouwsnelheid en verlagen de faalkosten" (Ministerie van Binnenlandse Zaken, 2014). Daarnaast zijn prefab bouwsystemen minder arbeidsintensief waardoor kan worden bespaard hoge loonkosten.

Wetenschappelijke relevantie

In de wetenschappelijke literatuur is weinig geschreven over conceptueel bouwen, ondanks de maatschappelijke relevantie en potentie van bouwconcepten. Dit onderzoek tracht deze lacune in de literatuur op te vullen.

2 Onderzoeksmethodologie

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van het doorlopen onderzoeksproces, de gebruikte dataverzamelmethode en de wijze waarop de data is geanalyseerd.

2.1 Deelvragen onderzoek

Om tot een beantwoording van de hoofdvragen te komen zijn vier deelvragen opgesteld.

Voor de beantwoording van beide hoofdvragen moet worden beoordeeld of iets wel of niet redelijk is of redelijkerwijs kan. Met 'redelijk' wordt bedoeld dat de huidige en alternatieve oplossingen gerechtvaardigd zijn vanuit een economisch en conceptueel perspectief en dat ze blijven bij Nijhuis' geprefereerde manier van werken en core business. Voor H1 moet de toepassing van het huidige Trento concept in de gestapelde woningbouw worden beoordeeld. H2 vraagt om een beoordeling van de alternatieven op het huidige concept. Voordat tot beoordelen kan worden overgegaan moet eerst worden onderzocht welke aspecten daarbij een relevante rol spelen. Het huidige concept en de alternatieven kunnen vervolgens op deze aspecten worden getoetst. Deelvraag één luidt als volgt:

- D1** Op welke aspecten moeten de huidige en alternatieve oplossingen van het Trento concept worden getoetst om te beoordelen of deze redelijk zijn?

Nadat de beoordelingsaspecten zijn opgesteld kan de toepassing van het Huidige Trento concept in de gestapelde woningbouw worden beoordeeld. Deelvraag twee luidt als volgt:

- D2** Door welke knelpunten wordt de toepassing van het huidige Trento concept in de gestapelde woningbouw begrensd?

Om de toepassing van het huidige Trento concept in de gestapelde woningbouw te vergroten moet worden gezocht naar alternatieven op de huidige Trento productselectie en ontwerpprincipes die de knelpunten, en daarmee de begrenzing, van de huidige toepassing wegnemen. Deelvraag drie luidt als volgt:

- D3** Welke alternatieven kunnen op de huidige Trento productselectie en ontwerpaanwijzingen worden aangedragen?

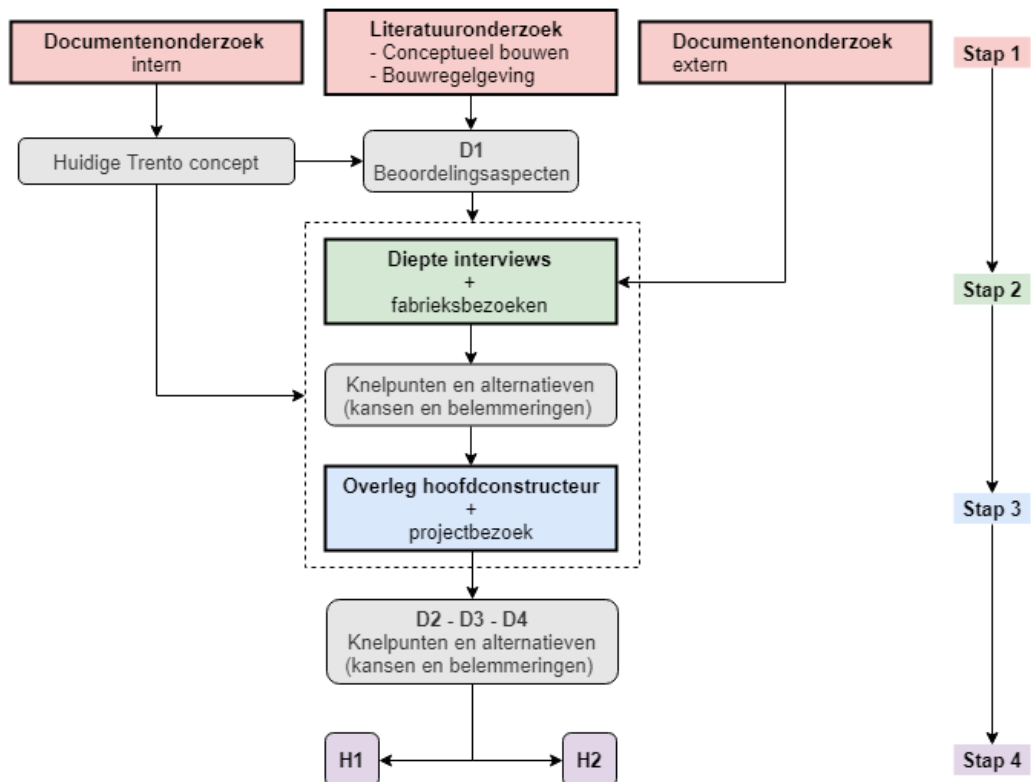
Alternatieven worden niet zomaar opgenomen in het Trento concept. Natuurlijk moet een alternatief kans bieden om de toepassing van Trento te vergroten, maar het alternatief moet ook redelijk zijn. Daarom moeten de alternatieven, evenals de huidige toepassing, worden getoetst op de beoordelingsaspecten. Deelvraag vier luidt als volgt:

- D4** Wat zijn de kansen en belemmeringen van de aangedragen alternatieven?

2.2 Onderzoeksproces

Om inzicht te krijgen in de toepassing van het Trento concept in de gestapelde woningbouw is kwalitatief onderzoek uitgevoerd. In dit onderzoek is zowel gebruik gemaakt van deskresearch als van fieldresearch om data te verzamelen.

Een vereenvoudigde schematische weergave van het doorlopen onderzoeksproces is gegeven in Figuur 3. Het doorlopen onderzoeksproces bestaat uit vier stappen. Tijdens de eerste stap is deskresearch uitgevoerd. Zo is er een literatuuronderzoek gedaan naar conceptueel bouwen en bouwregelgeving. Daarnaast is interne en externe documentatie onderzocht. De tweede en derde stap heeft bestaan uit fieldresearch. Zo zijn tijdens de tweede stap vier diepte interviews gehouden bij industriële producenten van prefab bouwcomponenten. Aansluitend op de interviews zijn de fabrieken van de geïnterviewden bezocht. Tijdens de derde stap is tweemaal overleg geweest met de hoofdconstructeur van het Trento concept en is een projectbezoek gebracht aan een prefab, gestapelde woningbouwproject. In de vierde en laatste stap zijn op basis van de verzamelde en geanalyseerde data uit de voorafgaande stappen de twee hoofdvragen van dit onderzoek beantwoord.



Figuur 3: Doorlopen onderzoeksproces.

2.3 Deskresearch

Deskresearch is tijdens stap één van het onderzoeksproces uitgevoerd.

Literatuuronderzoek

Voorafgaand aan het eigenlijke onderzoek, tijdens het schrijven van het research proposal, is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar conceptueel bouwen om daar inzicht in te krijgen. De resultaten van het onderzoek zijn verwerkt in de inleiding van dit verslag (zie paragraaf 1.1).

Tijdens het onderzoek zelf is een literatuuronderzoek gedaan naar bouwregelgeving om te bepalen of er, en zo ja welke aanvullende en/of zwaardere bouwvoorschriften van toepassing zijn op de gestapelde woningbouw ten opzichte van grondgebonden woningen. De bestudeerde literatuur betreft het Bouwbesluit 2012 en de Eurocodes. Het Bouwbesluit schrijft harde eisen voor. De Eurocodes bevatten normen voor het toetsen van de constructieve veiligheid van nieuwe bouwconstructies. Voor de uitwerking van constructieve eisen verwijst het Bouwbesluit doorgaans naar de Eurocodes. Ter aanvulling op deze bronnen zijn enkele wetenschappelijke artikelen bestudeerd voor meer diepgang.

De resultaten van beide literatuuronderzoeken zijn verwerkt in de beoordelingsaspecten.

Documentenonderzoek intern

In de eerste week van het onderzoek zijn internet documenten van Nijhuis aangaande het huidige Trento concept onderzocht. Daarbij zijn onder anderen drie door Nijhuis reeds uitgevoerde gestapelde woningbouwprojecten bestudeerd. Een belangrijk doel van het documentenonderzoek was inzicht krijgen in het huidige Trento concept. De inzichten zijn verwerkt in de beoordelingsaspecten en zijn daarnaast gebruik om de diepte interviews voor te bereiden.

Documentenonderzoek extern

Ter voorbereiding op de interviews zijn technische productdocumentaties van de geïnterviewden bestudeerd. De meeste documenten had Nijhuis reeds in handen, aangezien drie van de vier geïnterviewden co-makers zijn. De overige bestudeerde documenten zijn opgehaald van het internet.

2.4 Diepte interviews

Tijdens de tweede stap van dit onderzoek zijn vier diepte interviews gehouden met industriële producenten van prefab bouwcomponenten. Drie interviews zijn afgenomen bij de huidige Trento co-makers voor de hoofddraagconstructie, namelijk:

- IJB groep: Industriële producent van prefab, betonnen funderingen.
- Heembeton: Industriële producent van prefab wanden en binnenspouwbladen.
- VBI: Industriële producent van kanaalplaatvloeren.

Het vierde interview is afgenomen bij Bestcon. Bestcon is een industriële producent van prefab betoncasco's die zich focust op hoogbouwprojecten. Het bedrijf is geen co-maker van Trento en werkt ook buiten het concept niet samen met Nijhuis. Tijdens het onderzoek is besloten om een interview met Bestcon aan te vragen omdat het bedrijf steeds als interessante, alternatieve co-makers naar voren kwam.

Bij elk bedrijf is gevraagd voor een interview met een werknemer die expertise heeft op het gebied van het toepassen van de producten die het bedrijf produceert in de gestapelde woningbouw. De volgende personen zijn geïnterviewd:

- IJB Groep: Koos Hoekstra is geïnterviewd. Koos heeft veel ervaring opgebouwd als Constructeur bij IJB Groep. Koos is bijgestaan door zijn college Henri Nijhof die ook de functie Constructeur vervult.
- Heembeton: Hans Mombarg is geïnterviewd. Zijn functie is Senior Project Manager. Hij focust zich op hoogbouwprojecten. Hans is bijgestaan door zijn college Erik de Vries. Erik is Innovatie- en Productmanager. Erik is al lang werkzaam bij Heembeton en is goed bekend met het Trento concept.
- VBI: Gerard Wittebol is geïnterviewd. Zijn functie is Adviseur Bouwconcepten. Gerard heeft ruim dertig jaar werkervaring, onder anderen als constructeur, projectleider en tekenaar, en is 12 jaar werkzaam bij VBI.
- Bestcon: Jeroen van Helvoirt is geïnterviewd. Zijn functie is Manager Projectenbureau. Voorafgaand aan zijn huidige functie is hij vijf jaar werkzaam geweest als Projectleider en tien jaar als Technisch Manager bij Heijmans Bestcon (toenmalige Bestcon).

De interviews zijn gehouden bij de fabrieken waar de geïnterviewde bedrijven hun producten vervaardigen. Aansluitend op de interviews zijn de fabrieken van de geïnterviewden bezocht.

Kenmerken

Twee belangrijke kenmerken van de gehouden diepte interviews zijn:

1. De interviews zijn toegespitst op de individuele bouwcomponenten waaruit de hoofddraagconstructie bestaat.
2. Exploratief: De gehouden interviews zijn een verkenning van de mogelijke knelpunten en alternatieven (en kansen en belemmeringen van de alternatieven).

Vorbereiding interviews

De interviews zijn gehouden in de exploratieve onderzoeksfase. De interviewvorm die is gehanteerd en die daar goed bij past is semigestructureerd. Voor elk interview is een interviewschema met vragen opgesteld. De vragen zijn onderverdeeld in thema's en zijn algemeen en open geformuleerd. Op deze manier is structuur gegeven aan de interviews zonder de exploratieve aard daarvan te belemmeren. Eerst zijn telkens de algemene vragen gesteld. Voortbouwend op de opgedane inzichten is doorgevraagd om meer gedetailleerde informatie te verkrijgen. Elk interview heeft ongeveer drie uur in beslag genomen.

Een volledige uitwerking van de voorbereidingen op de gehouden interviews, inclusief vooronderzoek, doelstellingen en interviewschema's, is opgenomen in Bijlage A.

Interview data analyse

De interviews zijn vastgelegd met geluidsopnames. Voorafgaand aan de interviews is daarvoor toestemming gevraagd aan de geïnterviewden. De geluidsopnames zijn getranscribeerd. De transcripties zijn opgenomen in Bijlage D. De interviews zijn woordelijke getranscribeerd. Dat wil zeggen dat de gesproken opnames letterlijk zijn overgenomen met uitzondering van aarzelingen, stopwoordjes, stotteren, et cetera. Daarnaast is interpunctie toegevoegd om de leesbaarheid te verbeteren.

Vervolgens is de interviewdata (transcripten) gecodeerd en geanalyseerd. Dat is gedaan in Microsoft Excel. Fragmenten uit de interview transcripten zijn in Excel geplaatst. Aan de fragmenten zijn labels (codes) toegekend. Dat zijn trefwoorden die per fragment aangeven wat het hoofdthema daarvan is. Daarna zijn de codes met elkaar vergeleken en zijn bij elkaar horende labels ondergebracht onder overkoepelende codes. Een voorbeeld van een gecodeerde interview fragment uit Excel is Tabel 1.

Tabel 1: Voorbeeld gecodeerd interview fragment.

label 1	label 2	label 3 bouwsysteem	label 4 specifiek	bron inzicht	Interview fragment
principe	markt	vloer	marktaandeel	Interview VBI	10. G: <> Kanaalplaten zijn tot de dag van vandaag veel meer toegepast in grondgebonden woningen en nog maar heel beperkt in gestapelde woningbouw. Wij hebben dat een jaar of vier/vijf geleden laten onderzoeken en daaruit blijkt dat 90 procent breedplaat is. 11. HM: In de gestapelde bouw? 12. G: Ja. Vijf procent is getunneld en dat is eigenlijk nog steeds zo, en vijf procent was en is eigenlijk maar kanaalplaten.

Tenslotte zijn de fragmenten geanalyseerd. Daarbij is gebruikt gemaakt van de filterfunctie van Excel. Met de filterfunctie konden interview fragmenten met overeenkomstige labels snel bij elkaar worden gezocht om ze te vergelijken. Bijvoorbeeld alle fragmenten die gaan over knelpunten met betrekking tot de huidige vloeroplossing konden worden gevonden door te filteren op de labels 'knelpunt' en 'vloer'.

2.5 Overleg hoofdconstructeur

Tijdens de derde stap van dit onderzoek is overleg geweest met de hoofdconstructeur van het Trento concept. De hoofdconstructeur is Germen Schuiling van IngenieursGroep Emmen.

Qua voorbereiding en uitvoering is het gehouden overleg vergelijkbaar met semigestructureerde interviews. Echter, overleg met een constructeur resulteert in veel schetsen en berekeningen. Het is lastig om dergelijke data tekstueel uit te werken, zoals dat bij interviews gebeurt (transcriberen en coderen). Daarom is gekozen voor een andere aanpak.

Het overleg heeft plaatsgevonden in Rijssen gedurende circa tweeënhalf uur. Aanvullend daarop is nog twee maal telefonisch overleg geweest van in totaal ongeveer twee uur.

Kenmerken

1. Het overleg is toegespitst op de (constructieve) samenhang van en interactie tussen de individuele bouwcomponenten waaruit de hoofddraagconstructie bestaat.
2. Het gehouden overleg was niet exploratief zoals de gehouden interviews maar bouwt voort op de inzichten die zijn opgedaan tijdens de interviews. Het overleg was bedoeld om meer concrete informatie te krijgen aangaande de knelpunten van en alternatieven op het huidige Trento concept die uit de interviews naar voren zijn gekomen.

Vorbereiding overleg

Het overleg is gehouden nadat de interviewdata was getranscribeerd en gecodeerd. De belangrijkste interview inzichten per thema zijn met schetsen en steekwoorden uitgewerkt op papier. Deze uitwerking heeft gediend als leidraad voor het overleg.

Overleg data analyse

Zoals verwacht zijn tijdens het overleg veel schetsen gemaakt door de hoofdconstructeur. Daarnaast is het overleg vastgelegd met een geluidsopname en zijn aantekeningen gemaakt. Aan de hand van al deze data zijn de belangrijkste inzichten uitgewerkt in een rapport. In het rapport zijn de inzichten onderverdeeld in knelpunten van en alternatieven op het huidige Trento concept. Het rapport is teruggestuurd naar de hoofdconstructeur voor controle. Germen heeft vervolgens feedback gegeven die weer is verwerkt in het

rapport. Dat heeft zich een aantal keer herhaald totdat de volledige inhoud van het rapport is goedgekeurd door de hoofdconstructeur. Germen heeft dat bevestigd met zijn handtekening en stempel op het rapport.

Het volledige, definitieve rapport is opgenomen in Bijlage B.

2.6 Leeswijzer verslag

Het vervolg van dit verslag bestaat uit een zestal hoofdstukken.

- Hoofdstuk 3 bevat een beschrijving van de gevonden beoordelingsaspecten.
- Hoofdstuk 4 bevat een beschrijving van het huidige Trento concept en van de knelpunten van de toepassing van het huidige concept in de gestapelde woningbouw.
- Hoofdstuk 5 bevat een overzicht van de gevonden alternatieven, een beschrijving van de kansen en belemmeringen per alternatief en een afweging van de alternatieven per deeloplossing.
- Hoofdstuk 6 bevat de beantwoording van de twee hoofdvragen (conclusie).
- Hoofdstuk 0 bevat de discussie met een beschrijving van de validiteit en beperkingen van het onderzoek. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.
- Hoofdstuk 8 en 9 bevatten respectievelijk de referentielijst en de lijst van tabellen en figuren.

Tabel 2 beschrijft de koppeling tussen de gebruikte dataverzamelingmethoden, verslaglegging van de inzichten en het beantwoorden van de onderzoeksvragen.

Tabel 2: Koppeling methodologie – verslaglegging – onderzoeksvraag..

	Methodie	Verslaglegging	Vraag
Stap 1	Literatuuronderzoek conceptueel bouwen	Paragraaf 1.1: Conceptueel bouwen	-
		Paragraaf 3.1: Trento principes Nijhuis	D1
	Literatuuronderzoek bouwregelgeving	Paragraaf 3.2: Bouwregelgeving	D1
	Documentenonderzoek intern	Paragraaf 3.1: Trento principes Nijhuis	D1
	Documentenonderzoek extern	Bijlage A: Voorbereiding interviews	-
Stap 2	Diepte interview	Bijlage A: Voorbereiding interviews	-
		Bijlage D: Interview transcripties	-
		Hoofdstuk 4: Knelpunten huidige Trento concept	D2
		Hoofdstuk 5: Alternatieven	D3, D4
	Fabrieksbezoeken	<i>*Verwerkt door verslag</i>	-
Stap 3	Overleg hoofdconstructeur	Bijlage B: Rapport overleg hoofdconstructeur.	-
		Hoofdstuk 4: Knelpunten huidige Trento concept	D2
		Hoofdstuk 5: Alternatieven	D3, D4
	Projectbezoek	<i>*Verwerkt door verslag</i>	-
Stap 4	Conclusie	Hoofdstuk 6: Conclusie	H1, H2
	Discussie	Hoofdstuk 0: Discussie	-

3 Beoordelingsaspecten

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de relevante beoordelingsaspecten. Het huidige concept en de alternatieven zijn getoetst op deze aspecten. De drie hoofdaspecten die uit onderzoek naar voren zijn gekomen zijn: Trento principes Nijhuis, bouwregelgeving en constructieve veiligheid. Deze worden achtereenvolgens in dit hoofdstuk behandeld.

3.1 Trento principes Nijhuis

Het Trento concept is gebaseerd op een aantal principes. Deze zijn beknopt beschreven in deze paragraaf. Knelpunten en belemmeringen doen afbreuk aan deze principes. Kansen bevorderen deze principes.

Herhaalbaarheid

Herhalen is inherent aan conceptueel bouwen. Alleen door een oplossing te herhalen is het mogelijk om de uitkomst keer op keer te evalueren en de oplossing structureel te verbeteren. Nijhuis herhaalt met oplossingen uit de Trento kast. Dat is niet zonder meer mogelijk. Om tot een herhaalbaarheid te komen zijn onder andere duurzame samenwerkingsverbanden nodig tussen Nijhuis en de industriële producenten (toeleveranciers) van het bouwsysteem. Een prefab bouwsysteem valt of staat met een nauwkeurige voorbereiding. Een goede voorbereiding vraagt om kennis van elkaars processen en ontwerputgangspunten. Bij incidenteel samenwerken loont het niet de moeite om zich in elkaar werkwijzen te verdiepen. Alleen als er voor toeleveranciers op jaarbasis een goede omzet valt te behalen zijn zij bereid om vaste en de beste mensen in te zetten en met Nijhuis het proces en product te verbeteren. Daarom is herhalen met vaste producenten essentieel voor het Trento concept. Een keerzijde is dat herhalen met vaste toeleveranciers op gespannen voet staat met het vinden van de beste aanbieder, de laagste prijs. Echter, Nijhuis heeft de visie dat herhalen structureel meer oplevert dan traditioneel inkopen voor de beste prijs. Dat een toeleverancier tijdens een onderhandeling naar huis wordt gestuurd komt niet voor. Voor Nijhuis betekent herhalen dus ook echt altijd herhalen. Dat bouwt wederzijds vertrouwen.

Herhalen met een toeleverancier betekent ook herhalen met de producten die hij vervaardigd. Dat is belangrijk om te beseffen. Een keuze voor een product is automatisch een keuze voor de producent van dat product. Als de toepassing van een product in de gestapelde woningbouw is begrensd, en Nijhuis heeft ervoor gekozen om met de producent van dat product te herhalen, is daarmee ook de toepassing van het Trento concept begrensd.

In de bouwsector geldt: op de pieken van de productie zijn de rendementen het laagst. De productie opschalen naar de marktvraag, zonder dat dat ten koste gaat van een gezond rendement, kan alleen door te herhalen met van te voren gemaakte keuzes.

Voor goede herhaalbaarheid is het belangrijk om maatwerkdelen binnen de toepassing van het concept te beperken.

Maakbaarheid

Met maakbaarheid wordt de maakbaarheid van bouwcomponenten in de fabrieken van de industriële producenten (co-makers) bedoeld. De integrale ontwerpers van Nijhuis optimaliseren de samenhang tussen bewonerswensen, bouwcomponenten en installaties. De optimale samenhang van een huis wordt ontworpen naar de uitgangspunten van de productieprocessen van de industriële producenten. Deze uitgangspunten worden bijgehouden in de Trento kennisbank en vertellen Nijhuis hoe het ontwerp van een bouwcomponent er wel of niet uit moet zien om deze optimaal te kunnen vervaardigen in de fabriek. Op deze manier kan de productie goedkoper en sneller. Correcties die vlak voor de start van de productie nog moeten worden doorgevoerd worden voorkomen.

Slechte maakbaarheid verstoort de productieprocessen van de toeleveranciers.

Uitvoering

Het huidige Trento concept werkt volgens een vaste bouwvolgorde, namelijk: realiseren fundering > montage begane grondvloer > monteren casco > steiger plaatsen > dak dicht maken > afbouw binnen en buiten > steiger weghalen > plaatsen galerijen en balkons. De keuze voor deze volgorde hangt samen met een aantal principes die Nijhuis hanteert tijdens de uitvoering op de bouwplaats.

De belangrijkste uitvoeringsprincipes zijn:

- Efficiënt monteren om het casco zo snel mogelijk wind- en waterdicht te krijgen. De afbouw vindt plaats in het wind- en waterdichte casco. Water in het casco zorgt voor problemen.
- Het aantal arbeidsgangen beperken. Bewerkingen zo veel mogelijk clusteren. Vooral bij installaties is dat belangrijk. Bij voorkeur wordt de volledige installatie in één arbeidsgang gerealiseerd, waarna de bewerkingen voor de afwerkvloer in één arbeidsgang kunnen plaatsvinden.
- Aantal natte bewerkingen (bewerking waar nat beton aan te pas komt) beperken. De natte bewerkingen die er zijn zo veel mogelijk clusteren.
- Balkons en galerijen achteraf, na afbouw binnen en buiten, monteren. De aanvoer tijdens de afbouw gaat over steiger. Een steigeroplossing in combinatie met balkons en galerijen is mogelijk, maar complex.

Prefab bouwsysteem

Het Trento bouwsysteem bestaat uit geprefabriceerde bouwcomponenten die industrieel zijn vervaardigd in de fabrieken van de toeleveranciers. Nijhuis heeft bewust gekozen voor prefab. De belangrijkste redenen daarvoor zijn:

- Verdienmodel en positief toekomstperspectief van de 4.0 fabriek.
- Hogere bouwsnelheid. Minder overlast voor de omgeving en het casco sneller wind- en waterdicht.
- Minder natte bewerkingen op de bouwplaats.
- Bouwen is monteren. De oplossing is van tevoren bedacht en individuele bouwcomponenten zijn geprefabriceerd. Dat vraagt om meer werk in de voortrein, maar op de bouwplaats komt men niet voor onverwachte opgaven te staan. Het dring improvisatie op de bouwplaats terug.

Kostprijs

Woningen moeten los van het gas en de bouw bevindt zich op de pieken van de productie. Als gevolg daarvan is de kostprijs van woningen in korte tijd met twintig à dertig duizend euro gestegen en blijven bouwplannen op de plank liggen. Nijhuis heeft de ambitie de kostprijs van Trento woningen tien procent lager te maken dan de kostprijs van vergelijkbare woningen in de markt. Trento moet staan voor woningen met een verzekerde kwaliteit voor een goede prijs.

3.2 Bouwregelgeving

Er is een literatuurstudie naar de bouwregelgeving verricht om te bepalen of de deze aanvullende en/of zwaardere eisen voorschrijft voor gestapelde woongebouwen ten opzichte van grondgebonden woningen. Dat blijkt het geval te zijn voor voorschriften aangaande brandwerendheid en robuustheid.

Brandwerendheid

Artikel 2.10 van Bouwbesluit 2012 (<https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012>) bevat eisen inzake de tijdsduur van bezwijken van bouwconstructies in het geval van brand. Het tweede lid luidt:

“Een bouwconstructie bezwijkt bij brand in een brandcompartiment waarin die bouwconstructie niet ligt, niet binnen de in tabel XX aangegeven tijdsduur door het bezwijken van een bouwconstructie binnen of grenzend aan dat brandcompartiment.

Voor zover dat brandcompartiment een woonfunctie is, geldt dit niet voor een bouwconstructie van een aan dat brandcompartiment grenzend subbrandcompartiment of grenzende buitenruimte.”

De tabel waarnaar wordt verwezen bevat de in Tabel 3 opgenomen waarden.

Tabel 3: Eisen inzake tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken.

Woonfunctie	Tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken in minuten
Indien geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 7 m boven het meetniveau.	60
Indien een vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 7 m en geen vloer van een verblijfsgebied hoger ligt dan 13 m boven het meetniveau.	90

Indien een vloer van een verblijfgebied hoer ligt dan 13 m boven het meetniveau.	120
--	-----

In Artikel 2.10 wordt geregeld dat er geen of slecht beperkte voortschrijdende instorting mag plaatsvinden als gevolg van brand.

Een bouwconstructie wordt in de begripsbepaling in Artikel 1.1 gedefinieerd als een “onderdeel van een bouwwerk dat bestemd is om belasting te dragen”. In het geval van Trento zijn dat de wanden van Heembeton en de vloeren van VBI.

In de gestapelde woningbouw is elk appartement een brandcompartiment.

...

Robuustheid

...

3.3 Constructieve veiligheid

De hoofddraagconstructie is verantwoordelijk voor de stabiliteit van een gebouw en dient de veiligheid van het gebouw te waarborgen. Er moet worden beoordeeld in hoeverre Nijhuis met het huidige Trento concept en met redelijke alternatieven daarop de constructieve veiligheid van gestapelde woongebouwen kan waarborgen.

4 Knelpunten huidige Trento concept

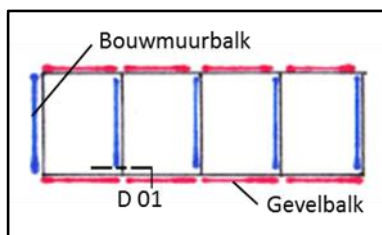
In dit hoofdstuk is een beschrijving van de toetsing van het huidige Trento concept opgenomen.

Leeswijzer tabellen:

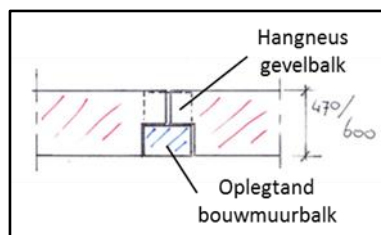
- ‘→’ Verwijst naar bijlage waarin meer informatie is opgenomen.
- ‘HB’ Verwijst naar het interview transcript van Heembeton in Bijlage D.
- ‘IJB’ Verwijst naar het interview transcript van IJB Groep in Bijlage D.
- ‘VBI’ Verwijst naar het interview transcript van VBI in Bijlage D.
- ‘IGE’ Verwijst naar het rapport van het overleg met de hoofdconstructeur in Bijlage B.

4.1 Funderingsoplossing IJB

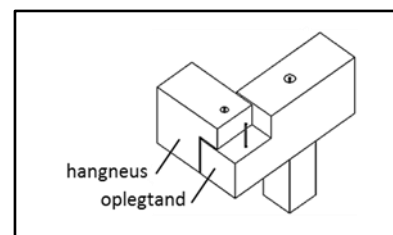
De huidige funderingsoplossing bestaat uit prefab betonnen funderingsbalken op hei- of mortelschroefpalen. De prefab funderingsbalken zijn onderling verbonden met zogenaamde tandverbindingen, waarbij de ene balk met een ‘hangneus’ op de ‘oplegtand’ van de andere balk rust, zie Figuur 4, Figuur 5 en Figuur 6.



Figuur 4: Bovenaanzicht plan funderingsbalken IJB.



Figuur 5: Tandverbinding doorsnede 01.



Figuur 6: Tandverbinding.

IJB Groep treedt op als co-maker voor de fundering en verzorgt het grondonderzoek, het ontwerp, de productie en de montage.

Fabrieksbezoek IJB

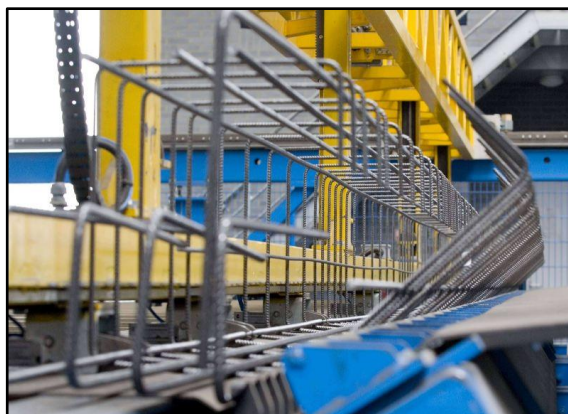
Na afloop van het interview is een bezoek gebracht aan de fabriek van IJB in Lemmer. De productie van heipalen en funderingsbalken is verschillend. Heipalen worden op lange spanbanen in rijen naast en achter elkaar gestort. Eerst wordt de wapening in de mallen gelegd en op spanning gebracht. Vervolgens worden de mallen volgestort met beton door een machine die op een rails over de baan rijdt. Het beton komt uit eigen betoncentrale en wordt aan het einde van de spanbanen vanaf boven in de machine gestort. Nadat het beton is uitgehard wordt de spanning van de baan gehaald en worden de palen die in dezelfde mal zijn gestort van elkaar losgekoppeld. Dit proces herhaalt zich twee keer per dag.

De productie van funderingsbalken is traditioneler. Deze worden rechtop in stalen mallen gestort. IJB hanteert standaard mallen met twee hoogtes: 470 en 600 mm. In de breedte en lengte kan wel worden gevarieerd. De wapeningskorven worden met afstandhouders in de mallen gelegd. Nadat eventuele instortvoorzieningen zijn aangebracht worden de balken door werknemers met een kubel gestort, zie Figuur 7. Het storten gebeurt één keer per dag.

De fabricage van de wapeningskorven is door IJB gerobotiseerd. Een unieke ‘vlechtrobot’ maak uit rollen wapeningstaal in geringe tijd wapeningskorven naar het ontwerp van de klant, zie Figuur 8. De robot is een goed voorbeeld van hoe met standaard bewerkingen unieke producten kunnen worden gefabriceerd.



Figuur 7: Productie funderingsbalken [fabriek IJB te Lemmer].



Figuur 8: Gerobotiseerde fabricage van wapeningskorven [fabriek IJB te Lemmer].

Expertise IJB en maakbaarheid

IJB is een bedrijf dat gegroeid is in de grondgebonden woningbouwsector. De laatste jaren heeft IJB zich toegespitst op de standaardisatie van zijn prefab funderingsbalken en –palen. Dat was nodig om de omvang van de marktvraag, de hoeveelheid, aan te kunnen. De standaardproducten van IJB zijn daarom ontwikkeld met het oog op grondgebonden woningen. IJB hanteert twee standaard maten voor de hoogte van zijn funderingsbalken: 470 en 600 mm. Dat zijn gangbare afmetingen voor grondgebonden woningen. Een enkele keer maakt IJB met aparte mallen hogere funderingsbalken (bijvoorbeeld 800 of 1000 mm). Echter, deze specials lopen niet mee in het standaard productieproces. De standaard heipalen zijn vierkant 25, 29, 32, 35, 38, 40, 42, 45 of 50 cm.

Een belangrijke boodschap van de geïnterviewden is om bij de standaard te blijven. Gestapelde woningbouwprojecten die te veel afwijken houdt IJB buiten de poort omdat afwijkingen het productieproces verstoren. De afdeling Verkoop van IJB beoordeelt of een project wel of niet realiseerbaar is met de standaardproducten. Daarbij wordt als eerste gekeken naar de stapelhoogte. Veel gestapelde woningbouwprojecten moeten worden afgeslagen omdat bij het ontwerp geen afstemming is geweest met de standaardproducten van IJB. Het aandeel van de balkenproductie van IJB voor de gestapelde woningbouw is momenteel slechts enkele procenten. Als Nijhuis met de prefab fundering van IJB gestapelde woningbouwprojecten wil realiseren moet het een samenwerking worden tussen Nijhuis, de constructeur en IJB om de belastingafdracht zodanig te regelen dat de standaard fundering kan worden toegepast. Bij de hoogbouwprojecten die IJB heeft gedaan zijn de gebouwen altijd zo ontworpen dat de funderingsbalken wat betreft belasting worden ontzien.

Herhaalbaarheid

IJB beschouwt elke fundering als uniek. Het komt vrijwel nooit voor dat de funderingen bij verschillende projecten hetzelfde zijn. Dat geldt ook voor Trento projecten. Het gaat IJB niet om herhalende funderingsontwerpen maar om herhalende bewerkingen in de fabriek, oftewel het verwezenlijken van unieke projecten door te herhalen met een standaard productselectie.

Prefab

De funderingen van IJB bestaan uit prefab elementen (balken en palen), met uitzondering van de i.h.w. gevormde mortelschroefpalen. Prefab funderingen zijn een uitdaging voor hoogbouwprojecten. “Ja, want hoogbouw en prefab, dat gaat niet een-op-een met elkaar door een deur” (KH, interview IJB 321). Beide geïnterviewden geven aan dat meer dan 80% van de funderingen in de gestapelde woningbouw i.h.w. zijn gestort.

Kostprijs

De geïnterviewden zijn kort maar krachtig over de kostprijs van een IJB fundering. Deze loopt uit de hand als niet wordt gebleven bij de standaardproducten van IJB.

Knelpunten en kantelpunten

De belangrijkste knelpunten en kantelpunten met betrekking tot de huidige funderingsoplossing zijn beschreven in Tabel 4.

Tabel 4: Overzicht knel- en kantelpunten huidige funderingsoplossing.

KN	Knelpunten	Bron
1.1	De capaciteit van de standaard balken van IJB is beperkt. Maatgevend is de dwarskrachtcapaciteit van de tandverbindingen. - De dwarskrachtcapaciteit van een 600 mm hoge balken is aanzienlijk hoger dan die van een 470 mm hoge balk (resp. 200 en 120 kN). - Een hangneus is kritischer dan een oplegtand. → Bijlage B.1.1	IJB, IGE
1.2	Een prefab fundering bestaat uit losse elementen. Elke (tand)verbinding is een verstoring van de doorsnede (onderbreking wapening en beton). Prefab funderingen hebben daarom aanzienlijk minder samenhang dan een monolithische constructie. → Bijlage B.1.1	IJB, IGE
1.3	Een concentratie van krachten (bv. in stabwanden of stabiliteitskernen) maakt een prefab fundering afwijkend van afmeting, lastig, bewerkelijk en daarmee duur en soms onmogelijk.	IJB
1.4	Bij kleine stabiliteitsvoorzieningen (korte wanden waaruit de stabiliteit wordt ontleend, zoals een liftkern) ontstaan vaak trekkrachten in de fundering. Dat zijn oneigenlijke krachten. De fundering moet in tegenovergestelde richting worden verkend. - De tandverbindingen zijn bedoeld als drukverbindingen. Om trekkrachten over te kunnen dragen moeten de verbindingen worden gewapend met (meerdere) stekken. - De rekenwaarde van de trekcapaciteit van hei- en mortelschroefpalen is beperkt.	IJB
1.5	Toleranties bij het plaatsen van funderingspalen en -balken en het instorten van voorzieningen is een knelpunt voor het aansluiten van stalen voorzieningen (o.a. voor het verankeren van stalen kolommen galerij/balkons in de fundering).	IJB
KA	Kantelpunten	Bron
1.1	In de regel is de fundering tot 5 à 6 lagen hoog niet anders dan bij reguliere woningen. Alleen de krachten zijn groter. Goed rekening houden met zwakke tandverbindingen.	IJB
1.2	> 6 bouwlagen: Krachten worden doorgaans anders verdeeld dan bij grondgebonden woningen. Vaker krachtenconcentraties.	IJB
1.3	4 à 5 bouwlagen: Kantelpunt toepassing standaard balken IJB. Maatregelen treffen om de balken qua belasting te ontzien.	IJB
1.4	De kostprijs van de fundering van IJB gaat uit de hand lopen als wordt afgeweken van de standaardproducten.	IJB
1.5	Voorop het gebied van samenhang is een i.h.w. gestorte fundering op een gegeven moment een betere keuze. Het kantelpunt is er wel, maar is moeilijk te kwantificeren en zal per constructeur verschillen, afhankelijk van de productkennis die de constructeur heeft.	IGE

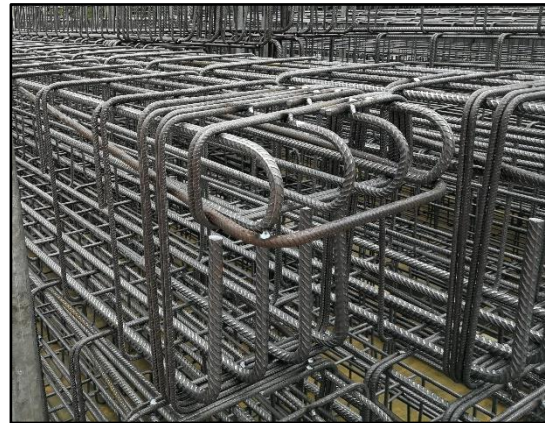
Een belangrijk verschil tussen de grondgebonden en gestapelde woningbouw is de omvang en vorm van de belasting die vanuit de bovenbouw op de fundering werkt. Naarmate hoger wordt gestapeld neemt de belasting toe, gaan de krachten zich vaker concentreren en ontstaan sneller trekkrachten in de fundering. Het gekozen stabiliteitsprincipe speelt daar een belangrijke rol bij.

Tijdens het interview met IJB werd de beperkte capaciteit van de tandverbindingen als belangrijkste knelpunt aangedragen. De hoofdconstructeur liet weten dat het gaat om de dwarskrachtcapaciteit. In de krappe doorsnede van een hangneus of oplegtand is weinig ruimte voor extra en/of zwaardere dwarskrachtwapening om de capaciteit te vergroten, zie Figuur 9 en Figuur 10. Volgens de geïnterviewden wordt de capaciteit bij 4 à 5 bouwlagen overschreden en moeten er maatregelen worden getroffen om de balken qua belasting te ontzien. De constructeur denkt daar iets genuanceerder over. Door op kritische plekken palen (bij) te plaatsen kan de belasting die op de tandverbindingen terecht komt worden beperkt. Afhankelijk van het type paal en de lengte en diameter van de paal kost een extra paal €200; tot €1.000; Deze kosten zijn te overzien. Lees hierover meer in Bijlage B.1.1.

De hoofdconstructeur ziet de beperkte samenhang van een prefab fundering als maatgevend knelpunt. De samenhang van de fundering is beperkt tot een tandverbinding met een dook. De tandverbindingen bezitten uit zichzelf weinig samenhang. Vooral trekkrachten uit stabiliteitsvoorzieningen zijn een probleem. Door de elementen te verbinden met stekken en door de tandverbindingen aan te gieten met gietmortel kan de samenhang worden vergroot. Een andere mogelijkheid is om de begane grondvloer met koppelstaven als schijf uit te voeren en daaruit de samenhang te ontlelen. Echter, op een gegeven moment is de samenhang van een prefab fundering twijfelachtig en is een i.h.w. gestorte, monolithische fundering een betere keuze. Waar dat kantelpunt exact ligt is moeilijk te bepalen en zal per gebouwwontwerp en constructeur verschillen. Volgens de hoofdconstructeur kun je met de juiste productkennis en een weloverwogen ontwerp ver komen. Lees hierover meer in Bijlage B.1.1.



Figuur 9: Hangneus gevelbalk [fabrieksbezoek IJB te Lemmer].



Figuur 10: Wapeningskorf hangneus gevelbalk [fabrieksbezoek IJB te Lemmer].

Voor het funderen van stalen kolommen ter ondersteuning van galerijen en balkons laat IJB doorgaans de funderingsbalken doorschieten vanuit de hoofdfundering. Op de balken komt vervolgens een i.h.w. gestort deel waarin de kolommen kunnen worden verankerd. Een andere mogelijkheid is het verankeren van de kolommen met stekken in prefab poeren. Op deze manier wordt een natte stap in de uitvoering voorkomen. Echter, het krijgen van stekken in gains luistert nauw. Om toleranties op te kunnen vangen moeten ruime gains worden toegepast, wat resulteert in overdimensionering van de prefab poeren.

Alternatieven

Mogelijke alternatieven (zie Hoofdstuk 5 voor verdere uitwerking):

- Om de funderingsbalken qua belasting te ontzien kunnen wandliggers worden toegepast. De geïnterviewden laten weten dat het toepassen van wandliggers dé sleutel is om hoger te stapelen met de standaardbalken. De hoofdconstructeur sluit zich daarbij aan.
- Een traditionele, i.h.w. gestorte fundering is een monolithische constructie met aanzienlijk meer samenhang en capaciteit. Constructief kun je met een dergelijke fundering veel meer.
- Belastingreductie bovenbouw door het casco naar boven toe lichter te dimensioneren.

Deelconclusie

De twee belangrijkste knelpunten zijn de beperkte capaciteit van de tandverbindingen en de beperkte samenhang van een prefab fundering.

KA 1.3 is maatgevend. Het is niet volstrekt duidelijk waar het kantelpunt van de toepassing licht. De geïnterviewden geven aan: 4 à 5 bouwlagen. De hoofdconstructeur denkt daar genuanceerder over en noemt een maatregel om de tandverbindingen qua belasting te ontzien. Op basis van deze informatie is het aannemelijk om te stellen dat de huidige toepassing tot 5 bouwlagen geen problemen geeft.

De toepassing van de standaard fundering van IJB loopt definitief vast op samenhang (KN 1.2). Beperkte samenhang is inherent aan prefab funderingen. Waar het kantelpunt exact ligt is onduidelijk en sterk afhankelijk van het gebouwwontwerp en de productkennis van de constructeur. Om daar een concrete uitspraak over te doen moet het knelpunt verder worden onderzocht. De huidige funderingsoplossing is door Nijhuis reeds toegepast bij een gestapeld werk van 5 bouwlagen in Assen (60 app. Nieuw Assen). Het is daarom

aannemelijk dat het kantelpunt boven de 5 bouwlagen ligt. De beperkte capaciteit is daarom het maatgevende knelpunt.

Om de toepassing van de huidige funderingsoplossing te vergroten moeten de volgende zaken in acht worden genomen:

- Maatregelen treffen om de funderingsbalken qua belasting te ontzien.
- Krachtenconcentraties beperken. De hoofddraagconstructie zodanig ontwerpen dat de belasting gelijkmatig over de fundering wordt verdeeld.
- Trekkrachten in de fundering vermijden.

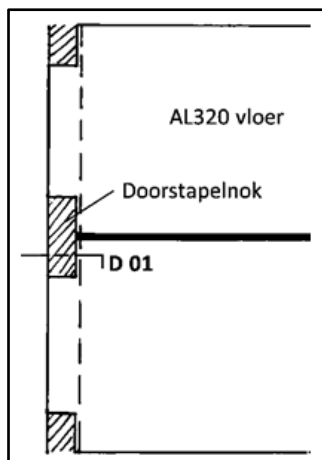
Bij bovenstaande zaken speelt het gekozen stabiliteitsprincipe een belangrijke rol.

4.2 Huidige vloeroplossing VBI

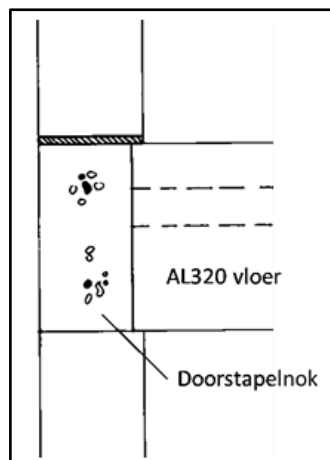
VBI treedt op als co-maker voor de huidige vloeroplossing en verzorgt de productie en engineering van de vloerelementen. De huidige vloeroplossing bestaat uit de volgende kanaalplaatvloeren:

- Verdiepingsvloer: VBI Appartementenleidingvloer 320 mm (AL320) met 70 mm afwerkvloer.
- Begane grondvloer: VBI geïsoleerde begane grondvloer 200 mm (K200) met 70 mm afwerkvloer.
- Dakvloer: VBI Appartementenvloer 200 mm (A200) of, indien leidingen daarin moeten worden opgeborgen, Appartementenleidingvloer 200 mm (AL200). Bij grote overspanningen A260/AL260.

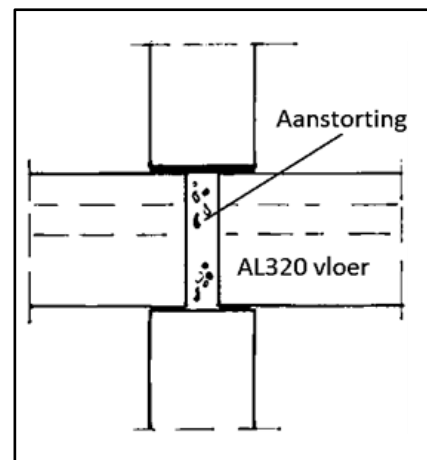
Bij de eindmuren worden fabrieksmatig sparingsen in de vloerkoppen aangebracht. Deze worden i.h.w. aangestort met mortel. Zo ontstaan zogenaamde doorstapelnokken die belastingafdracht van de daarboven gelegen verdiepingen verzorgen. Zie Figuur 11 en Figuur 12. In bouwmuren wordt de belasting overgedragen door aanstortingen. Een aanstorting ontstaat door de ruimte tussen de op de bouwmuur opgelegd vloerkoppen aan te storten met mortel, zie Figuur 13.



Figuur 11: Doorstapelnok eindmuur, bovenaanzicht.



Figuur 12: Doorstapelnok eindmuur, doorsnede 01.



Figuur 13: Aanstorting bouwmuur, doorsnede.

Fabrieksbezoek VBI

Na afloop van het interview is kort een bezoek gebracht aan de fabriek waar VBI zijn kanaalplaatvloeren maakt in Huissen. De kanaalplaten worden op lange spanbanen geproduceerd. Eerst worden voorspanstrengen over de baan gespannen. Vervolgens rijdt er een machine over de baan die in één bewerking het beton stort en de kanaalplaten inclusief de kanalen vormt, zie Figuur 14. Aan de productie komen geen mallen te pas. Het betonmengsel dat wordt gebruikt is stijf genoeg om zijn vorm te behouden. Na het storten/vormen wordt een tweede machine op de baan gezet die de leiding sleuven en sparingsen naar de specificaties van de klanten uit het nog natte beton 'zuigt', zie Figuur 15. Nadat het beton voldoende is uitgehard wordt de spanning van de baan gehaald en komt de spanning op het beton te staan. Tenslotte komt er een machine die de lange plak beton met de daarin doorlopende wapeningsstrengen doorzaagt om er individuele kanaalplaatvloeren van te maken.



Figuur 14: Machine stort en vormt de vloeren op de baan [fabriek VBI te Huissen].



Figuur 15: Leidingsleuven worden uit de vloer 'gezogen' [fabriek VBI te Huissen].

Expertise en ambitie VBI

VBI streeft naar een brede toepassing van zijn producten. De kanaalplaatvloeren zijn in principe geschikt voor alle type gebouwen, maar per soort gebouw loopt VBI wel tegen specifieke uitdagingen aan. Kanaalplaatvloeren worden momenteel veel toegepast in de grondgebonden woningbouw en maar beperkt in de gestapelde woningbouw. In de gestapelde woningbouw is 90% van de vloeren breedplaat, 5% getunneld en slechts 5% kanaalplaat, zo blijkt uit een recent onderzoek van VBI.

Bij VBI loopt een intern onderzoek, het Kubus Appartementen Traject, om de gestapelde woningbouwmarkt in kaart te brengen en te bepalen wat daarvan de potentie is voor de kanaalplaatvloeren van VBI. De markt heeft VBI nu aardig in beeld:

- Totale markt voor vloeren in de gestapelde woningbouw: 3 tot 4 miljoen m² per jaar.
- Potentiële markt voor prefab vloeren in de gestapelde woningbouw: 1,5 miljoen m² per jaar.

De potentie is er maar uit verder onderzoek moet blijken of het aandeel van de potentiële markt dat geschikt is voor de kanaalplaatvloer voldoende groot is. Daarnaast is het ook zoeken naar de juiste partijen die zich willen inzetten om samen met VBI de potentiële markt uit te nutten. Op basis van de uitkomsten van het onderzoek gaat VBI richting bepalen en invulling geven aan zijn ambitie in de gestapelde woningbouwsector.

Het zwaartepunt van de expertise van VBI ligt bij de toepassing van zijn vloeren. Echter, VBI onderkent dat vloeren slechts een onderdeel zijn van een groter geheel en dat de componenten van een gebouw in samenhang moeten worden beschouwd. Installaties, stabiliteit en dragende elementen spelen een belangrijke rol bij de vloeroplossing.

Maakbaarheid

Om de maakbaarheid van de vloeroplossing te bevorderen moeten onderstaande zaken vroegtijdig bij het gebouwontwerp in beschouwing worden genomen:

- Instorten van installaties in de vloeren: Voor zowel grondgebonden als gestapelde woningbouw gelden randvoorwaarden waaraan de positionering en dimensionering van leidingsleuven en sparingen, en dus ook het installatieontwerp, moet voldoen. Een van de belangrijkste voorwaarden voor de maakbaarheid van de vloerplaten is dat de installaties en vloeren gelijktijdig, integraal, worden ontworpen. Het ontwerp van de installaties moet kunnen worden beïnvloed. Het is onbegonnen werk om een leidingvloer van VBI om een bestaan installatieontwerp heen te leggen.
- Gebouwworm en plattegrond: Een gebouw wordt gedictieerd door de (vorm van) de plattegrond. Rechthoekige plattegronden bevorderen de maakbaarheid en kostprijs van een gebouw. Het fabriceren van kanaalplaten die schuin moeten worden opgelegd is complex en brengt de nodige kosten met zich mee, of is überhaupt niet mogelijk.

Herhaalbaarheid

Het ontwikkelen van een projectongebonden, herhaalbare vloeroplossing voor een bepaalde type woongebouw is mogelijk door de oplossing op de meest ongunstige variant te baseren. Om die vorm van standaardisatie te bereiken worden lichte vloeren per saldo iets duurder. Echter, de geïnterviewde is er van overtuigd dat een hoge mate van standaardisatie, weliswaar binnen zekere grenzen, zich altijd terugverdiend door de reductie van werk en faalkosten.

Uitvoering

Bij gestapelde bouw speelt montagestabiliteit, bouwstabiliteit, een belangrijkere rol dan bij grondgebonden. Voordat de volgende verdieping kan worden gemonteerd moet de vloer zodanig als schijf functioneren dat deze krachten kan afdragen naar de stabiliteitsvoorzieningen. Daartoe moeten de natte verbindingen voldoende zijn uitgehard. Schoren kunnen de functie van een vloerschijf niet vervullen en hebben bovendien beperkte capaciteit. Daarom is een functionerende vloerschijf van belang.

Natte verbindingen vormen doorgaans geen belemmering voor de montagesnelheid. Door gebruik te maken van mortels met snelle sterkteontwikkeling zijn de verbindingen uitgehard en functionerend voordat de volgende verdieping gemonteerd kan worden.

Bouwregelgeving

In de gestapelde woningbouw hebben de verdiepingsvloeren een woningscheidende functie. Bouwbesluit 2012 stelt eisen aan de minimale lucht- en contactgeluidisolatie. Samen met constructieve eisen is geluid een van de belangrijkste aspecten. Een AL320 met 70 mm dekvloer voldoet aan de eisen. De AL320 kan ook met een zwevende dekvloer worden afgewerkt. Zie Bijlage C.1.1 voor details.

Interne trekbandwapening ten behoeve van tweede draagweg kan parallel aan de vloeroverspanning in de voegen en haaks op de vloeroverspanning in de aanstorting op de bouwmuur worden ingestort. Zie Bijlage C.2 voor details. Op het moment van het schrijven van dit onderzoek is niet volstrekt duidelijk hoe de trekbandwapening bij de eindmuur (trekband langs de omtrek) gerealiseerd kan worden. Twee mogelijk opties:

- A. Trekband in kop- of dwarssleuven in de vloerplaten instorten.
- B. Trekband in de eindmuur. In dat geval moet de interne trekbandwapening effectief verankerd zijn aan de rekband in de eindmuur.

Verticale trekbandwapening in de bouw- en eindmuren kan worden doorgekoppeld door respectievelijk de doorstapelnokken en aanstortingen.

Met de VBI Appartementenvloeren kan een brandwerendheid van 120 minuten worden bereikt. De brandwerendheid dient per project rekenkundig bepaald te worden volgens de Eurocodes.

Knelpunten en kantelpunten

De belangrijkste knelpunten en kantelpunten met betrekking tot de huidige funderingsoplossing zijn beschreven in Tabel 5.

Tabel 5: Overzicht knel- en kantelpunten huidige vloeroplossing.

KN	Knelpunten	Bron
2.1	Toevallig inklemmingsmoment: De vloerelementen worden op de bouw-/eindmuren opgelegd. Als de volgende verdieping op de vloerkoppen wordt doorgestapeld worden de vloeren ingeklemd en ontstaat er een inklemmingsmoment. Het inklemmingsmoment resulteert in een trekspanning in de bovenzijde van de vloer. Omdat in een reguliere kanaalplaatvloer geen bovenwapening aanwezig is kan de vloer als gevolg van de trekspanning bij de opleggingen scheuren en bezwijken. De grootte van het inklemmingsmoment hangt samen met het aantal bouwlagen (omvang belasting in bouw-/eindmuur) en de overspanning van de vloer. In het huidige Trento concept wordt toevallige inklemming voorkomen door i.h.w. gestorte doorstapelnokken en aanstortingen op de bouw- en eindmuren toe te passen. Deze voorzieningen verzorgen de belastingafdracht waardoor de belasting niet op de vloerkoppen terecht komt. Echter, de capaciteit van deze voorzieningen is beperkt. - De capaciteit betreft de druksterkte van de betonnen doorstapelnok/aanstorting. - De doorstapelnokken zijn kritischer dan de aanstortingen. → Bijlage B.1.5	VBI, IGE
2.2	Niet alleen toevallige inklemming, maar ook de beperkte capaciteit (druksterkte) van de dammetjes in een kanaalplaatvloer is een knelpunt voor doorstapelen op de vloerkoppen.	VBI
2.3	Toleranties: - De lengtemaat van VBI vloeren hebben een tolerantie van 3 à 4 cm. - Toleranties zijn een knelpunt voor het aansluiten van stalen voorzieningen tussen elementen. Als stekken met een grote diameter, zoals rond 32 mm, worden toegepast moeten de gains fors groter worden om steltoleranties op te kunnen vangen.	VBI
KA	Kantelpunten	Bron
2.1	Bij meer dan 4 bouwlagen of een vloeroverspanning van meer dan 6,5 m moet rekenkundig worden aangetoond dat het optredend inklemmingsmoment geen faalmechanisme zal bewerkstelligen (NEN-EN 1168). - De vloeroverspanning is kritischer dan de stapelhoogte. - De AL320 vloer kan aardig wat hebben. Tot 7,5 m overspanning hoeft de hoofdconstructeur meestal geen maatregelen te treffen. - De begane grondvloer is maatgevend, aangezien daar de belasting in de bouw-/eindmuur het grootst is. → Bijlage B.1.5	IGE
2.2	Capaciteit doorstapelnokken eindmuur: Een doorstapelnok kan tot 5 à 6 bouwlagen zijn functie goed vervullen. Met een hogere betonkwaliteit misschien tot 7 bouwlagen. → Bijlage B.1.5	IGE
2.3	Capaciteit aanstorting bouwmuur: Vanaf 7 à 8 bouwlagen kritisch kijken naar de oplossing. Doorgaans is de capaciteit tot en met 8 bouwlagen voldoende toereikend. → Bijlage B.1.5	IGE
2.4	De dammetjes in een kanaalplaat zijn tot 4 à 5 bouwlagen in staat om de drukkrachten over te dragen. Bij meer bouwlagen kan dat rekenkundig niet meer worden aangetoond.	VBI
2.5	4 à 5 bouwlagen: De vloeren kunnen niet meer met oplegrubbers worden opgelegd. Om de drukkrachten efficiënt te kunnen doorbelasten moeten de vloeren in een speciebed worden gelegd.	VBI
2.6	Tegenwoordig is de hijshoogte van kranen steeds minder vaak een beperking in de uitvoering. De door Nijhuis gebruikte rupskranen kunnen 60 à 70 meter hoog reiken.	VBI
2.7	De geïnterviewde schat dat het kantelpunt van de toepassing het Trento concept in de gestapelde woningbouw ligt op 10 à 12 bouwlagen. Tot 12 bouwlagen is de opgave beheersbaar, onder voorwaarde dat het conceptueel is ontworpen.	VBI
2.8	Voor het dilateren van gebouwen zijn vuistregels. In de praktijk wordt 50 à 60 m aangehouden. In het handboek van VBI wordt voor het dilateren van het vloerveld 40 à 50 m aangeraden. Dit is een veilige richtlijn. Het beste is om de dilatatielengte op berekeningen van maximale uitzetting en krimp te baseren.	VBI

Alternatieven

VBI heeft het DoorStapelSysteem (DSS) ontwikkeld waarbij de Appartementenvloeren 260/320 fabrieksmatig worden voorzien van speciale wapening bij de plaatkoppen. Deze wapening neemt de trekspanning al gevolg van toevallige inklemming op, waardoor zonder verdere maatregelen kan worden doorgestapeld op de vloerkoppen. DSS is als belangrijkste alternatief door de geïnterviewde aangedragen. Zie Hoofdstuk 5 voor verdere uitwerking.

Deelconclusie

Het belangrijkste knelpunt van de toepassing van de huidige vloeroplossing in de gestapelde woningbouw is de inklemming van de vloerkoppen bij de oplegging op de bouw- en eindmuren. I.h.w. gestorte doorstapelnokken en aanstortingen moeten de belasting in respectievelijk de eind- en bouwmuren overdragen om te voorkomen dat toevallige inklemming resulteert in een faalmechanisme (KN 2.1) of dat de dammetjes van de kanaalplaten het begeven (KN 2.2). De capaciteit van de doorstapelnokken is maatgevend. Deze kunnen tot 5 à 6 bouwlagen hun functie vervullen (KA 2.2). Bij meer bouwlagen moeten andere maatregelen worden getroffen om de belasting over te dragen.

4.3 Huidige oplossing wanden en gevels Heembeton

Heembeton (HB) treedt op als co-maker voor de huidige wand- en geveloplossing en verzorgt de productie en engineering van de elementen. De huidige oplossing voor prefab wanden en gevels is als volgt:

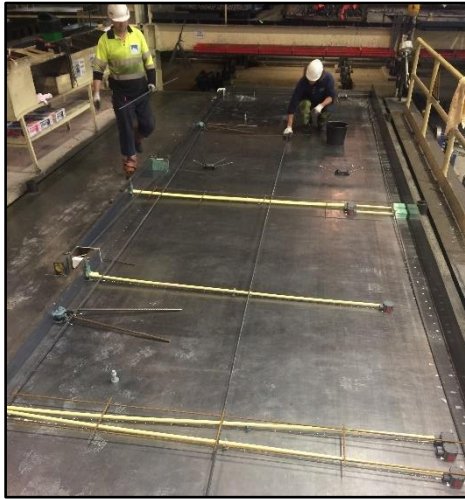
- Bouwmuur (woningscheidende wand): Prefab betonnen wand; massief 250 mm.
- Eindmuur (kopgevel): Prefab betonnen wand; massief 180, 160 of 100 mm.
- Voor- en achtergevel: Prefab betonnen binnenspouwblad; massief 120 of 150 mm.

De voor- en achtergevel bestaan uit een prefab betonnen binnenspouwblad met een i.h.w. gemetselde buitenspouwblad. De gevelelementen en het metselwerk worden voor de vloeren langs op de funderingsbalk gestapeld.

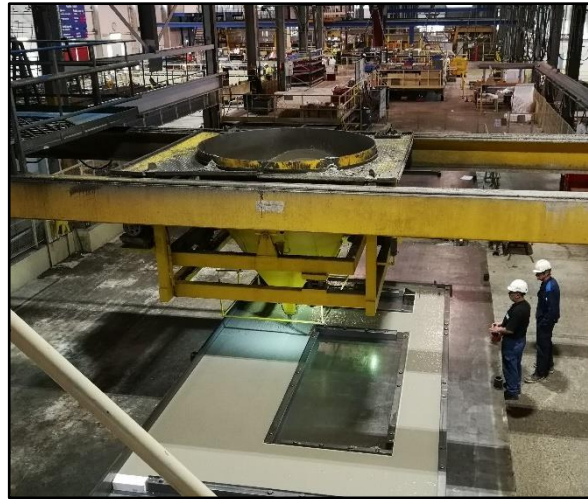
De wand- en gevelelementen worden in de carrousel fabriek van Heembeton vervaardigd.

Fabrieksbezoek Carrousel Heembeton

Na afloop van het interview is een bezoek gebracht aan de fabriek van Heembeton in Lelystad. HB beschikt over een carrousel waarbij wanden en gevels op grote stalen tafels worden vervaardigd. De tafels schuiven door de fabriek en ondergaan een serie van bewerkingen. Als eerste wordt door een robot de stalen bekisting met magneten aan de tafel bevestigd. Vervolgens plaatsen werknemers instortvoorzieningen zoals wapening en leidingwerk naar specificatie van de klant op afstandhouders in de bekisting, zie Figuur 16. Daarna wordt door een werknemer met afstandsbediening het beton gestort, zie Figuur 17. Het beton komt uit eigen betoncentrale en wordt van bovenaf in de kubel gestort. Na het storten worden eventuele spouwankers aangebracht en gaan de tafels met een lift de kelder in waar de elementen binnen één dag uitharden. Als het beton is uitgehard worden de stalen bekistingslijsten verwijderd en teruggestuurd naar de robot. De tafels worden met de lift weer uit de kelder getakeld en in verticaal opgesteld om de elementen van de tafels te verwijderen. Voordat de gevelelementen van de tafels worden verwijderd biedt HB opdrachtgevers de mogelijkheid om raam- en deurkozijnen te monteren. De wand- en gevelelementen met eventuele kozijnen worden op bokken op het tasveld van HB opgesteld in afwachting van transport naar de bouwplaats.



Figuur 16: Werknemers plaatsen instortvoorzieningen in de bekisting [fabrieksbezoek Heembeton Lelystad].



Figuur 17: Het storten van een gevelement [fabrieksbezoek Heembeton Lelystad].

Expertise en ambitie Heembeton

HB heeft in het verleden aardig wat hoogbouw gemaakt. In de jaren 90 was het bedrijf opgedeeld in twee aparte organisaties voor hoog- en laagbouw. Tijdens de crisis was er alleen maar grondgebonden woningbouw. Daar legde HB de focus op, waardoor hoogbouw op kennis is verdwenen. Sinds enkele jaren heeft HB de ambitie om weer breder te gaan kijken en te groeien op het gebied van de gestapelde woningbouw.

Hoogbouw vraagt om hele andere expertise en is een stuk complexer. HB heeft altijd moeite gehad om het in de grip te krijgen. Vrijwel alle hoogbouwprojecten die HB heeft gedaan zijn maatwerkprojecten. HB wordt doorgaans in een te laat stadium van het ontwerpproces betrokken, als de architect en de constructeur al een plan klaar hebben liggen, waardoor het lastig is om het project met het HB bouwsysteem te realiseren. De hoogbouwprojecten waren daarom vaak niet succesvol. HB heeft de ambitie om daar verandering in te brengen en net als bij grondgebonden woningbouw een concept voor een prefab casco bouwsysteem te ontwikkelen waarmee architecten en constructeurs moeten ontwerpen.

HB is goed in het realiseren van gebouwen met compartimentering, oftewel beukachtige herhalingen van dragende wanden met vloerplaten. Met dergelijke casco's kan goed worden gestapeld. Gestapelde woningbouw laat zich daar goed voor lenen. HB houdt zich niet bezig met hoogbouw met open bouwstructuren (balken-kolommen structuur).

HB adviseert hoe een ontwerp interessant kan worden gemaakt voor uitvoering in prefab. HB heeft niet de expertise in huis om over 2de draagweg te adviseren en wil zich ook niet op dat pad begeven. HB laat dat over aan de hoofdconstructeur.

Maakbaarheid

In de carroussel stort HB doorgaans alleen randwapening in ten behoeve van transport en montage van de elementen. In de gestapelde woningbouw is dat principe moeilijk overeind te houden. Als gevolg van trekbanden in wanden en gevels ter voorkoming van voortschrijdende instorting wordt de volledige wapening in een wand of gevel zwaarder en complexer. Aan alleen een stek en gain verbinding kan een element niet worden ophangen. Het elementen moet goed worden afgewapend. Vaak resulteert dat in een zwaar, dubbel wapeningsnet. Ook de concentratie van krachten in stabiliteitsvoorzieningen resulteert in zwaardere, complexere wapening met verbindingen tussen elementen. Het inbrengen van dergelijke wapening werkt verstorend in de carroussel van HB. De bewerkingen wijken af van de standaard bewerkingen en nemen veel tijd in beslag met als gevolg oponthoud van de volledige productie. HB heeft daarom de productie van gestapelde werken naar zijn traditionelere fabriek in Veenoord verplaatst.

Een ander knelpunt in de carroussel is het vervaardigen van tweezijdig schone (gladde) elementen. Schuren verstoort het productieproces. Daarnaast houdt HB zich als ruwbouwleverancier liever niet bezig met 'fijn werk'.

Simpele, dikke wanden die constructief alleen wat verticaal hoeven te dragen en qua vorm, wapening en afwerking niet veel complexer zijn dan wanden voor grondgebonden woningen kan HB prima maken in de carrousel.

Herhaalbaarheid

De geïnterviewden zien het ontwikkelen van een projectongebonden, herhaalbare oplossing voor wanden en gevels voor toepassing in de gestapelde woningbouw als een mogelijkheid. Dat zou langs dezelfde weg kunnen als het huidige Trento concept voor de grondgebonden woningbouw.

Uitvoering

De geïnterviewden zien natte verbindingen niet als een belemmering voor de montagesnelheid.

Kostprijs

Prefab is qua kosten aantrekkelijk als de elementen goed maakbaar zijn in de fabriek. Om dat te bereiken moet goed worden nagedacht over de constructieve uitgangspunten en het bouwkundig ontwerp. Tweezijdig schone elementen met zware, complexe wapening maakt de prefab wanden uit de carrousel fabriek van HB duur. De kostenverhouding tussen dergelijke en eenvoudige, goed produceerbare elementen is orde van grootte €150; - €75; per m². Niet beton, maar wapening maakt een element duur.

Over het algemeen geldt: hoe hoger de stapeling, hoe hoger de kosten. Als hoger wordt gestapeld nemen de kosten over alle bouwlagen toe.

Bouwregelgeving

De brandwerendheid van HB wanden is vastgelegd in het KOMO® attest van het Heembeton Bouwsysteem. De brandwerendheid van 150 mm dikke wanden is minimaal 120 minuten. Daarmee wordt aan de zwaarste eis uit Bouwbesluit 2012 voldaan.

Adviezen en aanbevelingen

Uit de interviews komen een aantal adviezen en aanbevelingen naar voren. Deze zijn hieronder opgesomd:

- Beter overal licht wapenen dan op één plek heel zwaar.
- Niet uitgaan van een centrale stabiliteitszone (zoals een stabiliteitskern), maar gebruik maken van de opgetelde stabiliteit van meerdere stabiliteitsvoorzieningen. Oftewel: de stabiliteit spreiden over de hoofd draagconstructie en zo veel mogelijk wanden daarvoor benutten.
- In de stapeling naar boven toe kan de dimensionering en wapening van wanden en gevels afnemen.
- Compartimentering leidt direct tot een eenvoudiger en daarmee een aantrekkelijker ontwerp om te prefabriceren.
- Een kans voor Nijhuis is om met het Trento concept voor de gestapelde woningbouw ook gebouwen met zorgfuncties en logiesfuncties te realiseren. Zolang het gaat om een gestapeld casco met beukachtige herhaling is er weinig verschil tussen die verschillende gebruiksfuncties.

Knelpunten en kantelpunten

De knelpunten en kantelpunten met betrekking tot de huidige funderingsoplossing zijn beschreven in Tabel 6.

Tabel 6: Overzicht knel- en kantelpunten huidige wand- en geveloplossing.

KN	Knelpunten	Bron
3.1	Niet de verticale druk in een wand, maar de stabiliteit van de stapeling van wanden is maatgevend voor de dimensionering van wanden. Als gevolg van (stel)toleranties staan wanden nooit zuiver in één lijn boven elkaar. Om de stabiliteit van de stapeling te waarborgen moeten de wanden overgedimensioneerd worden.	HB
3.2	Constructeurs rekenen doorgaans liever aan complexere constructies met meer uitdaging. Dat is een knelpunt om te komen tot een eenvoudig ontwerp dat goed te prefabriceren is.	HB
3.3	Zware, complexe wapening en koppelingen tussen elementen vormen een knelpunt voor de maakbaarheid van wanden en gevels in de carrousel fabriek van HB. Dergelijke elementen hebben een hoge kostprijs.	HB
3.4	Tweezijdig schone wanden en gevels vormen een knelpunt voor het productieproces in de carrousel fabriek van HB.	HB
KA	Kantelpunten	Bron

3.1	De geïnterviewden beschouwen onderstaande zaken als relevante kantelpunten: - De overgang van droge naar natte knopen. - De overgang van randwapening naar netwapening. - De overgang van eenzijdig naar tweezijdig schone elementen.	HB
-----	---	----

Deelconclusie

Het belangrijkste knelpunt aangaande wanden en gevels is de maakbaarheid in de carrousel fabriek van HB. Doorgaans wordt de productie van wanden en gevels voor toepassing in de gestapelde woningbouw naar de traditionelere fabriek van HB in Veenoord verplaatst. Het kantelpunt is de overgang van droge naar natte knopen, de overgang van randwapening naar netwapening en de overgang van eenzijdig naar tweezijdig schone elementen. Hiervan is vrijwel altijd sprake in de gestapelde woningbouw.

4.4 Overige knelpunten en kantelpunten

In deze paragraaf komen de knel- en kantelpunten aan bod die niet specifiek betrekking hebben op de huidige oplossing voor de fundering, vloeren, wanden, of gevels.

Huidig stabiliteitsprincipe

In het huidige Trento concept wordt de stabiliteit in de langsrichting (haaks op de bouwmuren/openingen) aan het prefab betonnen binnenspouwblad van de gevel ontleend. Horizontale, destabiliserende belastingen worden via het vloerveld naar de stabiliserende elementen, in dit geval het binnenspouwblad van de langsgewel, afgedragen. De 2,5 cm voeg tussen de vloerrand en het binnenspouwblad wordt aangestort en vormt het wrijvingsvlak. De overdracht van de schuifspanning geschiedt door wrijving. Hetzelfde geldt voor de voeg tussen de gevel en de funderingsbalk. Met lasplaatjes worden de gevelelementen aan de koppen van de bouwmuren gekoppeld om de ballast te activeren.

Het belangrijkste knelpunt is de wrijvingscapaciteit van de voegranden, oftewel de maximaal opneembare schuifspanning. Daarnaast is deze constructieve verbinding niet robuust in de uitvoering. Tot 4 à 5 bouwlagen heeft de oplossing zich bewezen. Boven de 5 bouwlagen gaat de hoofdconstructeur aan de oplossing twijfelen.

→ Bijlage B.1.3

Om de wrijvingscapaciteit van de voegranden te vergroten kunnen mechanische koppelingen worden toegepast. Deze stalen voorzieningen houden de gevel strak tegen de vloer waardoor de wrijvingscapaciteit toeneemt een grotere schuifspanning kan worden overgedragen. De hoofdconstructeur schat dat met de koppeling uit het assortiment van Heembeton tot 5,6 à 7 bouwlagen stabiliteit uit de gevels kan worden gehaald. Figuur 18 is een voorbeeld van een mechanische koppeling.

→ Bijlage B.2.8



Figuur 18: Mechanische koppeling vloerschijf-gevel [projectbezoek Van Wijnen, Soesterberg].

Deelconclusie: Het belangrijkste knelpunt is de wrijvingscapaciteit van de voegranden, oftewel de maximaal opneembare schuifspanning. Met mechanische koppelingen kan de stabiliteit in de langsrichting tot 5,6 à 7 bouwlagen uit de gevel worden gehaald.

Buitenruimte

Voor de buitenruimte heeft Trento nog geen concrete oplossing. Bouwbesluit 2012 schrijft voor dat een woonfunctie een niet-gemeenschappelijke buitenruimte moet hebben met een vloeroppervlakte van ten minste 4 m². De voorkeur gaat uit naar geprefabriceerde, uitpandige balkons die achteraf gemonteerd kunnen worden in een vlakke gevel. Achterafmontage maakt het mogelijk om de balkons te monteren nadat het steigerwerk is verwijderd, waardoor de steigeroplossing eenvoudiger is. Een vlakke gevel heeft de voorkeur omdat inspruingen in de gevel de gebouwschil doorbreken en daarmee resulteren in kostbare gevels met complexe detaillering om aan de zware, bouw fysieke eisen te voldoen.

Deelconclusie: Voor de buitenruimte heeft het concept nog geen concrete oplossing. Er moet worden gezocht naar een passende oplossing voor het Trento concept, aangezien de aanwezigheid van een buitenruimte wordt voorgeschreven in Bouwbesluit 2012. Er is geen reden om aan te nemen dat het realiseren van de buitenoplossing de toepassing van Trento in de gestapelde woningbouw gaat beperken.

Robuustheid

De geïnterviewde van Bestcon laat weten dat de interpretatie van de bouwregelgeving aangaande robuustheid iets is waar Bestcon continu tegenaan loopt. Uiteindelijk bepaalt de gemeente hoe aan robuustheid invulling moet worden gegeven en welke methode voor het robuust maken van gebouwen moet worden gehanteerd. Het lastige daarbij is dat de gemeente pas in beeld komt nadat de Omgevingsvergunning is verleend. Het ontwerp is dan al in een ver stadium, terwijl er juist in de voortrein goed over na moet worden gedacht, want “het kan een mega impact hebben” (JH, Interview Bestcon 146). Vooral grote gemeentes vinden er iets van. Kleine gemeentes laten zich vaker leiden door de hoofdconstructeur.

Ook de geïnterviewde van VBI onderkent deze problematiek. Robuustheid is opgenomen in de Eurocode, maar als aanbevelingen. Daar zit het grote probleem. Bouw- en Woningtoezichten en zelfs alle ingenieurbureaus interpreteren dat op hun eigen manier. Daarnaast zijn er Bouw- en Woningtoezichten die aanbevelingen verheffen tot voorschriften. Daarmee wordt het steeds lastiger om prefab gebouwen te dimensioneren. “Op het moment dat partijen dus hele nadrukkelijke eisen stellen aan die tweede draagweg en dat heel streng willen doorvoeren, dan wordt het lastig. Dan wordt het heel erg lastig” (G, Interview VBI 482).

Deelconclusie: Het inbrengen van voorzieningen om een gebouw in overeenstemming met de bouwregelgeving voldoende robuust te maken is lastig in een herhaling te krijgen. Dat komt doordat de bouwregelgeving geen concrete voorzieningen voorschrijft maar aanbevelingen doet voor verschillende methoden om een gebouw robuust te maken. De interpretatie van de aanbevelingen en de keuze voor een methode is per gemeente (Bouw- en Woningtoezicht) verschillend waardoor voor elk project andere eisen worden gesteld. Het is daarom lastig om een projectongebonden oplossing voor robuustheid te hanteren. Kortom, robuustheid is een knelpunt voor het Trento principe ‘herhaalbaarheid’.

Aanbeveling: De hoofdconstructeur ziet kans om robuustheid in een herhaling te krijgen door de projectongebonden oplossingen voor gebouwtypes te ontwikkelen die gebaseerd zijn op aanbevelingen waarmee in de praktijk in 80 procent van de gevallen kan worden voldaan. Oftewel, door te onderzoeken wat de zwaarste eisen zijn en daar de oplossingen op te baseren.

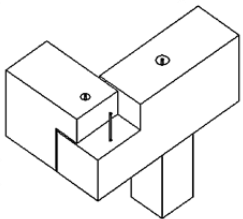
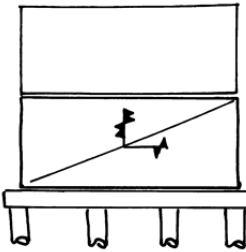
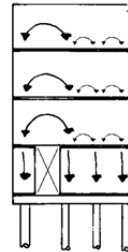
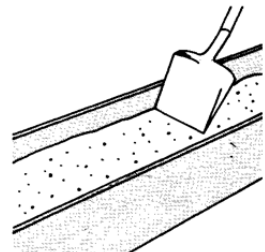
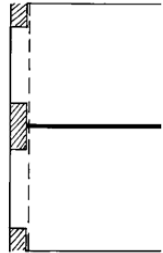
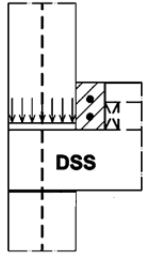
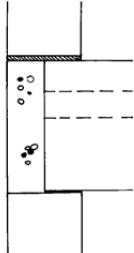
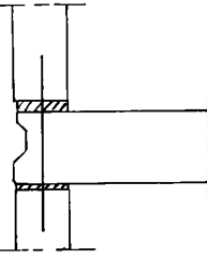
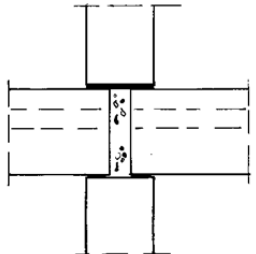
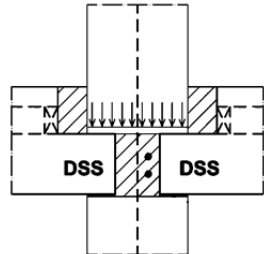
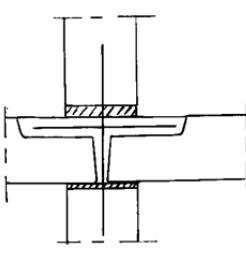
5 Alternatieven

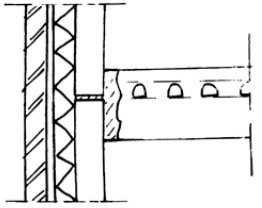
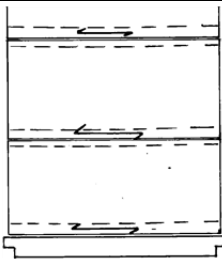
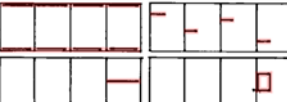
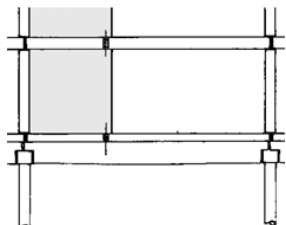
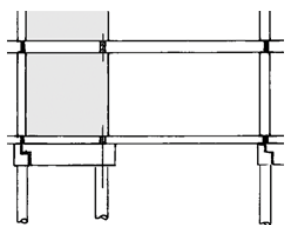
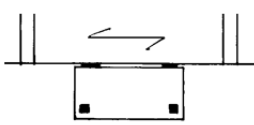
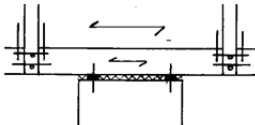
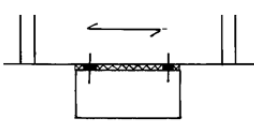
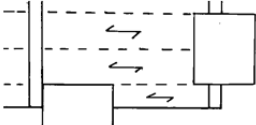
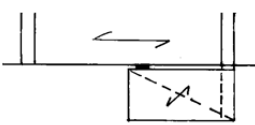
Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de gevonden en onderzochte alternatieven op het huidige Trento concept en van de kansen en belemmeringen per alternatief.

5.1 Morfologisch overzicht alternatieven

De onderzochte alternatieven hebben betrekking op een achttal deeloplossingen van het Trento concept. Het morfologisch overzicht in Tabel 7 bevat schetsen en korte omschrijvingen van de alternatieven per deeloplossing.

Tabel 7: Morfologisch overzicht van de alternatieven per deeloplossing.

		Huidige oplossing	Alternatieven				
		HO	A1	A2	A3	A4	A5
DO1	Funderingsoplossing	 Prefab balken op palen IJB a) Belasting naar palen door prefab funderingsbalk. b) Volledige belasting op funderingsbalk. c) Samenhang onderbouw: Tandverbindingen prefab balken.	 Wandligger – trekband a) Belasting direct naar palen door wandligger. b) Funderingsbalk wordt ontlast. c) Samenhang onderbouw: Tandverbindingen prefab balken. d) Gewelfwerking één bouwlaag. e) Trekband: Standaard randwapening + extra staaf instorten.	 Wandligger – dubbel kruisnet a) Belasting direct naar palen door wandligger. b) Funderingsbalk wordt ontlast. c) Samenhang onderbouw: Tandverbindingen prefab balken. d) Gewelfwerking één bouwlaag. e) Trekband: Dubbel kruisnet instorten.	 Wandligger – meerdere verdiepingen a) Belasting direct naar palen door wandliggers op meerdere verdiepingen. b) Funderingsbalk wordt ontlast. c) Samenhang onderbouw: Tandverbindingen prefab balken. d) Gewelfwerking meerdere bouwlagen. - Mogelijkheid tot openingen in de wand.	 i.h.w. gestorte fundering a) Belasting naar palen door i.h.w. gestorte funderingsbalk. b) Volledige belasting op funderingsbalk. c) Samenhang onderbouw: Monolithische constructie. Geen verbindingen.	
		 Doorstapelnokken (VBI) a) Belasting door i.h.w. gestorte nokken (sparingen vloer). b) Geen weerstand tegen inklemmingsmoment.	 VBI DSS a) Belasting door vloerkop. b) Inklemmingsmoment door DSS wapening opgenomen.	 Randbalk eindmuur (VBI) a) Belasting door i.h.w. gestorte randbalk. b) Geen weerstand tegen inklemmingsmoment.	 Massieve plaatvloer (Bestcon 60) a) Belasting door vloerkop. b) Inklemmingsmoment door bovenwapening vloer opgenomen.		
		 Aanstorting bouwmuur (VBI) a) Belasting door i.h.w. gestorte aanstorting. b) Geen weerstand tegen inklemmingsmoment.	 VBI DSS a) Belasting (deels) door vloerkoppen. b) Inklemmingsmoment door DSS wapening opgenomen.	 Massieve plaatvloer (Bestcon 60) a) Belasting door vloerkoppen. b) Inklemmingsmoment door bovenwapening vloer opgenomen.			
DO2	Vloeroplegging eindmuur						
DO3	Vloeroplegging bouwmuur						

DO4	Geveloplossing	 Voor vloeren langs op funderingsbalk a) Prefab betonnen binnenspouw, i.h.w. gemetselde buitenspouw. b) Belastingafdracht: Stapeling voor vloeren op gevelbalk.	 Prefab gevelelementen op vloer a) Prefab hsb, SIPS of sandwichpanelen. Binnen- en buitenspouw in één. b) Belastingafdracht: Per verdieping op vloer.				
DO5	Stabiliteitsprincipe langsrichting	 Stabiliteit uit gevel a) Schijfwerking voor-/achtergevel. b) Gekoppeld aan bouw-/eindmuur. c) Gevel voor vloeren lang op gevelbalk gestapeld.	 Stabwand per beuk op vloer a) Schijfwerking inpandige stabwand per appartement. b) Eén kant gekoppeld aan bouw-/eindmuur. c) Vrij te plaatsen per beuk. Belastingafdracht per verdieping op vloer.	 Stabwand per beuk doorgekoppeld a) Schijfwerking inpandige stabwand per appartement. b) Eén kant gekoppeld aan bouw-/eindmuur. c) Verticaal boven elkaar. Doorgekoppeld door vloeren tot fundering.	 Beukbrede stabwand doorgekoppeld a) Schijfwerking inpandige, beukbrede stabwand. b) Beide kanten gekoppeld aan bouw-/eindmuur. c) Verticaal boven elkaar. Doorgekoppeld door vloeren tot fundering.	 Stabiliteitskern a) Schijfwerking inpandige wanden verticaal stijgpunt. b) Gekoppeld aan hoofddraagconstructie. c) Vanaf fundering tot bovenste verdieping doorgekoppeld.	 Combinatie HO, A1 – A4 - Opgetelde stabiliteit meerdere (verschillende) stabiliteitsvoorzieningen
DO6	Funderingsoplossing stabwand		 Funderingsbalk stramien-stramien a) Beukbrede funderingsbalk. b) Trekkrachten oplossen met ballast bouw-/eindmuur. a) Dubbele inkassing in bouw-/eindmuurbalk.	 Funderingsbalk stramien-paal b) Funderingsbalk stramien-paal. c) Trekkrachten oplossen met funderingspaal. Inkassing in bouw-/eindmuurbalk.			
DO8	Buitenoplossing	Geen concrete huidige oplossing.	 Handjes + kolommen a) Opleggen op twee kolommen en met twee handjes op vloer. a) Droge montage.	 Aanschuifbalkon VBI/Schöck langsijde b) Ophangen aan VBI voorgespannen randelement. c) Droge achteraf montage. a) Schöck Isokorf verankering met koudebrugonderbreking.	 Bestcon vrij uitkragend b) Ophangen aan Bestcon 60 massieve plaatvloer. c) Verankering balkon-vloer in fabriek. Montage vloer en balkon in één bewerking. a) Schöck Isokorf verankering met koudebrugonderbreking.	 (1/2) inpandig met handjes b) Rondom opleggen met handjes op vloer en bouw-/eindmuur. a) Droge montage.	 Dragende borstwering + handje b) Opleggen met handje op vloer en ophangen aan dragende borstwering. c) Natte montage. Borstwering schiet door vanuit bouw-/eindmuur. Koudebrugonderbreking.

