



Diverse innovaties in twee woongebouwen Energiekwartier Den Haag

Nieuwe energie voor oude wijk

Nieuwbouwappartementen zijn erg in trek, vooral als ze op de juiste locatie staan. De snelheid van bouwen is belangrijker dan ooit. De ontwikkelingen op dat gebied staan niet stil: slimme oplossingen hebben de productiviteit en de effectiviteit in de prefab cascobouw flink verhoogd. Twee nieuwe bouwblokken in het Energiekwartier in Den Haag zijn daar treffende voorbeelden van.

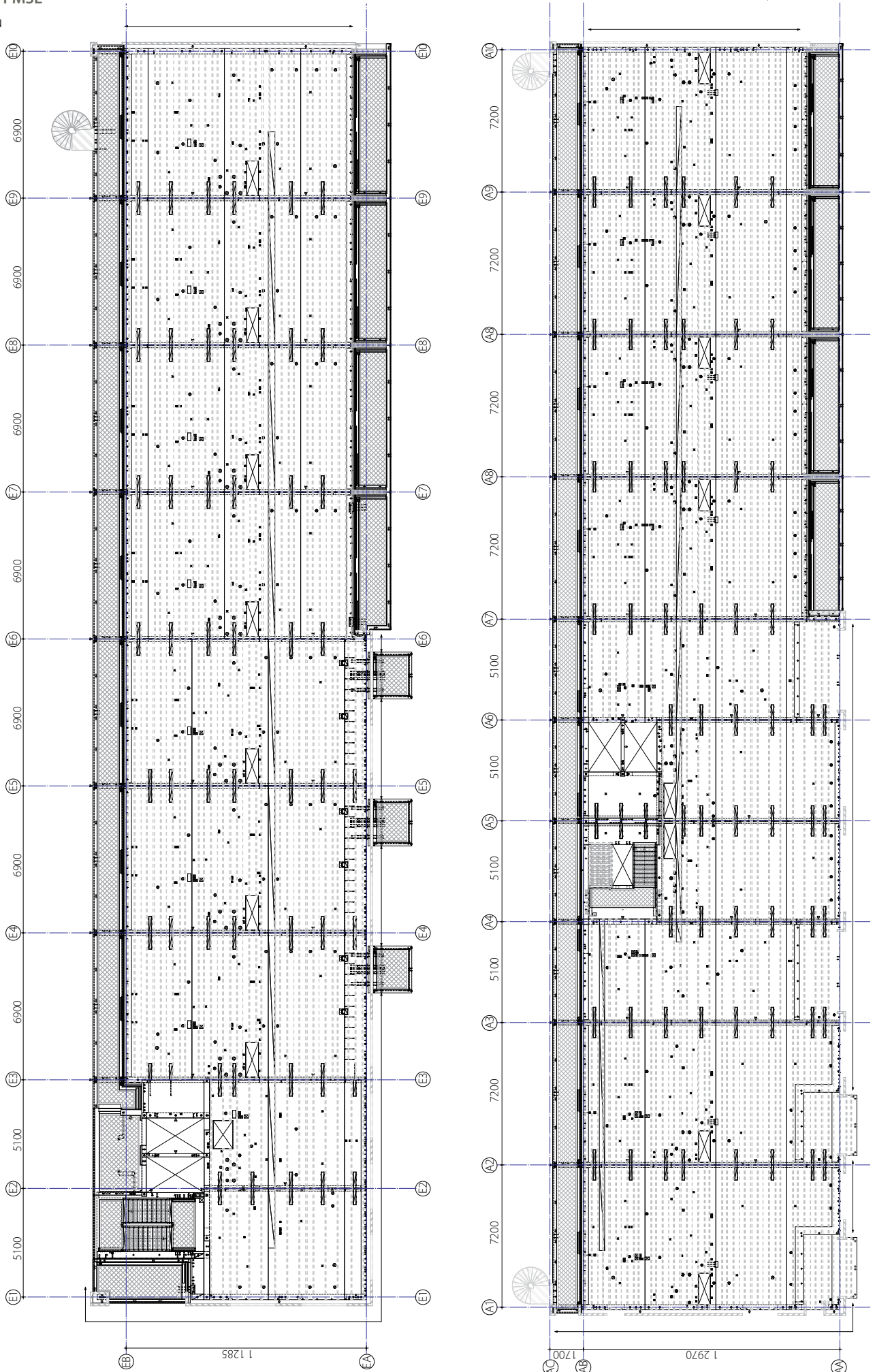
Direct aan de historische singelgracht rond de binnenstad van Den Haag ligt het Energiekwartier. Deze stadsbuurt bestaat uit het park De Verademing, het culturele centrum de Elektriciteitsfabriek en het gebied tussen Loosduinseweg/Noord-West Buitensingel, Verversingskanaal en Lijn 11. Officieel maakt het deel uit van het populaire Regentessekwartier. Het Energiekwartier wordt momenteel getransformeerd naar een aantrekkelijke wijk op loopafstand van de binnenstad. In het gebied in wording komen meerdere nieuwe bouwblokken. Twee daarvan

