



# Heldere krachtswerking in complexe constructie

De Verkenner in Utrecht met verspringende stramienen, grote uitkraging en ultradunne balkons

*In de Utrechtse wijk Kanaleneiland is aan de Churchillaan de woontoren De Verkenner verzezen. Het gebouw wordt gekenmerkt door een bijzondere gevel en een divers programma. De draagconstructie is complex met uitdagingen te over: wanden die niet doorlopen, een grote uitkraging met overgangsconstructie en twee bijzondere balkonsystemen.*

De Verkenner is het laatste van een reeks nieuwe gebouwen die Kanaleneiland in Utrecht een impuls moeten geven. De 51 m en 16 verdiepingen hoge woontoren, liggend aan het 5 Mei Plein, vormt vanuit de stad de poort naar de wijk. Het gebouw bestaat uit 9 woon-werkunits, 15 woningen voor autistische jongeren en 71 huurappartementen. Het gebouw heeft een U-vorm, opgebouwd uit drie vleugels, met elk een andere hoogte (fig. 2). In het midden van de U bevindt zich een enkellaagse halfverdiepte kelder met bergingen voor de appartementen. Het dak van deze kelder is gelijktijdig het dek voor zowel de tuinen van de woon-werkunits als de gemeenschappelijke tuin voor de woningen voor autistische jongeren.

## Constructie

Het gebouw bestaat uit een kelder, een laagbouw- en een hoogbouwgedeelte.

### Kelder

De vloer en de wanden van de kelder zijn gemaakt van in het werk gestort beton. Het dek is uitgevoerd als kanaalplaatvloer met een druklaag. Constructief is de kelder volledig vrij gehouden van de rest van het gebouw. De stabiliteit wordt verzorgd door de kelderwanden.

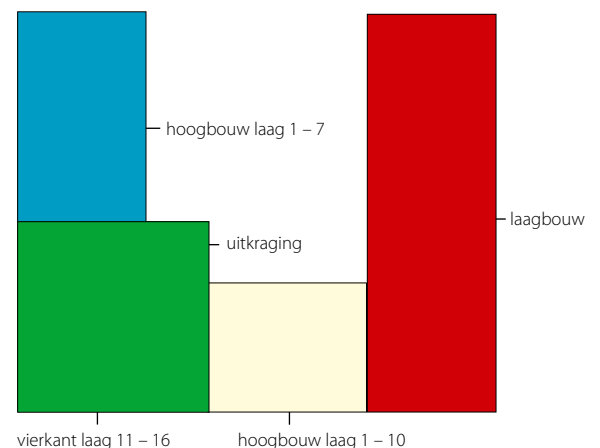
### Laagbouw

Een van de drie vleugels vormt het laagbouwgedeelte, een blok van drie verdiepingen dat plaats biedt aan de 15 woningen voor autistische jongeren. De constructie van dit deel bestaat uit breedplaatvloeren en in het werk gestorte dragende wanden die woningscheidend zijn. Het blok is constructief volledig vrijgehouden van de andere blokken. De stabiliteit in dwarsrichting wordt verzorgd door de woningscheidende wanden. De stabiliteit in langsrichting komt uit de momentvaste verbinding tussen de wanden en de vloeren.

## Architectuur

Over het architectonisch ontwerp van Mei architecten is in *Cement* 2016/8 een artikel verschenen in de rubriek Beton in Beeld. Dit artikel is te raadplegen op [www.cementonline.nl](http://www.cementonline.nl). Ook Tektoniek, het kennisnetwerk voor architectuur in beton, heeft aandacht besteed aan het project (zie [www.tektoniek.nl](http://www.tektoniek.nl)).

2



## Hoogbouw

De andere twee vleugels zijn zeven en tien verdiepingen hoog en staan in een hoek ten opzichte van elkaar. In het gebied waar de rechthoeken samenkomen, zit de kern (fig. 4). Bovenop de hoek is nog een vierkant volume van zes verdiepingen hoog geplaatst, waardoor een totaal van zeventien verdiepingen ontstaat. Het vierkant is dieper dan de rechthoeken waardoor vanaf de elfde verdieping een uitkraging ontstaat. Hoek en vierkant vormen samen de hoogbouw.