5.2 Kansen en belemmeringen

In deze paragraaf zijn per deeloplossing uit het morfologisch overzicht in paragraaf 5 de kansen en belemmeringen van de alternatieven opgesomd. Vervolgens is per deeloplossing in de conclusie beredeneerd wat de volgorde van de meest naar minst redelijke en kansrijke alternatieven is. In de conclusie wordt ook aangegeven of de alternatieven wel of niet kunnen worden gerealiseerd met de huidige Trento productselectie. Dat is relevant voor de beantwoording van hoofdvraag één.

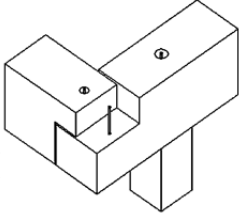
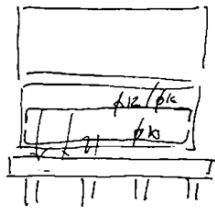
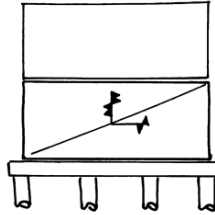
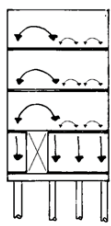
Leeswijzer:

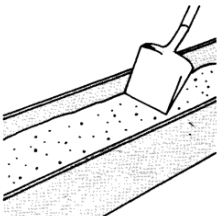
- '+' Kans
- '-' Belemmering
- '?' Op het moment van het schrijven van dit onderzoek nog niet volstrekt duidelijk.
- '→' Verwijst naar bijlage waarin meer informatie is opgenomen.
- T** Geeft aan dat het alternatief kan worden gerealiseerd met de huidige Trento productselectie.

Funderingsoplossing

De kansen en belemmeringen van de in de morfologische kaart beschreven alternatieven voor de funderingsoplossing zijn beknopt uitgewerkt in Tabel 8.

Tabel 8: Kansen en belemmeringen alternatieven funderingsoplossing.

Alternatieven DO1	Kansen en belemmeringen
HO T  5 bouwlagen	Meest relevante knelpunten: - Beperkte capaciteit funderingsbalken. - Beperkte samenhang prefab fundering. Kantelpunt toepassing: Capaciteit overschreden bij meer dan 5 bouwlagen.
A1 T 	+ Slechts één extra wapeningsstaaf instorten om wand als wandligger te laten fungeren. + Maakbaar in carrousel fabriek Heembeton. - Capaciteit doorgaans niet voldoende toereikend voor gestapelde woningbouw. - Geen openingen in wand mogelijk.
A2 T 	+ Instorten dubbel kruisnet loopt eenvoudig mee in de fabriek van HB in Veenoord. Standaard al kruisnet in wanden Veenoord. Net alleen zwaarder. + Meer capaciteit dan A1. Capaciteit voldoende toereikend voor gestapelde woningbouw. - Inbrengen wapeningsnet verstoort productieproces in carrousel fabriek HB. - Geen openingen in wand mogelijk. - Lost beperkte samenhang huidige fundering niet op.
A3 T 	+ Mogelijkheid tot openingen in wand. + Spreiding van krachten. + Meerdere elementen licht wapenen i.p.v. één element heel zwaar. - Bij voorkeur geen openingen. Openingen zorgen voor problemen in de fundering en bovenliggende wanden. Haalbaarheid afhankelijk van grootte opening, beukbreedte en stapelhoogte. - Weinig ontwerpvrijheid kopgevel. ? Meer capaciteit dan A2. [+]

A1/A2/A3	+ Reductie piek krachtenmoment en dwarskracht funderingsbalk met circa 50-55%. Funderingsbalken worden ontlast. + Reductie wapening in funderingsbalken. Voornamelijk reductie dwarskrachtwapening (beugels). + Soms terug van 600 naar 470 mm hoge funderingsbalk. Prijsreductie ± €15; - Lost beperkte samenhang huidige fundering niet op. → Bijlage B.2.2
A4 	+ Monolithische constructie met veel samenhang. + Constructief veel meer mogelijkheden. Lost beperkte samenhang en capaciteit huidige funderingsoplossing op. + Veel ontwerpvrijheid. - Natte bewerkingen op de bouw. Wijkt af van principe 'uitvoering'. - I.h.w. storten wijkt af van het principe 'prefab bouwsysteem'. - Nijhuis heeft niet meer de expertise en voorzieningen om i.h.w. te storten. → Bijlage B.2.1.

Conclusie

Op constructief gebied is een i.h.w. gestorte fundering (A4) de meest kansrijke oplossing. Het lost de beperkte capaciteit en samenhang van de huidige fundering in één keer op. Echter, het is ook de oplossing die het meest afwijkt van de Trento principes 'uitvoering' en 'prefab bouwsysteem' en daarmee de minst redelijke oplossing. Desondanks is dit alternatief wel het overwegen waard. De fundering (onderbouw) en bovenbouw zijn in de uitvoering van elkaar gescheiden. Pas als de volledige fundering gereed is begint de montage van het casco. Conceptuele afwijkingen in de fundering zullen daarom geen impact hebben op de rest van het uitvoeringsproces. Daarnaast is een i.h.w. gestorte fundering het enige alternatief dat de beperkte samenhang van de huidige oplossing aanpakt. Zolang Nijhuis blijft bij een prefab fundering zal beperkte samenhang de stapeling naar boven beperken. De vraag die hier een rol speelt is: hoeveel is het Nijhuis waard om bij de huidige Trento principes te blijven?

Wandliggers (A1, A2 en A3) blijven bij de huidige Trento productselectie. De prefab fundering van IJB blijft gehandhaafd. Wandliggers hebben wel impact op de wanden, aangezien wapening moet worden ingestort om de liggerwerking tot stand te brengen. Voor wandliggers met een dubbel kruisnet (A2 en A3) geldt dat de productie naar de fabriek van HB in Veenoord moet worden verplaatst, aangezien dergelijke wapening het productieproces in de carrousel fabriek verstoort. Omdat de huidige co-maker gehandhaafd blijft wordt dit niet als een conceptuele afwijking bestempeld. Het instorten van één extra staaf wapening (A1) loop wel eenvoudig mee in de carrousel.

Wandliggers helpen de funderingsbalken bij het afdragen van de belasting naar de palen. Hierdoor worden de balken ontlast waardoor het knelpunt van de beperkte capaciteit wordt opgelost. Echter, wandliggers zelf hebben ook een capaciteit. De capaciteit van A1 is doorgaans niet voldoende toereikend voor gestapelde woningbouw. De capaciteit van A2 en A3 is aanzienlijk groter. De afweging tussen A2 en A3 moet per project gemaakt worden. Zie daarvoor de kansen en belemmeringen in de tabel. Alle drie type wandliggers betekenen niets voor de beperkte samenhang van de fundering.

Als wandliggers worden toegepast wordt het kantelpunt van de toepassing van de fundering niet meer bepaald door de capaciteit van de funderingsbalk maar door de capaciteit van de wandligger of de beperkte samenhang van de prefab fundering.

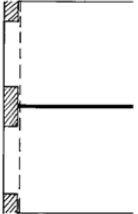
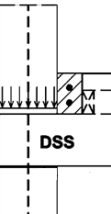
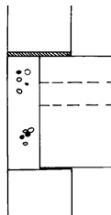
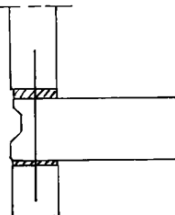
Samengevat en ter conclusie:

Kansrijk	A4 > A2/A3 > A1
Redelijk	A1/A2/A3 > A4

Vloeroplegging eindmuur

De kansen en belemmeringen van de in de morfologische kaart beschreven alternatieven voor de vloeroplegging op de eindmuren zijn beknopt uitgewerkt in Tabel 9.

Tabel 9: Kansen en belemmeringen alternatieven vloeroplegging eindmuur.

Alternatieven DO2	Kansen en belemmeringen
HO T  5/6 bouwlagen	Kantelpunt toepassing: Tot 5 à 6 bouwlagen in staat om krachten over te dragen en toevallige inklemming vloeren te voorkomen. + Eenvoudige bekisting. - Horizontale trekbandwapening langs omtrek instorten niet mogelijk. - Raamsparingen in de eindmuur kunnen het systeem van doorstapelnokken doorkruisen. Positionering nokken en raamsparingen moeten op elkaar worden afgestemd. - Op de hoeken van de vloerplaten moeten fabrieksmatig sparingen worden aangebracht. - Doorstapelnokken beperken de mogelijkheid om sleuven aan te brengen in de leidingvloeren van VBI. - Doorstapelen pas nadat i.h.w. gestorte nokken zijn uitgehard. ? Horizontale trekbandwapening in wand of instorten in dwarssleuf. → Bijlage B.2.6
A1 T  8 bouwlagen	Kantelpunt toepassing: Toevallige inklemming opneembaar t/m 8 bouwlagen. Bij meer dan 8 bouwlagen mogelijkheden bepalen in overleg met VBI. + Horizontale trekbandwapening langs omtrek eenvoudig instorten in kopsleuf. + Verticale trekbandwapening in eindmuur eenvoudig doorkoppelen met stekken door gains in vloerkoppen. Horizontale en verticale trekbanden eenvoudig effectief verankeren. + Snel monteren en doorstapelen. - DSS kost €60; euro per plaatkop. Afhankelijk van de vloeroverspanning heeft DSS een prijsconsequentie van €10; - €15; per m². - Trekband in kopsleuf zorgt voor extra natte bewerking.
A2 T  6/7/8 bouwlagen	Kantelpunt toepassing: Tot 6, 7 à 8 bouwlagen in staat om krachten over te dragen en toevallige inklemming vloeren te voorkomen. + Hoger stapelen met de huidige productselectie. + Horizontale trekbandwapening langs omtrek eenvoudig instorten in randbalk. + Een kans is om een 'voorgeprogrammeerd' bekistingselement te ontwikkelen zodat het i.h.w. storten van de randbalk eenvoudig meeloopt in de uitvoering. Interessant is een in de wand geïntegreerde randkist. - Randbekisting nodig om randbalk i.h.w. te storten. Nijhuis ontbreekt het aan een geschikte randkist. De oplossing loopt stuk op technische voorzieningen in de uitvoering. - Excentrische oplegging van wanden resulteert in een buigmoment. Bij voorkeur is de randbalk breder dan de halve dikte van bouwmuur. Hiertoe moet de eindmuur minimaal 180 mm dik zijn. Bij voorkeur 200 of 220 mm. - Vraagt veel aandacht in de uitvoering. Extra handelingen. - Doorstapelen pas nadat beton randbalk is uitgehard. ? Goedkope oplossing, vergeleken met DSS VBI. [+] → Bijlage B.2.6
A3 	+ Toevallige inklemming probleemloos opneembaar. + Snel monteren en doorstapelen. ? Inbrengen voorzieningen horizontale trekbandwapening langs omtrek.
A1/A2/A3	+ Lost knelpunt toevallige inklemming op.

Bestcon 60 massieve plaatvloer (A3)

Als wordt gekozen voor alternatief A3 wordt automatisch ook gekozen voor de Bestcon 60 vloer in plaats van de VBI Appartementenvloer. De Bestcon 60 vloeroplossing bestaat uit een constructieve vloer met daarop een installatielaag en afwerkvloer. De constructieve vloer is een massieve plaatvloer (prefab beton) van doorgaans 200 mm dik. Een efficiënte overspanning is 7,5 tot 8,5 m. In de 120/130 mm installatielaag worden de installaties opgeborgen. Vervolgens wordt de laag afgestort met lichtbeton. Om aan hogere eisen ten aanzien van geluid te voldoen kan de afwerkvloer als zwevende dekvloer worden uitgevoerd. Hiertoe wordt tussen de afwerkvloer en de installatielaag 20 mm isolatie toegepast. Voor meer details, zie Bijlage C.1.1.

De belangrijkste voor- en nadelen van de Bestcon 60 vloeroplossing zijn:

- + Bestcon 60 is een brede plaatvloer. Breder dan de kanaalplaatvloer van VBI, waardoor met minder hijsbewegingen sneller een vloer kan worden gemonteerd.
- Het afgestorten van de installatielaag met lichtbeton is een grote natte bewerking op de bouwplaats. Doet afbreuk aan het Trento principe 'uitvoering'.
- De kostprijs van de Bestcon 60 vloer heeft de hoofdconstructeur onaangenaam verrast.

→ Bijlage B.2.4

VBI DSS (A1)

Het DoorStapelSysteem (DSS) van VBI is een speciale bovenwapening die fabrieksmatig wordt ingestort in de Appartementenvloeren, zie Figuur 19.



Figuur 19: VBI Appartementenvloer pasplaat met DSS wapeningskorf [projectbezoek Van Wijnen, Soesterberg].

Conclusie

DSS (A1) en de randbalk (A2) blijven houden beide vast aan de huidige Trento productselectie. Bij A3 wordt de huidige vloeroplossing van VBI vervangen door de Bestcon 60 vloer.

Alle drie de alternatieven doen in meer of mindere mate afbreuk aan de Trento principes. De belangrijkste belemmering van DSS (A1) is de kostprijs van het systeem. Een i.h.w. gestorte randbalk (A2) is een extra natte bewerking op de bouwplaats. Daarnaast is de oplossing een belemmering in de uitvoering omdat er (nog) geen bekistingselement bestaat en omdat het beton moet uitharden voordat kan worden doorgestapeld op de eindmuur. De belemmering van het bekistingselement kan worden ondervangen door een productontwikkeling in gang te zetten. De afdeling BPO heeft daar ervaring mee. De natte bewerking is geen grote belemmering in de uitvoering omdat het storten van de randbalk kan meelopen met het storten van de sleuven en voegen in het vloerveld (klusteren natte bewerkingen). Wat de meeste aandacht vraagt is het realiseren van de randbekisting. De i.h.w. gestorte installatielaag van Bestcon 60 (A3) zorgt ook voor een extra natte bewerking. De omvang en daarmee de impact van deze bewerking is aanzienlijk groter dan bij een randbalk. A3 doet daarom afbreuk aan het Trento principe 'uitvoering'.

Bij het project waaraan voor dit onderzoek een projectbezoek is gebracht zijn randbalken (A2) toegepast op de eindmuren. De bekisting voor de randbalk was fabrieksmatig geïntegreerd in de betonnen eindmuren, zie Figuur 20. Dat is een goed voorbeeld van een oplossing voor de randbekisting.

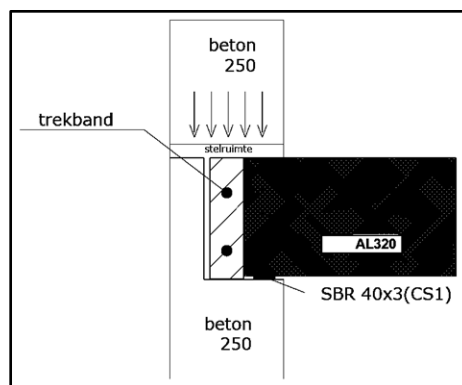
A1 en A2 zijn bevorderlijk voor het inbrengen van trekbandwapening langs de omtrek van het gebouw. Bij A2 kan de wapening in de randbalk worden ingebracht. Bij DSS resulteert de trekband in een extra natte bewerking voor het aanstorten van de kopsleuf. Voor deze bewerking geldt hetzelfde als voor de natte bewerking van de randbalk: de impact tijdens de uitvoering is niet groot. Onderzocht moet worden of, en zo ja hoe trekbandwapening kan worden ingebracht in de oplegging van de Bestcon 60 vloer op de eindmuur.

DSS verhoogt de kostprijs van een Appartementenvloer aanzienlijk. Echter, daarmee is niets gezegd over de integrale kostprijs van de toepassing. Hetzelfde geldt voor de Bestcon 60 vloer, waarvan het vermoeden bestaat dat die flink duurder is dan een reguliere Appartementenvloer. Een randbalk is op het eerste gezicht goedkoper, maar de vraag is of dat ook daadwerkelijk zo is als alle aspecten, zoals bijvoorbeeld de uitvoeringskosten en de kosten van het ontwikkelen en toepassen van randbekisting, worden meegerekend. Om een weloverwogen keuze te kunnen maken tussen de drie alternatieven is het aan te raden om de integrale kostprijs van de alternatieven in kaart te brengen. Vooral voor een afweging tussen A1 en A2 is dat nuttig, aangezien deze twee alternatieven vrijwel even kansrijk en redelijk zijn.

De Bestcon 60 oplossing (A3) is de meest kansrijke oplossing op constructief gebied. Toevallige inklemming is probleemloos opneembaar. Bestcon heeft de vloer reeds toegepast in appartementengebouwen tot 15 bouwlagen. Waar het kantelpunt van de toepassing ligt is op het moment van het schrijven van dit onderzoek niet exact duidelijk. Vermoedelijk kan de 70 meter grens uit het bouwbesluit (± 20 bouwlagen) met de vloer worden bereikt. Het kantelpunt bij DSS (A1) en de randbalk (A2) ligt aanzienlijk lager. DSS heeft meer capaciteit.

Samengevat en ter conclusie:

Kansrijk	$A3 > A1 > A2$
Redelijk	$A1 / A2 > A3$

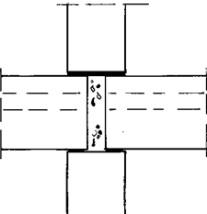
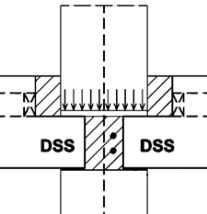
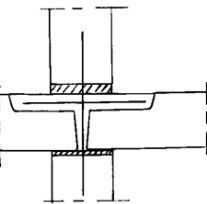


Figuur 20: Bekisting randbalk geïntegreerd in eindmuur [projectbezoek Van Wijnen Soesterberg].

Vloeroplegging bouwmuur

De kansen en belemmeringen van de in de morfologische kaart beschreven alternatieven voor de vloeroplegging op de eindmuren zijn beknopt uitgewerkt in Tabel 10.

Tabel 10: Kansen en belemmeringen alternatieven vloeroplegging bouwmuur.

Alternatieven DO3	Kansen en belemmeringen
HO  7/8 bowlagen	Kantelpunt toepassing: Tot 7 à 8 bowlagen in staat om krachten over te dragen en toevallige inklemming vloeren te voorkomen. Bij meer bowlagen kritisch kijken naar oplossing. + Interne trekbandwapening bouwmuur eenvoudig instorten in aanstorting.
A1  8 bowlagen	Kantelpunt toepassing: Toevallige inklemming standaard opneembaar t/m 8 bowlagen. Bij meer dan 8 bowlagen mogelijkheden bepalen in overleg met VBI. + Interne trekbandwapening bouwmuur eenvoudig instorten in kopsleuf of aanstorting. + Verticale trekbandwapening in bouwmuur eenvoudig doorkoppelen met stekken door gains in vloerkoppen. Horizontale en verticale trekbanden eenvoudig effectief verankeren. - DSS kost ruim €60; euro per plaatkop. Afhankelijk van de vloeroverspanning heeft DSS een prijsconsequentie van €10; - €15; per m².
A2 	+ Toevallige inklemming probleemloos opneembaar. + Interne trekbandwapening bouwmuur eenvoudig instorten in kopsleuf/aanstorting.
HO/A1/A2	+ Lost knelpunt toevallige inklemming op. + Eenvoudig in de uitvoering. - Doorstapelen pas nadat beton is uitgehard.

Conclusie

DSS (A1) blijft bij de huidige Trento productselectie. Bij A2 wordt de huidige vloeroplossing van VBI vervangen door de Bestcon 60 vloer.

Wat betreft de belemmering van DSS (A1) en Bestcon 60 (A2) aangaande de Trento principes geldt hetzelfde als wat staat geschreven bij de conclusie van de deeloplossing 'vloeroplegging eindmuur'.

Interne trekbanden parallel aan de vloeroverspanning kunnen bij zowel DSS (A1) als Bestcon 60 (A2) eenvoudig worden ingestort in de aanstorting op de bouwmuur of in de kopsleuven.

A2 is kansrijker dan A1. Het kantelpunt van de toepassing van DSS (A1) ligt op 8 bowlagen. De huidige oplossing (HO) komt tot 7 à 8 bowlagen. DSS biedt daarom weinig kans om hoger te komen dan met de huidige Trento productselectie.

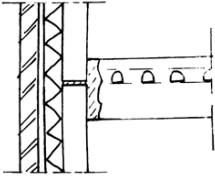
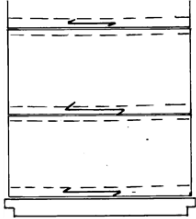
Samengevat en ter conclusie:

Kansrijk	A2 > A1
Redelijk	A1 > A2

Geveloplossing

De kansen en belemmeringen van de in de morfologische kaart beschreven alternatieven voor de geveloplossing zijn beknopt uitgewerkt in Tabel 11.

Tabel 11: Kansen en belemmeringen alternatieven geveloplossing.

Alternatieven DO4	Kansen en belemmeringen
HO 	+ Mogelijk om stabiliteit uit de gevel te halen. - Naarmate het aantal bouwlagen toeneemt moeten kostbare metselwerkdragers worden toegepast. Daarnaast moet de gevels met strippen aan de vloeren worden gekoppeld. - Belasting gevel komt op de zwakke gevelbalk en tandverbindingen terecht. - Arbo: Boven schouder niveau metselen is fysiek erg belastend voor metselaars. Boven 170 cm (ooghoogte) metselen is niet toegestaan. Onder balkon- en galerijplaten is dat een belemmering. → Bijlage B.2.5
A1 	+ Belasting voor- en achtergevel niet op gevelbalk. Daardoor: - o Minder snel een funderingspaal onder gevelbalk nodig. - o Belasting komt niet op de zwakke tandverbindingen terecht. - o Mogelijk terug naar lichtere funderingsbalk. + Snelle montage. Montage gevels kan meelopen met montage wanden en vloeren. Casco sneller wind- en waterdicht. + Belastingreductie. Doorgaans lichte prefab gevelelementen. + Prefab buitenspouwblad. Metselen onder galerij- en balkonplaat niet nodig (niet meer in strijd met Arbo). + Reductie dure arbeid. - Er kan geen stabiliteit aan de gevels worden ontleend. - Openingen in de gevel zijn een knelpunt. Bij peilkozijnen en plafondhoge kozijnen blijft geen latei meer over. Dat vormt een belemmering voor de productie, het transport en de montage van de elementen en voor de kozijnassemblage. - Verdienmodel achter machine omgeving. Echter, prefab metselwerk is nog sterk in ontwikkeling. Vooralsnog weinig automatisering waardoor de kostprijs hoog is. - Voor het stellen van de gevels is een andere expertise dan het monteren van wanden en vloeren. De cascoploeg kan een gevel plaatsen en borgen, maar het stellen moet door een montagebedrijf worden gedaan. ? Montagedetails veelal onbekend. [-] → Bijlage B.2.5

Conclusie

Prefab gevelelementen (A1) blijven niet bij de huidige Trento productselectie. Het prefab binnenspouwblad van Heembeton met de i.h.w. gemetselde buitenspouw wordt vervangen door prefab gevelelementen. Daarnaast kan niet worden gebleven bij het huidige stabiliteitsprincipe, aangezien aan prefab gevels geen stabiliteit kan worden ontleend.

Prefab gevelelementen (A1) doen mogelijk afbreuk aan de Trento principes 'kostprijs' en 'uitvoering'. Omdat de productie van prefab metselwerk veelal (nog) niet geautomatiseerd is zijn de kosten van prefab gevels nog hoog. Echter, ook hiervoor geldt dat onderzoek moet worden gedaan naar de integrale kostprijs. Wat betreft de uitvoering moet goed worden nagedacht over de aanvoer van bouwmaterialen voor de afbouw binnen, aangezien steigers bij prefab metselwerk overbodig worden.

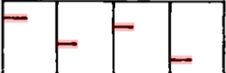
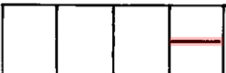
Prefab gevels (A1) zijn tegelijk ook een kans voor de uitvoering. Met prefab gevels kan een gebouw veel sneller wind- en waterdicht gemaakt worden. Daarnaast is A1 ook bevorderlijk voor het principe 'prefab', aangezien i.h.w. metselen wordt vervangen door prefab gevels.

Robuustheid is op prefab gevelelementen niet van toepassing, aangezien deze geen constructieve functie vervullen en dus geen deel uitmaken van de hoofdconstructie.

Stabiliteitsprincipe langsrichting

De kansen en belemmeringen van de in de morfologische kaart beschreven alternatieven voor de stabiliteit in de langsrichting zijn beknopt uitgewerkt in Tabel 12.

Tabel 12: Kansen en belemmeringen alternatieven stabiliteitsprincipe langsrichting.

Alternatieven DO5	Kansen en belemmeringen
HO  5/6/7 bouwlagen	Wrijvingscapaciteit voegrand is maatgevend knelpunt. Kantelpunt toepassing: 5, 6 à 7 bouwlagen met mechanische koppelingen. + Grote stabiliteitsvoorzieningen. Spreiden van krachten. Minder snel trekkkrachten in fundering. + Geen extra fundering nodig. Funderen op bestaande gevelbalk. - Belemmering ontwerp vrijheid openingen gevel. - Knelpunt capaciteit hangneus gevelbalk.
A1  4/5 beuken i.c.m 4/5 bouwlagen	<u>Stabwand per beuk op vloer</u> Beperkte capaciteit begane grondvloer is maatgevend knelpunt. Kantelpunt toepassing: Verhouding 4/5 beuken breed en 4/5 lagen hoog. + Indelingsvrijheid: Stabwand vrij te plaatsen per appartement. + Geen extra fundering nodig. - Beperkte capaciteit begane grondvloer: Belasting wordt naar beneden toe opgesomd. Begane grondvloer krijgt grootste belasting terwijl deze lichter is gedimensioneerd dan de verdiepingsvloeren. → Bijlage B.2.7
A2  4/5 beuken i.c.m 4/5 bouwlagen	<u>Stabwand per beuk doorgekoppeld</u> + Belasting komt niet op de vloeren terecht. Beperkte capaciteit begane grondvloer geen probleem (wel bij A1). + Meer capaciteit dan A1. Kantelpunt toepassing afhankelijk van lengte en dikte stabwand en aantal aaneengeschakelde beuken. - Beperking indelingsvrijheid. Stabwanden moeten verticaal boven elkaar gepositioneerd worden in appartementen. - Extra fundering nodig. → Bijlage B.2.9
A3  4/5 beuken i.c.m 4/5 bouwlagen	+ Aanzienlijk meer capaciteit dan A2. + Voldoende ballast in twee bouwmuren en stabiliteitsvoorziening groot genoeg om trekkkrachten in fundering te kunnen voorkomen. Daartoe wel de ballast per verdieping activeren door koppelen stabwand-bouwmuur. + Volledige indelingsvrijheid van alle appartementen zonder de beukbrede stabwand. - Lastig om beukbrede stabwand in plattegrond op te nemen. Beperkt ontwerp vrijheid. Waarschijnlijk moet één appartement worden opgeofferd. - Extra fundering nodig. → Bijlage B.2.11
A4  4/5 beuken i.c.m 4/5 bouwlagen	+ Doorgaans dikke wanden die eenvoudig kunnen worden gewapend en doorgekoppeld. + Capaciteit liftkern vergelijkbaar met 3 doorgekoppelde stabwanden (A2). - Concentratie van krachten. - Kleine, centrale stabiliteitsvoorziening. Trekkkrachten in fundering. Oplossen met trekkpalen. - Kern moet gekoppeld worden aan hoofd draagconstructie. Voorkeur gaat uit naar loskoppelen ter voorkoming van liftgeluid in de appartementen. - Trappenhuizen zijn vaak een doorbreking van het stabiliteitssysteem (veel 'gaten', afwijkende dimensionering, ander type vloeren, et cetera). Indien gepositioneerd in het midden van het gebouw doorgaans gedilateerd waardoor stabiliteit ontleen aan kern niet mogelijk is. → Bijlage B.2.12

A5 T 	+ Stabiliteit spreiden over gebouw. Voorkomen van krachtenconcentraties. + Ballast veel bouwmuren activeren. Voorkomen van trekkrachten in de fundering.
---	---

Conclusie

Alle alternatieven kunnen met de huidige Trento productselectie gerealiseerd worden. Mogelijk moet wel de productie van de stabiliteitswanden (A1/A2/A3) naar de fabriek van Heembeton in Veenoord worden verplaatst. Stabiliteitswanden zijn doorgaans zwaar gewapend en zijn onderling doorgekoppeld (behalve A1). De maakbaarheid van dergelijke elementen in de carrousel fabriek van Heembeton is slecht. Omdat de huidige co-maker gehandhaafd blijft wordt dit niet als een conceptuele afwijking bestempeld.

De alternatieven doen niet direct afbreuk aan de Trento principes. Daarbij moet wel worden vermeld dat er weinig bekend is over de integrale kosten per alternatief. A2 en A3 hebben bijvoorbeeld een eigen (extra) fundering nodig terwijl dat bij het huidige stabiliteitsprincipe (HO) niet het geval is. Dat kan de kosten flink verhogen. De integrale kostprijs moet goed inzichtelijk worden gemaakt om tot een concrete beoordeling van de alternatieven te komen.

A1 is geen kansrijk alternatief voor toepassing boven de 4 à 5 bouwlagen. Het kantelpunt van de huidige oplossing (HO) ligt hoger. Voor toepassing tot 4 à 5 bouwlagen is het alternatief wel interessant, bijvoorbeeld als de stabiliteit niet uit de gevels wordt of kan worden gehaald. A1 is dan kansrijker dan A2 en A3 omdat er geen voorzieningen getroffen hoeven te worden in de fundering en vanwege de indelingsvrijheid van de appartementen.

A2 en A3 zijn beide interessante alternatieven. A3 heeft aanzienlijk meer capaciteit dan A2 maar is lastig op te nemen in de gebouwplattegrond. Voor beide alternatieven geldt dat het kantelpunt van de toepassing niet bekend is. Naarmate een gebouw meer beuken op een rij heeft wordt A2 interessanter. Voor A3 geldt het omgekeerde. Bij zowel A2 als A3 kunnen trekkrachten in de fundering worden voorkomen door de ballast uit de bouwmuren per verdieping te activeren. Gebaseerd op deze informatie zijn A2 en A3 beide kansrijke alternatieven voor de huidige oplossing.

A4 is een kleine stabiliteitsvoorziening en heeft op zichzelf weinig capaciteit, vergeleken met A1, A2 en A3. Daarnaast ontstaan doorgaans trekkrachten in de fundering. A4 wordt interessanter als er twee kernen aanwezig zijn (bijvoorbeeld een noodtrappenhuis ter aanvulling op het reguliere trappenhuis). A4 is vooral interessant in combinatie met andere stabiliteitsvoorzieningen (A5). Een kansrijke combinatie (A5) is de combinatie van A1 of A2 met A4.

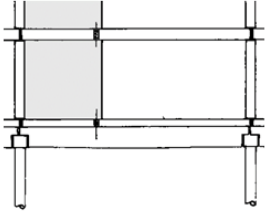
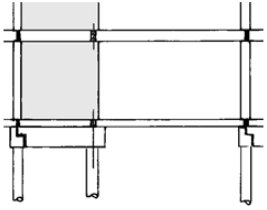
Samengevat en ter conclusie:

Kansrijk	A2/A3/A5 > A1 > A4
Redelijk	A1/A2/A3/A4/A5

Funderingsoplossing stabwand

De kansen en belemmeringen van de in de morfologische kaart beschreven alternatieven voor de fundering van stabwanden zijn beknopt uitgewerkt in Tabel 13.

Tabel 13: Kansen en belemmeringen alternatieven funderingsoplossing stabwand.

Alternatieven DO6	Kansen en belemmeringen
A1 	+ Funderingspaal fungeert als hefboom om de ballast van tegenoverliggende bouwmuur te activeren om mogelijk trekkrachten op te lossen. Bij voldoende ballast in de bouwmuur worden de funderingspalen niet op trek belast. - Bij trekkrachten in de stabwand worden de hangneus en inkassing op trek belast. - Dubbele inkassing in de bouwmuurbalk. Inkassingen zijn net als tandverbindingen een doorbreking van de doorsnede en daarmee een verzwakking van de funderingsbalk. → Bijlage B.2.10
A2 	+ Slecht één inkassing de bouwmuurbalk. Minder een belemmering dan de dubbele inkassing bij A1. - Trekkrachten in de stabwand moeten in de funderingspaal worden opgelost. De (rekenwaarde van de) trekcapaciteit van hei- en mortelschroefpalen is beperkt. - Bij goede grondgesteldheid kunnen funderingspalen niet diep geheid/geboord worden. Korte palen hebben weinig trekcapaciteit. → Bijlage B.2.10

Conclusie

Beide alternatieven kunnen worden gerealiseerd met de huidige Trento productselectie.

Beide alternatieven doen geen afbreuk aan de Trento principes. Mogelijk is een beukbrede funderingsbalk (A1) goedkoper dan het heien of boren van een extra paal (A2). Echter, om daar goed antwoord op te kunnen geven moet een integrale kostprijsberekening worden gemaakt. Daarom worden beide alternatieven als even redelijk beoordeeld.

Desondanks de dubbele inkassing is A1 beoordeeld als meer kansrijk dan A2. Een belangrijke reden daarvoor is dat A1 fungeert als hefboom om de ballast in de bouwmuur te activeren om trekkrachten op te lossen. Bij A2 moeten trekkrachten worden opgelost in de fundering. Dat is een groot knelpunt voor de huidige funderingsoplossing.

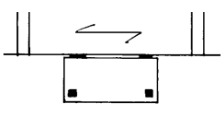
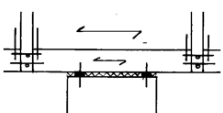
Samengevat en ter conclusie:

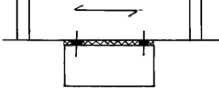
Kansrijk	A1 > A2
Redelijk	A1 /A2

Buitenoplossing

De kansen en belemmeringen van de in de morfologische kaart beschreven alternatieven voor de buitenoplossing zijn beknopt uitgewerkt in Tabel 14.

Tabel 14: Kansen en belemmeringen alternatieven buitenoplossing.

Alternatieven DO7	Kansen en belemmeringen
A1 	+ Constructief en bouwfysisch eenvoudige oplossing. + Droge montage. + Metselen op balkons mogelijk. - Kolommen onderdeel van hoofd draagconstructie. Mogelijk wordt geëist dat een kolom moet kunnen worden verwijderd zonder dat voortschrijdende instorting optreedt (bv. als gevolg van botsbelasting auto). - Weinig ontwerpvrijheid. Balkons moeten boven elkaar. - Kolommen moeten gefundeerd worden. Aansluiten stalen voorzieningen op fundering is lastig i.v.m. (stel)toleranties. ? Geen achterafmontage. [-] ? Oplossing ook mogelijk aan kopse zijde (kopgevel) vloer. [+]
A2 	+ Droge montage. Snelle montage met weinig bewerkingen op de bouw. + Montage na metselwerk mogelijk indien verbinding buiten het gevelvlak wordt gebracht. Randplaat krijgt uitstulping die door het gevelpakket heen komt. + De randplaat is voorgespannen. Doorbuiging onder zware last balkon minder snel een probleem. + Herhaalbaarheid: VBI heeft de oplossing sterk gestandaardiseerd. Ongeacht situatie zelfde randplaat. + Ontwerpvrijheid: Onderstempelen niet nodig waardoor balkons kunnen verspringen t.o.v. elkaar. + Onderstempelen niet nodig. Tot hoger bouwlagen toepasbaar. + Mogelijkheid tot demontage. - Oplossing kopse zijde vloeren (kopgevel) erg complex en een belemmering in de uitvoering. Onderstempelen en i.h.w. storten. Geen droge montage. Detaillering complex. - Verbinding buiten het gevelvlak vraagt om specifieke detaillering om de gevel wind- en waterdicht te maken. - Kostbare oplossing. Productie niet geautomatiseerd maar met traditionele bekisting. De randplaat (incl. Isokorf) kost een factor 5 à 6 meer dan een reguliere Appartementenvloer. Ook balkon zelf €150; duurder. - Randplaat is smal. Dat resulteert in veel torsie in het element. Doorbuiging en dwarskrachcapaciteit sneller een probleem. - Metselen op balkon niet mogelijk. Breedte kozijn gelijk aan breedte balkon of dure metselwerkdragers toepassen. - Oplossing grondig getest, maar nog nooit toegepast. Oplossing heeft zich nog niet bewezen. → Bijlage B.2.3

A3 	+ Droge montage. Weinig bewerkingen op de bouw. + Verbinding blijft binnen gevelvlak. Geen complexe bouwfysische detaillering. + Metselen op balkons mogelijk. + Balkon bevestigd aan brede, voorgespannen vloerstrook (Bestcon 60). Minder torsie in vloer. Doorbuiging en dwarskrachtcapaciteit minder snel een belemmering dan bij smalle randstrook VBI. + Oplossing ook goed toepasbaar aan kopse zijde (kopgevel) vloeren. + Onderstempelen niet nodig. Tot hoger bouwlagen toepasbaar. - Geen achterafmontage. Montage loop mee met montage vloeren. - Lastig i.c.m. de achterafmontage van prefab gevels. Balkons zitten in de weg. - Productie loop eenvoudig mee in fabriek Bestcon. Mogelijk een stuk goedkoper dan de vergelijkbare VBI/Schöck oplossing (A1). - Transport naar de bouwplaats stelt randvoorwaarden aan breedte en gewicht samenstel balkon en vloer. Minder ontwerpvrijheid. Samenstel binnen 3,60 m. - Speciaal hijsmateriaal nodig om de vloer met daaraan het balkon te monteren. Aan balkon hijsen niet mogelijk. - Complexe steigeroplossing. → Bijlage B.2.3
A4 	+ Droge montage. + Oplossing mogelijk bij zowel kopse zijde (kopgevel) als langs zijde (voor- en achtergevel) vloeren. Wel andere detaillering. - Geen achterafmontage. - Doorbreken gebouwschil. Resulteert in dure geveloplossing met complexe bouwfysische detaillering. - Impact op gebouwontwerp. Afhankelijk van locatie balkon voorzieningen nodig om de vloeren te dragen.
A5 	+ Verbinding binnen gevelvlak. Geen complexe bouwfysische detaillering. + Metselen op balkons mogelijk. + Groot deel belasting gelijk in bouwmuur. Geen torsie in vloer. - Geen achterafmontage. - Natte montage door aangieten ophangvoorzieningen met gietmortel. - Onderstempelen tijdens montage. Beperking stapelhoogte. - Weinig ontwerpvrijheid. Balkon altijd bij bouwmuur. Oplossing niet mogelijk aan kopse zijde (kopgevel). - Complexe steigeroplossing. ? Flinker koudebrug. [-]

Aanschuifbalkon VBI/Schöck langs zijde (A2)

De balkonoplossing van VBI (A2) is in samenwerking met Schöck tot stand gekomen. De oplossing voor de langs zijde (voor- en achtergevel) van de vloeren bestaat uit een voorgespannen randplaat van VBI met daarin de Isokorf verbindingen van Schöck fabrieksmatig ingestort. De randplaat wordt tegelijk met de reguliere Appartementenvloeren gemonteerd. Nadat het casco is gemonteerd kunnen de balkons aan de Isokorf verbindingen worden bevestigd. Door de verbinding buiten het gevelvlak te brengen is het zelfs mogelijk om dat na het metselwerk te doen. Voor balkons aan de kopse zijde (kopgevel) van de vloeren is ook een oplossing ontwikkeld. Deze oplossing is een stuk complexer.

Dragende borstwering + handje (A3)

Bij de vrij uitkragend balkonoplossing van Bestcon (A3) wordt het balkon in de fabriek aan de Bestcon 60 massieve plaatvloer gestort, zie Figuur 21. Daarvoor wordt de Isokorf verbinding met koudebrugonderbreking van Schöck gebruikt. De montage van de balkons loopt mee met de montage van de vloeren.

Dragende borstwering + handje (A5)

Bij alternatief A5 wordt het balkon aan een dragende borstwering opgehangen. De borstwering schiet door vanuit de bouwmuur. Aan de andere zijde wordt het balkon met een handje op de vloer opgelegd. De verbinding tussen de borstwering en het balkon wordt met gietmortel aangegoten. Tijdens de montage moet het balkon worden onderstempeld. Deze balkonoplossing is toegepast bij het bezochte project, zie Figuur 22.



Figuur 21: Balkonoplossing A3 [fabrieksbezoek Bestcon, Best].



Figuur 22: Balkonoplossing A5 [projectbezoek Van Wijnen, Soesterberg].

Conclusie

Het is lastig om te beoordelen hoe kansrijk en redelijke de alternatieven zijn. Dat is erg afhankelijk van de volgende zaken:

- De geveloplossing die wordt gehanteerd (prefab of i.h.w. gemetseld).
- Of er wel of geen stabiliteit uit de gevel moet worden gehaald.
- De vereiste/gewenste bouwsnelheid.
- De positionering van de balkons (langsijde of kopse zijde vloeren).
- De mogelijkheid en voorkeur om met steigers te werken.
- Hoe de toevoer van materialen voor de afbouw binnen is geregeld.
- Of er wel of geen metselwerk boven/op het balkons is gepositioneerd.

In dit onderzoek wordt daarom geen conclusie getrokken over de alternatieven voor de buitenoplossing.

Samengevat en ter conclusie:

Kansrijk	<i>n.t.b.</i>
Redelijk	<i>n.t.b.</i>

6 Conclusie

In dit verslag is het exploratieve onderzoek naar de toepassing van het Trento concept in de gestapelde woningbouw beschreven. Aanleiding voor het onderzoek is de groeiende vraag naar gestapelde woningbouwprojecten die Nijhuis ervaart. Nijhuis wil het Trento concept gebruiken om op deze groeiende vraag in te spelen. Om dat te doen is inzicht nodig in de implicaties die het heeft om Trento buiten zijn oorspronkelijke oplossingsruimte (grondgebonden woningbouw) toe te passen. Nijhuis ontbreekt het aan voldoende inzicht om een weloverwogen beslissing te nemen over het vergroten van de toepassing in de gestapelde woningbouw. Het doel van dit onderzoek is tweeledig en luidt als volgt:

Het doel van dit onderzoek is om ...

vast te stellen in hoeverre Nijhuis met de huidige Trento productselectie redelijkerwijs oplossingen kan aanbieden voor gestapelde woningbouwprojecten. (1)

te bepalen wat redelijke alternatieven zijn op de huidige Trento productselectie en ontwerpprincipes om de toepassing van het concept in de gestapelde woningbouw te vergroten. (2)

Aan het begin van dit onderzoek zijn twee hoofdvragen en vier deelvragen geformuleerd om het onderzoeksdoel te verwezenlijken. Deze vragen worden in het vervolg van dit hoofdstuk beantwoord.

6.1 Conclusie deelvragen

Voordat tot beantwoording van de hoofdvragen wordt overgaan zullen eerst de deelvragen beantwoord worden:

D1 Op welke aspecten moeten de huidige en alternatieve oplossingen van het Trento concept worden getoetst om te beoordelen of deze redelijk zijn?

De beoordelingsaspecten zijn beschreven in Hoofdstuk 3: Beoordelingsaspecten. Samengevat is de beoordeling gebaseerd op drie hoofdaspecten die ook weer zijn onderverdeeld, namelijk:

- **Trento principes Nijhuis.** Het Trento concept is gebaseerd op een aantal principes waaraan het huidige concept en de alternatieven zijn getoetst. De principes zijn: herhaalbaarheid, maakbaarheid, uitvoering, prefab bouwsysteem en kostprijs. Een knelpunt of belemmering doet afbreuk aan deze principes. Een kans bevordert deze principes.
- **Bouwregelgeving.** De bouwregelgeving stelt zwaardere en aanvullende eisen aan de brandwerendheid en robuustheid van gestapelde woongebouwen ten opzichte van grondgebonden woningen. Er is beoordeeld of, en zo ja hoe aan deze aanvullende eisen kan worden voldaan met het huidige concept en met de aangedragen alternatieven.
- **Constructieve veiligheid.** De hoofddragconstructie is verantwoordelijk voor de stabiliteit van een gebouw en dient de veiligheid van het gebouw te waarborgen. Er is beoordeeld in hoeverre de constructieve veiligheid van een gestapeld woongebouw kan worden gewaarborgd met het huidige Trento concept en met redelijke alternatieven daarop.

D2 Door welke knelpunten wordt de toepassing van het huidige Trento concept in de gestapelde woningbouw begrensd?

De knelpunten van het huidige Trento concept zijn beschreven in Hoofdstuk 4: Knelpunten huidige Trento concept. De belangrijkste (maatgevende) knelpunten per bouwcomponent/thema zijn hieronder beknopt beschreven.

Het belangrijkste knelpunt van de huidige funderingsoplossing is de beperkte capaciteit van de funderingsbalken. De dwarskrachtcapaciteit van de tandverbindingen is maatgevend. Het kantelpunt van de toepassing is 5 bouwlagen. Een ander belangrijk knelpunt is de beperkte samenhang van de fundering. Beperkte samenhang is inherent aan prefab funderingen. Waar het kantelpunt precies ligt is lastig te zeggen. Dat is sterk afhankelijk van het gebouwtwerp en de productkennis van de constructeur. Nijhuis heeft met de huidige funderingsoplossing reeds appartementengebouwen met 5 bouwlagen gerealiseerd. Het is daarom aannemelijk dat het kantelpunt hoger ligt dan 5 bouwlagen.

Het belangrijkste knelpunt van de toepassing van de huidige vloeroplossing in de gestapelde woningbouw is het inklemmen van de vloerkoppen bij de oplegging op de bouw- en eindmuren. I.h.w. gestorte doorstapelnokken en aanstortingen moeten de belasting in respectievelijk de eind- en bouwmuren overdragen om te voorkomen dat toevallige inklemming resulteert in een faalmechanisme of dat de dammetjes van de kanaalplaten het begeven. De capaciteit van de doorstapelnokken is maatgevend. Deze kunnen tot 5 à 6 bouwlagen hun functie vervullen. Bij meer bouwlagen moeten andere maatregelen worden getroffen om de belasting over te dragen. Het kantelpunt van de toepassing is 5 à 6 bouwlagen.

Het belangrijkste knelpunt aangaande wanden en gevels is de maakbaarheid daarvan in de carrousel fabriek van Heembeton. Doorgaans wordt de productie van wanden en gevels voor toepassing in de gestapelde woningbouw naar de traditionelere fabriek van HB in Veenoord verplaatst. Het kantelpunt is de overgang van droge naar natte knopen, de overgang van randwapening naar netwapening en de overgang van eenzijdig naar tweezijdige schone elementen. Hiervan is vrijwel altijd sprake in de gestapelde woningbouw.

Het belangrijkste knelpunt van het huidige stabiliteitsprincipe is de wrijvingscapaciteit van de voegranden, oftewel de maximaal opneembare schuifspanning. Deze moeten de horizontale krachten in het vloerveld afdragen aan de gevels, de stabiliteitsvoorzieningen. Met mechanische koppelingen kan de stabiliteit in de langsrichting tot 5,6 à 7 bouwlagen uit de gevel worden gehaald.

Voor de buitenruimte heeft het concept nog geen concrete oplossing. Er moet worden gezocht naar een passende oplossing voor het Trento concept, aangezien de aanwezigheid van een buitenruimte wordt voorgeschreven in Bouwbesluit 2012.

Het inbrengen van voorzieningen om een gebouw in overeenstemming met de bouwregelgeving voldoende robuust te maken is lastig in een herhaling te krijgen. Dat komt doordat de bouwregelgeving geen concrete voorzieningen voorschrijft maar aanbevelingen doet voor verschillende methoden om een gebouw robuust te maken. De interpretatie van de aanbevelingen en de keuze voor een methode is per gemeente (Bouw- en Woningtoezicht) verschillend waardoor voor elk project andere eisen worden gesteld. Het is daarom lastig om een projectongebonden oplossing voor robuustheid te hanteren. Kortom, robuustheid is een knelpunt voor het Trento principe 'herhaalbaarheid'.

D3 Welke alternatieven kunnen op de huidige Trento productselectie en ontwerpaanwijzingen worden aangedragen?

Een overzicht van de tijdens dit onderzoek gevonden en onderzochte alternatieven kunt u terugvinden in paragraaf 5: Alternatieven

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de gevonden en onderzochte alternatieven op het huidige Trento concept en van de kansen en belemmeringen per alternatief.

Morfologisch overzicht alternatieven.

D4 Wat zijn de kansen en belemmeringen van de aangedragen alternatieven?

De kansen en belemmeringen per alternatief zijn beschreven in paragraaf 5.2: Kansen en belemmeringen.

6.2 Conclusie hoofdvragen

In deze paragraaf zijn de conclusies van de twee hoofdvragen van dit onderzoek geformuleerd.

H1 In hoeverre kan Nijhuis met de huidige Trento productselectie redelijkerwijs een oplossing aanbieden voor gestapelde woningbouwprojecten?

Bij meer dan vijf bouwlagen kan de constructieve veiligheid van gestapelde woongebouwen niet meer gewaarborgd worden. De toepassing van het huidige Trento concept loopt dan vast op de beperkte capaciteit van de standaard funderingsbalken van IJB. Echter, er zijn alternatieven die uitkomst bieden, namelijk: wandliggers. Door de bouw- en eindmuren als ligger uit te voeren wordt de belasting van de bovenbouw direct naar de funderingspalen afgedragen. De funderingsbalken worden daardoor ontlast. Wandliggers kunnen in combinatie met de huidige Trento productselectie gerealiseerd worden. Om van een reguliere wand een wandligger te maken moet een extra wapeningsstaaf of een dubbel kruisnet worden ingestort in de fabriek van Heembeton. Een wandligger met een dubbel kruisnet heeft aanzienlijk meer capaciteit en is geschikter voor de

gestapelde woningbouw. De consequentie van een dubbel kruisnet is dat de productie moet worden verplaatst van de carrousel fabriek van Heembeton naar de fabriek in Veenoord, aangezien het inbrengen van zware wapening het productieproces in de carrousel verstoort. Als wandliggers worden toegepast wordt het kantelpunt van de toepassing van de fundering niet meer bepaald door de capaciteit van de funderingsbalk maar door de capaciteit van de wandligger of de beperkte samenhang van de prefab fundering. Voor beide geldt dat het kantelpunt van de toepassing niet bekend is. Verwacht wordt dat de capaciteit van wandliggers niet maatgevend is, aangezien de capaciteit kan worden vergroot door zwaardere wapening in te storten of door op meer dan één bouwlaag wandliggers toe te passen.

Na de funderingsbalken is de beperkte capaciteit van de i.h.w. gestorte doorstapelnokken op de eindmuren het maatgevende knelpunt. Deze kunnen tot 5 à 6 bouwlagen worden toegepast. Bij meer bouwlagen is de capaciteit niet meer voldoende toereikend en zullen de nokken het begeven of zal inklemming van de vloerkoppen een faalmechanisme in de vloeren bewerkstelligen. Ook voor dit knelpunt zijn alternatieve oplossingen gevonden, namelijk: een i.h.w. gestorte randbalk of het DoorStapelSysteem (DSS) van VBI. Beide alternatieven kunnen met de huidige Trento productselectie worden toegepast. Een randbalk tilt het kantelpunt naar 6, 7 à 8 bouwlagen. DSS kan standaard tot 8 bouwlagen worden toegepast en in overleg met VBI mogelijk hoger. DSS is daarom kansrijker. Beide zijn als even redelijk beoordeeld. Van DSS is bekend dat de kostprijs van de vloer flink toeneemt. De kostenconsequentie van een randbalk is minder inzichtelijk. Een randbalk vraagt veel meer aandacht in de uitvoering. Door een standaard randbekisting te ontwikkelen kan de impact op de uitvoering worden beperkt.

Ongeacht of wordt gekozen voor DSS of de randbalk zal bij 5, 6 à 7 bouwlagen een ander knelpunt zijn intrede doen. Dat is de beperkte wrijvingscapaciteit van de voergrand tussen de vloer en de gevel. Oftewel, bij meer bouwlagen is het niet meer mogelijk om de stabiliteit uit de gevel te halen omdat de voergrand de horizontale krachten in het vloerveld niet meer kan overdragen aan de gevels. Bij dit kantelpunt is de toepassing van mechanische koppelingen tussen het vloerveld en de gevel al inbegrepen. Voor het huidige stabiliteitsprincipe zijn vier alternatieven onderzocht. Deze kunnen allemaal in combinatie met de huidige Trento productselectie worden toegepast. Een alternatief is het plaatsen van een stabwand per appartement. Deze kunnen op de vloeren worden geplaatst. Echter, uit stabwanden op de vloer kan slechts tot 4 à 5 bouwlagen stabiliteit worden ontleend en biedt daarmee geen kans om het kantelpunt van de huidige oplossing te verleggen. Door de stabwanden door de vloeren onderling te koppelen met wapening ontstaat een redelijke stabiliteitsschijf met meer capaciteit. Het derde alternatief is een beukbrede stapwand. Deze heeft aanzienlijk meer capaciteit dan een stabiliteitsschijf die bestaat uit stabwanden die zijn doorgekoppeld. Voor beide alternatieven geldt dat het kantelpunt van de toepassing niet bekend is. Of deze voorzieningen op zichzelf meer stabiliteit kunnen leveren dan de huidige oplossing zal moeten worden berekend. Het vierde alternatief is een combinatie van de genoemde mogelijkheden. Door gebruikt te maken van de opgetelde stabiliteit van meerdere stabiliteitsvoorzieningen moet het mogelijk zijn om het huidige kantelpunt te verleggen en de toepassing te vergroten.

Net als de doorstapelnokken op de eindmuren is de beperkte capaciteit van aanstortingen op de bouwmuren een knelpunt. Vanaf 7 à 8 bouwlagen is de capaciteit van een aanstorting niet meer voldoende toereikend en zal deze bezwijken of zal inklemming van de vloerkoppen een faalmechanisme in de vloeren bewerkstelligen. Net als bij de eindmuur is het DoorStapelSysteem van VBI een alternatief. Ook hier geldt dat DSS standaard tot 8 bouwlagen kan worden toegepast en in overleg met VBI mogelijk hoger.

Het inbrengen van voorzieningen om een gebouw in overeenstemming met de bouwregelgeving voldoende robuust te maken is lastig in een herhaling te krijgen, maar is wel mogelijk met de huidige Trento productselectie.

Ter conclusie

De kantelpunten van toepassing van de huidige Trento productselectie in de gestapelde woningbouw concentreren zich rond de **6, 7 à 8 bouwlagen**.

- A. Als wordt gekozen voor DSS ter vervanging van de doorstapelnokken wordt de toepassing van de huidige productselectie op **7 à 8 bouwlagen** begrensd.

- B. Als wordt gekozen voor DSS ter vervanging van zowel de doorstapelnokken als de aanstortingen wordt de toepassing van de huidige Trento productselectie op **8 bouwlagen** begrensd.
- C. Als wordt gekozen voor een i.h.w. gestorte randbalk ter vervanging van de doorstapelnokken wordt de toepassing van de huidige productselectie op **6, 7 à 8 bouwlagen** begrensd.

A, B en C gaan alleen op als aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

1. Bij A, B en C zijn wandliggers toegepast om de funderingsbalken te ontlasten.
2. De samenhang van de huidige funderingsoplossing is voldoende toereikend tot de bij A, B en C vermelde stapelhoogtes.
3. Bij B en mogelijk ook bij A en C kan de stabiliteit niet meer volledig aan de gevels worden ontleend. Er is gekozen voor een of een combinatie van de aangedragen alternatieve stabiliteitsvoorzieningen ter aanvulling op of ter vervanging van het huidige stabiliteitsprincipe.
4. Er is gekozen voor een passende buitenoplossing om de door Bouwbesluit 2012 verplichte buitenruimte te realiseren.
5. Er zijn voorzieningen ingebracht om het gebouw voldoende robuust te maken in overeenstemming met de bouwregelgeving en het Bouw- en Woningtoezicht van de gemeente.

Daarnaast dient bij het gebouwwontwerp rekening te worden gehouden met de volgende zaken:

- Krachtenconcentraties beperken. De hoofddraagconstructie zodanig ontwerpen dat de belasting gelijkmatig over de fundering wordt verdeeld. De stabiliteit spreiden over het gebouw.
- Stabiliteitsvoorzieningen zoveel mogelijk per bouwlaag koppelen aan de bouw- en eindmuren om de ballast te activeren en trekkrachten in de fundering te voorkomen.
- Beter overall licht wapenen dan op één plek heel zwaar.
- Werken met een hoofdconstructeur met productkennis van de prefab bouwcomponenten.
- Een bestaand gebouwwontwerp moet kunnen worden beïnvloed door Nijhuis.

H2 Wat zijn redelijke alternatieven op de huidige Trento productselectie en ontwerpprincipes om de toepassing van het concept in de gestapelde woningbouw te vergroten?

Bij deelvraag drie zijn alternatieven op het huidige Trento concept aangedragen. Bij deelvraag vier zijn de kansen en belemmeringen van de alternatieven onderzocht door de alternatieven op de bij deelvraag één opgestelde beoordelingsaspecten te toetsen. Om hoofdvraag twee te beantwoorden moet worden beoordeeld of de onderzochte alternatieven wel of niet redelijk zijn. Op basis van dit onderzoek kunnen daar geen concrete uitspraken over worden gedaan. In plaats van een concrete uitspraak per alternatief zijn de alternatieven per deeloplossing op basis van de kansen en belemmeringen beoordeeld en op volgorde van meest naar minst redelijk geplaatst. Hetzelfde is gedaan met de potentie (kansrijkheid) van de alternatieven om de toepassing van het huidige Trento concept in de gestapelde woningbouw te vergroten. De alternatieven per deeloplossing zijn op volgorde van meest naar minst kansrijk geplaatst.

Deze aanpak helpt Nijhuis bij het selecteren van de alternatieven die het meest de moeite waard zijn om verder uitgezocht te worden. Het bepaalt richting voor vervolgonderzoek.

Het op volgorde plaatsen van de alternatieven van meest naar minst redelijk en kansrijk is per deeloplossing gedaan in Hoofdstuk 5.2: Kansen en belemmeringen.

7 Discussie

Dit hoofdstuk bevat een discussie van de validiteit en beperking van het onderzoek en doet aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

7.1 Validiteit

Deze paragraaf bevat een beknopte beoordeling van de validiteit van dit onderzoek.

Methodologische validiteit

In dit onderzoek speelt de toetsing van de constructieve veiligheid van de hoofddraagconstructie een belangrijke rol. Er zijn geen constructieve berekeningen gemaakt. De knel- en kantelpunten zijn gebaseerd op de expertise van de hoofdconstructeur en de geïnterviewden. Als gevolg zijn de uitkomsten vaak bandbreedtes in plaats van concrete getallen. Hetzelfde geldt voor de toetsing van het huidige concept en de alternatieven op de Trento principes, zoals bijvoorbeeld kostprijs. Daaruit blijkt de exploratieve aard van dit onderzoek. Er zijn te veel variabelen en aspecten die meewegen om overal uitgebreide constructieve berekeningen en kostendoorrekeningen van te maken. Dit onderzoek is er om kansrijke richtingen aan te wijzen voor vervolgonderzoek. Een verfijning van de oefening is de volgende stap.

Inhoudsvaliditeit

Om de inhoudsvaliditeit te bepalen moet de volgende vraag worden beantwoord:

Zijn alle aspecten die relevant zijn bij het nemen van een weloverwogen beslissing over de toepassing van het Trento concept in de gestapelde woningbouw vertegenwoordigd in het onderzoek?

Zoals in de inleiding is beschreven kan het probleem van dit onderzoek vanuit twee perspectieven worden benadert: vanuit het perspectief van de markt en vanuit het perspectief van het huidige concept. Dit onderzoek is uitgevoerd vanuit het perspectief van het huidige concept. Het marktperspectief is niet behandeld. Dat betekent niet dat het marktperspectief niet van belang is. In tegendeel. Conceptueel bouwen is de oplossingsruimte afbakenen en projectongebonden, herhaalbare oplossingen aanbieden voor een specifieke doelgroep. Een conceptbouwer focust zich op een specifiek deel van de markt. Kennis van de markt is daarbij belangrijk. Het heeft bijvoorbeeld geen zin om een bouwconcept voor gestapelde woongebouwen van acht bouwlagen aan te bieden als tachtig procent van de marktvraag al gedekt is met vijf bouwlagen. Het is daarom aan te bevelen om ter aanvulling op dit onderzoek een marktonderzoek uit te voeren.

Deze studie behandelt maar deels het effect van verschillende bouwtypologieën. Zoals beschreven in de inleiding zijn voorafgaand aan het onderzoek zeven gebouwkenmerken gedefinieerd om de verschillende type woongebouwen te classificeren. Vier van de zeven gebouwkenmerken zijn voor dit onderzoek vastgelegd. Het effect van deze gebouwkenmerken is niet meegenomen in de beoordeling.

In de afbakening van dit onderzoek is opgenomen dat alleen wordt gekeken naar de aspecten die gerelateerd zijn aan of van invloed zijn op de hoofddraagconstructie. Bouwfysische en installatietechnische aspecten zijn niet meegenomen.

Binnen het gekozen perspectief (huidige concept), de vaste en vrije gebouwkenmerken en de hoofddraagconstructie zijn wel alle relevante aspecten meegenomen. Dat wil zeggen, er is onderzoek verricht naar de relevante aspecten. Die zijn vervolgens als beoordelingsaspecten meegenomen in de beoordeling van de toepassing van het huidige concept en alternatieven daarop in de gestapelde woningbouw (Deelvraag één).

Externe validiteit

Om de externe validiteit te beoordelen moet worden bepaald in hoeverre de resultaten van het onderzoek gegeneraliseerd kunnen worden, oftewel:

Kunnen de uitkomsten van het onderzoek voor een grotere groep of andere situatie gelden dan die van het onderzoek?

Dit onderzoek is toegepast op de specifieke situatie van Nijhuis, namelijk het Trento concept. De uitkomsten van dit onderzoek kunnen niet buiten het Trento concept worden toegepast.

Ook binnen het Trento concept kunnen de uitkomsten niet zomaar worden toegepast op elke willekeurige situatie. Dit onderzoek is gebaseerd op een specifiek type gebouw, zoals gedefinieerd in de inleiding van dit verslag. Het is mogelijk om de toepassing van dit onderzoek te verbreden naar gebouwen met andere kenmerken, maar dat dient wel met voorzichtigheid te gebeuren. Een aanbeveling is om daar een aparte studie van te maken.

7.2 Aanbevelingen

Deze paragraaf bevat aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

Vervolgonderzoek

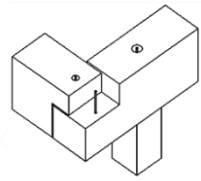
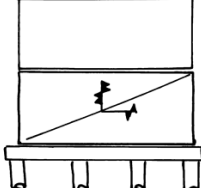
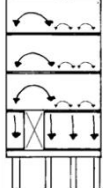
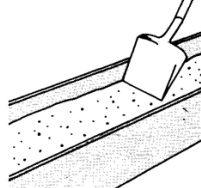
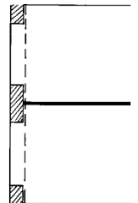
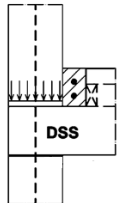
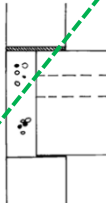
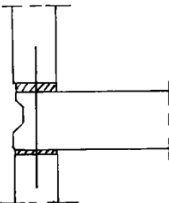
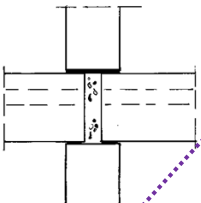
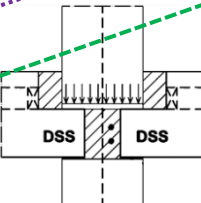
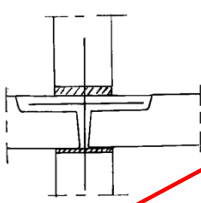
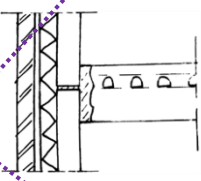
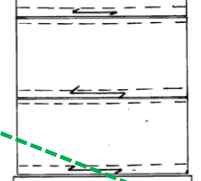
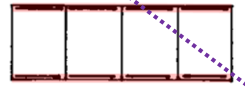
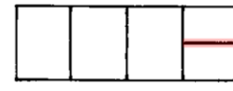
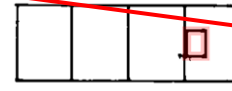
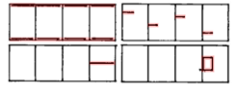
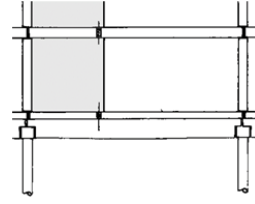
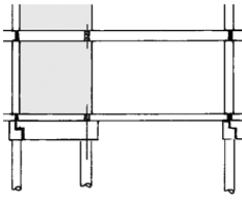
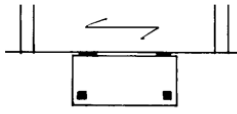
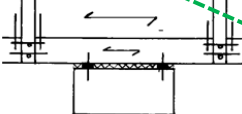
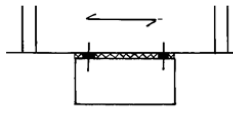
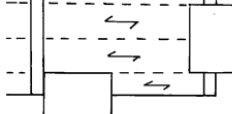
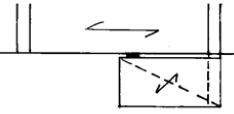
Aanbevelingen voor vervolgonderzoek:

- Marktonderzoek: Nijhuis richt zich er op om ongeveer tachtig procent van de vraag in de gestapelde woningbouwmarkt met het Trento concept te bedienen. Hiertoe is inzicht nodig in welke oplossing overeenkomt met tachtig procent van de marktvraag. Dat vereist marktonderzoek. Op basis van deze informatie kan aan het Trento concept vorm worden gegeven.
- Onderzoek naar de integrale kostprijs van kansrijke combinaties van alternatieven: De keuze tussen concurrerende alternatieven is vaak lastig omdat de kostenconsequenties van alternatieven niet inzichtelijk zijn. Een kans is om voor een of meerdere projecten verschillende alternatieven volledig door te rekenen in de kostprijs zodat een kostenvergelijk tussen alternatieven kan worden gemaakt.
- Statische berekeningen los laten op kansrijke combinaties van alternatieven om constructieve kantelpunten exacter te bepalen.
- Dit onderzoek verbreden naar andere gebouwtypes.
- Onderzoek naar een projectongebonden oplossing om een woongebouw robuust te maken.

Kansrijke combinaties alternatieven

In het morfologisch overzicht in Tabel 15 zijn drie combinaties van kansrijke alternatieven voor vervolgonderzoek aanbevolen.

Tabel 15: Kansrijke combinaties van alternatieven.

	HO	A1	A2	A3	A4	A5
D01	 Prefab balken op palen IJB 5 bouwlagen	 Wandligger – trekband	 Wandligger – dubbel kruisnet	 Wandligger – meerdere verdiepingen	 i.h.w. gestorte fundering	
D02	 Doorstapelnokken (VBI) 5/6 bouwlagen	 VBI DSS 8 bouwlagen	 Randbalk eindmuur (VBI) 6/7/8 bouwlagen	 Massieve plaatvloer (Bestcon 60)		
D03	 Aanstorting bouwmuur (VBI) 7/8 bouwlagen	 VBI DSS 8 bouwlagen	 Massieve plaatvloer (Bestcon 60)			
D04	 Voor vloeren langs op funderingsbalk	 Prefab gevelelementen op vloer				
D05	 Stabiliteit uit gevel 5/6/7 bouwlagen	 Stabwand per beuk op vloer 4/5 beuken i.c.m 4/5 bouwlagen	 Stabwand per beuk doorgekoppeld	 Beukbrede stabwand doorgekoppeld	 Stabiliteitskern	 Combinatie HO, A1 – A4
D06		 Funderingsbalk stramien-stramien	 Funderingsbalk stramien-paal			
D08	Geen concrete huidige oplossing.	 Handjes + kolommen	 Aanschuifbalkon VBI/Schöck langszijde.	 Bestcon vrij uitkragend	 (1/2) in-pandig met handjes	 Dragende borstwering + handje

8 Referenties

- ABF Research. (2018). *Primos 2018: Prognose van bevolking, huishoudens en woningbehoefte 2018-2050*. Geraadpleegd op <https://www.abfresearch.nl/publicaties/rapportage-primos-2018/>
- ABF Research & Capital Value. (2019). *De woning(beleggings)markt in beeld 2019*. Geraadpleegd op <https://www.capitalvalue.nl/onderzoek/de-woningbeleggingsmarkt-in-beeld>
- Buildsight. (2019). *Buildsight nieuwbouw prognose 2019-1*. Geraadpleeg op <https://www.buildsight.nl/>
- Consolis VBI (z.j.). Plattegrond langgerekt [illustratie]. Geraadpleegd op 7 juli 2019, van https://vbi.nl/wp-content/uploads/X6-003-Handboek_VBI_Appartementenvloer.pdf
- Dijkhuizen, S. A. (2009). *Strategisch conceptueel bouwen: Het ontwikkelen van een diagnose-instrument om organisaties die Conceptueel Bouwen te kunnen typeren* (Master's Thesis, Universiteit Twente, Nederland). Geraadpleegd op <http://docplayer.nl/1954100-Strategisch-conceptueel-bouwen.html>
- Huijbregts, P. (2008). *Bouwen is oplossingen aanbieden: De praktijk van conceptueel bouwen*. Gouda, Nederland: PSIBouw & Regieraad Bouw.
- Huijbregts, P. (2017). *Conceptueel bouwen in vogelvlucht: Naar rendabele woningen met tevreden bewoners*. Geraadpleegd op <https://www.conceptueelbouwen.nl/product-page/conceptueel-bouwen-in-vogelvlucht>
- Ministerie van Binnenlandse Zaken. (2014). *De rendabele sociale huurwoning*. Opgehaald van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2014/08/27/de-rendabele-sociale-huurwoning>
- Nijhuis Bouw B.V. (z.j.). [Trento kast] [foto]. Geraadpleegd op 10 juni 2019, op <http://www.nijhuis.nl/trento/oplossing-zit-trento-kast/>

9 Lijst van tabellen en figuren

Lijst van figuren

Figuur 1: Trento kast (Nijhuis Bouw B.V., z.j.).....	8
Figuur 2: Voorbeeld gebouwplattegrond (Consolis VBI, z.j.).....	11
Figuur 3: Doorlopen onderzoeksproces.....	13
Figuur 4: Bovenaanzicht plan funderingsbalken IJB.....	20
Figuur 5: Tandverbinding doorsnede 01.....	20
Figuur 6: Tandverbinding.....	20
Figuur 7: Productie funderingsbalken [fabriek IJB te Lemmer].....	21
Figuur 8: Gerobotiseerde fabricage van wapeningskorven [fabriek IJB te Lemmer].....	21
Figuur 9: Hangneus gevelbalk [fabrieksbezoek IJB te Lemmer].....	23
Figuur 10: Wapeningskorf hangneus gevelbalk [fabrieksbezoek IJB te Lemmer.].....	23
Figuur 11: Doorstapelnok eindmuur, bovenaanzicht.....	24
Figuur 12: Doorstapelnok eindmuur, doorsnede 01.....	24
Figuur 13: Aanstorting bouwmuur, doorsnede.....	24
Figuur 14: Machine stort en vormt de vloeren op de baan [fabriek VBI te Huissen].....	25
Figuur 15: Leidingsleuven worden uit de vloer 'gezogen' [fabriek VBI te Huissen].....	25
Figuur 16: Werknemers plaatsen instortvoorzieningen in de bekisting [fabrieksbezoek Heembeton Lelystad]..	29
Figuur 17: Het storten van een gevelement [fabrieksbezoek Heembeton Lelystad].....	29
Figuur 18: Mechanische koppeling vloerschijf-gevel [projectbezoek Van Wijnen, Soesterberg].....	31
Figuur 19: VBI Appartementenvloer pasplaat met DSS wapeningskorf [projectbezoek Van Wijnen, Soesterberg].	38
Figuur 20: Bekisting randbalk geïntegreerd in eindmuur [projectbezoek Van Wijnen Soesterberg].....	39
Figuur 21: Balkonoplossing A3 [fabrieksbezoek Bestcon, Best].....	47
Figuur 22: Balkonoplossing A5 [projectbezoek Van Wijnen, Soesterberg].....	47
Figuur 23: Detail doorsnede oplegging begane grondvloer (Handboek VBI Appartementenvloer).....	64
Figuur 24: Detail doorsnede oplegging verdiepingsvloer (Handboek VBI Appartementenvloer).....	64
Figuur 25: Tandverbinding.....	70
Figuur 26: Principe paal onder tandverbinding.....	70
Figuur 27: Samenhang onderbouw.....	71
Figuur 28: Schets interpretatie 2de draagweg GS.....	72
Figuur 29: Principe toevallig inklemmingsmoment.....	73
Figuur 30: Doorsnede aanstorting bouwmuur.....	74
Figuur 31: Details doorstapelnokjes.....	74
Figuur 32: Schets principe wandligger grondgebonden.....	77
Figuur 33: Principe wandligger meerdere verdiepingen met opening.....	78
Figuur 34: Belemmering krachtenwerking smalle randstrook VBI.....	79
Figuur 35: Principe gevel voor vloeren langs als ligger uitvoeren.....	80
Figuur 36: Puikozijnen en plafondhoge kozijnen - uitvoering gevel, vooraanzicht.....	80
Figuur 37: Doorsnede randbalk eindmuur.....	81
Figuur 38: Doorsnedes vloeroplegging DSS eind- en bouwmuur.....	82
Figuur 39: Principe belasting in stabwanden, vooraanzicht.....	82
Figuur 40: Voorbeeld van een mechanische koppeling [projectbezoek Van Wijnen, 105 app Flight Deck Soesterberg].....	83
Figuur 41: Trekkracht in stabwanden, gebouwplattegrond.....	84
Figuur 42: Beukbrede funderingsbalk onder stabwand, doorsnede stabwanden.....	84
Figuur 43: Funderingsbalk onder stabwand stramien-funderingspaal, doorsnede stabwanden.....	85
Figuur 44: Stabiliteitsprincipe - beukbrede stabwand, gebouwplattegrond.....	85
Figuur 45: Stabiliteitsprincipe - stabiliteitskern, gebouwplattegrond.....	86
Figuur 46: Alternatieven stabwanden doorkoppelen, doorsnede haaks op stabwand.....	87
Figuur 47: Vloeropbouw massaoplossing VBI AL320, detail eindmuur.....	89
Figuur 48: Vloeropbouw massaoplossing VBI AL320, detail bouwmuur.....	89

Figuur 49: Vloeropbouw zwevende dekvloer VBI AL260 detail eindmuur.	90
Figuur 50: Vloeropbouw zwevende dekvloer VBI AL260 detail kopmuur.	90
Figuur 51: Vloeropbouw massaoplossing Bestcon 60 vloer, detail eindmuur.	90
Figuur 52: Vloeropbouw massaoplossing Bestcon 60 vloer, detail bouwmuur.	90
Figuur 53: Detail trekbandwapening eindmuur randbalk.	91
Figuur 54: Detail horizontale, interne trekbandwapening bouwmuur aanstorting.	91
Figuur 55: Detail interne trekbandwapening, parallel aan overspanning Appartementenvloer VBI.	91
Figuur 56: Detail trekbandwapening eindmuur DSS.	92
Figuur 57: Detail trekbandwapening bouwmuur DSS.	92
Figuur 58: Mogelijke locaties verticale koppelwapening bij toepassing van DSS.	92
Figuur 59: Detail horizontale interne trekbandwapening bouwmuur Bestcon 60.	92
Figuur 60: Detail verticale trekbandwapening eindmuur Bestcon 60.	93
Figuur 61: Detail verticale trekbandwapening bouwmuur Bestcon 60.	93
Figuur 62: Vloer aansluiting SIPS element voor betonconstructie.	94
Figuur 63: Onderregel aansluiting SIPS element binnen betonconstructie.	94

Lijst van tabellen

Tabel 1: Voorbeeld gecodeerd interview fragment.	15
Tabel 2: Koppeling methodologie – verslaglegging – onderzoeksvraag.	16
Tabel 3: Eisen inzake tijdsduur van de brandwerendheid met betrekking tot bezwijken.	18
Tabel 4: Overzicht knel- en kantelpunten huidige funderingsoplossing.	22
Tabel 5: Overzicht knel- en kantelpunten huidige vloeroplossing.	27
Tabel 6: Overzicht knel- en kantelpunten huidige wand- en geveloplossing.	30
Tabel 7: Morfologisch overzicht van de alternatieven per deeloplossing.	33
Tabel 8: Kansen en belemmeringen alternatieven funderingsoplossing.	35
Tabel 9: Kansen en belemmeringen alternatieven vloeroplegging eindmuur.	37
Tabel 10: Kansen en belemmeringen alternatieven vloeroplegging bouwmuur.	40
Tabel 11: Kansen en belemmeringen alternatieven geveloplossing.	41
Tabel 12: Kansen en belemmeringen alternatieven stabiliteitsprincipe langsrichting.	42
Tabel 13: Kansen en belemmeringen alternatieven funderingsoplossing stabwand.	44
Tabel 14: Kansen en belemmeringen alternatieven buitenoplossing.	45
Tabel 15: Kansrijke combinaties van alternatieven.	54

Bijlage A Voorbereiding interviews

Deze bijlage bevat een beschrijving van de getroffen voorbereidingen voor de gehouden interviews met Heembeton, IJB, VBI en Bestcon.

A.1 Voorbereiding algemeen

Deze paragraaf bevat een beschrijving van de getroffen voorbereiding die voor alle vier de interviews geldt.

Vastleggen van de interviews

De interviews zijn vastgelegd met geluidsopnames. Voorafgaand aan de interviews is daarvoor toestemming gevraagd aan de geïnterviewden. Naast de geluidsopnames zijn de hoofdlijnen van de interviews genoteerd.

Interviewvorm

De interviews zijn gehouden in de exploratieve onderzoeksfase. De interviewvorm die is gehanteerd en die daar goed bij past is semigestructureerd. Voor elk interview is een interviewschema met vragen opgesteld. De vragen zijn onderverdeeld in thema's en zijn algemeen en open geformuleerd. Op deze manier is structuur gegeven aan de interviews zonder de exploratieve aard daarvan te belemmeren. Eerst zijn telkens de algemene vragen gesteld. Voortbouwend op de opgedane inzichten is doorgevraagd om meer gedetailleerde informatie te krijgen.

Interview proces

Voor elk interview is anderhalf uur ingepland. De gehanteerde opbouw van de interviews is als volgt:

1. Aanwezigen stellen zichzelf aan elkaar voor.
2. Interviewer: Toestemming vragen voor het maken van een geluidsopname.
3. Interviewer: Introduceren en toelichten onderzoek en interviewdoelstelling.
4. Interviewers: Stellen interviewvragen. Eerst vooropgestelde, algemene vraag stellen. Daarna voortbouwen op de opgedane inzichten.
5. Interviewer: Aanbieden om een transcript van het gehouden interview toe te sturen.
6. Interviewer: Vragen of op een later moment contact mag worden opnemen met de geïnterviewde(n) voor aanvullende informatie/vragen.
7. Interviewer: Dank uitspreken.

A.2 Voorbereiding interview Heembeton

Deze paragraaf bevat informatie toegespitst op de voorbereiding van het interview met Heembeton.

Heembeton, De RuwBouw Groep

De RuwBouw Groep is een aanbieder van constructieve casco-oplossingen. Heembeton is een zelfstandige 'business unit' binnen de groep en ontwikkelt en produceert prefab betonnen gevels, wanden en topelementen. Van de website van De RuwBouw Groep (<https://www.ruwbouw.nl/>):

“Met Heembeton prefab wanden bieden wij u prefab betonnen gevels, wanden en topelementen.

Met dit brede assortiment kunt u de voordelen van prefab bouwen ten volste te benutten. Denk aan een korte bouwtijd, een constante en gecontroleerde kwaliteit en een schone bouwplaats. Daarnaast is er nauwelijks of geen afwerking aan de wanden nodig.”

Heembeton is co-maker van Trento.

Geïnterviewde

De persoon die is geïnterviewd is Hans Mombarg. Zijn functie is Senior Project manager bij Heembeton. Hans is door Heembeton voorgedragen als zijnde een specialist op het gebied van gestapelde bouw. Hans is twee jaar werkzaam bij Heembeton en focust zich op hoogbouwprojecten. Als eigenaar van Mombarg Beton heeft hij veel kennis opgedaan van prefab betonnen bouwelementen.

Hans is bijgestaan door zijn college, Erik de Vries. De functie van Erik is Innovatie- en Productenmanager. Erik is langer werkzaam bij Heembeton en is bekend met het Trento concept.

Doelstelling interview

De doelstelling van dit interview is tweeledig en bestaat erin...

1. te bepalen wat is het toepassingsgebied van de wand- en geveloplossing van het huidige Trento concept en door welke knelpunten deze wordt begrensd.
2. alternatieven op de huidige Trento productselectie en ontwerpaanwijzingen te bepalen die de kwaliteit van de oplossing verbeteren en het toepassingsgebied te vergroten.

Beknopt vooronderzoek interne documenten

Huidige Trento productselectie wanden en gevels (Trento startdocument gestapeld):

- De voor- en achtergevel in prefab beton of HSB. Keuze wordt per project gemaakt.
- Massieve woningscheidende wanden (bouwmuren) 250 mm.
- Massieve betonnen binnenspouwbladen voor- en achtergevel 120 mm (of 150 mm in overleg met Heembeton). Isolatie en afwerking nader te bepalen.
- Massieve betonnen kopwanden (eindgevels / eindmuren) 180, 160 of 100 mm. Maximaal 120 mm isolatie en luchtpouw van 40 mm.

Huidige Trento ontwerpaanwijzingen wanden en gevels (Trento startdocument gestapeld):

- Stabiliteit dwarsrichting uit schijfwerking betonnen bouwmuren.
- Mogelijkheden stabiliteit langsrichting:
 - o Penanten en lateien betonnen binnenspouwbladen.
 - o Een stabiliteitswand, vrij te plaatsen per beuk, gekoppeld aan een bouwmuur.
 - o Een dwarswand per bouwlaag, aan beide zijden gekoppeld aan een dragende wand. Eén beuk per bouwlaag wordt opgeofferd.
- Binnenspouwbladen voor- en achtergevel voor wanden langs t.b.v. afmetingen penanten en lateien.
- Zo min mogelijk staal in de staalconstructies in wanden en gevels toepassen.
- Massieve woningscheidende wanden staan altijd op een opstorting op de fundering.
- Op wanden zijn geen spatkrachten (horizontale component van een schuin of gebogen element die op de wand steunt, zoals een schuin dak) toelaatbaar.
- Maximale afmetingen wanden en gevels. Uitgangspunt is transport. Wand: maximale wandlengte 9900mm (optimale inwendige appartement diepte = 9650mm, (wandlengte wordt $9650 + 2 \times 120 = 9900$ mm)), maximale wandhoogte 3700.

Interviewschema

Expertise Heembeton:

1. Wat is de ervaring van Heembeton met het bieden van oplossingen voor de gestapelde (woning)bouw?
2. Zijn de producten van Heembeton (ook) ontwikkeld met het oog op gestapelde woningbouw?
3. Wat zijn de belangrijke verschillen tussen gestapelde en grondgebonden woningen wat betreft wand- en geveloplossingen?