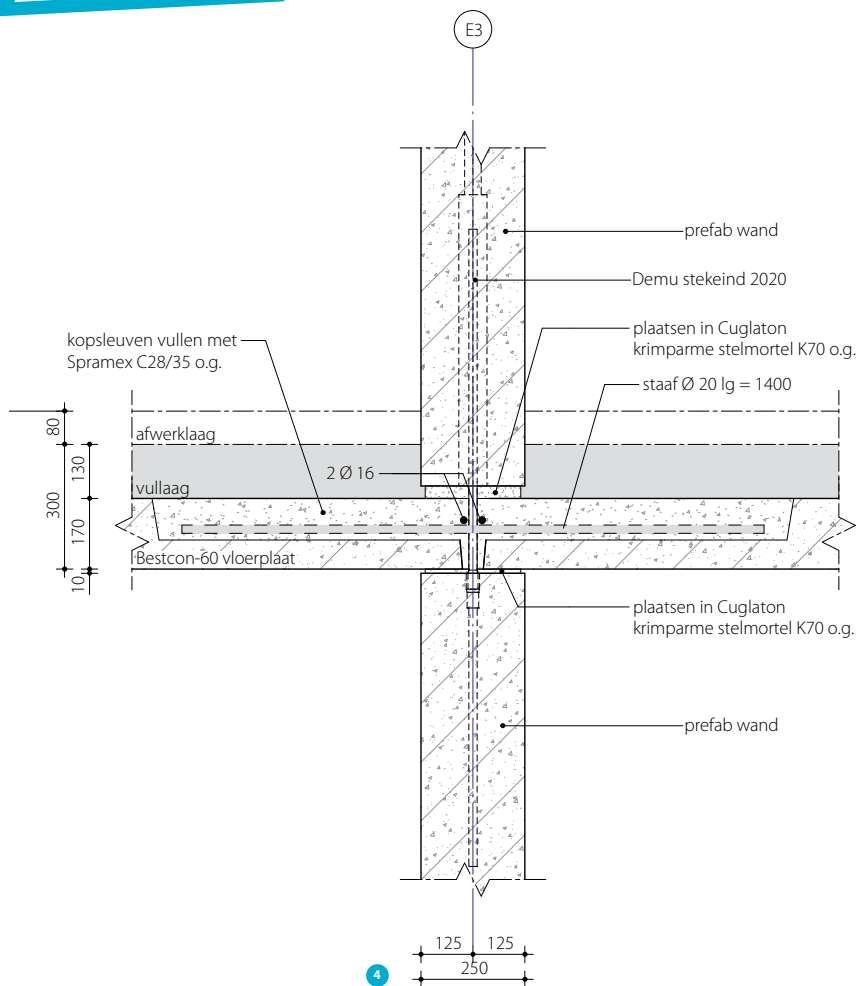
Bouwpartners

In de bouw is er duidelijk een behoefte merkbaar aan vertrouwen in elkaar als bouwpartner. Betrokkenheid en eigenaarschap van de deelnemende bedrijven wordt geëist. Steeds vaker worden nieuwe initiatieven opgepakt in samenwerkingsvormen met vaste partijen. Vanuit het verleden zijn er immers lessen geleerd. De gezamenlijke ervaringen worden gebruikt om nog beter te kunnen inspelen op elkaars belangen. Dit gold ook bij het tot stand komen van de blokken Volta en Edison.

Voorafgaand aan deze woontorens zijn diverse andere appartementengebouwen door de aannemer Heijmans Woningbouw en prefab cascoleverancier Bestcon gebouwd. Tijdens de werkvoorbereiding en na de montage van die casco's is er open gecommuniceerd over de goede en slechte ervaringen. Door goed te luisteren naar deze ervaringen raakten de partijen steeds meer op elkaar ingespeeld en zijn slimme oplossingen bedacht voor het ontwerp.

- 1 Ligging Edison en Volta
- 2 Standaardverdieping (7e) Volta
- 3 Standaardverdieping (7e) Edison