De constructie van de hoogbouw bestaat uit breedplaatvloeren en in het werk gestorte wanden. De stabiliteit wordt verzorgd door de stabiliteitskern en door enkele stabiliteitswanden in de aangrenzende vleugels.

Het gebouw is gefundeerd op Olivier-palen, een type grondverdringende geschroefde palen.

## Stramiensprongen

Het programma van de hoogbouw bestaat uit drie delen. In de onderste drie verdiepingen van de hoogbouw bevinden zich de woon-werkunits (toegankelijk vanaf grondniveau). In de vier respectievelijk zeven lagen hierboven bevinden zich de huurappartementen. Deze appartementen worden omsloten door

- 3 Situering De Verkenner  
*bron: Mei architects and planners*
- 4 Plattegrond 7e verdieping
- 5 Plattegrond 12e verdieping



3

een galerij. De bovenste zes verdiepingen (het eerdergenoemde vierkant) bestaan uit grotere luxere huurappartementen die worden ontsloten door de kern.

De afmetingen van de woonwerk-units, de appartementen en de luxe appartementen zijn volledig afgestemd op hun functie,

waardoor elk programmaonderdeel een andere stramienafmeting heeft. Dit heeft tot gevolg dat de dragende wanden niet recht boven elkaar staan (fig. 6).

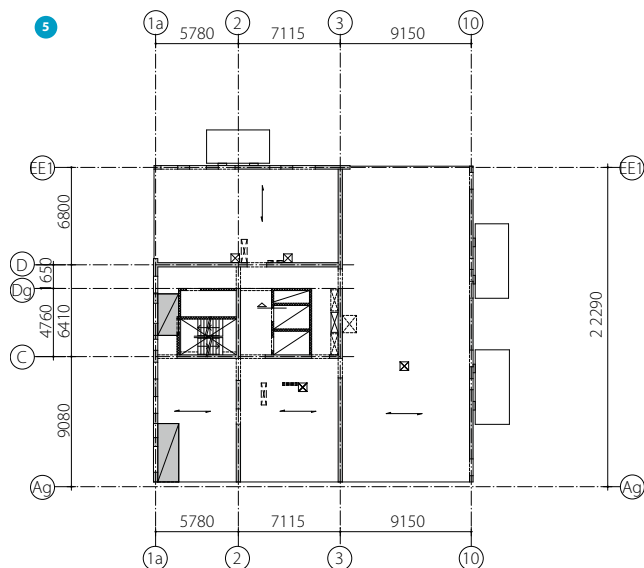
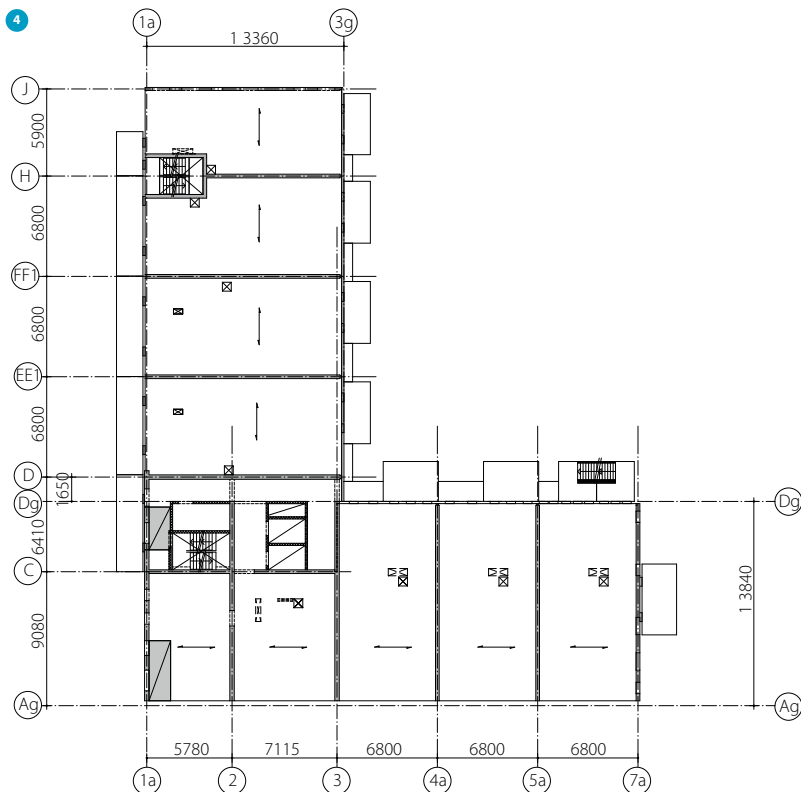
#### Stramiensprong 11e verdieping