Gebouwkenmerken gestapelde woningbouw in relatie tot oplossing voor wanden en gevels:

4. Welke kenmerken van een woongebouw zijn het meest relevant bij het bepalen en ontwerpen van de oplossing voor gevels en wanden?
5. Welke kenmerken van een woongebouw zijn bevorderlijk en belemmerend voor het realiseren van een goede oplossing voor wanden en gevels?

Bouwregelgeving – sterkte bij brand en voortschrijdende instorting:

6. Stelt de bouwregelgeving additionele en/of zwaardere eisen aan (constructieve) wanden en gevels van woongebouwen in vergelijking tot grondgebonden woningen?
 - a. Wat zijn deze eisen?
 - b. Hoe kan aan deze eisen worden voldaan met Heembeton wanden en gevels?
7. Is het mogelijk om met Heembeton wanden en gevels een brandwerendheid m.b.t. bezwijken van 90 minuten te realiseren?

8. Hoe kunnen verticale trekbanden in Heembeton wanden en gevels worden gerealiseerd?
 - a. Welke constructieve verbindingen kunnen/moeten hiertoe worden toegepast?
 - b. Kan er worden volstaan met lasverbindingen?

Nijhuis wil efficiënt kunnen doorstapelen met het casco. Uitgangspunt is het casco zo snel mogelijk wind- en waterdicht krijgen in één arbeidsgang. Gerelateerde vragen:

9. Wat zijn randvoorwaarden om efficiënt de Heembeton wanden en gevels te kunnen monteren in de gestapelde woningbouw?
10. Wat is de invloed van natte verbindingen, zoals stekken in gains, op de montage(snelheid) van Heembeton wanden en gevels in de gestapelde woningbouw?

Belastingafdracht wanden en gevels:

11. Tot hoeveel bouwlagen kan de belastingafdracht met Heembeton wanden worden gerealiseerd?
 - a. Wat zijn knelpunten en wanneer treden deze op?
12. Tot hoeveel bouwlagen kunnen Heembeton gevels worden gestapeld?
 - a. Wat zijn knelpunten en wanneer treden deze op?
13. Welke afweging ligt ten grondslag aan de keuze om de binnenspouwbladen voor de vloeren langs, of op de vloeren te monteren?
 - a. Welk alternatief is het beste om toe te passe in de gestapelde woningbouw, en waarom?

Stabiliteit dwarsrichting uit Heembeton woningscheidende wanden:

14. Tot welke stapelhoogte kan redelijkerwijs de stabiliteit in de dwarsrichting aan de woningscheidende wanden worden ontleend? (of is het relevanter om deze vraag aan een andere gebouwkenmerk te relateren?)
 - a. Welke randvoorwaarden moet er aan de wandcomponenten worden gesteld om de stabiliteit aan de woningscheidende wanden te ontleen?
 - b. Welke constructieve verbindingen moeten er worden toegepast om de wandelementen te koppelen?
 - c. Wat zijn knelpunten en wanneer treden deze op?

Stabiliteit langsrichting:

15. Tot welke stapelhoogte is het mogelijk om de stabiliteit in de langsrichting aan penanten en lateien in gevels te ontleen? (of is het relevanter om deze vraag aan een andere gebouwkenmerk te relateren?)
 - a. Hoe moet worden omgegaan met sparingsen voor de toegang tot balkons en galerijen?
 - b. Welke constructieve verbindingen moeten worden toegepast om de gevelementen te koppelen?
 - c. Wat zijn knelpunten en wanneer treden deze op?
16. Tot welke stapelhoogte is het mogelijk om de stabiliteit in de langsrichting aan stabwanden in de woningen te ontleen? (of is het relevanter om deze vraag aan een andere gebouwkenmerk te relateren?)
 - a. Wat zijn knelpunten en wanneer treden deze op?
17. Zijn er andere mogelijkheden om met Heembeton wanden en gevels stabiliteit te realiseren? Zo ja, wat zijn deze mogelijkheden?
18. Welke methode(n) voor het realiseren van stabiliteit in de langsrichting adviseert u?

Financiële haalbaarheid gestapelde woningbouw:

19. Hoe staan de kosten van wanden en gevels per woning in verhouding tot de stapelhoogte?
20. Is de Heembeton wand- en geveloplossing voor gestapelde woningbouw financieel concurrerend met grondgebonden woningen?

Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is het aanbieden van een van tevoren uitgewerkte, herhaalbare (projectongebonden) oplossing voor een bepaalde doelgroep. Gerelateerde vraag:

21. In hoeverre is het mogelijk om een herhaalbare (projectongebonden) oplossing voor wanden en gevels voor een bepaald type woongebouw te ontwikkelen?

Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is dat het ontwerp van bouwcomponenten optimaal wordt afgestemd op de productieprocessen van de industriële producenten (maakbaarheid). Gerelateerde vraag:

22. Welke voorwaarden zouden er, vanuit het perspectief van het productieproces van Heembeton, aan de wand- en gevelsoplossing moeten worden gesteld voor optimale maakbaarheid van de componenten?

A.3 Voorbereiding interview IJB

Deze paragraaf bevat informatie toegespitst op de voorbereiding van het interview met IJB.

IJB Groep

Een beknopte introductie van de website van IJB (<https://ijbgroep.nl/>):

“De IJB Groep is de specialist op het gebied van funderingen. Van sonderingen, ontwerp tot en met de productie en levering van prefab betonnen elementen. In de loop der jaren hebben we onze kennis en vakmanschap uitgebouwd tot een unieke combinatie.”

IJB is co-maker van Trento. De werkmaatschappij Geotechniek wordt ingeschakeld voor het maken van sonderingen en advisering rondom de bodemgesteldheid. Vervolgens worden de resultaten vertaald naar een funderingsadvies door de werkmaatschappij Engineering. IJB Funderingen ontwerpt de volledige fundering voor Trento woningen en produceert de prefab funderingselementen. Het bedrijf heeft verschillende prefab oplossingen voor zowel fundering op staal als paalfunderingen. Het leveren en monteren van de funderingen wordt ook gedaan door IJB.

In de huidige productselectie voor Trento gestapeld wordt uitgegaan van een paalfundering (prefab betonnen balken op palen).

Geïnterviewde

De persoon die is geïnterviewd is Koos Hoekstra. Zijn functie is Constructeur bij IJB Funderingen. Koos heeft veel ervaring opgebouwd als constructeur bij IJB.

Tijdens het interview is Koos bijgestaan door zijn college, Henri Nijhof. Henri is net als Koos Constructeur bij IJB Funderingen.

Doelstelling interview

De doelstelling van dit interview is tweeledig en bestaat erin...

1. te bepalen wat is het toepassingsgebied van de funderingsoplossing van het huidige Trento concept en door welke knelpunten deze wordt begrensd.
2. alternatieven op de huidige Trento productselectie en ontwerpaanwijzingen te bepalen die de kwaliteit van de oplossing verbeteren en het toepassingsgebied te vergroten.

Beknopt vooronderzoek interne documenten

Huidige Trento productselectie fundering (Trento startdocument gestapeld):

- Prefab beton balken op palen. Balkhoogte 470 of 600 mm. Hoogte wordt bepaald aan de hand van:
 - o Eis van hoogte kruipruimte.
 - o Hart-op-hart afstanden van palen i.c.m. de belastingen.

In het startdocument zijn geen ontwerpaanwijzingen aangaande de fundering opgenomen. Wel zijn er enkele aandachtspunten die uit andere ontwerpaanwijzingen voortvloeien, namelijk:

- Fundatie galerijen (en trappenhuis): Galerijen worden uitgevoerd als zelfdragende constructies die de stabiliteit aan de hoofdbouw ontleen. De belastingafdracht gaat via stalen (half)portalen. Hoe deze (half)portalen zijn gefundeerd is niet beschreven.

- Fundatie liften: Liften bij voorkeur in pandig uitvoeren met een losstaande, prefab metalen liftschacht. De liftput ontbreekt in de productselectie en uit de ontwerpaanwijzingen komt niet duidelijk naar voren hoe deze is gefundeerd.

Een aandachtspunt bij liftputten is de afmeting. Nijhuis heeft geen vast toeleverancier voor liften, aangezien woningcorporaties veelal een standaard type lift in al hun woongebouwen toepassen. Daarom kunnen afmetingen verschillen.

Interviewschema

Expertise IJB Groep:

1. Wat is de ervaring van IJB Groep in de gestapelde woningbouwsector?
2. Wat zijn belangrijke verschillen tussen gestapelde en grondgebonden woningen wat betreft de funderingsoplossing?

Gebouwenmerken gestapelde woningbouw in relatie tot de funderingsoplossing:

3. Welke kenmerken van een woongebouw zijn het meest relevant bij het bepalen en ontwerpen van de funderingsoplossing?
4. Welke kenmerken van een woongebouw zijn bevorderlijk en belemmerend voor een goede funderingsoplossing?

Financiële haalbaarheid gestapelde woningbouw:

5. Hoe staat het aantal bouwlagen van een woongebouw in verhouding tot de funderingskosten (per woning)? (Of is het relevanter om deze vraag aan een andere gebouwkenmerk te relateren, en zo ja, welke?)

Bouwregelgeving en -normen:

6. Stelt de bouwregelgeving additionele en/of zwaardere eisen aan de fundering van gestapelde woningen in vergelijking tot grondgebonden woningen?
 - a. Wat zijn deze eisen?
 - b. Hoe kan aan deze eisen worden voldaan met de fundering van IJB?

Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is het aanbieden van een van tevoren uitgewerkte, herhaalbare (projectgebonden) oplossing voor een bepaalde doelgroep. Gerelateerde vraag:

7. In hoeverre is het mogelijk om een herhaalbare (projectongebonden) funderingsoplossing voor een bepaald type woongebouw te ontwikkelen?

Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is dat het ontwerp van bouwcomponenten optimaal wordt afgestemd op de productieprocessen van de industriële producenten (maakbaarheid). Gerelateerde vraag:

8. Welke voorwaarden zouden er, vanuit het perspectief van het productieproces van IJB, aan de funderingsoplossing moeten worden gesteld voor optimale maakbaarheid van de componenten?

In de huidige Trento productselectie en ontwerpaanwijzingen voor gestapelde woningen bestaat de funderingsoplossing uit prefab betonnen balken op palen. Voor de fundatie van liftschachten en galerijen is nog geen oplossing aanwezig. Gerelateerde vragen:

9. Wat is uw mening over de keuze van Nijhuis om prefab betonnen balken op palen als projectongebonden funderingsoplossing voor de gestapelde woningbouw te gebruiken?
10. Wat is het toepassingsgebied van de huidige Trento funderingsoplossing (in acht nemend de funderingskosten, bouwregelgeving, maakbaarheid en herhaalbaarheid, zoals hiervoor besproken)?
 - a. Door welke knelpunten is het toepassingsgebied begrensd?
 - b. Bij welke gebouwkenmerken treden deze knelpunten op?
11. Wat zijn redelijke alternatieven op de huidige Trento productselectie en ontwerpaanwijzingen om knelpunten weg te nemen?
12. Wat is, beredeneerd vanuit uw expertise en de mogelijkheden van IJB, de optimale, projectongebonden funderingsoplossing voor Trento gestapeld?

13. Wat is een goede, projectongebonden oplossing voor de fundatie van galerijen en liftschachten die IJB kan bieden?

A.4 Voorbereiding interview VBI

Deze paragraaf bevat informatie toegespitst op de voorbereiding van het interview met VBI.

VBI

Van de website van VBI (<https://vbi.nl/>):

“VBI bouwt mee aan duurzame, flexibele en comfortabele woon- en werkomgevingen. Vanuit de businesscase van de opdrachtgevers denken de specialisten van VBI mee en bieden heldere oplossingen. Door service, innoverend vermogen en intelligente industrialisatie maken wij het mogelijk dat onze partners hun doelen bereiken. Van architect tot aannemer en van woningbouwcorporatie tot particulier. Dat doet VBI door het leveren van de hoogste kwaliteit prefab-vloeren als onderdeel van een innovatieve draagconstructie.”

VBI is co-maker van Trento en levert prefab betonnen plaatvloeren.

Geïnterviewde

De persoon die is geïnterviewd is Gerard Wittebol. Zijn functie is Adviseur Bouwconcepten bij VBI. Op LinkedIn beschrijft hij zijn functie als:

“Het informeren en ondersteunen van de gehele bouwkolom over de mogelijkheden en innovaties rondom kanaalplaatvloeren onder het motto: Flexibel Bouwen. Advisering op concrete toepassing en projecten in ontwerpstadium.”

Zijn opleiding is HTS Bouwkunde – Specialisatie Constructie en techniek, en Bedrijfskunde. Hij heeft ruim 30 jaar werkervaring. Onder anderen als constructeur, projectleider en tekenaar.

Doelstelling interview

De doelstelling van dit interview is tweeledig en bestaat erin...

1. te bepalen wat is het toepassingsgebied van de vloeroplossing van het huidige Trento concept en door welke knelpunten deze wordt begrensd.
2. alternatieven op de huidige Trento productselectie en ontwerpaanwijzingen te bepalen die de kwaliteit van de oplossing verbeteren en het toepassingsgebied te vergroten.

Beknopt vooronderzoek interne documenten

Huidige Trento productselectie vloeren (Trento startdocument gestapeld):

- Begane grondvloer: VBI isolatieplaatvloer K200.
- Verdiepingsvloer: VBI appartementenvloer AL 320.
- Dakvloer: VBI kanaalplaatvloer AL200 en A200 of, in het geval van een grotere overspanning, AL260 en A260.

Huidige Trento ontwerpaanwijzingen vloeren (Trento startdocument gestapeld):

- Begane grond- en verdiepingsvloer hebben 70 mm dekvloer met daarin de vloerverwarming verwerkt.
- Isolatieplaatvloer K200 (begane gronde) heeft een maximale plaatlengte van 10 meter. In praktijk overspanning beperken tot 9,8 meter.
- VBI AL320:
 - o Maximum plaatlengte is 11,0 meter. Maximale overspanning afhankelijk van sparingen en belastingen.
 - o In de vloer kunnen, op basis van spelregels, sleuven voor leiding worden aangebracht. De sleuven zijn 135 mm diep. Leiding voor ventilatie (125 mm) kunnen dus ook verlegd worden.

Nijhuis principe installatie leidingwerk (Trento UT briefing gestapeld):

- Installatie leidingwerk wordt uitgevoerd in één bewerking.
- Riolerings en ventilatieschachten in leidingsleuven vloeren.

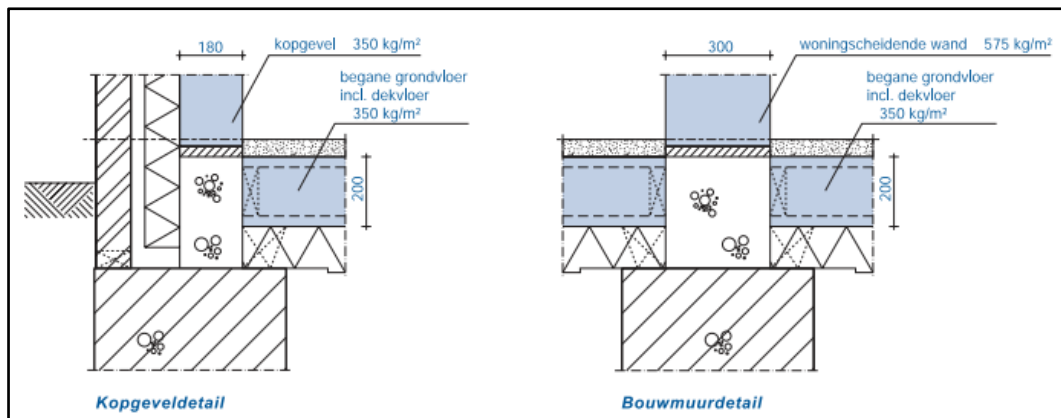
- Waterleidingen en elektra in afwerkvloer toepassen. Daartoe vloerverwarming-vrije zone toepassen.
- Vloerverwarming in afwerkvloer toepassen.

Knelpunt Trento gestapeld: Tussen vloerplaat en afwerkvloer wordt een isolatielaag toegepast t.b.v. vloerverwarming. Als gevolg kan het leidingwerk niet meer in één arbeidsgang worden geïnstalleerd. Je krijgt een installatieproces en een natte fase voor een na het aanbrengen van de isolatie.

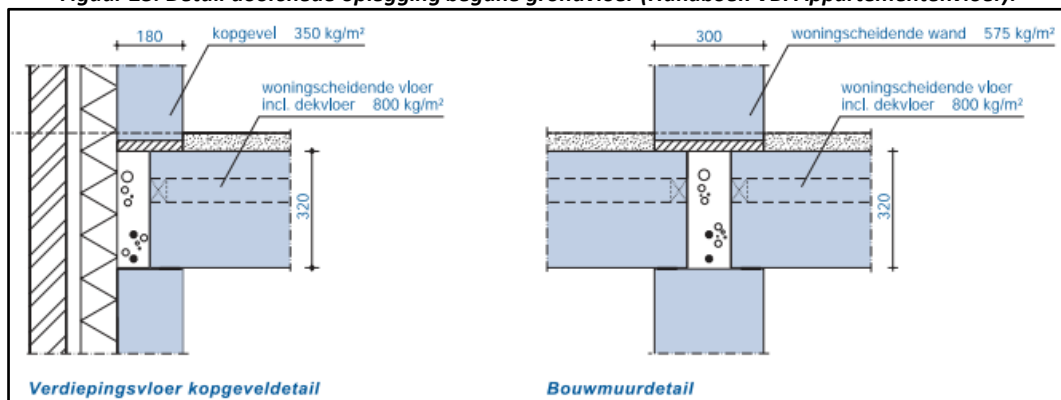
Beknopt vooronderzoek externe documenten

Opleggen vloeren:

- Oplegging begane grondvloer direct op de funderingsbalken. Bouwmuur staat op opstortingen tussen de vloerplaten. Kopgevel staat op nokken. Figuur 23.
- Op bouwmuur: Opleglengte van 80 mm. 90 mm aanhouden i.v.m. toleranties. Bouwmuur staat op opstortingen tussen de vloerplaten. Eindmuur staat op nokken. Zie Figuur 24.



Figuur 23: Detail doorsnede oplegging begane grondvloer (Handboek VBI Appartementenvloer).



Figuur 24: Detail doorsnede oplegging verdiepingvloer (Handboek VBI Appartementenvloer).

VBI DSS: Speciale wapening in de plaatkop van VBI Appartementenvloeren, fabrieksmatig aangebracht. Het DSS zorgt ervoor dat de belasting uit de gevel zonder een in-het-werk gestorte randbalk direct kan worden opgevangen.

Interviewschema

Expertise VBI:

1. Wat is de expertise van VBI met het bieden van oplossingen voor de gestapelde (woning)bouw?
2. Zijn VBI vloeren (ook) ontwikkeld met het oog op gestapelde (woning)bouw?
3. Wat zijn belangrijke verschillen tussen gestapelde en grondgebonden woningen wat betreft de vloeroplossing?

Gebouwenmerken gestapelde woningbouw in relatie tot de vloeroplossing:

4. Welke kenmerken van een woongebouw zijn het meest relevant bij het bepalen en ontwerpen van de vloeroplossing?

5. Welke kenmerken van een woongebouw zijn bevorderlijk en belemmerend voor het realiseren van een goede vloeroplossing?

Bouwregelgeving:

6. Stelt de bouwregelgeving additionele en/of zwaardere eisen aan vloeren in vergelijking tot grondgebonden woningen?
 - a. Wat zijn deze eisen?
 - b. Hoe kan aan deze eisen worden voldaan met VBI vloeren?
7. Hoe kunnen horizontale trekbanden in de VBI vloeren gerealiseerd worden?

Nijhuis wil efficiënt kunnen doorstapelen met het casco. Uitgangspunt is het casco zo snel mogelijk wind- en waterdicht krijgen in één arbeidsgang. Gerelateerde vragen:

8. Wat zijn randvoorwaarden om efficiënt de VBI vloeren te kunnen monteren in de gestapelde woningbouw?
9. Wat is de invloed van natte verbindingen, zoals stekken in gains en horizontale trekbanden, op de montage(snelheid) van VBI vloeren in de gestapelde woningbouw?
10. Wat zijn belangrijke verschillen tussen het monteren van een vloer in de grondgebonden en gestapelde (woning)bouw?

Balkonoplossing:

11. Wat is de VBI vloeroplossing voor de achterafmontage van prefab balkons en galerijen?
 - a. Wat is de oplossing voor de achterafmontage van prefab balkons en galerijen aan de kopse zijde van een gebouw (kopse zijde vloer)?
12. Wat zijn de constructieve implicaties van het ophangen van prefab balkons en galerijen aan VBI vloeren?
 - a. Wat is het toepassingsgebied van deze oplossing, en waar wordt deze door begrensd?

Stabiliteit:

13. Is het mogelijk om een inpandige stabiliteitswand op een VBI vloer te monteren?
 - a. Wat zijn randvoorwaarden om dit te doen?
 - b. Wat is het toepassingsgebied van deze oplossing, en waar wordt deze door beperkt?
14. Is het mogelijk om VBI vloeren 'op te sluiten' (tussen penanten in de gevel aan de bouwmuurzijde) om stabiliteit aan penanten in de gevel te ontfangen?
 - a. Wat zijn randvoorwaarden om dit te doen?
 - b. Wat is het toepassingsgebied van deze oplossing en waar wordt deze door beperkt?
 - c. Welke afweging ligt ten grondslag aan de keuze om de gevel voor de vloeren lang, of op de vloeren te monteren?

Financiële haalbaarheid gestapelde woningbouw:

15. Hoe staan de kosten van vloeren per woning in verhouding tot de stapelhoogte?
16. Is de VBI vloeroplossing voor gestapelde woningbouw wat betreft kostprijs concurrerend met de oplossing voor grondgebonden woningen?
17. Wat is de kostprijs van de DSS oplossing in verhouding tot de reguliere VBI Appartementenvloer.
18. Wat is de kostprijs van de VBI vloeroplossing voor achterafmontage van prefab balkons en galerijen?
 - a. Is de oplossing wat betreft kostprijs concurrerend met andere, traditionele systemen?

Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is het aanbieden van een van tevoren uitgewerkte, herhaalbare (projectgebonden) oplossing voor een bepaalde doelgroep. Gerelateerde vraag:

19. In hoeverre is het mogelijk om een herhaalbare (projectgebonden) vloeroplossing voor een bepaald type woongebouw te ontwikkelen?

Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is dat het ontwerp van bouwcomponenten optimaal wordt afgestemd op de productieprocessen van de industriële producenten (maakbaarheid). Gerelateerde vraag:

20. Welke voorwaarden worden er, vanuit het productieproces van VBI, aan de vloeroplossing gesteld voor optimale maakbaarheid van de componenten?

Samenvattend en ter conclusie:

21. Wat zijn belangrijke punten van aandacht bij het toepassen van VBI vloeren in de gestapelde woningbouw?
22. Welke stapelhoogte is als 'kantelpunt' aan te duiden voor toepassing van VBI vloeren in de gestapelde woningbouw? (vanuit constructief oogpunt en de aspecten maakbaarheid, herhaalbaarheid en kostprijs)

A.5 Voorbereiding interview Bestcon

Deze paragraaf bevat informatie toegespitst op de voorbereiding van het interview met Bestcon.

Bestcon

Een beknopte introductie van de website van Bestcon (<https://www.bestcon.nl/>):

"Bestcon: ruim zestig jaar ervaring en expertise op het gebied van prefab cascobouw. De afgelopen decennia zijn we uitgegroeid tot een kundige en veelzijdige ontwikkelaar, producent én monteur van uiteenlopende geprefabriceerde betonproducten. Samen met ons team van specialisten werken we vol passie en deskundigheid aan uw projecten."

Bestcon treedt op als totaal leverancier, co-maker en regisseur van prefab bouwprojecten in de woning- en utiliteitsbouw. Bestcon heeft de ambitie om dé prefabcascobouwer voor hoogbouwprojecten in Nederland worden.

Bestcon is geen co-maker van Nijhuis.

Geïnterviewde

De persoon die is geïnterviewd is Jeroen van Helvoirt. Zijn functie is Manager Projectenbureau bij Bestcon. Jeroen heeft de opleiding Bouwtechnisch Ontwerpen gedaan aan de Technische Universiteit Eindhoven. Voor zijn huidige functie is hij vijf jaar werkzaam geweest als projectleider en tien jaar als Technisch Manager bij Heijmans Bestcon (toenmalige Bestcon).

Doelstelling interview

De doelstelling van dit interview is tweeledig en bestaat erin...

1. te bepalen wat is het toepassingsgebied van een prefab betonnen casco-oplossing in de gestapelde woningbouwsector en door welke knelpunten het toepassingsgebied wordt begrensd.
2. alternatieven op de huidige Trento productselectie en ontwerpaanwijzingen te bepalen die de kwaliteit van de oplossing verbeteren en het toepassingsgebied te vergroten.

Beknopt vooronderzoek externe documenten

De casco's van Bestcon kunnen wind- en waterdicht worden opgeleverd. Bestcon biedt opdrachtgevers namelijk de mogelijkheid om kozijnen in de prefab elementen te monteren op het tasveld.

Bestcon 60 is de vloeroplossing van Bestcon. Bestcon 60 is een massieve plaatvloer die kan worden toegepast als verdiepingsvloer in de gestapelde bouw. De installaties worden in een 120 of 130 mm vullaag aangebracht, waarna een 50 mm afwerkvloer wordt gestort. Indien nodig kan tussen beide lagen een isolatielaag worden aangebracht t.b.v. contactgeluid, zodat een zwevende dekvloer ontstaat.

Ontwerpen met Bestcon 60 (van de website van Bestcon: <https://www.bestcon.nl/>):

- Bestcon 60 realiseert eenvoudig veel constructieve uitgangspunten zoals de tweede draagweg conform de Eurocode en biedt mogelijkheden voor het fabrieksmatig aanstorten van prefab balkons.
- Snel en makkelijk droogbouwen en doorstapelen zonder onderbreking voor storten van beton.
- Toevallige inklemming probleemloos opneembaar.
- Mogelijkheid tot betonkernactivering.

De Bestcon 60 massieve plaatvloer kan ook als voorgespannen breedplaatvloer worden uitgevoerd, indien grote overspanningen moeten worden gerealiseerd.

Overige zaken:

- Naast complete casco's doet Bestcon ook aan losse leveringen van prefab elementen zoals kolommen, balken, diverse vloersystemen, wanden en balkbodems.
- Bestcon doet de volledige montage van ruwbouw skeletten, ook met elementen buiten eigen productselectie.
- Bestcon is bezig met het "ontwikkelen van standaard Bestcon-concepten voor de hoogbouw, zorg en onderwijssector."

Interviewschema

Expertise Bestcon:

1. Wat is de expertise van Bestcon in de gestapelde woningbouwsector?
2. Wat zijn belangrijke verschillen tussen gestapelde en grondgebonden woningen wat betreft de prefab casco-oplossing?
3. Wat zijn de belangrijkste verschillen tussen woningbouw en utiliteitsbouw wat betreft de prefab casco-oplossing?

Gebouwenmerken gestapelde woningbouw in relatie tot de casco-oplossing:

4. Welke kenmerken van een woongebouw zijn het meest relevant bij het bepalen en ontwerpen van de prefab casco-oplossing?
 - a. Welke kenmerken zijn bevorderlijke en welke belemmerend voor een goede oplossing?

Bouwregelgeving:

5. Stelt de bouwregelgeving zwaardere en/of additionele eisen aan gestapelde woningbouwcasco's in vergelijking tot grondgebonden woningen?

Op de website van Bestcon staat: "Bestcon 60 realiseert eenvoudig veel constructieve uitgangspunten zoals de tweede draagweg conform de Eurocode". Gerelateerde vragen:

6. Welke voorschriften en/of aanbeveling aangaande tweede draagweg zijn in de Eurocodes opgenomen?
7. Is het mogelijk om de voorschriften en aanbevelingen aangaande tweede draagweg projectongebonden te interpreteren?
 - a. Zo ja, wat is de juiste aanpak?
 - b. Zo nee, waarom niet?
8. Hoe realiseert Bestcon het tweede draagwegprincipe met zijn Bestcon 60 casco-oplossing?

Stabiliteitsprincipe:

9. Welk stabiliteitsprincipe prefereert Bestcon bij het realiseren van prefab gestapelde woningbouwcasco's?
 - a. Welke afweging ligt daaraan ten grondslag?
10. Pleit Bestcon voor centrale (stabiliteitskern) of gespreide stabiliteit?
 - a. Welke afweging ligt daaraan ten grondslag?

Voor- en achtergevel:

11. Welke afweging ligt ten grondslag aan de keuze om de gevelelementen op de vloeren of voor de vloeren langs te monteren in de gestapelde woningbouw?

Balkonoplossing:

12. Welke oplossing(en) hanteert Bestcon voor de achterafmontage van prefab balkons?
13. Welke balkonoplossing prefereert Bestcon?
 - a. Welke afweging ligt daaraan ten grondslag?

Funderingsoplossing:

14. Welk type funderingsoplossing hanteert Bestcon doorgaans in de gestapelde woningbouw?
 - a. Welke afweging ligt daaraan ten grondslag?
15. Maak Bestcon gebruik van het wandligger-principe?
 - a. Zo ja, hoe gaat dat in zijn werk?
 - b. Welke voorzieningen moeten er in een wand worden getroffen om deze als wandligger te laten fungeren?

Bestcon 60:

16. Welke overspanning is haalbaar met de Bestcon 60 vloer als deze in de gestapelde woningbouw wordt toegepast?
17. Hoe wordt de Bestcon 60 vloer opgelegd op en gekoppeld aan de bouwmuren?
 - a. Aan welke randvoorwaarden moet de (dimensionering) van de bouwmuur voldoen?
 - b. Tot welke stapelhoogte kan de Bestcon 60 vloer op de bouwmuren worden opgelegd zonder dat additionele voorzieningen t.b.v. toevallige inklemming moeten worden getroffen?

Financiële haalbaarheid gestapelde woningbouw:

18. Is Bestcon 60 wat betreft de kostprijs concurrerend met vergelijkbare oplossingen in de markt?
19. Hoe staan de kosten van een prefab gestapelde woningbouwcasco in verhouding tot de stapelhoogte van het gebouw?

Nijhuis wil efficiënt kunnen doorstapelen met het casco. Uitgangspunt is het casco zo snel mogelijk wind- en waterdicht krijgen in één arbeidsgang. Gerelateerde vragen:

20. Welke voorwaarden moeten er aan het ontwerp van een prefab gestapelde woningbouwcasco worden gesteld zodat deze efficiënt op de bouwplaat kan worden gemonteerd?
21. Op welke stapelhoogte (of ander gebouwenmerk) wordt de mogelijkheid om efficiënt een prefab gestapelde woningbouwcasco te kunnen monteren begrensd?

Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is het aanbieden van een van tevoren uitgewerkte, herhaalbare (projectgebonden) oplossing voor een bepaalde doelgroep. Gerelateerde vraag:

22. In hoeverre is het mogelijk om een herhaalbare (projectongebonden) prefab casco-oplossing voor een bepaald type woongebouw te ontwikkelen?

Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is dat het ontwerp van bouwcomponenten optimaal wordt afgestemd op de productieprocessen van de industriële producenten (maakbaarheid). Gerelateerde vraag:

23. Welke voorwaarden moeten er vanuit het productieproces van Bestcon aan het ontwerp van een prefab gestapelde woningbouwcasco worden gesteld voor optimale maakbaarheid?

Samenvattend en ter conclusie:

24. Welke stapelhoogte (of andere gebouwenmerk) is als 'kantelpunt' aan te duiden voor het toepassen van een prefab betonnen casco in de gestapelde woningbouw? (Vanuit constructief oogpunt en in acht nemende de aspecten maakbaarheid, herhaalbaarheid en financiële haalbaarheid.)

Bijlage B Rapport overleg Hoofdconstructeur

Dit rapport bevat een uitwerking van de inzichten die zijn opgedaan tijdens het overleg met de hoofdconstructeur van het Trento concept.

Informatie overleg

Overleg heeft plaatsgevonden op donderdag 30 mei te Rijssen. Aanvullend telefonisch overleg heeft plaatsgevonden op vrijdag 31 mei.

Tweede telefonisch overleg ter controle van deze uitwerking en beantwoording van aanvullende vragen heeft plaatsgevonden op woensdag 12 juni.

Aanwezigen:

- Germen Schuiling
Adviseur-Constructeur bij IngenieursGroep Emmen b.v.
Afkorting: GS
- Henri Mauritz
Afstudeerder bij Nijhuis Bouw B.V.
- René van Riggelen
Hoofd bouwprocesontwikkeling bij Nijhuis Bouw B.V.

Leeswijzer

De inzichten zijn onderverdeeld naar knelpunten van en alternatieven op de huidige Trento productselectie.

- + Kans alternatief
(-) Belemmering bij kans.
- Belemmering alternatief
(+) Mogelijkheid om belemmering op te lossen.

Controle en goedkeuring

De inhoud van dit document is in samenwerking met Germen Schuiling tot stand gekomen en is door Germen Schuiling op inhoud gecontroleerd en goedgekeurd.

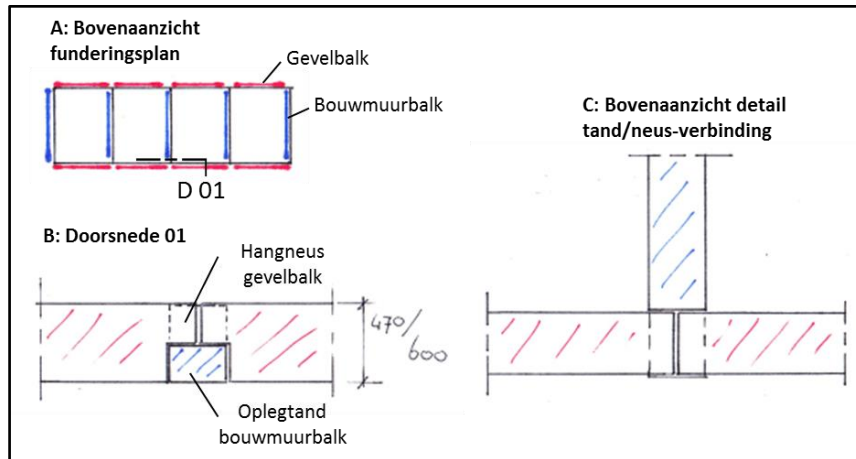


B.1 Knelpunten

B.1.1 Funderingsbalk

Knelpunt dwarskrachtcapaciteit

De prefab funderingsbalken van IJB hebben een beperkte dwarskrachtcapaciteit. De gevelbalk hangt met een 'hangneus' op de 'oplegtand' van de bouwmuurbalk (tandverbinding), zie Figuur 25. De dwarskracht bij de oplegging van de balken op de funderingspalen kan tot op zekere hoogte worden opgevangen door extra dwarskrachtwapening (beugels) aan te brengen. De tandverbindingen zijn een doorbreking, en daarmee een verzwakking, van de doorsnede van een balk. Meer wapening kan niet worden ingestort in de krappe doorsnede. De tandverbindingen zijn daarom eerder een knelpunt dan de hoogte (standaard 470 of 600 mm) van de funderingsbalken.



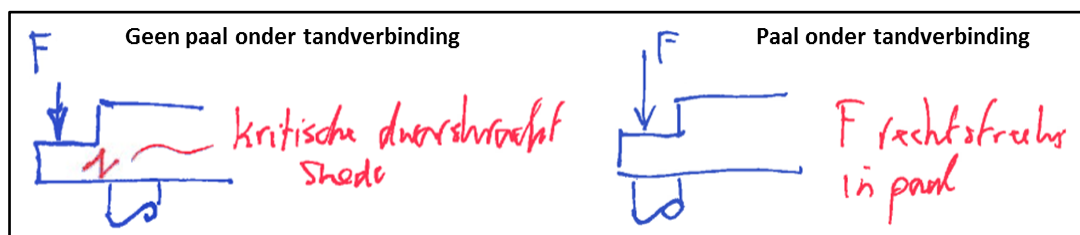
Figuur 25: Tandverbinding.

De hangneus is kritischer dan de oplegtand. Daarnaast is de capaciteit van 470 mm hoge balken aanzienlijk kleiner dan die van 600 mm hoge balken aangezien de dimensies van de tandverbindingen een stuk kleiner zijn. De capaciteit van de 470 en 600 mm hoge balk is respectievelijk 120 en 200 KN.

De dwarskracht hangt samen met de stapelhoogte ($n \times h$) en beukmaat (b) van een gebouw.

GS is van mening dat je genuanceerd met het knelpunt om moet gaan. Door op de juiste plaatsen funderingspalen (bij) te plaatsen kun je de belasting die op de tandverbindingen terecht komt beperken.

- Vrijwel altijd wordt er onder de tandverbinding een funderingspaal geplaatst. Daardoor 'loopt' de belasting (F) uit de gevelbalk rechtstreeks de funderingspaal in en wordt de zwakke doorsnede van de tandoplegging ontlast, zie Figuur 26.



Figuur 26: Principe paal onder tandverbinding.

- Het toepassen van een paal in het midden van de gevelbalk reduceert de belasting die door de hangneus moet worden afgedragen met 55%.
- Ook onder de bouwmuurbalk kunnen extra palen worden toegepast om de dwarskrachtcapaciteit te vergroten.

De kosten van bovenstaande maatregelen zijn te overzien. Afhankelijk van het type paal (heipaal/mortelschroefpaal) en de lengte en diameter van de paal is de meerprijs €200; - €1.000; per paal. Doorgaans zijn de kosten van extra palen geen knelpunt.

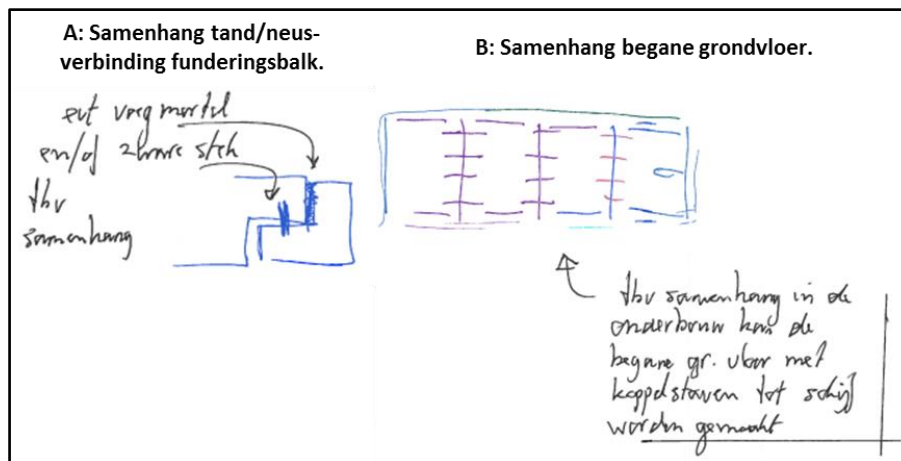
Palen bijplaatsen is geen afwijking van het concept. Het loopt mee in het standaardproces.

Knelpunt samenhang fundering

De fundering van IJB bestaat uit losse prefab elementen die met tandverbindingen aan elkaar zijn gekoppeld. De verbindingen zijn doorbrekingen van de doorsnede. Vergeleken met een i.h.w. gestorte fundering heeft een prefab fundering daarom minder samenhang.

Ten behoeve van de samenhang kunnen de tandverbindingen worden aangegoten en/of kunnen zware steken in gains worden toegepast. Zie schets A in Figuur 27.

Een andere (aanvullende) mogelijkheid om de samenhang van de onderbouw te bevorderen is door de begane grondvloer met koppelstaven tot schijf te maken en daaruit de samenhang te ontlelen. Zie schets B in Figuur 27.



Figuur 27: Samenhang onderbouw.

Kantelpunt funderingsbalk:

Met toepassing van de hierboven genoemde maatregelen ziet GS niet direct een beperking in de toepassing van de prefab balken van IJB in de gestapelde woningbouw.

De IJB funderingsoplossing (prefab balken op palen) is toegepast in het project '84 app. Epe' van 6 bouwlagen en heeft daar geen problemen gegeven.

Er komt een moment dat een i.h.w. gestorte fundering een betere keuze dan een prefab fundering is. Dat is niet altijd met getallen te onderbouwen maar het is een onderbuikgevoel, vooral op het gebied van samenhang. Dat wil niet zeggen dat een prefab fundering een onmogelijkheid is. Je kunt er veel mee als het integraal meeloopt in het ontwerp en met de juiste productkennis. Het kantelpunt is er wel, maar het is geen zuivere wiskunde. Het advies hierin zal per constructeur verschillen en is afhankelijk van de productkennis van de constructeur.

B.1.2 Robuustheid – tweede draagweg

T.b.v. tweede draagweg moeten horizontale en verticale trekbanden worden aangebracht in de wanden en gevels.

Knelpunt interpretatie bouwregelgeving, ontwerp en engineering

Volgens GS is de norm voor gebouwen van 4 t/m 8 bouwlagen een beetje vaag. Echter, GS kan de norm waarin hij dat ooit heeft gelezen niet meer terugvinden. Mogelijk geldt het voor kalkzandsteen en niet voor prefab casco's of is de norm verouderd en vervangen. GS onderschrijft dat in Eurocode 1 deel 1-7 geen onderscheid wordt gemaakt tussen 4-8 en >8 bouwlagen.

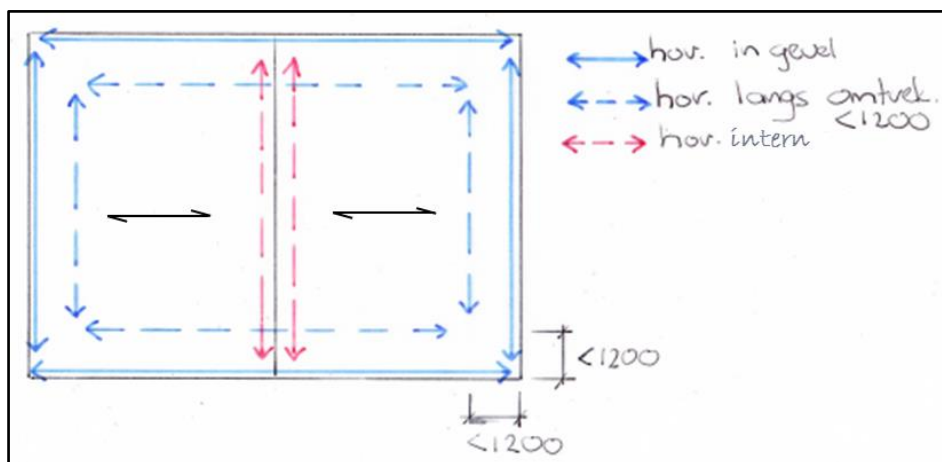
Niet de hoeveelheid/oppervlakte van de wapening is het probleem maar de verdeling daarvan. Een dikkere staaf of een staaf meer of minder instorten heeft geen grote impact. Ook in de uitvoering is tweede draagweg geen knelpunt. De wapening met afstandhouders in sleuven en voegen 'gooien' is voldoende. De uitdaging zit in het interpreteren van de regelgeving en het daarop afstemmen van het ontwerp en de engineering.

Het zwaartepunt van de oplossing is een getal dat aangeeft hoeveel mm^2 trekbandwapening er rondom een vloerveld moet worden aangebracht. Het getal hangt af van verschillende gebouwenmerken zoals breedte, gewicht en aantal bouwlagen.

Interpretatie GS, zie Figuur 28.

- Horizontale trekbanden (T_p) langs de omtrek van een vloerveld binnen 1,20 meter vanaf de rand.
- Horizontale trekband in de gevel.
- Prefab elementen (wanden) verticaal koppelen met stekken in gains. Verticale trekbanden (T).
- Interne trekbanden (T_i).
- Voor effectieve verankering van trekbanden aan stabiliserende elementen, het opsluiten van de trekbanden, worden haarspelden ingestort. Om van losse wapeningsstaven een doorgaande trekband te krijgen (bijvoorbeeld rondom omtrek) wordt de wapening omgezet/overlapt (laslengte).

Zie NEN 1991-1-7 Bijlage A5 + A6 en Stufibrapport 8 (rekenvoorbeeld).



Figuur 28: Schets interpretatie 2de draagweg GS.

De vraag is of je door bovenstaande regels consequent toe te passen altijd kunt voldoen aan de eisen die worden gesteld door het Bouw- en Woningtoezicht. GS ziet kans in een conceptuele benadering. Een concept beperkt het aantal variabelen waardoor het eenvoudiger is om een projectongebonden, herhaalbare oplossing voor tweede draagweg te ontwikkelen.

B.1.3 Stabiliteit - binnenspouwblad gevel

Knelpunt wrijvingscapaciteit voegranden

Horizontale, destabiliserende belastingen worden via het vloerveld naar de stabiliserende elementen, in dit geval het binnenspouwblad van de langsgevel, afgedragen. De 2,5 cm voeg tussen de vloerrand en het binnenspouwblad wordt aangestort en vormt het wrijvingsvlak. De overdracht van de schuifspanning geschiedt door wrijving.

De wrijvingscapaciteit (schuifsterkte) van de voegranden, ofwel de maximaal opneembare schuifspanning, is een knelpunt in de gestapelde woningbouw. Daarnaast is deze constructieve verbinding niet robuust in de uitvoering. Het is lastig om te beoordelen of een i.h.w. gestorte voeg goed is uitgevoerd.

Kantelpunt:

- Boven de 6 bouwlagen wordt het lastig om de stabiliteit in de langsrichting aan de gevel te ontleen.
- Tot 4 à 5 bouwlagen heeft de oplossing zich bewezen.
- Boven de 5 bouwlagen gaat GS aan de oplossing twijfelen.

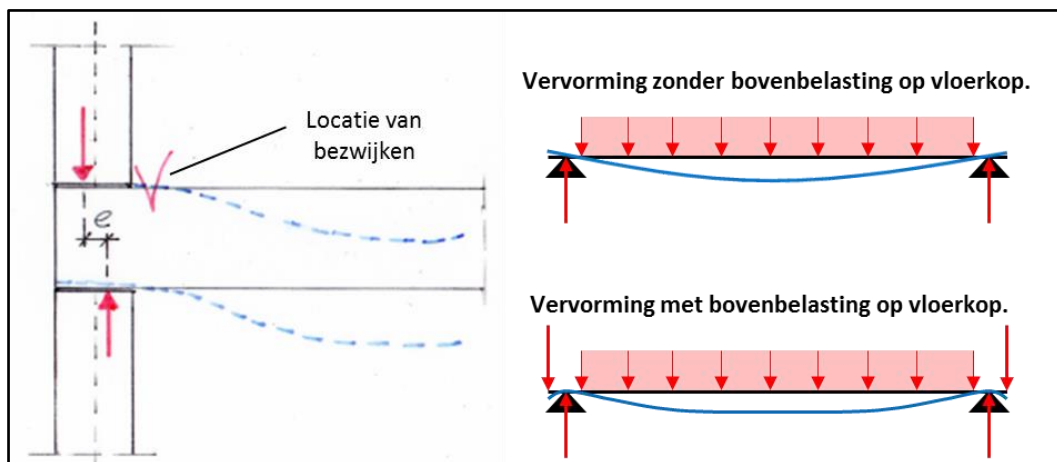
B.1.4 Geveloplossing - prefab binnenspouw met i.h.w. gemetselde buitenspouw

Kantelpunt: Het kantelpunt van dit type geveloplossing (prefab betonnen binnenspouw met i.h.w. gemetselde buitenspouw) is stabiliteit daaruit ontlelen en niet zozeer de afdracht van het eigen gewicht van de stapeling (knelpunt makkelijk op te lossen, zie knelpunt funderingsbalk, pagina 70).

B.1.5 Oplegging vloeren

Knelpunt toevallig inklemmingsmoment

In prefab casco's worden de vloerplaten doorgaans tussen de wanden ingeklemd. De vloerplaat wordt dan op een wand gelegd en de volgende wand komt daar weer bovenop. De belasting die vanuit de bovenbouw door bouwmuren naar de bouwmuurbalk wordt afgedragen 'stroomt' door de vloerkoppen heen. Omdat de vloerplaat iets doorbuigt verschuift het oplegpunt van de vloer op de bouwmuur qua spanning in de richting van de vloeroverspanning. Hierdoor ontstaat een krachtenkoppel op de vloerkop, het 'inklemmingsmoment'. Het inklemmingsmoment geeft een trekspanning in de bovenkant van de vloer waardoor deze kan bezwijken (scheuren). Zie Figuur 29.



Figuur 29: Principe toevallig inklemmingsmoment.

Er moet worden gerekend aan inklemmingsmoment indien (NVM 1168):

- > 4 lagen op een vloerkop gestapeld, en/of;
- > 6.5 meter vloeroverspanning.

Als aan een van de bovenstaande criteria wordt voldaan moet rekenkundig worden aangetoond dat de weerstand van de vloerplaat tegen toevallig inklemming groter is dan het toevallige inklemmingsmoment:

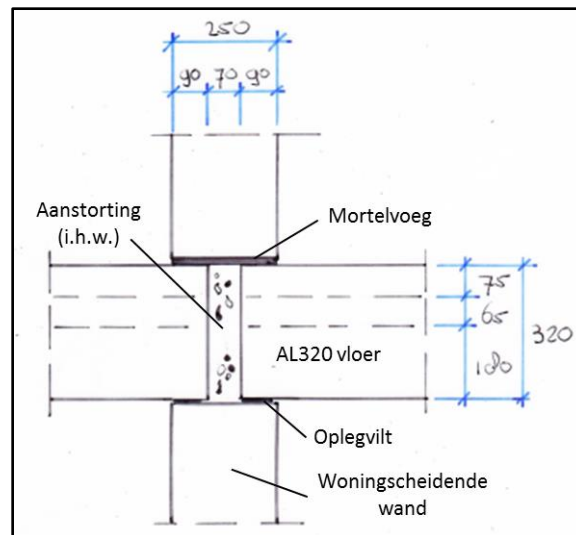
$$M_{ti,cap} > M_{ti,opt}$$

Kantelpunt: De AL320 vloer kan best wel wat hebben. Tot een vloeroverspanning van 7,5 meter hoeft GS meestal niets te doen. De overspanning is maatgevender dan de stapelhoogte.

Aanstorting bouwmuur

Bij de bouwmuur wordt de ruimte tussen de vloerplaten i.h.w. aangestort. Zo ontstaat een doorlopende, massieve balk waar de volgende bouwmuur op komt te staan. De belasting van de bovenbouw 'loopt' door de aanstorting waardoor de vloerkoppen worden ontzien en het inklemmingsmoment wordt beperkt. Zie Figuur 30.

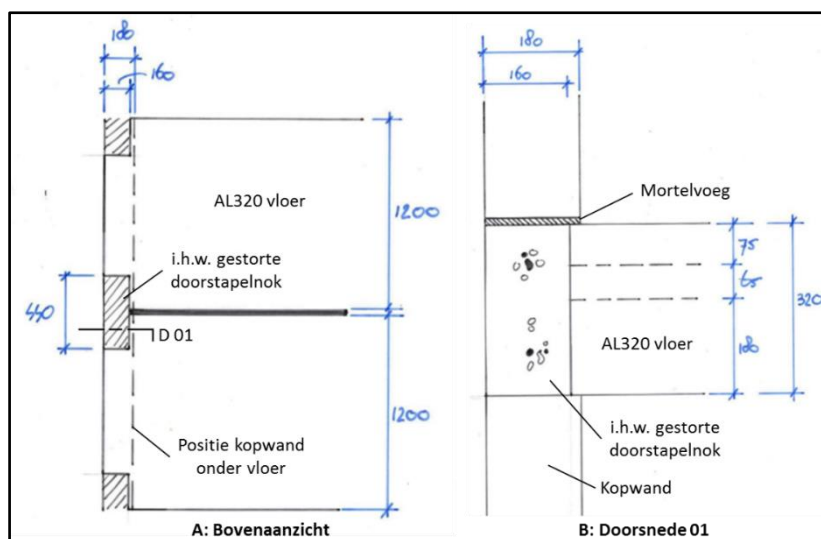
Kantelpunt: Vanaf 7 à 8 bouwlagen, ook afhankelijk van de beukmaat, moet je kritisch naar deze oplossing gaan kijken. Doorgaans is 7 à 8 bouwlagen geen probleem. Door de betonkwaliteit van de aanstorting te verhogen kom je makkelijk aan de 8 lagen.



Figuur 30: Doorsnede aanstorting bouwmuur.

Doorstapelnokken eindmuur

Sparingen in de vloerkoppen (op de hoeken) worden i.h.w. aangestort. De volgende wand komt op de nokken te staan. De belasting van de bovenbouw wordt via de nokken afgedragen waardoor de vloerkoppen worden ontlast. In een wand op doorstapelnokken ontstaan 'drukboogjes' naar de nokken toe. De wand fungeert als ligger naar de nokken (steunpunten) toe (wandliggerprincipe). De standaardwapening in de eindmuur is daarvoor voldoende toereikend. Een nok heeft doorgaans een afmeting van 440 x 160 mm. In de nokken kunnen stekken worden aangebracht t.b.v. verticale trekbanden. Deze kunnen met haarspelden aan de wapening in de kerkvoegen worden verankerd. Zie Figuur 31.



Figuur 31: Details doorstapelnokjes.

- + Het bekisten van nokken om deze af te storten is veel minder een belemmering in de uitvoering, vergeleken met een randbalk. De bekisting kan eenvoudig met kleine stukjes hout gerealiseerd worden.
- Kritisch in de uitvoering. Onder de vloerkoppen wordt vilt aangebracht. Het vilt mag niet worden doorgelegd in de nokken.
- Doorstapelnokken beperken de mogelijkheid om sleuven aan te brengen in een vloerplaat. In de breedte van een AL320 vloer mag maximaal 440 mm sleuf worden aangebracht. De nokken op de hoeken nemen hier al een aanzienlijk deel van in.
- Het wel of niet toepassen van doorstapelnokken wordt veel te laat in het ontwerpproces besloten, desondanks de impact op het ontwerp.

- Raamsparingen in een eindmuur kunnen het systeem van doorstapelnokken doorkruisen. Een nok mag zich niet boven een raamsparing in de onderliggende wand bevinden. De latei boven een raamsparing kan geen grote belastingen dragen zonder dat dure voorzieningen moeten worden getroffen. Als gevolg moeten de posities van de nokken worden afgestemd op de sparingen in de onderliggende wand.

(+) Een alternatief is om het andersom te doen en de locatie van raamsparingen op de locatie van de nokken af te stemmen. Voordat de architect gaat tekenen moet de vloerplaatverdeling wel al bekend zijn.

Kantelpunt: De optredende belasting is erg afhankelijk van de overspanning van de vloerenvelden op de eindmuren. Doorstapelnokken kunnen veel belasting hebben, maar Germen wil de capaciteit van de nokken niet tot volledig uitnutten. Tot 5 à 6 bouwlagen kunnen nokken hun functie goed vervullen. Met een hogere betonkwaliteit misschien tot 7 bouwlagen.

B.2 Alternatieven

B.2.1 Funderingsbalk

In het werk gestorte fundering

- + Met een i.h.w. gestorte fundering kun je constructief veel meer.
- + Een i.h.w. gestorte fundering heeft veel meer samenhang dan een fundering bestaande uit losse prefab elementen.
- Alternatief valt buiten de grenzen van het huidige concept.
 - (+) Een i.h.w. gestorte fundering kun je ook conceptueel maken. Je moet het niet zien als een onmogelijkheid in het concept.
 - o In een herhaling krijgen;
 - o Een van tevoren uitgewerkte, projectongebonden, oplossing;
 - o Wapeningskorven in de fabriek prefabriceren.

De onderste lagen van gestapelde werken zijn vaak afwijkend. Architectencasco's leiden vaker tot i.h.w. gestorte funderingen. Zo kan ook conceptueel naar de fundering worden gekeken.

- Nijhuis heeft niet (meer) de expertise en het materieel om funderingen i.h.w. te storten.
- I.h.w. storten blijft een natte bewerking op de bouw.

Bouwmuurbalk weglaten, vervangen door wandligger

Het weglaten van de funderingsbalk onder de bouwmuur bij toepassing van wandliggers is geen optie.

- De bouwmuurbalk draagt de begane grondvloer. Er zijn geen andere mogelijkheden om de begane grondvloer te dragen.
- Praktische problemen zoals scheidingsconstructie tussen aangrenzende kruipruimtes.

Gevelbalk weglaten

Door de gevelelementen als ligger uit te voeren of de gevelelementen op de vloeren te monteren heeft de gevelbalk geen dragende functie meer en kan worden overwogen om deze weg te laten.

Dit principe is niet nieuw. Het werd in de jaren '60 toegepast in woningen. De bouwmuren stonden op een strokenfundering. Een kantplank fungeerde als grondkering.

- + Zwakke tandverbindingen kunnen eruit worden gehaald waardoor de capaciteit van de bouwmuurbalk toeneemt.
- Je hebt iets nodig om het buitenspouwblad op vast te zetten.
 - (+) Niet als het buitenspouwblad aan het binnenspouwblad is bevestigd. Dat is doorgaans het geval bij prefab (lichte) gevelelementen zoals hsb elementen of sandwich gevelpanelen.
- De gevelbalk vervult nog wel een functie in de samenhang van de fundering. Het weglaten van de balk komt de samenhang van de onderbouw niet ten goede.
 - (+) Je zou de samenhang kunnen ontlenen aan de begane grondvloer al deze als schijf wordt uitgevoerd (koppelstaven toepassen), echter GS betwijfelt of dat praktisch is.
- Als de stabiliteit uit het prefab betonnen binnenspouwblad van de langsgevel wordt gehaald heet de gevelbalk de functie om de krachten uit de gevel af te dragen. De voeg tussen het binnenspouwblad en de gevelbalk fungeert dan als wrijvingsvlak om de stabiliteitskrachten over te brengen. Zonder gevelbalk is dit stabiliteitsprincipe niet meer mogelijk.
- De directe kostenbesparing van dit alternatief is beperkt. Echter, de vraag is of indirect bespaard kan worden op het heien van extra palen en het treffen van voorzieningen voor de zwakke tandverbindingen.

B.2.2 Wandligger

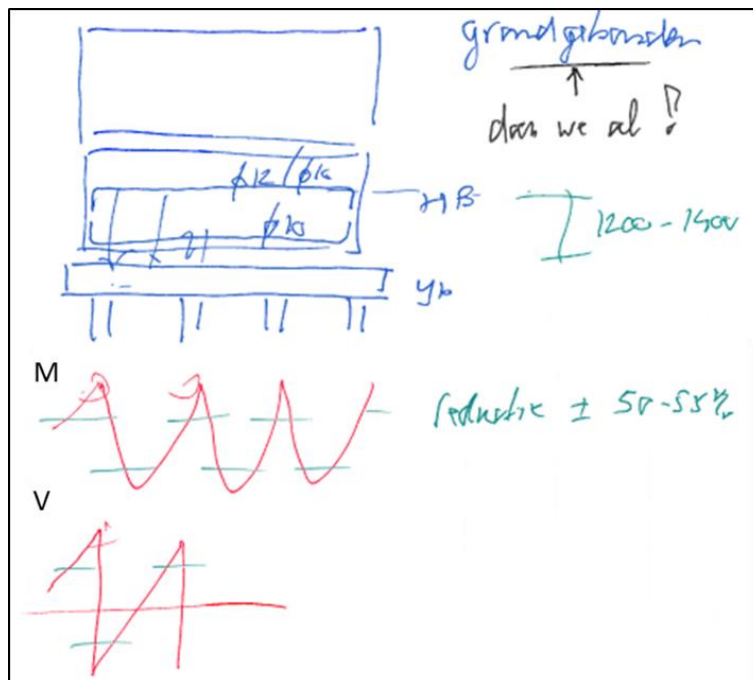
GS is het met IJB eens dat het toepassen van wandliggers de sleutel is om hun funderingsoplossing toe te passen in de gestapelde woningbouw.

GS wijst erop dat je bij wandliggers goed onderscheid moet maken tussen grondgebonden en gestapelde woningbouw.

- + Zonder wandliggers komt de volledige belasting van de bovenbouw als lijnlast op de funderingsbalk te staan. Dit zorgt voor een M- en V-lijn die hoog pieken. Wandliggers reduceren de maximale waarde van het krachtmoment en de dwarskracht in een funderingsbalk met 50-55%. Met name de reductie van de dwarskracht zorgt voor een forse afname van wapening (beugels) in de balk. Zie Figuur 32. Wanden kunnen zodanig worden gewapend dat de belasting van de bovenbouw volledig door de wandliggers naar de funderingspalen wordt gedragen. De bouwmuurbalk draagt dan alleen nog maar de vloer en bouwmuur/eindmuur van de begane grond.
- + Met een wandligger kun je wellicht terug van een 600 mm naar een 470 mm hoge balk. GS heeft dat bij menig appartementengebouw al gedaan. Dit zorgt voor een prijsreductie van $\pm$ €15; per meter funderingsbalk. Er moet wel rekening mee worden gehouden dat de capaciteit van tandverbindingen van 470 mm balken aanzienlijk kleiner is. Deze bepaalt daarom ook vaak of de reductie wel of niet mogelijk is.
 - (-) Soms is een minimale werkhoogte in de kruipruimte vereist die niet met een 470 mm hoge balk gerealiseerd kan worden.
- De oplossing werkt niet met openingen in de bouwmuur.

Wandligger grondgebonden - trekband

In de grondgebonden woningbouw wordt een staaf wapening $\phi 10/12$ mm op een hoogte van 1200-1400 mm vanaf de onderzijde van een wand ingestort om van de wand een wandligger te maken. Zie Figuur 32. Onderin de wand zit standaard een $\phi 10$ mm wapeningsstaaf. De wapeningsstaven fungeren respectievelijk als boven- en onderwapening (ook bovenwapening nodig bij > 2 steunpunten!).



Figuur 32: Schets principe wandligger grondgebonden.

Deze oplossing past Nijhuis reeds toe.

- + Eén staaf wapening instorten is een kleine voorziening in verhouding tot de reductie aan wapening in de funderingsbalk die het oplevert.

Wandligger gestapeld - dubbel kruisnet

In de gestapelde woningbouw past GS doorgaans een dubbel kruisnet toe om van een bouwmuur een wandligger te maken. Bijvoorbeeld een kruisnet $\varnothing 8$ -150 mm.

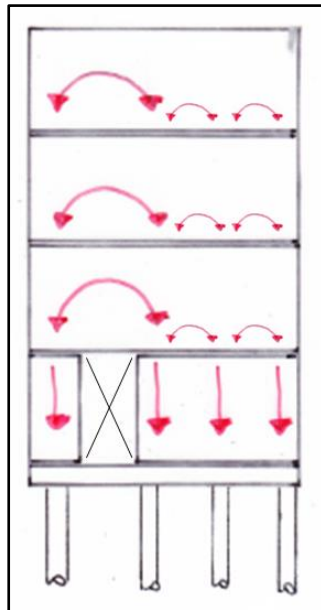
- + Een wandligger met een dubbel kruisnet heeft veel meer capaciteit dan een wandligger met één staaf wapening (wandligger grondgebonden).
- + Deze oplossing loopt eenvoudig mee in de fabriek van HB in Veenoord. Daar wordt standaard een dubbel net $\varnothing 6$ mm toegepast*. Het enige verschil is een zwaarder net. Een kruisnet $\varnothing 8$ -150 mm of een standaard net $\varnothing 6$ -? Mm maakt veel verschil voor de capaciteit van de wandligger.

**) Vraag HM: Fungeren de wanden uit Veenoord dan niet al standaard als wandligger? Antwoord GS: Dat ligt eraan of je het geheel ook zo beschouwd hebt. Een knip in de bouwmuur op de verkeerde plek kan roet in het eten gooien.*

Wandligger meerdere verdiepingen

Als een wand zo zwaar gewapend moet worden dat het praktisch niet meer kan worden meerdere wanden boven elkaar (op meerdere verdiepingen) als wandligger uitgevoerd. Je gaat meerdere wanden licht wapenen i.p.v. één wand heel zwaar. Zie Figuur 33. Bijvoorbeeld 4 wanden een dubbel kruisnet $\varnothing 8$ mm i.p.v. één wand (onderste) een dubbel kruisnet $\varnothing 16$ mm.

- + Oplossing is mogelijk in combinatie met openingen in de bouwmuur. Echter, openingen zijn niet gewenst aangezien het vaak voor narigheid zorgt in de fundering en bovenliggende wanden. Of een opening wel of niet redelijkerwijs kan worden gerealiseerd is afhankelijk van de grootte van de opening en de beukbreedte (b) en stapelhoogte (n x h).



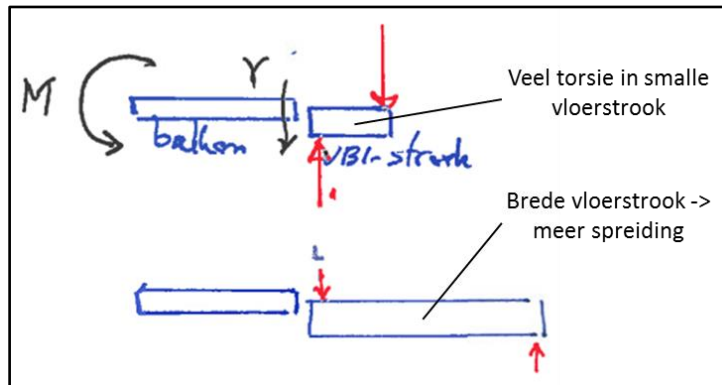
Figuur 33: Principe wandligger meerdere verdiepingen met opening.

B.2.3 Balkonoplossing (vrij uitkragend)

Schöck/VBI balkonoplossing

- + GS: "Een voorgespannen vloer zou wel welkom zijn." Beter bestand tegen doorbuiging.
- De oplossing is erg kostbaar.
- De randstrook van VBI met daaraan het balkon wordt op zijn plek gehouden door twee wanden die op de randstrook staan. GS vindt het een onlogische constructiekeuze om de randbalk smal te maken. Er ontstaat veel torsie in een smal element t.o.v. een breder element waar meer spreiding is, zie de schets in Figuur 34. Balkons oefenen grote krachten uit op een vloerplaat. De beperkingen waar je tegenaan loopt (in volgorde) zijn de doorbuiging van de vloer en de dwarskrachtcapaciteit van de

vloer. GS wil niet zeggen dat de balkonoplossing van VBI fout is, maar dat je met de smalle randstrook mogelijk wel sneller tegen beperkingen oploopt.



Figuur 34: Belemmering krachtenwerking smalle randstrook VBI.

Prefab balkon in fabriek aan vloerplaat aangestort (Bestcon)

Toegepast in project '31 app. Welgelegen Apeldoorn'.

- + Praktische problemen in de uitvoering: transport, gewicht en op zijn plaats hijsen.
- Het is niet mogelijk om het balkon achteraf te monteren. Montage loopt mee tijdens de stapeling van het casco.

B.2.4 Vloeroplossing

Bestcon 60 massieve plaatvloer

- + GS: "Je kunt er meer mee." Lost in één keer veel knelpunten op.
- + Lost problematiek toevallige inklemming op.
- + Eenvoudig voorzieningen aanbrengen voor tweede draagweg. Gains in vloerkoppen ontvangen stekken uit wanden.
- + Vloerplaat is veel breder dan AL320 waardoor je een appartement veel sneller dicht kunt leggen --> reductie hijsbewegingen en bewerkingen (zoals voegen).
- De kostprijs heeft GS wel eens onaangenaam verrast.
- Het afstorten van de installatielaag met lichtbeton is ongewenste 'natte stap' in de uitvoering.
- (+) Een mogelijkheid om deze belemmering op te lossen is het toepassen van een dikkere vloer met een leidingpatroon (in de fabriek bekisting voor leidingsleuven toepassen).

Afgezien van de kostprijs is GS loven over de Bestcon 60 vloer.

B.2.5 Uitvoering gevel

Voor vloeren langs, zelfdragend

Wordt al toegepast door Nijhuis.

- + Door de gevelelementen zelfdragend uit te voeren wordt de belasting dicht naar de tandverbindingen gebracht waardoor het krachtmoment en de doorbuiging in de balk kleiner wordt.
- Je brengt dezelfde belasting rechtstreeks naar de zwakke tandverbindingen. Je blijft zitten met het knelpunt van de zwakke tandverbindingen.

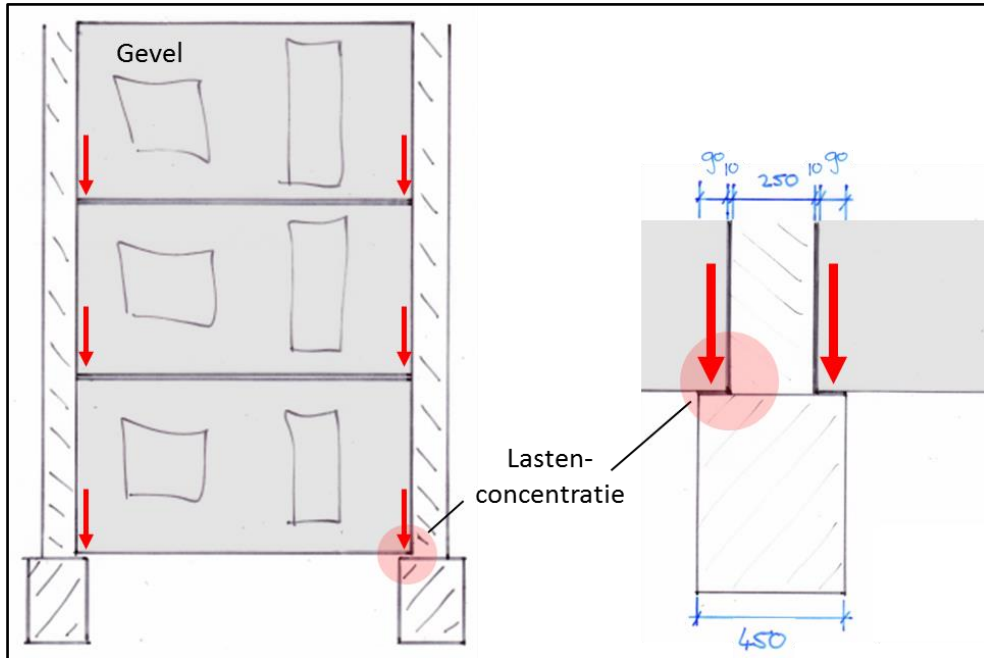
Voor vloeren langs, ligger

Door de gevelelementen allemaal als ligger uit te voeren wordt de belasting (eigen gewicht) van de gevel via de penanten direct op de bouwmuurbalk afgedragen. Zie Figuur 35.

- + De gevel draag direct op de bouwmuurbalk af. De gevelbalk is niet meer nodig waardoor de zwakke tandverbinding eruit kan worden gehaald.
- Contactvlak gevel-bouwmuurbalk is slechts 90 mm bij een gangbare balk van 250 mm dik. Als gevolg krijg je een grote lastenconcentratie in het hoekpunt van het onderste element. Zie Figuur 35. Het is twijfelachtig of de belastingafdracht op deze manier goed kan verlopen.

De gevel kan ook niet voor de bouwmuurkop langs (om meer contactoppervlak te creëren) i.v.m. bouwphysische overwegingen. Er ontstaat een geluidslek tussen naast elkaar gelegen woningen.

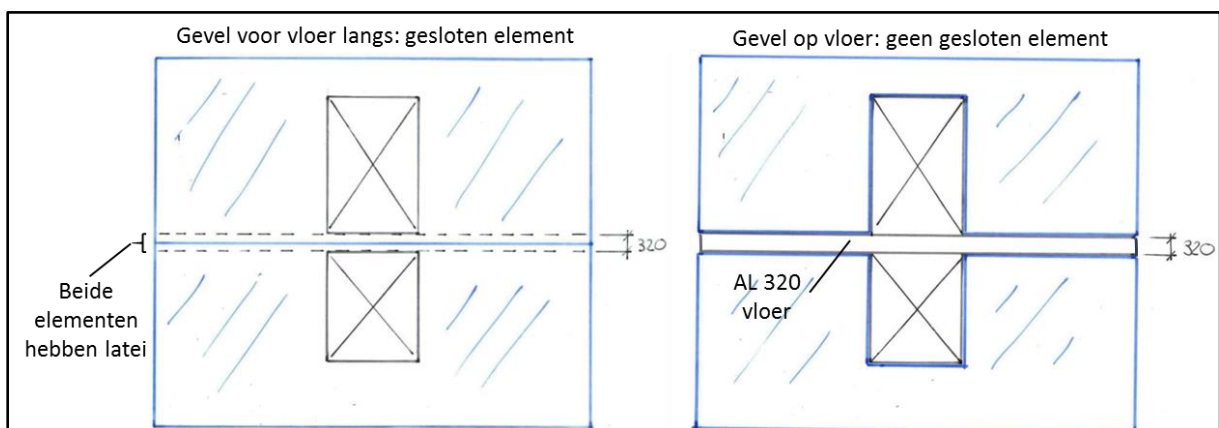
Openingen in de gevelelementen zijn geen belemmering om deze als ligger uit te voeren. Als je op het tasveld van Heembeton loopt zie je dat de meeste elementen als ligger fungeren, aangezien de meeste elementen op tegeltjes zijn opgesteld.



Figuur 35: Principe gevel voor vloeren langs als ligger uitvoeren.

Lichte, prefab gevels op de vloeren

- Openingen in de gevelelementen zijn een knelpunt. Vaak lopen openingen door tot op de vloer (peilkozijnen) of tot aan het plafond (plafondhoge kozijnen). Omdat het gevelelement tussen de vloeren van twee verdiepingen in wordt gemonteerd blijft er onder en boven geen latei meer over. Zie Figuur 36. Dit vorm een belemmering voor de productie, het transport, de montage, de kozijnassemblage en het ontlener van stabiliteit uit de gevel. Om deze zaken te bevorderen moet een gevelelement een betonnen vierkant zijn met daarin een sparing.



Figuur 36: Puikozijnen en plafondhoge kozijnen - uitvoering gevel, vooraanzicht.

Ontwerpregel: De opgetelde latei tussen twee boven elkaar gelegen gevelelementen moet minimaal 550 mm hoog zijn.

- + Lichte prefab gevels zitten dicht op de oefening vanwege:
 - o Metselen onder galerij- en balkonplaten;

- Balkonverhaal;
 - Reductie arbeid;
 - Doorstapelen naar groter hoogtes;
 - Verdienmodel machinale omgeving.
- + Geen kostbare geveldragers meer.

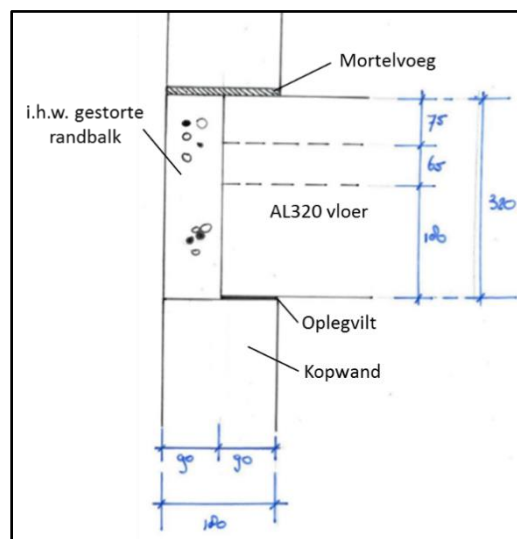
Het dragen van lichte, prefab gevels is geen probleem voor de AL320 vloer van VBI. De vloer is 320 mm dik en daarmee voldoende stijf. Niet gevelelementen maar prefab uitkragende balkons die aan de vloer gehangen worden zijn cruciaal en maatgevend.

GS laat VBI een lijnlast op de vloerrand meenemen. Het maakt dan niet uit of het element over de volledige lengte of alleen in de hoekpunten afdraagt.

B.2.6 Oplegging vloer

I.h.w. gestorte randbalk eindmuur

Zie Figuur 37 voor een schets van het principe.



Figuur 37: Doorsnede randbalk eindmuur.

Kantelpunt: Tot 6/7/8 bouwlagen moet deze oplossing mogelijk zijn.

- De randbekisting die moet worden aangebracht is een belemmering in de uitvoering omdat daar geen speciaal kistelement voor is.
- + Door een 'voorgeprogrammeerd' bekistingselement te ontwikkelen kan dit alternatief in de uitvoering eenvoudig meelopen. Het aanstorten van de randbalk kan tegelijk met het aanstorten van de kerkvoegen, sleuven, stekken in gains etc. waardoor geen extra arbeidsgang nodig is. Interessant is een geïntegreerde wandbekisting.
- + Mogelijk een goedkoper alternatief voor dure DSS van VBI.
- + Vloeren hoeven niet gespaard te worden (zoals bij doorstapelnokjes).
- Bij een gangbare eindmuurmaat van 180 mm en 90 mm vloeroplegging heeft de randbalk slechts een breedte van 90 mm, zie Figuur 37.

Een randbalk geeft een excentrische oplegging van wanden op elkaar waardoor de belasting van de bovenbouw door de randbalk met een excentriciteit wordt doorgegeven naar de onderliggende wand. De belasting 'loopt' met een boog om de vloerkop heen. Door de excentriciteit ontstaat een buigmoment in de randbalk. Het buigmoment is een belemmering.

(+) Door een dikkere bouwmuur, bijvoorbeeld 200 of 220 mm, toe te passen krijgt de randbalk meer capaciteit en neemt de excentriciteit van de oplegging af. Bij voorkeur is de aanstort groter dan de halve dikte van de eindmuur.

- + Raamsparingen vormen minder een belemmering voor het systeem van een randbalk (vergeleken met doorstapelnokjes).

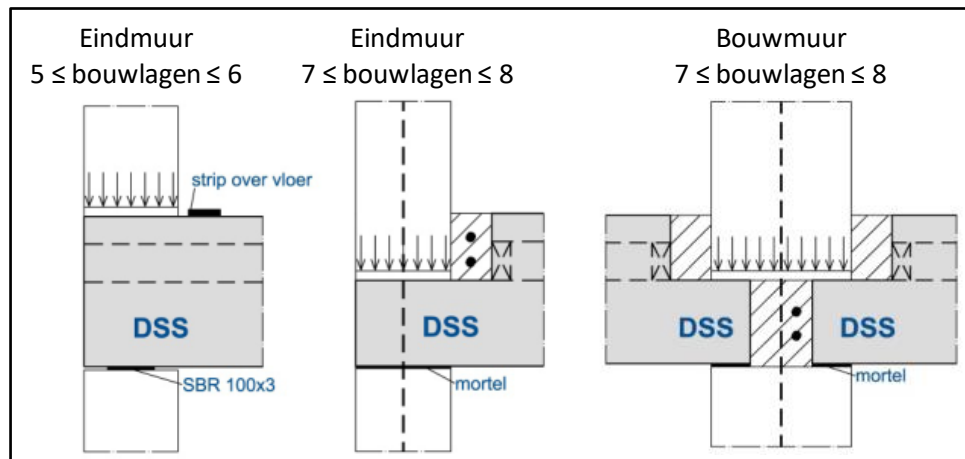
- + Horizontale trekbandwapening t.b.v. tweede draagweg kunnen eenvoudig in de randbalk worden ingestort, in tegenstelling tot doorstapelnokjes. Een kans is om de bekisting aan te leveren met de wapening daar al in. Door bij de elementdelingen losse staven bij te leggen ontstaat een doorgaande trekband in de dwarsrichting.

Op dit moment past GS een randbalk niet toe vanwege de bekistingsproblematiek. De oplossing loopt stuk op het gebrek aan technische voorzieningen in de uitvoering.

Kantelpunt: GS geeft niet helder voor de geest wat de capaciteit van deze oplossing is.

VBI DSS eind- en bouwmuur

Zie Figuur 38 voor een schets van het principe.



Figuur 38: Doorsnedes vloeroplegging DSS eind- en bouwmuur.

GS probeert het gebruiken van DSS zoveel mogelijk te voorkomen. Als een doorstapelnok op de eindmuur niet meer werkt stapt GS over op DSS.

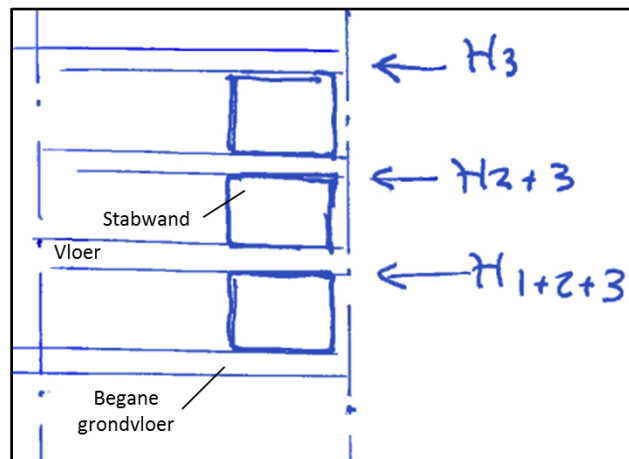
B.2.7 Stabiliteitsprincipe - stabwand per beuk op vloer

Toegepast in 166 app Noord 2.0 Hilversum en 52 app Leeuwesteyn Utrecht.

Verticaalkrachten uit stabwanden worden per verdieping opgevangen door de AL320 vloer. Stabwanden in boven elkaar gelegen appartementen mogen t.o.v. elkaar verspringen, aangezien deze niet zijn doorverbonden.

De begane grondvloer (VBI isolatieplaatvloer K200) krijgt de grootste belasting terwijl deze vloer lichter gedimensioneerd is dan een verdiepingvloer. De belasting wordt per verdieping naar beneden toe opgesomd, zie Figuur 39. De capaciteit van de begane grondvloer vormt de beperking.

Kantelpunt: Toepasbaar tot verhouding 4/5 beuken breed en 4/5 lagen hoog (schatting GS).



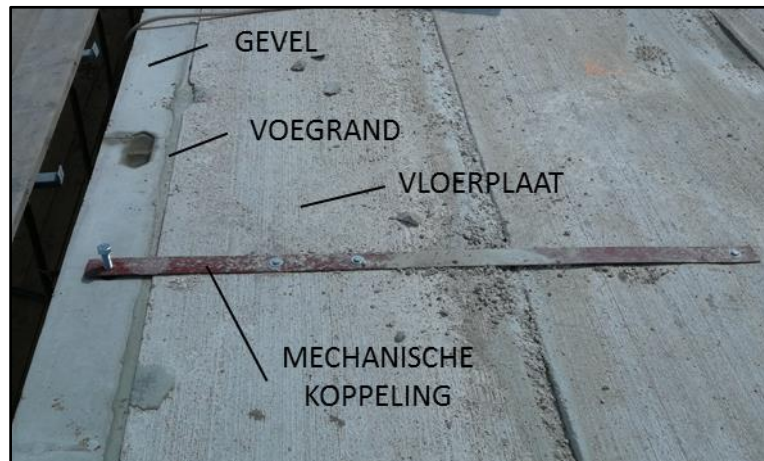
Figuur 39: Principe belasting in stabwanden, vooraanzicht.

B.2.8 Stabiliteitsprincipe – schijfwerking binnenspouwblad gevel

Mechanische koppelingen voegranden

Om de wrijvingscapaciteit (schuifsterkte) van voegranden te vergroten kunnen mechanische koppelingen worden toegepast, zie Figuur 40. De koppeling in de figuur heeft twee functies:

- Ongesteunde lengte van de gevel verkorten;
- Gevel strak tegen de vloer houden.



Figuur 40: Voorbeeld van een mechanische koppeling [projectbezoek Van Wijnen, 105 app Flight Deck Soesterberg].

- + Door met stalen voorzieningen de gevel strak tegen de vloer te houden kunnen grotere belastingen vanuit de vloer op de gevel worden overgedragen (oplossing toepasbaar tot groter aantal bouwlagen en/of grotere beukmaten).

Kantelpunt: Met mechanische koppelingen kun je mogelijk tot 5, 6 of 7 bouwlagen stabiliteit uit de gevel halen. Hierbij baseert GS zich op de mechanische koppeling van Heembeton (DV039). Het kantelpunt is afhankelijk van het type koppeling. De koppeling in Figuur 40 is toegepast in een woongebouw met 8 bouwlagen.

B.2.9 Stabiliteitsprincipe - stabwand per beuk, doorgekoppeld

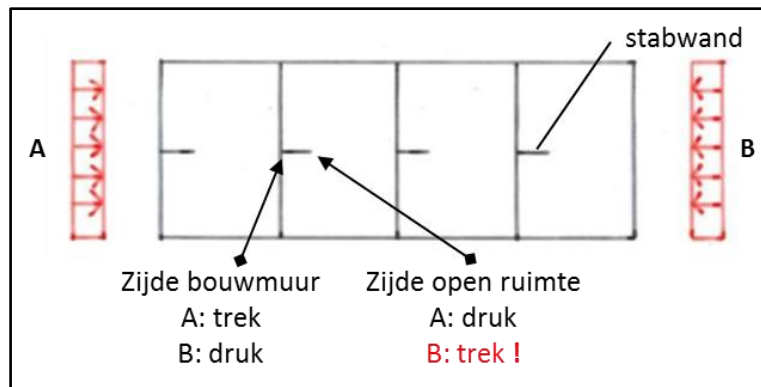
Een stabwand per appartement. Stabwanden in boven elkaar gelegen appartementen zijn verticaal in één lijn gepositioneerd en zijn doorgekoppeld tot aan de fundering. De wanden worden doorgekoppeld met stekken. Zo ontstaat er een redelijke stabiliteitsschijf vanaf de fundering tot aan de bovenste verdieping.

- + Verticaalkrachten komen niet meer op de vloeren terecht maar worden direct naar de fundering afgedragen. De capaciteit van de (begane grond)vloeren vormt geen beperking meer.
- Belemmering vrije indeelbaarheid: bij boven elkaar gelegen appartementen moeten de stabwanden op dezelfde locatie in het appartement gepositioneerd worden.

Kantelpunt: Met deze oplossing kom je hoger dan 4 bouwlagen. Het kantelpunt is afhankelijk van de lengte en dikte van de stabwand en het aantal aaneengeschakelde beuken.