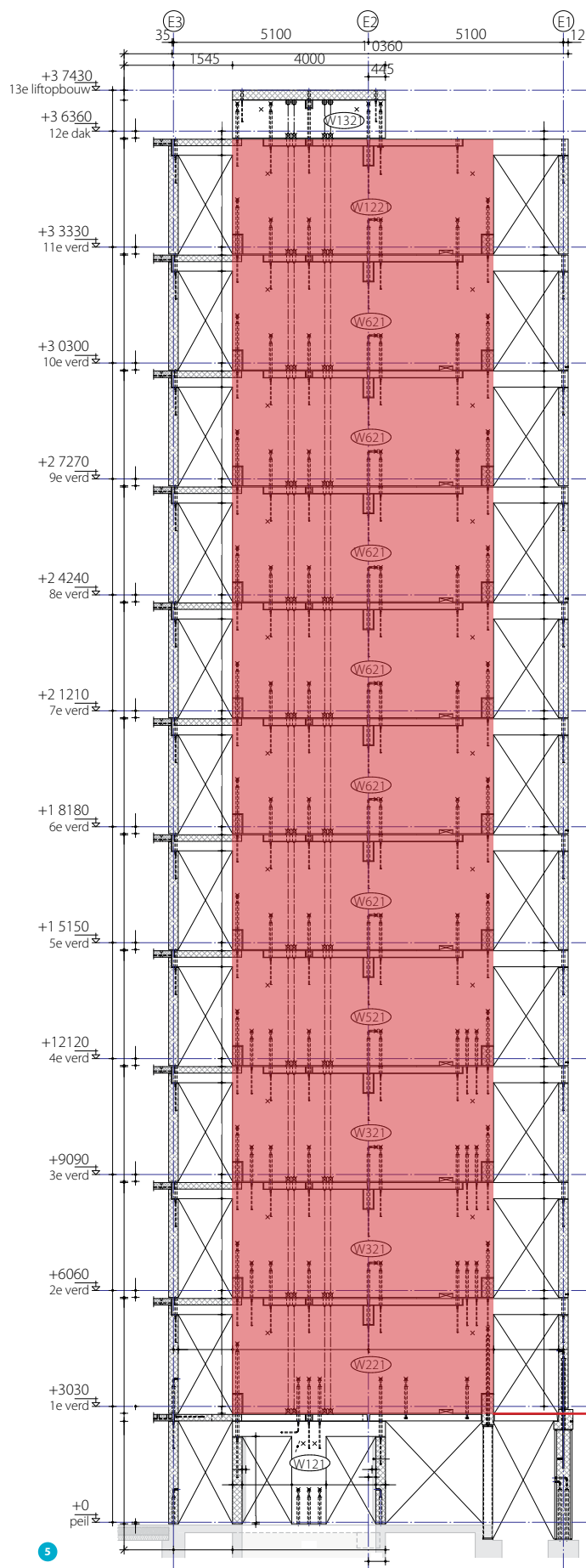


zijn uitgevoerd met een casco dat geheel is gebouwd in prefab beton. Dit zijn de blokken Edison en Volta (foto 1). Het gebouw Volta is 11 verdiepingen hoog en is met 72 huurappartementen en 5300 m² aardig groot. Gebouw Edison overtreft dit en heeft een hoofdbouwvolume van maar liefst 14 lagen, 116 appartementen in diverse klassen, totaal 9600 m². Beide casco's zijn op dit moment gereed.

Prefab casco

Tot aan het uitvoeringsgereed ontwerp was het plan de gebouwen uit te voeren in tunnelgietsbouw. Dit systeem leek het meest geschikt omdat de plattegrond van beide gebouwen uit een veelvoud van beuken bestaat in een variatie van drie verschillende maten (fig. 2 en 3). Bij een dergelijke seriematige opzet en zeker als het gebouw meer dan circa vijf lagen hoog is, kan uitvoering in prefab cascobouw in veel gevallen concurrerend worden.

Vlak voor de start van de uitvoeringsfase is ook in dit project voor een prefab bouwsysteem gekozen. Redenen waren goede veiligheidsomstandigheden tijdens de bouw, zekerheid in de planning en het beperken van de financiële risico's. Het gemak waarmee de gevraagde constructieve oplossingen konden worden gerealiseerd, gaf de doorslag om te kiezen voor het bouwsysteem Bestcon 60, bestaande uit wanden en massieve voorgespannen vloerplaten.



- 4 Detail middenoplegging vloerplaten
- 5 Doorsnede met oplossing stabiliteit langsrichting
- 6 Kopsleuf t.b.v. doorkoppelanker; ook zichtbaar is de trekband over de middenoplegging
- 7 Detail dwarskrachtkoppeling tussen naast elkaar gelegen platen

Constructief ontwerp

De vloeren en wanden zijn in dit systeem doorgestapeld (fig. 4). De vloeren zijn zonder nokken op de wanden gelegd. Voor beide gebouwen geldt dat de wanden tezamen met de vloerplaten een raamwerk vormen dat in de langsrichting wordt geschoord ter plaatse van liftkernen en trappenhuisen. In de dwarsrichting verzorgen de wanden zelf de stabiliteit in deze richting. Het raamwerk is gefundeerd op in de grond gevormde palen waarover een balkenraster is gemaakt. De beganegrondvloer bestaat uit kanaalplaten met een druklaag. Al met al is het een redelijk eenvoudig constructief ontwerp.

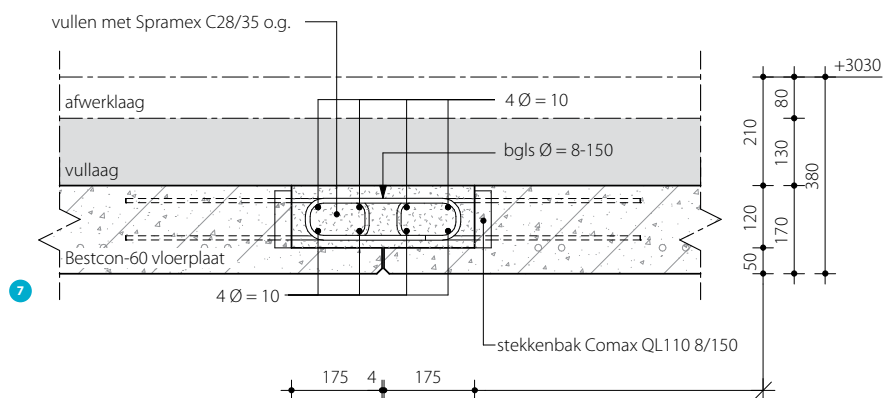
Overdracht stabiliteitskrachten (Volta)