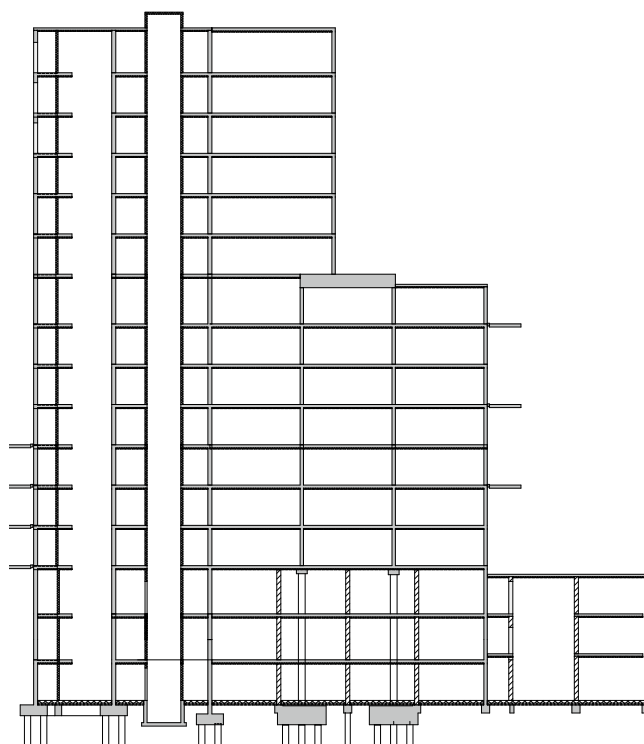
De stramiensprong ter plaatse van de elfde verdieping is constructief opgelost door de dragende wand op een 1 m dikke betonvloer te plaatsten. Deze vloer werkt als ligger op twee steunpunten en brengt de belasting van de wand naar twee ondergelegen wanden.

#### Stramiensprong 4e verdieping

De stramiensprong op de vierde verdieping is opgevangen door de dragende wanden van de bovengelige verdiepingen op kolommen te plaatsen.

De draagconstructie van de onderliggende drie lagen (de woonwerkunits) is volledig losgehouden van de kolommen. De krachtswerking van zowel onder- als bovenbouw is hierdoor helder en eenvoudig. Om de dimensies beperkt te houden, worden de kolommen van de bovenbouw wel horizontaal knikgesteund door de onderste verdiepingvloeren. Verticaal zijn ze dus losgehouden van de vloeren. Ter hoogte van de vloer is 20 mm PS-isolatie rondom de kolom toegevoegd (fig. 7).