B.2.10 Fundering stabwand per beuk, doorgekoppeld

Aan één zijde worden stabwanden standaard aan de bouwmuur gekoppeld. Aan de andere zijde staan de wanden in de vrij ruimte. Afhankelijk van de windrichting treedt er een trekkracht op in de stabwand aan de bouwmuurzijde of aan de zijde die in de vrij ruimte staat, zie Figuur 41. Het is essentieel om de stabwanden voor meerdere windrichtingen te beschouwen. Een trekkracht aan de bouwmuurzijde zal tot op zekere hoogte worden opgelost door de ballast van de bouwmuur. In de open ruimte zal de trekkracht grotendeel worden afgevoerd naar de fundering. De trek moet dan in de fundering worden opgelost (windrichting B in Figuur 41). Er zijn verschillende alternatieven om stabwanden te funderen.



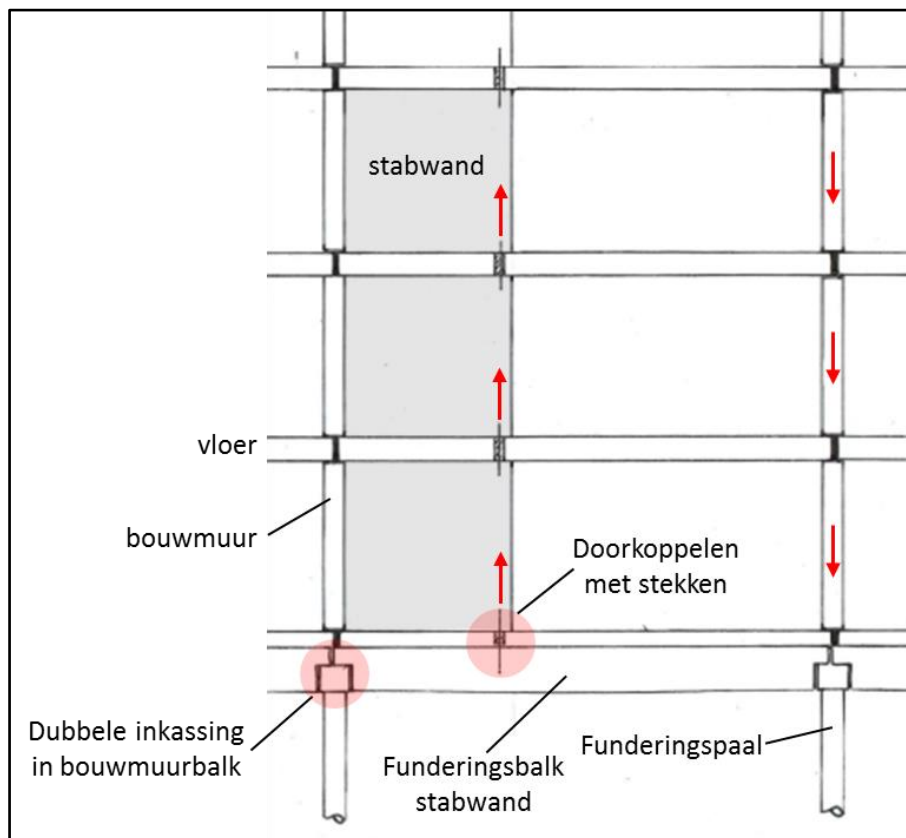
Figuur 41: Trekkracht in stabwanden, bouwplattegrond.

Kantelpunt: GS heeft niet het juiste gevoel bij deze oplossing. Er moet aan gerekend worden.

Funderingsbalk stramien-stramien

Een funderingsbalk die loopt van de ene naar de andere bouwmuur (of eindmuur). De balk wordt aan beide einden met een hangneus in een inkassing in de bouwmuurbalk gehangen. Zie Figuur 42. De puntlast uit de stabwand wil de balk omhoog trekken. De balk fungeert daarbij als hefboom om de ballast van de bouwmuur/eindmuur te gebruiken om de trekkracht 'op te lossen'. Cruciaal daarbij is dat de neus/inkassing-verbinding wordt ontworpen en berekend om trek te kunnen weerstaan. De verbinding kan tot stand worden gebracht met stekken in gains. Daarnaast is het mogelijk om de bouw-/eindmuur als belasting op de inkassing neus/inkassing-verbinding te zetten (deels een oplossing).

- In de bouwmuurbalk ontstaat een (dubbele) inkassing. Net als bij een tandverbinding is dat een doorbreking van de doorsnede van de funderingsbalk en daarmee een verzwakking. Echter, GS ziet dat niet als een grote belemmering. Je kunt ver komen met de capaciteit die over blijft.
- De neus/inkassing-verbinding wordt op trek belast.

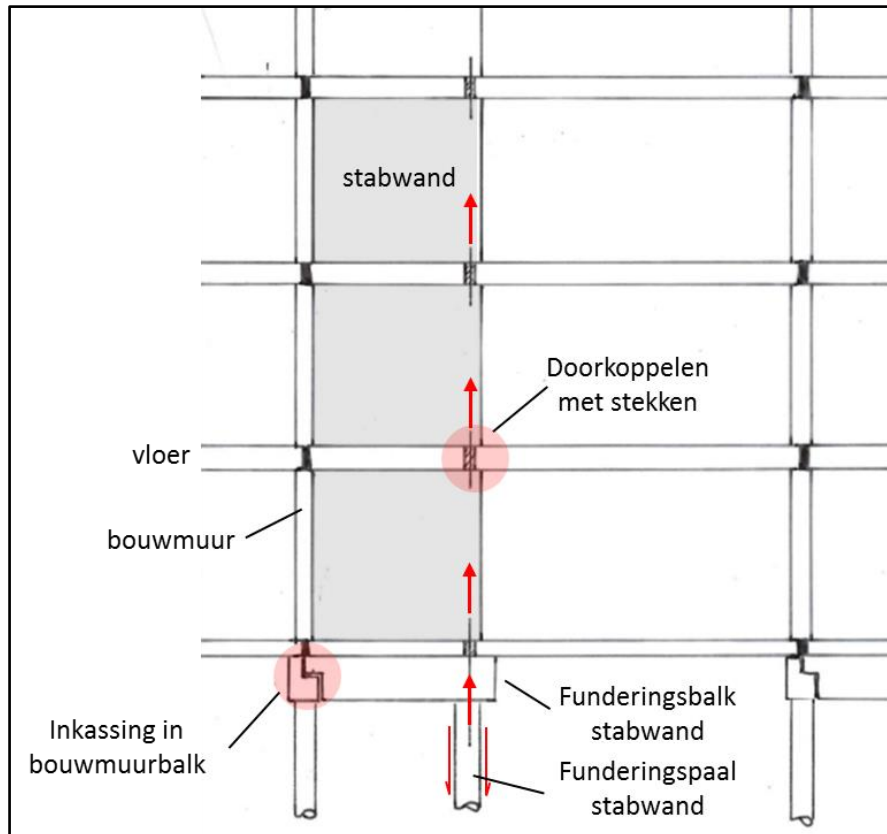


Figuur 42: Beukbrede funderingsbalk onder stabwand, doorsnede stabwanden.

Funderingsbalk stramien-funderingspaal

Een funderingsbalk die aan de ene kant met een hangneus in een inkassing in de bouwmuurbalk of eindmuurbalk wordt gehangen en aan de andere kant op een funderingspaal wordt opgelegd. Een trekkracht die uit de stabwand aan de zijde van de vrij ruimte komt moet worden opgelost door de funderingspaal. De funderingspaal wordt op trek belast. Zie Figuur 43.

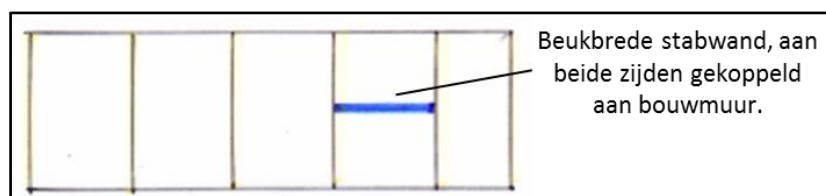
- Funderingspaal wordt op trek belast. De rekenwaarden van de schachtweerstand van heipalen en mortelschroefpalen (productselectie IJB) is beperkt. De op te brengen stabiliteit wordt beperkt door de trekcapaciteit van de funderingspaal.
- Bij een goede grondslag krijg je heipalen niet ver de grond in. Korte palen genereren te weinig weerstand tegen trek.



Figuur 43: Funderingsbalk onder stabwand stramien-funderingspaal, doorsnede stabwanden.

B.2.11 Stabiliteitsprincipe - beukbrede stabwand

Een beukbrede stabwand is een stabiliteitschijf die loopt van bouwmuur tot bouwmuur en vanaf de bovenste verdieping tot aan de fundering is doorgekoppeld. Zie Figuur 44. De stabwand is gefundeerd op een eigen funderingsbalk die met hangneuzen in inkassingen in de bouwmuurbalk worden gehangen (zelfde principe als in Figuur 42).



Figuur 44: Stabiliteitsprincipe - beukbrede stabwand, gebouwplattegrond.

- + Een beukbrede stabwand geeft veel meer stabiliteit dan een kleine stabwand. Een beukbrede stabwand van 7 meter lang en 25 cm breed in verhouding tot een 2,5 meter lange stabwand van 10 cm breed is 50 maal stijver en 7 à 8 maal sterker. De capaciteit is 7 maal groter.

(!) De verhouding is recht evenredig aan de dikte van de stabwand. Het verschil is minder groot als voor de kleine stabwand ook 25 cm dik wordt uitgevoerd.

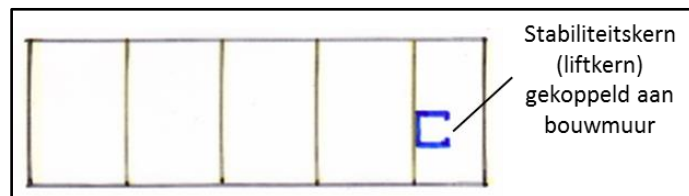
De ballast van twee bouwmuren is voldoende om de trekkrachten in de stabwand 'op te lossen'. Belangrijk daarbij is dat niet alle belasting naar de funderingsbalk wordt gebracht om te voorkomen dat er grote trek- en drukkrachten op de neus/inkassing-verbindingen worden uitgeoefend. De ballast uit de bouwmuren moet zoveel mogelijk per verdieping worden 'geactiveerd'. Een oplossing die dat mogelijk maakt is de stabwand aan beide zijden met een nok in een halve inkassing in de bouwmuur laten zakken.

- Een belangrijk knelpunt is de positionering van de beukbrede stabwand. Een aantal appartementen worden als het ware in tweeën gedeeld door de wand. De indelingsvrijheid van deze appartementen wordt zwaar beperkt.
- + Voordeel is volledige indelingsvrijheid van alle appartementen zonder de beukbrede stabwand.

B.2.12 Stabiliteitsprincipe - stabiliteitskern

De stabiliteit in de langsrichting wordt ontleend aan wanden in de centrale ruimte (doorgaans trappenhuis en/of liftkern).

Een liftkern heeft doorgaans een afmeting van circa 2,5 meter. Eén zijde van een liftkern is t.b.v. toegang tot de lift vrijwel volledig gespaard (~ 80%) en daardoor praktisch onbruikbaar om stabiliteit aan te ontleen. Door de liftopening in de dwarsrichting van een gebouw te positioneren blijven in de langsrichting twee stabiliteitsschijven over, zie Figuur 45.



Figuur 45: Stabiliteitsprincipe - stabiliteitskern, gebouwplattegrond.

- Om stabiliteit uit een liftkern te ontleen moet deze aan de hoofddraagconstructie van het gebouw zijn verbonden. De voorkeur gaat uit naar de lift ontkoppelen (dilateren) van de hoofddraagconstructie om geluidsoverlast te voorkomen. Liftgeluid in appartementen is absoluut onaanvaardbaar.
- Afhankelijk van de locatie in de plattegrond zijn trappenhuisen vaak een doorbreking van het stabiliteitssysteem. Een trappenhuis heeft veel en grote 'gaten' en er worden vaak andere (type) vloeren toegepast met andere dimensies. Trappenhuisen die zich in het midden van een gebouw bevinden worden daarom vaak gedilateerd. Een stabiliteitskern is dan niet meer mogelijk. Voorbeeld: project Leeuwesteyn Utrecht.
- Met stabiliteitskernen als hoofdstabiliteitsprincipe ontkom je niet aan trekkrachten in de fundering. Dit moet je oplossen met trekpalen en/of ballast.
(+) Met dwarsbalken kun je ballast uit de bouwmuren generen om de trekkrachten 'op te lossen'.
- + Vergeleken met stabwanden per beuk op de vloer kun je met stabiliteitskernen meer. Doorgaans zijn het dikkere wanden die goed te wapenen en door te koppelen zijn.

De capaciteit van één zijde van een liftschat is vergelijkbaar met de capaciteit van een stabwand per beuk die is doorgekoppeld. De kern krijgt wel iets meer capaciteit. De capaciteit van een liftschat komt overeen met grofweg 3 doorgekoppelde stabwanden. Zie statische berekeningen 166 app Noord 2.0 Hilversum.

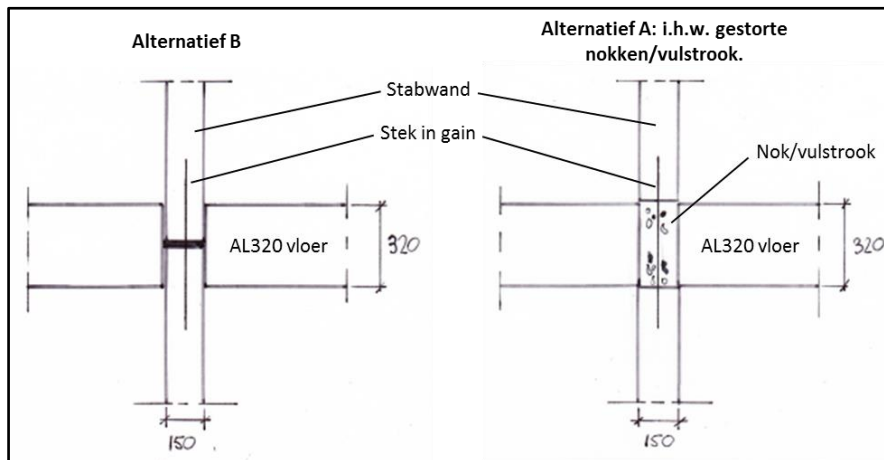
B.2.13 Doorkoppelen stabwanden

Twee manieren om stabwanden door te koppelen:

- A. Stabwand tussen vloeren. Sparing(en) in de vloer met daarin stekken worden aangestort om een doorlopende stabiliteitsschijf te krijgen. Zie Figuur 46. De sparingen kunnen nokken zijn waar de stekken doorheen lopen. Meerdere kleine sparingen worden dan toegepast. Als de drukkrachten in de stabwanden groter worden is de capaciteit van de nokken niet meer voldoende toereikend en moeten

de vloeren volledig gespaard worden ter plaatse van de stabwanden. De nokken worden dan een vulstrook.

- B. Vloeren zijn volledig gespaard. Stabwanden worden door de vloeren heen op elkaar gezet (ondersabelen met mortel) en met stekken doorgekoppeld. Zie Figuur 46.



Figuur 46: Alternatieven stabwanden doorkoppelen, doorsnede haaks op stabwand.

- Alternatief B is montage technisch niet handig. Weinig controle in de uitvoering.

De voorkeur gaat uit naar alternatief A. In de praktijk wordt alternatief A het meest toegepast.

B.2.14 Lichter wapenen en dimensioneren naar boven toe

Het reduceren en/of lichter dimensioneren van wapening en constructieve koppelingen naar boven toe is gebruikelijk

- Constructieve elementen, zoals wanden, naar boven toe lichter dimensioneren is theoretisch mogelijk. Echter, praktisch gezien vindt GS het een twijfelachtige oplossing.

B.3 Overige inzichten

Nijhuis en IGE hebben bij veel alternatieven wel een kostengevoel maar geen concrete handvaten. Dat maakt het lastig om een afweging te maken tussen verschillende alternatieven. Er zijn veel aspecten, van ontwerp tot uitvoering, die meewegen. Dat maakt het lastig om uitspraken te doen. Veel gaat op onderbuikgevoel. Nijhuis gaat veelal met veel onzekerheid de selectie in.

(+) Een kans is om voor een of meerdere projecten verschillende alternatieven volledig door te rekenen in de kostprijs zodat een kostenvergelijk tussen alternatieven kan worden gemaakt.

(+) De meest kansrijke modellen benoemen/vaststellen en er dan statische en kostenberekeningen op los laten om feiten en getallen boven water te krijgen --> meer zekerheid in de selectie en weloverwogen beslissingen.

(+) In de selectie naast een een-op-een reactie op het ontwerp van de architect een weloverwogen alternatief aanbieden met een gunstige kostprijs.

(+) Dit onderzoek moet op 'onderbuikgevoel' richting bepalen en kansrijke modellen benoemen/vaststellen voor verdere uitwerking en verdieping.

Bijlage C Technische details

Bijlage met technische details.

C.1 Vloeroplossing

Technische details vloeroplossing.

C.1.1 Afwerking verdiepingvloeren

De afwerking van de constructieve verdiepingvloer moet zodanig zijn dat aan de lucht- en contactgeluidseisen uit het Bouwbesluit 2012 wordt voldaan. De vloer

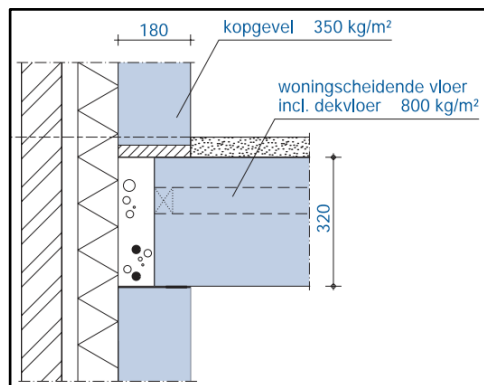
VBI kanaalplaatvloer – massaoplossing

Aan de geluidseisen wordt voldaan als de constructieve vloer en de afwerkvloer tezamen een massa hebben van tenminste 800 kg/m².

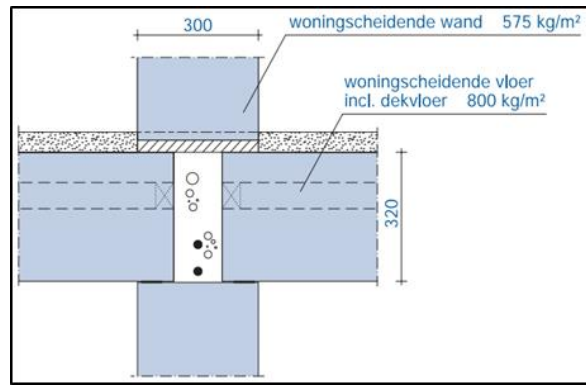
Vloeropbouw:

- VBI AL320 (705 kg/m²).
- Minimaal 50 mm zandcement dekvloer (95 kg/m²).

Zie Figuur 47 en Figuur 48.



Figuur 47: Vloeropbouw massaoplossing VBI AL320, detail eindmuur.



Figuur 48: Vloeropbouw massaoplossing VBI AL320, detail bouwmuur.

→ Uit *Handboek VBI appartementenvloer*, geraadpleegd op website VBI (<https://vbi.nl/>).

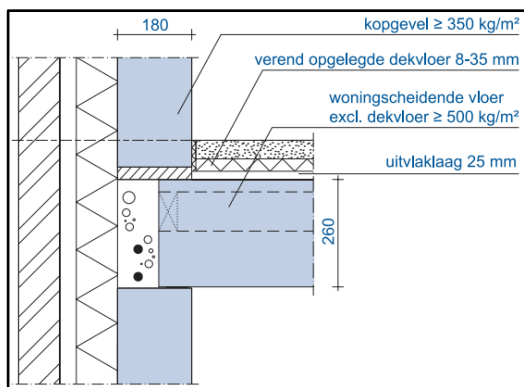
VBI kanaalplaatvloer – zwevende dekvloer

Met een gangbare zwevende dekvloer ($L_{lin} \geq 10$ dB) kan aan de geluidseisen worden voldaan in combinatie met een constructieve vloer met ten minste een massa van 500 kg/m².

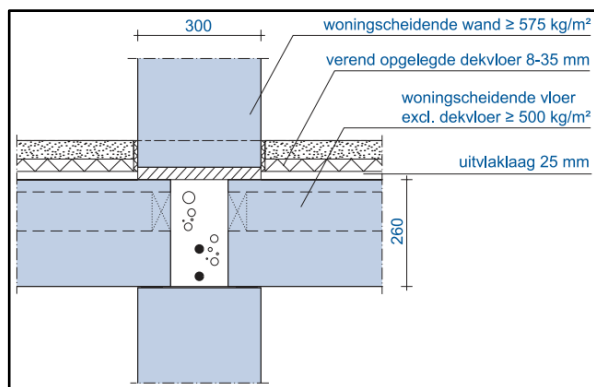
De AL260 vloer (505 kg/m²) heeft voldoende massa. De vloeropbouw wordt als volgt:

- VBI AL260 (505 kg/m²).
- 25 mm uitvlaklaag.
- Zwevende dekvloer met $L_{lin} \geq 10$ dB.
- Dekvloer.

Zie Figuur 49 en Figuur 50.



Figuur 49: Vloeropbouw zwevende dekvloer VBI AL260 detail eindmuur.



Figuur 50: Vloeropbouw zwevende dekvloer VBI AL260 detail kopmuur.

De AL260 kan worden toegepast tot overspanningen van ongeveer 9 meter. Bij grotere overspanningen tot ongeveer 11 meter kan de AL320 worden toegepast met dezelfde opbouw.

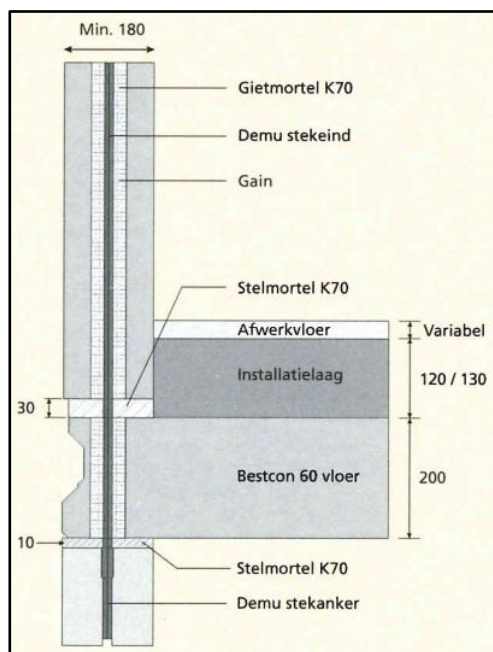
→ Uit *handboek VBI appartementenvloer*, geraadpleegd op website VBI (<https://vbi.nl/>).

Bestcon 60 systeemvloer – massaoplossing

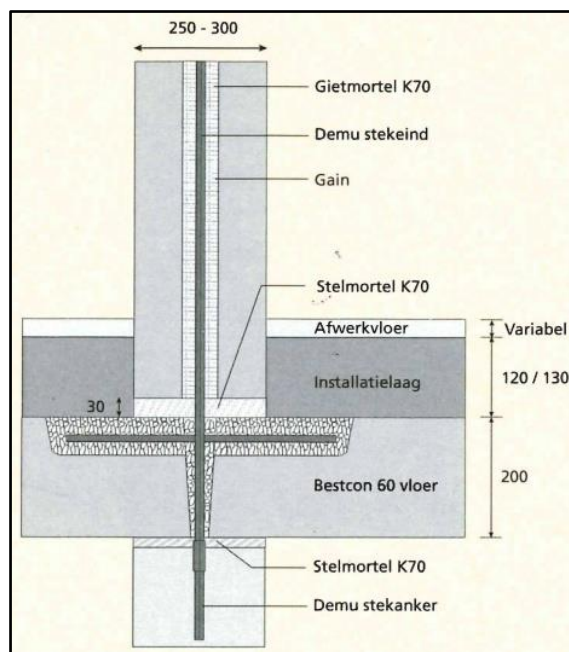
Om aan de geluidseisen te voldoen hebben woningscheidende vloeren de volgende opbouw:

- Bestcon 60 massieve plaatvloer, dikte veelal 200 mm.
- 120/130 mm vullaag ten behoeve van het opbergen van de installaties.
- 50 mm afwerkvloer.

Zie Figuur 51 en Figuur 52.



Figuur 51: Vloeropbouw massaoplossing Bestcon 60 vloer, detail eindmuur.



Figuur 52: Vloeropbouw massaoplossing Bestcon 60 vloer, detail bouwmuur.

→ Geraadpleegd op website Bestcon (<https://www.bestcon.nl/>).

Bestcon 60 systeemvloer – zwevende dekvloer

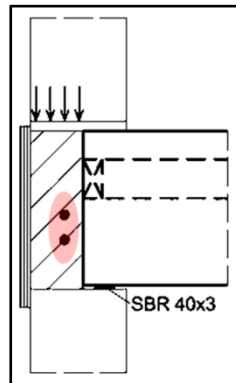
Voor hogere eisen ten aanzien van contactgeluidisolatie kan tussen de in Figuur 51 en Figuur 52 weergegeven installatielaag en afwerkvloer 20 mm isolatie worden aangebracht om een zwevende dekvloer te realiseren.

→ Geraadpleegd op website Bestcon (<https://www.bestcon.nl/>).

C.2 Details trekbandwapening

VBI reguliere kanaalplaatvloer

Als de belasting uit de bovenbouw in de eindmuur met een randbalk wordt doorbelast kan de horizontale trekbandwapening langs de omtrek in de randbalk worden ingestort, zie Figuur 53.

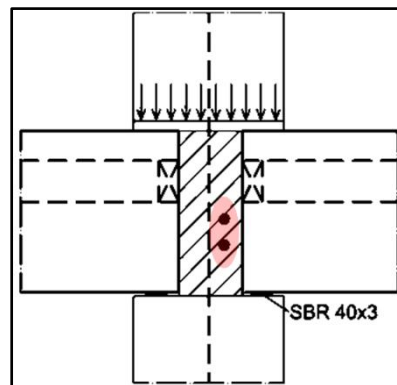


Figuur 53: Detail trekbandwapening eindmuur randbalk.

Op het moment van het schrijven van dit verslag is niet volstrekt duidelijk of, en zo ja hoe horizontale trekbandwapening langs de omtrek kan worden ingebracht als de belasting uit de bovenbouw in de eindmuur met doorstapelnokken wordt doorbelast. Ik voorzie twee mogelijkheden:

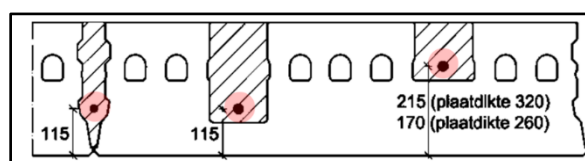
1. Horizontale trekbandwapening langs de omtrek wordt in langssleuven in de kanaalplaatvloeren ingestort.
2. De horizontale trekbandwapening langs de omtrek beving zich in de eindmuur. In dat geval moet het vloerveld met haarspelden of andere voorzieningen effectief verankerd zijn aan de trekbanden in de wand.

Als de belasting uit de bovenbouw in de bouwmuur met een aanstorting wordt doorbelast kan de horizontale, interne trekbandwapening in de aanstorting worden ingestort, zie Figuur 54.



Figuur 54: Detail horizontale, interne trekbandwapening bouwmuur aanstorting.

Het inbrengen van interne trekbandwapening, parallel aan de vloeroverspanning, kan bij de VBI Appartementenvloeren op verschillende manieren, zie Figuur 55.

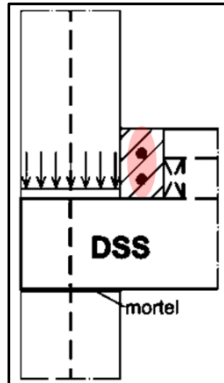


Figuur 55: Detail interne trekbandwapening, parallel aan overspanning Appartementenvloer VBI.

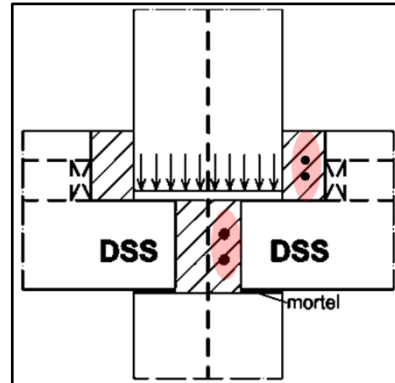
VBI DSS

Als de belasting uit de bovenbouw in de eindmuur met DSS wordt doorbelast kan de horizontale trekbandwapening langs de omtrek in de kopsleuf worden ingestort, zie Figuur 56.

Als de belasting uit de bovenbouw in de bouwmuur met DSS wordt doorbelast kan de horizontale trekbandwapening in de aanstorting worden of in de kopsleuven worden ingestort, zie Figuur 57.



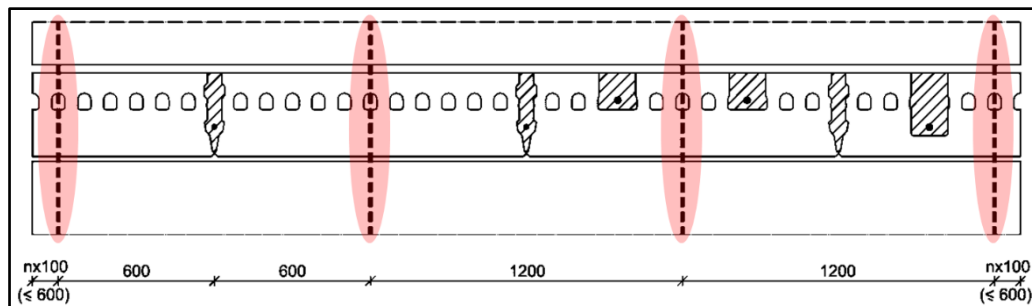
Figuur 56: Detail trekbandwapening eindmuur DSS.



Figuur 57: Detail trekbandwapening bouwmuur DSS.

Het inbrengen van interne trekbandwapening, parallel aan de vloeroverspanning, kan bij de VBI Appartementenvloeren met DSS op dezelfde manier als bij de reguliere Appartementenvloer, zie Figuur 55.

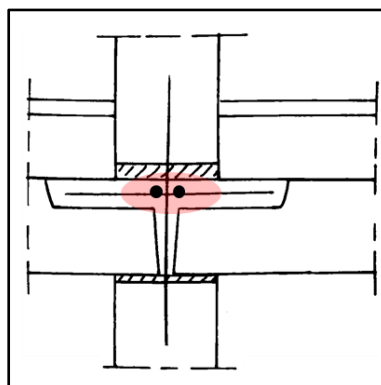
Bij toepassing van DSS kunnen verticale trekbanden in de bouw- en eindmuren door gains in de vloerkoppen worden doorgekoppeld met stekken. Deze gains kunnen in de fabriek van VBI op verschillende locaties in de vloerkoppen worden aangebracht, zie Figuur 58.



Figuur 58: Mogelijke locaties verticale koppelwapening bij toepassing van DSS.

Bestcon 60 massieve plaatvloer

Als de belasting uit de bovenbouw in de bouwmuur met een Bestcon 60 vloer wordt doorbelast kan de horizontale, interne trekbandwapening in de kopsleuven worden ingestort, zie Figuur 59.

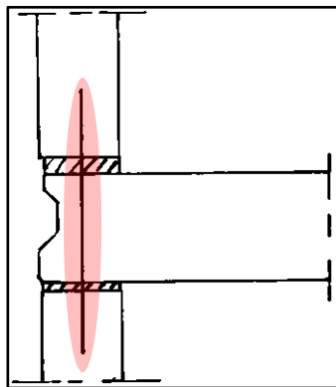


Figuur 59: Detail horizontale interne trekbandwapening bouwmuur Bestcon 60.

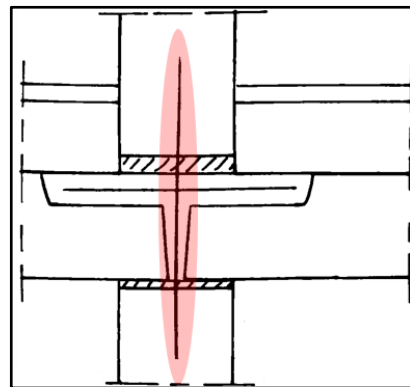
Op het moment van het schrijven van dit verslag is niet bekend of, en zo ja hoe horizontale trekbandwapening langs de omtrek kan worden ingebracht. Ik voorzie drie mogelijkheden:

1. De horizontale trekbandwapening langs de omtrek wordt net als bij de bouwmuur ingestort in kopsleuven in de vloerplaten. In dat geval moet er randbekisting worden toegepast.
2. De horizontale trekbandwapening langs de omtrek wordt ingestort in langssleuven in de vloerplaten.
3. De horizontale trekbandwapening langs de omtrek beving zich in de eindmuur. In dat geval moet het vloerveld met haarspelden of andere voorzieningen effectief verankerd zijn aan de trekbanden in de wand.

Bij Bestcon 60 loopt de verticale trekbandwapening in de eindmuur door gains in de vloerkoppen, zie Figuur 60. Bij de bouwmuur loopt de verticale trekbandwapening door de aanstorting tussen de vloerkoppen die van beide kanten komen, zie Figuur 61.



Figuur 60: Detail verticale trekbandwapening eindmuur Bestcon 60.



Figuur 61: Detail verticale trekbandwapening bouwmuur Bestcon 60.

Op het moment van het schrijven van dit verslag is het niet volstrekt duidelijk hoe horizontale, interne trekbandwapening parallel aan de vloeroverspanning kan worden ingebracht in de Bestcon 60 vloeren. Ik voorzie twee mogelijkheden:

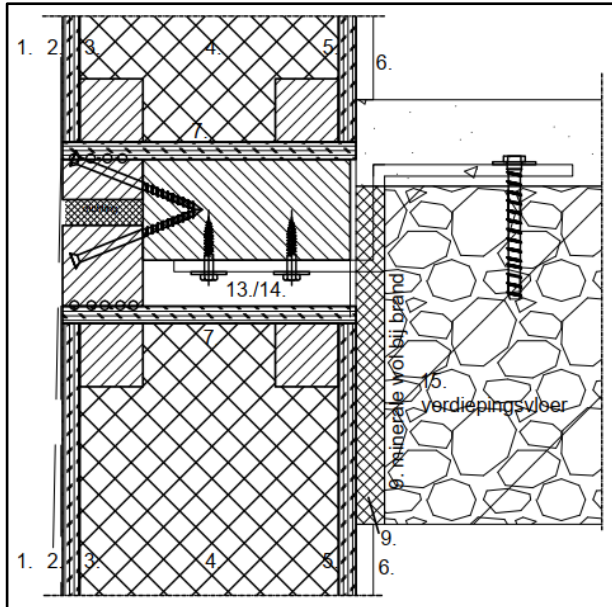
1. De in de vloeren reeds aanwezige wapening wordt effectief verankerd aan de trekbande.

C.3 Aansluit details SIPS gevel

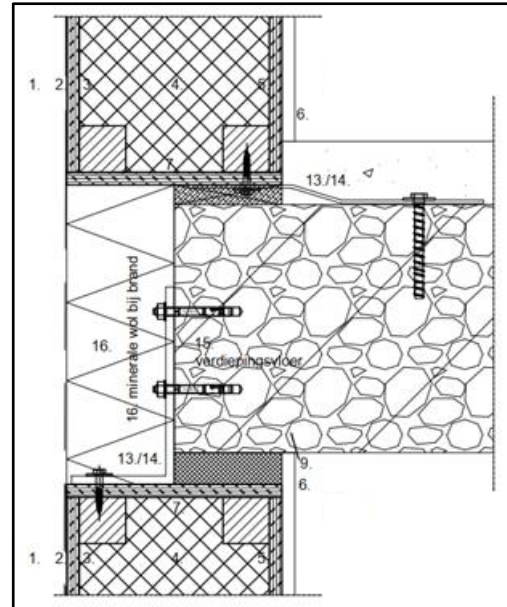
De SIPS (Structural Insulated Panel Systems) van Kingspan Unidek is een prefab oplossing om de gevel te vullen en te isoleren. Daarnaast is de SIPS de drager van de gevelbekleding en de kozijnen. Voor de montage van de SIPS zijn twee mogelijkheden:

1. Met geveldragers voor de vloeren langs, zie Figuur 62.
2. Op de vloeren, zie Figuur 63.

In beide gevallen vindt de belastingafdracht op de vloeren plaats.



Figuur 62: Vloer aansluiting SIPS element voor betonconstructie.



Figuur 63: Onderregel aansluiting SIPS element binnen betonconstructie.

Opbouw SIPS gevel:

1. Buitenbekleding
2. waterkerende damp open folie
3. buitenplaat 12 mm
4. EPS isolatie
5. binnenplaat 12 mm
6. binnen- afwerking / bekleding (gips(vezel-)plaat bij brand)
7. kantafwerking (latten, 12 mm plaat)
8. aluminium of aluminium- houten kozijn
9. naaddichting door montage
10. dichting (pur, band, kit, ect.)
11. extra folie, slabbe of tape
12. lekljst, waterslag, zetwerk
13. schroeven volgens berekeningen
14. anker volgens berekeningen
15. hoofddragconstructie
16. isolatiemateriaal
17. dakbedekking

→ Uit Detailtekeningen Unidek SIPS, geraadpleegd op website Kingspan (<https://www.kingspan.com/nl/nl-nl>).

Bijlage D Interview transcripties

Deze bijlage bevat de transcripties van de vier gehouden interviews met Heembeton, IJB, VBI en Bestcon. De interviews zijn woordelijke getranscribeerd. Dat wil zeggen dat de gesproken opnames letterlijk zijn overgenomen met uitzondering van aarzelingen, stopwoordjes, stotteren et cetera. Daarnaast is interpunctie toegevoegd om de leesbaarheid te verbeteren.

Leeswijzer transcripties

'[]' Tekst is niet letterlijk overgenomen (bijvoorbeeld een beschrijving van een tijdens het interview gemaakte schets).

'<>' De uitspraak van één persoon is gedeeltelijk niet overgenomen.

'<...>' Opeenvolgende uitspraken van meerdere personen zijn niet overgenomen.

Uitspraken die niet zijn overgenomen zijn uitspraken die irrelevant zijn voor het onderzoek (bijvoorbeeld: 'Wil u nog koffie') of uitspraken die betrekking hebben op tijdens het interview gemaakte schetsen.

'<?>' Woord of zin in geluidsopname is onverstaanbaar en daarom niet overgenomen.

D.1 Transcriptie interview Heembeton

Interview op dinsdag 30 april te Lelystad

Interviewer:

- Henri Mauritz
- Afkorting: HM

Interviewer bijgestaan door:

- René van Riggelen
- Hoofd Bouwprocesontwikkeling bij Nijhuis Bouw B.V.
- Afkorting: RR

Geïnterviewde:

- Hans Mombarg
- Senior Projectcoördinator bij Heembeton
- Afkorting: HAM

Geïnterviewde bijgestaan door:

- Erik de Vries
- Innovatie- en Productmanager bij Heembeton
- Afkorting: EV

Transcriptie

[Introductie onderzoek en interviewdoelstelling. De aanwezigen stellen zichzelf voor.]

1. HM: Laten we bij de eerste vraag beginnen: de ervaring van Heembeton met het aanbieden van een oplossing voor de gestapelde woningbouw.
2. HAM: In het verleden hebben we best veel hoogbouw gemaakt. De architecten en constructeurs die een plan klaar hebben... Bij ons wordt een offerte gevraagd, 'kunnen jullie hier wat van maken?'. We zijn nu ook bezig om het andersom te doen, 'wij hebben hier een concept, teken er maar wat moois omheen of zet er een andere gevel omheen, dit is het'. Tot nu toe hebben we alleen maakwerk gemaakt in feite.
3. HM: Ja, toch wel?
4. HAM: Voor zover ik kan zien.
5. EV: De uitzondering is dan een Nijhuis en een Boele...
6. HAM: Nee, maar ik bedoel, ook voor die appartementen van Boele in Schiedam waren gewoon al twee appartementen getekend door een architect en...
7. EV: Het systeem dat we daar hebben, die een beetje gelijk is aan wat we ook bij jullie hebben zeg maar, om die in dat werk te persen. Dat kan niet. Daar had aan het begin gezegd moeten worden van 'dit kan niet, dit moet maatwerk worden'.

8. HAM: Dat merk ik heel vaak. Niet in conceptfase maar in definitieve ontwerpfase wordt ons gevraagd om een offerte te maken.
9. RR: Jullie zijn vrij kansloos in de oefening want dat probleem hebben wij al, en wij zitten echt vele malen eerder in de strijd, en wij zijn niet altijd kansrijk. Dus zo moeilijk is het. Maar goed, de vraag gaat heel specifiek over hoe lang jullie al gestapeld doen. Is dat vanaf dag één al, of is dat er later in gekomen? Kunnen we het iets preciezer duiden?
10. EV: In de jaren 90 hadden wij juist Heembeton in twee organisaties opgesplitst. Dat was Heembeton hoogbouw en Heembeton laagbouw. Waarom deden wij dat? Omdat hoogbouw, dat vraagt hele andere expertise als laagbouw. Juist omdat dat gewoon complexer is en het vraagt gewoon meer focus, meer aandacht en noem maar allemaal op. Toch hebben wij altijd moeite gehad om het in de grip te krijgen. Ondanks dat we een aparte organisatie hadden.
11. HM: Nu is dat niet meer zo. Nu zijn het niet meer twee organisaties, toch?
12. EV: Klopt.
13. HM: Wat is daarmee gebeurd?
14. EV: Goede vraag, dan moet ik ook in mijn geheugen graven.
15. HAM: Dat is op kennis verdwenen gewoon.
16. EV: Maar wat was er eerst? De beslissing om het te stoppen of dat de kennis wegliep?
17. HAM: Het was toch meer de crisis tussendoor?
18. EV: Ja, dat denk ik ook ja. Zoiets zal het wel geweest zijn.
19. HAM: In de jaren 90 zijn ook wel slechtere periodes geweest.
20. RR: Het is wel grappig, als ik daar even vanuit de Nijhuis organisatie naar kijk dan hebben we in Apeldoorn - dat is de vestiging waar 100 procent concept is gekozen - daar krijgen we nu de eerste specialisten op de gestapelde bouw. Die zetten zich in een herhalende groep. We hebben überhaupt Trento teams daar gemaakt die alleen maar Trento doen, Trento renovatie en Trento nieuwbouw. Dat worden haast zo meteen twee bedrijven omdat het zo ongelooflijk draait. Maar binnen de Trento nieuwbouw komen dan ook specialisten gestapelde bouw. Daarin zie je eigenlijk weer terugkeren wat wij eigenlijk hebben verlaten. Althans, jullie hebben het ook weer bij elkaar gedaan. Maar blijkbaar de verdichting van de stad, want dat is denk ik ook de aanleiding... Het is de verdichting van de stad die weer meer vraagt om gestapeld. Het is natuurlijk de druk op de woningmarkt. Kleinere eenheden wat natuurlijk ook leidend is in de oefening. Dat laat zich makkelijker wegstapelen dan in een grondgebonden toepassing. We kunnen wel een klein huis maken maar dan wordt het of heel smal of heel laag. Dan hebben we niet effectief grondgebruik. Dan kun je beter gaan stapelen.
21. EV: Wij volgen dat natuurlijk. In de crisis was er alleen maar woningbouw, grondgebonden, en daar legden wij onze focus op. Op een gegeven moment hebben we vastgesteld van 'dat is wel erg eenzijdig, we moeten breder gaan kijken'. Daar zijn we nu een aantal jaren mee bezig. Als je historisch kijkt van 'wat hebben we gedaan?'. We hebben natuurlijk hotels gemaakt. <> Echt wel de hoogte in. Maar wat vaak daar wel een beetje de gemene deler was, dat wij toch met name wel goed zijn in hoogbouw met echte compartimentering. Dus wat je bij hotels ziet. Wat je bij zorg ziet. Waardoor je dus echt goed kan stapelen zeg maar.
22. HM: Dat zie je op zich toch ook bij woningbouw?
23. HAM: Appartementen ja.
24. EV: Daar heb je toch raardere, of vreemdere, plattegronden ja.
25. RR: Compartimentering. Jij bedoelt eigenlijk beukgewijze, dragende...
26. EV: Dat bedoel ik ja.
27. RR: In plaat van open bouwstructuren. Kantoren kenmerkt zich veel meer door open ruimtes met kolommen. Maar kolommen zijn wij niet zo goed in. En Heembeton heeft geen kolommen. Maar wij stapelen met wanden en platen. Zodra het een beukachtige herhaling is, dan worden we enthousiast en dan beginnen wij...
28. EV: Maar dan heb je het over gestapelde woningbouw echt. Wij zien ook wel hoogbouw dingen voorbij komen wat inderdaad een balken-kolommen structuur is. Daar houden wij ons eigenlijk helemaal niet mee bezig...
29. HAM: Ja maar Erik, die hebben we toevallig sinds vrijdag liggen. De hele gevel is 30 centimeter dik en helemaal dragend, kolommen ertussen van 50-50 en 16 hoog. In Amsterdam.
30. EV: Ja, maar toch voelt dat - voor jou misschien niet - voor ons vreemd.
31. HAM: Wat wij heel vaak met die architectenconcepten doen is... De stabiliteit halen we uit de gevel. Dan wordt er een bezuinigingsronde gedaan. Dan gaan die wanden van 15 naar tien en is die niet meer dragen.

- Geeft geen stabiliteit. Dan moet alles van één wandje komen waardoor er heel veel wapening toegepast moet worden.
32. HM: Dat is eigenlijk misschien ook wel wat je wilt voorkomen. Met heel veel wapening kun je niet meer effectief stapelen.
 33. RR: Overigens, wat nog een interessante vraag als aanvulling daarop is... Zou Nijhuis, maar dat is dan denk ik ook interessant voor Heembeton om dat als het ware te benoemen... Eigenlijk zijn hotels en zorgeenheden, daar waar beukachtige stapeling voorkomt, dat ligt natuurlijk heel dicht tegen wonen aan.
 34. HAM: Ja, absoluut.
 35. EV: Ja.
 36. RR: Dus eigenlijk zou het voor Nijhuis te doordenken zijn of we niet ook in hotels moeten gaan. <>
 37. EV: Ja, als logisch gevolg op je beste ervaring zeg maar? Je expertise.
 38. RR: Ja. Want dat casconiveau, als dat zich maar in beuken laat wegzetten. Wat je dan in de beuk doet dat maakt dan eigenlijk helemaal niets uit.
 39. EV: Je blijft aan het stapelen ja.
 40. RR: Ja, je blijft aan het stapelen. En dat is natuurlijk interessant, ook in de verbreding van toepassing.
 41. HAM: Dat je het doet met leefeenheden in plaat van wooneenheden. Of je nu zorgt nodig hebt of je studeert...
 42. EV: Maar toch die Hondsrugtoren waar wij nu ook mee bezig zijn geweest, dat zijn appartementen ook, maar dat vind ik wel een complexe plattegrond.
 43. HAM: Ook omdat het koopappartementen zijn.
 44. EV: Dat is een compact gebouw omdat die zo de hoogte in gaat. Dat is ook iets van 20 verdiepingen ofzo. Dan zie je inderdaad vier appartementen per verdieping.
 45. RR: Per beuk?
 46. EV: Nee.
 47. HAM: Je hebt een liftschacht in het midden en...
 48. RR: Een kwadrant?
 49. EV: Precies. Waardoor je eigenlijk alweer een moeilijke constructie krijgt.
<...>
 50. EV: Ik wil nog iets zeggen over die ervaring. Die ervaring is best breed bij ons inderdaad. We hebben ook wel eens complexere werken gedaan, alleen dan vaak niet succesvol. Dus het zijn enorme wisselende successen geweest.
 51. HM: Jullie zijn nu heel erg bezig om toch weer daarin te groeien?
 52. HAM: Ja, kijken of we inderdaad een concept kunnen maken.
 53. RR: Wacht even. De worsteling is ongelooflijk herkenbaar en gelijk. Die zit op het punt, en dat gaat nog heel vaak oppoppen in dit gesprek... Het probleem is dat je ziet dat in de grondgebonden woningen er tien grote bouwbedrijven conceptueel aardig op orde zijn. Die kunnen in principe het project initiëren door zelf de lead te nemen. Die zeggen 'laat de architect hier een gevel omheen maken en daarmee heb ik een fatsoenlijke, conceptueel herhaalbare, prefab oplossing'. Die levert niet al te grote problemen op. In de gestapelde bouw is nog steeds het gestapeld object een speeltje van de architect en de opdrachtgever en die komen met een plan... Dat noemen we SO en VO. Als het tegenzit wordt het in de selectie afgevraagd met toch nog weer een dik boek aan prestaties en moeten wij als bouwer daar een antwoord op vinden. Het is uitgewerkt in kalkzandsteen en die verschrikkelijke breedplaat. Terwijl wij als Nijhuis Bouw met de partner Heembeton denken in prefab en wij daar in feite geen fluit mee kunnen.
 54. EV: Precies om die rede René, als ik je mag aanvullen, is nog steeds kalkzandsteen met breedplaat...
 55. RR: ... 80 procent van de oefening.
 56. HAM: Een goedkope oplossing.
 57. RR: Ja.
 58. EV: Lekker flexibel.
 59. RR: Lekker flexibel ja. Zo meteen geen hond meer die het kan verwerken. Dan worden de Oekraïners gehaald dus dat gaat nog wel een tijdje door. Maar waar in de kern het probleem zit is dat de architect nog in de lead is en denkt zijn eigen feestje te kunnen maken. <> Wat wij nu moeten doen, en daar zijn wij nu volop mee bezig, wij zeggen nu gewoon keihard 'nee' tegen deze opgave. Dat doet onze vestiging in Nijhuis Apeldoorn. Die zegt 'laat maar ergens anders bouwen'. Dan wordt iedereen boos want die willen door het beste bedrijf behandeld worden. Ze zijn boos dat Apeldoorn niet bouw. Dan is het even wachten want dan wordt toch wel duidelijk dat de complexiteit zo zijn prijs heeft. Dan wachten we even en dan stellen we de vraag 'zullen we het eens herontwerpen?'.
 60. EV: Met de bouwer erbij?

61. RR: Ja. Met de conceptdenker erbij. En de constructeurs op de achtergrond. De installateurs. De energetische concepten. Dan gaan we dat ding in de hoge hoed doen en dan gaat die door de molen. Dat hebben we al een aantal keer gedaan. Dan komt er iets uit wat conceptfähig is. Dat is eigenlijk de hele tijd het probleem. Jullie zitten daar veel te ver vanaf. Wij zitten daar dichterbij omdat wij ons van dit soort dingen nu durven bedienen door gewoon keihard 'nee' te zeggen. <>
62. EV: Dit zou je zelfs nog door kunnen zetten naar grondgebonden woningbouw om het initialiseerbaar te maken.
63. HAM: Dit is trouwens heel vaak de rede geweest dat het project niet goed liep. Omdat wij ons in allerlei bochten moesten wringen.
64. RR: Jullie niet-successen zitten dus hier.
65. HM: Is het niet zo dat je hiermee van tevoren al een goede oplossing hebt?
66. RR: Ja natuurlijk, want deze ligt op de plank.
67. HM: Dan is het toch de opgave voor bedrijven zoals Nijhuis en Heembeton om te zorgen dat er al een goed systeem van tevoren is zodat je dit helemaal kan voorkomen?
68. EV: Ja.
69. HAM: Op een gegeven moment heb je een architect en die komt met een plan en die past er niet in.
70. RR: Wat er hier in de essentie moet veranderen, wat in de grondgebonden woningbouw is veranderd, is dat een team bouwbedrijven is gaan aanbieden. Het is een aanbodmarkt geworden.
71. EV: Nou het is nog simpeler René. We hebben aardig wat crises nodig gehad om dat voor elkaar te krijgen.
72. RR: Dit heeft lang geduurd, maar...
73. EV: Ja, en we zijn er nog lang niet hoor.
<...>
74. HM: We gaan door met vraag twee: zijn de producten van Heembeton ook ontwikkeld met het oog op gestapelde woningbouw?
75. EV: Wel voor de gestapelde bouw zoals we die net benoemd hebben. Kijk, wij kunnen ook hele complexe elementen maken. De fabriek die we hier hebben, daarmee hebben we in het verleden die appartementen gemaakt. Maar waar we achter kwamen is dat het in die carrousel enorm verstoring werkt als we daar die dikke, zwaargewapende elementen gaan maken.
76. HAM: Die kubel, die moet twee of drie keer komen om een wand te vullen.
77. EV: Ja. En wat dan bleek is dat bij die echte gestapelde woningbouw waar je wel dikke wanden hebt maar in principe niet bijzonder gewapend... Wat kenmerkt Heembeton is, wij hebben alleen maar een randstaafje in onze wanden. Voor hoogbouw deden we dat ook.
78. HM: Je krijgt alleen hele dikke wanden?
79. EV: Ja. Dikke wanden die verder constructief alleen wat verticaal hoeven te dragen en niet allemaal hoeven te zorgen voor stabiliteit of verbinden of weet ik veel wat. Of van alles en nog wat eraan hangen. Die simpele dikke wanden die kunnen we hier ook prima maken. Maar wat er gebeurt als je naar die raargevormde woningen gaat, dan krijg je te maken met complexe wapening erin en doorkoppelingen allemaal naar boven en naar onder en naar links en naar rechts. Dan ligt zo een tafel twee uur op zijn plek en daarachter gebeurt helemaal niets. Die hebben we een aantal jaren gelden er volledig uit gesloopt. Toen hebben we alle productie voor appartementen overgeheveld naar Veenoord. Want die heeft geen carrousel. Die heeft een traditionelere fabriek waar dat gewoon minder verstoring is. Dus als jij zegt van 'zijn de producten van Heembeton ook ontwikkeld voor de gestapelde woningbouw?'. Natuurlijk we kunnen dat maken maar liever niet hier.
80. HM: Ja. En dan heb je het vooral over de complexe wapening in de elementen?
81. EV: Ja. Of vormen.
82. HAM: Of vormen ja. Die tafels gaan de kelder in voor het uitharden en die hebben een bepaalde breedte. Daar kun je geen vier meter wand op gooien. En gewicht is ook nog een probleem soms.
83. EV: Nou, we konden hier tot 16 ton.
84. HAM: Hoe breed zijn die tafels? Ik weet het niet eens.
85. EV: Tien bij vier. Dus je kunt hier best wel wat maken hoor. Maar als je weer naar die hoog-hoogbouw gaat waar je nog zwaardere wanden hebt, wat jij (verwijst naar HAM) nu ook bij die 16 oog hebt of bij die van Van der Valk zeg maar, dan zit je aan de 25 ton. Daar zijn we niet voor ingericht.
86. HAM: Daar zijn we ook wel mee bezig. Om te kijken wat dat allemaal gaat kosten en zo. Maar dan moeten we dat meer concept hebben.
87. HM: Sommige zaken kom ik later nog op terug. Laten we door gaan: de belangrijkste verschillen tussen grondgebonden en gestapelde woningbouw wat betreft wanden.

88. HAM: Dat is met name wat Erik net zei. Simpele wapening. We vergelijken de gestapelde woning met metselwerk qua constructie. Je doet er puur een staafje wapening in zodat het bij transport niet uit elkaar valt. Het is alleen de neerwaartse druk verticaal.
89. EV: Maar nogmaals. Cruciaal is – en het is ook wel goed dat wij dat net besproken hebben inderdaad – dat wij gewoon die beuken kunnen zetten, we hebben gewoon die wandjes en geveltjes en we kunnen gewoon stapelen, dan is het qua vorm allemaal niet heel veel meer bijzonder. Dan is het qua wapening niet allemaal veel meer bijzonder. Dan is het eigenlijk meer van hetzelfde. Iets dikker.
90. HM: Eigenlijk wat je nu zegt... Het belangrijkste verschil tussen grondgebonden en gestapelde woningbouw is de dimensionering van de wand?
91. EV: Ja. Omdat we daarvoor massief kiezen en niet voor ankerloos.
92. [HAM schetst de plattegrond van een gestapelde woningbouwproject in Schiedam met vijf bouwlagen waar de volledige stabiliteit uit een stabwand van vier meter moest worden gehaald.]
93. HAM: Dit (verwijst naar de stabwand in de schets) was een wandje van vier meter. Dat was de enige wand die het hele gebouw over zo rechtop hield.
94. HM: Een stabiliteitskern?
95. HAM: Ja. Maar goed, dat is veel te weinig. <> En vijf hoog. Dat was link.
96. HM: En deze wand (verwijst naar de stabwand in de schets), daar komt de stabiliteit uit. Zijn dit dan knelpunten in het proces? Omdat daar juist heel veel wapening in moet en hij moet worden doorgekoppeld.
97. HAM: Ja. Die is helemaal doorgekoppeld vanaf de fundering tot en met de tweede laag. Met stekken. En de wanden die erboven komen die hadden nog invloed op... Dan heb je met botsbelasting te maken en tweede draagweg. Daar wordt het veel ingewikkelder van. En als dit (verwijst naar de schets) gewoon allemaal gevels waren geweest, dan heb je veel meer stabiliteit erin.
98. EV: Ik gooi hem toch nog even in de groep. Misschien vinden jullie het helemaal niks. Maar je kunt hier (verwijst naar de wanden in de schets) ook gewoon wel dubbel bouwen in plaats van massief. Met twee keer 15.
<...>
99. EV: Maar die dubbele, heb jij die voor jezelf ook op het vizier? Of heb jij die al helemaal uitgesloten? Ik heb hem eigenlijk nooit kunnen onderzoeken maar productietechnisch is die voor ons hartstikke interessant.
100. HM: Wat bedoel je precies met dubbele wanden?
101. EV: Ankerloos.
102. RR: Zoals in grondgebonden hebben we twee keer tien en in de gestapelde bouw hebben we vaak wanden van 25 centimeter massief. Bijna altijd. Dus de hele woningscheidende wand is gebaseerd op massieve eenheden terwijl – en dat vind ik ook ongelooflijk interessant – je misschien in de gestapelde bouw ook aan ankerloos kunt denken waardoor de bladen lichter worden, de hijsen lichter worden en de geluidsisolatie naar een topniveau gaat.
103. HM: Dubbele wanden?
104. EV: Twee keer 15 heb je dan nodig.
105. HM: Zou je dat kunnen zien als een dilatatie dan?
106. RR: Ja.
107. HAM: Ja. Je kunt het gebouw heel lang maken en dan scheurt er niet zoveel.
108. HM: Ja precies. Het probleem hierbij is natuurlijk wel stabiliteit.
109. EV: Nee, heel veel uitdagingen maar het levert ook wat op.
110. HAM: Het is goed te doen. Maar goed, stabiliteit zullen we het straks nog wel over hebben, maar die haal je dan uit de gevels of uit de dwarsmuren binnen. Als je die maar koppelt hieraan (verwijst naar de bouwmuur in de schets), dan gaat die nergens naartoe.
111. HM: Dus het is wel gekoppeld?
112. EV: Nee. Dan moet je ze afzonderlijk vanuit stabiliteit benaderen. Net zoals je nu ook doet bij grondgebonden.
113. HM: Ja.
114. RR: Dat is overigens niet waar. Enerzijds doen constructeurs staven doorleggen en anderzijds hebben we ook dezelfde stabiliteit in de gevels. Dus eigenlijk staat het hele spul aan elkaar en werkt het samen in de stabiliteit.
115. HM: Ja precies, want zijn de vloeren doorgekoppeld?
116. RR: Ja, vloeren zijn met staven doorgekoppeld dwars door de ankerloze spouw heen. Ja, dat wel.
117. HM: Dat is belangrijk, want dan ga je de stabiliteit uit het hele...

118. RR: Dat is in een grondgebonden woningbouwblok, of we nu massief of dubbel bouwen, kunnen we uiteindelijk ook genieten van het feit dat we stabiliteit optellen. In gevels bijvoorbeeld. Of in stabwanden.
119. EV: Maar toch voelt dat staafje tussen die vloeren een beetje lullig als het gaat om vier of vijf hoog.
120. RR: Mogelijk.
121. EV: Een staafje rond 12 die we nu...
122. RR: Ja, misschien wordt het wel zo een joekel. Misschien kan het helemaal niet. Misschien is dat ook wel de rede dat ze hier massieve knopen bouwen. Want we zien dan ook vaak nog massieve doorstapelknopen. Maar goed, komt allemaal nog. We gaan even door.
123. EV: Ik wilde hem toch even genoemd hebben.
124. HM: Nee, dat is heel goed. Vraag vier. Ik wil het even hebben over gebouwkenmerken omdat ik toch de knelpunten van het huidige concept wil relateren aan een aantal gebouwkenmerken. Omdat het dan ook makkelijker is om ook vast te leggen... Als je weet aan welke gebouwkenmerken een knelpunt is gerelateerd is het ook makkelijk om te bepalen welke type gebouwen je kan realiseren.
125. EV: Maar dan heb je het over het gevelaanzicht ofzo?
126. HM: Met gebouwkenmerken bedoel ik bijvoorbeeld het aantal bouwlagen of de beukbreedte.
127. RR: Of de vorm.
128. HM: Ontsluiting. Het is heel breed. Ik heb ze expres niet genoemd omdat...
129. RR: Of postzegelbouw. Dus portiekontsluiting-achtige dingen. Of één verticaal stijgpunt.
130. HM: Ja. Vraag vier: welke kenmerken van een woongebouw zijn het meest relevant bij het bepalen en ontwerpen van de oplossing voor de wanden?
131. HAM: Open gevels. hsb gevels of gewoon een pui erin. Met hotels is dat toevallig ook, dat zal met appartementen hetzelfde zijn. Hier (verwijst naar de gevels in de schets) zit geen stabiliteit in. Als je geen dragende gevels hebt...
132. HM: De stabiliteit wordt niet uit de gevels gehaald?
133. EV: Precies.
134. [HAM legt aan de hand van een schets uit dat een architect de openingen in de gevels zodanig moet ontwerpen dat de afmetingen van de penanten en lateien voldoende zijn om daar de stabiliteit uit te kunnen genereren.]
135. HAM: Dus als hij (verwijst naar de architect) helemaal open gevels wil hebben moet hij binnen wat doen.
136. EV: Onze ontwerpadviseurs proberen altijd als wij een aanvraag krijgen voor een appartementengebouw de stabiliteit uit de gevels te halen. Ze proberen het zo om te turnen dat dat voor elkaar komt. Dus inderdaad, hier (verwijst naar de schets van de gevel) zit geen onderlatei, probeer dan daar een onderlatei te creëren om daar een stijf element te maken. Waarom doen we dat? Om weer die compartimentering voor elkaar te krijgen.
137. HM: Oké. En andere kenmerken?
138. RR: Mag ik daar nog één aanvullinkje op doen? We zien natuurlijk wel de opkomst van het prefab metselwerk. Dat is natuurlijk enerzijds met een betonnen achterblad en anderzijds zien we ook veel lichtere materialen komen.
139. EV: Ja.
140. RR: De vraag is of het houdbaar is naar de toekomst toe om te blijven duwen op stabiliteit uit een gevel en of we ook niet meer naar die in pandige stabiliteit moeten. Er spelen ook andere fenomenen. Wij hebben gemerkt, ook in constructeuroverleg tot nu toe, dat insteekbalkons lastig zijn in combinatie met betonnen binnenspouwbladen. En aan de galerijzijde wordt metselen steeds lastiger omdat het vanuit Arbo-overweging verboden is om onder de bovenliggende galerijplaat te metselen. Daarmee krijgen we forse druk... Gekoppeld aan het feit dat we boven vijf lagen helemaal niet meer in het werk willen metselen en het gebrek aan metselaars. Ik weet niet hoeveel argumenten we hier hebben, maar het gaat ongelooflijk hard in ons perspectief.
- <...>
141. RR: Hier ligt natuurlijk wel de grote hamvraag: waar moet Henri zo op sturen?
142. EV: Volgens mij is dat ook wel meer een vloerendingetje. Kijk, waarom is die breedplaat zo lekker? Omdat je er allen aan kunt gieten en weet ik veel wat. Je kunt er alles aanhangen. Maar juist willen jullie volgens mij – en dat doen we natuurlijk ook in jullie appartementengebouwen – droog stapelen. Dat geldt voor de wanden en de vloeren. Als je dan uitgaan van kanaalplaten, ja die maakt het wel heel lastig inderdaad met die balkons, waardoor je weer ondersteuning moet gaan bedenken of ophangingen aan de bouwmuren met consoles, weet ik het allemaal. Maar eigenlijk inderdaad ligt meer het probleem bij de vloeren. Het type vloer dat je daar kiest.

143. HAM: En de koppeling. Kijk, de Isokorf is altijd leuk maar soms zie ik wel eens een staafje rond twaalf steken uit een balkon van vijf en halve ton die zijn berekend op 70 centimeter lengte. En dan zie je al zo een monteur rondlopen met een grote knipschaar en dan denk je van 'ik hoop niet dat dat staafje in de weg zit'. Maar goed, consoles eronder. Een architect vindt dat niet mooi, maar het is natuurlijk een hele mooie oplossing. Die maak je en dan leg je de balkons erop.
144. EV: Maar die inpandige waar René het net over had, dan kun je dat eenzijdig doen maar aan de andere kant moet je hem wel weer opvangen. Wat wij dan vaak weer adviseren, even los van of dat slim is of handig...
145. [EV legt aan de hand van een schets uit dat Heembeton vaak adviseert om balkons op te leggen op consoles aan de gevelzijde en een simpele ondersteuning zoals een stalen kolom.]
146. EV: Wij zeggen dan toch vaak bij zo een inpandig ding 'hier (verwijst naar de schets) ondersteunen met een console en zorg maar toch dat je hier (verwijst naar de schets) een simpel ondersteuninkje krijgt'.
147. RR: Dat roepen wij ook.
148. EV: Dat heb je liever niet...
149. RR: Wij zijn al zo ver dat we zeggen 'we hangen de balkons alleen in de buitenruimte'. Half inpandig maakt de balkons vier keer zo duur. Onkoppelbaarheid, waterdichtheid enzovoort. De hele rommel. Dan komen natuurlijk de insteekebalkons om de gevel in een keer door te zetten en achteraf die balkons erin te schuiven. Dat lijkt voor ons de toekomst waar we overigens al jarenlang aan werken maar waar we Schöck ook ongelofelijke ontwikkelingen zien doormaken.
150. EV: Maar zeg je dat niet ook vanwege de vloer? Met andere woorden, stel jij vindt de breedplaatvloer een fantastische oplossing...
151. RR: Nee, maar de appartementenleidingvloer is met name voor de zijwaartse toepassing volledig daarop ingericht inmiddels. Ze werken ook nog voor kopoplossingen maar wij hebben veel minder balkons op de koppen. Wij denken dat we die conceptueel wel een heel eind van ons af kunnen houden. Het wordt wat lastig in de stedenbouwkundige context als complexen ook echt een hoekfunctie hebben. Dan zie je dat men die gevel gewoon door wil zetten terwijl dat natuurlijk een hele andere constructieve mores is. Want de opleggingskant of de overspanningskant is een wereld van verschil. Maar goed, daar gaan de ontwikkelingen wel hard.
- <...>
152. HM: Wat ik me nog afvroeg bij die wanden, je had het over hsb gevels of...
153. HAM: ...of complete pui. Schuifpuien.
154. HM: Die worden dan op de vloeren gezet?
155. [HAM legt aan de hand van een schets uit hoe de pui op de vloer wordt gemonteerd.]
156. HAM: Dit (verwijst naar de schets) is dan helemaal een pui. Dan doet die stabiliteit niets dus je moet dan binnen wel wat halen. Dat is ook goed te doen hoor. Je kan perfect die dunne of dikke gevels koppelen hieraan (verwijst naar de stabwand in de schets). Dan maak je gewoon een vaste T-verbinding. Constructief.
157. HM: En stel je maakt hier (verwijst naar de gevel in de schets) wel een betongevel van. Kun je die dan helemaal vanuit de fundering laten dragen?
158. HAM: Ja.
159. HM: Weet je ook tot hoeveel bouwlagen dat kan?
160. [HAM legt aan de hand van een schets uit hoe de gevels vanaf de fundering voor de vloeren langs op elkaar worden gestapeld.]
161. HM: Dat stapel je gewoon voor de vloeren langs?
162. HAM: Ja. Vanaf de fundering naar boven.
163. HM: Waar ligt hier nu het knelpunt? Kijk, hoe hoger je komt hoe groter die belasting wordt. Is dat puur gewoon een kwestie van dimensioneren? Zie je dit vaak worden toegepast?
164. HAM: Ja, tot twee/drie lagen hoog. Maar als je dikker gaat kom je vanzelf wel aan de 150 tot 200 voor de gevels. Die 16 verdiepingen waar ik het over had, daar is het 30 centimeter dik. Maar wel met een oplegnok. <>
165. [HAM: Legt aan de hand van een schets uit dat de kanaalplaten (vloeren) worden opgelegd op oplegnokken aan de binnenwanden.]
166. HAM: Dan moet er wel een plafond onder. Anders kijk je hier (verwijst naar de oplegnok in de schets) gewoon tegenaan.
167. RR: Maar wat de vraag ook inhoud is... Als we nou de weg naar boven afpellen. Wat zijn dan de momenten waarop je totaal andere en nieuwe dingen moet doen? Wanneer gaat nu zo een wand zich verdikken?
168. HAM: Ik geloof vanaf de vijfde laag heb je tweede draagweg.

169. RR: Zou je dat misschien als een vraag nog eens voor ons wat willen uitwerken. Welke aspecten er achtereenvolgens in die stapeling allemaal spelen? Ik denk dat het voor jullie ook belangrijk is.
170. HAM: Ja, zeker. Dat zal met name constructief zijn. De constructeur die zal op een gegeven moment zeggen...
171. RR: Maar waar liggen die kantelpunten nu en wat gebeurt er dan? Zo een nok heb ik nog nooit gezien. Bij welke verdieping gaat zo iets spelen dan?
172. HAM: Vanaf de eerste.
173. RR: Maar die vloer moet rondom worden opgelegd dan?
174. HAM: Ja.
175. RR: Is dat bij breedplaatvloeren dan?
176. HAM: <> Elke verdieping zit zo een nok aan.
177. RR: Aan de gevel?
178. HAM: Aan de gevel. De gevel is de stabiliteit dus het hele gebouw is dan...
179. RR: Over wat voor stapelhoogte praat je als je dit soort nokken krijgt? Ik heb ze nooit gezien. Bij Nijhuis doen we alleen tot vijf lagen hoog. Dat doen we ook al 15 jaar. Dit soort nokken heb ik nooit gezien.
180. EV: Nee, maar dat is een keuze. Wat je hiermee bereikt is, je kunt bij wijze van spreken dat gebouw 15 meter diep maken en in een keer overspannen. Dat kun je bereiken. Dus je hebt gewoon vrijheid binnen...
181. RR: Oké. Dan ligt dus de overspanningsrichting aan deze (verwijst naar de schets) kant. Dat is niet de compartimentenbouw.
182. EV: Nee.
183. RR: Maar daar zijn we niet op uit. Dat kun je vergeten voor ons. Simpel, maar dat is keuzes maken.
184. EV: Ja.
185. RR: Wat Erik zegt, we doen het liefste beuken maken. Maar wij doen alleen maar beuken maken. Wij gaan niet kolommen... Wij gaan geen groter overspanningen... Punt.
186. EV: Nee, precies. Maar voor die tweede draagweg... Jullie hebben ook contact gehad met Jan Hoog. Jan die was ook wel eerlijk inderdaad. Die zegt van 'op het moment dat die tweede draagweg gaat spelen dan hebben wij gewoon niet de expertise in huis om dat constructief op te pakken'. Daar moeten wij ook partijen voor inschakelen. Natuurlijk weet Jan Hoog best wel wat er aan de hand is maar hij kan het je niet...
187. HM: Naar tweede draagweg heb ik zelf ook een beetje onderzoek gedaan in het Bouwbesluit en in de normen, maar het is gewoon een heel lastig iets.
188. EV/HAM: Ja.
189. HM: Ook omdat er geen eenduidigheid over is, over vanaf hoeveel bouwlagen je precies wat moet doen.
190. HAM: Vanaf de vijfde dacht ik.
191. EV: Ja, dat is een soort stelregel maar dat is geen wetmatigheid zeg maar.
192. HM: In de NEN-normen wordt het gekoppeld aan voortschrijdende instorting als gevolg van brand. Maar ook onbekende oorzaken. Aan bepaalde bouwlagen zijn dan niet harde eisen gesteld maar wordt er wel verteld hoe je er het beste mee om kunt gaan.
193. HAM: Als er een gasexplosie is in een compartiment mag niet alles instorten. Bij drie lagen heb je koud gezegd minder mensen die verongelukken. Hoe hoger de <?> hoe meer risico.
194. EV: Wij adviseren daar dus ook niet over. Wij geven heel nadrukkelijk aan, omdat wij die expertise niet in huis hebben en die willen wij ook niet in huis hebben, dat laten we aan de hoofdconstructeur. En wij geven alleen maar adviezen, zoals we dat nu ook bij jullie doen, over wat maakt nu het ontwerp interessant voor prefab. Dat is eigenlijk zoals we nu ook aan het praten zijn. We gaan ons hier niet op dat pad begeven. Precies zoals jij zegt, elk project kun je maken en kun je een studie van maken. En tig varianten.
195. HM: Het is natuurlijk wel zo dat als je een element wilt ontwikkelen voor de gestapelde woningbouw en er moet een verticale trekband in, dan moet je hem ook wapenen.
196. EV: Maar ik zou dan zelf vanuit mijn expertise zeggen van 'als jij een aantrekkelijk geprijsde prefab wand wil, dan moet je daarover gaan nadenken of dat slim is'.
197. HM: Ja.
198. EV: Prefab is niet – hetzelfde geldt ook voor grondgebonden woningen – duur. Het ontwerp van een woning maakt dat prefab duur is. Dus dan komen we weer op het verhaal van die dikke wanden. Dikke wanden kunnen we prima maken maar je moet niet wapening van 200 kilogram per kuub erin drukken. Verbindingen naar links, recht, boven, onder. Dat maakt prefab duur. Dan moet je je afvragen van 'ben ik nu iets wat eigenlijk in het werk gegoten moet worden zeg maar, ben ik dat nu naar de fabriek aan het halen?', wat gewoon niet de bedoeling is. Dat zijn precies de projecten die we ook vanuit onze ervaring kennen. Die moeten wij niet doen.

199. HM: Oké.
200. EV: Het begint bij een slim ontwerp inderdaad waardoor je makkelijk kunt prefabriceren.
201. HM: Vraag zes gaat over de bouwregelgeving. Daar hebben we het al een beetje over gehad. Over tweede draagweg. Zijn er andere zaken als je gestapelde bouw gaat vergelijken met grondgebonden. Tegen welke additionele...
202. EV: Dat weet ik niet. Dat weet ik dus niet.
203. HM: Nee, oké. Dan is jouw advies om daar gewoon een keer bij een constructeur aan te schuiven?
204. EV: Ja. Dat lijkt me sowieso goed.
205. RR: Dat hebben wij al eens gedaan.
206. HM: Dat komt ook wel goed. Ik denk dat voor vraag zeven een beetje hetzelfde geldt. Het gaat over brandwerendheid.
207. EV: Volgens mij hebben onze wanden genoeg weerstand. Dat staat in ons attest ook. Dat is het mooie van beton. Dat doet het op zich redelijk goed.
208. HM: Vraag acht gaat over verticale trekbanden in wanden en gevels.
<...>
209. EV: Vraag acht is een mooie voor jou Hans.
210. HM: We hadden het even over bouwregelgeving. Ik heb net aan Erik de vraag gesteld over additionele of zwaardere regelgeving voor gestapelde woningbouw in vergelijking tot grondgebonden woningen. Zijn advies was 'ga een keer met een constructeur praten'. Nou, dat doen we ook, maar misschien heb jij nog input?
211. HAM: Het is gewoon de stekverbinding denk ik. Gains in stekken.
212. EV: Verticale trekbanden bedoel je?
213. HAM: Ja. Dat is goed te doen.
214. HM: Dus ook met jullie productieproces?
215. RR: Even voor mij, hoe werkt dat? <> Teken voor mij eens hoe het principe van trekbanden en gain-achtige dingen werkt. Wat zie jij?
216. [HAM schetst het principe van verticale trekbanden in de wanden.]
217. HM: Wat volgens mij het idee is, is dat als er bijvoorbeeld een gasexplosie is en deze wand (verwijst naar de schets) blaast eruit, dan wordt die opgehangen aan de wand erboven. Ze noemen het volgens mij kettingwerking. Dus je hebt eigenlijk doorgaande koppeling van...
218. HAM: En dit (verwijst naar de stek in de schets) zal dan een dikke staaf zijn. Rond 16, rond 20.
219. EV: Horizontaal is dan toch om een vloerveld op te sluiten?
220. RR: Ja, maar dan zijn het trekbanden op de constructievloer zelf hè. Zoals in de grondgebonden woningbouw. Op de constructievloer.
221. EV: In hetzelfde vlak. Nee, in hetzelfde vlak.
222. RR: Sorry?
223. EV: Als dit een vloerveld is dat uit afzonderlijke delen bestaat, dan breng je een wapeningsstaaf rondom aan in de gestorte zone. Hij kan geen kant op bewegen zeg maar.
<...>
224. RR: Wat mij wel ook interesseert... Is dit nu zo een ingewikkeld product? Als je dit met verstand en met eenvoud van rechthoeken in die fabrieken laat meelopen, is dat dan zo ingewikkeld?
225. HAM: Nee hoor, dat doen we regelmatig.
226. RR: Dat is eigenlijk conceptueel of in de industriële herhaling...
227. EV: Wat het weer complex maakt...
228. RR: Precies, daar gaat het om. Wat maakt het nou weer complex?
229. EV: Als wij hier gewoon onze randwapening hebben en verder zit er niet zo veel in, dan is het allemaal niet zo spannend. Maar wat er vaak gebeurt inderdaad, op het moment dat er dit soort verbindingen (verwijst naar de stekken en gains in de wanden in de schets) inzitten, dan is je gehele wapeningen veel complexer. Dan heb je een zwaar, dubbel net, misschien nog met tandverbindingen en weet ik het allemaal, waardoor het inpassen, het inbouwen, van die dingen wel weer moeilijker wordt.
230. HAM: Het is moeilijk omdat... De hoofdconstructeur heeft de hoofdconstructie bedacht. Onze constructeur tekent de wapening in en er komt iets uit. De constructeur die er zit heeft geen idee van hoe het in de fabriek gemaakt wordt. <> Op het moment dat je het conceptueel gaat bekijken dan lijkt dit in eerste instantie ingewikkeld, maar dit herhaalt zich overal.
231. EV: Maar je zou zelfs kunnen zeggen Hans van 'wat je hier aan het doen bent is bedacht vanuit in het werk gieten en natte knopen maken' en op een gegeven moment is gedacht van 'we moeten gaan prefabben'.
232. HAM: Dit wordt al heel veel gedaan zo.

233. HM: Al die extra wapening en moeilijkheden in de wand, is dat direct gerelateerd aan deze stek (verwijst naar de stek in de schets)?
234. EV: Nee, de gedachte erachter... Precies wat jij zegt over die kettingwerking. Waarom doe je dit? Nou, op een gegeven moment wordt die (verwijst naar de gevel in de schets) weggeblazen en dan moet die blijven hangen. Maar die blijft natuurlijk niet alleen hangen op die gaintjes. Je moet alles afwapenen.
235. HAM: Je moet het inderdaad goed afwapenen want kijk, als hier (verwijst naar de schets) geen wapening in zit, dan knalt het alsnog helemaal eruit.
<...>
236. HM: Dus eigenlijk is het knelpunt van die hele wand dat je hem constructief gaat gebruiken? Want dan moet je zulke dingen gaan doen.
237. EV: Ja. Het is dus een keuze die je in een vroegtijdig stadium neemt. Dus 'ik ga die wand zwaar constructief inzetten vanwege stabiliteit of weet ik het allemaal'. Dat heeft allemaal consequenties omdat het prefab is. Dan moet je het allemaal gaan doorverbinden en koppelen alle kanten op.
<...>
238. HM: Eigenlijk is het gebruiken van wanden van Heembeton zoals ze nu worden geproduceerd met de uitgangspunten in jullie fabriek niet heel geschikt om toe te passen voor hele hoge gebouwen?
239. EV: Nee. Het klopt wat je zegt, maar wij kunnen dit ook maken. Daar gaat het niet om. Dit element (verwijst naar een schets) kost jou 150 euro per meter en geloof met, dat gaan jullie niet betalen als jullie dat gaan uitwerken.
240. HAM: Niet vanaf de vijfde of zesde verdieping wordt de wand duurder, maar vanaf beneden wordt het duurder.
241. EV: Ja. Kijk, juist inderdaad als je kijkt naar een wandje tot vijf bouwlagen, die zal je misschien max. 75 euro per vierkante meter kosten. Daar zit het verschil in. Je kunt alles prefabben, alleen we zijn zes dagen bezig om zo een elementje te maken. Wat maakt prefab aantrekkelijk? Door goed na te denken over je constructieve uitgangspunten, je bouwkundig ontwerp, wat leidt tot een goed produceerbaar product.
242. HAM: Dan gaan de vierkante meters optellen. Wat kost de grond, hoe efficiënt is het nog om hoger te gaan en neem je de kosten voor lief?
243. HM: Maar dat is precies het onderzoek.
244. RR: Even voor mij. Zijn dit reële... Dit zijn verhouding zeg maar van een minimum en een uiterste van kosten?
245. EV: Ja, met name wapening. Hier (verwijst naar de schets van een wand in de grondgebonden woningbouw) heb je 60 kilogram per kuub en hier (verwijst naar de schets van een wand in de gestapelde woningbouw) inderdaad 150/200 kilogram per kuub.
246. RR: Dat zijn wel goede getallen om even ook mee te nemen.
247. HAM: We hebben ook wel een keer een proef gedaan in de fabriek dat we gewoon een lange wand, ik geloof van vijf bij tweeënhalve/drie, met alleen een staafje bij de hijsogen. Gewoon eruit getrokken. Het blijft gewoon allemaal heel. Dus puur voor de transport en de veiligheid doe je het dan. Maar één staafje rond, daar blijft die hele wand van hangen. <> Op het moment dat je dat soort dingen (verwijst naar een schets) gaat doen, dan komt er gewoon een heel net in.
248. RR: Misschien even een tussenvraag. Is er een kans als je heel conceptueel ontwerpt, in de ideale zin? Dat we als het ware de afwapening van die wanden en de verbindingen daarvan optimaliseren en productontwikkelen met restricties aan het ontwerp?
249. HAM: Ja, zeker.
250. RR: Want ik hoorde zelfs zeggen dat deze fabriek daar wel geschikt voor is. Die maakt natuurlijk veel kostengunstigere producten dan in Veenoord tussen vier planken, ga ik van uit. Dan zul je uiteindelijk ook weer die eenvoudige spullen in de carrousel kunnen terugbrengen. Want eigenlijk zijn we natuurlijk samen uit op een kostengunstig product wat in prefab hoger te stapelen is. Maar wat moeten we daar dan...
251. EV: Ja maar dan moet je echt uitgaan van randwapening. Op het moment dat je al op een net komt dan wordt het al twijfelachtig en wat ook een bottleneck is in deze fabriek is het schuren. Dus het tweezijdig schoon.
252. RR: Ja, maar misschien is dan toch ook die ankerloze wand interessant.
253. EV: Daarom heb ik hem genoemd. Schuren is niet... Schuren zit geld in.
254. RR: Ja, dus daar zit een... Maar goed. Dat is nog geen antwoord op de vraag. Hoe zouden we nu met expertise die optimalisatie vanuit een conceptueel ontwerp naar eenvoud in kern naar een hoger niveau kunnen tillen waardoor het wel een betaalbaarheid blijft? Want dat zou natuurlijk ook jullie helpen.
255. EV: Volgens mij <> de boodschap begrepen van compartimentering en noem maar op allemaal. Mijn gevoel zegt dat dat direct leidt tot een...