De stabiliteit in langsrichting (dwars op de beuken) wordt bij gebouw Volta gehaald uit een betonwand tussen stramien E1 en E3. Deze wand loopt echter niet door tot op de onderste bouwlaag. De wand verandert in vier penanten, waar niet langer stabiliteitskrachten doorheen gevoerd kunnen worden. Er is 'hulp' gevonden van een verder in het gebouw gelegen wand (tussen stramien E3 en E5, fig. 5). Deze is daarom uitgevoerd in beton om de stabiliteitsfunctie te kunnen overnemen. De relatief hoge horizontale kracht moet zowel in langs- als dwarsrichting worden overgedragen door de prefab elementen. Voor de doorkoppeling in langsrichting wordt de gebruikelijke doorkoppeling gebruikt boven de steunpunten. Dit zijn er in aantal echter meer dan gebruikelijk. De doorkoppeling vindt plaats door in breedte toenemende 'kopsleuven' met getande randen. Daarmee wordt een optimale verankering van de betonvulling bereikt (foto 6).

De zijwaartse 'verplaatsing' van de krachten is met een speciaal ontworpen koppeling tot stand gebracht. Hier is plaatselijk een horizontale natte knoop gemaakt tussen twee naast elkaar gelegen elementen, gebruikmakend van de stekkenbakken met extra dwarskrachtcapaciteit (Comax-QL, fig. 7).



6



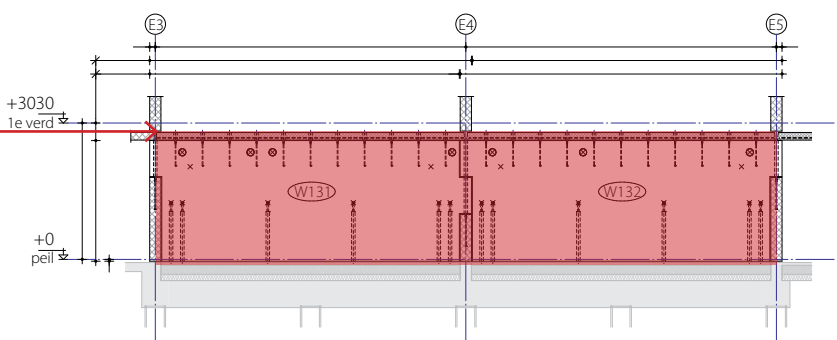
7

Trekbanden

De gebouwen behoren tot gevolgklasse 2b. Zowel Eurocode 2 als Eurocode 1-1-7 geven voor deze klasse aan dat in het gebouw horizontale en verticale trekbanden aanwezig moeten zijn om voortschrijdende instorting te voorkomen. In de overspanningsrichting zijn in de vloerplaten zelf voorspanstrengen aanwezig met een voldoende afmeting om als trekband te fungeren. Het is belangrijk de afzonderlijke velden voldoende te koppelen over de steunpunten. Hiervoor kunnen de ontwerpregels worden gebruikt voor de bepaling van inwendige trekbanden.

Evenwijdig aan de vloeroverspanning worden hiervoor de eerdergenoemde doorkoppelingen in de kopsleuven gebruikt. Loodrecht op de vloeroverspanning bevinden zich op elk stramien trekbanden tussen de koppen van de vloerplaten, onder de nog te plaatsen wanden. Deze trekbanden zijn nog juist te zien in foto 6.

In de dragende woningscheidende binnenwanden ontstaat door hun afmetingen en door relatief kleine stabiliteitskrachten geen trek. De wanden konden ongewapend worden uitgevoerd. Toch is er, naast detailwapening (gepositioneerd langs de randen), ook wapening opgenomen ten behoeve van de verticaal benodigde trekbanden. Ter plaatse van de deling van de wanden op vloerniveau moeten stekken deze trekbandkrachten doorgeven naar boven- en ondergelegen elementen.