6

### Uitkragende wand

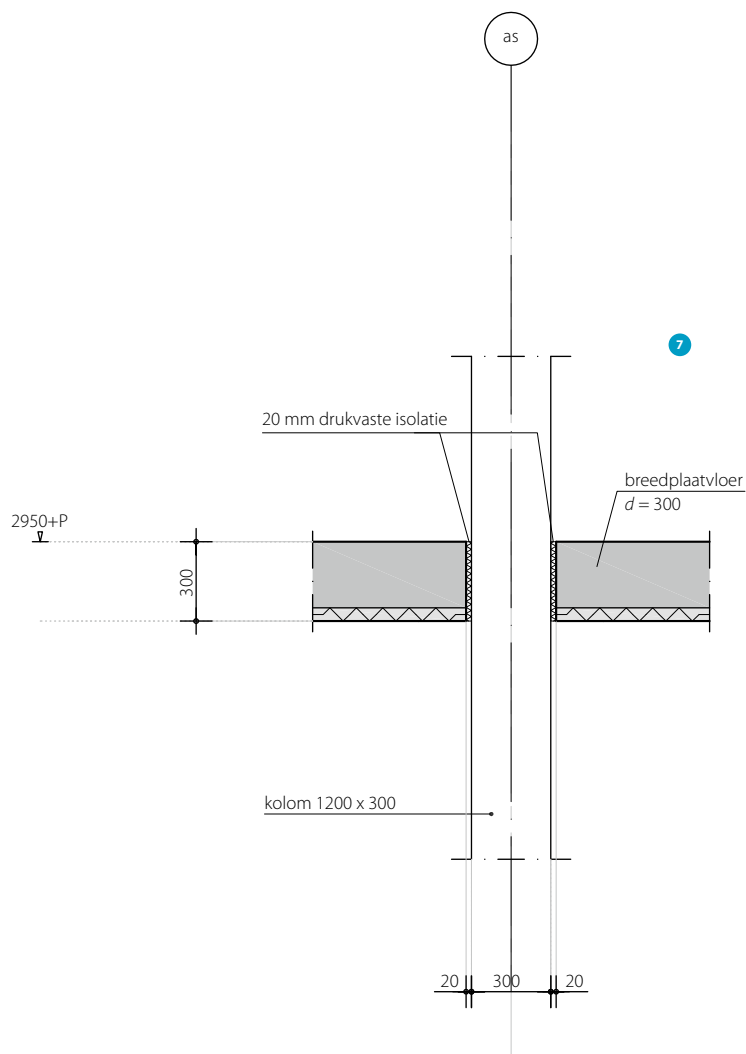
De bovenste zes verdiepingen hebben niet alleen een andere stramienmaat dan de onderliggende verdiepingen, ze zijn zoals gezegd ook veel dieper. Hierdoor kraagt het gebouw vanaf de elfde verdieping zo'n 9 m uit (foto 10). Deze uitkraging wordt gedragen door een in het werk gestorte gevelwand (as 10, fig. 5). De wand staat vanwege de stramienverspringing op de 1 m dikke elfde verdiepingvloer.

Om ruimte te creëren voor ramen en deuren is de uitkragende wand constructief benaderd als een staand vakwerk dat is opgebouwd uit drukdiagonalen en trekstaven. Tussen deze drukdiagonalen en trekstaven ontstaat voldoende ruimte voor het aanbrengen van raam- en deursparingen (fig. 8). De positie van de drukdiagonalen, de trekbanden en de sparingsen zijn al in een vroeg stadium bepaald.

Voor het gevelbeeld waren nog meer ramen gewenst. Op enkele plaatsen zijn daarom shadow-boxen, ofwel ramen voor een dichte wand, toegepast.

### Gevel

De gevel aan de buitenzijde van het gebouw heeft vanwege de hoge geluidslast een gesloten karakter. Hoewel de gevel qua kleur is afgestemd op de metselwerkgevels van de aangrenzende panden, is hij uitgevoerd in prefab beton. De visuele