256. RR: ...een vereenvoudiging.
257. EV: ...en vereenvoudiging en dus een aantrekkelijker ontwerp om te prefabriceren.
258. RR: Maar dan is wel vervolgens weer de vraag: waar zitten dan de sprongen in voorzieningen als we over tien lagen praten of over zeven?
259. EV: Dat is eigenlijk aan jullie inderdaad. Op het moment dat jullie die uitgangspunten kunnen vasthouden. Even heel flauw gezegd, als je naar tien bouwlagen gaat, misschien moet je dan wel een bouwmuur van 35. Weet ik veel, ik ben geen constructeur, maar misschien zegt die dat wel.
260. HAM: Ja, dat is heel aannemelijk want je zit zo aan 25/30 centimeter.
261. EV: Of die gevel inderdaad. Volgens mij hebben we nu negen of tien voor de langsgevel.
262. RR: Tien. Wij hebben tien. Alles tien.
263. EV: Ja precies. Ergens zal die op een gegeven moment twaalf worden, of vijftien.
264. RR: Ja, dat hebben we ook gezien. Ze hebben zelfs gebouwen gemaakt met de ondergevel twaalf en daarna tien. Dat kan ook.
265. HAM: Ja, dat kan ook.
266. RR: Dan lever je wat in op de spouw op de begane grond. Of je isoleert daar wat zwaarder.
267. HAM: Ja dat kan ook hoor. Je kan ook vijf verdiepingen en de zesde en zevende verdieping met lichte wanden. Dat is gewoon weer de basis.
268. RR: Overigens, je zou ook kunnen nadenken hoe je de toplagen lichter maakt. Dat kan in de Nederlandse traditie niet met hsb of met hout, dat wordt al lastig.
269. HAM: Je kan ook zeggen 'ik ga zes verdiepingen, de eerste drie die ga ik zwaar wapenen en de volgende die wordt steeds lichter'. De gemiddelde prijs zit dan ergens tussenin. Maar dan moet het wel conceptueel zijn en inderdaad standaard.
270. RR: Kijk, de volgende stap zal zijn dat wij zeggen 'uit het onderzoek van Henri komt tussen de zeven en tien verdiepingen als max.' en dat we dat ergens op tafel leggen, en er hoort een gebouwworm bij die heeft altijd deze kenmerken, hoe optimaliseren we dat dan met elkaar?
271. EV: Op detailniveau?
272. RR: Op wapeningsniveau. Op detailniveau. Dan heb je iets wat je beet kunt pakken en wat we kunnen pluggen. Want daar moeten we natuurlijk naartoe. Het moet actief in de markt worden gezet. En dan heb je een herhalingsniveau wat ook betaalbaar en concurrerend wordt. Dat is even de sideline die we ergens aan de horizon zien.
273. HM: Goed punt. Vraag negen ging daar eigenlijk over: wat zijn die randvoorwaarden die vanuit het productieproces van Heembeton worden gesteld aan het realiseren van hoogbouw? Van gestapelde woningbouw? Ik denk dat dat heel belangrijk is.
274. EV: Wapening dus. Tonnage.
275. HAM: Ja, tonnage. Efficiënt bouwen. Concepten. Dat er niet veel dingen veranderen. Gewoon echt een standaard krijgen.
276. HM: Standaard.
277. EV: Aan de andere kant, we bouwen hier elk element weer op Hans. Dus, ja.
278. HAM: Ja, maar goed, de snelheid hou je er dus wel in op het moment dat je alles repeteert. De netten repeteer je. Alles repeteren.
279. HM: Als je iets herhaalbaars wil moet je zorgen dat je vanaf het begin de oplossing hebt. Wat is die oplossing? Je wil natuurlijk wel dat je gaat herhalen met een oplossing die ook heel goed past bij Heembeton.
280. EV: Ik vind dat je met name moet standaardiseren vanuit engineering. Ik denk dat daar de grootste winst te halen valt.
281. RR: Gebouwontwerp bedoel je?
282. EV: Ja. Als je een makkelijk gebouwontwerp hebt, als je een rechthoekig ding hebt, dan is dat makkelijker te engineering dan dat ding wat je net schetste.
283. HAM: En leidingschachten. Installatiewerk is echt heel belangrijk. 60% van de bouwkosten is misschien al installatiewerk, of ik weet niet hoeveel. Maar gewoon een leidingschacht waar alles doorheen kan. Je ziet heel vaak ook problemen ontstaan met installatiewerk.
284. EV: Dat het allemaal net niet past.
285. RR: Dat is voor ons geen probleem. <> Dat is voor menig een probleem omdat ze niet integraal ontwerpen en dat allemaal in de markt gooien. En BIM is niet integraal ontwerpen voor de duidelijkheid.
286. HAM: Daar zitten ook nog wel risico's in hoor. Conceptueel gaat dat beter.
287. RR: Voor ons niet.

288. EV: Maar dus die wapening... Ik denk dat je in de productie – die discussie lopen ook binnen Heembeton – als ik dit element duizend keer moet maken, tuurlijk ga ik dat efficiënter doen in de productie inderdaad. Maar hoeveel winst daarmee te halen is weet ik niet.
289. RR: Nee, maar is het niet zo dat voor Heembeton er gestandaardiseerde bewerkingen moeten komen die steeds unieke elementen opleveren? Dat is jullie business.
290. EV: Ja.
291. RR: Het gaat niet om honderd dezelfde elementen. Het gaat om gestandaardiseerde bewerkingen waar je unieke dingen mee kunt maken, maar die wel in de kern een eenvoud en...
292. EV: Ja, maar dat hebben wij.
293. RR: Daar moet dan ook de fabriek op aangesproken worden en daar moeten de gebouwontwerpen aan voldoen.
294. EV: Onze specs heb je het dan over inderdaad. We hebben instortvoorzieningen volgens een bepaald assortiment. Op het moment dat je daarbinnen blijft, dus geen bijzondere ijzerwerk erin en noem maar op allemaal, dan kunnen wij efficiënt draaien. Of dat ding dan negen meter is of 9,10 meter.
295. HM: Is dat ergens vastgelegd. Die uitgangspunten van jullie, van het hele proces, kan ik daar inzicht in krijgen.
296. EV: Dat assortiment dat heeft Nijhuis gewoon.
297. HM: Oké.
298. EV: Tenminste, Martijn die heeft daar de laatste...
299. RR: De vraag is natuurlijk in hoeverre dat op gestapelde bouw is geënt en hoever we daar kunnen aflezen wat er gebeurd in de stapelhoogte. Ik denk dat we dat niet hebben.
300. EV/HAM: Nee, maar...
301. RR: Wacht even, want daar praten we hier alleen maar over hè. We hebben het alleen over de gestapelde bouw en we hebben het over dat doorstapelen van het huidige concept. Hoe doen we dat optimaal? Dat we straks niet ergens de boemerang krijgen in de zin van 'nu prijs je jezelf helemaal uit de markt omdat je naar zeven lagen prefab bent gegaan'. Dat willen we voorkomen.
302. EV: Ja maar juist wat het efficiënt maakt René... Dan heb je het over die wapening. Daar moet je eigenlijk dat principe overeind houden van alleen randwapening. Je assortiment moet je overeind houden. En inderdaad, dat tweezijdig schoon, daar zijn we gewoon niet goed in. En dat zie je ook terug in de prijs.
303. HM: Tweezijdig schoon, wat bedoel je daar precies mee? Dat je hem afwerkt aan beide kanten?
304. EV/HAM: Ja.
305. EV: We kunnen het wel, maar omdat we in een carroussel zitten... We zitten in een drukke productieomgeving. Je moet jezelf daar tijd voor gunnen. Wij zijn een ruwbouwleverancier maar je bent dan eigenlijk met fijn werk bezig. We kunnen het wel, maar ook daarvoor geldt weer van 'we willen door, we willen tempo maken, we willen in die flow blijven'. We vinden dat lastig zeg maar.
306. HAM: Bij die <> toren was dat ook. Dat was allemaal verschillende wapening, heel zwaar. Prefab aangeleverd. In de kist en storten.
307. EV: Ja.
308. HAM: Dat ging echt heel snel. Terwijl van tevoren iedereen zei van 'het is heel complex'. Maar toch door te standaardiseren... De eerste tien die gaan wat langzamer of lastig, iedereen kijkt even, maar op gegeven moment...
309. RR: Nee, maar dat zijn ook herhalende bewerkingen of bekende componentdelen, die je desnoods laat aanleveren, die zich in een fabrieksomgeving met de mensen die daaraan werken herkend worden en herhalend snel in die omgeving gezet kunnen worden.
310. EV: Maar hoe je het ook wendt of keert Hans, het klopt wel wat je zegt, maar die complexe wapening die je daar aangeleverd hebt gekregen kost wel bakken met geld.
311. HM: Maar dat is een keuze van Nijhuis.
312. HAM: Ja, maar je moet een concept maken. Je kunt niet zeggen van 'ik ga tien verdiepingen hoog met één staafje rond'. Op een gegeven moment zit je aan een bepaalde hoeveelheid wapening. Dan kun je nog twee constructeurs vragen van 'is dit echt het minimum dat ik nodig heb?'.
313. EV: Mee eens. Ja.
314. RR: Maar hier ergens gaan we conceptueel zeggen 'het ontploft zodanig boven de zeven lagen, daar gaan we de grens leggen'. Want daarin gaan we ons uit de markt prijzen. Maar de kunst is natuurlijk... Kunnen we ergens hoger komen met behoud van de kracht van het vijf lagen stapelen?
315. EV: Ergens zit een omslagpunt waar je...
316. RR: Kunnen we dat verleggen? Want eigenlijk is de vraag: kunnen we het verleggen met elkaar? Op efficiënte wijze. En wat zijn daar de randvoorwaarden voor?

317. HAM: Ik denk dat een van de voorwaardes is dat we met een hele goede constructeur echt aan tafel moeten en dan gewoon zeggen van... Kijk, als de constructeur een gebouw van zeven lagen ontwikkelt dan zal hij gewoon zeven lagen hoog allemaal die wanden 20 maken, of 30. Als je tegen hem zegt van 'vanaf de vijfde laag is toch weer stabiel dan kun je weer naar de tien centimeter toe'. Dat heeft hij misschien nooit gedaan maar hij moet ook zo leren denken.
318. HM: Ja. En ook kijken wat er in die wanden moet gebeuren.
319. HAM: Dan heb je gewoon weer de normale kosten. Dan heb je als het ware een gebouw van drie lagen met twee lagen grondgebonden woningen.
320. EV: Ik zou het nog mooier vinden als het onder en boven gewoon hetzelfde is.
321. HAM: Ja, maar dat doet de constructeur wel, maar... Hoe hoger dat je komt hoe lichter de wapening kan. En als de constructeur ook zo denk, dan bespaar je wat. Dan zal er een bepaald punt zijn bij tien verdiepingen, of 15, waar dat niet meer zo is.
322. EV: Nee, mee eens. Ja.
323. HAM: Dus misschien bij vijf lagen of zes. Je blijft dan binnen die marge van die tweede draagweg. Dan kun je drie lagen doen met zware wapening en twee lagen met lichte wapening.
324. RR: Nou ja, interessant is natuurlijk ook wat is de kostenverhouding tussen wapening en beton. De ernst waarmee je die wapening optimaliseert vraagt ook kennis van hoe dat ontploft in kosten.
325. EV: Beton is niet zo duur René. Wapening wel.
326. RR: Ja, maar wat voor verhouding is dat dan? We zouden eigenlijk eens transparant moeten weten wat de kostenverdeling is in een 75 euro blad en in een 150 euro blad. Maar ja, dat is simpel misschien. De beton is gewoon gelijk en het is alleen maar wapening wat die 75 euro hier doet. In grote lijnen dan.
327. EV: Ja.
328. HM: Vraag tien gaat over de invloed van natte verbindingen op de montagesnelheid. Daar hadden we het net al over...
329. RR: Overigens, die negen ging natuurlijk ook wel over monteren hè. We hebben eigenlijk net hier over fabrieksprocessen gesproken maar je bent eigenlijk bij de montage aangeland. Buiten. Of niet? Negentien: wat zijn de randvoorwaarden om efficiënt de Heembeton wanden en gevels te kunnen monteren?
330. HM: Ja.
331. HAM: Kunnen monteren begint natuurlijk bij de productie. Sommige ploegen werken het liefst met lasplaatjes maar op een gegeven moment houdt dat ook op.
332. HM: Ik ben een beetje vooruit gelopen. <> Nijhuis wil efficiënt kunnen doorstapelen met het casco. Om het zo snel mogelijk wind- en waterdicht te krijgen en dan vervolgens te beginnen met afwerking. Je ontkomt waarschijnlijk niet aan zulke (verwijst naar de stekken in de schets) verbindingen die toch moeten worden aangegoten.
333. HAM: Ja, misschien kan het hier (verwijst naar de stekken in de schets) ook met een lasverbinding, maar dat ligt eraan hoe die vloer opgebouwd is. Dat je hier (verwijst naar de stekken in de schets) een lasplaat maakt met een lange strip. Maar daar zal ook aan gerekend moeten worden. Ik zeg niet dat het onmogelijk is, maar goed, als je die stek erin hebt en je giet hem aan, dan kun je ook...
334. RR: De vraag is of dat er nu zoveel toe doet. Ik leidt eigenlijk af uit jullie verhalen dat het probleem pas begint als hier dikke wapening in komt. Want een paar van die stekeinden is het probleem niet. Maar hoe breng je nou dat wapeningsniveau naar beneden en waar wordt nou bepaald dat het wapeningsniveau zo ontploft? Is dat puur de druk of is dat de stabiliteitsvraag in zo een wand?
335. HAM: Druk is het minder denk ik dan de stabiliteit. Als je allemaal wanden boven elkaar plaatst... Op een gegeven moment komt er dan toch een kracht van opzij en dan gaat die knikken.
336. RR: Die gaat in die wanden spelen? Die knikbelasting?
337. HAM: Die gaat in die wanden spelen ja.
338. HM: Je zou bijvoorbeeld één stabiliteitswand in een heel complex kunnen doen. Dat je eigenlijk zoveel mogelijk wanden standaard houdt en alle stabiliteit uit één stabiliteitskern haalt en die helemaal...
339. RR: Maar je zou zeggen dat knikbelasting ook met de dikte van de wand te maken heeft. Heel erg.
340. HAM: Ja.
341. RR: Als beton veel goedkoper is dan staal, waarom maken we dan niet wat dikkere wanden?
342. HAM: Ja, dat kan heel goed.
343. RR: En ik vind het nog niet zo een gek idee dat als we zeven/acht lagen stapelen die wanden in twee stappen dunner te maken naar boven toe. Want uiteindelijk is het ook: hoe hoger, hoe zwaarder en lastiger hijsen.

344. HM: Maar die belasting is wel belangrijk voor een stabiliteitswand want de stabiliteit zonder doorkoppeling wordt gehaald uit de ballast. Heel vaak zie je wapening in de stabiliteitswand omdat je trek krijgt in de fundering. Dus misschien is het juist helemaal niet voordelig om hem lichter te dimensioneren.
345. [HAM laat een voorbeeld zien van een project in Schiedam.]
346. HAM: Dit is een voorbeeld van Schiedam. Dat was vijf lagen. Het was ook de windbelasting. We moesten zelfs in de fundering... We hadden de tweede of derde laag er al op zitten, toen moest de aannemer de fundering weer in om extra ankers toe te passen. Zo ver trekt het door. Dat waren wanden van 20 centimeter. Die vielen op zich wel mee. De gevels waren dus niet gebruikt. Hier (verwijst naar de schets) zat dat stabiliteitswandje van vier meter breed. Die doet dan niet genoeg. Het heeft echt wel heel veel consequenties.
347. EV: Hoeveel trekspanning er is, dat is wat je zegt?
348. HAM: Ja.
349. HM: Daarom wil je eigenlijk de stabiliteit uit zo een hele gevel halen want dat is veel voordeliger.
350. HAM: Ja. Deze (verwijst naar de schets) stabiliteitswand nogmaals, daar zitten staven in van rond 40 geloof ik. Helemaal naar boven toe. Allemaal doorgekoppeld. Je houdt geen ruimte over voor niks. <>
351. RR: Ik hoor bijvoorbeeld ook Germen Schuiling zeggen dat zo een stabwand op verschillende plekken in de constructie kan staan.
352. HAM: Ja.
353. RR: Maar is dat wel optimaal?
354. HAM: Nee. Optimaal is dat ze gewoon boven elkaar staan.
355. RR: Ja, maar dat willen wij horen hè. Wat er allemaal kan dat willen wij niet weten. We willen weten wat is nou in de volgorde van optimaal naar suboptimaal naar waardeloos? Wat is de route die je dan moet gaan? Dat moeten we weten.
356. HAM: Kijk, als je één zo een grote schijf hebt dan is dit helemaal de stabiliteit. Het is een vakwerk of hoe je het ook noemt.
357. RR: En dan is ook vervolgens weer de vraag: is het efficiënter om het in de gevels te doen of is het efficiënter om het hier (verwijst naar de stabwanden in de schets) te doen? En dan moeten we ook meewegen wat is de toekomst van de geveltechniek. En met aanbouw van spullen, met ergonomie, met Arbo enzovoort.
358. EV: Dat hang ook van je gebouwworm af. Of je hem langwerpig hebt of compact of...
359. RR: Wij gaan uit van langwerpige gebouwen. Dus dat is ook om de discussie wat aan te scherpen. <...>
360. [HAM schets de plattegrond van een rechthoekig woongebouw met een centrale stabiliteitswand.]
361. RR: Interessant is dan dus ook: hoeveel efficiënter is het om de stabiliteit in de gevels te brengen in plaats van in die kern of met een stabwand? Eigenlijk zijn dat de twee grote keuzes die we hebben. En we snappen wel dat als de stabiliteit hier (verwijst naar de schets) in het midden zit, en hij wordt aangewaaid, dat eigenlijk het hele gebouw er los omheen staat terwijl als de schijven aan de buitenkant zitten, ik een doos heb.
362. HAM: Maar die kan wel als een trapezium vervormen dus het mooiste is een combinatie. Overal licht wapenen is beter dan hier en daar (verwijst naar de schets) heel zwaar wapenen. En dan inderdaad van bovenaf die vloeren doorkoppelen. In Duitsland zie je het zelfs met twee of drie verdiepingen. Als je kanaalplaten legt, dan moet je rondom een staaf leggen.
363. EV: Dat is een trekband ja.
364. HAM: Een soort trekband. Die voorkomt bij brand dat die vloeren niet in een keer naar beneden komen.
365. RR: Ik hoor jou hele belangrijke dingen zeggen <?> Beter overal heel licht wapenen dan op één plek heel zwaar.
366. HAM: Ja.
367. RR: Je zou zeggen, dat is constructief ook intelligent want ik ga de krachten over het gebouw zo veel mogelijk verdelen in plaats van ze op een hoop te laten lopen.
368. EV: Ja. Is het ook niet zo dat als je een langwerpig gebouw hebt...
369. [EV schetst de plattegrond van een langwerpig gebouw met een stabiliteitskern.]
370. EV: Al die belastingen die overal vandaan komen, die moet je via dat vloerveld toch allemaal overbrengen? Dus die ben je dan toch ook enorm zwaar aan het belasten? Zeker met droge stapeling wil je dat eigenlijk niet.
371. HM: Ja. Nijhuis heeft ze ook gebouwd. Van die langwerpige appartementen met op de hoeken een trappenhuis. Die drie wanden van het trappenhuis zijn – dat kan dan net – heel zwaar

- overgedimensioneerd en daar wordt de stabiliteit uit gehaald. Maar dan moeten alle krachten via de vloer, via doorkoppelingen.
372. EV: Ja. En als je een kanaalplaten hebt, dan wil je dat toch eigenlijk niet. Een breedplaat is makkelijk die je in een keer van voor naar achteren afstort, maar...
373. [HAM schetst een plattegrond van een carrévormig gebouw met binnenhof.]
374. EV: Vanuit vorm is dit al redelijk stabiel hè?
375. HAM: Ja.
376. RR: In die hoek krijg ik zoveel schijfwerking. Gebouwen met hoeken zijn ook een kans.
377. HAM: Ja.
378. RR: Maar wat ik interessant vind... Een van het meeste interessante vind ik dat je zegt 'alles licht wapenen' waarbij je zelf zegt 'maak maar een combinatie tussen lichtgewapende gevels en lichte stabwanden'. Dat hebben we natuurlijk nooit bedacht. We dachten: of stabwanden of...
379. EV: Eigenlijk doen we dat bij grondgebonden René.
380. HAM: Ja.
381. RR: Ja, stabiliteit in de gevel hè. Niet in de stabwand.
382. EV: Ja, maar dan ben je toch alles licht aan het wapenen.
383. RR: Ja.
384. EV: Dan heb je geen stabiliteitskern.
385. RR: Nee, maar ik als niet-constructeur niet beseffend dat het waarschijnlijk een hele belangrijke sleutel is tot de optimalisatie van de productie in zo een fabriek.
386. EV: Ja.
387. RR: Gekoppeld aan eenvoudige vormen. Dus het zijn twee dingen: licht wapenen over het hele gebouw en orthogonale, eenvoudige vormen. En daar moet je het mee doen.
388. EV: Ja, en misschien wel het ontwerp, de indeling, ondergeschikt maken aan dat uitgangspunt. Dus niet concessies doen aan wapening of weet ik veel wat.
389. RR: De stabwanden boven elkaar en niet verspringend. Dan raken we langzaam op een punt van 'oké, ik begin doorzicht te krijgen...'
390. EV: En wat een Jan Hoogwater mij ook altijd vertelt...
391. [EV schets een plattegrond.]
392. EV: Als er ergens wanden zo staan of zo (verwijst naar de schets), zet die in. Als je ze toch heb, zet ze dan in. Wat voor keuze je dan ook weer maakt... Je zeg eigenlijk van 'dit is voor mijn niet dé stabiliteitszone, nee we hebben gewoon overal onze stabiliteitszones'.
393. HM: Ja, maar hier (verwijst naar de schets) een stabiliteitswand van maken of een lichte scheidingswand doet wel iets met de kostprijs natuurlijk.
394. EV: Ja, maar je houdt daarmee wel de gedachte overeind van 'ik ga niet uit van een stabiliteitskern met alle consequenties van dien'. Het is een afweging. Ik ben het met je eens hoor.
395. HM: Als je in het hele gebouw gewoon één stabiliteitswand hebt dan stop je die helemaal vol met stekken en weet ik niet wat. Maar als je dat overal moet doen.
396. HAM: Ja maar goed, hier (verwijst naar een stabiliteitskern) zijn stekken van rond 40 millimeter en hier (verijst naar de schets met gespreide stabiliteit) heb je misschien een paar staafjes rond twaalf.
397. HM: Ja, dat is waar.
398. EV: Of gewoon een lasverbinding.
399. [HAM schetst het principe van de wapening van een stabiliteitswand.]
400. HAM: Je hebt alleen maar een schoor nodig. Dus bij wijze van spreken een staafje rond 16 zo (verwijst naar de schets) en afgedekt met beton.
401. EV: Weet je wat misschien wel cruciaal is, ook voor René. Als je hoogbouwconstructeur bent, dan ben je ook op een bepaalde manier opgeleid zeg maar. Dan vindt je het natuurlijk veel leuker om een constructie uit te rekenen met zo een fantastische stabiliteitskern dan wat wij net voorstelden.
402. HAM: Dan moeten we de constructeur een andere opdracht meegeven.
403. EV: Ja.
404. RR: Ik zal even vertellen. Het is zowat onmogelijk. Dit een ongelooflijk belangrijk punt en ik heb het recent nog bij de hakken gehad. Dat is overigens ook de tijdgeest. Mensen zijn alleen maar geïnteresseerd in de helde dag creativiteit aan het bureau ontwikkelen. In bijzondere dingen die ze niet eerder hebben gedaan. Daar halen ze werktevredenheid uit. Constructeurs ga je niet vertellen hoe ze het eenvoudig kunnen maken. Een constructeur besteed met gemak twee dagen extra werk om er nog twintig kilo wapening uit te halen. <> In plaats van dat die zegt dat het een groot verschil is dat je die stabwanden boven elkaar hebt of dat ze versplinterd door de oefening laat lopen.

405. EV: Hij maakt in ieder geval de afweging.
406. RR: Ja, maar we moeten weten in de gradatie hoe dat van eenvoud naar complex...
407. EV: Waar het omslagpunt ligt.
408. RR: Juist.
409. [HAM schets de plattegrond van een recent werk in Delft om aan te geven hoe constructeurs denken.]
<...>
410. EV: Jij hebt het altijd over integraal ontwerpen René, helemaal terecht hoor, maar daar zit dan toch ook de constructeur bij lijkt mij? Zit die dan in een andere modus dan de installateur of de...
411. RR: Wacht even. Het integraal ontwerp gebeurt door de Nijhuis mensen die integraal ontwerpen. Er is natuurlijk nog steeds een verschil tussen de initiator van het gebouw, de opdrachtgever en de architect die hiermee komen. Dan zijn we er nog niet.
412. EV: Nee, precies.
413. RR: En daar zijn constructeurs niet altijd helemaal conceptueel op de graad om het zo maar te zeggen. Die beginnen te glimlachen bij een ingewikkeld ding. <> Even, we hebben niet iedereen aan onze zijde om naar de eenvoud op het juiste punt te komen.
414. HAM: De architect denkt dat je hem gaat beperken.
415. RR: Nee, die architect staat helemaal niet aan onze zijde want die maakt een gevefjeestje. Dat gaat helemaal nergens meer over.
416. HM: Vraag tien, die kan misschien wel snel. Jullie gebruiken veel lasverbindingen. Stel je gebruikt een natte verbinding zoals een stek in gain, wat betekent dat voor de doorstapelsnelheid? Kun je gewoon schoren en doorstapelen of moet dat eerst allemaal drogen?
417. HAM: Nee dat hoeft niet te drogen. Als je gaat lassen niet en als je afschoort en je giet tegelijk, dan kun je gewoon doorstapelen. Die schoren houden de boel rechtop.
418. HM: Dus eigenlijk verandert er niets aan het bouwtempo?
419. HAM: Nee. Het is hooguit afwerking en misschien de constructieve waardes.
420. HM: Oké. Dan zijn we bij vraag elf.
421. HAM: Een boutverbinding kan ook nog.
422. HM: Belastingafdracht wanden en gevels. Tot hoeveel bouwlagen kan de belastingafdracht met Heembeton wanden worden gerealiseerd? Stel uit die wanden wordt geen stabiliteit gehaald dus we hebben niet te maken met gekke wapening. Is dat puur een kwestie van dimensioneren?
423. EV: Ja, lijkt me wel.
424. HAM: Ja.
425. EV: Als je hem 500 dik maakt dan...
426. HAM: De constructeur houdt hopelijk ook rekening met de uitvoering. Als je een wand hebt die staat op de andere wand, die hebben vrij vaak twee centimeter speling. Met montage wat klosjes en het wordt ondervuld met mortel. Hoe nauwkeurig is dat? Wordt die scheef belast? Dat kan niemand mij vertellen, hoe dat gaan in de bouw. De constructeur zal hier ook een factor in rekenen. Kijk, heb je het zuiver op elkaar staan, stort je die wand in één stuk hoog, dan kun je misschien wel acht verdiepingen maken met tien centimeter.
427. EV: Ook weer vanwege knik en zo?
428. HAM: Ja. Hier zit een soort knik. De constructeur houdt hier rekening mee. De uitvoering is ook gewoon een heel belangrijk ding. Theoretisch kunnen we gewoon een millimeter speling pakken of koud op elkaar, maar dat werkt niet.
429. RR: Maar dit is wel interessant. Dit is een bottleneck waar constructeurs veiligheden gaan inbouwen. Het zijn natuurlijk handvaten om na te denken in ons perspectief van 'hoe krijgen we dat nou beter verzekerd met elkaar en hoe krijgen we met een constructeur daar beter gevoel bij dat hij daar minder allerlei voorzieningen gaat treffen?'. Want dat zijn eigenlijk de handvaten die we hebben om het te verbeteren.
430. HAM: Ja, maar dan moet je het in de uitvoering heel goed...
431. RR: Verzekeren.
432. HAM: Ja, verzekeren. Koud op elkaar wordt ook wel eens gedacht, met een bout, speciale drukfolie ertussen. Maar we hebben gewoon toleranties in die wanden zitten. Een halve centimeter is al te veel.
433. EV: Volgens mij leidt een onderstopvoeg niet tot verlaging van de capaciteit hoor.
434. HAM: Nee dat niet. De voeg niet, maar wel de uitvoering daarvan. Zo van, is het droog weer...
435. EV: Oké, zo bedoel je. Ja. Je moet wel naar een hogere kwaliteit mortel natuurlijk.
436. HAM: Ja, maar ook de uitvoering. Is het hoog zomer, dertig graden, dan verbrand dat spul. De uitvoering is een hele belangrijke factor. Hoe gaan we het uitvoeren?
437. EV: Je hebt liever geen onderstopvoeg, maar ja.

438. HAM: Nee. Maar je moet hem ook wel stellen. Anders komt de volgende verdieping niet goed uit. Dus in de lengte van de wand heb je gewoon...
439. RR: Stelblokjes. Steltegels.
440. HAM: Stelblokjes ja. Kunststof.
441. [HAM schets het principe van stelblokjes om de wanden te stellen.]
442. EV: Ik vind het echt ontwerpdingetjes hoor. In principe kun je dit gewoon theoretisch benaderen.
443. HM: Vraag 13 gaat over de afweging die ten grondslag ligt aan de keuze om de binnenspouwbladen van de gevels voor de vloeren langs of op de vloeren te monteren.
444. HAM: Dat heeft meer met toevallig inklemmingsmoment te maken van de vloer. De vloer gaat altijd iets buigen. <>
445. HM: Maar dan heb je het over de bouwmuur.
446. EV: De langsgewel.
447. HAM: Ja. Je kan ook de vloer in de gevel leggen. Dus wat we doen is erlangs leggen en dan laat je hem (de gevel) doorlopen. Maar op een bepaald moment moet de gevel er wel op liggen.
448. RR: Maar dat is wat Henri vraagt. Waar liggen die kantelpunten? Kijk, wij doen nu bij grondgebonden de gevel voor de vloer langs. Dat geeft meer mogelijkheden voor lateien. En in de gestapelde bouw tot vier lagen stapelen we hem er ook voorlangs en moeten dan extra kierdichting en afplakwerk doen om ook de geluidsisolatie en luchtdichting goed te houden tussen de appartementen. Maar kan dat wel doorlopen of gaat dat ophouden? Moet je op een gegeven moment die gevel op de vloer zetten?
449. HM: Als je bijvoorbeeld tot tien bouwlagen de gevel voor de vloeren langs gaat doen dan moet je misschien de onderste gevel enorm overdimensioneren.
450. HAM: Ja dan wordt die zwaarder en dan moet je hem met die strips koppelen aan de vloer.
451. EV: Ja, maar ik weet dat toch niet.
452. RR: Nee, die kantelpunten gaan we hier niet...
453. EV: Ik weet alleen van... Als je die binnenspouwbladen wilt inzetten voor stabiliteit moet je elementen hebben met...
454. RR: ...met voldoende latei.
455. EV: Precies.
456. RR: Maar de stapelhoogte, daar komen we niet verder mee?
457. EV: Nee. Ik denk dat jullie dat nog beter weten. Ik bedoel, wanneer ga je van tien naar twaalf?
458. HM: Vraag 14 gaat daar eigenlijk ook een beetje over. Tot welke stapelhoogte kan redelijkerwijs de stabiliteit in de dwarsrichting aan de woningscheidende wanden worden ontleend? Dat gaat het eigenlijk over deze (verwijst naar een schets) bouwmuuren.
<...>
459. EV: Volgens mij is die nooit maatgevend.
460. HAM: In de dwarsrichting is het nooit een probleem eigenlijk. Het is altijd in de lenterichting.
461. EV: Ja.
462. RR: Het is altijd over de gaten. Dus in de richting van de gaten is het probleem want daar is geen schrijfwerving.
463. HM: Ja oké. Dus hier (verwijst naar de bouwmuur in de schets) zou je niet nel een knelpunt hebben?
464. EV: Nee.
465. [HM schetst de doorsnede van een slank, hoog gebouw.]
466. HM: Maar als je op een gegeven moment op twintig lagen zit, dan ziet zo een wand er misschien zo (verwijst naar de schets) uit. Van onder naar boven. Twintig lagen hoog en één woning diep. Dan moet je ook wel...
467. EV: Ik snap nu wat je bedoelt. Bijvoorbeeld 80 meter?
468. HM: Bijvoorbeeld ja.
469. EV: Daar kan ik niets over zeggen. Dat is echt iets voor een constructeur.
470. HAM: Dan heb je trek op je heipalen. Daar zou de constructeur ook aan moeten rekenen. Hij wil als het ware die paal uit de grond trekken. Als het gebouw niet gekoppeld is komt hij los van de fundering.
471. EV: Maar Germen kan jou dat perfect vertellen.
472. HM: Vraag vijftien gaat ook over stabiliteit, maar dan niet in de dwarsrichting maar in de langsricting. Dus dan kom je eigenlijk op stabwanden en gevels uit.
473. EV: Eigenlijk zeg je tussen haakjes het antwoord. Daar staat: is het is relevanter om deze vraag aan een ander gebouwkenmerk te relateren.

474. HM: Ja, ik bedoel, of je de stabiliteit uit stabwanden of gevels kunt halen, heeft dat alleen maar te maken met stapelhoogte of zijn er andere gebouwkenmerken die daar ook een rol bij spelen? Zoals beukmaat, of...
475. RR: ... gebouwlengte.
476. HM: Ja.
477. EV: Weet ik niet.
478. HAM: Hoe korter het gebouw is, hoe minder stabiel. Dus hoe meer beuken je hebt hoe stabiel, als je het aan elkaar gekoppeld hebt.
479. RR: Maar bij hoeveel beuken krijgen we een ontkoppeling? Een dilatatie? Want eigenlijk kun je dat dan als je maximale gebouwlengte beschouwen. Waarbij misschien ook de vraag is: waarom is die dilatatie eigenlijk in zo een woongebouw? Het buitenwerk, het metselwerk, krijgt een aparte dilatatie. Waarom worden eigenlijk betonnen casco's gedilateerd?
480. HAM: Het heeft vaak met de ondergrond te maken denk ik. De draagkracht van de grond.
481. RR: Die moeten wij ook eens meenemen naar IJB.
482. HAM: Ja. IJB zal daar meer over kunnen vertellen.
- <...>
483. HM: Vraag 16 gaat over stabwanden. Daar hebben we het al wel over gehad. Vraag 17: Zijn er nog andere mogelijkheden om met Heembeton wanden en gevels stabiliteit te realiseren? We hebben het net al gehad over ankerloze wanden. Zijn er nog dingen die we nu over het hoofd zien.
484. HAM: Liftkeren kun je gebruiken. Maar goed, dan heb je het over stabwanden weer.
485. RR: Maar eigenlijk wordt dat min of meer toch als incidentele stabiliteit gezien die een concentratie van wapening en krachtenafdracht in een gebouw geeft, terwijl eigenlijk het advies is van 'kijk eens of je het kunt uitsmeren'.
486. EV: Ja.
487. RR: Dat is eigenlijk de grote boodschap. Niet die rommel van die wapening op een hoop lopen en daarmee zo een heel gebouw dan daaraan kettingen. Nee, maak nou ene egaliteit van dat ding. Dat vind ik eigenlijk een hele belangrijke.
488. HM: Eigenlijk moet je uitgaan van individuele beuken. Dat je per appartement...
489. RR: Nou ja, dat zou het optimum zijn. Dat is eigenlijk in het verlengde van ankerloos bouwen wat Erik zegt.
490. EV: Misschien als je die keuze maakt... Stel je gaat een aantal uitwerkingen opstellen. Dat je zegt van 'oké, ik pak ankerloos als een uitwerking en ga kijken hoe ik voor zo een ontwerp stabiliteit ga generen'. Misschien dat je dan wel tot verassende inzichten komt. Het zou een mooie oefening zijn. Dan wordt je gedwongen om niet vanuit kennen te redeneren.
491. HM: Maar wat ik daar ook heel goed aan vind is dat je kan blijven plakken.
492. RR: Dozen herhalen.
493. HM: Dan gaan we naar vraag 19. Die gaat over financiële haalbaarheid. Daar hebben we het ook al wel een klein beetje over gehad. Die verhouding zou ik wel graag willen weten. Hoe staat de kosten van wanden en gevels per woning in verhouding tot de stapelhoogte?
494. HAM: Dat is denk ik heel moeilijk te zeggen. Dat is afhankelijk van de hoogte weer. Het is eigenlijk heel logisch. Hoe hoger hoe duurder.
495. HM: Ja, maar hoe hoger hoe meer appartementen je kunt realiseren. Kijk, op een gegeven moment moeten de wanden van de onderste appartementen zo erg worden overgedimensioneerd dat je de kosten er niet meer uit gaat halen.
496. EV: Even heel simpel. Als je hem gewoon even heel eng maakt. Het gaat er om wat dat elementje bij ons kost. Dat betalen jullie bij ons. Dus je wilt een zo goedkoop mogelijk elementje hebben. Nou, daar hebben we het steeds over gehad.
497. HM: Ja.
498. EV: Als je in de buurt kunt blijven qua elementvorm, wapening en noem maar op allemaal van grondgebonden, dan weet je dat het prijsniveau ook niet zal veranderen. Behalve dat je...
499. HM: Het is denk ik niet zo zeer dat we bang zijn voor een hogere prijs, maar...
500. EV: Nou, dat zou ik primair wel zijn.
501. HM: Ja, maar gestapelde woningbouw is wel heel anders dan grondgebonden.
502. EV: Het is ook een ander budget bedoel je?
503. HM: Ja.
504. EV: Ja, tuurlijk.

505. HAM: Hoe hoger je gaat hoe minder gevels, minder steigerwerk, minder werk op de bouw. Je hebt dezelfde voetprint om op te bouwen. Als je twee of drie keer een gebouw neerzet van vier verdiepingen kun je sneller eentje neerzetten van twaalf.
506. HM: Het is hetzelfde als de fundering. Je hebt één fundering, maar op een gegeven moment moet je die fundering zo groot gaan maken dat als je die kosten gaat verdelen over alle appartement die je realiseert je beter individuele huisjes kunt gaan neerzetten.
507. HAM: Ik denk dat het omslagpunt, als ik het helemaal moet inschatten, het slaat misschien nergens op, rond de twaalf/dertien lagen zit. Denk ik. Omdat je dan de kosten op de bouwplaats moet tellen. Dubbele kranen, meer transport en...
508. HM: Dit is misschien een lastige vraag. Als je heel veel projecten doet dan ontwikkel je daar een gevoel voor. Ik heb dat zelf niet.
509. HAM: Ik heb niet zo heel veel projecten gehad maar het is gewoon meer het gevoel. Die bouwkraan moet op een andere plek staan. Dan heb je één kraan op één plek. Alle transporten gaan naar één punt. De metselaar laat zijn steiger op hetzelfde punt staan. Die gaat alleen omhoog.
510. EV: Maar wij moeten in principe toch alleen voor ons spreken Hans.
511. HAM: Ja, maar hij vraagt tot wanneer het efficiënt is. Dat is voor ons ook.
512. EV: Het is voor mij efficiënt als ik gewoon een goed te produceren elementje heb. Punt. Het interesseert mij niet of het 100 meter hoog is of 200 meter of tien. Als ik maar gewoon een goed produceerbaar element heb.
513. RR: Nee, maar voor ons spelen natuurlijk wel nadrukkelijk meer aspecten.
514. EV: Ja dat begrijp ik, maar...
515. RR: Ik snap dat we dat ook af moeten pellen. Want als je dat allemaal op een hoop gooit schiet het ook niet op. Dan kom je er ook niet uit. Maar bijvoorbeeld de gebouwlengte en het aantal verplaatsingen van kranen... De vraag is wat de impact is op de gebouwworm. De vraag is ook wanneer ik met een torenkraan moet monteren. In de grondgebonden doen we dat met rupskranen of met mobiele kranen. Die rijden gewoon mee met de productie. In een hoge stapeling kan ik niet meer...
516. HAM: Met een rupskraan kun je nog wel terecht, maar niet meer met een mobiele kraan.
517. RR: Met een rupskraan kan ik ook maar tot beperkte hoogte stapelen. Ergens zal ik dan toch...
518. EV: Maar Hans, wij zeggen toch gewoon – dat zal bij jullie niet anders zijn – van ‘als wij onze montageploeg efficiënt willen laten werken moeten ze veertigen elementen hijsen per dag’. Het maakt dat montagebedrijf niet uit of die één meter hoog gaat of 100 meter hoog.
519. HAM: Jawel. Het duurt veel langer om...
520. EV: Nee, als ze maar veertig hijsen kunnen doen.
521. RR: Maar wanneer krijg je nou bijvoorbeeld vaste kraanopstellingen? Torenkranen. Zo een mobiele kraan kan toch ook niet tot twaalf/dertien lagen?
522. HAM: Die kan die zware elementen niet tillen.
523. RR: Nee, Dus dan krijg ik een torenkraan en met een torenkraan heb ik een fundament. Met een torenkraan heb ik een fundament en moet ik een torenkraan met verschillende fundamenteën ontwikkelen. Dus zeg maar de stapelhoogte heeft wel degelijk te maken met...
524. HAM: In verhouding is zo een kraan weer goedkoper als die eenmaal staat. Het ligt eraan hoeveel bouwbevingen dat je hebt.
525. RR: Dus misschien moet je zeggen dat het niet erg is om een torenkraan te gebruiken maar het is wel erg om hem die drie keer te verplaatsen.
526. HM: Dan wil je misschien juist geen langgerekte vorm. Dan wil je misschien juist een kwadrant.
527. RR: Of de lengte is beperkt tot de reikwijdte van de torenkraan. Ik heb geen idee. Maar dat is dus wel een onderzoekaspect.
528. EV: Ik denk dat een leukere vraag is hoe je gaat monteren. Ga je trapsgewijs monteren? Ga je verticaal monteren?
529. [EV legt aan de hand van een schets uit wat hij bedoeld.]
530. HAM: Verticaal kan alleen als je dubbele wanden plaats.
531. EV: Weet ik niet. Als je massief hebt...
532. HAM: Je moet doorkoppelen. Als je hoog de lucht in gaat dan moet je wel doorkoppelen. Anders kun je niet afstorten. Of je moet een dubbele spouw hebben. Of die twee bladen. Dan kun je omhoog.
533. RR: Op een gegeven moment worden de elementen – dat heb ik ook ergens geleerd – zo zwaar dat ze worden opgeknijpt omdat ze niet meer op die hoogte als een tien meter lange wand gezet kunnen worden. Daarin is natuurlijk ook de gedachte om tot ankerloos te komen weer interessant want dan splits ik het gewicht sowieso in tweeën. Dan moet je ook nog kijken naar het gewicht van de vloeren. Gaat dan het

gewicht van de vloeren over het gewicht van de wanden of doet het dat juist iet? Als ik tien meter appartementenleidingvloer in de kraan hang, hoe is dat gewicht dan in verhouding tot wandelementen? <...>

534. EV: Waar we het nu over hebben dat is een enorm spel natuurlijk. Ik bedoel, dat is continu inderdaad. Wat is de situatie? Wat is de lengte van het gebouw? Wat is de versnippering?

535. HAM: Weer bij dit (verwijst naar een schets) gebouw in Schiedam heb ik gevraagd naar de sonderingsrapporten en toen bleek dat er een turflaag onder zat. Daar komt een rupskraan te staan met een element van tien ton erin. Als die hem op de punt had gehad dan zou die hele rupskraan verzakken. Dus onder die rupskraan is ook een fundament aangelegd om te rijden. <> Dat is echt heel belangrijk. De ondergrond. Voor kranen, voor alles.

<...>

536. HM: Vraag 21. Een belangrijk uitgangspunt van Trento – eigenlijk van conceptueel bouwen – is een herhaalbaarheid. Dus dat je een oplossing hebt die je kan en wil herhalen zodat je kan evalueren en verbeteren. Vraag 21 gaat over in hoeverre het mogelijk is om een herhaalbare oplossing voor wanden en gevels voor een bepaald type woongebouw te realiseren. Misschien vanuit jullie ervaring. Is het zo dat je bij elk nieuw project toch eigenlijk een hele nieuwe wand moet gaan maken of kun je best bepaalde uitgangspunten vastleggen en een wand krijgen die projectongebonden is? <>

537. HAM: Dat moet kunnen denk ik.

538. EV: Ja. In principe doen we nu toch ook binnen het Heembeton bouwsysteem.

539. RR: Ken jij – want dat is eigenlijk waar Erik op doelde – die bulletins die over al die onderwerpen gaan? De PIMs.

540. EV: De PIMs ja. Die bedoel ik.

541. RR: Ken jij die?

542. HM: Nee.

543. RR: Dan gaan we even die proberen weer op te poetsen want in de PIMs staan eigenlijk alle constructieve aspecten en deeloplossingen die men heeft gedefinieerd als zijnde een doos Meccano. Als je die maar gebruikt dan zijn die oplossingen voor hen bekend.

544. EV: Het is eigenlijk een combinatie van het Heembeton bouwsysteem attest, de PIMs, dat is het assortiment dat aansluit op het attest, en voorafgaand daaraan, om dit goed toe te passen, hebben we een ontwerprichtlijn. Die drie bij elkaar behelzen het Heembeton bouwsysteem. Die heeft Martijn gewoon hoor.

545. HM: Oké, dan ga ik daar eens naar kijken.

546. RR: Het attest kun je gewoon op de website vinden. De PIMs heeft Martijn. De ontwerprichtlijn, als je die niet hebt dan moet je hem even opvragen.

<...>

547. HM: Dan zij we bij de laatste vraag. Die gaat over maakbaarheid. Daar hebben we al veel over gesproken.

548. HAM: Dat is eigenlijk de PIMs. En herhaling zeg ik dan. Dat vinden wij fijn.

549. EV: En nogmaals. Je kunt alles maken maar je moet niet alles willen maken.

550. HAM: Je kunt betonnen zwemvesten maken zeggen we wel eens. Als de vraag er is dan kun je het maken. [Einde interviewvragen. RR stelt nog een aantal aanvullende vragen.]

551. RR: Ik vroeg me nog af Hans, zou je je willen nadenken over kantelpunten in de stapeling die er toe doen? Die vanuit jullie expertise zichtbaar zijn. Ik kan me voorstellen dat heel buiten jullie beeld raakt. Dat je zegt ‘dat is het werk van een hoofdconstructeur’. Maar de dingen die er toe doen in oplopende complexiteit, waarvan jullie iets zouden kunnen denken, zou je dat kunnen neerslaan?

552. HAM: Dat is een lastige.

553. EV: Ik zeg droge en natte knopen. Ik zeg inderdaad wapening. Van randwapening naar netwapening. Tweezijdig schoon. Aantal hijsen.

554. RR: Ja, dus er zijn wel dingen. Stel dat je zou kunnen koppelen aan verdiepingsniveaus, daar waar ze in werking treden... <>

555. EV: Maar ik wil hem juist... De les van deze ochtend is dat ik die bouwlagen minder interessant vind.

556. RR: Maar dat heeft Henri ongelooflijk goed gezien. Hij zegt ‘dat is een complexiteit die over veel meer aspecten gaat’.

<...>

557. RR: VBI heeft zo een ongelooflijke fabrieksoptimalisatie dat je daar met vier planken niet tegenaan kunt. Never nooit.

558. EV: Nee. Kijk, in Veenoord hebben wij een fabriek, een halletje, staan met allemaal lange banen. Daar kunnen wij heel mooi vloeren maken. Daar maken wij nu cascovloeren. Die zijn allemaal nog traditioneel gewapend.
559. RR: Helder.
560. EV: Maar we zijn wel aan het kijken van ‘kunnen we toch niet die spannings<?> die er in het verleden zat, kunnen we die toch niet weer optuigen?’. En ik kan echt niet winnen van de kanaalplaatvloer. Op geen enkele manier. Maar ik kan wel een product maken die op andere vlakken meer toevoegt.
561. RR: Maar als je je nou even verplaatst in onze opgave waar wij denken van ‘waar zit nou dat optimum in die relatief goedkope kanaalplaat, in ie stapeling?’. Ik snap wel dat jullie ook kijken naar andere vloeren en naar andere principes maar...
562. EV: Er is één heel groot verschil René. Wij kunnen, want wij hebben die optie nog open staan... Cascovloeren hebben we voor grondgebonden eigenlijk een beetje aan de kant geschoven. Daar gaan we het niet winnen. Maar appartementen vinden we nog wel interessant. En waarom? Het blijft een droge vloer maar het is een kanaalplaatachtige vloer die ik in een kist maak waardoor ik voorzieningen kan aanbrengen die het mogelijk maken om er dingen aan te hangen of aan te koppelen. Dat kan VBI niet.
563. RR: Nee, volgens mij gebruiken ze massieve vloeren aan de gevelzijde.
564. EV: Precies. En stortstroken en noem maar op allemaal. En ik denk dat wij daar het verschil kunnen maken met ons systeem. Ik vind het nog steeds een mooi idee.. We hadden het net over Schöck. Dat soort constructies kunnen wij perfect aanbrengen in de cascovloeren.
565. HM: VBI heeft ook een vloeroplossing voor die Schöck. Die werken samen.
566. EV: Ja. Maar die hebben die randstroken in die vloervelden allemaal.
567. HM: Dan gooien ze gewoon aan de rand een ander type vloer erin.
568. EV: Ja precies. Wat wij voor ogen hebben is een appartement met drie vloeren dichtgooien.
<...>
569. EV: Die VBI appartementenvloer vind ik doorgeslagen in alles. Want er moet van alles en nog wat aangehangen worden. Bouwkundig constructief noem maar op.
570. RR: Ja, maar we weten alleen niet waar het kostenomslagpunt ligt naar een ander type vloer.
571. EV: Ik vind dat we daar juist... Laten we een stap terug doen met zijn allen en dan niet naar breedplaat maar wel naar een droge vloer...
572. RR: Een massieve vloer? Een traditionele massieve vloer?
573. EV: Ja. Dat DSS-systeem en weet ik het allemaal is echt compleet van de zotte.
574. HM: Vind jij DSS een slecht systeem?
575. EV: Het is een oplossing bedacht vanuit een bestaand idee. Ze moeten eigenlijk zeggen van ‘het past niet meer, we moeten naar een ander type vloer’. VBI is een belangrijke partij. Die doet er alles aan om zijn producten in de markt te houden.
<...>
- [Einde interview. HM en RR krijgen een rondleiding door de carrouselfabriek waar Heembeton zijn wanden maakt.]

D.2 Transcriptie interview IJB

Interview op dinsdag 30 april te Lemmer

Interviewer:

- Henri Mauritz
- Afkorting: HM

Interviewer bijgestaan door:

- René van Riggelen
- Hoofd Bouwprocesontwikkeling bij Nijhuis Bouw B.V.
- Afkorting: RR

Geïnterviewde:

- Koos Hoekstra
- Constructeur bij IJB Groep
- Afkorting: KH

Geïnterviewde bijgestaan door:

- Henri Nijhof
- Constructeur bij IJB Groep
- Afkorting: HN

Transcriptie

1. HM: Mijn onderzoek gaat over Trento, en dan de gestapelde woningbouw. Mijn onderzoeksdoel is tweeledig. Aan de ene kant wil ik kijken hoe Nijhuis met het huidige concept een oplossing kan aanbieden voor de gestapelde woningbouw en wat dan de knelpunten zijn. Door welke knelpunten de oplossingsruimte wordt beperkt. Vanuit die knelpunten wil ik ook gericht alternatieven aandragen om die knelpunten weg te nemen, zodat uiteindelijk de oplossing, de kwaliteit van de oplossing, verbetert en het toepassingsgebied vergroot wordt. Nijhuis bouwt met het Trento concept grondgebonden woningen. Dat doen ze als sinds 2000. Maar de laatste jaren is er ook een groeiende vraag naar gestapelde woningen. Ook die bouwen ze, maar dan beperken ze zich tot vier á vijf bouwlagen. Eigenlijk omdat ze ervan uitgaan dat bij meer dan vier of vijf bouwlagen er dusdanig kostbare voorzieningen moeten worden getroffen dat het eigenlijk niet meer haalbaar is. Ik ga per co-maker van de constructieve elementen, dus de fundering, en we zijn vanochtend bij de wanden geweest, maar we gaan ook kijken bij de vloeren... wil ik een interview doen om te kijken vanuit het perspectief van het product dat zij leveren, dus in dit geval de fundering, wat is de huidige oplossingsruimte en wat kunnen jullie betekenen met het IJB product en met het huidige proces voor de Trento-oplossing voor de gestapelde woningbouw. Omdat het concept bestaat uit allemaal deeloplossingen als het ware, en jullie leveren daar een oplossing voor en beperken daarbij ook de oplossingsruimte. Trento gestapeld moet natuurlijk ook een oplossing zijn die maakbaar is in jullie fabriek.
2. KH: Dat snap ik ja.
3. RR: En daar komt even ter aanvulling <> en steeds weer komt natuurlijk die vraag over betaalbaarheid van de oplossing. En altijd weer die terugkoppeling naar kalkzandsteen, breedplaten en traditionele bouwindustrieën en natte prut op een bouwplaats. Terwijl wij al met één been in het nieuwe tijdperk van volledig droge montage staan. En daarin komt natuurlijk voortdurend die vraag 'maar hoe maken we nou die prefab ook betaalbaar in de stapeling naar boven, hoe houden we hem betaalbaar, hoe maken we hem nog meer betaalbaar?'. Want de druk – en dat lezen jullie ook – de corporaties zijn een beetje klaar met de prijsontwikkelingen. En wij snappen dat ook wel. We zijn van het gas af. De prijzen zijn 'skyhigh' gegaan en de corporaties en opdrachtgevers moeten dat gaan betalen. Die zeggen nu 'wat had u ervan gedacht als we er is mee ophouden?'. Ja, maar dat lezen we. Wij hebben als aanbieders van concepten de opgave om te kijken 'hoe kunnen we prijsprestatie verbeteren, hoe kunnen we dichter in de concepten oefening komen, en kunnen we meer uit de prefab producten halen?'. Dat steekt daar natuurlijk allemaal achter.
4. HM: Je kan natuurlijk het vraagstuk benaderen vanaf twee kanten. Je kan kijken vanuit het marktperspectief. Dus eigenlijk waar is vraag naar. Wat wil de klant? Tot hoeveel bouwlagen, bijvoorbeeld, wordt er vanuit de markt gevraagd? Maar je kan het ook bekijken vanuit het concept. Het huidige Trento concept. Dat is wat ik ga doen. Dus eigenlijk wat kan je bereiken met het huidige concept en met redelijke

- alternatieven daarop. Omdat kijken vanuit een marktperspectief, dat is ten eerste niet mijn expertise, ook niet vanuit mijn opleiding. En het is gewoon ook heel erg lastig om te bepalen van...
5. RR: ...wat nou de gemiddelde stapelhoogte wordt.
 6. KH: Ja. Dat zouden wij denk ik ook niet precies weten.
 7. RR: Nee. Want jullie hebben ook maar een fragment van de markt. En wij ook. Iedereen die wij vragen die roepen wat, voor wat het waard is, maar die kan niet een markt voorzien. En ook niet een marktvraag. Wij weten niet wat er morgen aan kavels op een vierkante meter komt en waar drie torens op moeten.
 8. HM: Dus we willen ook helemaal niet – stel dat de marktvraag 20 bouwlagen is – een oplossing om 20 bouwlagen te realiseren die volledig losstaat van wat Nijhuis nu doet. Het moeten wel conceptuele principes zijn.
 9. KH: Als ik even vanuit de prefab fundering... Daar zijn we aan begonnen en dat was echt bedoeld voor woningbouw. Dat was het uitgangspunt.
 10. RR: Dat is mooi ja. Grondgebonden?
 11. KH: Ja grondgebonden. Maar ook echt niet hoog. En wat we nu krijgen, dat is... Laatst had ik ook een integraal ontwerp, ik weet niet meer precies waar, maar het waren ook appartementen. En dat was vier/vijf lagen hoog. En toen had ik aangegeven aan, ik weet niet meer wie het was van Nijhuis, aan teruggemailed met een CC aan Germen Schuiling van IGE, zo van 'dit is wel vrij hoog' – het was vier/vijf lagen – 'houd de balken dan 600 hoog'. Wij hebben twee standaardmaten. 470 is eigenlijk bedoeld voor woningbouw en 600 voor iets zwaarder bouw. Niet beslist veel lagen hoog, maar gewoon iets hoger. En wat je nu ziet is dat Germen van IGE, die probeert het altijd zo te maken dat hij de fundering kan maken met onze balken, en dan het liefst 470 hoog.
 12. RR: Ook voor gestapeld?
 13. KH: Ook voor gestapeld ja. Dat doet hij op deze manier. Daar zijn wij het niet altijd mee eens. Maar als je al uitgaat van een iets hogere balk, 600 hoog, dan heb je iets meer capaciteit in je verbindingen, je tandverbindingen. En sowieso, bij gestapelde bouw zijn de balken vaak wat breder. Die hebben iets meer capaciteit. Maar vier/vijf lagen, dat houden wij nu zo ongeveer tot de max.
 14. HM: Voor al jullie funderingen?
 15. KH: Ja.
 16. RR: Interessant.
 17. KH: Maar er is wel een oplossing denk ik...
 18. [RR wijst erop dat het misschien handig is om de interviewvragen aan te houden. Iedereen stemt daarmee in. HM neemt over met de eerste vraag...]
 19. HM: De eerste vraag gaat over de ervaring, of de expertise, van IJB Groep in de gestapelde woningbouw sector.
 20. KH: Er is wel ervaring. We hebben ook wel hoger gedaan. <> Er was ook wel een toren, volgens mij was die wel acht lagen hoog of zoiets. Betonwanden zaten daarin. En die betonwanden, die deden het werk voor de funderingsbalken. Die betonwanden waren zo geconstrueerd...
 21. HM: Dat waren liggers als het ware?
 22. HN: Ja dat waren ligger.
 23. KH: Ja, dat waren wandliggers naar de steunpunten toe. Naar de palen toe. En de balk die eronder zit, dus tussen de wanden en de palen, die functioneerde alleen als een soort vulelement. Alleen de begane grond wordt daardoor afgedragen naar de palen. Maar dat was het dan. Kijk, als je bij dat systeem blijft, dan kun je natuurlijk heel hoog. Als je de wanden dragend gaat maken, dan kun je hoger met een relatief goedkope fundering.
 24. HM: Nu hoor ik jou praten vanuit het perspectief van een balk. Maar de afdracht naar de grond, dat is een paal... Dat is niet de balk. Wat is die belemmering? Is de belemmering echt puur de balk?
 25. KH: Hoe bedoel je dat precies?
 26. HN: Je kan er natuurlijk meerdere palen onder zetten zodat je meer belasting kunt opnemen. Want het gaat puur om hoe hoger je gaat, hoe meer belasting je krijgt.
 27. HM: Maar als ik het goed begrijp dan draagt de funderingsbalk toch niet de belasting af naar de grond.
 28. KH/HN: Nee, dat is het tussenstuk inderdaad.
 29. HM: Maar als ik jou nu zo hoor dan is de grote belemmering die balk.
 30. KH: Voor de afdracht zeg maar, bij hoogbouw, is de balk de belemmering. Dat klopt.
 31. HN: Het ligt aan hoe je de opbouw maakt. Als je van wandliggers uitgaat, dan is de balk niet meer zo een belemmering. Maar als je geen wandligger hebt, dan komt al die belasting wel op de balk terecht en dat moet die dat stuk tussen de palen overspannen. Dan wordt dat de belemmering.
 32. HM: Want die paal die daaronder zit in de grond, dat is puur een kwestie van dimensioneren?

33. HN: Naja, die kun je natuurlijk groter maken, dan kunnen ze al wat meer hebben. Je kunt er meer onder zetten, dan kunnen ze meer hebben. Daar kun je behoorlijk mee spelen en in variëren natuurlijk.
34. [KH legt aan de hand van een schets uit dat als er geen wandliggers worden toegepast, de funderingsbalken de volledige belasting van de bovenbouw naar de palen moet afdragen. Indien er wel wandliggers worden toegepast, dan krijgen de funderingsbalken alleen te maken met de belasting van de begane grondvloer. De wanden fungeren dan als funderingsbalk en dragen de belasting van de bovenbouw af naar de palen.]
35. KH: En dat doen we nu bij Nijhuis ook al.
36. RR: Ook al bij vier lagen?
37. KH: Bij de woningbouw al.
38. RR: Zo doet Germen dat nu al? Die neemt ietsje meer wapening in de begane grondwand mee?
39. KH: Ja.
40. HM: Eigenlijk moet je die wand stijver maken dan die balk?
41. KH: Ja, die is automatisch stijver.
42. HN: Omdat die zo hoog is, is die automatisch een stuk stijver natuurlijk. Al je daar onderin wat wapening doet, als je een trekband onderin hebt, dan gaat die als wandligger fungeren.
43. [KH legt aan de hand van een schets uit waar wapening wordt aangebracht in een wand om te zorgen dat de wand gaat fungeren als ligger (wandligger).]
44. KH: Wat er nu gebeurt is dat bij het Heembeton casco dat jullie toepassen, daar wordt dan één staaf bij ingelegd en die neemt gelijk het werk over van heel die balk. Behalve dan de begane grond, die moeten we nog wel afdragen.
45. RR: Overigens, we hebben nu net gehoord – en dat is zo mooi dat we nu die rondgang doen – dat een Heembeton zegt ‘als je nou zo een heel gebouw bekijkt, en je wilt hoger stapelen, dan is ons advies om in feite zoveel mogelijk gelijkwaardige wapening door dat hele gebouw te brengen en niet terug te voeren tot enkele geconcentreerde wapeningspunten’. Dus ze pleiten veel meer voor gespreide stabiliteit en gespreide afdracht dan een stijve kern of concentratie in stabwanden. Liever verdelen over binnenspouwbladen en stabwanden. Vervolgens is eigenlijk de vraag die daaruit voortkomt: hoe snel bereik je eigenlijk dat een wand mee gaat dragen als ligger? Is dat met één zo een staaf, of is dat gelijk een wand vol wapening?
46. KH: Nee, zoals het nu gebeurt wordt er één staaf ingelegd en dat is het.
47. HM: En Heembeton doet daar niet moeilijk over?
48. KH: Nee. Ik denk dat dat even een omschakeling was. Of zij nemen een rond tien mee of wij leggen de hele balk vol met beugels, bij wijze van spreken.
49. RR: Dus de ‘efficiency’ van deze oplossing is zo dermate groot, je bespaart gewoon de helft aan wapening, of zoiets?
50. KH: Ja, je bespaart heel veel wapening in de balk inderdaad. En dat is al gebeurd.
51. RR: Oké, nog een vraagje meer: beperkt dit zich tot het onderste niveau van een gestapeld gebouw, of doe je dit ook in verdieping twee nog?
52. KH: Ik kan me voorstellen dat dit in meerdere verdiepingen gebeurd als één wand niet toereikend is. Dat het dan in twee gebeurt. Maar dat weet ik niet precies.
53. RR: Dat heb je nog niet zo gezien?
54. KH: Nee.
<...>
55. [KH legt aan de hand van een schets uit dat het probleem van de funderingsbalk is opgelost ter hoogte van de bouwmuren als de bouwmuren fungeren als wandligger. Echter...]
56. KH: Maar de voorgevel, daar zit dan het probleem. Omdat de voorgevel, als je die doorstapelt...
57. HM: Je bedoelt voor de vloeren langs? Als je die voor de vloeren langs gaat stapelen, dan draagt die af op de fundering.
58. KH: Nou, niet echt.
59. [KH legt aan de hand van een schets uit wat hij bedoeld.]
60. KH: Vaak wordt het gewoon doorgestapeld naar beneden toe.
61. RR: Voor de vloer langs?
62. KH: Ja, maar dan ook de gevels zelf. Dat het allemaal op de balk terecht komt. De belasting komt op die balk. Voor de balk is dat heel vervelend want die is veel minder stijf dan die wanden. En als je er voor zou kunnen zorgen dat die voorgevels ook zelfdragend zouden zijn, dan heb je minder snel hier (verwijst naar de schets) een paal weer nodig. Nu doet Germen dat ook al. Die brengt de belasting ook dicht naar de

- tanden toe. Maar we blijven eigenlijk zitten met de beperking van onze funderingsbalk bij de tandverbindingen.
63. [HN laat een tekening zien van de tanden zoals IJB die nu toepassen.]
64. HN: Dan hebben we natuurlijk ook nog de tanden voor 600 hoge balken. Die zijn iets forser van afmeting dus daar kunnen we iets meer mee. Dus wat dat betreft is er veel voor te zeggen om in een appartementengebouw ook een 600 toe te passen. Omdat je dan met je tandverbindingen ook meer kunt.
65. HM: Is dit (verwijst naar de tanden in de tekening) een zwak punt?
66. HN: Er kan een bepaalde kracht op en dan houdt het op. Ik bedoel, zo een tandje heeft een bepaald maximum, en ja...
67. KH: Kijk, prefab funderingen zijn wel essentieel anders dan in het werk gestorte funderingen. Omdat bij in het werk gestort, dan laat je gewoon de volledig doorsnede doorlopen.
68. RR: Het is continuïteit...
69. KH: Ja. Verstoring van je doorsnede. En ja, die verstoring die heeft beperktere capaciteiten.
70. HM: Dan gaan we door met vraag twee. Wat zijn, echt gelet op de fundering, de belangrijkste verschillen tussen gestapelde en grondgebonden woningen?
71. KH: Dan kom je toch bij de belastingen. De belastingen van een gestapelde bouw zijn hoger. Die zijn groter. Dat geeft voor je fundering wel wat beperkingen zeg maar. Vooral voor die tandverbinding.
72. HM: Maar het funderingsprincipe zelf, verandert daar dan weinig aan? Is het dan puur een kwestie van...
73. KH: Nou niet echt.
74. HN: In principe verandert er niet echt veel aan nee. Bij hoogbouw heb je natuurlijk dat je begane grondvloer naast de bouwmuur ligt. Dus je hebt wat bredere balken over het algemeen nodig. Bij woningbouw zit de vloer onder de bouwmuur. En bij appartementenbouw ligt die ernaast. Dat heeft weer met geluid te maken en dergelijken.
75. HM: Maar wordt er ook niet vaak een 'doorstortnok' toegepast?
76. RR: Want de vraag die erachter schuilgaat... Heeft het ook niet te maken met het feit dat op gegeven moment de koppen van de VBI vloeren de belasting niet meer kunnen dragen?
77. HN: In principe kunnen die wel kopschotten meenemen en dan kunnen ze tot een bepaalde hoogte nog gaan, maar als je inderdaad te veel lagen op elkaar stapelt, dan wordt dat ook een probleem.
78. RR: Dan pons dat door, dan bezwijkt dat? Je krijgt gewoon een bezwijkscenario?
79. HN: Ja in principe wel ja. Dus bij appartementenbouw, maar ook in verband met geluid, ligt de begane grondvloer altijd naast de bouwmuur.
80. RR: Maar goed, dat is niet zozeer de bezwijksituatie als de geluidssituatie.
81. HN: Ja er zit ook een geluidseis.
82. RR: Maar waarom zou je hem er niet op kunnen zetten dan? Dat verandert toch niets aan de hoeveelheid massa die tussen de...
83. HN: Jawel. De massa van de vloer is niet zo groot als de massa van de wand natuurlijk.
84. RR: Ja. Ik moet even schakelen. De vloer is natuurlijk aanzienlijk lichter met al zijn holle kanalen en ook zijn doorlopende kanalen, dat ze in feite de separatie doorzetten naar de fundering.
85. [Henri maakt een schets van de oplegging van de vloerplaten op de bouwmuur en vraagt of hij het principe heeft begrepen. Dat wordt bevestigd.]
86. HM: Maar ik zag op jullie tekening dat jullie dit (verwijst naar de nok in de schets) volstorten.
87. RR: Ja dat doen we ook. Maar dat is ook massief.
88. [KH laat een detailtekening zien van de oplegging van de vloerplaten ter hoogte van de bouwmuren, van een project waar ze meer bezig zijn.]
89. HM: De balk moet gewoon breder?
90. HN: De balk wordt dan breder inderdaad ja. Dat is wel een verschil met de normale woningbouw zeg maar. Daar zit die er gewoon onder. Daar zou je een balkje van 35 centimeter breed kunnen hebben. Bij gestapelde bouw redt je dat niet meer.
91. KH: Bij echte hoogbouw, dan kom je bij de paalbelastingen en de paalafmetingen... We hebben nu palen voor de woningbouw van vierkant 25, vierkant 29. Af en toe eens een iets zwaardere. Bij de hoogbouw zal die paalbelasting ook hoger zijn. Die kan oplopen tot 1000 kilonewton. Dan moet je paalafmeting daar ook op afgestemd worden. Dat die iets groter wordt gehouden.
92. HM: En de paaldiepte?
93. KH: Wij hebben veel te maken met heiwerk waarbij dan toch de paal iets afwijkt van waar je hem had willen hebben en dat dan weer een maatregel genomen moet worden. En omdat de paalbelasting hoger wordt bij hoogbouw, moet dan wel in de gaten worden gehouden dat daar niet te kleine palen onder komen.

94. RR: Mogen wij dan even dat reeksje aflopen? Want dan gaat het van 25 naar 29, en dan?
95. KH: 32, 35, 38, 40, 42, 45, 50.
<...>
96. RR: Dat is ook met regelmaat, zo een 50 paal? Dat gaat er met bosjes in, in het Westen?
97. HN: In het Westen inderdaad.
98. KH: Ja, maar dat is echt voor appartementen zeg maar. We hebben nu ook woningbouwprojecten, ook in het Zuiden. Nou dat is toch wel 29, 32 of 35.
99. HM: En het type paal... Je heb ook nog verschillende typen palen toch?
100. KH: Ja. We hebben het nu over de heipalen. Maar dat is misschien ook wel een item, niet direct gerelateerd aan hoogbouw maar wel als je in gebieden komt met slechte grond, dat niet elke paaltipe toegepast kan worden. Een mortelschroefpaal bijvoorbeeld, die wordt in de grond gevormd. Maar die kun je in hele slechte gebieden niet toegepast worden.
101. RR: Die lopen weg voordat je hem hebt.
102. KH: Ja, die lopen uit. Die worden veel te groot.
<...>
103. HM: Dat wilde ik ook nog vragen: is het niet zo dat je in de gestapelde woningbouw ook te maken kunt krijgen met trekkrachten in je fundering?
104. KH: Jazeker.
105. HM: Dat zie je denk ik minder snel met grondgebonden woningen, of niet? Of zie je dat daar ook wel?
106. KH: Wij hebben wel aannemers waar dat wel een item is. Dat is meer bij de houtskeletbouw gevels. Dat de stabiliteit via een stabiliteitswand moet. En dan krijg je zeg maar...
107. RR: Dan krijg je die concentraties eigenlijk weer.
108. HM: Ja, daar hadden wij het vanochtend over. Als je één stabiliteitswand hebt dan moet je heel die wand volgooien met wapening en dat vindt Heembeton niet leuk. Die stabiliteitswand is misschien een paar meter lang, en die staat op een fundering, en daar komen allemaal trekkrachten op te staan natuurlijk.
109. KH: Ja, en dat zijn hele vervelende dingen. Ook voor ons zeg maar. Omdat de verbinding tussen balk en wand, maar ook tussen paal en balk, die zijn gewoon heel vervelend. Omdat je daar meerdere stekken in kwijt moet.
110. RR: Ja, die moet je ook op een tegengestelde richting nu gaan verkennen. Je rekent erop dat de zwaartekracht naar beneden is en dat het wel stapelt, maar dan moet je in een keer voorkomen dat het de grond uitkomt.
111. KH: Ja dat klopt. En dan krijg je gewoon hele oneigenlijke krachten van tien tonnen hoog of zo iets.
112. HN: Maar dat heb je meer bij de enkele woningen en bij de twee-onder-een kappers. Zo gauw je een rijtje hebt, dan gaat het zich al zo veel verdelen over de woningen, dan wordt het niet meer zo een issue.
113. KH: Maar zoals jij zij bij een appartement, waar je de stabiliteit uit kernen gaat halen, dan lukt het niet.
114. HM: Een appartementengebouw kan natuurlijk langgerekt zijn maar je hebt altijd in de... In de dwarsrichting, daar kun je natuurlijk ook altijd die trekkracht krijgen.
115. HN: Ja maar daar heb je over het algemeen de bouwmuren staan. Dat zijn langen wanden, dus die kunne natuurlijk een heleboel stabiliteit opnemen.
116. RR: Interessant is natuurlijk dat we hier toch een beetje tussen de regels door met diezelfde conclusie komen. Dat als je het concentreert op kernen... En dat snappen we wel, want dan kom je op een heel klein punt waar in feite deze kracht moet worden afgedragen. En die gaat dit en dat optrekken. Ik moet dus van alle oefeningen zoveel kunst op de vierkante meter vertonen dat dat het een ongelooflijk lastige opgave wordt. Daar staan wij niet bij stil als we denken 'dit kan wel tot de kern worden teruggevoerd'. Dan begint dus dit fenomeen.
117. HM: Vraag drie gaat over gebouwkenmerken. <> De derde vraag is: welke kenmerken van een woongebouw zijn het meest relevant bij het bepalen en ontwerpen van de funderingsoplossing? Stel, jullie krijgen zo een aanvraag binnen. Wat is dan het eerste waar jullie naar kijken?
118. KH: Vaak komt niet de vraag direct bij mij terecht. Vaak is dat de afdeling verkoop, waar dan een afweging wordt gemaakt of we dit kunnen maken, ja of nee, en of dit valt binnen ons product. Dus daar zit al een filter in. Maar als ik kijk naar wat wij aan integraal ontwerpen van Nijhuis krijgen bijvoorbeeld, dan is inderdaad wel het eerste waar je naar kijkt de hoogte van het gebouw. Dus 'is dit vier, vijf, zes of zeven lagen?'. Want dan gaat er direct al een belletje rinkelen van 'moeten we dit dan nog willen?'. Maar het is maar net hoe je dit oplost in je casco. Als je de wanden laat dragen, dan...
119. RR: ... kunnen we grenzen verleggen.
120. KH: Ja.

121. HM: Die gebouwkenmerken die invloed hebben op de uiteindelijke belasting die via de funderingsbalken moet worden afgedragen, die kenmerken die daar invloed op hebben, dat is waar jullie naar kijken?
122. HN: Ja, het is in principe de belasting die op de fundering komt. Dat is het ja. Dat is het meest wat de beperking geeft.
123. HM: En de beukbreedte? Ik kan me voorstellen dat dat ook wel...
124. KH: Nou ja, de beukbreedte is niet direct een item. Omdat, wij hebben de bouwmuren liggen en wat daartussen komt, een voor- en achtergevel en misschien een stabiliteitswand, daar kunnen wij palen bij zetten. Dus dan is dat item eigenlijk weg.
<...>
125. KH: Als je kijkt naar de algemene, niet Nijhuis project, maar gewoon algemeen de projecten. Waar wij tegenaan lopen zijn toch de beperkingen van de tandverbindingen.
126. KH: Dat zijn dan ook de items waarom wij bijvoorbeeld een paal bij moeten plaatsen.
127. HM: Dat was dan ook wel gelijk een antwoord op vraag vier: welke kenmerken zijn bevorderlijk en belemmerend voor een goede funderingsoplossing? Dus eigenlijk zorgen dat die tandjes...
128. KH: ...dat die binnen die capaciteit vallen inderdaad.
129. HN: Maar goed, daar kun je dus extra palen plaatsen om de belasting te reduceren. Dus dan kom je altijd wel uit.
130. HM: Ik weet niet of er verder nog gebouwkenmerken zijn die opkomen bij jullie. Anders dan...
131. KH: Staal in de fundering. Naja, ankers voor kolommen. Dat geeft voor ons altijd weer een puntje van 'hoe moet je dat opvangen?'.
132. HM: Bedoel je misschien trekbanden?
133. KH: Nee, de maatvastheid van ankers en dergelijken. Dus als je met stalen kolommen gaat werken, dan moeten wij vaak ankers meenemen. Die ankers die kunnen wij in de balk meenemen. Maar onze balk die wordt weer gemonteerd. Die heeft weer tolerantie. En je hebt wat tolerantie bij de plaatsing van ankers.
<...>
134. RR: Dus je bent gewoon praktische gesproken niet wild van stalen toepassingen?
135. KH: Nee.
136. HN: Bij appartementenbouw heb je toch wel galerijen en dergelijken die vaak op...
137. RR: Natuurlijk. Daar kom je niet mee weg natuurlijk.
138. HN: Nee, daar kom je niet mee weg.
139. KH: En wat we dan vaak doen is wel een poer meenemen bijvoorbeeld. En daar moeten wat haarspelden uit komen. En dan komt er toch weer een in het werk gestort deel waar dan die stalen plaat met ankers inkomt zeg maar.
140. [KH legt het principe uit aan de hand van een schets. De poer is een funderingsbalk die doorschiet vanuit het appartement. Daaruit steken haarspelden. In het werk wordt dan een stuk gestort waarop de staalleverancier zijn voetplaat kan stellen.]
141. RR: Dus dat (verwijst naar de schets van KH) is bij uitkragende balkons die ondersteund worden, of bij galerijen?
142. KH: Ja.
143. RR: Dus dan zit je eigenlijk altijd dit soort intermediair 'gefreubel' in het werk te...
144. HN: Ja. Echt maatvast kunnen wij het nooit garanderen zeg maar. Er zitten altijd toleranties op.
145. RR: Je kan ook niet pennen in ruime gaten krijgen?
146. [KH legt aan de hand van een schets uit dat IJB inderdaad wel eens gebruikt heeft gemaakt van gains in blokken beton. Maar vanwege de grootte van de gains en alle wapening daaromheen wordt het product te groot.]
147. RR: Je hebt zoveel afwijking dat je eigenlijk zulke grote gaten moet maken dat je weer terug bent bij die gestorte balk.
148. HN: Ja, dat werkt over het algemeen het beste ja.
149. HM: Financiële haalbaarheid, vraag vijf. René had het er net al even over. Je kan vaak heel veel maken, maar overal hangt een prijskaartje aan. Hoe staat het aantal bouwlagen van een woongebouw in verhouding tot de funderingskosten? En eigenlijk, waar ik een beetje naar onderzoek ben, is een omslagpunt. Dus wanneer is het eigenlijk niet meer interessant om hoger te gaan stapelen omdat de fundering dan echt uit de kluiten groeit?
150. KH/HN: Dat is voor ons een lastige vraag. Dat is lastig te zeggen.
151. KH: Ik denk dat het uit de hand gaat lopen als we niet meer kunnen blijven bij de standaard afmeting van 600 hoog. Als wij niet meer standaard onze normale balken kunnen toepassen, dan kom je echt in de 'specials' zeg maar, en die kosten meer.

152. HM: Die afmeting 600 is puur gebaseerd op wat jullie nu maken? Jullie maken gewoon simpelweg niet groter dus...
153. KH: Nou kijk, wij maken ze wel groter, maar dit is onze standaard. Wij hebben twee soorten. Die 470 en 600. En dat zijn min of meer de standaardhoogten.
154. HN: Daar hebben wij een heleboel mallen van staan waarin we de balken maken.
155. HM: Dus die hoogte is echt puur gebaseerd op het productieproces en is eigenlijk gewoon een uitgangspunt van ...
156. RR: ... een ontwerputgangspunt vanuit de fabriek inderdaad.
<...>
157. HN: We hebben ook wel eens balken die 800 hoog moeten worden. Soms wel 1000 zelfs. Daar hebben we een aparte mal voor staan om het enkele keer te maken. Maar dat zijn specials. Dat zijn afwijkingen.
158. HM: Qua wat eronder zit. Dus die palen. Is er een situatie denkbaar waarin je zeg van 'nu moeten de palen zo worden overgedimensioneerd', of dat ze zo dicht op elkaar moeten, dat het eigenlijk gewoon niet meer haalbaar is? Of is dat eigenlijk niet denkbaar?
159. KH: Nou, dat is op zich wel denkbaar, maar dat is niet direct afhankelijk van de hoogte van het gebouw. Dus zelfs bij lage gebouwen kan het voorkomen dat je een grondgesteldheid aantreft dat wij de palen zo dicht op elkaar moeten plaatsen dat het eigenlijk niet normaal kan.
<...>
160. HM: Oké, duidelijk. Dan gaat vraag zes over bouwregelgeving en over normen...
161. KH: Even terugkomend op die palen. Het kan natuurlijk wel zijn, als je echt hoogbouw hebt, dat je moet zoeken naar diepere grondlagen. Normaal blijven we bij een paalbelasting, ik noem maar iets, van 500/600 kilonewton. Maar als je echt naar hoogbouw gaat en je gaat naar 1000 kilonewton, dan kan ik me voorstellen dat je je bodemonderzoek daar ook op moet afstemmen. Dat je zegt 'ik moet tien meter dieper sonderen en ik moet grondlagen zoeken die draagkrachtiger zijn'. Zulke dingen. En je komt ook in ander materieel dan, als het lange palen zijn. Grotere hijsstellingen. Grotere boorstellingen. Alles wordt wel duurder.
<...>
162. RR: Is er iets aan te geven over gebouwbelasting in de grote zin van het woord? In getallen? Puur om wat handvaten te krijgen.
163. KH: Ik vermoed dat het er wel is maar ik ben er niet bekend mee.
164. HN: Het is heel lastig te zeggen natuurlijk. Je bent afhankelijk van beukmaten. Je bent afhankelijk van toegepaste materialen.
<...>
165. RR: Ook in de stapelhoogte en in de belastingen... Misschien kun je hogere lagen ook wat lichter bouwen. We zien natuurlijk vier lagen ook met lichte bovenbouw. Heeft dat zin?
166. HN: Belastingreductie heeft altijd zin ja.
<...>
167. HM: Bouwregelgeving en normen. Vaak worden er vanuit bouwregelgeving zwaardere eisen of extra eisen gesteld aan de constructie van een woongebouw. Hoe zit dat met funderingen? Zijn daar normen of extra regels voor die van toepassing zijn als je de gestapelde woningbouw ingaat?
168. HN: Alleen ten aanzien van de belastingen natuurlijk. <> De belastingfactoren zijn daar hoger van.
<...>
169. HM: En tweede draagweg, heb je daar mee te maken bij een fundering?
<...>
170. HN: Dat heeft meer met bovenbouw te maken. Op de fundering heeft dat geen invloed.
<...>
171. KH: Daar is ook een heel groot verschil tussen hoe een hoofdconstructeur daarmee omgaat (verwijst naar bouwregelgeving). De ene doet het echt helemaal precies volgens de regels. Die voert alle regels in en die krijgt 100 belastinggevallen. En de ander die brengt dat terug naar één en die zeg gewoon van 'alles volledig belast, klaar'. Daar zit ook verschil in.
<...>
172. HM: Die tandjes waar we het over hadden, zitten die daar (verijst naar de tekening) op de hoeken? Moet ik het met zo voorstellen?
173. KN: Ja.
174. [KN legt aan de hand van de tekening uit waar de 'tanden' zich bevinden in de fundering.]
175. HM: Maar als je hier (verwijst naar de 'tanden' in de tekening) nou ook een paal neerzet.

176. HN: Ja, maar dat kost een paal extra. Palen zijn over het algemeen vrij kostbaar, dus je probeert altijd zo weinig mogelijk palen. Een beetje extra wapening in een funderingsbalk is over het algemeen veel goedkoper dan een paal extra.
177. HM: Duidelijk.
<...>
178. HM: Trento is een bouwconcept. Heel belangrijk bij een bouwconcept is herhaalbaarheid. Dus dat je een bepaalde oplossing vooraf vaststelt. Met regels voor maatwerk... In ieder geval dat je een oplossing van tevoren bedenkt die projectongebonden is en die je kan herhalen zodat je kan evalueren en verbeteren. Vraag zeven heeft daar betrekking op. In hoeverre is het mogelijk om een herhaalbare, dus projectongebonden, funderingsoplossing voor een bepaald type woongebouw te ontwikkelen? Dus is het mogelijk om van tevoren goed na te denken over een bepaald type woongebouw waar je een concept voor wilt ontwikkelen en dat je daarvoor een funderingsoplossing bedenkt die je elk project kan toepassen zonder daar heel veel aan hoeven sleutelen?
179. RR: Projectongebonden bedoel je?
180. HM: Ja, projectongebonden.
181. KH: Wat de praktijk is, is dat wij projecten krijgen waarbij wordt gezegd 'dit is hetzelfde als vorige keer'. Als je daar dieper naar kijkt en verder in zit dan denk je altijd weer van 'men zegt het wel, maar het was niet hetzelfde'. Echt hetzelfde komt eigenlijk niet voor. MorgenWonen, misschien wel niet het goede voorbeeld voor jullie, dat is voor ons wel een goed voorbeeld, die heeft heel lang vastgehouden aan het concept. En ook echt geen opties, maar twee beukmaten en dat is het gewoon. Voor ons was dat en is dat nog steeds heel belangrijk. Heel eenvoudig zeg maar om die balken te maken. Want dat is echt altijd hetzelfde. Maar wat er nu onder Trento valt...
182. RR: Overigens, wat mij daar intrigeert is dat de grondslag onder die woningen niet gelijk is.
183. KH: ja.
184. RR: Hoe kan het dan dat die balk gelijk is? Omdat jullie ook aan optimalisatie van balkwapening en paalaantallen doen. Dat is toch onder MorgenWonen ook niet... Die heeft toch ook niet een patent op gelijksoortige grondslagen.
185. KH: De grondslag heeft vaak invloed op de lengte van de palen en de afmeting van de palen. Ook wel op het aantal, dat kan, maar het blijft wel altijd onder de bouwmuur. De bouwmuur en kopmuur hebben altijd dezelfde lengte.
186. RR: Dus hooguit een paal erbij?
187. KH: Inderdaad. En dat maakt het ook al heel standaard. Als iemand zegt van 'we gaan 30 woningen bouwen in Limburg, dat typen' en ze geven een situatie aan, dan kunnen wij al aan het tekenen. Trento, daar valt toch wel heel veel onder. Dat heeft denk ik ook te maken met de financiën om het zomaar te zeggen. Ik weet niet of dat zo is hoor, maar... om het toch onder het concept te schuiven, maar dan is het toch heel iets anders. Ik vertel maar even eerlijk hoe het gaat hé.
188. RR: Wij horen alleen maar uitsluitend graag de waarheid. Want alleen daar kunnen wij van leren. Wij weten overigens drommels goed hoe het gaat. Althans, wat we niet weten, dat weten we niet want het is ook een groot bedrijf. Maar dat de lengte en de breedte en de diepte en de uitvluchten in het concept gezocht worden, dat is natuurlijk meer dan duidelijk. Dat is ons een doorn in het oog. Dus dat moet ook even gezegd worden. En dat is vooral natuurlijk ook een doorn in het oog naar onze 17 partners waar precies gewoon afspraken mee zijn, wat wel en niet binnen conceptueel is. Maar goed, daarmee is de cultuur nog niet geslecht en zijn ook de variaties niet altijd in de tang.
189. KH: Nee, kijk, ik zit er ook niet heel goed in hoor. De afdeling verkoop, die mensen weten dat beter dan ik. Maar wat wij tegenkomen... Je ziet dat het onder Trento valt, dat je dan denk van 'hé...'
190. RR: ... dat is wel heel breed'.
191. KH: Dat is wel heel breed ja.
192. HM: Welke randvoorwaarden zou je dan kunnen stellen aan zo een concept zodat die herhaalbaarheid voor de funderingsoplossing er wel is? Welke zaken zijn daarbij heel belangrijk?
193. KH: Ik denk dat je moet blijven bij de standaard balkafmetingen bijvoorbeeld.
194. HM: Standaard afmetingen?
195. KH: Ja, standaard afmetingen.
196. HM: Dan bedoel je de beukbreedte en diepte van een appartement?
197. KH: Dat maakt niet eens zo heel veel uit denk ik.
198. HM: Beukbreedte niet?
199. KH: Nee, dat maakt voor ons niet heel veel uit.
200. KH: Waarom had jij gedacht dat het wel zo is dan?