8

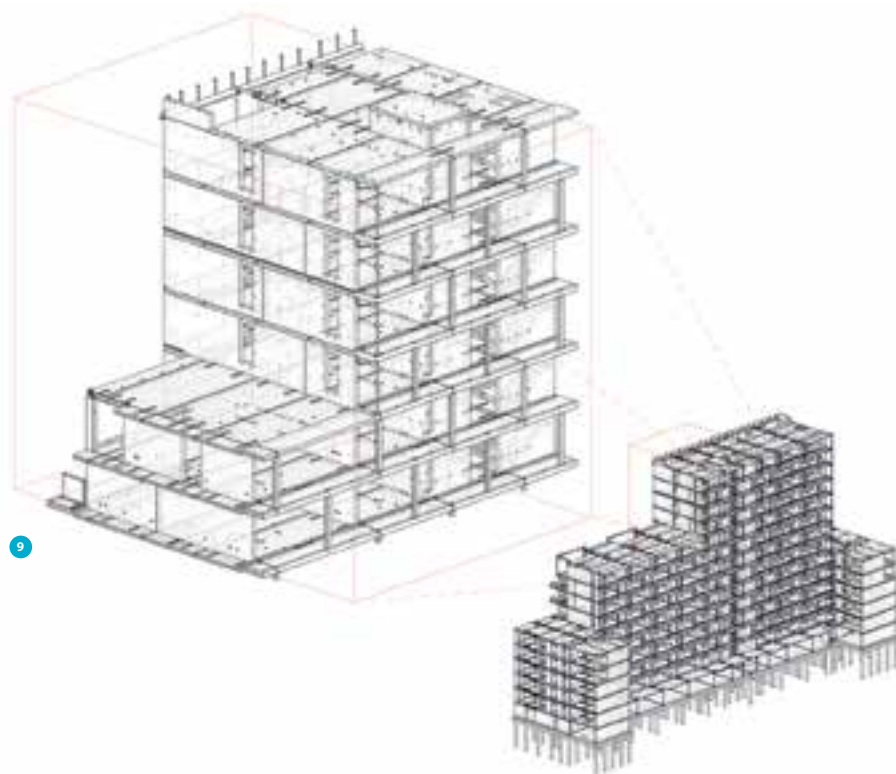
BIM in uitvoeringsgereed ontwerp

Het prefab-betonscaso is volledig in 3D gemodelleerd (fig. 9). Hierbij is gebruikgemaakt van Revit om de communicatie met de andere ontwerpende partijen zo goed mogelijk te laten verlopen.

Door middel van speciaal ontwikkelde software is er een koppeling tot stand gebracht tussen het totale model en de voor de fabriek belangrijke productietekeningen. Door deze koppeling zijn controles op modelniveau – in plaats van op productietekeningniveau – de standaard geworden.

Alle opgegeven instortvoorzieningen konden op deze manier worden bepaald alsmede de relatie tot de omliggende elementen. Bovendien was direct de locatie van het element in het gebouw duidelijk. Dit zijn zeer belangrijke factoren waardoor er én tijdswinst wordt bereikt én de foutkans afneemt.

Tijdens de uitvoering is er gebruikgemaakt van een BIM-model. Dit model is opgebouwd uit de door alle comakers (veelal in 3D) aangeleverde informatie. Het prefab casco is een onderdeel van dit BIM-model. In een goede BIM-samenwerking moeten goede afspraken worden gemaakt over 'wat' en 'hoe' er wordt gemodelleerd. Dit gaat makkelijker wanneer het aantal deelnemers aan het BIM wordt verkleind. Daarom is het uitwerken van de 'schoonwerk' prefabbetonnen onderdelen ook ondergebracht bij de ingenieurs van het prefab casco. Hierdoor was het mogelijk een totaalmodel te vervaardigen en ontstonden er geen problemen op de aansluitvlakken.



Niet-dragende gevels

Voor de niet-dragende gevels zijn verschillende opties overwogen: gasbeton, kalkzandsteen, prefab beton en houtskeletbouw. Uiteindelijk bleek houtskeletbouw (HSB) het meest geschikt (foto 8). Vooral de gevraagde grote gevelopeningen in combinatie met de wens om beukbrede elementen te maken, gaf daarbij de doorslag. In hout kan met een laag gewicht en relatief kleine constructieafmetingen een element worden gemaakt met grote openingen. Er is gekozen de HSB-elementen gelijktijdig

- 8 Gemonteerde gevelelementen met aangestorte console t.b.v. de galerijplaten
- 9 Revit-model van gebouw Edison
- 10 Relatie tussen de vloerdikte, de overspanning en het aantal strengen

- 11 Leidingwerk geïnstalleerd op de constructieve vloerplaat, nadien afgevuld met een niet-constructieve vullaag van laagwaardig beton
- 12 Montage van vloerplaten met direct daaraan gestorte balkonelementen bij gebouw Volta

met het betonnen casco te monteren. De elementen zijn zo veel mogelijk vóórgemonteerd op het tasveld op het bouwterrein, bijvoorbeeld door de stelkozijnen al aan te brengen. De bouw kon hierdoor snel wind- en waterdicht worden gemaakt.

Innovatief

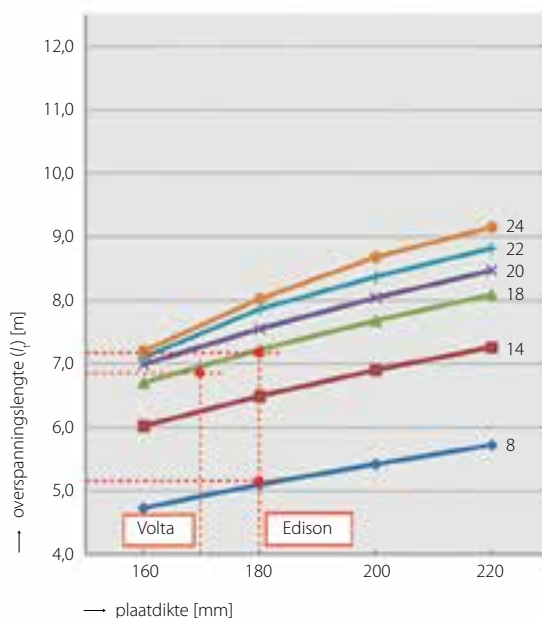
Het bouwen met prefabbetonnen elementen is niet nieuw. Wel vernieuwend is het als de ontwerper van de betonnen elementen zich openstelt om alle wensen van de andere partijen op te nemen in het casco. Er volgen nu enkele voorbeelden van wensen die omgezet zijn naar mogelijkheden.