7

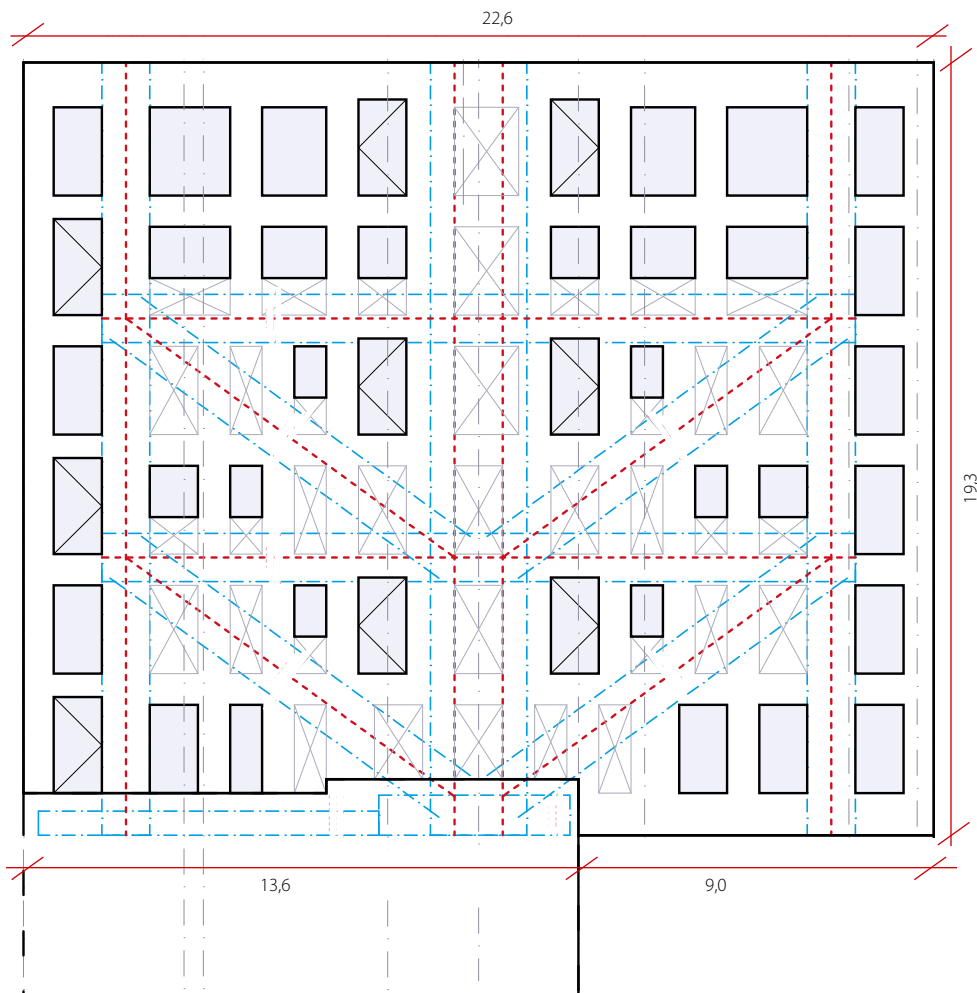
aansluiting met aangrenzende gevels is versterkt door het inleggen van steenrode keramische tegels in het donkerbruine beton, in totaal 13 000. Deze tegels zijn speciaal voor dit project gemaakt door Koninklijke Tichelaar uit Makkum. Ze zijn voorzien van dichtregels, naar een ontwerp van beeldend kunstenaar Milou van Ham en dichter Tsead Bruinja (foto 9). Naast de tegels bevat de gevel reliëf en diepteverspringingen waarmee de gewenste tactiliteit is verkregen.

### Sandwichpanelen

De gevelelementen zijn prefabbetonnen sandwichpanelen van twee verdiepingen hoog. De voornaamste reden te kiezen voor twee verdiepingen hoge elementen is dat hierdoor slechts half zoveel kraanbewegingen nodig zijn voor de plaatsing van de gevel. Voor een hoogbouwproject met slechts ruimte voor één kraan geeft dit een aanzienlijke kostenbesparing.

De elementen zijn 0,8 m of 1,2 m breed. Het buitenblad is (zelf) dragend en heeft een dikte van 150 – 110 mm. Het binnenblad, dat met glasvezelankers aan het buitenblad hangt, is slechts 50 mm dik en is onderbroken ter plaatse van de tussenliggende verdiepingvloer voor akoestische onderbreking.