201. HM: Je krijgt toch meer belasting.
202. KH: Ja.
203. HM: De belasting die wordt afgedragen bij een beuk die is groter denk ik.
204. HN: Dat is zo, maar...
205. KH: Dat maakt voor ons niet uit.
206. HN: Als je maar kunt blijven bij de standaard balkafmetingen 470/600, dan ben je al een heel eind. Want je zult het nooit zo krijgen dat je zegt van 'ik heb altijd een bouwmuur van tien meter, of een beukmaat van 5,70'.
207. RR: Nee, want dat is ook niet onze intentie. <> Het gaat over herhalende principes waarmee je variatie kunt maken.
208. KH: Voor de fundering beschouwen wij elk project toch wel als uniek. Dat zit niet echt in die eenheid zeg maar.
209. RR: Maar wat mij even triggerde, zoals je in het begin zei, dat 'voor ons is vier/vijf lagen wel de max.' en daarna haalde je een voorbeeld aan van hoe het dan in feite door Gerben hier en daar wordt opgelost door de wand op de begane grond mee te wapenen... Want zou dat dan ook een herhalingsaspect kunnen zijn om verder te ontwikkelen of uit te nutten? Ook in stapelingen die hoger gaan. Is dat een handvat om hoger te gaan?
210. KH: Ik vermoed dat dat de sleutel is om hoger te kunnen. Dat je de wanden laat dragen en dat je de belasting niet op de fundering brengt. Op de funderingsbalk.
211. RR: Ja, dus niet op de funderingsbalk?
212. KH: Op de balk ja.
213. HM: Omdat de hoogte van de funderingsbalk een beperking is eigenlijk?
214. HN: Dat is een van de beperkingen ja.
215. KH: De tandverbindingen, daar hang eigenlijk alles aan vast.
216. RR: Het is jammer dat we die balken dan nog moeten maken.
217. HN: De begane grondvloer moet ook ergens op liggen natuurlijk.
218. KH: We zien het om ons heen ook wel gebeuren natuurlijk. Mensen die ook denken van 'we moeten die balk ertussenuit hebben'. Maar dan moet je weer zoeken in je vloeren.
219. RR: Nee, maar de overspanningen moeten ergens gemaakt worden. Dat is helder.
220. HM: Je kan misschien wel naar een kleiner formaat balk. Dus dat je in plaats van die 600 die 470 neemt.
221. RR: We komen net, zoals gezegd, van Heembeton en toen werd er ook geopperd 'je zou natuurlijk bij de bouw naar boven toe de wanddikte kunnen innemen en de wapening kunnen terugschroeven'. Dat zou natuurlijk erg parallel lopen met het fenomeen dat je de onderste wanden gebruikt om 'balkvorming' te doen.
222. KH: Wat het punt is zeg maar...
223. RR: Nu gaan we even over de grote combinatielijnen. Maar goed, dat interesseert ons natuurlijk ook. Want waar liggen nu de verbindingen?
224. KH: Wat het punt is bij de wanden laten dragen is dat in die wanden openingen zitten. Die openingen zijn vaak bij appartementen heel wisselvallig.
225. [KH legt uit wat hij bedoelt aan de hand van een schets.]
226. RR: We hebben net gezien dat wij in feite de vloer uit elkaar leggen en dan storten we hem af. Dan zetten we er een wand op. Als we die wand nou doorstapelen tot op de fundering, dan kunnen we er een latei en een trekanker onderdoor...
227. KH: Ja zo, ja. <?> Dat die rechtstreeks op de paal staat zeg maar?
228. RR: Nee, rechtstreeks op de balk.
229. KH: Ja zo, dat kan ook ja.
230. RR: Ja, maar dat doen we niet. Dus dan krijg je eigenlijk dit...
231. [RR legt uit wat hij bedoeld aan de hand van een schets.]
232. HM: Weet je waarom jullie dat niet doen, dat hadden jullie beschreven, omdat de lengte van die vloeren niet maatvast is.
233. RR: Klopt ook. Maar dat zou alleen maar te maken hebben met het feit dat we die balk nog ietsje breder maken. <>. Maar het zou ook wel met stelwerk te maken hebben. Dat denk ik ook hoor, vooral. Dat we dit niet doen dat heeft natuurlijk te maken met het feit dat we dat niet gestapeld krijgen.
234. HM: Maar in de bouwmuur zitten meestal toch geen openingen?
235. KH: Dit zijn appartementen. Vaak hebben die ergens een...
236. HN: Als je bergingen onderin hebt zitten ofzo.
237. KH: Of twee beuken is één appartement. Dat er een opening in zit.

238. RR: Een zijingang. Je krijgt vanuit een hal een zijingang. Die komt regelmatig voor.
239. [HM schets een eenvoudige plattegrond van een appartementencomplex.]
240. HN: Als het allemaal zo netjes recht-toe-recht-aan is...
241. HM: Maar dat is toch wel het uitgangspunt?
242. RR: Nee, maar je hebt het heel goed. Dit is natuurlijk wel waar we op vlassen. In de zin van 'hoe worden we nou alert op dit soort interrupties?'. Want eigenlijk is het een soort doorbreking van mijn principe dat als ik zeg 'ik laat die wand meedragen' - en daar zijn wij nog helemaal niet op gespind en dat is ook wel de winst van vandaag - dat we dan moeten nadenken of we dan nog wel openingen in die wanden willen laten ontstaan. Of dat we dat conceptueel in het ontwerp uitsluiten. Anders gaat ons feestje daar niet door.
243. KH: Ja, dat klopt.
244. RR: Dat zijn dingen die we moeten doordenken.
245. KH: Als je appartementen hebt dan kan het voorkomen dat deze twee (verwijst naar twee naast elkaar gelegen beuken in de schets) van één bewoner zijn en dat die dan een doorbraak maakt van woning naar keuken of slaapkamer, of wat dan ook.
246. RR: De volgende vraag is natuurlijk, stel dat we nou zeggen van 'het is misschien niet zo handig om deze (verwijst naar de bouwmuur in de schets) zo diep te zetten', zou er nog een wereld tussenin zitten? Want die geïsoleerde vloeren zijn steeds dikker geworden. <> Dan heb ik al een forse hoogte.
247. KH: Ja, zeker.
248. RR: Krijg ik daar dan misschien halverwege wat weg? Of is dat ook nog een... Hier zitten natuurlijk krachtige instrumenten om in feite die wand... daarmee die balk te ontlasten en daarmee toch dat fundament voor dat gestapelde werk beter kan uitnutten.
249. HN: Ik denk dat dat voor een deuropening nog wel opgaat, maar zo gauw je breder gaat dan helpt zo een klein balkje daar onderin ook niet meer.
250. KH: Nee, dat denk ik ook niet.
251. RR: Dan ben je daar je hoogte 'h' kwijt?
252. KH: Ja.
253. HM: Is het niet zo dat vaak die vloeren worden doorgekoppeld?
254. HN: Nee juist niet. Geluid hé.
255. HM: Ja, maar wel om je... Vaak zie je in appartementen dat vloeren op een bouwlaag worden doorgekoppeld om stabiliteit uit alle...
256. HN: Bij verdiepingen wel, want daar heb je echt 'massavloeren'. Maar een begane grondvloer heeft over het algemeen geen massa. Of te weinig massa.
257. HM: Oké.
258. HM: Dan zijn we nu bij vraag acht. Die gaat over het afstemmen van het Trento concept voor de gestapelde woningbouw op de uitgangspunten van jullie productieproces. Dus eigenlijk optimale maakbaarheid. En dan luidt de vraag: welke voorwaarden zouden er vanuit het perspectief van het productieproces van IJB aan de funderingsoplossing worden gesteld voor optimale maakbaarheid van de componenten? Die vraag hebben we het al wel een beetje gehad.
259. KH: Blijf bij de standaard. Dat is eigenlijk de boodschap denk ik.
260. HM: De producten die jullie maken en aanbieden.
261. KH: Ja.
262. HM: Oké, dan is daar het meeste wel over gezegd denk ik. Tenzij er nog aanvulling zijn?
263. KH: Nee, ik denk het niet eigenlijk. Niet vanaf mijn kant.
264. HM: Dan gaan we naar vraag negen. De volgende vragen hebben betrekking op de huidige funderingsoplossing. Toen ik dit aan het voorbereiden was ben ik er een beetje vanuit gegaan dat er heel veel verschillende typen funderingsoplossingen zijn. Maar eigenlijk komt het meeste wel terug op prefab balken op palen. Of is dat niet zo? Of zijn der andere typen oplossing in de gestapelde woningbouw voor de fundering?
265. KH: Nee, volgens mij niet.
266. HN: Nee. Op staal kom je heel weinig tegen. Dan moet je al niet zo heel hoog. Dan kun je wel op betonstroken. Maar dan moet je al echt op de Veluwe zitten ofzo. Echt op een goede zandgrond. Maar dat komt maar heel weinig voor.
267. KH: Volgens mij heeft Nijhuis dat ook een keer gedaan. In Zeist volgens mij...?
268. RR: Ik ben niet op projectniveau...
269. KH: Nee.
270. HM: Op jullie website zag ik wel dat jullie ook echt prefab oplossing hebben voor funderingen op staal.

271. KH: Smartfoot, dat is inderdaad die fundering op staal met een strook en een rib. Dit wordt in één stuk gestort. Er zijn wel mogelijkheden maar die zijn beperkt tot een bepaalde breedte. Die breedtes zijn niet toereikend voor hoogbouw. Of je moet echt een hele goede ondergrond hebben.
272. HN: Ja, dan moet je allicht op de Veluwe zitten. Echt een goede zandgrond. Anders is dat niet aan de orde.
273. KH: Ik denk dat het ook in de praktijk niet heel vaak voorkomt.
274. RR: Neem nou even VBI. Die heeft op zijn website een voorbeeld van een werk in Delft staan waar ze vrij recent twaalf lagen hoog stapelen met hun productselectie. Nou willen we natuurlijk graag die case ook zien. Maar wat denken jullie eigenlijk wat daar aan fundering onder gekomen is? Hoe zou men dat dan behandelen? Is dat dan zo ver weg bij de mogelijkheden die jullie hier hebben? Levert dat iets heel anders op? Is dat dan ook vol in de wandliggers ontwikkeld? Of weet je dat eigenlijk niet?
275. KH: Dat zou ik niet weten nee. Ik vermoed dat er gewoon een grote fundering onder zit.
276. HN: Het zal wel een combinatie zijn van wandliggers inderdaad met... Ik weet niet of het een ter plaatste gestorte fundering was, want daar kun je natuurlijk ietsje meer mee.
277. KH: Of het onderkelderd is.
278. HN: Als het onderkelderd is kan er een complete plaat onder liggen. Ik weet niet hoe het uitgevoerd is natuurlijk.
279. RR: Ja. Dat gaan we dan uit die case halen.
280. HM: De volgende vragen hebben betrekking op de huidige funderingsoplossing van Nijhuis. Vraag negen: wat is uw mening over de keuze van Nijhuis om prefab betonnen balken op palen als projectongebonden funderingsoplossing voor de gestapelde woningbouw te gebruiken?
281. HN: Daar hebben we het de hele tijd al over gehad denk ik.
282. RR: Dat juichen ze je toe, want dat is wat ze je graag verkopen. Alleen ze hebben ergens grenzen waar wij nou nog steeds een beetje naar op zoek zijn waar die dan liggen.
283. HM: We hebben het natuurlijk ook nog gehad over mortelschroefpalen. Dat is wel een andere type nog.
284. RR: Het is een veel duurdere paal.
285. KH: Volgens mij is het een duurdere paal inderdaad en de kwaliteit van de paal is minder dan een heipaal. Minder zekerheid. Bij heipalen heb je nog een kalenderwaarde en bij mortelschroefpalen heb je dat niet. Maar goed, die kwaliteit van die paal, dat zit natuurlijk verwerkt in de factoren die je moet rekenen om draagkracht door te rekenen. Beide zijn het palen. Beide zijn het ook wel goede palen denk ik. Alleen onze voorkeur gaat natuurlijk uit naar heipalen. Ik denk wel dat je moet rekenen dat als je met hoogbouw bezig bent en je bent binnenstedelijk, dat daar misschien ook wel een andere paal op de propen komt die je daar niet verwacht. Omdat heipalen, dat geeft toch trillingen en mortelschroefpalen doen dat niet.
286. RR: Ze hebben minder verzekerde belasting.
287. KH: Inderdaad. Dan moet je misschien toch denken aan andere paalsystemen. Dat dat dan meer draagkracht biedt bij hoogbouw.
288. RR: Waar komen we dan op uit? Want jullie kunnen ook palen drukken. Maar dat is meer om de geluidsoverlast te reduceren. Maar wat als we nou doordraven in meer belasting en hogere gebouwen. Wat gaan we dan als opvolgend systeem krijgen?
289. KH: Vibropaal.
290. HN: Vibropaal ja. Je hebt natuurlijk stalen buizen die in de grond blijven zitten zeg maar. Die gevuld worden met beton.
291. RR: Wat is ook alweer een vibropaal?
292. KH: Dat is een paal, die wordt de grond ingedraaid met stalen buis. Dan blijft de punt achter.
293. RR: De kop van de spiraal blijft zitten?
294. KH/HN: Ja, de kop blijft achter.
295. RR: Die schacht gaat terug?
296. HN: Die trillen ze eruit.
297. KH: Klopt. Die stalen buis wordt dan weer teruggebracht. Dat is wat betreft kwaliteit een betere paal dan een mortelschroefpaal omdat je een hele buis rondom hebt en je heel gecontroleerd beton kunt vullen.
298. RR: Die buis wordt eruit getrokken als het beton is gestort?
299. KH/HN: Ja.
300. RR: En daar wordt ook een wapeningsnet ingedrukt? Of die wordt erin gezet en dan wordt die gestort? En dan gaat die buis er weer uit?
301. KH/HN: Ja.
302. RR: Dan heb je eigenlijk in het werk gevormde bekisting. In tegenstelling tot een vormpaal. Die wordt gewoon in het zand gevormd.
303. KH: Ja, klopt.

304. HM: Maar die heeft dan wel een hogere schachtwrijving. Hoe zeg je dat? Weerstand.
305. KH: Ja, maar die mag je niet rekenen.
306. HM: Nee? Want die is niet maatvast?
307. KH: Wat je boort is grond verdringend, of nee, grond verwijderend... Dat je de grond ontspant zeg maar. En daarom mag je minder draagkracht rekenen. Bij vibropalen is dat niet zo.
308. HM: Injectiepalen. Is dat een oplossing?
309. HN: Je hebt veel systemen ja, maar het is niet het goedkoopste natuurlijk.
310. KH: Een vibrocombinatiepaal heb je ook nog.
311. RR: Maar dan praat je al over een zodanig specialisme en een explosie van kosten...
312. KH/HN: Nou, dat zijn dure palen ja.
313. RR: Het leerpunt is hier dat we eens moeten opzoeken – en dat zou ook een vraag aan jullie zijn – of je ook een uitgewerkte case hebt voor ons buiten de Nijhuis projecten. Dat is misschien lastig. Dat we eens kunnen zien wat het betekent in het uitwerkingsniveau van zo een gebouw. Om daar met terugwerkende kracht studie op te doen van ‘hoe is nou eigenlijk die uitwerking geweest bij zo een belastingpatroon?’.
314. KH: Ik weet niet of dat mogelijk is, maar ik kan me voorstellen dat we wel iets kunnen vinden. Wij verkopen ook heipalen zonder prefab fundering. Dus dan moeten we kijken wat daar binnenkomt en daar eens kijken van ‘hoe ziet dat eruit?’. We krijgen wel tekeningen van de palenplannen. We kunnen dat natuurlijk niet zomaar doorsturen maar we kunnen wel even kijken hoe dat in elkaar steekt. Dat is op zich wel mogelijk denk ik.
315. HN: Over het algemeen blijkt gewoon dat een prefab paal die is geheid, dat is gewoon de goedkoopste oplossing. Daarna komt de mortelschroefpaal.
316. RR: Maar goed, het is natuurlijk ongelooflijk interessant om te weten wat dan de grenzen zijn voor die toepassing. Je zou haast zeggen ‘als ik mij moet bedienen van een ander funderingsprincipe dan ben ik eigenlijk buitenconceptueel volledig geraakt, dan ben ik er gewoon overheen’. Dat lijkt wel een veronderstelling die klopt omdat we zo ver afraken van industriële productiewijzen en prefabricatie, en allemaal gedoe in het werk, dat is niet ons <?> en daar willen we eigenlijk iet overheen. De vraag die daaruit volgt is: waar gaat nu die prefab fundering ophouden? Die vraag moeten we dan toch hier stellen of achterlaten.
317. KH: Als Nijhuis zeg van ‘we willen door met hoogbouw’ dat het heel erg een samenwerking moet worden tussen constructeur en Nijhuis en IJB om te kijken van ‘hoe moeten we nou dit doen’. Ik denk dat de hoofdconstructeur daar ook wel een goede kijk op kan hebben. Hoe hij dat gebouw zo kan laten afdragen zodat wij onze prefab fundering toch nog kunnen toepassen. Want dat zou toch een samenspel moeten zijn van hoofdconstructeur en... Wij kunnen wel zeggen van ‘als je het zo doet kan het, maar...’
318. RR: Nee, maar we spreken eerst alle disciplines en daarna moeten wij nadenken wat we vervolgens bij elkaar brengen of hoe we dan daar de overtreffende trap op krijgen.
319. KH: Wij hebben wel eens hoogbouw gedaan, maar dan is het echt helemaal zo uitgerekend dat die funderingsbalk ontzien wordt wat betreft belastingen.
320. HM: Ja, er moet gewoon echt goed over na worden gedacht.
321. KH: Ja, want hoogbouw en prefab, dat gaat niet een-op-een met elkaar door een deur.
322. RR: Als ik het nou zo formuleer dat... Na drie/vier lagen moet ik toch eigenlijk wel de onderbouw van het gebouw gaan aanspreken om mee te helpen te funderen?
323. KH: Ja, bij vier/vijf lagen denk ik.
324. HN: Dat denk ik wel.
325. RR: Dus ik moet ergens in dat overgangsgebied van tegen de vier/vijf lagen, dan moet ik echt maatregelen gaan nemen die de onderbouw in feite mee laat presteren in de fundering. Dat is eigenlijk wat jullie zeggen. Om uiteindelijk ook die standaard – die IJB natuurlijk in de kern ook is – herhaald te krijgen.
326. KH: Ja, klopt. Ook eens Henri?
327. HN: Ja. Mee eens.
328. HM: Vraag tien: wat is het toepassingsgebied van de huidige Trento funderingsoplossing, in acht nemende de funderingskosten, bouwregelgeving, maakbaarheid en herhaalbaarheid? Eigenlijk terugkomend op alle zaken die tot nu toe zijn besproken. Eigenlijk vroeg René dat net al, maar wat is het toepassingsgebied? Nou, dat zijn dus vier tot vijf bouwlagen. En door welke knelpunten wordt het begrensd? Dus eigenlijk weer door die funderingsbalk?
329. KH: Ja.
330. HN: Door de tandbelastingen weer.
331. KH: Het is steeds een terugkerend iets zeg maar. Dat blijkt wel het knelpunt te zijn.

332. RR: Ik had zelf nog opgeschreven dat jullie hebben gezegd dat als je ook in staat bent om in feite die onderlatei in gevels mee te laten dragen, wat je in de wanden doet, dan breng je krachten in feite naar de hoekpunten, daar wil je natuurlijk naartoe...
333. HM: Dat toch niet per se?
334. RR: Daar ben je wel mee bezig als je de balk dragend maakt in het onderste deel van de gevel.
335. KH: Dat is de voor- en achtergevel?
336. RR: Ja, de voor- en achtergevel.
337. KH: In de woningbouw, daar doen we dat nu ook al. Maar het is wel zo...
338. [KH legt aan de hand van een schets uit dat als je de gevels als ligger laat fungeren, dat de belasting dan toch nog vaak op de 'tanden' terecht komt.]
339. RR: Dus dat brengt geen verandering op het kritische punt hier (verwijst naar 'tandje' in de schets)?
340. KH: Nee. Dus voor ons is dat nog steeds het kritische punt.
<...>
341. HM: En als je de gevels niet meer voor de vloeren langs gaat stapelen maar op de vloeren zet? Zoals je de vaak ziet met hsb. Dan wordt de belasting van de gevels afgedragen via de bouwmuren.
342. HN: Ja, dat gebeurt bij appartementen toch wel vaak, dat de verdiepingen op de vloeren... Want je kunt dat er niet allemaal voorlangs gaan stapelen.
343. HM: Maar dan ben je toch wel van het probleem af eigenlijk?
344. KH: Dat is wel zo ja, als je het per verdieping laat dragen. Dat je zegt van 'ik ga deze wand (verwijst naar de gevel in de schets) koppelen aan de zijgevels en ik draag dat allemaal', dan is dat ook opgelost. Dan heb je niet de belastingen op de balk. Dat gebeurt inderdaad ook wel.
345. RR: Is er een reden om te denken dat dat bij hoger stapelen eerder gaat gebeuren? Dat we de gevels op de vloeren zetten? Want je kunt ze toch niet meer doorstapelen tot acht hoog.
346. HN: Nee, dat gaat niet.
347. KH: Nee, dat klopt.
348. HN: Dus die worden meestal gekoppeld aan de bouwmuur.
349. RR: Toen dacht ik nog even 'als we nou gewoon dan toch deze (verwijst naar de funderingsbalk in de langsrichting in de schets) weglaten en we drukken deze (verwijst naar de voorgevel in de schets) gelijk op de koppen van de langs balk?'. Want als dat neusje nou het probleem is, dan moeten we het neusje skippen en gewoon een volle balk van 600 hoog... En daar komt die gevel met twee punten op te staan. Wat doen we dan nog met deze (verwijst naar de funderingsbalk in de langsrichting in de schets)?
350. KH: Ja, dat is een vraag inderdaad. Ik denk dat het echt een soort borstwering is.
351. RR: Nee, maar we kunnen natuurlijk wel een lichte grondkering toepassen. Want dan hebben we het neusje...
352. KH: Dan hebben we het neusje eruit gewipt inderdaad.
<...>
353. Dat zou iets kunnen zijn natuurlijk. Voor alsnog gaat die afdracht via...
354. RR: Nee, helder. We hebben het over de huidige toepassing, maar we zitten natuurlijk ook met één oog te kijken van 'hoe gaan we dat dan fixen met elkaar?'.
355. HM: Maar als je dan toch de gevel niet voor de vloeren langs maar op de vloeren gaat zetten, dan krijg je natuurlijk wel ergens anders een stabiliteitswand. Dan gaat je stabiliteit niet meer uit je gevels komen. Wij waren bij Gerben en die zegt 'je kan van die kleine stabwandjes per beuk op de vloer zetten'. Moet je daar een fundering onder gaan plaatsen?
356. KH: Dat is afhankelijk van...
357. HN: Dat ligt aan de kracht. Kijk als je tien appartementen op een rij hebt zeg maar, een beetje een lang blok, dan kun je het spreiden. Dan is het niet zo groot en dan kom je er waarschijnlijk wel uit. Maar als je er maar drie of vier hebt, dan wordt het een ander verhaal.
358. HM: Ja.
359. KH: En als je het dan niet meer op de vloer kunt zetten, dan wordt het inderdaad wel vervelend. Want dan krijgt je dat wij...
360. [KH legt aan de hand van een schets uit dat als je een funderingsbalk onder de stabwanden moet plaatsen, dat je dan de funderingsbalk onder de bouwmuur moet onderbreken. Je krijgt ter hoogte van de bouwmuur een dubbele inkassing in de fundering.]
361. KH: Omdat wij met prefab werken heb je die tandverbindingen, die komen hier (verwijst naar de locatie waar de funderingsbalk onder de stabwanden en de bouwmuurbalk elkaar ontmoeten in de schets) bij elkaar en dan krijg je...
362. HN: ... een dubbele inkassing.

363. KH: Een dubbele inkassing. Een hele verzwakking van je bouwmuurbalk. Dat is voor ons dan weer vervelend.
364. RR: Je zou zeggen dat je hier (verwijst naar de fundering ter hoogte van de stabwanden in de schets) gewoon een paal met een grote, zware kop maakt en dat ik dat niet laat inkassen.
365. KH: Ja.
<...>
366. KH: Je kunt het ook zo doen inderdaad, dat je zeg van 'ik maak hier een paal, dan gaat de vloer eroverheen en ik giet hier nog even door die vloer heen en ik heb ze ook verbonden', maar dat zijn toch van die oncontroleerbare oplossingen. Want...
367. [KH legt aan de hand van een schets uit dat alleen een paal als fundering onder de stabwanden, zoals RR opperde, in de uitvoering erg lastig is aangezien de afwijking bij het plaatsen van palen erg groot is en je lastig de verbinding tussen paal en stabwand kunt maken en controleren door de vloer die erboven zit.]
368. HN: Die paal heeft gewoon een afwijking. Die staat nooit echt daar waar je hem hebben wilt. Dan moet je inderdaad een gaatje in die vloer maken en dat dan nog allemaal afstorten. Wat daar allemaal van terecht komt...
369. HM: Dus eigenlijk wil je het liefst die stabwandjes op de vloer?
370. KH: Dat zou het mooiste zijn. Dat is voor iedereen het mooiste denk ik omdat je dan gewoon geen maatregelen in je fundering hebt.
371. HN: <> Want die kan natuurlijk niet op het schilletje van die vloer staan. Dan moet de vloerenfabrikant er rekening mee houden dat die daar zijn rib heeft lopen.
372. HM: Dat is ook wel lastig natuurlijk.
373. HN: Dat zijn allemaal van die beperkingen. Hij kan niet op dat schilletje staan natuurlijk.
374. HM: Een massieve vloer zou dan beter zijn misschien.
375. HN: Ja, maar dan moet je weer naar andere vloertypes.
376. RR: Ik heb Germen ook gehoord dat hij zelfs een 260 vloer ertussendoor legt. Kan dat? Een inkeping in de balk. Of een optopping van de balk wordt dat dan. Wat wordt dat dan? Of komt dat heel zelden voor?
377. KH: Dat gebeurt zelden.
378. HN: Echt een inkeping in de balk niet nee. Je kunt wel een zwaardere of een ander type vloer ertussenin leggen.
379. RR: Of een vloer die zwaarder is gewapend zelfs?
380. HN: Een zwaardere gewapende vloer. Of een massief deel. Dat kan allemaal wel natuurlijk.
381. KH: Maar echt sprongen in vloeren, dat...
382. RR: Nee, dat snappen we.
383. HM: Deze stabwandjes worden dan toch in principe ook verticaal doorgekoppeld met wapening?
384. KH: Ja.
385. HM: Hoe gaat dat dan door je vloer heen?
386. [KH legt aan de hand van een schets uit dat er uit de funderingsbalk stekken steken, die fabrieksmatig zijn aangebracht, die in de gains in de wandelementen vallen en vervolgens worden aangegoten.]
387. KH: Er komt een wand, die komt rechtstreeks op die balk te staan. Dan zit hier (verwijst naar de schets) een gain in die wand en die wordt gewoon aangegoten. <>
388. HM: Eigenlijk gaat die hele wapening... Heel die wapening in die paal is gekoppeld aan de wapening in de wanden?
389. KH: Ja, via de balk dan. Want je kunt ze niet recht boven elkaar... Ja, dat kan wel, maar...
390. HN: ...dan zit je altijd met toleranties weer.
<...>
391. HM: Dan gaan we naar vraag elf. Vraag elf gaat over redelijke alternatieven op de huidige funderingsoplossing. Daar hebben we het ook al wel over gehad. Zijn er nog alternatieven? We hebben die schroefpaal genoemd. En die wandligger natuurlijk.
392. RR: En die vibropaal, maar waarvan we ook hebben gezegd 'dat is conceptueel geen alternatief'.
393. HM: Die wandligger wel.
394. RR: Ja, die wandligger wel. En in feite al een gebezigd principe, alleen misschien nog niet doorgedrongen tot ons conceptenbrein om het zo maar te zeggen. Misschien moeten we daar nog eens in samenhang goed naar kijken. Wat Koos ook zegt, dan zul je toch de gezamenlijkheid van de constructeur en IJB en Nijhuis moeten zoeken om te kijken hoe we dat dan fixen.
395. HM: Oké. Vraag twaalf: wat is beredeneerd vanuit uw expertise en de mogelijkheden van IJB de optimale projectongebonden funderingsoplossing voor Trento gestapeld? Eigenlijk elke oplossing die blijft binnen die...

396. RR: ...binnen die standaard balken.
397. HN: Ja, binnen de standaard funderingsafmetingen.
398. RR: En we hebben gewoon geconstateerd dat als die tandjes het niet meer doen, dan moeten we het in de onderbouw gaan zoeken. Dat is op zich een vrij simpele... En dan komen we met confrontaties van openingen, dan komen we weer op het ontwerp uit en zo draaien we eigenlijk het rondje weer terug naar de 'backbone' van de eenvoud van het gebouw'.
399. HN: Ja. Hoe eenvoudiger het gebouw, hoe simpeler...
400. RR: We hebben pas recht van spreken, of in de aansturing kunnen we pas hier wat doen, als we ook weten waarom we het doen en wat de argumentatie daarachter is. Anders is niemand ontvankelijk voor de oefening. We moeten echt wel kunnen uitleggen waarom we dan dingen niet willen doen.
401. KH: Ja, dat klopt ja.
402. RR: En dan pas kunnen we pas die glimlach hier krijgen en zeggen 'die jongens hebben het toch wel begrepen want nu krijg ik een gebouw wat in een keer lijdt tot inpassing van spullen'.
403. KH: Als ik even kijk naar hoe we het nu doen, ook met Germen en IGE, we zitten best wel op één lijn eigenlijk.
404. HN: Ja.
405. KH: Germen die stelt ook vragen over en weer. Over en weer is er gewoon goed contact. Hebben zij problemen of vragen, dan bellen ze gewoon even. Ook over de funderingsoplossing.
406. RR: Nee, maar kijk, zij hebben geen twijfel over wat wij eronder willen hebben. Dat is een IJB fundering. Dat maakt natuurlijk ook dat vragen te allen tijde gesteld kunnen worden en dat jullie daar ontvankelijk voor zijn en ook altijd de aandacht daarvoor geven die we natuurlijk met zijn allen vragen. Dus dat is natuurlijk het waanzinnig mooie van een co-makship waar geen uitwijk mogelijk of nodig is.
407. KH: Ik denk ook echt bij Nijhuis... Het werk wel goed. Ook met IGE. Hier intern wordt wel eens geklaagd hoor. Over tekeningen die dan net niet goed zijn. Maar ik denk dan van 'ja, net niet goed, maar anders had je bagger gehad'.
408. RR: Je kunt ook zeggen '90 procent goed'.
409. KH: Inderdaad.
<...>
410. HM: De laatste vraag. In het huidige Trento concept is nog geen funderingsoplossing voor de fundatie van galerijen en liftschachten. Welke oplossingen zijn er vanuit IJB? Het gebouw waar we nu naar kijken is ene gebouw met galerijontsluiting. Die galerij staat op stalen halfportalen. Die moeten natuurlijk ook gefundeerd worden. Hoe zou je dat kunnen doen?
411. HN: Normaal loopt de bouwmuurbalk door naar buiten toe. Daar staat dus een kolommetje op van de galerijen.
412. HM: Is dat wel echt een economische oplossing, om echt zo een...
413. HN: Je zou ook kunnen zeggen van 'ik zet er een losse paal onder' maar dan ben je weer gebonden aan de positie van die paal wat in de praktijk vaak wel wat afwijkt. Dan ben je dus wat standvastiger als je zegt van 'die balk die loopt door'. Daar heb je wat meer speling en dan kun je wat makkelijker... Dan past dat ook makkelijker.
414. KH: En je hoeft ook geen poer te storten. Dat scheelt ook enorm. Alle wat je prefab kunt maken, dat is winst zeg maar. Tenminste, vaak is dat winst ten opzichte van een losse poer. Die losse poeren...
415. RR: Dat is een ander proces?
416. KH: Je moet weer beton hebben op het werk. Dat is gewoon verstorend voor het proces. Dan kun je beter gewoon een extra strekkende meter balk, of een paar extra strekkende meters balk, leggen dan dat je een poer gaat maken die in het werk gestort is.
417. HM: En voor liften? Ik zag dat jullie ook een prefab liftput hebben.
418. KH: Wij hebben de mogelijkheid om een liftput te maken van een beperkte afmeting en beperkte hoogte. Maar goed, dat is wel toereiken voor dit project (verwijst naar het voorbeeldproject) bijvoorbeeld. Dat zijn gewoon de mogelijkheden zeg maar.
419. RR: Is dat nog gebaseerd op veelvoorkomende liftmaten dan? Hebben jullie daar een studie naar gedaan?
420. KH/HN: Nee.
421. RR: Hebben wij de gegevens over wat de lengte en breedte van die bak kan zijn?
422. KH: Als het goed is wel.
423. RR: Dat staat bij ons in de kennisbank?
424. KH: Ja. Als het goed is staat dat er wel in. En als het er niet in staat dan is het heel eenvoudig een lengte en een breedte en een diepte.
425. RR: Maar die kan nog wel wat wisselen? Met een max.?

426. KH: Nou, je hebt een maximale afmeting buitenwerks. Het is een standaard bak. Een standaard afmeting buitenkist. Die kunnen we verstellen. Je kunt er een binnenkist inmaken. Dan wordt de vloer gestort en de wanden worden gestort en dan heb je een put.
427. HM: En werkt het ook samen met andere funderingsoplossingen? Is er ook nagedacht over een goede aansluiting op...
428. KH: Wij maken in de liftput, in de wanden, daar worden weer inkassingen gemaakt zodat de prefab balken daar weer in kunnen liggen.
429. HM: Ja oké. Dat is gewoon een samenhang.
430. HN: Dat wordt gewoon opgenomen in de funderingsbalken.
431. HM: Dus eigenlijk is het gewoon 'slim' om die liftput mee te bestellen bij IJB als het ware omdat...
432. KH: Dat is wel de oorsprong geweest.
433. RR: Doen wij dat ook, of wordt die ook wel eens in het werk gestort?
434. KH: Als die binnen de maten past, dan wordt die meegenomen.
435. KH: Eerst moesten wij liftputten altijd extern bestellen. <>
436. HM: Ik zag een foto op de website van hoe de liftput wordt gemonteerd op locatie, dat je dan de put niet direct op de palen zet maar dat je daar nog een soort van poertje tussen doet.
<...>
437. HN: In principe zit het gewoon op de palen. Dan zit hier (verwijst naar de tekening van het voorbeeldproject) een gaintje in en dan wordt die vanaf boven afgestort.
438. HM: Oké. Ik ben door mijn vragen heen. René, heb jij nog aanvullende vragen?
<...>
439. RR: Jullie rijden 50/100 auto's per dag weg met palen en balken. Daar zit dus maar een klein deel appartementenbouw bij?
440. KH/HN: Ja, klopt.
441. RR: In wat voor verhouding? Durf je daar iets van te zeggen?
442. KH: Ik denk nog geen tien procent.
443. HN: Nee, dat denk ik ook niet.
444. RR: Komt dat hier niet terecht, of is dat eigenlijk gewoon de marktverhouding? Of wijt je dat aan het feit dat je daar gewoon niet op gespitst bent? Heeft dat met de locatie van jullie bedrijf te maken? Ik voel aan dat het percentage aanzienlijk hoger is. Ik schat in dat wij in de Trento-lijst 20/30 procent hebben staan.
445. HM: Ik weet dat bij de Trento-projecten aardig wat funderingen in het werk zijn gestort.
446. HN: Ik wil zeggen, meestal zie je bij appartementen vaak in het werkt gestort.
447. HM: Ik denk toch omdat je dan die tandjesverbindingen...
448. RR: Maar wacht even, dat is erg weinig ter sprake geweest. Het eerste is dat je dus denk dat maar tien procent gestapeld hiervandaan komt.
449. KH: Dat is een schatting.
450. HN: Ik denk niet dat het meer is nee.
451. RR: En dat je dus eigenlijk nu zegt 'het kon wel eens zo zijn dat het meeste in het werk gestorte funderingen zijn'.
452. KH: Ik denk ook niet dat het bij ons terecht komt uiteindelijk. Het zou kunnen zijn dat ze een aanvraag doen en dat wij zeggen 'we doen het niet omdat het appartementen zijn'. Dat komt ook wel voor.
453. RR: Zou je dit nog eens na willen vragen, want dat is dan een commerciële beslissing denk ik. Om daar wat zicht op te geven. Het lijkt me interessant om te weten.
454. KH: Ja.
455. RR: Gestorte funderingen in het werk. Jullie verwachten dat dat de gewone gemene deler is in de gestapelde bouw? Mag ik het zo zeggen?
456. HN: Ik denk dat de meerderheid...
457. RR: ... dat het leeuwendeel, stel 80 procent van de appartementenfunderingen, is in het werk...
458. HN: ... op dit moment is in het werkt gestort. Ja.
459. HM: Maar is het ook niet zo dat heel veel appartementen tegenwoordig een parkeerplaat onder het appartement hebben waardoor je een grote fundering op staal kunt toepassen?
460. KH: Ik vermoed dat wij daar niet heel goed in <> omdat wij dat niet zien. Omdat wij dat niet binnen de poort krijgen. Maar ik verwacht wel dat... Wij hebben natuurlijk een bedrijf dat heel erg gegroeid is, maar ook in de markt van woningbouw en prefab.
461. HM: Ja. Jullie zijn gewoon echt toegespitst op de woningbouw.
462. KH: Ja. Maar ook, wij hadden daar genoeg aan. Vooral de laatste jaren hebben wij ons heel erg – en dat zullen jullie ook wel gemerkt hebben in de praktijk – gespitst op standaardisering van balken maar ook de

funderingen. Alles is gestandaardiseerd om de marktvraag, de hoeveelheid, aan te kunnen. We hebben gezegd van 'die aparte dingen, die moeten we echt buiten de poort houden' om de meters te kunnen maken.

463. RR: Ja. Dat is ook zeer conceptueel, maar nu zitten wij ons af te vragen hoe we die hoogbouw, waar vraag naar is, conceptueel krijgen. Dan verschuift die opgave.
464. KH: Je wilt eigenlijk de hoogbouw binnen die...
465. RR: Wij willen die kaders verleggen van wat er nu mogelijk is. Omdat we gewoon te veel vragen krijgen die daarover gaan. Dat is ook logisch in het kader van binnenstedelijke ontwikkelingen en verdichting, kleine eenheden, en zo noch een paar van dat soort ontwikkelingen. Het lijkt ons een ongelooflijk aantrekkelijke markt. En wij zijn ook woningbouwer pur sang en dan is ook onze business in de afbouw repeterend op wat we bij grondgebonden doen. Daar kunnen we ook 'effort' mee maken.
466. KH: Nog even terug. Je zij 'dat is een commerciële vraag'. Maar de vraag was wat wij tegenkomen aan percentage gestapelde bouw?
467. RR: Ja.
468. KH: Maar daadwerkelijk wat voor ons de opdracht wordt?
469. RR: Als jullie beide weten – jullie zijn vast commercieel heel goed in de data onderlegd – zijn wij natuurlijk heel geïnteresseerd in hoeveel procent is de vraag naar gestapeld en welk deel laat je doorlopen, ten teken dat je dus daar een oplossing voor weet te vinden in je standaard assortiment. Dat is voor ons best een goed gevoel om te weten van 'waar ligt dat nou?'.
470. HM: Misschien ook waar die keuze om wel of niet een bepaald werk aan te nemen op is gebaseerd.
471. RR: Ja, maar dat is natuurlijk de haalbaarheid met hun standaard producten.
472. KH: Volgens mij is dat wel na te vragen. Ik denk dat heel erg afhankelijk is van... Wij krijgen wel aanvragen van 'kunnen jullie dit maken', maar dan is er niet vooraf een afstemming geweest van 'we gaan prefab maken'.
473. RR: Nee, dan is het meer een zoektocht naar betaalbare dingen of kosten...
474. KH: Dan wordt heel veel buitenboord gehouden omdat dat er gewoon niet inpast. Als je het wel van tevoren afstemt, dan denk ik dat je het wel naar binnen kunt trekken.
475. HN: Ja, als het een beetje standaard is.
476. RR: Dat snappen wij heel goed. Het interessante is natuurlijk voor ons wel... Stel dat van jullie hele vraagkant van klanten toch gewoon 30 procent gestapeld is en je laat daar 20 procent van afvallen, dan is dat een ongelooflijk interessant gegeven. Ook voor ons als bouwer om de bevestiging te krijgen dat het dus echt wel gebeurt in die gestapelde bouw, want 30 procent doet ertoe. Jullie zijn best wel representatief voor een marktvraag naar funderingen. Dat is echt een getal wat we bijna los kunnen laten op de hele markt. Zo groot zijn jullie. Dat maakt het wel een interessant getal.
477. KH: Nou, we gaan het even navragen. We komen er op terug.
478. RR: Oké, dat zou fijn zijn.
479. KH: Waren er nog meer vragen? Ik heb het eventjes niet opgeschreven. Er was volgens mij nog een vraag.
480. HM: Ja, dat ging over een case.
481. RR: De case ja.
482. KH: Inderdaad, of wij nog iets hebben met...
483. RR: ... een uitgewerkt gebouw. Een gestapeld werk.
484. HM: Voor ons is het heel interessant als we niet alleen maar in de Nijhuis-oplossingen denken maar ook kijken wat daarbuiten gebeurt.
485. KH: Oké, dan heb ik die genoteerd. Ik kom erop terug.
486. HM: Bedankt. Bedankt voor het interview. Ik ga het interview uitwerken en dan zal ik jullie ook de inzichten toesturen.
487. KH: Dat zou mooi zijn. We zijn heel benieuwd naar wat eruit komt.

Aanvullende inzichten

KH is per mail teruggekomen op een aantal openstaande vragen:

Goedemorgen Henri,

We zouden nog terugkomen op onderstaande vragen:

1. Kan IJB een percentage aangeven hoeveel aanvragen voor funderingsbalken gedaan worden voor stapelbouw?

2. Welk percentage van die aanvragen stapelbouw wordt daadwerkelijk opdracht voor ons?
3. Hoe ziet de fundering er uit voor stapelbouw projecten?

Deze vragen zijn kort besproken met onze verkoop en naar aanleiding daarvan kan ik het volgende aangegeven.

1. Het is lastig om een percentage aan te geven.
Voor wat betreft de m1 balk vormt stapelbouw maar een heel klein percentage van onze totale productie, gedacht moet worden aan enkele procenten.
Een stapelbouw project levert ons sowieso weinig m1 balk op aangezien gebouwd wordt op een kleine oppervlakte.
Voor een aantal comakers hebben we stapelbouw in het contact opgenomen zolang het binnen de balkhoogten 470 en 600 mm valt.
2. Niet aan te geven wordt niet geregistreerd.
3. In de regel ziet tot 5 a 6 lagen hoog de fundering er niet anders uit dan bij reguliere woningbouw.
De krachten zijn alleen anders en dan moet goed rekening gehouden worden met het zwakke punt in een prefab fundering, de tanden.
Bij stapelbouw met > 6 lagen worden de krachten vaak anders verdeeld.
Concentratie van krachten, bijv. kolommen of schijven met meerpaalspoeren, stabiliteitskernen e.d. maakt een prefab fundering afwijkend van afmeting, lastig, bewerkelijk en daarmee te duur en soms onmogelijk.

Ik neem aan dat de vragen voldoende zijn beantwoord.
Ben benieuwd naar het resultaat van het onderzoek.

Met vriendelijke groet,

Koos Hoekstra

D.3 Transcriptie interview VBI

Interview op woensdag 1 mei te Huissen

Interviewer:

- Henri Mauritz
- Afkorting: HM

Interviewer bijgestaan door:

- René van Riggelen
- Hoofd Bouwprocesontwikkeling bij Nijhuis Bouw B.V.
- Afkorting: RR

Geïnterviewde:

- Gerard Wittebol
- Adviseur Bouwconcepten bij VBI Verkoop Maatschappij B.V.
- Afkorting: G

Transcriptie

1. HM: Mijn onderzoek gaat over de toepassing van Trento in de gestapelde woningbouw. Ik wil kijken naar wat nou als we het huidige concept pakken en we gaan daarmee gestapelde woningbouw realiseren, tegen welke knelpunten loopt Nijhuis dan aan. Wat zijn deze knelpunten en hoe begrenzen deze knelpunten het toepassingsgebied van het concept. Als ik het op die manier doe, dan kan ik ook heel gericht alternatieven aandragen op die knelpunten en op die manier de oplossing een stapje in de goede richting helpen. Wij gaan alle co-makers van het casco langs. Dus we zijn bij wanden geweest en we zijn bij de fundering geweest, en vandaag zijn we bij de vloer. Dus eigenlijk willen we dan het onderzoek doen vanuit het perspectief van dat product, dus in dit geval de vloer. Dat gezegd hebbende wil ik graag beginnen met de eerste vraag. Die gaat over de expertise van VBI: wat is de expertise van VBI met het bieden van een oplossing voor de gestapelde woningbouw?
2. G: Het zwartepunt van die expertise ligt uiteraard bij de toepassing van de vloeren, maar niet alleen de vloeren als product is denk ik van belang bij de toepassing in gestapelde woningbouw, het gaat eigenlijk om dat hele logistieke proces dat daar omheen hangt. De vloer is eigenlijk maar een heel klein onderdeel van het hele gebouw. De keuze van de vloer heeft vaak weer heel veel invloed op de andere onderdelen, wanden en noem maar op.
3. HM: Het is echt de samenhang?
4. G: Het is altijd de samenhang. Je kunt het nooit als een individueel onderdeel zien. Het is altijd iets wat in een totaal moet passen en daar spelen dragende elementen een grote rol in. Daar speelt stabiliteit een grote rol in. Installaties spelen daar een hele belangrijke rol in. Dus het is nooit specifiek alleen die kanaalplaat, of welk vloersysteem dat ook. Het is altijd breder.
5. HM: Dat is denk ik waarom conceptueel bouwen zo belangrijk is.
6. G: Ja.
7. HM: Dat is ook waarom wij bij alle partijen langsgaan. We merken eigenlijk dat bij elk gesprek je het niet alleen hebt over één product.
8. G: Het gaat over het geheel van dat product of dat product in het geheel. Daar gaat het met name om.
9. HM: en die vloeren - dat is vraag twee - die jullie ontwikkelen, die zijn dus niet specifiek ontwikkeld voor een bepaald type gebouw?
10. G: Nee. In principe zijn kanaalplaatvloeren geschikt voor alle type gebouwen, alleen je loopt bij het soort gebouw wel tegen specifieke uitdagingen aan. Kanaalplaten in de grondgebonden woningen ten opzichte van kanaalplaten in gestapelde woningbouw, daar worden andere eisen aan gesteld. Om maar eens iets te noemen, tweede draagweg in discussie bij hoogbouw, dat is best een lastige uitdaging voor kanaalplaten. Het al of niet toepassen van druklagen speelt daar ook vaak een hele grote rol bij. Kanaalplaten zijn tot de dag van vandaag veel meer toegepast in grondgebonden woningen en nog maar heel beperkt in gestapelde woningbouw. Wij hebben dat een jaar of vier/vijf geleden laten onderzoeken en daaruit blijkt dat 90 procent breedplaat is.
11. HM: In de gestapelde bouw?
12. G: Ja. Vijf procent is getunneld en dat is eigenlijk nog steeds zo, en vijf procent was en is eigenlijk maar kanaalplaten.

13. RR: Wat een kans hebben jullie daar nog hè.
14. G: Dat is ook precies de reden waarom wij vijf jaar geleden die ontwikkelingen in gang hebben gezet, om toch te gaan kijken naar de mogelijkheden van de kanaalplaatvloer in de gestapelde woningbouw.
15. RR: Mag ik iets over de verwachting weten? Wat is de ambitie dan van VBI?
16. G: Nou, dat tunnelen dat is en blijft een niche. Dat komt omdat er maar relatief weinig partijen zijn die de kennis en kunde nog hebben om te kunnen tunnelen. Het is een specialisme. Projecten moeten er absoluut geschikt voor zijn of gemaakt worden.
17. RR: Dat geldt ook voor appartementenvloeren.
18. HM: Het heeft heel veel impact op je ontwerp?
19. G: Het heeft heel veel impact op je ontwerp. Maar daar staat tegenover, als je een gebouw hebt ontworpen om gebouwd te worden in tunnelbouw, dan is er geen systeem dat er mee kan concurreren. Het is absoluut de goedkoopste variant.
20. RR: Ik ben even benieuwd wat de ambitie in appartementenvloeren is. Hoe we dan de concurrentie slechten met een breedplaat wat natuurlijk ook een ongelooflijk oude doos is. Waarbij overigens de kanaalplaat ook zijn tijdgebonden kwaliteiten heeft. Waar wij aan de vooravond staan van vloeren die ons van een tolerantie van één à twee millimeter moeten bedienen.
21. G: Klopt.
22. RR: Maar waar wij natuurlijk ook wel de realiteit zien en hebben dat we voor de gestapelde bouw even langs deze route moeten. Maar dan ben ik ook wel benieuwd, wat is daarin dan het toekomstplan van VBI?
23. G: Om dat in percentages uit te drukken, daar hebben wij ons op dit moment nog geen doel voor gesteld. Het is vooral op dit moment zoeken naar de mogelijkheden van die kanaalplaat binnen dat soort gebouwen en die partijen te vinden die zich daar ook voor lenen.
24. RR: Inzetten?
25. G: Inzetten. En dan kom je al heel snel tot een keuzematrix... Intern bij VBI zijn we op dit moment bezig met een 'Kubus Appartementen Traject', waarin wij die hele appartementenbouw aan het analyseren zijn. Waar zitten de problemen? Kunnen we de problemen in technische zin tackelen? Hoe groot is die markt waar wij over praten? Nou, die markt hebben wij inmiddels wel in beeld. Dan praten we over anderhalf miljoen vierkante meter wat er potentieel aan kanaalplaten in zou kunnen zitten, maar dan kijk je eigenlijk nog niet naar de vorm van het gebouw zelf. Om maar eens iets te noemen: een rond gebouw zou je niet zo snel met kanaalplaten doen. Dat kan technisch wel, maar het ligt niet zo voor de hand.
26. HM: En die markt, waar bestaat die markt precies uit? Over welke bouwlagen heb je het dan?
27. G: Wij kijken naar maximaal 20 bouwlagen. Dat heeft te maken met de scheidingslijn van die 70 meter, want boven die 70 meter praat je over echte hoogbouw. Daar gelden hele andere constructieve eisen voor. Dus wij hebben onszelf op dit moment de beperking opgelegd dat we niet hoger gaan dan 20 bouwlagen. Dan zit het dus ergens tussen de drie à vier bouwlagen wat als laagbouw wordt gekenmerkt en die 20 lagen.
28. HM: Ik zag een online een project waarin de VBI vloer is toegepast tot 15 bouwlagen. Het kan dus wel.
29. G: Ja, het kan wel.
30. HM: Maar de impact op het ontwerp...
31. G: Ja, dat heeft consequenties voor je ontwerp.
<...>
32. RR: De zoektocht naar de stapelhoogte, en de efficiëntie daarvan, dat heeft ook alles te maken met kostenrelevantie. Waar ontspreken we nou mee? Waar gaan we de strijd definitief verliezen met iets als breedplaten of kalkzandsteen? Wie gaat ons nou daarin helpen? En dat zou voor jullie natuurlijk ook ongelofelijk helpend zijn, zodanig dat we niet voortdurend trekken aan verkeerde dingen. <> We willen niet voortdurend een tik op de neus krijgen omdat we een ambitie najagen die niet reëel is.
33. G: Daar spelen kosten natuurlijk een hele grote rol bij. Eigenlijk zijn kosten altijd maatgevend. Het gaat om de kosten die je uiteindelijk onder de streep overhoudt. Dan mogen onderdelen bij wijze van spreken soms extreem duur zijn, als het onder de streep maar positief uitpakt.
<...>
34. G: Nou daar wil ik heel eerlijk in zijn. De balkonoplossing die wij hebben ontwikkeld met Schöck, dat is een vrij kostbare oplossing. Dat heeft vooral te maken met die randplaat die erin zit, die erg duur is. Het heeft te maken met ook weer seriegrootte. Zodra series toe gaan nemen zullen de kosten naar beneden kunnen, maar vooralsnog is dat niet zo.
35. HM: Zou je eigenlijk kunnen zeggen dat die Schöck-oplossing eigenlijk niet is bedoeld voor een kanaalplaat?
36. G: Nou, hij is wel specifiek ontwikkeld voor de kanaalplaat.
37. HM: Is Schöck specifiek ontwikkeld voor de kanaalplaten?
38. G: De verbinding die wij ontwikkeld hebben met Schöck, die is specifiek bedoeld natuurlijk voor de kanaalplaat.

39. RR: En die speciale plaat die jullie aan de rand leggen, die maken jullie wel zelf? Is het wel een kanaalplaat-gerelateerd typetje? Is het tussen vier kisten gemaakt?
40. G: Hij wordt gewoon tussen vier wanden gemaakt ja. Het is gewoon nog een gestort element.
41. RR: Dus niet op de lange baan?
42. G: Nee, vooralsnog niet op de lange baan. Uiteindelijk is dat wel de bedoeling. Als de afzet voldoende groot is, dan is het de bedoeling dat hij op het lange spanbaan(?) komt te staan.
<...>
43. G: Want juist die vervormingen, dat zit met balkons altijd in de weg. Op het moment dat je het balkon eraan hangt dan zakken de kozijnen eronder. Al dat soort bouwkundige zaken spelen daar een grote rol. Dus we hebben heel bewust gekozen voor een relatief zwaar voorgespannen massieve plaat.
<...>
44. RR: En die anderhalf miljoen vierkante meter, kunt u daar iets meer over vertellen? Praten we over gestapelde woningbouw, of is het gestapeld in kanaalplaten?
45. G: Nee, het is gestapelde woningbouw.
46. RR: Dus jullie denken dat er anderhalf miljoen vierkante meter in gestapelde woningbouw in totale prefab gemaakt kan worden?
47. G: Ja. Het zij in kanaalplaten, het zij in andere geprefabriceerde elementen. Maar de markt van vloeren in gestapelde woningbouw is veel groter. Die ligt ergens tussen de drie en de vier miljoen denk ik.
48. RR: Is dat jaarlijks?
49. G: Ja. De potentie aan vierkante meters dat is er wel. Maar daarmee niet gezegd hebbende dat die ook allemaal geschikt zijn voor kanaalplaten. Zo is het ook weer niet.
50. HM: Ik ga naar vraag vier. Vraag vier is vrij algemeen. Het gaat over kenmerken van woongebouwen. Welke kenmerken van een woongebouw zijn het meest relevant bij het bepalen en ontwerpen van de vloeroplossing?
51. G: Ik denk dat een hele belangrijke altijd is de overspanning die in de vloer zit. Dat speelt daar een hele grote rol bij. De vorm van het gebouw. Zodra je gaat afwijken van rechthoekige vormen, dan wordt het voor kanaalplaten alweer een stuk lastiger. Met name schuine gevels. Schuine opleggingen gaat nog wel. Die kunnen we zagen in de fabriek met weliswaar de nodige kosten, want het zagen van platen is een relatief dure aangelegenheid.
52. RR: En de nodige onnauwkeurigheid.
53. G: Ja. Nauwkeurigheid speelt daar hele grote rol bij. Er loopt overigens wel een heel intensief traject in onze productie om te komen naar veel kleinere toleranties. Het is niet meer van deze tijd om te zeggen 'de lengte-afwijking van deze plaat kan drie/vier centimeter zijn'.
<...>
54. G: Dus vorm van plattegronden spelen daar een grote rol bij. Het is net al iets genoemd, installaties. Dat is een hele belangrijke factor. Eigenlijk is het van de zotte wat we doen in Nederland. We bouwen casco's die 50/100 jaar meegaan. Aan de andere kant proberen we al die installaties in die hoofddraagconstructie te stoppen, en dus ook in de vloeren. Een gebouw gaat 50/100 jaar mee. Installaties gaan 20/25 jaar mee.
55. HM: Ja, en als je die erin stort, dan kom je er nooit meer bij.
56. G: Precies.
<...>
57. RR: Wat doen die Denen beter?
58. G: Wat zijn beter doen is dat zij de installatie scheiden van de hoofddraagconstructie. <> Zij werken met een hele simpele kanaalplaatvloer - ik dacht dat die 20/22 centimeter dik was - en daarop leggen zij een soorten van computervloer. En in die computervloer zitten dus alle installaties. Daar gaat helemaal niks meer in het beton.
<...>
59. RR: Wij hebben onze opdrachtgevers nooit kunnen overhalen om enige investering in de toekomst te doen.
60. G: Klopt daar lopen wij ook tegenaan.
61. RR: En die 500 euro die nodig was om gestabiliseerd zand in de sleuven te leggen, zelfs dat was teveel.
<...>
62. G: Wat dat betreft heeft het bouwen in Nederland ook heel veel te maken met 'we zijn het altijd zo gewend'.
63. RR: Ja, maar het zijn ook de initiële kosten vooral.
64. G: Ja, zeker.
65. RR: Corporaties die niet over een graf regeren. Die een Mercedes willen hebben maar als puntje bij paaltje komt nog geen Volkswagen willen betalen.
66. HM: Vraag vijf gaat weer over kenmerken, maar dan welke kenmerken van een woongebouw zijn bevorderlijk of belemmerend voor een goede vloeroplossing?

67. G: We hebben het net eigenlijk al een klein beetje gememoreerd. Dat zijn denk ik wel de meest belangrijke die we net genoemd hebben om het wel of niet succesvol te kunnen krijgen.
68. HM: Net heeft u niet de stapelhoogte genoemd, maar die is ook wel relevant denk ik.
69. G: Ja, dat is zeker een hele relevante.
70. RR: Dus: overspanning van een vloer, vorm van een gebouw, rechthoekigheid, vorm van de plattegronden, installaties, maar stapelhoogte hoort er ook bij.
71. HM: Nou, dan is daar het meeste wel over gezegd denk ik. Dan gaan we door naar de bouwregelgeving. Daar hebben wij het net ook al een klein beetje over gehad. Over de tweede draagweg. Eerst een hele algemene vraag. Vraag zes: stellen bouwregelgeving additionele en/of zwaardere eisen aan vloeren in vergelijking tot grondgebonden woningen? wat zijn deze eisen?
72. G: De belangrijkste zijn denk ik de geluidseisen. In grondgebonden woningen heb je geen geluidseisen tussen vloeren onderling. Die heb je in de gestapelde woningbouw dus wel. En daar zijn eigenlijk maar twee oplossingen voor. Of de massa. Dan moet die massa dus boven de 800 kilo per vierkante meter zitten. Of je gaat naar zwevende dekvloeren. Dan kun je dus naar een iets lichtere vloer met daarop een zwevende dekvloer.
73. HM: Een zwevende dekvloer is dus opgelegd op een bepaalde manier?
74. G: Nou dat is eigenlijk heel simpel. Het meest toegepast is tempex en daarop stort je een zandcementvloer van vijf à zes centimeter, afhankelijk van of daar wel of geen vloerverwarming in opgenomen moet worden. Dat is eigenlijk de meeste elementaire opbouw. Daarnaast kan het theoretisch ook nog met een kanaalplaat van slechts 20 centimeter. Die vloer weegt dan maar net 400 kilo. Dan heb je wel een hele dure zwevende dekvloer nodig. Dan moet die zwevende dekvloer minimaal 14 decibel isolatiewaarde halen. Die zijn er wel, maar die betaal je dan ook heel dik.
75. HM: Dus het is eigenlijk kosteneffectiever om een dikkere vloer erin te leggen.
76. G: De goedkoopste oplossing is nog altijd een massa-oplossing. Een zwevende dekvloer vraagt in de bouw ook heel veel aandacht.
<...>
77. G: Wij leveren een vloer en het is dus des aannemers om te zorgen dat die zwevende dekvloer volgens de regels der kunst wordt aangebracht.
<...>
78. G: Je hebt een kanaalplaatvloer en op die kanaalplaatvloer wordt een egalisatielaag aangebracht. Die egalisatielaag heeft een tweeledig doel. Ten eerste om die bovenzijde van de kanaalplaten een vlak uiterlijk te bezorgen. Je hebt met toegverschillen te maken en dikteverschillen, daar kun je eigenlijk niet direct die tempexlaag op aanbrengen.
79. RR: Denkt u dat wij die maken, die egalisatielaag?
80. G: Ik denk het eerlijk gezegd niet.
81. RR: Ik weet het wel zeker. Dan krijgen we nat - isolatie - nat, en dan nog sleuven vullen. Hoe duur gaat die vloer worden. Dat is natuurlijk geen realiteit in de Nederlandse bouw.
82. G: Dus we zoeken met zijn allen – en daar zijn wij ook mee bezig – om die egalisatielaag eruit te kunnen halen. Maar hij heeft nog een tweede doel en dat is het opbergen van de elektraleidingen. Die zitten in de egalisatielaag. En op het moment dat je je egalisatielaag weglaat, dan wordt de vraag: waar laat je die leidingen? Dan zie ik ze heel vaak in die zandcementvloer terecht komen, maar dan heb je in feite al een onderbreking gemaakt ten aanzien van geluid. Of dat nou heel erg veel invloed heeft, dat betwijfel ik nog een klein beetje, maar je onderbreekt wel die laag. We hebben andere projecten gehad waarbij die elektraleidingen in de kanalen van de kanaalplaat werden aangebracht maar dan kun je niet via de kortste afstand verslepen.
83. RR: Installateurs worden daar heel pissig van.
84. G: Ja, klopt. Die gaan helemaal over de rooie.
85. [G legt het principe van leidingen verslepen uit aan de hand van een schets.]
86. G: dus op het moment dat je die egalisatielaag eruit wil halen dan moet je goed nadenken over waar je die elektraleidingen laat.
87. RR: Hebben jullie daar nog alternatieve in beeld?
88. G: We zijn ermee bezig. Ik zit zelf niet op dat traject, maar ik weet dat er collega's van mij bezig zijn om daar alternatieven voor te onderzoeken. Maar die natte fase, die willen we kwijt. We willen steeds droger bouwen met elkaar.
89. HM: Dus geluid is een belangrijk aspect.
90. G: Geluid is een hele belangrijke ja en ik zou bijna zeggen de belangrijkste. Na draagvermogen en al dat soort dingen natuurlijk, maar dat is evident. Maar geluid is denk ik een hele belangrijke ja.

91. HM: Vraag zeven gaat over horizontale trekbanden. Ik heb geprobeerd mij daar een beetje in te verdiepen, hoe dat allemaal zit. Voor mij is het niet eenduidig hoe je daar mee om moet gaan, maar ik weet wel dat je vanaf vier bouwlagen je vloeren effectief moet verankeren aan je wanden. En boven de vijf bouwlagen heb je te maken met trekbanden orthogonaal en in de omtrek van je vloerveld.
92. G: Ja, dat is best een lastig onderwerp. Normaalgesproken als je een vloerveld hebt, dan moet er een wapeningsstaaf helemaal rondom het gebouw lopen. Dat is eigenlijk de meest kenmerkende eigenschap van een trekband. Maar daarnaast dienen kolommen ook weer gekoppeld te worden naar <?>
93. HM: Dus je moet eigenlijk een koppeling van je vloerveld naar je stabiliserende voorzieningen?
94. G: Ja, en dat vindt ook zijn weerslag in die discussie rondom tweede draagweg en dat soort zaken, waarvan de regelgeving in mijn ogen nog steeds heel erg onduidelijk is.
95. HM: Dat heb ik ook gemerkt.
96. G: Tweede draagweg discussies worden in de voorschriften als een soortement aanbeveling beschreven, maar er zijn inmiddels bouw- en woningtoezichten die dat verheffen tot een voorschrift. Daarmee worden geprefabriceerde gebouwen steeds lastiger te dimensioneren. Wij hebben bureau Bartels – tegenwoordig heet het Lievense – opdracht gegeven om voor een specifiek gebouw in beeld te brengen wat de consequenties zijn van de tweede draagweg discussie.
97. HM: Interessant.
98. G: Daar werden wij niet heel erg vrolijk van. Dat is een dik rapport geworden waarin dus dit soort aspecten vrij expliciet worden neergezet. Dat heeft dan met trekbanden te maken maar ook met het in metselwerkverband stapelen van prefab elementen. <>
99. [G legt het principe van prefab elementen in metselwerkverband stapelen uit aan de hand van een schets.]
100. RR: Maar als ik er nou lichte gevels inzet? Als ik nou weet die explosie door die gevels weg te brengen?
101. G: Daar zit nou juist ook mijn bezwaar. In dit soort gebouw zitten ramen. Als er een gasexplosie zou zijn, dan liggen die ramen eruit en niet die wanden, maar dat zit nou juist in die regelgeving van die tweede draagweg discussie. En er zijn partijen die zeggen ‘niets met zulke verhalen te maken, je moet er rekening mee houden dat die wand op een willekeurige plek uit het gebouw verdwijnen kan’.
102. RR: <> Wie bedenkt dat nou dan?
103. G: Het is Europese regelgeving. Het staat in de Eurocode. Maar, als een aanbeveling. En daar zit het grote probleem. Elk woningtoezicht en zelfs alle ingenieursbureaus interpreteren dat op hun eigen manier.
104. HM: Dat heb ik ook gemerkt. Wij hebben ook een gesprek gehad met de hoofdconstructeur van Trento. Die zegt ook dat het heel erg afhankelijk is van waar je bouwt.
<...>
105. HM: Ik denk dat als je echt de hoogte in gaat, dat je er niet aan kunt ontkomen om toch horizontale trekbanden te ...
106. G: Nee, je moet een bepaald incasseringsvermogen in dat gebouw brengen. Dat als er calamiteiten zijn dat dat niet leidt tot voortschrijdende instorting. Want daar gaat het feitelijk om. Lokaal mag er iets instorten. Alleen het hele gebouw mag niet instorten.
107. HM: Wat voor mij ook onduidelijk is, is waar het betrekking op heeft. Als het gaat over brandveiligheid dan lees ik er iets over. Als het gaat over bekende ongewone belastingen lees ik er iets over. Maar het gaat ook over onbekende ongewone belastingen.
108. G: Dan wordt het wel heel vaag hè.
109. HM: Ja dan wordt het wel heel vaag.
110. RR: En tegelijkertijd hebben we ook geen gasaansluitingen meer.
<...>
111. G: Het gaat naar mijn gevoel te ver.
112. RR: Die stalen trekband, kan die ook in de wand zitten?
113. G: Die zou ook in de wand kunnen zitten ja.
114. RR: Die hoeft niet in de vloergoot te liggen?
115. G: Dat hoeft niet, maar dan moet je dus wel verbindingen maken tussen die vloer en die wand.
116. RR: Hoe ingewikkeld is dat dan? Dat betekent dat ik relatief veel sleuven nodig heb?
117. G: Ja.
118. RR: En die wapening, die moet ik gewoon netjes op afstandhouders in die sleuf inbedden? Dat het rondom goed in het beton zit. Ben ik er dan?
119. G: Dan werkt het wel ja.
120. RR: En dat is genoeg?
121. G: Dat zal dus altijd aan het oordeel zijn van de constructeur. Om dat te bepalen. Dat is in feite de functie van de hoofdconstructeur want daar zit een hele duidelijke scheidslijn. Wij leveren losse elementen...

<...>

122. G: Wat die constructeur uiteindelijk aan eisen aan die kanaalplaat gaat stellen dat overzien wij dus niet altijd.
123. RR: Maar als we nou even moeten kiezen. Ligt die ringleiding in de vloer? Ligt hij in de wand? Kijk die wand wordt eigenlijk toch al gewapend in de fabriek...
124. [G legt het principe van horizontale en verticale trekbanden uit aan de hand van een schets.]
125. G: Daar is geen eenduidig antwoord op te geven. Het zal afhankelijk zijn van het project of je die trekbanden in de vloer gaat lokaliseren of in de wanden. Maar de meest gebruikelijke oplossing is om dat in de vloer te doen.
126. HM: Eurocode 1 schrijft niet alleen voor de omtrek maar ook voor beide richtingen regels voor.
127. G: Ja, dat klopt.
128. HM: In de omtrek zou je de wapening kunnen inleggen bij je 'opstortnokken' voor je eindgevels. Maar als je een DSS hebt, dan zijn die nokken er niet meer.
129. [G legt aan de hand van een schets uit dat bij het DSS systeem de wapeningsstaven in een sleuf die loopt langs de oplegging van de vloerplaten op de wanden kunnen worden ingestort.]
130. G: De detaillering en positionering van wapening is heel essentieel bij de werking van dat tweede draagweg systeem.

<...>

131. HM: Is er nog andere relevante bouwregelgeving?
132. G: Ik kan het zo spontaan eventjes niet bedenken.
133. HM: Want geluid en tweede draagweg, dat zijn wel...
134. G: Dat zijn denk ik wel de meest evidente.
135. HM: Dan gaan we door. Zoals de meeste mensen in de markt wil Nijhuis efficiënt kunnen stapelen met het casco. Uitgangspunt is het casco zo snel mogelijk wind- en waterdicht te krijgen. De volledige afbouw kan dan plaatsvinden. De vragen die daaraan gerelateerd zijn, zijn vraag acht tot tien. Vraag acht: wat zijn randvoorwaarden om efficiënt de vloeren van VBI te kunnen monteren in de gestapelde woningbouw?
136. G: Dat zijn er eerlijk gezegd niet zo heel erg veel denk ik. Bij gestapelde woningbouw kan je in principe niet werken met opleggrubbers voor kanaalplaten. Dus zul je bij gestapelde woningbouw kanaalplaten bijna altijd in een speciebed moeten leggen. Om in feite de drukkkrachten die in die hoogbouw zitten ook op een efficiënte manier te kunnen doorbelasten. Dat zit voornamelijk in dat DSS systeem gediscoteerd. Tot vier bouwlagen doen we het nog wel met opleggrubbers omdat die oplegkrachten relatief klein zijn. Maar boven de vier/vijf bouwlagen vind je dat niet meer met droog oplegmateriaal en zullen de kanaalplaten dus in een speciebed gelegd worden.
137. HM: Maar daar is in principe toch geen bekisting voor nodig?
138. G: Dat is een beetje afhankelijk van het systeem dat je hanteert. Je zou die platen theoretisch kunnen ondergieten.
139. [G legt het principe van het ondergieten van de DSS-vloer uit aan de hand van een schets.]
140. G: Het voordeel daarvan is dat je rekenkundig 90 procent vullingsgraad mag rekenen, zeggen de voorschriften. Alleen het is wel een heel bewerkelijke methodiek. De meest gebruikelijke oplossing is dat je de wand neerzet en dat je daarop een overmaat aan specie neerlegt en dat je daar de plaat in laat zakken. Dat is een veel gebruiksvriendelijkere oplossing.

<...>

141. RR: Moet je in hoogbouw met breedplaten ook op deze wijze onderkauen? Of mag die wel koud op de kalkzandsteen?
142. G: Naar mijn mening ook niet. Want je kan ook met breedplaat niet garanderen dat die over het hele oppervlak netjes draagt.

<...>

143. HM: Voor de verticale trekbanden in de wanden, zit er dan ook een gain door die...
144. G: Ja.
145. HM: Dus eigenlijk wordt ook die verticale wapening verankerd aan de wapening in de vloer?
146. G: In die kanaalplaat zit wapeningsstaal. <> Aan die wapeningskorf zit een stalen bus als onderdeel van de wapeningskorf en door die stalen bus steekt dus de stek die uit de wand komt.
147. HM: En die giet je aan?
148. G: Ja, die giet je aan.

<...>

149. HM: Het ging over efficiëntie bij montage van vloeren. Ik kan me voorstellen dat als je hoger gaat stapelen dat je dan ook tegen hele nieuwe problemen aanloopt.
150. G: Nou, om een voorbeeld te noemen waar je tegenaan loopt bij hoogbouw, dat heeft vooral te maken – dat schiet me nu zo te binnen – met hijsmethodiek. <>

151. RR: Bij welke hoogte gaan we eigenlijk dan ook naar hele andere type kranen? Wij doen nu in feite die prefab met rupskranen en mobiele kranen. Ik heb eigenlijk zelden gezien dat wij een torenkraan bij vier/vijf lagen appartementen zetten. Wij hebben ze ook niet meer. Maar wat gebeurt er bij twaalf lagen?
152. G: Dat kan je in principe nog steeds met dezelfde rupskraan doen.
153. RR: Kan die tot twaalf lagen hoog hijsen?
<...>
154. G: Ik heb heel veel prefab constructies gebouwd. Met name ook in mijn Spanbeton tijd. Wij waren echt een heel fervent voorstander van rupskranen. <>
155. RR: Heb jij dan enig idee tot wat voor hoogte die dingen hijsen tegenwoordig?
156. G: Dat durf ik nu niet meer te zeggen, maar 60/70 meter lijkt mij eerlijk gezegd geen probleem.
<...>
157. G: Je zou eens na moeten vragen bij kraanbedrijven, maar ik denk dat hoogtes tegenwoordig met kranen niet echt meer zo een heel erg groot probleem zijn.
158. HM: Vraag negen: wat is de invloed van natte verbindingen zoals stekken en trekwapening op de montagesnelheid van vloeren? Is dat nou echt een knelpunt?
159. G: Nee dat denk ik eerlijk gezegd niet. De verhardingssnelheid van het beton dat je nodig hebt om die trekband te kunnen laten functioneren... In afstemming met de leverancier van de betoncentrale heb je beton dat na twee/drie dagen zodanig verhard is dat hij in feite in staat is die trekkrachten die nodig zijn om de schijfwerking te laten functioneren, dat werkt dan. En een bouwsnelheid van korter dan een week per verdieping, dat halen wij in Nederland toch niet.
160. HM: Dat is misschien ook echt wel een groot verschil tussen grondgebonden en gestapeld.
161. G: Bij gestapelde bouw heb je natuurlijk te maken met de montagestabiliteit. Bouwstabiliteit. Dus die vloer die je maakt, die moet binnen, pak hem beet twee drie dagen, moet die schijf zodanig functioneren dat je er in feite de volgende laag op zou kunnen zetten.
162. RR: We kunnen natuurlijk met schoren altijd doorstapelen, toch?
163. G: Dat zou wel kunnen, maar waar je op afschoort, die vloer moet wel de stabiliteitskrachten kunnen afvoeren naar de stabiliteitskernen. Dus die vloer moet als schijf functioneren.
164. HM: Zijn daar vanuit de bouwregelgeving nog regels aan gekoppeld? Want, bijvoorbeeld, tijdens de montage van zo een gebouw waait het ook.
165. G: Ja, daar zou de constructeur in overleg met het montageplan een uitspraak over moeten doen. <>
166. HM: Ik vraag me af in hoeverre die schoren de hele stabiliserende werking kunnen opbrengen.
167. G: Dat is maar beperkt. Schoren kunnen pak hem beet vijf ton trek/druk hebben en dan stopt het ook wel.
168. RR: Is de inbreng van voorzieningen ten behoeve van de gaines in vloeren een ontwrichtend punt?
169. G: In zekere zin wel. Standaard hebben bij dat DSS concept zit één zo een sparing per plaat. <> Theoretisch kunnen er ook drie in zitten en dan zitten ze in een veelvoud van 30 of 60 centimeter. Dat kan dus wel maar maak het productietechnisch voor ons niet makkelijker.
170. RR: Maar één per plaat, dat is goed?
171. G: Ja, één per plaat is standaard.
172. RR: En dat is een super goede betaalbare oplossing?
173. HM: In principe moet je elke vloerplaat ophangen?
174. G: In feite moet je elke plaat koppelen, horizontaal gezien, in verband met windkracht, windzuiging en dat soort dingen.
175. RR: Want kijk, wij zitten er natuurlijk ook niet op te wachten, op al die gaines en op al die navulling. Hoe bereiken we nu – als we over dat hele gebouw in zijn afgewogen en integrale samenhang proberen na te denken – een evenwicht tussen voorzieningen en kosten? Welke lijnen moeten we dan bespelen en hoe moeten we dan aan een ontwerp sturen? Wanneer gaat nu in een keer een gain-oefening ‘ontploffen’ en wanneer blijf die nou bij de weg? Want dat is het verschil tussen betaalbaar... Want jullie rekenen ons natuurlijk voor die ingewikkelde gains... Dan gaat het natuurlijk hard per vloerplaat.
176. G: Ja dat kost geld ja.
177. RR: Ook als het voor jullie lastig is, dan gaat het extra geld kosten. Want ‘dat is lastig’ zeggen jullie, ‘er moet een mannetje bij’. Dus hoe houden we het in die standaard? En wat is dan de reden om buiten die standaard te gaan? Waar gaan we dat dan in een keer door bereiken?
178. G: Daar is heel moeilijk een eenduidig antwoord op te geven. Dat heeft in eerste instantie te maken met de berekeningen die de constructeur moet maken. Die zal in eerste instantie moeten bepalen hoeveel stekwapening er nodig is om dat gebouw stabiel te krijgen. Is het een wand die stabiliteit moet leveren? Dan zit er ongetwijfeld als meer wapening in.

179. RR: Alle woningscheidende wanden hebben enige lichte stabiliteitsoefening want in die lijn moet dat ding sowieso blijven staan. <>
180. G: Dus het begint ten eerste al met wat de constructeur berekend wat je aan stekwapening nodig hebt. En dan is de volgende stap, als die bepaald heeft hoeveel vierkante meter staal erin moet zitten, hoe die dat dan gaat verdelen. Ga je naar stekken rond 25 of stekken rond 32? Rond 32 is al een vervelende maat, want dan moeten de gains groter worden om ook weer toleranties op te kunnen vangen. Dus het voordeel zou zijn om naar kleinere diameters te gaan, maar dan krijg je er weer meer van. Dus dat is altijd een spel van: 'hoeveel staal moet erin, en hoe ga ik dat dan verdelen?'.
181. HM: Wat ik interessant vind is om dat te koppelen aan gebouwkenmerken. Zoals stabiliteit... We zijn bij verschillende partijen langs geweest. Sommige mensen zeggen van 'je kan het beste de stabiliteit in de langsrichting uit de gevel halen'. Maar als je dat gaat doen, dan is je hele gevel een stabiliteitsvoorziening en dan moet je overal stekker in gaan stoppen. Als je zegt van 'ik ga naar een kern toe, bijvoorbeeld een liftkern', dan wordt dat misschien wel een heel lastig ding met een fundering waar misschien trekkrachten op spelen, maar...
182. [G snapt wat HM wil zeggen en onderbreekt. G laat een bouwtekening zien van een gestapeld project – een gebouw van redelijke omvang – waar de architect heeft bedacht om de volledige stabiliteit uit een kleine liftschacht te halen. Dit is vrijwel onmogelijk. De kern is veel te klein. G legt uit dat er een wand als stabiliteitswand moet worden ingericht om de stabiliteit te waarborgen. Daarnaast heeft de architect wanden met schuine gevels bedacht. Dat is moeilijk realiseerbaar met kanaalplaten.]
183. G: Dit gebouw is hartstikke duur.
184. HM: Dat is ook waar wij mee bezig zijn, met kijken waar zo een gebouw aan moet voldoen, welke kenmerken, om het van tevoren makkelijk te maken.
185. G: Als je die lijn volgt, dan worden alle gebouwen rechthoekige dozen. Wil je heel efficiënt en heel goedkoop bouwen, dan worden het allemaal rechthoekige dozen. Dat willen we in Nederland niet allemaal.
186. HM: Maar we willen wel een woning voor een betaalbare...
187. G: ... een betaalbare prijs. Maar die gaat nooit in dit soort gebouwen zitten. Deze gebouwen worden schreeuwend duur. <> Dit gebouw wordt dermate duur dat ik durf te zeggen dat het nooit zo gebouwd zal worden.
<...>
188. RR: Je zult het andersom moeten doen. Je zult veel meer moeten weten van het systeem dat we als uitgangspunt moeten aansturen en dan moeten kijken waar je de uitzonderingen accepteert.
189. G: Ja. Hier zal je op een gegeven moment als ontwikkelende aannemer de keuze moeten maken of je daar nog energie in gaat steken of dat je er afscheid van neemt. En in deze vorm denk ik dat het niet gebouwd gaat worden. Door welke aannemer dan ook. Ook hier zie je natuurlijk al heel snel dat een gebouw eigenlijk gedictieerd wordt door de vorm van de plattegrond <>.
190. RR: Weet je wat mij altijd opvalt is dat als je vordert in de verdere uitwerking van zo'n gestapeld gebouw... constructeurs stellen dat vaak tot het laatste moment uit, dat ze de vertaling maken naar de doorrekeningen en naar de gains en alle verbindingen. Zou het nou niet eens heel wijs zijn om te zeggen 'we pakken eens een module op de zevende en op de tiende verdieping, we doen alsof dat ding daar zit, en we 'engineeren' hem af'? Misschien nog niet eens wetende hoe dat hele gebouw... Om daar meer grip op te krijgen. Het lijkt een soort wildgroei naar het einde toe, een soort ratrace van 'nu ik ga nog even dat gebouw overeind houden'. Dan schrikken we ons dood. <> Hoe krijgen we daar meer grip op, hoe komen we daar meer van te weten en hoe krijgen we dat vertaald naar sturingen in de voortrein?
191. G: Dat is best een lastige vraag.
192. [G valt terug op het voorbeeldproject en legt uit dat het inderdaad goed zou zijn om een bouwlaag uit het gebouw te pakken en dat volledig door te rekenen.]
193. G: Dat zijn constructeurs niet zo gewend.
194. RR: Nee, die werken van grof naar fijn. En wat ik ze heel erg zie doen, ze weten dat het gebouw heel erg blijft bewegen in het ontwerp en sparen hun energie tot op het laatste moment en klappen dan in één keer die spullen naar binnen, vlak voor het moment dat de palen erin gaan. Dan weten ze dat het niet meer veranderd kan worden. In die momenten ga je niets meers corrigeren. Dan ben je gewoon overgeleverd aan de rekenmachine van Piet, en die rekent dat uit.
195. G: Het is ook een vorm van zelfbescherming van de constructeur denk ik.
196. RR: Er zit veel cultuur en werkwijze. De cultuur van van tevoren een paar vragen stellen, sterker nog, de ontwerpprincipes op dag één kennen om te voorkomen dat je aan het eind iets krijgt wat je niet wilt of wat je niet kunt betalen, of waar je niet genoeg aan verdient, maar dat is iets waar we natuurlijk naar op zoek zijn.
197. G: Maar daar de partijen bij vinden die in staat zijn om dat voor elkaar te krijgen, dat is best heel erg lastig.

198. HM: Dan wil ik door naar vraag elf, de balkonoplossing. VBI is bezig met een vloeroplossing voor de achterafmontage van prefab balkons (galerijen zou in principe ook kunnen). Vanuit Nijhuis zijn we ook heel erg geïnteresseerd in de achterafmontage van balkons. Wat is die oplossing nou precies?
199. [G legt het principe van de VBI balkonoplossing uit aan de hand van een powerpointpresentatie. De oplossing heeft VBI in samenwerking met Schöck ontwikkeld. Balkons parallel aan de overspanning van de vloerplaten worden opgehangen aan een speciaal daarvoor ontwikkelde massieven randelement.]
200. RR: Ik weet niet waar we dat nou precies precies opgesnoven hebben, maar de combinatie met betonnen binnenspouwbladen, dat dat eigenlijk lastiger is dan de combinatie met lichte binnenspouwbladen. Het speelt heden ten dagen ook aan de galerij omdat we op de galerij eigenlijk niet meer onder de galerijplaten mogen metselen. Onze partner metselaar die zegt “ik kan niet meer stromend metselen en mijn mensen stromend onder de galerij laten metselen, daar ga ik mee ophouden”. Arbo zegt “niet boven schouderniveau”. Daarmee beginnen we natuurlijk af te raken van metselwerk met handjes onder de galerijen. Dus dat prefab metselwerk zit om veel meer redenen heel dicht op de oefening. Maar ik hoor onze mensen in Apeldoorn, die hier ook erg in thuis zijn, zeggen dat in dit soort situaties het voor de vloer langs stapelen van de betonnen binnenspouwbladen, want dat is wat we doen, dat deze oplossing dat wel niet zou verdragen. Want die gaat uit, waarschijnlijk, van wanden op de vloer. Of niet?
201. G: Ja, wanden op de vloer.
202. RR: Betonnen wanden op de vloer?
203. G: Ja, betonnen wanden op de vloer.
204. G: Wat u aanraakt is met name dat de bouwlogistiek heel veel invloed heeft op de keuze van <?> die we met elkaar maken.
205. RR: Maar kijk, dat moeten we wel allemaal van tevoren weten om de aansturing van de <?> te doen.
206. G: En ja, dat komt in dit soort presentatie natuurlijk niet goed naar voren, maar het maakt nogal een verschil of je een hsb wand als gevel hebt of dat je een gemetselde gevel hebt.
207. HM: Daar ging ook een vraag over, misschien kan ik hem gelijk stellen: wat is die afweging? Wat is de afweging om te kiezen voor een wand voor de vloer langs of op de vloer, en ook als je kiest voor een wand op de vloer, om dan te kiezen voor een hsb of een prefab?
208. G: Daar kan ik geen antwoord op geven. Dat is met name denk ik iets wat de aannemerij voor zichzelf moet bepalen.
209. HM: Maar er worden geen uitgangspunten of randvoorwaarde gesteld vanuit de vloer?
210. G: Nee. <> Hsb wanden tegenwoordig zijn zo dik en zo zwaar, dat je niet meer in staat bent fysiek om die elementen het gebouw in te kantelen. Je zet ze eigenlijk op de ondergrond en dan moet je hem dus naar binnen trekken. Maar die krachten om hem naar binnen te trekken, die zijn zo groot dat je dat met handkracht niet meer voor elkaar krijgt En kranen heb je op dat moment niet ter beschikking. Dus die kwam al met het idee van ‘we zetten eerst de hsb neer en daarna leggen we pas die vloer en dan het balkon eraan’. Maar dat betekent dat je heel gefaseerd balkons aan het monteren bent en niet meer in één productiegang alle balkons er eventjes aanhangt.
211. RR: Kan dat balkon ook na het metselwerk?
212. G: Dat balkon zou theoretisch na het metselwerk kunnen.
213. RR: Want dat is eigenlijk wat we het liefste zien natuurlijk.
214. G: Maar dat betekent dus dat de verbinding buiten het gevelvlak gebracht moet worden.
215. RR: En dan krijg je een inkeping in die vloeren?
216. G: Dan krijg je een soortement uitstulping aan het randelement wat door dat gevelpakket heengaat.
217. RR: Dan moet je een strookloze strook in de kist meenemen
218. G: Ja. We denken daar wel over na...
219. RR: Want dat is het grootste geheim natuurlijk. Dan hoeft ik een kant-en-klaar product niet in de ruwbouw mee te nemen maar in de afbouw.
- <...>
220. G: Alleen, door dat gevelpakket heen te komen betekent dat je een hele specifieke detaillering moet ontwikkelen waardoor die hele doorbreking ook wind- en waterdicht is. Je krijgt een andere vorm van waterhuishouding want je krijgt in feite een naad van je balkon buiten het gevelvlak. En hoe ga je dan met de waterhuishouding om op het balkon bijvoorbeeld? ga je dat weer afkitten?
221. RR: Je ziet natuurlijk Schöck ook met holle betonnen balkons waar de waterafvoer in de holle ruimte zit.
222. G: Balqoon.
223. RR: Dan worden ze vanuit buitenaf gemonteerd hé?
224. G: Ja.
225. RR: Je kunt verschillende Schöck-ontwerpen hieraan koppelen? [verwijst naar VBI balkonoplossing.]