Vloersysteem

Voor de vloeren is het zogenoemde Bestcon 60-systeem toegepast. De voorgespannen, massieve vloerplaten kunnen zonder tijdelijke stempeling beukoverspannend worden neergelegd. Een extra vullaag zorgt voor voldoende massa die nodig is voor de geluidsisolatie. Er is geen constructieve samenwerking noodzakelijk tussen beide lagen. Deze vullaag kan in de toekomst worden verwijderd in bijvoorbeeld een renovatie- of herbestemmingssituatie.

De functies die normaal in één vloerconstructie zijn gecombineerd, zijn hier uit elkaar gehaald. Het vloersysteem heeft de volgende opbouw (van boven naar onder, fig. 4): een afwerkvloer (60 mm), een zwevende tussenlaag (20 mm), een niet-constructieve vullaag (130 mm) van laagwaardig beton en een constructieve voorgespannen prefab vloerplaat (van 170 resp. 180 mm voor de twee gebouwen). Het casco is constructief gereed na het leggen van de vloerplaten en het vullen/verharden van de koppelingssleuven.

De installaties worden niet, of slechts beperkt, in de constructieve elementen aangebracht. Met het omstorten van de installaties met de vullaag heeft deze dus een tweede functie, naast die van massa voor geluid.



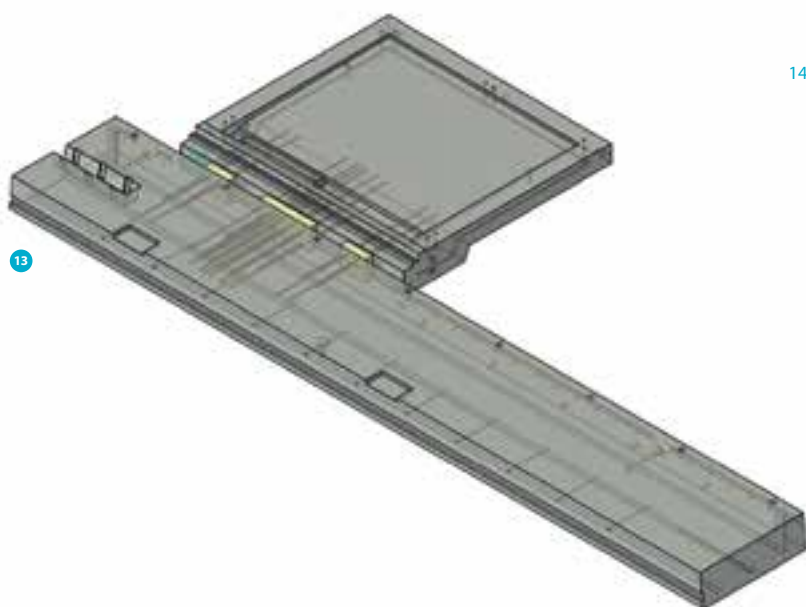
In figuur 10 staat de relatie tussen de vloerdikte, de overspanning en het aantal strengen. Met geringe vloerdikten zijn grote overspanningen te halen. Voor de appartementsgebouwen Volta ($l_1 = 6900$ mm) en Edison ($l_1 = 7200$ mm) is te zien dat voor de beide hoofdoverspanningen minimaal 18 strengen noodzakelijk zijn. Omdat het mogelijk moet zijn een aantal strengen te laten vervallen in verband met sparingen, is gekozen het ontwerp te maken met 20 strengen voor beide overspanningen. De secundaire, kleinere overspanning van Edison ($l_2 = 5100$ mm) volstaat met een praktisch aantal van 14 strengen.

Flexibele installaties

In een markt waar de klant koning is, is het wenselijk dat aanpassingen tot op het laatste moment kunnen worden doorgevoerd. Prefab casco's hebben altijd te maken gehad met lange voorbereidingstijden en de behoefte om uitgangspunten heel vroeg in het ontwerptraject vast te leggen. Door de huidige middelen en software kan het beslismoment verder weg in de tijd worden gelegd. Doordat het grootste deel van de leidingen in dit project zijn ingestort in de niet-constructieve vullaag, wordt er in dit opzicht grote winst bereikt. Groot voordeel is dat er geen beperkingen voor de leidingposities of -afmetingen zijn.

Veel van de leidingen worden op de vloer gemonteerd (foto 11).