De gevelelementen zijn opgehangen aan de verdiepingvloeren met gevelplaatankers. Na het ophangen van de gevelelementen zijn in een later stadium de kozijnen tussen de elementen geplaatst.



- 8 Constructieprincipe uitkragende wand; tussen de drukdiagonalen en trekstaven ontstaat voldoende ruimte voor het aanbrengen van raam- en deursparingen
- 9 De donkerbruine, betonnen gevels aan de buitenzijde van het gebouw zijn voorzien van steenrode keramische tegels met daarop dichtregels

foto: Ossip van Duivenbode

Vanwege de kritische geluidsdichting en vooral omdat dit type in Nederland nog nauwelijks was toegepast, is de gevel vóór aanbesteding door de architect en prefab-betonleverancier volledig uitgewerkt. Voor de aanbesteding zijn geluidstesten uitgevoerd aan een mock-up. Hierdoor kon deze inventieve gevel met voorgeschreven leverancier worden aanbesteed, waarmee het risico bij de aannemers was weggenomen en het kostenvoordeel van de geveluitvoering ook werd vertaald in een lagere prijs voor de opdrachtgever. Als borging is de gevel na realisatie opnieuw akoestisch getest, met positief resultaat.

#### Gevel binnenzijde

In tegenstelling tot de gesloten zware gevel aan de buitenzijde is de gevel aan de binnenzijde heel licht en open uitgevoerd. Hierdoor ontstaat een mooi contrast tussen het zonnige binnengebied en de stoere buitenkant van het gebouw.

#### Balkons

In het gebouw zijn drie typen balkons toegepast. Twee daarvan zijn het vermelden waard: een vanwege de ophanging en een vanwege het gebruikte materiaal ultra-hogesterktebeton (UHSB).

#### Balkons buitenzijde: nokken

Aan enkele autoluwe gevels zijn 200 mm dikke balkons in normaal beton aangebracht. Deze balkons zijn aan de onderzijde voorzien van gevelbekleding (foto 10). Bij deze balkons is vooral de bevestiging interessant. Deze bevestigingen bevinden zich op elke verdieping terwijl de gevelelementen over twee verdiepingen doorlopen. Daarom zijn de balkons pas na het