226. G: Ja, omdat de hart-op-hart afstanden die wij hanteren voor het instorten van die verbindingen, dat is een veelvoud van 45 centimeter. <> Verder is het zo dat het systeem geschikt is voor elk type balkon. <> Elk type balkon kun je eraan hangen.
227. HM: Je hang natuurlijk wel een zwaar element aan een vloer. Wat zijn daar dan de constructieve implicaties?
228. [G legt het constructieve principe van de VBI balkonoplossing uit aan de hand van de powerpointpresentatie.]
229. G: Dat randelement moet in feite in staat zijn om in zijn eentje het gewicht van dat balkon te kunnen dragen. Wij willen het randelementen smal houden. Dat heeft met kosten te maken. Die randplaat, die kost een factor vijf à zes meer per vierkante meter dan de achterliggende kanaalplaat.
230. RR: Dat meen je niet?
231. G: Dat randelement is hartstikke duur. Dat komt door de hoge mate van voor spanning en de beugelwapening die erin zit.
232. HM: Ik snap het even niet. Als dat randelementen kleiner is dan moet hij op een of andere manier aan het vloerveld daarachter worden gekoppeld?
233. G: Nee. Hij wordt gestabiliseerd door de wanden die er bovenop staan.
234. RR: Die zorgen dat hij op zijn plek blijft?
235. G: Precies.
236. RR: Maar hebben jullie nu verzekerd of uitgezocht dat een plaat met een dergelijk kostenpatroon ook een verdienenmodel geeft? Willen wij daar dan aan?
237. G: Dat is een hele gevoelige discussie .
238. RR: Dit is nogal wat hè?
239. G: Ja, daarom zeg ik ook: 'wij hebben eigenlijk het hele probleem op de verkeerde manier aangevlogen'. Ten eerste was de vraag: 'zijn kanaalplaten überhaupt geschikt voor gestapelde woningbouw?' Nou, die overtuiging hebben we wel. Maar is dan die balkon oplossing die wij nu ontwikkeld hebben financieel zo aantrekken dat hij ook een weg zou gaan vinden in die toepassing?
240. HM: Want voor dat geld kun je misschien wel een half inpandig balkon...
241. G: Een half inpandig balkon moet je nooit op deze manier maken. Een half inpandig balkon doen we altijd met die handjes. Eigenlijk een veel simpelere oplossing.
242. HM: Dat klopt, maar eigenlijk zou dit daar een goed alternatief op moeten zijn.
243. G: Nou, nee...
244. RR: Ik heb eigenlijk altijd een beetje het gevoel gehad dat een half inpandig balkon ook een hele dure oplossing is, omdat je als het ware je thermische schil met veel gekronkel het gebouw in moet voeren. Misschien dat het op vloerniveau niet het meest ingewikkelde is, maar op heel schil-niveau, isolatie onder en boven, lijkt dat ook een draak van een ding. Hoe kijken jullie daar tegenaan?
245. G: Dat zijn natuurlijk aspecten die voor ons niet zo zwaarwegend zijn.
246. RR: Nee, maar ik probeer je hier even in het hele gremium van de beslissingen van een heel gebouw mee te nemen. Terwijl daarin de vloerconstructie ook een belangrijke rol speelt.
247. G: De vloerconstructie speelt zeker een belangrijke rol.
248. RR: Laten we bij het begin beginnen. Is die constructief eenvoudiger dan een uitkraging? Betaalbaarder? een half inpandig balkon?
249. G: Dat is een moeilijke vraag.
250. RR: Dit wordt in ieder geval niet goedkoop, laten we het zo stellen.
251. G: Dit wordt niet goedkoop. Een inpandig balkon is technisch gezien en relatief simpele oplossing. Het heeft wel tot gevolg dat je bijna altijd een dragend element nodig hebt.
252. [G legt aan de hand van de powerpointpresentatie uit waarom je bij half inpandige balkons vrijwel altijd een dragend element nodig hebt en waar dat element zich dan moet bevinden. Afhankelijk van de locatie van het balkon moeten meer of minder voorzieningen worden getroffen.]
253. HM: Ik heb ook nog wel een vraag over dat aanschuifbalkon. Ik zag net op die tekening dat hij ook aan de kopse kant van de vloeren zit. Hoe wordt dat dan gedaan? Daar hebben jullie ook een oplossing voor?
254. G: Daar hebben we ook een oplossing voor. Daar ben ik nog niet helemaal gelukkig mee. <> Een vrij uitkragend balkon doen we ook nog wel eens op deze manier.
255. [G legt aan de hand van de powerpointpresentatie het principe van de alternatieve manier om vrij uitkragende balkons te realiseren uit.]
256. G: Je begint met normale kanaalplaten en legt er twee massieve platen naast. Dan kun je door middel van isokorf, het geprefabriceerde balkon en een in het werk gestorte druklaag alles weer aan elkaar bakken. Maar eigenlijk heeft het niks met kanaalplaten te maken.
257. RR: Het is een soort semi-breedplaat.
258. G: Precies.

259. RR: Een hoop wapening. Een hoop beton. Een hoop nattigheid.
260. G: Een hoop werk. En dit soort oplossingen zijn eigenlijk maar geschikt tot vier/vijf bouwlagen want je moet in principe je balkons kunnen doorstempelen.
261. [G legt aan de hand van de powerpointpresentatie uit dat je de twee massieve platen ook binnen in het casco moet onderstempelen.]
262. G: Dat betekent dat je dit gebied heel zwaar zal moeten gaan stempelen. En je kiest nu juist kanaalplaten om niet te hoeven onderstempelen. Dus dit is een beetje strijdig met de toepassing van kanaalplaten. Maar het wordt wel gedaan.
<...>
263. HM: Maar mijn vraag ging meer over die kop.
264. G: Ja...
265. [G legt het principe van de VBI balkonoplossing voor de kopse zijde uit aan de hand van de powerpointpresentatie.]
266. G: Alleen we zijn niet gelukkig met deze oplossing.
267. RR: Dit ziet er niet voor de poes uit.
268. G: Precies. Dit heeft tot gevolg dat de aannemer heel veel werkt heeft op de bouwplaats.
269. HM: Je moet eigenlijk gewoon voorkomen dat je aan de kopse kan een balkon hebt?
270. G: Nou, zo ver gaan we dan nog niet.
271. RR: Ik snap dat jullie die oplossing graag willen hebben, maar vanuit conceptuele ontwerpen zou je daar natuurlijk best eens goed begin mee kunnen maken.
272. G: Ja, als je het kan vermijden...
273. RR: Of misschien moet je zeggen 'dan maken we inpandige loggia's'.
274. G: Ja, zou kunnen.
275. RR: Ik weet niet of dat nou zo haalbaar is. Maar als dit nou zo een gedrocht is, want het begint natuurlijk toch op een ongelofelijk zware oefening te lijken. Maar misschien zijn jullie er dichterbij dan...
276. G: Ja dat denk ik wel. Wat we namelijk nu aan het doen zijn is dat wel die plaat en al die voorzieningen die daarin zitten, die willen we fabrieksmatig van tevoren allemaal al geproduceerd hebben. Waardoor je dus eigenlijk alleen maar het staalprofiel hoeft neer te leggen, de vloerplaten te monteren en dan is die eigenlijk direct geschikt om het balkon eraan te hangen. Dus al die handelingen die nu gedacht waren om op de bouwplaats te doen, die gaan we naar de fabriek halen. En we zijn nu aan het kijken naar die ankerstaven, om die in het productieproces te laten meelopen. Dus we maken die sleuven al in de fabriek en voordat die plaat van de baan afkomt moeten eigenlijk alle ankerstaven er al in zitten.
277. HM: Bij deze oplossing werk je wel met kanaalplaatvloeren.
278. G: Ja.
279. HM: Eigenlijk zijn jullie misschien wel mee 'blij' met deze oplossing...
280. G: Het zou wel eens kunnen dat deze oplossing uiteindelijk goedkoper blijkt te zijn dan die balkons aan de langskant. Want dit kunnen we nog grotendeel in ons eigen standaardproduct krijgen. En als we in staat zijn om die ankerstaven in het reguliere proces mee te kunnen nemen, dan zou dat wellicht interessanter kunnen zijn. Die discussies lopen nu met de productie.
281. RR: Want bij de gevelopening komt het bij die speciale plaat en dan heb je het dus niet in de standaard fabriek zitten.
282. G: Dan moet je die speciale randplaat maken ja.
283. RR: En dit kun je nog enigszins regulier regelen.
284. G: En deze zal ook wel ietsje duurder worden, maar niet in die mate van vijf à zes keer zoveel. En waar wij heel nadrukkelijk naar op zoek zijn is dat we een methodiek in de markt leggen die 'stupid-proof' is, zodat het niet fout kan gaan.
<...>
285. HM: Kijk, als je zo een casco-montageploeg hebt en het wordt heel complex, en het wordt niet goed geïnstalleerd...
286. G: Nee, dat is ook de reden dat we deze verbinden uitgebreid getest hebben.
287. [G laat aan de hand van de powerpointpresentatie zien dat er verschillende 'full-scale' experimenten zijn uitgevoerd om de VBI balkonoplossing te testen. Beide oplossingen voldoen ruim aan de eisen die worden de minimale belasting dat een dergelijk balkon moet kunnen dragen. Echter, tijdens het testen van de balkonoplossing voor de kopse zijde is wel een fout aangaande de werking van de trekstaven aan het licht gekomen. Daar wordt aan gewerkt.]
288. G: Aan de kopse kant, zoals gezegd, daar zijn we nog wat aan het stoeien om dat wat verder te perfectioneren.
289. HM: Dat is wel duidelijk denk ik, wat betreft de balkons. Het is een goede oplossing maar hij is wel kostbaar.

290. G: Hij is kostbaar. Mijn persoonlijke mening is dat dit soort toepassingen vooral interessant zijn voor hoogbouw. Bij hoogbouw loop je juist tegen die problemen van die balkons aan. Bij gebouwen of appartementen tot drie/vier bouwlagen is het helemaal niet zo een probleem om door te stempelen, denk ik. Maar bij hoogbouw is doorstempelen geen optie meer en daar ligt naar mijn mening de meerwaarde van dit systeem. Dan maakt het bijvoorbeeld ook niet uit of balkons allemaal netjes boven elkaar zitten. Ze mogen verspringend zitten ten opzichte van elkaar. En bij wijze van spreken, als het eerste balkon pas op de tiende bouwlaag voorkomt maakt dat voor ons niet uit. Dat past allemaal binnen dit systeem. Dus ik heb het vermoeden, maar de praktijk zal het uitwijzen, dat dit systeem met name zijn weg zal vinden in hoogbouw.
291. RR: En hoogbouw is dan boven de vijf lagen?
292. G: Ja. Wij hebben zelf die grens op vijf bouwlagen gelegd. Tot vijf bouwlagen is laagbouw. Boven de vijf bouwlagen is hoogbouw.
293. HM: vraag 13: stabiliteit. is het mogelijk om een inpandige stabiliteitswand op een VBI vloer te monteren? Ik weet ook niet helemaal precies hoe dat werkt, maar dat ze de vloeren opsluiten, ook in de gevel... In de gevel zijn dat dan de penanten aan de bouwmuurzijde, dat ze daartussen de vloeren opsluiten en dat je dan die pent kan activeren voor stabiliteit.
294. G: Ik begrijp niet helemaal wat je bedoelt. Kun je wat tekenen?
295. HM: Ja.
296. [HM legt aan de hand van een schets uit wat hij bedoeld.]
297. HM: Als je het hebt over een gevel die dus niet voor de vloeren langs gaat maar die op de vloer steunt... Maar deze penant hier, als je zorgt dat die goed aansluit op beide vloeren, dan zitten die vloeren opgesloten en dan kan die stabiliteit leveren. Wat ik mij dus afvraag is, stel je hebt dit principe, hoe hoger je komt hoe groter de kracht kan worden. Wat zijn randvoorwaarden?
298. G: De vraag is of die krachten groter worden. Ja die krachten worden groter. Want die worden gesommeerd vanaf de bovenste lagen en die worden, ervan uitgaande dat het hele systeem over de hele hoogte wordt doorgezet, worden de krachten naar beneden groter.
299. RR: Als je naar onder gaat krijg je een grotere trek en drukkrachten in die schijven.
300. [Ter verduidelijking worden er wat zaken besproken aan de hand van de eerder gemaakte schets.]
<...>
301. G: Hij kan ook daar staan, een wandje tussen de badkamer en de keuken om maar eens iets te noemen. Dat kan ook ja.
302. HM: Maar Gerben die zegt dat je die wandjes gewoon op de vloeren kunt zetten.
303. G: Ook daar zijn verschillende methodieken. Je zou kunnen zeggen van je houdt hem onder de vloer en je laat de vloeren erover doorlopen. Wat we wel eens doen is dat we sparingen maken en dan gaat de volgende wand er bovenop en dan wordt die doorgestekd door die sparingen heen. Dus dan leg je in principe de vloeren helemaal door en door die sparingen heen laat je die stekken verticaal koppelen.
304. HM: Daar was ik inderdaad benieuwd naar. Dat is denk ik ook wat je doet als je hem inpandig hebt.
305. G: Ja dat is de meest voor de hand liggende oplossing. Theoretisch zou je ook kunnen zeggen van 'ik maak een sparing in die vloer en ik laat die wand doorlopen en dan zet ik prefab op prefab. Alleen dan loopt de vloer er zijdelings tegenaan.
306. RR: Nu heb je de vloer en schijfwerking van de vloer, horizontale en verticale koppeling.
307. G: Zoals ik hem eerst tekende is de meest voor de hand liggende oplossing inderdaad. Betekent wel dat je deze vroeg moet vullen.
308. HM: Precies, want je moet hem opsluiten.
309. G: Je moet hem opsluiten.
310. RR: De krachtenoverdracht moet wel vlekkeloos verlopen.
311. [Er wordt verder gediscussieerd aan de hand van de eerder gemaakte schets.]
<...>
312. HM: Maar die kanaalplaatvloer, daar zitten toch holtes in?
313. G: Ja.
314. HM: Op een gegeven moment gaat dat toch doorponsen? Wat zijn nou de uitgangspunten vanuit het perspectief van zo een vloer?
315. G: Ja, ook dat is weer een kwestie van rekenen. De dimensies van de sparingen die je maakt die moeten dus in staat zijn om die krachten over te dragen.
316. HM: Dus het is niet alleen maar een stek?
317. RR: Het is een doorstapelnok.

318. G: Het is een trek-druk verbinding. Dus je hebt zowel met trek als met druk te maken en beide aspecten zou je moeten controleren. Op een gegeven moment loop je tot de situatie dat hij eigenlijk helemaal gespaard moet worden. Dat die over de hele lengte loopt. Maar ook dat heeft zijn beperkingen natuurlijk.
319. HM: Dit is wel een dingetje natuurlijk.
320. G: Ja, maar sparingen maken waar de stekker doorheen lopen, dat is de meest toegepaste methodiek.
321. HM: Is het juist om te zeggen dat je eigenlijk elke beuk zijn eigen stabiliteitsvoorziening wilt geven?
322. [HM legt aan de hand van een schets uit wat hij bedoelt met eigen stabiliteitsvoorziening en centrale stabiliteitskern.]
323. G: Ook daarvoor geldt, daar kun je geen eenduidig antwoord op geven. Dat zal gewoon projectafhankelijk zijn. Een grote fout die veel gemaakt wordt is, stel dat je een lang gebouw hebt en je hebt daar een kern staan, en dan krijg je temperatuursproblemen en dan gaan die twee kernen elkaar tegenwerken. Dan ontstaat daar een scheur. Dan wordt in feite dat gebouw gewoon uit elkaar getrokken door lage temperaturen. Nu zal dat bij woongebouwen niet zo veel gebeuren omdat ze gesloten zijn. Maar bij parkeergarages bijvoorbeeld is dat een heel veel voorkomende fout.
324. RR: Wat is de gebouwlengte dan, om te dilateren? Is daar iets van te zeggen?
325. G: 50/60 meter. Iets in die orde. Als het een gesloten gebouw is.
326. RR: Dus zeg maar acht beuken?
327. G: Maar eigenlijk hoor je daaraan te rekenen om te bepalen van...
328. RR: Je moet weten wat de krimp is? Opgetelde krimp. Want je berekend het als het ware als een monoliete blokstapeling? En die gaat in zijn geheel krimpen en uitzetten?
329. G: Ja.
330. G: En dan is het nog meer verschillend of je een gebouw in breedplaat maakt, waarbij je dus veel meer in het werk gestort beton hebt en dus veel meer krimp hebt, terwijl bij prefab elementen die elementen al twee/drie weken oud zijn waardoor je dus veel minder krimp hebt. Dat soort aspecten spelen ook een rol, en dat soort afwegingen.
331. RR: Betekent dat dat een monoliet gebouw in breedplaat op kortere afstand dilatatie heeft?
332. G: Dat denk ik wel ja.
333. HM: In jullie handboek staat volgens mij 40 à 50 meter voor het doorkoppelen van vloeren...
334. G: Ja, en dan zal onze uitspraak waarschijnlijk ook aan de veilige kant zijn.
335. HM: Het zijn vuistregels.
336. G: Precies. In de praktijk weet ik zeker dat ze wel eens verder gaan.
337. HM: Stabiliteit, hoe je dat gaat regelen daar moet je denk ik heel goed over nadenken.
338. G: Ja, en bij stabiliteit is het ook heel erg belangrijk om zoveel mogelijk belasting op die stabiliteitsvoorziening te krijgen. Dus probeer de stabiliteitswand of stabiliteitskern zodanig te positioneren dat er heel veel bovenbelasting op komt.
339. HM: Zoals bijvoorbeeld koppelen aan de bouwmuren?
340. G: Koppelen aan de bouwmuren ja.
341. H: Bij Heembeton werd er gezegd dat als je hoger gaat stapelen, dat je dan de bovenste verdiepingen lichter kunt maken.
342. G: Theoretische kan dat.
343. HM: Maar op een gegeven moment is de ballast weg natuurlijk. Dat is weer een nadeel. Dan krijg je misschien in een keer trek op je fundering en dat wil je ook niet hebben natuurlijk.
344. G: Klopt. Je kan afhankelijk van de hoogte van een gebouw... Over de hogere bouwlagen zou je op een gegeven moment de dimensies van je wanden, bijvoorbeeld, gaan reduceren. Dat zou kunnen.
345. RR: Is dat iets dat wordt gedaan?
346. G: In de praktijk niet veel nee. Dat betekent dat de woning die onder die scheiding ligt, die heeft kleinere ruimtes als die erboven zit, en dat is verkooptechnisch niet heel erg handig.
347. RR: Toch is dat eigenlijk wel gek hè, dat we daar niets mee doen.
348. GG: In zekere zin laten we een mogelijkheid liggen om onze constructie lichter te maken en grotere verhuurbare oppervlaktes te creëren.
349. RR: Dat kun je toch gewoon in de verkoopbrochure zetten, dat de appartementen groter worden naar boven toe omdat de wanden daar dunner zijn.
350. G: Ja dat kan.
351. RR: Ik denk dat het meer is vanuit gewoonte en gemak. Dat ze niet verschillende tekeningen willen maken.
352. G: Ja, maar daar komt het uit voort ja.
353. RR: Maar de vraag is hoeveel kuub beton het eigenlijk zou schelen. Hoeveel wapening dat gaat schelen.

354. G: Prefab leveranciers hebben er vaak ook weer een hekel aan want dat betekent dat die wanden dan dunner gemaakt moeten worden, dus die moeten ze lager afstorten. Maar technisch kan het. Dat geldt bijvoorbeeld ook voor het DSS systeem dat wij leveren. Ook daarvoor geldt...
355. HM: ...hoe lager je komt, hoe zwaarder die wapening moet eigenlijk.
356. G: Precies. Dus eigenlijk zou je ook bij DSS kunnen zeggen van 'in de bovenste vier vijf bouwlagen hoef je geen DSS toe te passen'.
357. HM: In principe kun je de bovenste vier bouwlagen bouwen zoals...
358. G: ...of als je laagbouw appartementen zou maken. Bij wijze van spreken wel ja. Maar in de praktijk wordt dat zelden of nooit gedaan.
359. HM: Toch vind ik dat raar.
360. G: Ja, het heeft gewoon met, noem het maar gemakzucht, te maken.
361. RR: Men is blij dat men door het tekenwerk van de eerste laag heen is en dan 'copy + paste' en het is klaar. En wie dat dan daarna gaat betalen, ja...
362. HM: betalen is wel een mooi bruggetje naar vraag 15. Die vraag gaat over financiële haalbaarheid. Daar hebben we ook al wat dingen over gezegd. Vraag 15: hoe staan de kosten van vloeren per woning in verhouding tot de stapelhoogte? Wat ik daarmee bedoel is de vloeroplossing gedeeld door het aantal beuken of appartementen. Is dat iets wat toeneemt als je hoger gaat stapelen?
363. G: Nee. De kosten van een kanaalplaatvloer per vierkante meter, of je dat nou op de eerste bouwlaag toepast of op de 15e, maakt geen verschil.
364. HM: Maar je hebt natuurlijk wel dat DSS.
365. G: Dat DSS heeft daar wel invloed op. DSS uit mijn hoofd gezegd kost op dit moment 60 euro per plaatkop.
366. HM: En wat is dat in verhouding tot een reguliere appartementenvloer? Wat is het prijsverschil tussen een plaatvloer met en zonder dat DSS?
367. G: Dat is een beetje afhankelijk van de overspanning, want wat ik al zei hij kost per plaat kop 64 euro...
368. RR: Maar je hebt hem alleen maar nodig op de eindwanden hè?
369. G: Nee, ook op de tussenwanden, afhankelijk van detaillering en hoogte van het gebouw heb je hem zo wel aan de eind maar ook bij de tussenwanden nodig.
370. RR: Op het moment dat die ring helemaal rond moet lopen?
371. G: Nee, het heeft te maken met het feit dat de vloerplaat ingeklemd wordt door die bovenbelasting. Een kanaalplaat heeft geen bovenwapening. Vanwege het feit dat hij geen bovenwapening heeft...
372. RR: ...mag die niet ingeklemd zijn?
373. G: Je mag die niet ingeklemd maken. En omdat dat bij hoogbouw wel gebeurd hebben we dus die DSS-kooi nodig.
374. HM: Want die opstortnokken, die kunnen maar tot vijf bouwlagen?
375. G: Precies.
376. HM: Maar als ik goed jullie brochure heb gelezen, dan zag ik wel dat je bij de eindgevel al sneller dat systeem hebt, vanaf vier lagen, en dat je dan tot acht lagen nog wel kunt wegkomen met...
377. G: Ook daar kun je geen eenduidig antwoord op geven want dat heeft te maken met overspanningen. De overspanning die in die vloer zit. En 'kun je nog die verticale krachten kwijtraken?'.
378. [G schets de detaillering van de nokken ter hoogte van de vloeroplegging en legt uit wanneer en waarom DSS nodig is.]
<...>
379. G: Als die band te dun is, dan is die aanstorting niet meer in staat om die belasting op een gegeven moment over te dragen. Dan kan je nog uitwijken naar stapelblokken. Dan maken we lokaal sparingen in de kanaalplaat waar lokaal van dit soort nokken ontstaan. En dan ontstaan door het aanstorten stapelblokken, in combinatie met die doorgaande stroken. Het is een kwestie van rekenen of je daar qua druk voldoende belasting in kwijt kan. Op een gegeven moment lukt dat niet meer en dan ben je veroordeeld tot DSS.
380. HM: Dan heb je heel die aanstorting niet meer nodig?
381. G: Dan heb je die aanstorting niet meer nodig. Dan wordt het gewoon massief beton op massief beton.
382. HM: En dan kunnen die stekken er doorheen.
383. G: En dan kunnen die stekken er doorheen.
384. RR: Is het feitelijk zo dat het bovenste deel van de kanaalplaat zou bezwijken als je daarop doorstapelt? Dus zo simpel is het?
385. G: Ja, die dammetjes zijn in staat om tot vier/vijf bouwlagen de drukkrachten over te dragen. daarboven kun je dat rekenkundig niet meer aantonen en dus moeten die kanaaltjes dan ook weg. Vandaar dat we naar die oplossing zijn gegaan.
386. RR: Het is jammer dat je die niet gewoon kunt injecteren in de fabriek.

387. G: Ja, dat kan wel maar dat kost zoveel moeite en past absoluut niet in ons productieproces. En dan nog gaat die plaat zich inklemmen en heb je toch eigenlijk weer die bovenwapening nodig. En die hebben wij ook niet. Die zou je er nog wel in kunnen brengen. Door middel van voorspanstrengen kun je nog wel bovenwapening aanbrengen, maar het nadeel daarvan is dat elke voorspanstreng die ik daarbij stop, die moet ik ook onder toevoegen want anders verliest de plaat capaciteit op spanningen. Hij zal eerder gaan scheuren. En bovenstrengen beperkende mogelijkheid om sparingen te maken voor bijvoorbeeld de trekbandwapening. Dus we willen die bovenstrengen helemaal niet.
388. HM: Of je leidingen natuurlijk.
389. G: Of leidingen. Dus bovenstrengen hebben eigenlijk alleen maar nadelen.
390. HM: En standaard tot elf las ik. Er zit ook een beperking aan DSS.
391. G: Nou ja, de beperking van DSS zit eigenlijk in de wanddikte, welke belasting moet ik overdragen in combinatie met de betonkwaliteit van de wanden en betonkwaliteiten van de vloeren. Die bepalen in feite hoe hoog je kan doorstapelen. En uiteraard ook de mortel voegen die erin zetten. Die bepalen dat ook. Dus de onderste laag zal maatgevend zijn op druk. Loop je daar klem mee, dan zou je op een gegeven moment kunnen zeggen van 'ik maak die kopwanden niet 18 centimeter dik maar 20 of 25 centimeter'. Terwijl woningscheidende wanden meestal 25 centimeter dik zijn. Soms 30.
392. HM: Dus je kan tot redelijk wat bouwlagen komen?
393. G: Ja.
394. HM: Als je maar zorgt dat je het ontwerp er goed op afstemt.
395. G: En het maakt nog wel een beetje uit of je een stramienmaat hebt van tien meter of 7,5 meter. Dat maakt nogal wat verschil.
396. HM: Waarom dan?
397. G: De belastingen die verticaal naar beneden komen.
398. HM: Ja.
399. RR: Zou het in uw perspectief ook denkbaar zijn dat we over ankerloze systemen praten in stapelbouw?
400. G: In principe wel.
401. RR: Heembeton zegt 'het is eigenlijk gewoon een kriem omdat we niet die tweezijdig schone elementen maken'.
402. G: En dat heeft hij wel als je een ankerloze spouwmuur maakt.
403. RR: De vraag is dan wat dat dan betekent. Het zal niet gebezigd zijn vanwege natuurlijk dubbel hijsen en dubbele wanden, want uiteindelijk dat beetje meer beton...
404. G: Wat daar direct bij gaat ontstaan... Maar hoe ga je dan stabiliteit organiseren? Dan komt jouw vraag ook naar voren van 'zou je dus al die aparte appartementen als afzonderlijke gebouwtjes kunnen gaan beschouwen?', want dat gebeurt dan.
405. HM: Met een ankerloze spouw kun je toch alsnog je vloeren doorkoppelen, of kan dat niet?
406. G: Het kan wel maar dan koppel je dus in feite alleen maar wapeningsstaven door.
407. RR: Zoals bij grondgebonden woningen.
408. G: Zoals grondgebonden woningen. En die zijn eigenlijk alleen maar in staat om trekkrachten over te dragen.
409. HM: Ja precies. Dus ik denk dat het met ankerloze spouw heel erg lastig wordt om je stabiliteit te gaan verdelen.
410. G: Ja, dat wordt een grote uitdaging. Dan moet je inderdaad echt per beuk stabiliteit gaan opbrengen ja en dat is financieel gezien geen haalbare kaart zal ik bijna zeggen.
411. RR: Helder.
412. G: En wat je daar ook nog eens krijgt is dat die koppelingen die je toch moet maken ook weer geluidsbelastingen overdragen.
413. RR: Dat blijft ook wel heel vreemd in de grondgebonden woningbouw. We maken ankerloos... Koppel maar wat staven in de kerkvoegen en dan hebben we een knetterharde verbinding tussen twee woningen. Dan zeggen we 'ja dat is ankerloos, super geluidsisolerend'.
414. G: Ik zou bijna zeggen waarom laten we ze daar niet weg. Ik begrijp eerlijk gezegd niet waarom ze erin zitten. <...>
415. HM: Vraag 16: is de VBI vloeroplossing voor gestapelde woningbouw wat betreft de kostprijs concurrerend met de oplossing voor grondgebonden woningen?
416. G: In grondgebonden woningen gebruiken we over het algemeen andersoortige vloerelementen als in gestapelde woningbouw. Bij gestapelde woningbouw gebruiken we altijd dit soort AL-vloeren.
417. HM: Appartementenleidingvloeren?
418. G: Appartementenleidingvloeren inderdaad. In de woningbouw gebruiken we over het algemeen normale kanaalplaten. Behalve in die gebieden waar leidingen opgenomen moeten worden.

419. [G licht het gebruikt van AL-vloeren in de grondgebonden woningbouw toe aan de hand van een schets.]
420. G: Gewone platen zijn orde van grootte een tientje per vierkante meter goedkoper dan appartementenvloeren. Omdat we in die prijs van de appartementenvloeren de kosten hebben verwerkt van het aanbrengen van de sleuven.
421. HM: En als je een appartementenleidingvloer hebt dan maakt het in principe niet uit hoe hoog je gaat. Alleen als je op het punt komt dat je DSS moet toepassen, dan heb je het over 80 euro per...
422. G: Nee, een bepaald bedrag per kop van een vloer. Dus per 1,20 meter.
423. HM: Dat is nog wel te overzien of niet?
424. RR: Ja, dat gaat wel hard want er zitten twee koppen aan vloeren. Je moet hem ook aan de woningscheidende wand en niet alleen maar op de eindwand maken.
425. G: De prijs die loopt op tussen de tien en vijftien euro per vierkante meter. Als je dus DSS aan beide plaaieinden toepast, een beetje afhankelijk van de overspanning want dat veroorzaakt ook verschil, heeft het een prijsconsequentie van tussen de tien en vijftien euro per vierkante meter. Hoe langer die plaat is dan gaat die richting de tien. Hoe korter die plaat is dan gaat die richting de vijftien.
426. HM: Duidelijk. Vraag 17 hebben we gehad. Vraag 18 hebben we eigenlijk ook al gehad. Die gaat over de kostprijs van die balkonoplossing. Die is gewoon vijf tot zes keer meer dan een reguliere vloer.
G: Ja, maar daar zit dan wel de kostprijs van de Isokorf in verwerkt, in die vierkante meterprijs. Dat zit er dan dus wel in.
427. HM: Het is dus niet helemaal een-op-een te vergelijken.
428. RR: Dus het is inclusief het Schöck-systeem?
429. G: Het is inclusief het Schöck-systeem.
430. HM: Dat is ook wel goed om te weten
431. G: Daarbij moet je dan ook bedenken dat de instortvoorziening die in het balkon zit, orde van grootte – dat hebben wij ook al wel eens uitgedijferd – ongeveer 150 euro per balkonelement duurder is. Dus ook het balkonelement wordt door die verbinding iets duurder dan een traditionele Isokorf-verbinding. Het zijn niet zulke hele grote verschillen, maar het zijn wel verschillen.
432. HM: Vraag 19. Trento is een bouwconcept. In een bouwconcept is herhaalbaarheid heel belangrijk. Dus dat je een oplossing kunt herhalen, evalueren en vervolgens verbeteren. Vraag 19 luidt: in hoeverre is het mogelijk om een herhaalbare, project ongebonden vloeroplossing voor een bepaald type woongebouw te ontwikkelen? Is het mogelijk om van tevoren goed na te denken over een vloeroplossing met wapening en alles daarbij in, dus ook trekbanden, die je voor een bepaald type woongebouw herhaalt? En zonder al teveel aanpassingen die kan herhalen?
433. G: Ik denk dat dat wel kan, maar dan zal je waarschijnlijk de oplossing gaan baseren op de meest ongunstige variant, de grootste variant vaak. Daar bepaal je die uitgangspunten op en die kun je dus kopiëren naar lichtere vloeren. Maar dat betekent dat lichtere vloeren per saldo iets duurder worden om die vorm van standaardisatie te bereiken.
<...>
434. G: Om dat op die balkonoplossing te projecteren, wij hebben heel nadrukkelijk met Schöck afgesproken 'wij gaan die balkonverbinding één keer uitrekenen, we gaan hem één keer testen en dat doen we in principe nooit meer'. Zo sterk hebben wij het gestandaardiseerd. Of dat balkon nu groot of klein is, er zitten altijd twee verbindingen in. We gaan niet meer per verbinding, wat Schöck standaard doet, uitrekenen van 'mag die wapeningsstaven rond twaalf of rond tien of acht zijn?', dat doen we niet meer. We standaardiseren dat dus heel sterk. Het kost wel geld.
435. HM: Dus eigenlijk, als je er een heel klein balkon aanhangt, dan is het een beetje zonde.
436. G: Dan is die overgedimensioneerd. Dat is de consequentie van die keuze. Ook om weer fouten te vermijden en al dat soort zaken. Ik ben ervan overtuigd dat het reduceren van werk, want je moet er elke keer weer tijd in steken, het risico van fouten, dat je dat daar absoluut mee terugverdiend.
437. HM: Ja, dat is eigenlijk waar het hele concept over gaat. Het kost meer geld, maar die faalkosten haal je eruit.
438. G: Ja, en het hoeft maar een keer fout te gaan en dan zijn die kosten gigantisch. Daarom ben ik een voorstander van, weliswaar binnen zekere grenzen want je kan dat niet in het oneindige doortrekken natuurlijk,... Een hoge mate van standaardisatie verdient zich altijd terug. En dat is in feite ook datgene wat jullie aan het doen zijn.
439. HM: Volgens mij is heel de industrie daarmee bezig.
440. G: ja.
441. RR: Kijk, op het moment dat die speciale plaat het vijfvoudige kost en je daar tot 1700 kilo per vierkante meter op weg zet, dan hebben we natuurlijk wel een waanzinnige 'overshoot' in de oefening zitten. Als een balkon

normaal op 250 wordt gerekend. Hoe moeten we dat nou... We zitten nu juist te zoeken naar kostenoptimalisatie die zich niet weer aan de achterkant moet oplossen.

<...>

442. HM: Toch denk ik dat dat met alle producten wel een beetje het geval is.
443. G: In alle producten zit een zekere overmaat. Alhoewel, door het reduceren en het steeds maar kleiner maken...
444. RR: Je ziet natuurlijk dat hoofdconstructeurs de hele tijd zitten te zoeken naar minimalisatie en optimalisatie. Kunnen ze drie palen oplossen, dan fietsen ze die eruit.
445. HM: Ja, klopt. Maar die palen zelf die worden geleverd door IJB en die zeggen van 'een paal kan dit hebben', maar die paal kan veel meer hebben.
446. RR: Maar dat weet de constructeur ook wel ongeveer. Die zoektocht naar optimalisatie, waarbij je de veiligheid niet uit het oog mag verliezen...
447. G: Kijk maar naar veiligheidsfactoren. Ik ben constructeur geweest. Toen ik begon rekenden we met een veiligheidscoëfficiënt 1,7. Dat is terug gegaan naar 1,5 en nu is het 1,35. Het geeft wel aan dat het zoeken naar die grenzen constant doorgaat.
448. HM: Vraag 20. Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is dat het ontwerp van individuele bouwcomponenten wordt afgestemd op de uitgangspunten van de fabriek waar die componenten vandaan komen. Welke voorwaarden worden er vanuit jullie productieproces gesteld aan de vloeroplossing?
449. G: Dan refereer je denk ik met name aan de mogelijkheden om installaties op te nemen in die vloer. Het maken van sparingen om maar iets te noemen.
450. HM: Ik heb het gevoel van 'jullie maken bepaalde afmetingen vloeren en dat is het'. Jullie gaan niet in op maatwerk, of wel?
451. RR: Alleen op lengte, niet zozeer op... Jawel, ook op breedte. Want je maakt ook pasplaten.
452. HM: Ja, maar die zitten wel weer gekoppeld aan een 100 mm...
453. RR: Maar goed, daarmee zou je ook kunnen zeggen van 'ze maken ook customized vloeren'. In lengte zeker...
454. G: In lengte zeker.
455. RR: ... en in breedte zijn dat gestandaardiseerde breedtes.
456. G: Wij maken dus geen enkele plaat op voorraad. Dus elke plaat die gemaakt wordt is bedoeld voor een specifiek project. Dus wij maken geen plaat op voorraad, of wat dan ook. Maar je hebt wel gelijk, want in breederichting gelden daar een veelvoud van 10 centimeter want we zagen altijd over het hart van de kanaal. Dus afhankelijk van het plaattype wordt bepaald hoe breed pasplaten zouden kunnen zijn.
457. HM: Dat is een uitgangspunt van jullie productieproces?
458. G: Ja.
459. HM: En zijn er nog andere dingen die daar belangrijk zijn? We hadden het net over installaties.
460. G: Nou ja, installaties vragen natuurlijk dat wij fabrieksmatig sleuven of sparingen maken in kanaalplaten. Dat heeft ook zijn beperkingen. Om maar eens iets te noemen <>
461. [G legt aan de hand van een schets uit dat het aanbrengen van sleuven en sparingen in een kanaalplaat wordt beperkt door het hijsmaterieel waarmee de plaat wordt vastgeklemd.]
462. HM: Is het zo dat dat waar sparingen kunnen worden gemaakt en hoeveel, alleen maar te maken heeft met die klem en niet met draagkracht?
463. G: Dat heeft met beide aspecten te maken. zowel met draagkracht maar ook met de positie van de klemmen. Dat is ook de reden waarom wij dus op de kanaalplaat door middel van markerings aangeven waar die klemmen moeten zitten. <> En daarom is er altijd een interactie tussen het maken van sparingen in kanaalplaten en de positie van klemmen. En in de extreme gevallen gebeurt het wel eens dat de klem daar moet zitten, maar men wil toch die sparing hebben. Nou, dan moet het boren in het werk. Dan kun je dat na het leggen van de plaat wel doen.
464. HM: Dus eigenlijk is het productieproces best flexibel, maar er zitten gewoon...
465. G: ... er zitten een aantal randvoorwaarden aan. En met name de maakbaarheid van al die sparingen, daar hebben we allerlei instructies voor. Van 'wat kan wel'. Hoe groot en hoe breed sparingen kunnen zijn. Dat ligt redelijk vast.
466. HM: En daarbinnen kun je je bewegen.
467. G: En daarbinnen kun je je bewegen. En ik durf er ook wel bij te zeggen dat wat er in die richtlijnen staat, dat is een veilige richtlijn. Er kan best wel iets meer.
468. HM: Dan gaan we nu naar samenvatting en ter conclusie. Terugkijkend op wat er is besproken, wat zijn de belangrijkste punten van aandacht bij het toepassen van een product van VBI, van een vloer, in de gestapelde woningbouw?

469. G: Als eerste zou ik zeggen installaties. Weten waar je installaties komen en hoe die installaties een plek moeten zien te vinden in die vloer. Ik zeg daar heel nadrukkelijk bij 'dat moet je ook enigerlei wijze kunnen beïnvloeden'. Stel dat een architect een plan heeft gemaakt met een beetje wilde uitgangspunten qua sparingen, leidingen en weet ik het wat ze allemaal verzinnen. Als je dan daar de kanaalplaatvloer omheen moet leggen gaat het negen van de tien keer niet goed. Dus installaties en kanaalplaten moet je gelijktijdig beoordelen.
470. RR: Integraal ontwerpen.
471. G: Integraal ontwerpen.
472. HM: Is dat zo specifiek voor gestapelde woningbouw, of is dat...
473. RR: Ook voor grondgebonden.
474. G: Dat geldt algemeen. Dat is voor gestapelde woningen niet anders.
475. RR: In prefab is dat vooral. <> Je moet ze kunnen sturen. Als je niet de invloed kunt aanwenden om met de opdrachtgever en architect te praten over de plaats van de meterkast en de standleidingen en de gebalanceerde ventilatie doorvoeren, dan is het kansloos. Ik vind dat een hele mooie! Wat zijn de volgende, als je het vanuit geheel bekijkt of vanuit vloeren? Natuurlijk het meeste vanuit vloeren omdat dat jullie product is. Maar je mag er ook een beetje langsheen kijken en op onze stoel gaan zitten. Als conceptuele aanbieder van gestapeld werk.
476. G: Dan kan ik eerlijk gezegd niet zo gek veel beperkingen bedenken als datgene wat we al gezegd hebben. De gebouwworm. De plattegrond speelt daar een hele grote rol in. Haaksheid. Schuine gevels bijvoorbeeld... DSS in schuine gevels kunnen we niet. DSS kunnen we alleen maar in haakse platen tot op heden. Misschien gaat het op termijn ooit nog wel een keer veranderen, maar ik denk dat eerlijk gezegd niet want het heeft heel sterk te maken met de manier waarop die platen geproduceerd moeten worden. Ik zie dat eerlijk gezegd nooit in het scheve platen terecht komen. Dus DSS is eigenlijk al heel sterk bepalend bij gestapelde hoogbouw. Zodra je DSS nodig hebt moet het gebouw haaks zijn. Anders gaat het niet goed.
477. HM: Dus echt die gebouwtypologie. Daar goed over nadenken. Het stabiliteitsprincipe, is dat nog een belangrijke?
478. G: Stabiliteit daar kom je over het algemeen wel uit. Je kan met de kanaalplaten natuurlijk geen momentvaste knopen maken zoals een breedplaat dus je hebt altijd stabiliteitsvoorzieningen nodig. Maar in de langs- en in dwarsrichting, en je gaf het net al aan... De woningscheidende wanden zijn meestal de stabiliteitsvoorziening in de dwarsrichting. De meeste aandacht gaat dan met name naar de stabiliteit in de lengterichting, uitgaande van galerij-achtige...
479. RR: In de gevel richting. Dus haaks op de openingen?
480. G: Ja, dat is echt een belangrijk aandachtspunt, om dat in een vroegtijdig stadium te onderkennen. <>
481. HM: Oké, dat was een mooie samenvatting denk ik. Dan de laatste vraag. Dat is denk ik toch wel een lastige vraag maar stel hem wel overal. Als u nou al die aspecten in het achterhoofd neemt, dus maakbaarheid, herhaalbaarheid, kostprijs en constructieve aspecten, wat zou dan een kantelpunt zijn qua aantal bouwlagen van een redelijke oplossing? Dus tot hoeveel bouwlagen zou je vanuit die aspecten zeggen van 'nu kan ik redelijkerwijs geen oplossing meer bieden', of 'nu moet ik het zo erg vol stoppen met gaines'...?
482. G: In principe zouden we die 20 bouwlagen moeten kunnen halen. Maar daar speelt dus wel heel nadrukkelijk die discussie over die tweede draagweg een rol. Op het moment dat partijen dus hele nadrukkelijke eisen stellen aan die tweede draagweg en dat heel heel streng willen doorvoeren, dan wordt het lastig. Dan wordt het heel erg lastig. En dan zal het bij wijze van spreken altijd een besluit kunnen leiden van 'het gaat gewoon niet meer'. Dat zou kunnen. Met name die tweede draagwegdiscussie speelt daar een hele grote rol in. <>
483. RR: Maar nou... Dit was het formele VBI antwoord hé. Want ik koppel dat eigenlijk aan de ambitie die VBI zich heeft gesteld en die ook een beetje samenhang met die 70 meter.<> Maar nu naar de praktische kant. Als wij als conceptbouwer en als aanbiedende partij moeten beslissen over de max. stapelhoogte met die productselectie zoals wij die ongelooflijk goed samen kennen, wat zou dan een realiteit zijn die ook uitgaat van een kostenoptimalisatie. Kijk, wij kunnen alles maken. Dat betekent we kunnen alles aan elkaar storten maar we kunnen ook alles stapelen tot gewenste hoogtes. Maar als we duurzaam moeten investeren in gebouwprincipes en conceptuele herhaling, wat zou dan een redelijkerwijs max. zijn? Die ook de concurrentie aan kan?
484. G: Dat is een complexe vraag.
485. RR: Jawel, maar daar zijn wij hier voor. Want een visie aanhoren, of een ambitie, daar hebben we wel wat, maar niet veel aan.
486. G: Dat klopt ja.
487. RR: Jullie weten ook drommels goed waar Abraham de mostert haalt, want jullie hebben ook al heel veel gestapelde werken met ons en met de markt gemaakt. Wij zien daar ook wel een gemeengoed in. Ergens zie je

ook aannemers afknappen in de concurrentie die zeggen 'ja dat was toch te hoog gegrepen'. Letterlijk te hoog gegrepen. Waar zit dat nou? Eigenlijk zou dat voor jullie ook goed zijn, om daar veel beter nog over na te denken. <>

<...>

488. RR: Ik daag u even uit om gewoon een getal te roepen.

489. G: Als mijn gevoel... Het ligt voor mijn gevoel ergens bij de tien/twaalf bouwlagen. Daarboven wordt je vaak met allerlei additionele dingen geconfronteerd. Maar tot twaalf bouwlagen moet het allemaal heel goed te doen zijn. Zonder allerlei bijzondere excessen. En dan ga ik ervan uit dat het een redelijk normaal gebouw is.

490. RR: Dan moet het ook conceptueel ontworpen zijn. Dat is zeg maar een eis. Dan heb je een conceptueel ontwerp dat naar de essenties van de toepassing is bewogen.

491. [G laat een voorbeeldproject van een woongebouw in Delft zien waarbij VBI recentelijk betrokken was. Uniek aan het project is dat twee appartementen per vloeroverspanning gerealiseerd zijn. De vloeroverspanning van twaalf meter is gerealiseerd met VBI AL-vloeren met DSS.]

<...>

492. HM: Wat mij betreft is mijn deel klaar.

493. [RR stelt nog enkele vragen aan G. Deze vragen zijn niet gerelateerd aan het onderzoek. Deze vragen en antwoorden zijn niet getranscribeerd.]

494. RR: Nou, ongelooflijk interessant. Erg bedankt.

495. HM: Hartelijk dank.

496. G: Graag gedaan. Jullie ook bedankt voor de uitwisseling van ervaringen en gedachten. Ik vind dit fantastisch, dit soort gesprekken voeren.

D.4 Transcriptie interview Bestcon

Interview op donderdag 9 mei te Best

Interviewer:

- Henri Mauritz
- Afkorting: HM

Interviewer bijgestaan door:

- René van Riggelen
- Hoofd Bouwprocesontwikkeling bij Nijhuis Bouw B.V.
- Afkorting: RR

Geïnterviewde:

- Jeroen van Helvoirt
- Manager Projectenbureau
- Afkorting: JH

Transcriptie

1. HM: Ik heb in mijn email al kort toegelicht waar mijn onderzoek over gaat. Ik doe dus het onderzoek bij Nijhuis, specifiek op Trento gestapeld. Zoals René net al zei, is het concept beperkt tot vijf bouwlagen. Dat heeft deels te maken met eigenlijk gewoon niet weten wat er boven de vijf bouwlagen gebeurt. Daar kom ik om de hoek kijken. Ik ga kijken hoe hoog we kunnen komen met het huidige concept. Stel dat we de huidige productselectie pakken en de huidige ontwerpprincipes, tegen welke knelpunten lopen we dan aan en wat zijn redelijke alternatieven op die knelpunten om het toepassingsgebied te vergroten? Onderdeel van redelijke alternatieven zijn misschien ook andere producten, zoals een product van Bestcon. Wij zijn al bij een aantal co-makers langs geweest en Bestcon wordt vaak genoemd. Jullie hebben ook de ambitie om dé prefab cascobouwer in de hoogbouw te worden van Nederland.
2. RR: Dus wij dachten 'daar moeten we heen'. <>
3. HM: Eigenlijk gewoon om twee redenen. Jouw expertise en de expertise van Bestcon, daar zij wij gewoon geïnteresseerd in, maar ook het product dat jullie aanbieden. Vandaar dit interview.
4. JH: Oké.
5. HM: Laten we gewoon beginnen met de eerste vraag. Vraag één tot drie gaan over de expertise van Bestcon. Wat is de expertise van Bestcon in de gestapelde woningbouwsector?
6. JH: Expertise, dan denk ik altijd van 'kijk naar de referenties die wij gemaakt hebben'. Die zijn er zeg maar. Waar ik denk dat wij goede waarde kunnen toevoegen, als je op die manier expertise wilt benoemen, is dat wij aan de voorkant kijken naar zo een ontwerp en daar echt met een prefab hoofdgedachte naar kijken en in de basis het streven hebben van 'hoe kunnen we dat project zo snel mogelijk daar op die bouwplaats realiseren?'. We proberen alle facetten van zo een project te bekijken en mee te nemen in een optimaal prefab gebouw. Daar kunnen wij waarde aan toevoegen.
7. HM: En die snelheid, dat is voor jullie heel belangrijk? Dat is de grootste reden dat jullie de hoogbouw in willen met een prefab casco?
8. JH: Nou, ja. Kijk. De elementen die wij maken... Wanden en vloeren. Wij werken met een voorgespannen vloer, een massieve voorgespannen vloer. Dat is een redelijk uniek product.
9. HM: Dat is Bestcon 60?
10. JH: Dat is de Bestcon 60 vloer. Waarbij wij dus – zoals ik net al zei – altijd proberen een zo dun mogelijke constructieve vloer te maken. Dus we kijken naar de overspanning. We kijken naar de belastingen. We kijken naar de afwerkvloer die erop komt. Dus we proberen een zo dun mogelijke constructieve vloer te ontwerpen binnen hetgeen wat wij kunnen maken. Dat concept, dus met wanden en vloeren daarop en dan weer doorstapelen met wanden, daarmee hebben wij een uniek product, een uniek systeem. Dat biedt voor heel veel projecten gewoon echt een oplossing denk ik.
11. HM: Zien jullie jezelf dan ook als productaanbieder?
12. JH: Wij zijn echt een projectenbedrijf. Projecten waar wij ons op richten, dat zijn die hoogbouw projecten... We doen ook lagere dingen en losse leveringen. Als het maar grijs en constructief beton is zeg ik maar eventjes. Waar onze focus ligt en onze toegevoegde waarde zit zijn de hoogbouwprojecten. Dat systeem leent zich daar gewoon uitermate goed voor.
13. HM: Jullie zijn niet alleen maar betrokken als leverancier maar ook...

14. JH: We zijn niet alleen betrokken als leverancier. We willen juist graag aan de voorkant, dus in het ontwerp, in het ontwerpsteam meelopen, om daar gewoon goede, praktische, prefabtechnische oplossingen te bedenken. En te kijken van 'er is nu hier iets bedacht, dat kan, maar kun je dat niet slimmer op deze manier doen?'. En daar kunnen wij denk ik waarde toevoegen. In dat kader kijken wij veel meer naar het project dan naar specifiek het product. Maar het moet wel altijd met onze producten, betonnen wanden en vloeren, en onze principes. Dat proberen we wel altijd zo veel mogelijk in stand te houden. Maar het grote verschil denk ik, ook zeker met grondgebonden woningen of lagere gestapelde bouw, is dat je de constructie, de structuur van zo een gebouw, niet kunt onderkennen. Die is gewoon ontzettend belangrijk. Ga je een toren van 70 meter hoog maken, dan heb je echt wel iets van stabiliteit nodig.
15. HM: Dus je wil eigenlijk zo vroeg mogelijk worden betrokken.
16. JH: Dat sowieso. Als het aan ons ligt in ieder geval wel.
17. HM: Een herontwerp zouden jullie bijvoorbeeld nooit doen?
18. JH: Ik zou niet zeggen, 'nooit doen'.
19. HM: Daar moet je natuurlijk wel werken met een ontwerp dat al vaststaat dus dat gaat een beetje in tegen het principe dat jullie hebben.
20. JH: Dat wordt dan al lastig ja. Kijk, als het een tunnelproject is kun je daar vaak betrekkelijk eenvoudig een prefab project van maken. Alleen tunnelen werkt natuurlijk met momentvaste knopen. Dat is best wel een issue. Als wij dat in prefab gaan doen moet je iets met wanden gaan doen. Je moet eigenlijk je principe gaan oplossen met... Je hebt een kaartenhuis in één richting en je moet in de andere richting iets hebben, daar moet je iets maken. En dat moet je niet uit de knoop willen halen. Dat is ergens een keer een noodoplossing maar de structuur van het gebouw moet zo niet in elkaar zitten.
21. RR: Maar Hibex, levert die dan ook schijfwerking vanuit zijn bladen? Is dat een samenwerking?
22. JH: Nou als dat nodig is, als de stabiliteit uit die gevel moet komen... In de basis werk je met bouwmuren, dat zijn wanden van ons. Dan komt Hibex met de gevels. Een deel van die gevels is ook altijd dragend natuurlijk. Het kan zomaar zijn dat die dragende gevels ook iets in de stabiliteit moeten doen. Of als je een rechthoekig of vierkant gebouw hebt dat rondom dragende gevels heeft bijvoorbeeld, dan kan het best wel zijn dat de stabiliteit daar deels uit moet komen. Maar onze visie is eigenlijk 'een wand is pas een wand als er ook echt geen gat in zit'. Als je het hebt over een stabiliteitswand. Dan wil je het liefst een zo lang mogelijke wand zonder gaten. De gevel leent zich daar over het algemeen niet zo heel erg goed voor.
23. HM: Over stabiliteit komen we nog te spreken. Ik ben heel benieuwd naar hoe jullie daarover denken. Vraag twee. Jullie hebben natuurlijk expertise in de gestapelde bouw. Wat zijn nou de belangrijkste verschillen tussen gestapelde en grondgebonden woningen?
24. JH: Ik zeg eigenlijk dat het niet te vergelijken is. We hebben een paar dingen al aangehaald. Je hebt dus echt te maken met de constructie waarbij ik zeg van 'die prefab betonwanden hebben niets meer met constructies te maken'. Ze moeten op de bouw komen, daarvoor zit er wapening in, maar dat is een ander soort wapening dan wat wij in de wanden stoppen. Wat ik net eigenlijk ook al zei is dat je het hebt over samenhang in die elementen. Er zit natuurlijk wel allerlei regelgeving aan vast. Je moet niet tellen dat je een wand van 30 meter hebt maar drie wanden van tien meter. Of je hebt er vier van acht zeg maar eventjes. Daar moet je mee gaan ontwerpen en daar moet je over nadenken.
25. HM: Dat is lastig aan prefab, dat je een geheel, een samenhang, moet creëren uit allemaal losse elementen. Je zou kunnen stellen dat hoogbouw zich daar niet voor leent, maar dat is natuurlijk niet jullie visie.
26. JH: Nou kijk. Nee, in zoverre is het prettiger als je een wand van 30 meter hebt. Als je het zo bekijkt, qua stabiliteit et cetera. Maar het is niet gezegd dat je het met drie wanden van tien meter niet kunt oplossen. Alleen je moet er wel aan de voorkant al mee bezig zijn. Je moet niet naar een project waar dat complete dingen in tunnels is uitgewerkt, met een wand van 30 meter waarmee alles geregeld moet worden, want dan houdt het wel een keer op. En als je dan kijkt wat je nog meer aan verschillen hebt tussen die woningbouw, grondgebonden zeg maar, en gestapeld... Vloer, geluidseisen. Daar zit de kracht van ons systeem en dat is natuurlijk een heel groot verschil tussen grondgebonden en gestapelde woningbouw. De dimensies zijn heel anders. Hoe je een woningscheidende wand in de woningbouw maakt met twee wandjes van tien centimeter, dat doe je met één wand van 25 centimeter in de gestapelde woningbouw. En dat gaat veel meer op basis van massa.
27. RR: Drukkrachten, doorstapelkrachten...
28. JH: Ja. Die moet je oplossen dus heb je dikkere en zwaardere elementen.
29. HM: Oké. Dezelfde vraag, maar dan het verschil tussen woningbouw en utiliteitsbouw. Ik weet niet of jullie ook met utiliteitsbouw bekend zijn?
30. JH: Jazeker.
31. HM: Maken jullie daar hard onderscheid tussen?

32. JH: Het is ook weer een compleet andere wereld. Echt een compleet andere wereld. Het grappige is wel dan onze Bestcon 60... Dit gebouw is met een Bestcon 60 vloer gemaakt. Het gebouw dat hiernaast staat is met een Bestcon 60 vloer gemaakt. Maar wel allemaal behoorlijk wat jaartjes geleden. Toen hadden we ons Bestcon 60 concept, dat was toen eigenlijk een kolommetje van 30 bij 30 centimeter en daar lagen op één kolom vier vloerplaten. Dus die hadden een oplegging van 13 of 14 centimeter op die kolom.
33. RR: Vierkant? Met een pen of...?
34. JH: Het waren eigenlijk allemaal pennenkolommetjes. Dus je had een kolommetje, daar stak één stek uit in het hart en daar lagen vier vloerplaten bovenop. Dus allemaal puntvormige oplegging van die vloer. Dat was toen. En dat op een stramien van 3,60 meter bij 7,20 meter. En zo zijn er duizenden kantoren gemaakt. Wij hebben er een heel aantal gemaakt. Wel allemaal voor mijn tijd in ieder geval. Ik heb er nog een paar mee mogen maken. Maar op een gegeven moment deed de kanaalplaat zijn intrede. En op een gegeven moment werd de regelgeving een klein beetje anders. En op een gegeven moment werd de architectuur van die gebouwen wat anders. Die 3,60 bij 7,20 werd wat losgelaten. Dus toen zijn wij daar ook weer over na gaan denken. Toen zag je dat de utiliteitsbouwmarkt voor ons niet meer interessant was. De Bestcon 60 vloer, die massieve vloer, die had voordelen maar die waren er voor de utiliteitsbouw niet meer. De kanaalplaat was dé perfecte oplossing. Je kon grotere overspanningen maken met een lichtere vloer. Goedkoper. Een veel goedkopere vloer. Het was acceptabel dat je overal nokken kreeg aan wanden. Dat is bij een woning natuurlijk een no-go maar bij utiliteitsbouw is dat prima want er zit toch een verlaagd plafond.
35. HM: Met nokken bedoel je van die neusjes?
36. JH: Ja. Een oplegnok voor de kanaalplaat zeg maar.
37. HM: Ja. Dus dat die niet meer op de wanden...
38. JH: Dat die dus niet op de wanden doorstapelt maar dat je de vloer uit de stapeling haalt.
39. HM: Is dat een heel belangrijk kenmerkend verschil? De overspanning en...
40. JH: Dat denk ik zeker. De overspanning en de eisen die je aan zo een vloer hebt. Bijvoorbeeld aan installaties. Want een installatie onder een verlaagd plafond in een kantoor is natuurlijk prima. Dat hoeft niet in een installatielaag of in sleuven van VBI bijvoorbeeld. Dat los je op een hele andere manier op. Dan zit je veel meer aan die kan van 'hoe kan ik uiteindelijk met die vloeren een zo groot mogelijke overspanning zo goedkoop mogelijk realiseren?'. Er zitten hele andere eisen aan een utiliteitsbouwwerk dan aan een gestapelde woningbouwproject. Gestapelde woningen hebben in de basis nooit een beukmaat van twaalf meter. Je hebt geen woning die een beuk van twaalf meter heeft.
- <...>
41. JH: Dus ik denk echt dat je dat moeilijk met elkaar kunt vergelijken. En je ziet ook compleet andere details, oplossingen en principes.
42. HM: Maar jullie focussen je meer op de woningbouw?
43. JH: Onze focus, dat waar wij echt acquisitie op doen, waar we ons in profileren en bij klanten en ontwikkelaars aan tafel willen zitten, dat zit in die gestapelde woningbouw. Maar wij maken net zo goed utiliteitsbouwwerken. Wij hebben een klant waarvoor wij al 13/14 kantoorgebouwen hebben gemaakt. We hebben redelijk recent een opdracht gekregen voor een kantoorgebouw langs de A2. Ja, we zeggen daar geen nee tegen. Helemaal niet zelfs. Het is prima grijs, constructief beton. We krijgen ook die aanvragen en kunnen dat prima doen. Alleen onze focus zeg maar, onze toegevoegde waarde, daar zit het grootste verschil denk ik, dat zit in de gestapelde woningbouw. Op het moment dat je losse levering van wanden hebt of een kanaalplaatscasco bijvoorbeeld, dan zijn er veel meer aanbieders, prefab betonboeren zeg maar eventjes, die dat zouden kunnen. En dat gaat veel meer op prijs dan op echt toegevoegde waarde kunnen leveren.
44. HM: Oké, duidelijk. Vraag vier. Gebouwkenmerken. Dan gaat het over gebouwkenmerken van de gestapelde woningbouw in relatie tot de casco-oplossing. Welke kenmerken van een woongebouw zijn het meest relevant bij het bepalen en ontwerpen van de prefab casco-oplossing? Stel jullie schuiven bij zo een partij aan, helemaal aan het begin bij het ontwerp, waar sturen jullie dan op? Ik bedoel kenmerken zoals type ontsluiting, beukbreedte...
45. RR: Waar ga je het eerste naar kijken?
46. JH: Het eerste kijk ik naar de beukmaat. We hebben een voorgespannen vloer en zo'n voorgespannen vloer vindt het toch best wel fijn om een behoorlijke overspanning te maken.
47. RR: Tot?
48. JH: Tot maakt niet zo heel veel uit. We kunnen best wel groot en lang alleen dan gaat de vloer meteen dik worden. Als je kijkt van, 'wat is nou de optimale maat?', dan zit dat ergens tussen die zeven en 8,5 meter. Dat zijn gewoon echt interessante beukmaten.
49. HM: Dat is optimaal qua prijs of...?
50. JH: De combinatie van dikte met de overspanning die je moet maken en uiteindelijk daarmee ook wel de prijs.

51. HM: Als je beneden die zeven zit moet je eigenlijk gaan overdimensioneren?
52. JH: Je gaat niet direct overdimensioneren want je vloer gaat wat dunner worden, maar die voorspanning wil je gewoon graag benutten zeg maar eventjes. Onder de zeven meter ga je de voorspanning...
53. HM: ... onderbenutten?
54. JH: Juist. Dat is een beetje het verhaal. Zeven meter – ik ken die getalletjes niet precies, het heeft ook met opbouw te maken – dan zit je aan een 170 of 180 dikke vloer. Ga je naar 8,5 meter, dat is een beetje de max., dan heb je een 200 dikke vloer zeg maar eventjes.
55. RR: Merk je ook dat dat courante breedtematen zijn eigenlijk? Ook in plattegrondontwikkeling?
56. JH: Ja. Zeker. Absoluut. Dat maakt ook dat dat jasje ons wel goed past zeg maar. En wat je ook ziet, inderdaad, is dat in de gestapelde woningbouw de smalle beukmaten zoals je die kent bij grondgebonden woningen, die zie je niet zo veel. Dus de vijf meters, wat dan ook.
57. RR: Het programma moet natuurlijk ook op één verdieping...
58. JH: Ja. Het zit op een hele andere manier in elkaar.
59. RR: 60 tot 90 vierkante meter appartement hè.
60. JH: Ja. En dan zeg ik zeven bij tien, dan hebben we al een behoorlijke plattegrond. En dat zijn dingen die gewoon heel veel tegenkomen. Dus Beukmaat is absoluut een ding waar ik naar kijk. Wat voor ons altijd een belangrijke is... In de basis proberen we altijd zo veel mogelijk naar lijnvormige ondersteuning te gaan.
61. HM: Zoals wanden.
62. JH: Zoals wanden zeg maar even. En dan proberen we als je het hebt over een gevel of een wand altijd wanden met gaten te maken.
63. [JH legt het principe van openingen in wand- of gevelelementen - uit aan de hand van een schets. De openingen lopen niet door naar de rand van het element. Er zit altijd een penant of latei.]
64. JH: Dit (verwijst naar de schets) is mijn wand en daar zit een gat in. Dat is bijvoorbeeld mijn deuropening. Dan proberen we zoveel mogelijk een regel boven en onder te houden.
65. HM: Ja. Penanten en lateien.
66. JH: Wordt het een m of een n, dan wordt het al vervelend.
67. RR: In feite is dat helemaal niet anders dan het heembeton principe hè.
68. JH: Nee. Zeker.
69. RR: Dus overall waar je een prefab hebt wil je eigenlijk een gesloten... Anders moet je met rekverbindingen of met tijdelijke...
70. JH: Het kan allemaal. Alleen kijk je naar slim en efficiënt, dan zijn het wanden met gaten.
71. RR: ... is het allemaal in grindbeton met lichte, niet te zware wapening of niet overdreven.
72. JH: Dat is het ook. Je gaat vaak compenseren met wapening.
73. HM: Maar toen jij zei, 'we willen het liefst openingen hebben'... Eigenlijk het liefst niet toch?
74. JH: Ja. Maar goed. We ontkomen er niet aan. Je hebt deuren nodig.
75. HM: Ook in bouwmuren?
76. JH: Ja, natuurlijk.
77. RR: In trappenhuisen krijg je soms ook ontsluitingen direct op appartementen.
78. JH: Tuurlijk – zoals jij net ook al zei – je hebt meerdere vormen van ontsluiting. Je hebt het galerij-principe. Die is vaak constructief heel makkelijk want je hebt allemaal bouwmuren met vaak een lichte invulling van de voor- en achtergevel. Dus je hoeft daar vaak niet zo heel erg door de constructie heen met gaten. Maar ga je meer naar een centrale ontsluiting...
79. HM: Kwadrant bijvoorbeeld?
80. JH: Ja, slanke en vaak wat hogere torens. Dan ontkom je er niet aan dat je vanuit je constructie zeg maar op een of andere manier je woning moet gaan bereiken. Dat is zo. En kijk, voor stabiliteitswanden is het heel wenselijk dat je een wand zonder gat hebt...
81. HM: Dat is voor ons interessant. Als je zo een ontwerp wilt opzetten zijn dat dingen waar je rekening mee moet houden. Kijk je zegt van, 'er zitten heel vaak openingen in die bouwmuur', maar als dat een beperking is moet je van tevoren zorgen dat je dat helemaal minimaliseert of helemaal voorkomt.
82. JH: Ja, dat klopt. Maar ik denk dat als je een centrale ontsluiting hebt, een centrale kern, dan ontkom je daar niet aan. Dat denk ik.
83. RR: In hun doorstapeling naar 70 meter dan...
84. JH: ... Heb je relatief veel stabiliteits elementen nodig. Ja.
85. RR: Dan ga je uit alle hoeken natuurlijk dwars door vanuit die centrale kern.
86. JH: Ja. Absoluut. Waar wij in de basis ook naar kijken – dat is ook wel een interessante – is dat wij proberen een zo groot mogelijk element te maken. Ik maak liever één wand van tien meter dan dat ik drie wandjes van drie meter maak. Of als je een gevelwand hebt van tien meter met drie gaten erin, dat is prima.

87. HM: Dus geen verspringingen in de gevel?
88. JH: Nee, ik probeer eigenlijk te zeggen van 'kijk je naar snelheid en kijk je naar het productieproces et cetera', één wand van tien meter met drie grote gaten erin is voor mij én voor de montage én voor de productie én voor de stabiliteit en voor alles veel en veel prettiger dan dat je bijvoorbeeld drie korte penantjes hebt van twee meter met daar openingen van twee meter tussen. Want dat is drie keer handelen hier in de fabriek, dat is drie keer op een vrachtwagen zetten, dat is drie keer iets monteren.
89. HM: Je moet het aan elkaar bakken.
90. JH: Het moet allemaal gekoppeld worden. Terwijl ik ook één wand met hetzelfde volume en dezelfde lengte in één keer kan handlen. Dus dat zullen we in de basis proberen. Wanden met gaten en lijnvormige ondersteuning. Onze vloer komt vanuit – wat ik net al vertelde – kolommetjes van 30 bij 30. Dus we kunnen heel veel. Maar kijk je naar efficiëntie, dan zijn gewoon lijnvormige ondersteuning prettig.
91. HM: Dat is efficiënt qua wapening?
92. JH: Ja. Met name ja. Dus wat hadden we? Overspanning. Lijnvormige ondersteuning. In principe zo groot mogelijke elementen. Uiteraard de vorm van de plattegrond.
93. RR: Gaten in wand hè.
94. JH: Ja, gaten in wanden. En wat je bij woongebouwen altijd hebt is de buitenoplossing. Een balkon of patio of wat dan ook. Dat is ook altijd wel een hele bepalende.
95. HM: Met bepalend bedoel je of die er wel of niet is of de manier waarop die wordt gerealiseerd?
96. JH: In principe is die er altijd, behalve bij kleine studentenwoningen zeg maar even, bij minder dan 50 vierkante meter heb je ze niet nodig. Maar goed. Er is altijd iets. Dan is de vraag, 'hoe is dat iets in het ontwerp meegenomen?'. Zijn dat uitstekende balkons? Zijn dat inpandige balkons? Zijn dat half-uitstekende balkons?
97. RR: Daar kun je een aparte studie aan wijden.
98. JH: Ja.
99. HM: Waar ook nog een vraag over komt ja.
100. RR: Mooie duidelijke opsomming.
101. HM: Yes. Vraag vijf is een hele algemene vraag, maar ik stel hem toch overal en ik benieuwd waar jij mee komt. Het gaat over bouwregelgeving. De vraag luidt: stelt de bouwregelgeving zwaardere en/of additionele eisen aan gestapelde woningbouwcasco's als je het vergelijkt met grondgebonden woningen?
102. JH: Ja. Ik kan er niet heel veel anders van zeggen. Maar wat nou precies de verschillen zijn dat kan ik dan ook weer niet zeggen.
103. HM: Zijn er dingen waarvan jij zegt van, 'die hebben dermate veel impact...'?
104. JH: Wat ik eigenlijk net al schetste. Ga je naar grondgebonden woningen, ik noem dat geen constructies eigenlijk. Die betonnen elementen of kalkzandsteen of wat dat dan ook is, voor mij is dat geen constructie.
105. RR: Dat is alleen maar zodat de buurman niet bij je binnenkomt. <>
106. JH: Ja. Maar ook als je kijkt naar – dat vind ik dan nog steeds raar – kalkzandsteen-breedplaat woningbouwcasco's, daar zit geen enkele samenhang, constructie of wat dan ook in. Ga je hetzelfde in prefab maken, dan moet je al wel iets doen. Maar die prefab elementen die geleverd worden, daar zit een beetje transportwapening in.
107. RR: Dat heeft overigens nog niemand kunnen verklaren. Waarom die kalkzandsteenjongens dat zo slim geregeld hebben.
108. JH: Ik denk dat ze een goede poot binnen hebben bij de mensen die de regeltjes gemaakt hebben. Dat is de enige reden die ik kan verzinnen. Want er is natuurlijk geen enkele aanleiding om te zeggen waarom het in prefab anders zou moeten – want dat is niet nodig – dan dat dat in kalkzandsteen gaat. Tuurlijk, je werkt met kleine blokjes en een bepaalde samenhang zit er wel in. Maar ja... Maar goed, ja er zitten absoluut eisen. Maar wat nou precies de verschillen zijn kan ik niet benoemen. Dat is met name omdat ik die van de grondgebonden woningen niet ken.
109. HM: Waar ik eigenlijk een beetje op doelde – voor jou is dat natuurlijk al heel standaard want jij hebt niet te maken met grondgebonden woningen – zijn dingen zoals samenhang, stabiliteit, tweede draagweg, voortschrijdende instorting en dat soort dingen.
110. JH: Ja, absoluut.
111. HM: Daar gaat vraag zes ook over. Jullie zeggen op jullie website, quote: "Bestcon 60 realiseert eenvoudig veel constructieve uitgangspunten zoals de tweede draagweg conform de Eurocode". Welke voorschriften en/of aanbevelingen aangaande tweede draagweg zijn in de Eurocode opgenomen? Een hele algemene vraag. Wat zou jij daar op antwoorden?
112. JH: Kijk, met de Eurocode heb je het me name over die samenhang. De samenhang tussen elementen. Dat lossen wij op door... Je gaat elementen stapelen dus je plaatst twee wanden, daar komt de vloer op te liggen en die vloer plaatsen we zeg maar in het midden erop.

113. HM: Een beetje het lego-principe.
114. JH: Ja, toch een beetje het lego-principe. Toch een soort van metselwerkverband creëren.
115. HM: En die wand die daarboven komt, die gaat dan ook weer...?
116. JH: Ja. Afhankelijk hè.
117. [JH legt het principe van het in 'metselwerkverband' stapelen van prefab wanden en vloeren uit aan de hand van een schets.]
118. JH: Dus drie kleinere wanden, vloeren ertussen en daar weer wat grotere wanden op. Je gaat dus op allerlei manieren dit soort koppelingen creëren.
119. RR: Puur al door de stapeling?
120. JH: Door die stapeling.
121. RR: Een halfverband stapeling eigenlijk?
122. JH: Ja. Je gaat dus een wand via de vloer aan de bovenliggende wand koppelen. Dat geeft in verticale zin samenhang.
123. [JH schetst het detail van de oplegging van de Bestcon 60 vloer op de bouwmuur met daarin verticale wapening (stekken in gains) door de vloerkoppen (bij een dragende gevel) of door de voeg tussen de twee vloerkoppen (bij dragende binnenwanden) en horizontale wapening in de voeg tussen de vloerkoppen (bij dragende binnenwanden).]
124. JH: <> Hier (verwijst naar de schets) gaat de stek doorheen. In die voeg is ruimte om in die richting (verwijst naar de richting haaks op de vloeroverspanning) wapening te leggen. Dus ga je ook in horizontale samenhang creëren.
125. HM: Dat wordt je horizontale trekband?
126. JH: Dat wordt eigenlijk je horizontale trekband. In die vloer zit een kopnet...
127. HM: Wordt dat kopnet, die wapening in die vloer, nog gekoppeld aan die horizontale trekband in je wand? Of niet?
128. JH: Nee, er zit geen directe koppeling... Dat moet ik anders zeggen. Er zit een kopnet in de vloer voor het inklemmingsmoment. Dat is de basisfunctie van dat kopnet. In die vloeren zitten kopsleuven zoals je ze ook bij kanaalplaten kent.
129. [JH schetst het principe van de vloerelementen onderling (horizontaal) koppelen door wapeningsstaven in de kopsleuven in te storten.]
130. JH: Dus daarmee koppel je vloeren aan elkaar. Dat geeft ook weer horizontale koppeling in die richting (verwijst naar de richting parallel aan de vloeroverspanning in de schets). In deze richting (verwijst naar de richting horizontaal) gaan die staven erdoorheen. Hier (verwijst naar de vloerkop) zit dat kopnet erin. Door dit soort, ik noem het maar even rijgprincipes, ga je dus in je vloer die samenhang creëren. <> Op allerlei manieren ga je dus koppelingen maken.
131. RR: Wordt elke koppeling berekend?
132. JH: Nee. Dat valt wel mee.
133. RR: Want je brengt nogal wat verbindingen in zo een toren in.
134. JH: Hier heb je het over principes natuurlijk. Wat je vaak ziet is dat je onder zwaardere koppelingen hebt dan boven. Zo moet je dat wel een beetje bekijken. Op laag niveau wordt dat bekeken en niet naar één specifieke oplossing. Uiteindelijk rolt daar gewoon uit 'zo veel stekken om de meter'. Ik noem maar even wat.
135. HM: Zou je kunnen zeggen dat die wapening er alleen maar toe doet om voortschrijdende instorting te voorkomen? Dus dat die wapening normaal gesproken bij de afdracht van de belastingen eigenlijk helemaal niets doet. Behalve als er bijvoorbeeld een gasexplosie is.
136. JH: Afhankelijk van het element waar je het over hebt... Want als je kijkt naar een wand, die moet met name druk opnemen. Gewoon een normale woningscheidende wand moet met name druk opnemen. Dus dan heb je eigenlijk geen wapening nodig.
137. [JH schetst een plattegrond met daarin dragende wanden en een stabiliteitswand.]
138. JH: Die wanden (verwijst naar de dragende wanden in de schets) hoeven in principe geen stabiliteit op te lossen, of bijna niets. Dus daar hoeft bijna geen wapening in. Maar dat ene wandje wat hier staat (verwijst naar de stabiliteitswand in de schets) moet net zo goed die druk opnemen maar die krijg natuurlijk in de andere richting al die stabiliteitsbelastingen voor zijn kiezen. Dus daar zit niet alleen maar wapening voor de samenhang in, maar daar zit juist ook wapening voor de stabiliteit in.
139. HM: De Eurocodes praten inderdaad over samenhang en over voortschrijdende instorting. Eurocode 2 doet aanbevelingen om bij zoveel bouwlagen daar trekwapening rondom te leggen en orthogonaal. Overal waar ik kom vraag ik 'hoe interpreteren jullie dat?'. Het antwoord dat ik altijd krijg is dat het niet eenduidig is hoe je daarmee om moet gaan. Is dat iets waar jullie tegenaan lopen?
140. JH: Continu.

141. HM: Continu?
142. JH: Ik heb hier een artikeltje – ik weet niet of je het kent maar het is denk ik wel heel interessant – dus die mag je wat mij betreft meenemen. Uit de Cement. Eigenlijk zijn er drie methoden voor de tweede draagweg, om dat op te lossen. Wat wij ervaren is dat uiteindelijk de gemeente bepaalt welke oplossingsmethode er voor een bepaald project gekozen moet worden.
143. HM: Dat is natuurlijk heel vervelend.
144. JH: Dat is extreem vervelend.
145. HM: Als je, zoals wij dat willen, van tevoren... Bij een concept is herhaalbaarheid belangrijk. Dus van tevoren wil je daar over nadenken en daar je ontwerp op afstemmen.
146. JH: Van tevoren moet je daar over nadenken. Het kan een mega impact hebben.
147. RR: En dat doen ze natuurlijk ook te laat dan? Of kun je dat op voorhand...?
148. JH: Dat is ook altijd een ding. Want vaak gaat de gemeente pas werken op het moment dat je een compleet verhaal hebt.
149. RR: Een omgevingsvergunning.
150. JH: Als de omgevingsvergunning verleend is. Maar aan de voorkant ben je aan het ontwerpen. Niet bij die omgevingsvergunning. Dan is dat klaar zeg maar eventjes.
151. RR: Kun je constructief advies in de voortrein krijgen?
152. JH: Nou, dat is dus waar wij altijd op proberen te sturen. Er is een hoofdconstructeur betrokken. Soms zijn wij ook hoofdconstructeur. Of de engineeringpartij waar wij mee werken die fungeert ook als hoofdconstructeur. En wij proberen altijd te organiseren dat dus die hoofdconstructeur bij die gemeente aan tafel komt zo van 'Dit is het ontwerp. Hier zien wij kritische situaties. Hoe gaan wij met die kritische situaties om? Hoe vinden jullie dat wij die kritische situaties moeten oplossen?'.
153. HM: Dat is eigenlijk hoe je het moet aanpakken. Bijvoorbeeld als je het hebt over een gasexplosie, dan zou je als je een lichte gevel toepast kunnen zeggen van 'die lichte gevel knalt eruit, er gebeurt helemaal niets met de stabiliteit van de wand die erachter staat dus ik ga daar geen stekken in stoppen'. In sommige gevallen zou dat kunnen. Maar het zou kunnen dat de gemeente het daar helemaal niet mee eens is. Je kan er niet een projectongebonden oplossing voor verzinnen of zeggen van 'ik ga er altijd zo mee om'.
154. RR: Hebben die er eigenlijk wel de expertise voor? Misschien de grote gemeentes maar...
155. JH: Wat je ziet, inderdaad, is dat het vooral de grote gemeentes zijn die daar iets van vinden. De kleine gemeentes laten zich vaker leiden door de hoofdconstructeur. Als de hoofdconstructeur zeg van, 'dit is een goede oplossing voor deze situatie dus we gaan het zo doen', dan zal de gemeente eerder zeggen van, 'akkoord'. Wat wel het geval is, is dat de meeste hoogbouwprojecten die wij maken zich bevinden in de grote steden. In de randstad.
156. RR: Dus dan valt er zeker een heel apparaat bovenop?
157. JH: Juist. En wat dan het rare is, bijvoorbeeld... Wij hebben een groot project gemaakt – Bananenstraat heette dat – van 350 appartementen voor Heijmans in Rotterdam. Rotterdam heeft in zijn basis gezegd van, 'ik wil geen key-elements'. Key-elements is een van de oplossingen om dat op te lossen. In dat gebouw – De Bananenstraat – zitten er 114. Dat was eigenlijk de enige oplossing voor die situatie. Het was een groot gebouw met een brede plint. Er staan twee torens bovenop. Die staan er een beetje op een rare manier op. Eronder moesten allerlei functies komen. Commercieel, restaurants en dat soort dingen. Maar ook een stukje parkeren. Dat plan komt natuurlijk ook vanuit de gemeente. Die sturen daarin wat ze allemaal willen. Dus allerlei redenen voor een bepaalde plattegrond en ideeën et cetera. Uiteindelijk is de oplossing geweest om toch key-element toe te passen. En dan zegt vervolgens de gemeente van, 'Ik wil het niet maar oké, we snappen het. Dit wordt de oplossing.'. Allemaal eens. Maar dan zegt de gemeente vervolgens van, 'ja maar dan wil ik wel dat ieder key-element dat hier gestort wordt in de fabriek door de constructeur beoordeeld wordt.'. <>
158. HM: Moet je die kunnen verwijderen?
159. RR: Wat is een key-element?
160. JH: Dat is een element dat extra eisen krijgt. Dus zwaardere wapening...
161. RR: Is dat een sleutel...?
162. JH: Het is echt een sleutelement.
163. HM: Bijvoorbeeld een kolom in de parkeergarage.
164. JH: Ja. Het ging met name over kolommen. Er waren ook een aantal wanden bij maar het ging met name over kolommen. Inderdaad een groot stuk van het parkeerdeel. Maar er is dus iedere dag dat wij zo een element stortte een constructeur geweest die naar die mal en wapening is komen kijken en dat gekeurd heeft en vervolgens een groen stickertje opgeplakt heeft. Die elementen zijn gesteld op de bouw en van ieder element is de mortel die onder en boven het element zit getest om te kijken of wordt voldaan aan de eisen die daaraan vastzitten. Het is niet te omschrijven wat dat moet kosten zeg maar eventjes. Diezelfde partij – Gemeente

Rotterdam – is om raad gevraagd voor een project dat wij in Vlaardingen hebben gedaan. Het is een andere gemeente maar het ligt ernaast. Geen grote gemeente dus niet zelf de expertise. Die hebben de expertise bij Gemeente Rotterdam gehaald. We hadden een balkonoplossing op een hoek waar in principe een kolom onder stond, in de gevel zeg maar eventjes.