- 13 Detail aansluiting balkon aan vloerplaat; dubbele isokorven vanwege de belastingen in twee richtingen tijdens transport
- 14 Detail van de aangestorte console

- 15 Verdikte rand aan het einde van vloervelden, die zorgt voor de juiste aanzethoogte en extra draagcapaciteit
- 16 Verhoogde delen van de vloer, opslag van materialen in de montagefase

Dit gaat op een traditionele wijze: de leidingen worden op de vloer gemonteerd en niet erin. Hierdoor bestaat er geen hinder van voegen tussen bijvoorbeeld vloervelden. Door de scheiding van functies kunnen de verschillende disciplines onafhankelijk van elkaar doorwerken. Over het algemeen kan de installatie worden aangebracht ongeveer twee à drie lagen onder de bovenste gemonteerde laag. Bijkomend voordeel is dat de installaties in een wind- en waterdichte omgeving worden aangebracht. Dit verhoogt het werkcomfort en voorkomt onwerkbaar dagen.

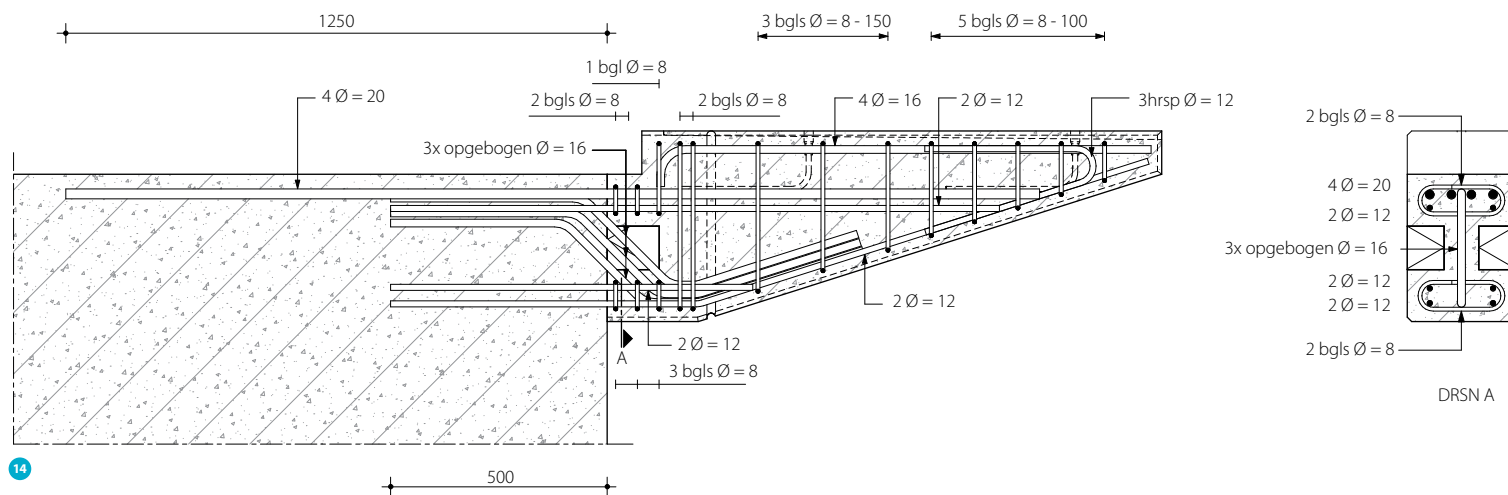
Buitenruimte/balkon

Buitenruimte is belangrijk voor een kwalitatief goed appartement. In deze twee bouwdelen komen ze in meerdere verschijningen voor, soms als inwendige balkons (loggia), soms als deels inwendige balkons en soms als uitkragende balkons. Voor alle

buitenruimten is een oplossing bedacht die binnen de prefab montage en de afbouw op een eenvoudige manier te verwerken is. Bij (deels) inwendige buitenruimten wordt de vullaag niet aangebracht, maar wordt de gecreëerde hoogte gebruikt voor isolatie en een verharding.

Uitkragende balkons zijn geïntegreerd met de constructieve prefab vloerplaten en zijn vanuit de fabriek als één geheel op de bouw aangeleverd. De balkons zijn zo stempelvrij gemonteerd (foto 12). De aan het balkon grenzende vloerplaat is omwille van de inbouw mogelijkheden van de koudebrugonderbreking (isokorf) en omwille van evenwicht dikker ontworpen en zonder vullaag. Evenwicht is bereikt door het zwaartepunt nog net in de vloerplaat te houden. Tijdens montage op de bouwplaats bleef de plaat nog net op de dragende wanden liggen. Wel is er tijdens montage een mechanische verbinding gemaakt met het naastgelegen vloerelement om een borging van de stabiliteit te verzekeren. Deze ontwerpwijze geeft beperkingen aan de lengte van de uitkraging. Om de gewenste balkonafmeting te halen, is het gewicht van het balkon door middel van een verjonging geminimaliseerd.

Het is belangrijk te realiseren dat het op deze manier samenvoegen van elementen ervoor zorgt dat sommige verbindingsmiddelen anders worden belast. Tijdens productie en transport gelden er immers andere belastingen voor de samengestelde elementen. De koudebrugonderbreking krijgt in de eindfase bijvoorbeeld alleen neerwaartse belasting te verduren. Door het transport kan er ook een opwaartse kracht op de verbinding komen. Om ook hier weerstand aan te bieden, is er een extra omgedraaide koudebrugonderbreking aangebracht (fig. 13).