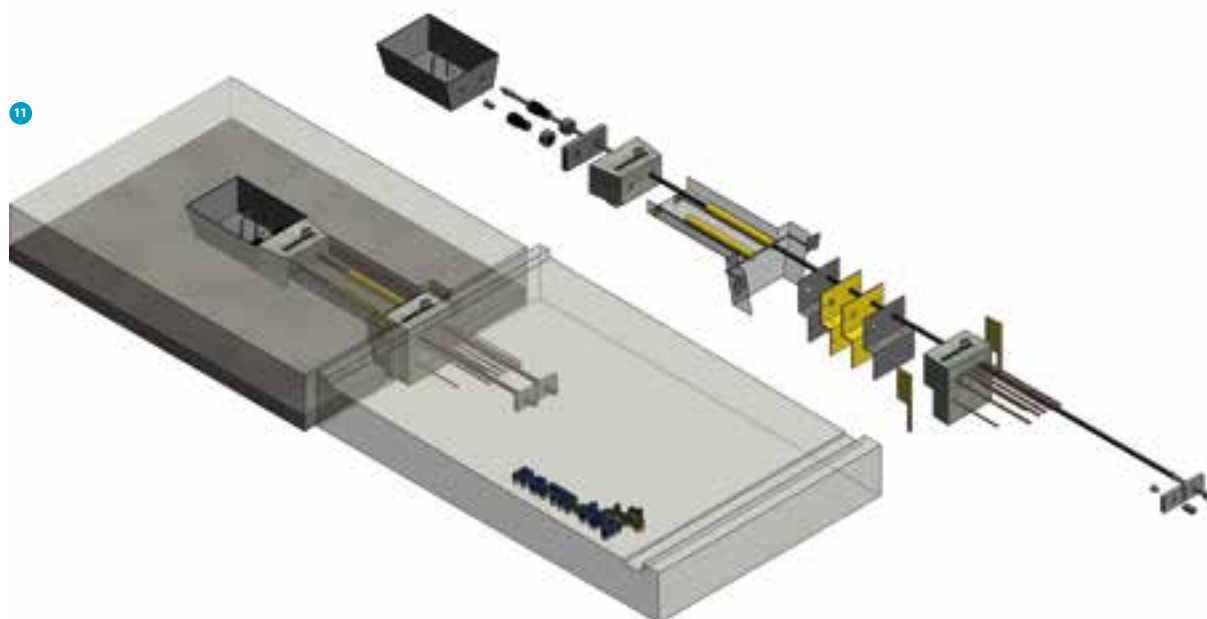


10

plaatsen van de gevel aangebracht. Dit is gedaan door de balkons te voorzien van Normteq-nokken, ter plaatse van de sparingen in de gevel. Bij dit systeem zijn vooraf stalen schoenen in de vloeren ingestort. Bij plaatsing van de balkons zijn voorspanstrengen die uit de nokken van de balkons staken in de stalen schoenen geschoven en zijn de strengen hierna hydraulisch aangespannen (fig. 11).

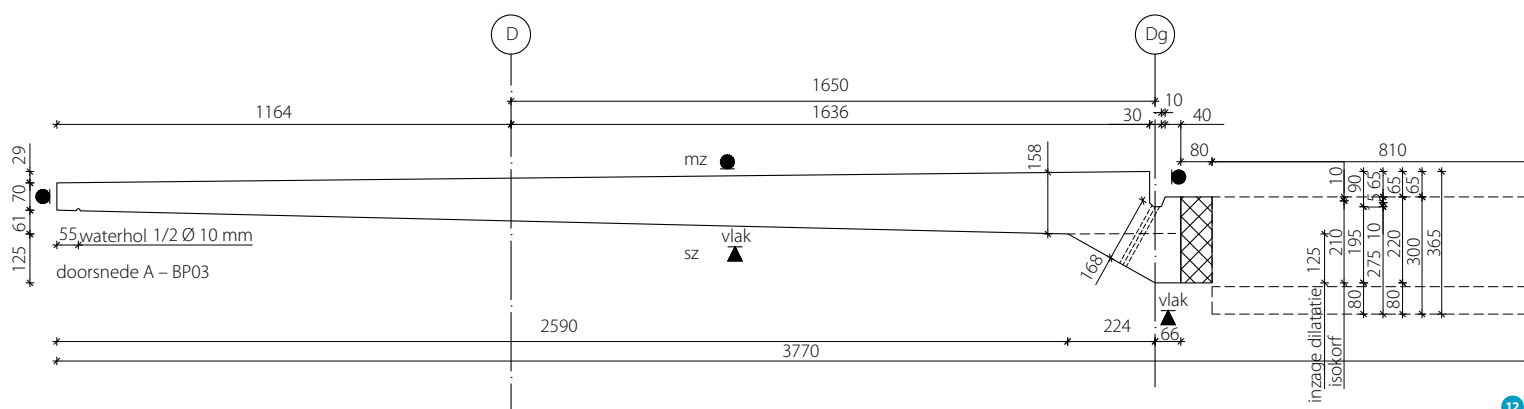
#### Balkons binnenzijde: UHSB

De appartementen die aan de Churchillaan liggen, konden vanwege de hoge geluidslast aan die zijde niet van een balkon worden voorzien. Om dat op te lossen, zijn hier balkons aan de binnenzijde van het gebouw gerealiseerd (foto 10). Hier bevindt zich echter ook de galerij. Dit is opgelost door balkonruimte aan de buitenzijde van de galerij te creëren. Hierdoor ontstaan uitkragingen van maar liefst 3 m. Bijkomende eisen waren een minimale balkondikte vanwege de benodigde