165. HM: Ja. Zeker langs een weg, en dat mocht niet.
166. JH: Een kritische kolom. Dat mocht niet. We mochten daar geen key-element van maken. Uiteindelijk zijn dat twee kolommen geworden. Twee kolommen naast elkaar.
167. HM: Eentje moet je kunnen verwijderen.
168. JH: Eentje verwijderen, de andere neemt het over.
169. HM: Dus die impact, afhankelijk van de gemeente, kan heel erg groot zijn op je ontwerp en op je uitvoering?
170. JH: Ja. Absoluut. En wat de uitkomst wordt, dat weet je vaak niet.
- <...>
171. JH: Die drie oplossingen... Lees dat artikel ook maar eens door. Ik denk dat dat ook wel een goed beeld geeft.
172. HM: Vraag zeven: zou je een projectongebonden oplossing voor tweede draagweg kunnen...? Of zou je het projectongebonden kunnen interpreteren? Als ik het even voor jou mag invullen... Jij zegt, 'nee, dat kan niet'. Het is gewoon afhankelijk van waar je bouwt, welke gemeente...
173. JH: De specifieke situatie hè. Wat voor risico's zijn er?
174. RR: Gekoppeld met persoonlijke inzichten. Dan wordt het heel lastig.
175. JH: Maar goed. Je hebt natuurlijk... Kijk naar ontwerp en kijk naar specifieke botsbelasting onder zo een kolom bijvoorbeeld.
176. HM: Zou je wel kunnen zeggen dat bij een bepaald type ontwerp het makkelijker wordt om te voldoen? Bijvoorbeeld een ontwerp zonder key-elements.
177. JH: Als je die structuur van wanden en vloeren kunt handhaven dan loopt het eigenlijk over het algemeen wel los.
178. RR: Want zitten die key-elements, en dat soort dingen, dan vaak in de onderste lagen?
179. JH: Ja. Juist.
180. RR: Want daar wil men open ruimtes en dan moet dat hele ding in een keer op een paar palen staan.
181. JH: Dat is vaak de situatie. En daar heb je dus een andere configuratie van je ontwerp, van je plan. De hele structuur is anders.
182. RR: Dan gaan de belastingslijnen niet doorlopen.
183. JH: Juist. En daar gaat het dan dus mis. En dat andere project in Vlaardingen, dat was specifiek dan weer een hoek. Dat was een hoek van boven naar beneden. Omdat dat een specifiek plekje was. Over alle lagen ging dat door. Dat project in Rotterdam was alleen maar de begane grond. Omdat je daar vaak met een compleet andere structuur zit.
184. HM: Ja. Duidelijk. Vraag acht die laten we dan maar eventjes voor wat het is.
185. JH: Ja. Ik heb hier maar eventjes geschetst (verwijst naar de eerder gemaakte schets) hoe we het oplossen.
186. [JH laat een afbeelding uit een brochure zien waaruit het principe van trekbandwapening in het Bestcon 60 casco blijkt.]
187. HM: Stabiliteitsprincipe. Welk stabiliteitsprincipe prefereert Bestcon bij het realiseren van prefab gestapelde woningbouwcasco's? Dus als jullie het voor het zeggen hadden – als jullie echt impact op het ontwerp hebben – wat is dan voor jullie...?
188. JH: Wat ik net al een beetje zei. Je kan het niet uit de koppelingen halen. Dat moet je gewoon niet willen.
189. HM: <> Dus bijvoorbeeld helemaal volstoppen met gains en daarin trekkrachten en dingen, dat is eigenlijk wat je niet wil?
190. JH: Er zijn zeker elementen, wanden, waar trek op kan komen. Uiteindelijk wil je dat in je fundering niet hebben natuurlijk. Daar wil je dat zoveel mogelijk voorkomen. Maar de stabiliteitswanden die wij hebben, die krijgen vaak wel trek.
191. HM: Maar dan krijg je toch trek in je koppelingen, of niet?
192. JH: Ja, dus dat kan wel. Maar wat ik bedoel...
193. [JH legt aan de hand van een eerder gemaakte schets uit wat hij bedoelt. Een wand genereert alleen stabiliteit in zijn vlak (schrijfwerking) en niet in orthogonale richting.]
194. RR: Dus wat jij zegt is dat je in beide richtingen schijfwerking wilt hebben.
195. JH: Dat is het. Je wil niet op basis van momentvaste verbindingen...
196. RR: Met kleine armen. Want uiteindelijk heeft het met kracht maal arm te maken. Maar als je dat op een knoop moet afdraaien in plaats van op een wand met een grote arm, daar zit het principe...
197. JH: Ja.

198. HM: Maar dat is ook vraag tien, van ‘ga je voor centrale of gespreide stabiliteit?’. Als je bijvoorbeeld kijkt naar een langwerpig appartementencomplex met galerijontsluiting. Daar zit een lift in en een trappenhuis. Die vloeren, daar kun je de belastingen mee verdelen over centrale stabiliteitsvoorzieningen.
199. JH: Ja, dan kun je verslepen.
200. HM: Dan kun je de stabiliteit helemaal daaruit ontleen. Maar je kan ook de gevels daarvoor gebruiken of een kleine stabiliteitswand per woning.
201. [JH schetst de plattegrond van een galerijflat.]
202. JH: Als dit (verwijst naar de schets) je galerijflat is dan heb je vaak inderdaad ergens een stabiliteitskern.
203. HM: Wel een kern?
204. JH: Ja, vaak heb je iets van een kern. Je hebt een centraal trappenhuis en je hebt liftkernen.
205. HM: Maar de vraag is of je die wilt benutten. Je kan ook een gebouw zo ontwerpen dat je een stabiliteitswand per woning hebt. Kijk, wat is slim om te doen?
206. JH: Slim is om het aantal stabiliteitselementen altijd te beperken. Wat je zegt, een stabiliteitswand per woning, dat is iets wat kan maar die hebben ook allemaal weer een fundering nodig. Dat is ook een vast gegeven in je plattegrond wat je vaak niet wilt. Dus ik zou altijd proberen... En daarbij, drie kleine wandjes doen veel en veel minder dan één grotere wand. Drie keer één meter – dat hoeft ik jou niet uit te leggen – doet veel minder dan één keer drie meter. Dus dit (verwijst naar de stabiliteitskern in de schets) is veel en veel economischer omdat je in de fundering veel minder hoeft te doen. <>
207. HM: En als je de hoogte ingaat, is het dan nog een optie om gevels te gebruiken voor stabiliteit? Is dat iets wat jullie doen?
208. JH: Ja, dat kan zeker een optie zijn. Maar dan kom je weer bij het verhaal van ‘ik heb een wand met een gat erin’. Die doet dan niet meer zoveel want dan moet je stabiliteit allemaal door die boven- en/of onderregel meelopen.
209. RR: Wat zou nou economisch gezien – afpellend, want het hangt natuurlijk van heel veel factoren af, maar zeg maar even gevoelsmatig – de meest economische benadering zijn? Ook natuurlijk in massieve binnenspouwbladen en lichte binnenspouwbladen. We zien natuurlijk WEBO ook daar flink in schakelen. Dat lijkt ook wel een kansrijke toekomst. Lichte binnenspouwbladen waarbij we kozijnen niet over betonfabrieken hoeven te voeren. Jullie zijn beton en kozijnfabrieken zijn kozijnen.
210. JH: Absoluut.
211. RR: Er lijken ongelooflijk, ook in toekomstproducties en industrie 4.0 ontwikkelingen, toch wel hele sterke aanwijzingen te zijn dat we daar naartoe gaan. Als jullie het als leverancier van hoofdbouw die overend gehouden moet worden en je hebt geen beperkingen en je mag het nu zeggen... Want jij moet steeds schakelen op ontwerpen die binnenkomen, maar nu draaien we het om. Wij proberen in de route te komen om er zelf als aanbieder iets van te zeggen. Op voorhand.
212. JH: Nou dan zou ik zeggen van, ‘bij een hoogbouwtoren moet je de wanden aan de binnenkant gebruiken’. Dat zijn in de basis de wanden met de minste gaten. In de gevels wil je altijd zo veel mogelijk gaten hebben. <...>
213. JH: Dus ik zal altijd proberen de binnenwanden in de stabiliteit te betrekken. En als je naar een hoge toren gaat – zoals ik hier al schetste – je zit altijd met een voordeur bijvoorbeeld. Je hebt hier (verwijst naar de schets) een kern maar je moet een keer de woning binnen. Wat we nou ook aan de voorkant altijd proberen... Als dit je hoge toren is en je hebt allemaal lagen...
214. [JH schetst het principe van openingen (zoals voordeuren) in een muur per verdieping laten verspringen zodat de schijf meer in tact blijft en meer stabiliteit kan genereren.]
215. RR: Dan kun je ook gebruik maken van wandliggers. Dat heeft natuurlijk ook met koppelingen te maken.
216. JH: Wandliggers is, zeg maar, meer om een oplossing te verzinnen...
217. RR: Funderingen?
218. JH: Nou, dat moet je denk ik dan weer niet willen. <> Wat je niet moet doen denk ik... Dat zijn wij van mening. Dat is ook altijd een opmerking in onze offertes. Ons casco komt op een fundering die het in de basis zelf kan. Ga nou niet problemen in die fundering proberen op te lossen met allerlei wanden die daarboven staan.
219. RR: IJB zegt, ‘op een gegeven moment gaat het stuk op de doorbuiging van de balk die over de paalkoppen gaat en dan gaan wij schakelen naar de bovenliggende wand’.
220. JH: Maar hebben zij het dan over grondgebonden woningen of hebben ze het...
221. HM: Wij waren daar voor de gestapelde woningbouw. Zij hebben standaard balkafmetingen en eigenlijk hun grootste balkafmeting...
222. RR: 600 hoog.
223. HM: Eigenlijk kun je daarmee niet hoger dan vijf bouwlagen en dan zeggen zij, ‘je kan het oplossen door wandliggers toe te passen’.

224. JH: Ja. Zeker. Dan kun je dat oplossen.
225. RR: Maar jullie zullen wel in het werk gestorte funderingen toepassen?
226. JH: Ik heb nog nooit standaardbalken gezien.
227. RR: Nee. Vanaf hoeveel lagen ga je sowieso naar gestorte funderingen?
228. JH: Geen idee. Dat weet ik niet. Nee daar kan ik niets zinnigs over zeggen. Je krijgt hele andere stabiliteitskrachten dus zo'n palenplan van zo'n gebouw ziet er zo anders uit. Je hebt vaak ook gewoon poeren op kritische plaatsen zitten waar drie of vier palen onder staan. Het is een heel ander principe. Dit is altijd zeg maar een beetje de lullige situatie. Wij maken zo'n opmerking en dan komt daar wel een trigger. Want, heel simpel, ga je een wandligger maken, dan heeft dat best veel impact en dat kan over meerdere lagen impact hebben in je wand en in de wapening in je wand. Dus dan komen die kosten en die problemen naar ons toe. Terwijl als je een zwaardere fundering of drie extra paaltjes gebruikt dan zitten de kosten aan, zeg maar eventjes, jullie kant. Dat is wel wat daar gebeurt. Soms kun je niet anders, maar dat moet niet het uitgangspunt zijn.
229. RR: Dat staat overigens de integraliteit en de kostenoptimalisatie wel in de we hè. Want eigenlijk streef je allemaal naar de laagste aanbidding op jouw onderdeel.
230. JH: Dan ben ik ervan overtuigd en ik denk dat iedere constructeur dat zal zeggen van, 'probeer dat soort dingen in de basis gewoon in de fundering op te lossen'. Maar wat je bij negen van de tien grote woongebouwen ziet is dat je een andere configuratie op de begane grond hebt. Waarbij je dus bijvoorbeeld met kolommen en balken moet werken en onder een kolom gewoon zware poeren hebt. Op dat moment kom je er niet aan dat je daarboven...
231. RR: Een hele dure oplossing op die begane grond hè.
232. JH: Ja. Echt heel duur.
233. RR: Op het zwaarst belaste deel maak je de meest ontwrichtende structuur die je kunt bedenken. Hoe haal je het in je hoofd.
234. HM: Gemeente Amsterdam wil daar winkels hebben.
235. RR: Nee, maar de vraag is wie dat nou allemaal laat ontstaan en hoeveel invloed maakpartijen daarop gaan hebben. Het is ongelooflijk als je er goed over nadenkt dat...
236. JH: Ik ben er echt van overtuigd dat een aannemer en wij, wij hebben daar nul impact op. Nul. Dus als de ontwikkelaar, de opdrachtgever, zegt van. 'om een project haalbaar te maken dan moeten dat soort functies erin zitten'. De locatie is vaak binnenstedelijk. Ik kan van alles verzinnen.
237. RR: Maar ik bedoel, parkeren tussen schijven, kan dat dan niet? Of parkeren tussen schijven met een kleine opening ter plaatste van de portieren. Ik noem maar wat.
238. JH: In een beukmaat van zeven meter voor woningen kun je niet drie auto's kwijt.
239. RR: Daar kun je niet drie auto's tussen zetten?
240. JH: Nee.
241. HM: En plus, dan kom je nog op dingen zoals dat hele kritische elementen gebeuren. Als je daar overal wanden hebt staan zijn dat allemaal kritische elementen en dan moet je overal heel veel stekken in gaan stoppen en zulke dingen.
242. JH: Dus stabiliteit, probeer het uit je kern te halen. Kern is best wel een groot begrip, maar probeer het uit je binnenwanden te halen. Probeer dat denk ik niet uit je gevels te halen, maar dat is meer omdat je daar met die gaten zit.
243. RR: Maar ik hoor je wel zeggen van 'dragende gevels' en 'niet dragende gevels', dat is dan ook nog wel een issue hè. Dat heeft natuurlijk met de verdraaiingen van vlakken te maken. Uiteindelijk zou je natuurlijk ook een patroon kunnen maken waarbij de overspanningsrichting draait.
244. JH: Ja, zeker. <> Als het ontwerp daarom vraagt zijn daar prima oplossingen voor te verzinnen.
245. RR: Maar dan krijg je soms toch dragende gevels en dan kun je weer die lichte gevel niet toepassen.
246. JH: Ja. <>
247. RR: Maak je ook hybriden? Lichte gevels en dragende gevel.
248. JH: Wij zien alle varianten voorbij komen.
249. RR: Ook combinaties daarvan?
250. [JH laat een afbeelding zien van de gevel van een recent hoogbouwproject genaamd Mariskwartier.]
251. JH: Dat project Mariskwartier is met WEBO gedaan. Daar heb je gewoon een betonnen structuur en daar helemaal omheen zijn lichte gevels toegepast. Die lichte gevels zijn hier (verwijst naar de niet-dragende gevels in de afbeelding) logisch maar die gevels zijn ook voor de dragende elementen langs gezet. We doen projecten waarbij dragende gevels bijvoorbeeld Hibex elementen zijn, dus dan heb je een betonnen element, maar waarbij ook gewoon de niet-dragende gevels wel gewoon als betonnen sandwich worden uitgevoerd. Dan is

- alleen je binnenblad dunner want die hoeft geen vloer te dragen. Dat kan. We zien ook wel dat er hsb toegepast wordt en dan wordt er gewoon traditioneel omheen gemetseld. Ik noem maar even wat.
252. RR: SIPs van Kingspan Unidek?
253. JH: Nee, die ken ik niet. Wat ons betreft zijn daar allerlei mogelijkheden. Dat bepaalt mede ook mijn argumentatie om de stabiliteit uit de binnenwanden te halen. En wat vaak prettig is met binnenwanden is dat de meeste ook vloerdragend zijn. Dat is qua stabiliteit prettig. Als je veel bovenbelasting op je wand hebt, dan is dat gunstig voor je stabiliteitsprincipe.
254. HM: Anders moet je het in je fundering gaan oplossen en dat wil je niet.
255. JH: Ja, met trek. Ja.
256. HM: We vliegen een beetje over de vragen heen. Maar in ieder geval, vraag elf: welke afweging ligt ten grondslag aan de keuze om de gevelelementen – dan bedoel ik eigenlijk de gevelelementen in de langszijde als je het hebt over galerijontsluiting – om die op de vloeren of voor de vloeren langs te monteren in de gestapelde woningbouw?
257. JH: Vaak staan ze op de vloeren. Vaak zijn het lichte wanden. Dan heb je het over hsb elementen bijvoorbeeld. En wat wij dan praktisch doen is dat wij ze meenemen in de stapeling. Het is natuurlijk veel praktischer als je de hsb wand kunt plaatsen als het dekseltje, de bovenliggende vloer, er nog niet op zit.
258. RR: Dan stapel je ze gewoon per laag mee.
259. JH: Stapelen wij ze per laag mee.
260. HM: Bij een andere partij werd gezegd van ‘die elementen worden steeds zwaarder dus je kan ze niet meer naar binnen toe trekken’.
261. JH: Daarom zeggen wij van ‘probeer ze meteen mee te nemen’.
262. HM: Oké.
263. JH: Dat werkt gewoon veel makkelijker. Dat laten wij door een montagebedrijf doen. Die gaat ze niet stellen maar die zorgt wel dat ze geplaatst en gebord zijn. Dus dan staan ze op hun plek. Dan kan de aannemer ze zelf nog nastellen. Dat werkt perfect. Kun je ook met betonnen binnenspouwbladen doen, maar dan zijn het in een keer dunnen wandjes.
264. HM: Zitten daar ook de kozijnen en ramen al in?
265. JH: Ja. Dat kan.
266. RR: Bij WEBO liggen ze natuurlijk ook kant-en-klaar met alle steenstrips en de hele...
267. HM: Ja, maar ik bedoel... Als je daarna weer verder gaat met bouwen en je moet dingen aangieten... Heel praktisch gewoon dat je dan dingen vies kunt maken of kunt beschadigen. Dat speelt ook een rol natuurlijk.
268. JH: Ja, maar goed. Daar zijn ook praktische oplossingen voor. Wij werken in de basis altijd vanuit de binnenkant, vanuit de vloer. Wij hebben geen steiger nodig rondom het gebouw. Dus vanuit de binnenkant ga je aangieten. Heel veel natte beton hebben wij niet op de bouw. We vullen wel onze voegen maar het is niet dat je een druklaag of iets dergelijks moet storten. Dus dat zijn risico's die je niet zozeer hebt. En als je aan prefab denkt ben ik er altijd voorstander van om het zoveel mogelijk aan de voorkant geregeld te hebben. En een wand van WEBO, dat vind ik wel weer een heel ander verhaal. Die hebben we ook bij een project in Rotterdam – dat was niet van WEBO maar van een soortgelijke partij – toegepast. Kijk dat is niet alleen maar het plaatsen van een hsb element. Dan ben je niet alleen met het binnenblad bezig maar ook met het buitenblad. Daar zitten echt wel hele andere eigenschappen aan. Vandaar dat wij, of het montagebedrijf, zeggen van...
269. RR: Vandaar dat je die nastelling dan...
270. JH: Daar blijven wij vanaf want dat is wel weer echt een heel ander soort van expertise.
271. RR: Dan moet in een keer het gevelmetselwerk stroken.
272. JH: Ja. Dat heeft echt een hele andere impact.
273. RR: En dan is er ook een nastelmethode om dat als het ware te finetunen?
274. JH: Dat moet je voorzien. Waar we nu bijvoorbeeld in Rotterdam tegenaan lopen bij een project... Wij hijsen de WEBO – ik noem het even WEBO maar het is niet van WEBO – elementen in en op hetzelfde moment gaat de aannemer ze stellen. Alleen hij kan het stempelen niet bijhouden. Hij heeft te veel werk...
275. HM: Maar kan hij dat goed van binnenuit doen?
276. JH: Dat doen ze denk ik deels vanaf de buitenkant ja.
277. RR: Hoogwerker?
278. JH: Ja. Met hoogwerkers ja.
279. RR: Jammer.
280. HM: Maar steigers, daar zeggen jullie nee tegen?
281. JH: Wij hebben ze niet nodig.
282. RR: Voor de bouw van het casco niet.
283. HM: Nee oké, maar dus voor de gevel...

284. JH: Afhankelijk van je gevelafwerking. Moet er gemetseld worden, dan staat er een steiger.
285. HM: Ja oké.
286. JH: Maar ga je naar prefab, prefab beton sandwich of wat dan ook... Uiteindelijk is het <?> zeker. Probeer het zoveel mogelijk allemaal in één geheel te krijgen. Daar ben ik absoluut voorstander van. En wat ook wel een ding is wat wij kunnen toevoegen aan de producten die wij maken...
287. [JH legt aan de hand van een schets uit dat als de gevelelementen op de vloer gemonteerd worden de Bestcon 60 vloerelementen een verhoging hebben langs de randen (een soort van randbalk) waar de gevelelementen op komen te staan.]
288. HM: Ik vroeg me af hoe de afdracht van de gevels gaat, aangezien de gevels behoorlijk zwaar kunnen zijn.
289. JH: Klopt. Dus wat we dan eigenlijk doen – als je naar de doorsnede kijkt – dan maken we een vloer zoals deze (verwijst naar de schets). Dan maken we een extra opstortrand. De opstortrand heeft de dikte van de isolatielaag. Dan heb je meteen je randkist.
290. RR: En je hebt wat extra hoogte.
291. JH: En je hebt hier in een keer heel veel meer extra stijfheid aan die vloerrand gegeven. <> En daarop doorgaand... Want dat is waar ik het net over had met de balkonoplossing waar ik altijd kritisch op ben en goed naar kijk. Een van de principes die wij hebben is een vloer met een aangestort balkon.
292. HM: Aangestort in de fabriek?
293. JH: Ja.
294. HM: Oké, dat is interessant.
295. JH: Dat is een balkon. Daar zit de Isokorf aan. Dat wordt bij ons in de productiebaan gelegd van de vloeren of op een tafel, maar als het een voorgespannen vloer is dan ligt die in de baan. Dan storten we de vloer eraan. En dat gaat als één geheel naar de bouw.
296. RR: Krijgen we die in breedte nog over de weg? Die is opgeteld binnen de drie/drieënhalve meter?
297. JH: Onze vloer sowieso want de vloeren die wij maken zijn standaard 3,58 meter. Dat komt vanuit de 3,60 van vroeger, want dan had je dus een vloerplaat. Het stramien was 3,60 meter maar daar zat nog twee centimeter voeg tussen dus kwamen we op 3,58 meter. Zo breed zijn onze bannen. Vanaf drie meter moet je sowieso een vergunning aanvragen. Vanaf 3,50 meter moet je ook begeleiding hebben vanaf de snelweg naar de bouwplaats toe. Dus vaak hebben wij die begeleiding nodig. Zo een vloer met een balkon proberen we...
298. RR: Maar dan zit je maar acht centimeter over die maat heen?
299. JH: Al zit je er maar een millimeter overheen.
300. RR: Nee, maar je zou zeggen dat je de vloer om die reden acht centimeter smaller maakt.
301. JH: Ja, dat is een van de...
302. RR: Die begeleiding lijkt mij niet zo wenselijk in het kostenpatroon.
303. JH: Dat klopt. Dat is wel een slimme opmerking. We zijn nu ook wel met die transitie bezig. Dus we zijn nu bezig voor dat grote project in Amsterdam wat ik zojuist vertelde... Dat wordt het eerste project waarbij we vloeren gaan maken van 3,496 meter. Vier millimeter smaller.
304. HM: Daaruit kun je misschien ook wel afleiden dat jullie productieproces een tolerantie heeft van vier millimeter.
305. JH: <> Nee maar in die banen zit niet zo veel tolerantie. Dat zijn lange stalen banen. Daar zit bijna geen breedtetolerantie in.
306. RR: Ontwerp je met voegen van vier millimeter?
307. JH: De vloeren wel.
308. RR: En zo nauwkeurig maak je de vloeren dus ook?
309. JH: Ja. De breedtemaat dan. Dat ligt gewoon heel erg vast in de productiebaan.
310. HM/RR: En de lengtemaat?
311. JH: Eigenlijk overal tellen we... Tussen twee wanden zit in de basis twee centimeter voeg.
312. [JH laat een afbeelding zien van een detail van een vloeroplegging.]
313. JH: Heb je een wand waar een vloer op ligt en dan weer een wand, dan tellen we hier (verwijst naar de voeg tussen de vloerplaat en de wand waar de vloer op ligt in de afbeelding) tien millimeter oplegging. Daar wordt mortel neergelegd en daar komt de vloer op te liggen. En hier (verwijst naar de voeg tussen de vloerplaat en de wand die op de vloer staat in de afbeelding) hebben we 30 millimeter. De vloer heeft een beetje toeg...
314. HM: Maar in de lengte? De overspanning van de vloer. Wat is daar de tolerantie?
315. RR: Die loopt vaak in de constructie weg. Of niet?
316. JH: <> Die is helemaal niet kritisch.
317. RR: In tegenstelling tot die andere, want die ligt in het veld.
318. JH: Ja. Want dat is je aansluiting in je woning et cetera. <>
319. RR: Dat is net als bij VBI, die maakt ze met een super...

320. JH: Ja, want als ik kijk naar wat ik daar mag. Dat is absurd. Dat komt meer uit hun productieproces.
321. HM: Maar daarom vroeg ik het ook.
322. JH: Ja, maar dat kun je niet vergelijken. Dat kun je op geen enkele manier vergelijken.
323. HM: Oké. Maar het ging over... Als je die prefab balkons eraan maakt, aan die vloer, wat wordt dan de transportbreedte?
324. JH: Als ik het over een voorgespannen vloer heb dan wil ik hem het liefst binnen die 3,60 meter maken. Want dan kan ik het betrekkelijk eenvoudig in het productieproces maken. Voorwaarde is dat het zwaartepunt van het samenstel in mijn betonvloer zit. Ik mag alleen maar aan die betonvloer hijsen. Ik mag niet aan mijn balkon hijsen. Zit mijn zwaartepunt buiten de vloer, dan kiept het om.
325. HM: Oké. Straks hebben we het balkon belast. Dan ligt het zwaartepunt misschien op het balkon. Hoe is dat constructief geregeld? Vraag twaalf gaat over de balkonoplossing. De oplossing die Bestcon hanteert is dus...
326. JH: Dit is niet onze enige oplossing maar het heeft wel onze voorkeur.
327. HM: Hoe wordt dat gemonteerd in het werk?
328. [JH schetst het principe van een vloerplaat met daaraan een balkon.]
329. JH: Dit (verwijst naar de schets) is de vloer. Daar zit het balkon aan. Je wilt het balkon eigenlijk zo hoog mogelijk in je vloer hebben zitten om de overstap van binnen naar buiten zo laag mogelijk te maken. De Isokorf moet hoog zitten. De belangrijkste trekstaaf zit hoog.
330. HM: Druknok eronder.
331. JH: Dan zit hier inderdaad een druknok onder. Wat we bij zo een balkonplaat altijd hebben is dat de vloer een veel grotere opstort krijgt. Over een veel groter stuk is die dik.
332. HM: Voor je verankering eigenlijk.
333. JH: Dat heb je sowieso voor je verankering. Voor je verankering is dit (verwijst naar de opstorting aan de rand van de vloerplaat in de schets) ongeveer een meter. Maar hiermee kun je dus ook best wel spelen met je zwaartepunt.
334. HM: Ja. Met je ballast.
335. JH: Met de balans die in dat samenstel zit.
336. HM: Wat VBI zegt – daarom vraag ik het ook – is ‘we zetten er een wand bovenop’.
337. JH: Ja. Dat is volgende stap. Dit is puur productietechnisch en over het hijsen.
338. [JH legt aan de hand van een schets uit hoe de vloerplaat met daaraan het balkon in het werk wordt gemonteerd.]
339. JH: <> Die vloerplaat moet je borgen. Dat borgen doe je uiteindelijk zeker ook met die wanden die daarop komen. Want als er een wand op staat is het al een stuk lastiger. Maar zeker als het balkon belast is heeft die de neiging om naar buiten te draaien. Als je die belasting helemaal daarheen (verwijst naar de wanden die op de vloerplaat staan) moet slepen dan gaat dat natuurlijk enorm torderen. Dat heeft enorme impact op je wapening.
340. HM: Dus je gaat hem aan de vloer erachter koppelen?
341. JH: Ja.
342. HM: Hoe doe je dat dan?
343. JH: Dan ga je naar een oplossing toe waarbij je iets maakt wat meteen vastzit. Dus je moet dan een oplossing verzinnen die je niet met stekken in gains of wat traditioneel in prefab-land is... Dan moet je gaan aangieten. Dan moet je gaan wachten. Dus heb je een risico. Dus je gaat iets maken met staal, boutje, moertje en het zit vast.
344. HM: Ja. Lassen?
345. JH: Nou, ja. Dat wil je niet. Je wil niet lassen op de bouw. Daar zitten weer allerlei eisen aan en het is gevaarlijk. Gewoon bouten, moeren, vast, klaar.
346. HM: Gewoon snel. Veiligheid, ophangen, vastmaken en klaar.
347. JH: Ja. Dus dat ding hangt in de kraan. Hij wordt neergelegd. Hij wordt meteen aan de achterliggende vloer gekoppeld. Dat zit vast. Dan mag hier (verwijst naar het balkon in de schets) iemand op gaan staan. Dan gebeurt er niets meer mee.
348. HM: Maar die vloer is in principe een reguliere vloer van 3,60?
349. JH: Nee. Dit samenstel proberen we binnen die maat van 3,60 te houden. Dan kunnen we het goed produceren. Makkelijk produceren.
350. HM: Maar dan wordt dat vloertje erachter natuurlijk helemaal kort. Dan is het helemaal van belang...
351. RR: Dat ligt aan de balkonmaat.
352. JH: Dat ligt aan dat samenstel.
353. HM: Ja, maar ervan uitgaande dat het balkon wel 1,50...

354. RR: Dit is waarschijnlijk een van de meest economische balkonconstructies die jullie maken. Als ik kijk naar wat VBI doet met Schöck. Waar we dingen horen over hoe dat in de kostenstructuur zit.
355. JH: Dat is enorm.
356. RR: Enorm. Dit kost eigenlijk niet veel meer dan de reguliere...
357. JH: Het probleem bij VBI zit hem in het productieproces van zijn vloer.
358. RR: Ja, want die moet VBI buiten de baan maken.
359. HM: Zij krijgen hem niet in het proces.
360. JH: <> Wij doen dit al jaren.
361. RR: Het is een hele simpele oplossing.
362. JH: Het heeft voor ons impact en het heeft impact op je productieproces. Alles. Het is echt wel een ander product dan een standaard voorgespannen vloer. Maar toch. Het gaat betrekkelijk eenvoudig bij ons mee.
<...>
363. RR: Zouden wij jullie balkonoplossing ook kunnen combineren met een 320 vloer van VBI? Of krijgen we hem dan niet weggetrokken, verbonden, naar achter toe?
364. JH: Wat VBI dan doet is dat ze die kanaalplaat aan de gevel dunner maken.
365. RR: Ja. Dat hebben we ook gezien, die oplossing. Een 260 vloer.
366. JH: Je moet gewoon helemaal geen VBI toepassen.
367. RR: Dat is nou precies waarom wij hier zijn. Om dat te doordenken allemaal.
368. JH: Maar dat is dan hun oplossing. Dan maken ze daar een dunnere vloer en die lange staven van Isokorf worden dan ingestort.
369. RR: Ja, maar dan kom je indirect weer in een breedplaat stortoefening. De vraag is... Stel wij combineren dat. Wij weten natuurlijk ook wel – je zegt het zelf tussen de regels door ook – dat voorgespannen vloeren van de lange baan waarschijnlijk de eenvoudigste vloer van dit land is. In kosten ook.
370. JH: Ja, zeker.
371. RR: En als we dan op de uitzonderingen... Maar dan praat ik even nog voor vier/vijf lagen, want daar gaat dat ook al spelen, wat zijn interessante combinatiemogelijkheden? Daar kan het ook gewoon beginnen natuurlijk.
372. JH: Nee, klopt. Ik ben er ook wel van overtuigd, als je de Appartementenvloer van VBI vergelijkt met onze casco's, dat dat elkaar niet eens zo heel veel meer maakt. Zeker als je dit soort oplossingen erbij gaat betrekken.
373. RR: Maar doen jullie ook voorspannen over de lange baan dan?
374. JH: Ja. Juist. We hebben 60 meter lange baan liggen.
<...>
375. RR: Oké, maar jullie maken het op de lange baan.
376. JH: Ja.
377. RR: Nee, maar omdat je net nogal vrij uitgesproken zei 'de kanaalplaat lijkt toch wel het goedkoopste vloerproduct dat er is'.
378. JH: Voor utiliteitsbouw.
379. RR: Maar woningbouw dan? Of vijf lagen? Waar liggen... Help ons. Hoe moeten we dat nou plaatsen?
380. JH: Voor vijf lagen wordt het... Vind ik ook lastig al.
381. HM: Waar is dat dan van afhankelijk? Je had het net over balkons. Kijk, balkons heb je ook op vijf lagen al.
382. JH: Ja natuurlijk. Dan moet je bij VBI een oplossing verzinnen.
<...>
383. HM: We hebben de balkonoplossing besproken. Vraag 13: welke balkonoplossing prefereert Bestcon? Nou, dat principe dus, dat je net hebt uitgelegd.
384. JH: Ik denk dat het prijstechnisch een hele goede oplossing is. Qua snelheid is het de meest geweldige oplossing.
385. RR: Maar even ter afronding. Kan die oplossing nou wel of niet aan een 320 vloer gekoppeld worden? Zouden we dat kunnen maken aan een kanaalplaat Appartementenleidingvloer? Zo een balkonoplossing van jullie.
386. JH: Waar onze oplossing in zit is hoe wij hem vast krijgen aan onze vloer. Maar VBI kan dat niet in hun kanaalplaat. En dat is waar ze nu een oplossing voor aan het zoeken zijn.
387. HM: Stel je pakt jullie vloer met een balkon eraan. Dan takel je hem in het werk en dan koppel je hem in plaat van aan jullie vloeren aan de VBI vloeren die daarachter liggen.
388. JH: Op die manier. Ja dat zou kunnen. Natuurlijk. Dat kan.
389. [RR schetst het principe van de Bestcon balkonoplossing in combinatie met de AL-vloer van VBI.]
390. JH: Ja. Dat kan.
391. RR: Kunnen we dan met een bovenstrip of...? Hoe ga je hem dan koppelen? Heb jij dat wel eens eerder gedaan?

392. JH: Aan de kanaalplaat? Dat heb ik nooit eerder gedaan.
393. RR: Maar dat zou kunnen?
394. JH: Ja dat denk ik wel. Ja. Dan ga je wel wat eisen stellen aan de kanaalplaatvloer. Die moet dan wat extra belasting opnemen natuurlijk. Maar hou er rekening mee dat onze vloer zich heel anders gedraagt dan een vloer van bijvoorbeeld VBI.
395. RR: In de doorbuiging?
396. JH: Doorbuigen doen ze allebei niet. Alleen onze vloer heeft aanzienlijk minder toeg dan bijvoorbeeld een kanaalplaatvloer. Dus je gaat dat echt wel zien. Dat geeft echt een verschil.
<...>
397. JH: Nu snap ik wat je bedoelt. In deze oplossing zouden wij ook een 32 centimeter dikke vloer toepassen.
398. RR: Ja.
399. JH: Ja, dat klopt. Ik weet eigenlijk niet zo goed wat er dan met die toeg gebeurt. Ik denk wel dat omdat wij een massieve vloer hebben dat die in de basis... Zeker bij zo een balkonoplossing zit veel meer zacht staal in zeg maar, gewoon traditionele wapening, dus die gaat zich echt wel anders gedragen.
400. RR: Maar met zekerheid weet je dat niet? Of dat is de verwachting?
401. JH: Dat is wel de verwachting. Een toeg van een centimeter zullen wij in de basis niet halen.
402. RR: Dit (verwijst naar de schets van de combinatie VBI-Bestcon) is jullie niet eerder gevraagd?
403. JH: Nee.
404. RR: Want VBI en Schöck zitten ongelooflijk te hannesen met de prijsvorming van deze combinatie.
405. JH: Ja. En als je ziet wat de oplossing gaat worden dan zie je ook dat dat wel geld gaat kosten.
406. RR: Dat lijkt te ontsporen. Maar oké...
407. HM: Heel even kort. Zou je met jullie principe het balkon ook aan de kopzijde van de vloer kunnen koppelen?
408. JH: ja.
409. HM: Dat kan ook?
410. JH: Ja.
411. HM: En dat is dan hetzelfde principe?
412. JH: Hetzelfde principe. Belangrijkste voorwaarde daarbij is dat wel onze voorspanstrengen onder het balkon door moeten kunnen lopen. Omdat je op lange banen produceert. Negen van de tien keer is dat het geval.
<...>
413. JH: Wij zijn een heel ander soort fabriek. Een projectenbedrijf. VBI bijvoorbeeld is echt een massaproductiebedrijf. Die kunnen dit niet. Dat heeft gewoon met hun productieproces te maken. Moeten ze ook niet willen...
414. RR: Nee, maar wij kennen de fabriek en het gaat daar met een kanaalplaat die gewoon als een koek wordt gemaakt. <>
415. JH: Met Schöck zijn ze nu bezig om zeg maar de staaloplossing die Schöck heeft toe te passen in hun systeem.
416. HM: Zullen we door gaan naar de funderingsoplossing? Ik denk dat hier het meeste wel over gezegd is, over balkons.
417. RR: Ja.
418. HM: Welk type funderingsoplossing hanteert Bestcon doorgaans in de gestapelde woningbouw?
419. JH: Honderd van de honderd keer doen wij geen fundering. Het is altijd des aannemers. Omdat wij vaak in een vroeg traject al bij zo een project betrokken worden proberen wij wel altijd in overleg met de klant te kijken wat een goede hoofdconstructeur is. Soms zitten we dus nog in de situatie dat er nog geen hoofdconstructeur betrokken is. Wij werken met een aantal partijen samen, echte prefab-constructeurs die ook prima als hoofdconstructeur kunnen fungeren. Dat is een hele wenselijke toevoeging. Maar goed, in de meeste gevallen is er al een hoofdconstructeur betrokken. En in de basis heeft de hoofdconstructeur verantwoordelijkheid tot en met de bovenkant van de begane grondvloer. Wij doen alles wat daarboven zit. Dus heeft ook de aannemer de taak om...
420. RR: Zijn jullie ook zelf hoofdconstructeur.
421. JH: Soms gebeurt dat ja.
422. RR: Dan hebben jullie die expertise hier ook in huis?
423. JH: Kopen wij in. Wij hebben geen engineering.
424. RR: Maar ook geen hoofdconstructeur in huis?
425. JH: Nee.
426. HM: Oké, dus jullie maken zelf de fundering niet. Maar even jouw expertise. Wat jij hebt gezien.
427. JH: Waar we het net al een beetje over hadden eigenlijk.
428. HM: Geen prefab, dat zei je net al.
429. JH: Nee, eigenlijk nooit. Eigenlijk altijd in het werk gestorte balken en poeren.

430. RR: Kunstwerken.
431. JH: Ja. Vaak wel. Een toren van tien/twaalf lagen, daar heb je wel al wat nodig hè. En dan komt het er heel erg op neer hoe bijvoorbeeld dat stabiliteitsverhaal in elkaar zit. Staat er trek in mijn palen?
432. HM: Maar funderingsbalken met palen is wel wat je vaak ziet?
433. JH: Ja. Eigenlijk altijd.
434. HM: En dan kunnen die palen wel weer prefab zijn.
435. JH: Ja. Dat maakt mij niet uit. Maar dat is eigenlijk altijd het geval. Op staal heb ik nog nooit gezien.
436. HM: Wij waren wel bij IJB en daar werd gezegd dat vaak als er een parkeergarage onder zit ze daar één grote fundering op staal van maken.
437. JH: Dat je een kelderbak hebt zeg maar.
438. RR: Een toren kan niet op een bak staan schat ik in.
439. JH: Nou, we hebben nu een project in Almere... Daar zitten palen onder. De onderste laag bestaat uit bergingen, een kelderbak. Daar zitten geen funderingsbalken onder. Je hebt een keldervloer. Daar staan in het werk gestorte wanden op. Die in het werk gestorte wanden zijn de funderingsbalken.
440. RR: Ja. En die staan wel op palen dan?
441. JH: Die staan wel op palen.
442. HM: Dan heb je bijna een wandliggerprincipe.
443. JH: Dan heb je het wandliggerprincipe.
444. HM: Op een gegeven moment wordt die balk zo hoog, dan wordt het een wand en dan...
445. JH: Die gebruiken ze daar als zijnde wanden voor de bergingen.
446. [JH legt aan de hand van een schets uit dat in het project geen prefab wandliggers konden worden toegepast omdat de krachtenoverdracht tussen verschillende prefab elementen bij kritische knooppunten een belemmering is.]
447. JH: We hebben in eerste instantie gekeken of we die wanden (verwijst naar de wandliggers in de schets) prefab konden maken. Maar bij deze (verwijst naar de schets) knopen gaat dat dus niet goed. Omdat je daar op een of andere manier de losse elementen moet gaan verbinden met elkaar. Dan krijgt je voegspanningen in de knopen en...
448. RR: Daar gaan zo veel krachten doorheen dat je dat niet in die koppelingen kunt oplossen.
449. JH: Dus we hebben daar een paar in het werk gestorte wanden en daarboven is alles prefab. Dus bovenop de kelderbak, het kelderdek zeg maar eventjes, dat is gewoon weer onze Bestcon 60 vloer. Dus we hebben echt een bak gemaakt, wanden erin gestort en daar leggen wij dan onze vloer op.
450. RR: De begane grondvloer is alweer...
451. JH: De begane grondvloer daar is onze vloer ja.
452. HM: Oké. Samenvattend, de bovenbouw en fundering volledig scheiden. Dat scheiden jullie volledig van elkaar?
453. JH: Ja.
454. HM: Dan vraag 15, het wandliggerprincipe. Daar hebben we het net over gehad. Daar kunnen we denk ik heel kort over zijn. Dat raden jullie af.
455. JH: Nee, dat raden we niet... Afraden is niet het goede woord.
456. HM: Dat passen jullie niet toe?
457. JH: Dat passen we zeker toe. We passen het heel vaak toe. Alleen economisch interessant is het niet. Alleen het is wel een geweldige oplossing voor heel veel praktische dingen.
458. HM: Kunnen jullie die wandliggers zelf maken?
459. JH: Ja, waarom niet?
460. HM: Nou ja, het productieproces van jullie, ik weet niet of dat kan.
461. JH: Dat is
462. ook wel het grote verschil...
463. HM: Je krijgt heel veel wapening ook.
464. JH: Dat is het. Maar dat zijn we wel gewend zeg maar.
465. RR: Maar dat zijn natuurlijk ook vaak de ongelukken in het ontwerp die door dit soort dingen dan toch nog relatief goed oplosbaar zijn.
466. JH: Juist. Je zit op een hele ander schaal te denken als je naar zo een project kijkt. We zijn heel erg van 'probeer gewoon een heldere structuur te maken'. Zorg dat je een goede structuur hebt. Al die principes, probeer daar gewoon efficiënt en goed naar te kijken. Maar accepteer vervolgens ook dat je in zo een project gewoon nog tien ontzettend lastige knooppunten hebt en ga die lokaal dan oplossen. En dat je dan een keer een wandligger moet maken, dat is prima. Dan maken we een wand van twaalf meter lang, 30 centimeter dik met belachelijk veel wapening. Prima. Maar de structuur verder, probeer daar wel goed over na te denken. Dat is wel altijd ons

verhaaltje zeg maar. Denk in een bepaalde structuur maar accepteer wel dat er uitzonderingen zijn. Zo een onderste laag, nogmaals, die is altijd anders.

467. RR: Dat is een ongeluk. Veelal.

468. JH: Los dat lokaal op en ga daarboven weer naar je structuur terug. En dan kan het zijn dat je naar een wandligger moet.

<...>

469. RR: In die zin ligt jullie projectmatige benadering aardig af van onze conceptuele denkwijze.

470. JH: Zeker. Dat is omdat die projecten daarom vragen.

471. RR: Nee, helder. Ik snap... De ambitie die wij hebben is natuurlijk toch om te zoeken naar een repeterend stapelniveau dat we in grotere aantallen kunnen wegzetten zonder voortdurend allerlei projectmatige ingrepen te moeten doen.

472. JH: Nee, maar dan moet je zien dat je daar toch die structuur ziet te handhaven. En dan vind ik het opvallend dat die drie aannemers die ik eerder heb genoemd, dat die alle drie echt met een concept bezig zijn, maar toch...

473. RR: Bij jullie uitkomen.

474. JH: Ja, bijvoorbeeld voor Trebbe zijn we nu twee projecten aan het maken. Volgens het basisprincipe dat we hebben met elkaar. Twee torens in Almere. Maar het zijn geen torens die in het vrij veld staan, die staan op een locatie. En die locatie zorgt ervoor dat de ene vrij langwerpig is en de andere compacter, korter en hoger is en naar boven toe allemaal rare sprongen krijgt want ja, het moet ook een beetje een smoeltje hebben. Heijmans zit veel meer breed en laag. Maar al die projecten komen niet in een vrij veld te staan. Daar zit echt wel de crux denk ik. En zo een opdrachtgever zegt van 'Ja. Mooi. Ik heb hier een stukje sociale woningbouw. Prima. Maar hier heb ik een toren, die moet zo hoog zijn en dat moet mijn blikvanger worden.'. Die toren moet gaan compenseren.

475. RR: Nee, maar helder. Daar zit het spanningsveld natuurlijk. Ja. Zou je kunnen stellen hoe hoger, hoe meer architectonische uniciteit?

476. JH: Ja, dat denk ik wel.

477. RR: Het zijn natuurlijk veel meer zichtbepalende elementen hè. <>

478. JH: Ja. En wat ik ook ervaar – dat was gisteren ook weer aan de orde – dan zitten we bij Hibex en daar zit de architect bij. Dat gaat over een toren van 70 meter. Dat is wel een mannetje. Die heeft wel een mening. Maar goed, hij heeft ook iets verkocht aan de klant. Het is ook logisch.

479. HM: Hoe zouden jullie dan de architect mee willen nemen in het hele proces?

480. JH: Ook daar gewoon aan de voorkant.

481. HM: Maar gaat de architect heel veel invloed uitoefenen op de plattegrond, of...?

482. JH: Met elkaar ga je kijken van 'Jij wilt graag dit. Dat kan. Maar als we nou dit doen, dan wordt het qua constructie makkelijker.'. Je hoeft de architect niet uit te leggen dat als het in de constructie makkelijker wordt dat het dan ook iets in het geld doet. Uiteindelijk heeft hij er natuurlijk ook baat bij dat het een project wordt. <...>

483. HM: Vraag 16 gaat specifiek over Bestcon 60. Welke overspanning is haalbaar met de vloer die jullie maken in de gestapelde woningbouw? Dat is net al gezegd.

484. JH: Efficiënt zeg ik maar eventjes, op meerdere vlakken en ook qua prijs, zit je tussen de 7,5 en 8,5 meter. Maar we maken ze ook van tien meter. Alleen dan wordt die in een keer een stuk dikker. Je zit ook weer met gewicht. Je wil ook uniformiteit in je gewichten hebben.

485. RR: Je tilcapaciteiten?

486. JH: Juist. Op de bouw. Je wil niet een element dat extreem veel zwaarder is dan alle andere want dat heeft meteen een enorme impact op alles.

487. HM: Maar – dat is ook wel interessant – ga je als je de hoogte in gaat wanden en andere elementen lichter dimensioneren? Zien jullie dat wel eens toegepast of doen jullie dat zelf?

488. JH: Nee. In de basis gaan we altijd zorgen dat het zo groot mogelijk is. Alleen je wilt voorkomen dat er heel veel verschil zit tussen het gewicht van vloeren en wanden bijvoorbeeld. Dus als ik wanden heb van 25 ton, dus een hele lange 250/300 dikke wand, dat is echt wel een uitzondering. De meeste vloeren zitten meestal ergens rond de 15 ton ofzo.

489. RR: Dus met het gewicht van je wanden wil je bij je vloeren komen?

490. JH: Dat sommetje wil je ook gewoon bekijken. <>

491. RR: Henri's vraag ging over wat anders volgens mij.

492. HM: Mijn vraag heeft hier geen betrekking op, daarom is het een beetje onduidelijk. Wij zijn bij verschillende partijen geweest. Onder andere bij funderingen. Daar werd gezegd dat naarmate je hoger komt je best de bovenste bouwlagen, de wanden en vloeren daarvan, lichter kunt dimensioneren want die hebben minder

belasting af te dragen. Terwijl, wat je vaak ziet is dat ontwerpers dat helemaal niet doen. Dat die bouwmuur beneden net zo dik is als boven terwijl...

493. JH: De enige reden daarvoor is dat je geluidseisen hebt. En die geluidseis vraagt dat jij een 250 dikke betonwand neerzet. Dus wat wij doen is dat we dat gebouw wel degelijk lichter dimensioneren maar dan in de wapening en in de koppelingen. Maar die dikte van het beton heb ik gewoon nodig want ik heb mijn massa nodig.
494. RR: Misschien dat wij even dachten dat je naar onderen toe zelfs daaroverheen moet, maar dat blijkt dus...
495. JH: Dat kan. Soms wel.
496. RR: Is het bij twintig verdiepingen of tot 70 meter dat je de onderste drie lagen dikker moet maken? Of gaat het zelden over de drukkracht van 25 centimeter beton heen?
497. JH: Als het puur over drukkracht gaat en het is gewoon een heldere structuur dan krijgt je het opgelost. Dan lukt het wel met die 25. Alleen ga je naar uitzonderlijke situaties zoals ik net schetste met zo een uitkraging bijvoorbeeld, dan ga je naar een veel dikkere wand.
498. HM: Stel je hebt een beukmaat van zeven meter en twintig lagen hoog, dan moet 25 kunnen?
499. JH: Een galerijflat zo hoog, dat geloof ik wel. Ja hoor. Maar dan zijn ze van boven naar beneden wel gewoon 25 centimeter dik.
500. RR: Nee, maar dat snappen we. Want dan is kritische factor het geluid over de woningscheidende wand.
501. JH: Geluid ja. Wat we wel eens zien is dat gevels dunner worden. Dat dragende gevels vanaf boven wat dunner worden. Vaak kiezen we er toch wel voor om een uniforme dikte te houden. Dat kan. Maar wat ik zeg. Wat we dus wel altijd doen is gewoon lichter wapenen. Het hoeft gewoon minder op te nemen. Lichter koppelingen.
502. HM: Duidelijk. Vraag 17: hoe wordt die Bestcon 60 vloer gekoppeld aan de bouwmuren? Daar hebben we het net ook al over gehad.
503. JH: Ja. Dat heb ik net geschetst.
504. HM: Ja. Dan kunnen we in principe door. Vraag b hebben we het ook over gehad. Vraag 18. Financiële haalbaarheid van de gestapelde woningbouw. Bestcon 60 is niet alleen de vloer hè?
505. JH: Nee. Het Bestcon 60 casco. Basiswanden met vloer.
506. HM: Is die oplossing wat betreft de kostprijs concurrerend met vergelijkbare oplossingen in de markt? Bijvoorbeeld met een VBI?
507. JH: Ja. Dat kan ik heel lastig zeggen. Het enige wat ik kan zeggen is 'kijk naar de project die we gemaakt hebben'. Daar is dat dan zeg maar even bewezen. Kijk, wij maken dat sommetje niet. Wij proberen wel de input te leveren voor de aannemer om dat sommetje goed te kunnen maken. Om te zorgen dat ze uiteindelijk alle facetten van het hele proces meenemen. Dan heb je het over bouwtijd maar ook over de afrekening van een wand of van een vloer. Of slimheid in installaties. Doorlooptijd.
508. RR: En ook principes die men kiest. Waar we het net over hadden, kun je integraal ontwerpen of kun je dat niet. Wil je wel of niet de integratie met sleuven. Dat is natuurlijk een ongelooflijke impact tegenwoordig. De isolatiebelasting neemt gierend toe. Ook nadat we van het gas af zijn gegaan. Vloerverwarming. Legionella. Het is echt een draak van een oefening en die zit hier natuurlijk ook heel anders in.
509. JH: Een hele andere benadering hebben wij ja. Wat er aan installaties op die vloer komt, het zal ons een zorg zijn. Je hoeft er qua constructie niet naar te kijken.
510. RR: Helder. Op zich is dat een waanzinnige versimpeling van de oefening. Het is gewoon zo.
511. JH: Wij zijn aan het monteren en twee/drie lagen onder ons gaat de installateur op zijn gemak in vaak al een dichte ruimte aan de gang.
512. RR: Afbouwen in het wind- en waterdichte casco hè.
513. JH: Juist.
514. HM: Uiteindelijk wordt dat aangestort met... Waarmee precies? Over die installaties.
515. JH: Er zijn eigenlijk twee dingen. Als je op basis van massa aan je geluidseis wilt voldoen dan moet dit beton zijn. Dan heb je het over het meest goedkope beton want het hoeft constructief niets te doen, maar het moet wel massa hebben. Maar dat is de oplossing waarbij je een afwerkvloer hebt van anhydriet of iets dergelijks. Dat is niet de oplossing met vloerverwarming. Met vloerverwarming heb je meestal een zwevende dekvloer. Dan heb je die massa namelijk niet meer nodig. Dan heb je nog steeds wel massa nodig maar dan heb je al wel voldoende massa aan alleen je constructieve vloer.
- <...>
516. JH: Ga je op basis van massa aan je geluidseis voldoen, dan heb je zeg maar even een 18 centimeter dikke Bestcon 60 vloer. Dan heb je een installatielaag van vaak 12 of 13 centimeter, maar het is echt aan de installateur om te bepalen hoe diep die moet zijn, wat hij nodig heeft. Die wordt dan aangestort met beton omdat je massa nodig hebt en dan komt daar een afwerkvloer bovenop. Die totale massa moet boven de 800 kilogram per vierkante meter zitten.

517. HM: En daar kun je geen vloerverwarming toepassen?
518. JH: Met dat principe, met die massa, heb je in principe geen vloerverwarming. Bij vloerverwarming heb je in de meeste gevallen een zwevende dekvloer. Dan heb je de constructieve vloer, installatielaag, isolatie en afwerkvloer.
519. HM: En die isolatie, dat is een soort van vulmiddel?
520. RR: Dat is een ont koppeling.
521. HM: Maar hoe vul je dan die laag met installaties aan?
522. JH: Die installatielaag hoeft dan geen massa meer te hebben, dat kan natuurlijk wel maar dat hoeft niet meer. Dan werken ze vaak met schuimbeton omdat dat veel lichter is.
523. RR: Dus dan krijgt je – nog even de diktes – 18 centimeter Bestcon...
524. JH: Bijvoorbeeld.
525. RR: Dan isolatie.
526. JH: Nee. Dan installatielaag.
527. HM: Installaties met schuimbeton.
528. JH: Installatielaag met schuimbeton, isolatie en dan afwerkvloer. En je kan je natuurlijk voorstellen dat op het moment dat je twintig lagen hebt keer massief beton of twintig lagen keer schuimbeton, dat het wel interessant is om een laag schuimbeton, in dat geval, toe te passen.
529. HM: Maar ik hoor wel veel geluiden dat die zwevende dekvloeren wel vaak een probleem zijn in de uitvoering.
530. JH: Een gigantisch probleem. Het is extreem kritisch.
531. HM: Dat als daar een plintje te strak tegenaan wordt gezet dat het dan niet meer werkt.
532. RR: Wordt daar veel in afgekeurd denk je?
533. JH: Dat kan ik niet zo goed beoordelen.
534. RR: Wij Nederlanders zijn niet zo van het consequent meten van kwaliteit hè.
535. JH: Het vervelende wat ik van de aannemerskant vaak hoor is dat een geluidslek dat je hier ervaart best heel ergens anders vandaan kan komen.
536. RR: En in tegenstelling tot de Duitsers hebben we niet de gründlichkeit in onze processen. Je moet ongelooflijk nauwkeurig en toegewijd ont koppelen.
537. JH: Ja. Met zo een zwevende dekvloer is dat...
538. RR: Dat kunnen wij Nederlanders helemaal niet.
539. JH: Een variant die we daarom ook weer terugzien is dat ze zeggen van 'we gaan wel op basis van massa aan de geluidseis voldoen en die isolatielaag, die wil ik wel graag hebben want anders ga ik te veel massa aan de onderkant verwarmen, die leg ik erbovenop'. Maar dan fungeert het als thermische isolatie en niet als akoestische isolatie.
540. RR: Als demping om de warmte niet naar beneden te laten lopen.
541. JH: Juist. En dat er dan een keer een lekkage in zit, geluidstechnisch, so be it.
542. HM: Maar dan kun je er ook een vloerverwarming in toepassen?
543. RR: Ja, dat kan sowieso wel maar dat hangt van de opbouw af. En uiteindelijk wil je de vloerverwarming zo hoog mogelijk in het systeem hebben en je wilt hem geïsoleerd hebben zodat de warmte niet naar onderen wegtrekt.
544. HM: Ja precies.
545. JH: Wij hebben ook een aannemer gehad die zegt van 'So be it'. Het is gewoon de complete massa die... In zo een woongebouw is dat allemaal te voorzien blijkbaar.
546. RR: Daar lopen de meningen aardig over uiteen ja. Ik ben daar ook naar aan het zoeken geweest en ik heb vragen gesteld bij Niemann.
547. JH: Ik zie allerlei varianten.
548. RR: Het wappert alle kanten uit. Het is ongelooflijk eigenlijk.
549. JH: Dus dat is de vloeropbouw.
550. HM: Oké. Duidelijk. Het ging over de kostprijs van Bestcon 60. Samenvattend heeft die vloer een meerwaarde op andere, op meerdere, gebieden. Dus op installatiegebied zeg jij.
551. JH: Zo kwamen we erop. Over die integrale kostprijs zeg maar eventjes. Je moet echt de kostprijs integraal bekijken om goed een vergelijk te kunnen maken.
552. HM: Dus je moet al die balkondingen meenemen en de snelheid van bouwen.
553. JH: Doorlooptijd. Snelheid van ons monteren maar ook de doorlooptijd omdat je al heel snel onder ons in het casco kan gaan werken.
554. RR: Het zou interessant voor ons zijn om te weten wat nou de gemiddelde stapelhoogte is die je de afgelopen twee jaar bijvoorbeeld verkocht hebt. Uiteindelijk moet je toch elke keer in concurrentie die gebouwen wegzetten.

555. JH: Ja, maar vaak, bijna altijd, in concurrentie met een ander systeem en niet met een andere prefab oplossing.
556. RR: Dat klopt natuurlijk ook want VBI zegt dat 90 procent kalkzandsteen/breedplaat is. Dus je zit altijd in een traditioneel vergelijk.
557. JH: Vaak wel ja. Tunnelen of breedplaat.
558. RR: Ja.
559. JH: Dan gaan er veel meer facetten meewegen om...
560. RR: Stel dat je daar een getal aan hangt en je ziet dat je toch gemiddeld zeg maar altijd boven de acht/negen/tien bouwlagen zit, dan zit je dus gemiddeld dus altijd boven het bereik van de breedplaat.
561. JH: Heel simpel. Er vallen gewoon een aantal concurrenten af.
562. RR: Helder. Dat is natuurlijk je unieke waarde waarin... Maar de vraag is of je ook in het onderste perspectief een speler van belang bent.
563. JH: Dat is wat ik helemaal aan het begin zei. Daar heb je dan vaak een specifieke reden om prefab toe te passen.
564. RR: Ja. Dus dan heeft het met de locatie of met het bouwtempo te maken. Dan moeten er meer redenen zijn om niet on-site te storten.
565. JH: Dan is vaak wel de situatie... Kijk je puur naar prijs...
566. RR: Er wordt zoveel puur naar prijs gekeken. Dat is natuurlijk wel het dilemma. Blijft toch wel die vraag dat ik zeer geïnteresseerd zou zijn om die productie van de afgelopen twee jaar in stapelhoogtes te zien.
567. JH: Ik weet dat zo ook niet.
- <...>
568. HM: Vraag 19: wat is de relatie tussen de stapelhoogte, dus het aantal bouwlagen van een gestapeld woongebouw, en de kostprijs? Als je echt per woning of per vloeroppervlak gaat uitdrukken, loopt dat op?
569. JH: Nee, ik denk dat dat wel redelijk rechtlijnig is eigenlijk. En dan kijk ik een beetje naar acht à tien lagen tot zeg maar twintig lagen ofzo. Ik denk dat dat wel redelijk rechtlijnig is.
570. HM: Ja. Jullie rekenen natuurlijk niet de fundering mee.
571. JH: Een van de factoren waar wij altijd naar kijken is de verhouding wand-vloer. De wanddichtheid. Als je een constructie hebt, heb je daar heel veel wanden in zitten of heb je een hele efficiënte structuur? Een galerijflat is wel een hele efficiënte structuur. Dan krijg je de wand-vloer verhouding. Als je dat getalletje plusminus gelijk houdt dan zie je ook wel dat die prijsontwikkeling redelijk rechtlijnig is naar de hoogte.
572. HM: Het heeft er natuurlijk ook wel mee te maken, zoals jij zei, dat die 25 centimeter dikke wand niet per se breder wordt naar onder toe. Er zit natuurlijk wel meer wapening in. Maar die wand wordt niet per se heel veel duurder.
573. JH: Nee, die wordt niet echt anders naar beneden toe. En als die aan de onderkant een beetje duurder wordt compenseer je weer een beetje aan de bovenkant door hem daar weer wat lichter te maken. Dus dat zit allemaal redelijk rechtlijnig in elkaar.
574. HM: Interessant is natuurlijk wel hoe het met de fundering zit. Maar jullie nemen dat niet mee natuurlijk.
575. JH: Nee. Daar kan ik geen zinnig woord over zeggen.
576. HM: Oké. Wat mij betreft is het duidelijk. Vraag 20 en 21 gaan over efficiënt doorstapelen. Efficiënt monteren. Uitgangspunt van Nijhuis is het casco zo snel mogelijk wind- en waterdicht en de hele installatie en afwerking in het wind- en waterdichte casco. Welke voorwaarden moeten er aan het ontwerp van een prefab gestapelde woningbouwcasco worden gesteld zodat deze efficiënt op de bouwplaats kan worden gemonteerd? Als je zo een casco aan het ontwerpen bent, waar moet je dan voor waken?
577. JH: Dat is ook al wel een beetje gezegd. Wat wij altijd proberen is om... Je hebt natuurlijk de betonconstructie. Maar dat je die andere elementen, bijvoorbeeld een hsb element of een dunne betonwand, dat je die al meteen meeneemt. Dat is iets wat in de cyclus heel wenselijk is. In het stapelen. In het doorstapelen. Wij zijn van het prefab dus we vinden het inderdaad ook wel slim om te zeggen van 'zorg maar meteen dat je kozijnen en je glas er al op zit zodat je wind- en waterdicht wordt'. In de meeste gevallen – dat zei jij net ook al René –... Bepaalde expertise. Wat wij dan vaak zeggen is van 'Wij plaatsen onze elementen op het tasveld. Daar zit ruimte tussen. Beste kozijnboer kom jij nou jouw expertise hier uitvoeren op het tasveld. Plaats hier die kozijnen er maar tegenaan en plaats het glas.'. Dat werk over het algemeen goed.
578. RR: Dat laat je op een bouwplaats afmonteren.
579. JH: Nee. Hier. Dan komt de kozijnenboer hier...
580. RR: Jij doet dat zelf niet.
581. JH: Nee. Zeker ook met die hoogbouw met luchtdichting en dat soort dingetjes.
582. HM: En natte verbindingen. Die willen we natuurlijk zoveel mogelijk beperken want we zijn prefab. Maar dingen zoals stekken die moeten worden aangegoten.
583. JH: Stekken in gains heb je altijd.

584. HM: Maar legt dat een beperking op? Stel je kan zo een bouwlaag in één dag doen en je wilt daarna door naar de volgende bouwlaag.
585. JH: Een dag is wel redelijk ambitieus. Eén dag.
586. HM: Nee, oké. Maar moet dat drogen? Moet dat uitharden? Wat is de beperking die...?
587. JH: ...Die je aan dat tempo hebt zeg maar eventjes.
588. HM: Ja.
589. JH: Uiteindelijk ben je natuurlijk al die elementen naar boven aan het sjouwen. Je moet er een beetje rekening mee houden, afhankelijk van wanden, vloeren et cetera... Maar gemiddeld zeg ik even 20 elementen op een dag monteert je wel. Dat is een stelregel.
590. HM: Maar dat is geen bouwlaag.
591. JH: Maar dat is dus geen bouwlaag. Nee.
592. [JH laat een recent project zien, een hotel van 'Van der Valk' in Lent.]
593. JH: Hier (verwijst naar het project) deden we tweeënhalve dag over een laag. Dus zeg maar twee lagen per week. Dit (verwijst naar de afbeelding) is een redelijk compacte, slimme en efficiënte plattegrond dus in verhouding veel vloeroppervlakte met weinig wanden.
594. HM: Dus die tweeënhalve dag is eigenlijk een minimum.
595. JH: Dat was al wel redelijk snel. Daar zit dan geen enkele beperking in. Bijvoorbeeld die mortel, we hebben stel- en gietmortel, die zit na een uur of acht al op tachtig procent van zijn sterkte. Dus dat gaat nooit een probleem worden.
596. RR: Dus de helft van het aantal elementen dat we in grondgebonden en laagbouw wegzetten. Dat zijn er 40. Dus hij heeft gewoon veel meer hijstijd.
597. JH: Het is hijstijd. Je hebt echt wel complexere elementen te plaatsen. Maar goed, wij doen één vloerplaat terwijl VBI er drie nodig heeft. Of je er eentje van ons doet of drie van VBI...
598. RR: Ja. Dus we moeten natuurlijk naar de vierkante meters kijken. Vierkante meters verwerkt oppervlak.
599. JH: Vaak zie je ook dat die wanden in elkaar vertand zitten. Als je een hoekoplossing hebt, dan plaats je eerst de ene en de andere haakt daar deels op in. Dat is ook weer om die samenhang te creëren. Dus het is wel echt een ander verhaal. Maar ook koppelingen. Wij maken een wand van tien meter lang. Daar zitten tien/twaalf, soms twintig, stekken in. Of je plaatst een wand van tien meter lang waar geen koppelingen in zitten. Het is allemaal tijd. Het moet allemaal aangegoten worden. Er moet mortel geplaatst worden. Het zijn hele andere kengetallen ja.
600. RR: Ja. Helder.
601. JH: Als je het anders bekijkt, dat is ook nog wel een ding, ik denk dat jullie montageploeg gemiddeld een woning doet per dag.
602. RR: Ja. Vijf per week. Bij eenvoudige rijen vijf in de week. Van complexe doen we er drie in de week.
603. JH: Ja. Maar als je naar ons terugslaat... Wij doen met gemak een woning per dag want je hebt zoveel woningen op een laag.
- <...>
604. HM: Op welke stapelhoogte – dat is vraag 21 – wordt de mogelijkheid om efficiënt een prefab gestapelde woningbouwcasco te kunnen monteren begrensd. Bijvoorbeeld wanneer ga je naar een hele andere kraan toe?
605. JH: Vanaf een laagje of... Het is wel een lastige hoor. De kranen waar wij mee werken zijn in de meeste gevallen rupskranen. Dus heb je een rups en die heeft een beweegbare jib. Daar kun je heel veel mee. Het is de verhouding tussen de diepte van het gebouw, hoe ver je moet komen, en de hoogte van het gebouw die uiteindelijk bepaalt of je dat nog met een fatsoenlijke rups kunt doen of dat je naar een torenkraan moet.
606. RR: Maar je zou zeggen, ergens is zo een rups ook beperkt in de hoogte. Die 70 meter, zetten ze die ook nog met een rups.
607. JH: 70 meter zou op zich met een rups nog kunnen. Dan heb je wel een grote rups. Maar dan is het een vrij compacte plattegrond. Dan kun je niet ver rijden.
608. RR: Maar je ziet toch dat bouwers daar het meeste voor kiezen als dat maar enigszins kan hè.
609. JH: Ja. Een rups houdt ergens tussen de 15 en 18 lagen wel op.
610. HM: Met zo een torenkraan ben je in de hoogte en diepte natuurlijk minder beperkt maar wel weer aan je lengte. Anders moet je zo een ding gaan verplaatsen. Of is dat niet zo? Als je een langwerpig gebouw hebt.
611. JH: Ja, maar dan ontstaan er vaak ook weer mogelijkheden om een torenkraan in een kern te plaatsen bijvoorbeeld. Zodat die midden in het gebouw staat.
- <...>
612. RR: Als je slim dat gebouw ontwerpt dan ontwerp je een plek voor die torenkraan mee.
613. JH: Ja, maar dat moet je doen. Bij zo een hoog gebouw moet je daar wel over nadenken.
614. RR: Dat is natuurlijk lonend.

615. JH: Dat is een wezenlijk ding. En wat vaak bij een torenkraan... Als die in het midden staat van het gebouw kijk je naar de grootste afstand. Maar nog een ander ding is waar mijn vrachtwagen staat. Want als die vrachtwagen nog verder van de bouw af moet wachten dan wordt dat het maatgevende plekje. En niet zozeer het gebouw.
616. RR: Waar die het vandaan moet halen en waar die het heen moet brengen.
617. JH: Ja. Maar goed, vaak staan torenkranen ook wel weer gewoon strak naast de bouw. En de rups kan inderdaad op en neer rijden. Een enkele keer heb ik een toren op een rail gezien maar dat is zeldzaam.
618. HM: Dan gaan we door. Een belangrijk uitgangspunt van het Trento concept is het aanbieden van een van tevoren bedachte oplossing. Dus een projectongebonden oplossing die ja kan herhalen, evalueren en verbeteren. In hoeverre is het mogelijk om een herhaalbare, dus projectongebonden, prefab casco-oplossing voor een bepaald type woongebouw te ontwikkelen? Daar hebben we het natuurlijk ook al wel een beetje over gehad natuurlijk.
619. JH: Ja. Volgens mij hebben we het daar de hele tijd al wel een beetje over.
620. HM: Ja. Stel je hebt het over een bepaald gebouwtype. Galerijontsluiting bijvoorbeeld. Zou je daarvoor een projectongebonden oplossing kunnen bedenken die je dan voor verschillende projecten met wat kleine aanpassingen of hier en daar wat maatwerk of opties kunnen...
621. RR: En even. Zie je dan ook kans met voordelen en meer efficiency? Want daar gaat het natuurlijk vooral om. Als hij zegt van 'Het maakt met niet uit wat ik daar op de lange baan maak. Wat je ook bedenkt. En of dat nou wel of geen herhaling is.'
622. JH: Dat is eigenlijk een beetje wat ik wilde zeggen.
623. RR: Gaan we verschil maken als we een herhalende benadering kiezen en krijgen we daar een voordeel uit? <> Mijn vraag daarin, even gekoppeld aan deze vraag, is of er sprake is van co-makership bij bepaalde klanten. Bijvoorbeeld Trebbe. Doet die nu alle gestapelde bouw met Bestcon? Of wipt die van de ene oefening naar de andere?
624. JH: Trebbe heeft een grondgebonden woningen concept. Trebbe heeft een concept voor gestapelde woningbouw tot zes lagen. Daar hebben zij echt vaste partijen in.
625. RR: Dat doen zij ook met VBI dan? Dat doen zij niet met jullie, die zes lagen?
626. JH: Nee, dat doen ze niet met ons.
627. RR: Jij weet dat ze daar onderscheid maken?
628. JH: Jazeker. Dat doen ze met wanden van Spaansen maar de vloeren weet ik zo even niet. En ze doen hoogbouw met ons. Maar niet gezegd dat ze niet nog met een ander hoogbouwsysteem... Niet met prefab want als het een prefab ding is dan komen ze bij ons.
629. RR: Ze zetten altijd twee dingen in om de prijs bij jullie te masseren. Laat ik het even zo stellen. Of hoe moet ik dat zien? Of zeggen ze gewoon 'Tien lagen. Bestcon. Klaar.'?
630. JH: Die samenwerking duurt nog niet zo lang dat we daar al zijn zeg maar. We doen nu de eerste twee projecten. De eerste zijn we aan het monteren en de tweede zijn we nu aan het produceren. <> Maar ik zie dat ze dat bij hun lagere deel al wel doen, maar dat is ook al meerdere jaren geleden ingezet. Verder kan ik zeggen dat we veel doen met Van Wijnen, Heijmans en <?>. Dat zijn met name toch wel projecten. Ze zoeken wel naar standaardoplossingen, maar ja...
631. RR: Nee, maar de opdrachtgeverskant gunt ze dat niet. Dat is het probleem. De architecten maken er een feestje van. Dat snappen we ook wel voor een deel. Dat moet je ook kunnen begrijpen.
632. JH: Ik zit veel meer, als je kijkt naar standaardisatie, van 'probeer gewoon dit concept te handhaven'. Dan heb je het over de installatielaag. Dan heb je het over het doorstapelen, lijnvormig opleggen. Probeer daar zoveel mogelijk aan vast te houden. En of ik nou mijn vloer zeven meter maak of 7,20 of misschien 7,50... Snap je. Ik leg er twee strengen bij en het is ook weer opgelost.
633. RR: Het zit hem meer in de effectieve structuren en de herhaling van standaard knopen.
634. JH: Ja.
635. HM: Als wij het hebben over het Trento concept dan hebben wij het niet over dingen strak vastleggen zoals beukbreedtes en zo, maar inderdaad wel de structuren en de plattegronden en zorgen dat je van tevoren al die slimmigheden weet.
636. JH: Daar zit het hem in denk ik. Als je het hebt over de engineering van zo een appartementengebouw bijvoorbeeld met samenhang en zo, daar komt veel meer bij kijken dan de engineering van een grondgebonden woning. Dat steekt heel anders in elkaar. Dat kun je op geen enkele manier met elkaar vergelijken.
637. HM: Daarmee bedoel je eigenlijk dat het veel makkelijker is om een herhaalbare of conceptuele oplossing voor een grondgebonden woning te maken?
638. JH: Ja. Omdat je daar veel minder randvoorwaarden hebt.

639. RR: Maar nogmaals. Het zit hem ook vast op het feit dat de invloed van opdrachtgever en architect vele malen groter is en dat zij het nog steeds beschouwen als hun domein. Zij komen met VO/DO-niveau in de markt. Dat laat hen en ons en iedereen die er wat van kan vinden om het betaalbaar te krijgen ongelooflijk weinig ruimte. Dat is natuurlijk waar wij wel proberen om via onze eigen ontwikkelingen en ook in opdrachtgeverszin voor elkaar te krijgen dat de opdrachtgever ons veel eerder laat aansluiten. <>
640. HM: Vraag 23 zijn we dan. Een ander belangrijk uitgangspunt is zodanig ontwerpen dat het ontwerp van de individuele bouwcomponenten is afgestemd op de productieprocessen van de producenten zodat je het optimaal kunt maken. Welke voorwaarden zou je vanuit jullie productieproces moeten stellen aan een ontwerp om optimale maakbaarheid te realiseren? Je zei net al van 'er kan heel veel op die baan'. Maar er zijn ook efficiënte en niet-efficiënte dingen. En dat zie je natuurlijk ook weer terug in de kostprijs.
641. JH: Ja, dat klopt.
642. RR: Maar misschien help het om van boven naar beneden te roepen wat je het minst graag in die fabriek ziet gebeuren. Dat kan misschien helpen. Wat zijn nou ongelukken hier aan de baan? Vanuit het ontwerp. Of je laat ze niet ontstaan, maar stel je komt niet overal mee weg, waar gaat het nou knijpen? Wanneer ga je zeggen van 'oké, nu gaat het knijpen met die mannen'?
643. JH: Dat vind ik ook wel een lastige hoor. Onze standaardbaan is 3,58. Dus dat is voor ons een hele prettige maat om te maken. Dus als je een woningdiepte hebt van een veelvoud van 3,58 dan is dat heel prettig. Maar we weten dat dat nooit het geval is. Zit je helemaal aan de voorkant tijdens het ontwerpen, dan is dat een hele interessante. Dan hoef ik verder niets te voorzien in mijn baan om...
644. RR: Je hebt een maximale baanbezetting?
645. JH: Je hebt honderd procent baanbezetting en ik hoef daar geen extra kosten te maken want anders, als ik naar een smallere baan moet, dan moet ik daar een zijlijst neerzetten. Die moet gemaakt worden. Die moet uitgevuld worden. Er moet van alles gebeuren en ik heb veel minder baanbezetting want ik heb gewoon vierkante meters die ik niet stort, die ik niet kan afrekenen zeg maar eventjes. Dat heeft een gigantische impact. Maar het gaat niet gebeuren denk ik dan.
646. HM: Ja.
647. JH: Snap je? Dat zijn de dingen waarvan ik dan denk van 'Zeker, het is kostprijsbepalend. Absoluut. Productie efficiëntie et cetera, maar...'
648. RR: Degene die een ontwerp moeten vertalen naar een te produceren gebouw heeft ook niet in de gate of heeft niet de kennis wat dat dan in de optimalisatie zal leveren hè. Dus dat ligt ook voor een deel aan de gegevens die ons ontbreken.
649. JH: Als je naar een grondgebonden woning kijkt, die probeer je uit te leggen op een kanaalplaat van 1,20. <...>
650. RR: We weten niet wat het betekent als we deze fabriek op zijn meest ideale manier zouden aanspreken ten opzichte van het minst ideale model.
651. JH: Ja.
652. RR: En is dat de moeite waard? Ik vroeg ook of er bij jullie sprake is van een echt co-makship. Laat ik het even andersom zeggen. Wij hebben 16/17 comakers voor de grondgebonden toepassing en wij brengen elke maand een overzicht uit van al onze te produceren projecten. Dus voor dit jaar 1500 eenheden. En dan weten al die co-makers op welk moment dat start. Onze productie is hun productie, dat bedoel ik eigenlijk met een co-maker. <> Heb jij zo een co-makship?
653. JH: Nee.
654. RR: Nee, oké. Zou dat wat zijn? Wat zou jij daarvan vinden? Wat betekent het dan om een zoekproces te starten om het verschil wel uit die fabriek te krijgen. Want daar zijn wij meer dan gemiddeld kundig in. En wij zijn er ook bovenmatig kundig in om uiteindelijk wel in de helft van de gevallen gebouwen een optimalisatie te geven. Of meer invloed uit te oefenen op eigen projectontwikkelaars. <>
655. JH: Dus hebben wij daar interesse in, in zo een co-makship? Ja. Zeker.
656. RR: Maar ik bedoel natuurlijk ook in het verlengde daarvan of we naar de voordelen kunnen zoeken of is dat een kans? Zijn die te vinden? Of zeg je van 'het maakt met allemaal niet uit'. Want dat is het conceptuele erachter hè.
657. JH: Nee, dat snap ik. Ik zie daar zeker kans. Ja. Alleen ik vind het een utopie om te zeggen dat het daarmee ook een project wordt.
658. RR: Ik heb het over een deel van de productie die we dicht bij het optimum brengen. Wij stampen ook geen standaard gebouwen weg. <...>
659. JH: Daar waken wij wel voor. Daar zijn wij ook best wel veel mee bezig en mee bezig geweest.
660. RR: Waar waak je voor?

661. JH: Te veel beperkingen opleggen aan de productiekant. Omdat we zien dat de projecten die we maken, dat daar ook de uitzonderingen zitten. Wij zijn best wel ver met Heembeton geweest om samenwerking en dat soort dingen allemaal. Heembeton wil zich ook meer gaan richten op die hoogbouwprojecten. Niet alleen vier/vijf laagjes maar wat groter. Maar dan komen we bij het eerste project en dan kunnen ze de wanden van de onderste laag niet maken want die zijn 4,5 meter hoog. Of die zijn 18 ton. Dat zijn van die dingen, daar kunnen wij niet eens over nadenken dat we dat niet zouden kunnen. <> Maar die hebben het proces wel extreem... Dus hoe ver ga je erin?
662. RR: Het is even weer een hernieuwde kennismaking tussen onze bedrijven en een doordenking van het fenomeen hè.
663. JH: Maar ik bedoel, ik vind dit gesprek hartstikke leuk, dat merk je misschien wel. Maar ook om daar over na te denken. Hoe we dat slimmer en efficiënter... Dat is natuurlijk aan onze kant altijd goed om vanuit jullie kant die input te krijgen. Dat is voor ons natuurlijk heel waardevol.
664. RR: Oké. Zeg maar, de oogst is nog wat schraal als het gaat over efficiency benoeming. Dat is wat ik constateer.
665. JH: Ja. Dat vind ik ook een lastige.
666. RR: Ik snap het vanuit je huidige perspectief hoor.
667. JH: Ik zat dan veel meer te denken aan... Bijvoorbeeld een wand met een gat, dat is productietechnisch voor ons efficiënt. Of dat gat nu een meter breed is of 1,50 breed, dat maakt in mijn productieproces niets uit. Ik heb al geaccepteerd dat die maat altijd anders is. Maar het is efficiënt om dat te doen. Ik raak mijn efficiëntie kwijt als het geen wand met gaten is maar een m of een u. Dan raak ik mijn efficiëntie kwijt.
668. RR: Ja. Dat weten we.
669. HM: Bijvoorbeeld als we bij Heembeton zijn en we lopen daar op het tasveld, dan zie je niet anders dan die m.
670. RR: Nou...
671. HM: Ik bedoel van...
672. RR: ... Die zien we.
673. HM: Die staan ertussen.
674. RR: Die moeten zij waarschijnlijk ook wel maken want zij komen er ook niet altijd mee weg.
675. JH: Ja, maar omdat wij die installatielaag hebben komen wij er heel vaak toch uit.
676. RR: Ja. Dat is wel slim ja. Daar vind je die onderdorpelmaat in.
677. JH: Als we naar het ontwerp kijken bijvoorbeeld en als we de vloerplaat- en wandindeling maken is dat ook een van de dingen waar we naar kijken. Dan zullen we daar ook wel slim over nadenken en dan zullen we toch zeker best wel snel proberen om toch die onderdorpel daarin te krijgen op een of andere manier.
678. RR: Voor de combinatie VBI, Heembeton en IJB, dat is zeg maar de productselectie waarmee wij tot vijf/zes lagen stapelen, daar hebben we zes kantjes ontwerpaanwijzingen. In het verlengde daarvan zou het betekenen dat als wij met jullie die route zouden gaan dan zouden wij aan jullie vragen van 'schrijf nou eens uit op een paar kantjes A4 wat de ideale vertrekpunten zijn'. Want dat is die grote kans om dat als het ware vooraf in te pluggen in een ontwerp. Als we de gelegenheid hebben slaan we de architect daarmee om de oren. Dan zeggen we 'Wat je ook doet, dit gaan we zo terugzien. Anders gaan we je helpen en dan gaan we er zelf met de integrale ontwerpers bovenop zitten en dan stoeien we net zo lang totdat dat erin zit. En daarbinnen heb je veel vrijheid en dan kun je alsnog tienduizend ontwerpen maken, maar dit willen we terugzien.'. Dat is niet achteraf maar dat is vooraf.
679. JH: Ja. Dat snap ik.
680. RR: En daar zijn wij vijftien jaar in die toepassing.
681. JH: Samenvattend en ter conclusie staat hier.
682. HM: Ja. Dan wil ik jou even uitdagen. Alle dingen die we hebben besproken... We hebben het gehad over herhaalbaarheid, maakbaarheid en alle financiële aspecten en het constructieve aspect. Wat zou jij nou als een kantelpunt aanduiden qua stapeling – het kan ook een ander gebouwkenmerk zijn maar ik denk dat het te maken heeft met stapeling – waarbij jij zegt van 'Nu is die oplossing redelijkerwijs niet meer haalbaar'. Dus dat je bijvoorbeeld geen betonnen casco-oplossing meer kunt toepassen, dat het te duur wordt, dat het constructief te lastig wordt, dat het niet meer maakbaar is in jullie fabriek et cetera. Zou je daar iets over kunnen zeggen?
683. JH: <> Ik vind aan onze kant acht of negen lagen best wel een kantelpunt. Als ik kijk naar een project en ik moet onze kans beoordelen dat we een project gaan maken, dan is die kans aanzienlijk hoger boven die acht lagen dan onder. Dus daar zie ik voor ons project, voor onze toepassing, het systeem zoals wij dat maken, echt wel een kantelpunt. Als je zegt van 'wanneer valt het prefab betonskelet af?' dan zou ik bijna zeggen 'wat mij betreft nooit'. Dat we helemaal niet meedoen is nooit.

684. HM: Ja, oké. Het kan altijd. Als je er maar genoeg geld in stopt en als... Maar ik bedoel, wat is een redelijke oplossing. Ik bedoel, als je naar Nijhuis kijkt, Nijhuis wil zo een concept gaan ontwikkelen, tot welke stapelhoogte is het slim om dat te doen?
685. JH: Kijk, bijvoorbeeld die 70 meter grens is best wel...
686. HM: Dat is eigenlijk wel een harde grens?
687. JH: Nou, dat is niet zozeer een harde grens. Maar ga je daarboven, dan heeft dat best wel veel impact. Dus qua kosten ga je daar best wel een groot verschil zien zeg maar eventjes. Maar in andere systemen, mogelijke alternatieven, heb je dat ook. Alleen bijvoorbeeld met samenhang en dat soort dingen en rapportages en dingen die je moet maken met uiteindelijk dus consequenties voor het project, is het best wel logisch om te zeggen van 'als ik alles monoliet aan elkaar stort is dat makkelijker op te lossen dan dat ik dat met kleine prefab elementen doe'. Alleen Hurks gaat nu de Zalmhaventoren in prefab bouwen, de hoogste woontoren van Nederland in Rotterdam. In prefab. Dus ja, ik kan ook niet zeggen...
- <...>
688. JH: Maar zij gaan dus 200 plus meter de hoogte in.
689. HM: 200 zij je?
690. JH: Ja. 220 meter ofzo.
691. HM: Zo. Dat is ook wel een ding zeg.
692. JH: Ja. Dus logischerwijs zou je zeggen van 'in het werk storten is constructief makkelijker'. Je kan het allemaal aan elkaar bakken en storten et cetera. Maar er zit veel meer aan vast. Er is een reden waarom die in prefab gebouwd gaat worden. Als je hem in het werk gaat storten ben je niet vier dagen per laag bezig maar twee weken per laag. En dat dan kan keer zoveel lagen.
693. HM: Dus dat kantelpunt, de bovengrens, dat is lastig aan te geven?
694. JH: Kijk naar de projecten die wij doen. De hoogste toren die wij gemaakt hebben is hier in Eindhoven. Die is 140 meter hoog. De Admirant. Dat is de hoogste die we gedaan hebben en eigenlijk alle andere zitten onder die 70 meter.
695. RR: Kijk, voor ons, conceptueel, zit dat er sowieso onder hèn. Wij gaan die uniciteit niet bouwen. <>
696. JH: Dat is ook precies de argumentatie van die <?> van net. Dat is geen concept meer.
697. HM: Ja. Oké.
- <...>
698. HM: Wat mij betreft zijn we erdoor. Ik ga een uitwerking maken van het interview en dan zal ik jou ook de inzichten die ik heb opgedaan toesturen. En waarschijnlijk ook een transcript, dus ik ga het helemaal uittypen.
- <...>
699. HM: Maar dan zal ik het toesturen en dan kun jij het goedkeuren.
700. JH: Goed.
701. HM: Bedankt voor het interview en voor de inzichten.
702. JH: Graag gedaan. Ik hoop dat je er wat van opgestoken hebt.
703. HM: Zeker. Het was heel interessant.