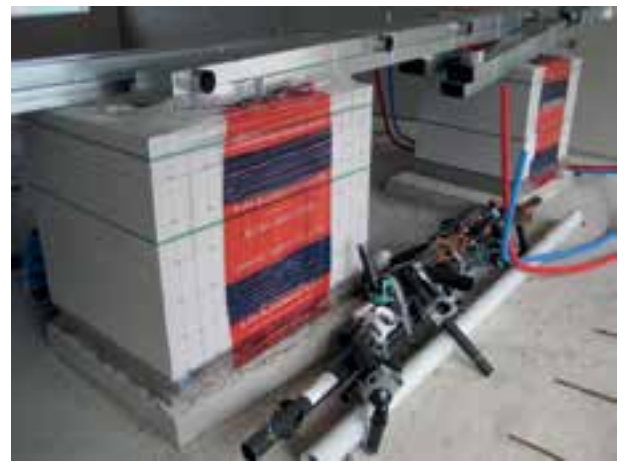
15

Console aan wand

De gebouwen hebben aan de zijde van de woningtoegangen (binnentuin) een galerij. Deze galerij is vervaardigd met prefab-betonelementen. Deze liggen op consoles aan de wand (foto 8). Deze consoles zijn gelijk met de prefab-betonwanden meegestort. Waar voorheen veel problemen ontstonden op dit soort punten zoals koudebruggen en nazakking van koudebrugonderbrekingen, kan daar nu anders mee worden omgegaan. De console geeft weliswaar een isolatielek naar buiten toe, maar vanwege de isolatie van de relatief dikke HSB-elementen (circa 200 mm) is het warmtelek al voor een deel ingepakt. Verdere reductie van het warmtelek wordt bereikt door de betondoor-sneede ter plaatse van de gevel zo klein mogelijk te houden. Hiertoe zijn EPS-elementen ingestort waardoor er alleen beton aanwezig is rondom de benodigde wapening (boven-, onder- en ophangwapening) te storten. Hierdoor ontstaat er een H-vormige doorsnede (fig. 14). Dit detail is in bouwfysische programmatuur doorgerekend. Daaruit bleek dat er binnen geen problemen te verwachten zijn als gevolg van een te hoge temperatuurdaling in de wanden. Het op deze manier uitwerken van de consoles heeft zowel voor de productie als voor de montage een eenvoudig detail tot gevolg, wat kostentechnisch ook positief uitpakt.

Opstortingen langs de randen

De niet-dragende HSB-wanden zijn zoals gezegd meegenomen in de montage van het casco. Op dat moment waren de installaties nog niet aangebracht en was er nog geen vullaag aangebracht. Om toch de juiste aanzethoogte te hebben voor de gevels, zijn langs de vloerranden opstortingen van circa 250 mm breed meegenomen in de productie van de vloerplaten (foto 15). Deze rand heeft ook een constructieve functie. Door de plaatselijk hogere vloerdikte ontstaat een toename in momentcapaciteit. Deze extra capaciteit wordt vooral gebruikt om het extra gewicht van de HSB-gevels te dragen, maar ook voor het gewicht van de bouwkundige buitenschil (gevelmetselwerk over bijv. 2 lagen). Vanwege de toegenomen stijfheid geeft de verhoogde rand nagenoeg geen vervorming. Door deze eigenschap kan er worden bespaard op de HSB-elementen, omdat er bijvoorbeeld lichtere onderregels kunnen worden toegepast.



16

Opslag tijdens montage (verhoogde blokken)

Bij een goede afstemming tussen het montagebedrijf en de aannemer ontstaan oplossingen voor problemen vaak als vanzelf. Een voorbeeld is de oplossing die is gevonden voor het schoon, droog en op de juiste plek opslaan van (grote en/of zware) bouwmaterialen. Doordat er pas later een vullaag is aangebracht, leek het niet mogelijk deze materialen al binnen het gebouw te plaatsen. Gezamenlijk is besloten deze materialen te plaatsen in een gebied waar geen leidingen komen. Op die locatie is een verhoogd plateau gestort (ter hoogte van de dikte van de vullaag) (foto 16).

Buiten gebaande paden

Bouwen met een prefabbetonnen casco vraagt om nieuwe, innovatieve constructieve oplossingen. Soms moeten daarvoor bij een ontwerp grenzen worden opgezocht en net even buiten gebaande paden worden getreden. Het beste resultaat wordt bereikt als ontwerpende en bouwende partners samen optrekken. Dit verhoogt het plezier tijdens het werk en geeft de doorslag voor het succes van het project! ☒

● PROJECTGEGEVENS

project Edison en Volta Stadion

opdrachtgever Stadion / Gemeente

Den Haag / Heijmans Vastgoed

architect Klunder architecten

hoofdconstructeur ABT

aannemer Heijmans Woningbouw

leverancier prefab-betoncasco Bestcon

engineering prefab-betoncasco Bartels

Ingenieurs voor Bouw & Infra

Timelapse

Van de bouw van Volta is een timelapse video gemaakt. Deze video, beschikbaar op Cementonline, geeft in circa twee minuten een snelle indruk van hoe de gebouwen zijn gemonteerd.