11

- 10 De balkons aan de auto-luwe buitengevels zijn aan de onderzijde voorzien van gevelbekleding. Aan de binnenzijde van het gebouw zijn dunne uitkragende balkons van UHSB gerealiseerd  
*foto: Jeroen Musch*
- 11 Bevestiging balkons  
*bron: Normteq*



12

### Ultradunne balkons

Meer over ultradunne balkons is te lezen in de *Cement*-artikelen 'Ultradunne balkons' (*Cement* 2012/2, 'Potentie UHSB groeit' (*Cement* 2016/2) en 'Slimme balkon- en gevelrenovaties' (*Cement* 2017/1). Deze artikelen zijn beschikbaar op [www.cementonline.nl](http://www.cementonline.nl).



daglichttoetreding en de architectonische wens geen balken of kolommen toe te passen. Ook moest op het hoekbalkon nog een noodtrap op het uiteinde worden bevestigd.

De oplossing voor deze (haast) onmogelijke combinatie van eisen is gevonden in toepassing van zeer dunne uitkragende balkons in UHSB van Hi-con (zie kader). Hiermee zou bovendien de lichtheid van de binnenzijde van het gebouw worden geaccentueerd en het contrast met de massieve buitenzijde worden versterkt.

De balkons hebben een verlopende dikte van slechts 158 mm aan de binnenzijde tot maar 70 mm aan de buitenzijde. De balkons zijn met isokorven aan de verdiepingsvloeren bevestigd (fig. 12).

Een zorg bij dit soort slanke balkons, met name die met de vluchttrap op het einde, is de eigenfrequentie. Deze eigenfrequentie mag niet te laag worden omdat het balkon dan te veel gaat trillen bij belopen en bewoners willen niet het gevoel hebben op een 'duikplank' te staan. Bij dergelijke slanke constructies moet hier standaard aan worden gerekend.

De balkons zijn ontworpen op een eigenfrequentie van minimaal 6 Hz. De balkons zijn naderhand gemeten om te zien hoe nauwkeurig de berekeningen waren. Hieruit bleek een eigenfrequentie van 8,5 Hz. De gebruikte rekenmodellen waren dus aan de veilige kant.

### Constructieve helderheid

Tijdens het ontwerpproces is gestreefd naar helderheid in constructieve oplossingen. Ondanks de complexiteit van de vorm van het gebouw en daarmee de constructie, is voor alle gebouwonderdelen een heldere krachtswerking gecreëerd. Voordeel hiervan is dat de gevolgen van wijzigingen snel konden worden ingeschat. Daarnaast beperkt deze aanpak de kans op (ontwerp)fouten.

Ook voor de uitvoering had de helderheid voordelen. De aannemer wist precies wat er moest worden gemaakt. Bij geen van de constructief lastige onderdelen hebben zich in de uitvoering noemenswaardige problemen voorgedaan.

Dat complexe constructies niet hoeven te leiden tot ingewikkelde oplossingen met dito modelleringen blijkt ook uit de gebruikte rekentools. De hoofdconstructie kon ondanks de complexiteit grotendeels worden berekend met eenvoudige ligger- en raamwerkprogramma's. Alleen de kern inclusief fundering is in Scia gemodelleerd. ☒

#### PROJECTGEGEVENS

- project** Woongebouw De Verkener, Utrecht
- opdrachtgever** Mitros, Utrecht
- architect** Mei architects and planners
- constructieadviseur** Pieters Bouwtechniek Delft B.V.
- installatieadviseur** Peutz/J. van Toorenburg B.V.
- bouwfysica** Peutz
- hoofdaannemer** Era Contour
- uitvoering betonnen gevels** Decomo (B)
- uitvoering UHSB-balkons** Hi-Con Nederland
- start ontwerp** 2008
- oplevering** 2016
- omvang** 12 500 m<sup>2</sup>