



1. Gerealiseerde optop met op de voorgrond bouwdeel C2 (met installaties op het dak) en loodrecht hierop, met terugliggende glazen gevel, bouwdeel B2.

Balanceerkunst

Een ontwerptraject van een optop is een balanceerkunst tussen (reken)in-spanning en het tijdelijk extrapoleren van de resultaten hiervan. Bij het Centre Court-complex wordt een lichte staalconstructie ontworpen om twee verdiepingen op een bestaand gebouw te plaatsen zonder in te grijpen in de bestaande constructie. Omdat het gebouw met een ogenschijnlijk simpele portalenconstructie, en soms complexe aansluitingen, de belastingen op de goede manier kan opnemen. Daarvoor moeten wel een aantal vraagstukken worden opgelost.

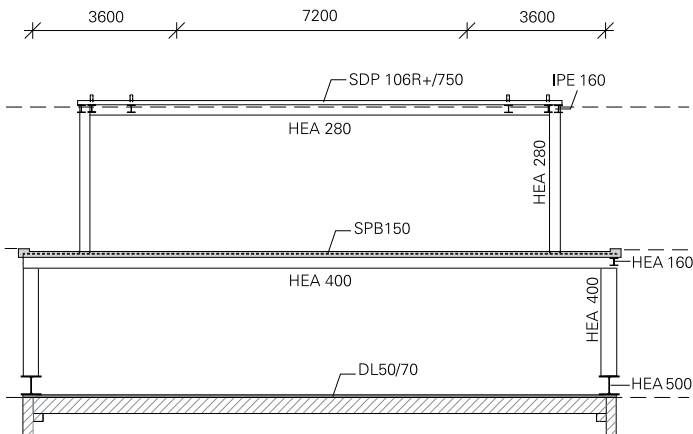
ir. R.A. Smittenaar RC, ir. J.F.M. Freide RC en ir. T.P. Dam

Ruben Smittenaar, Jan Font Freide en Thomas Dam zijn structural engineer, allen bij Royal HaskoningDHV.

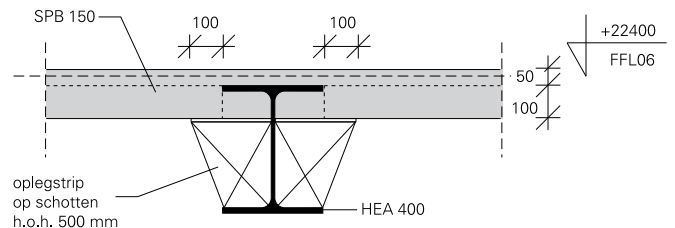
Op het Centre Court-complex aan de Beatrixlaan in Den Haag, dat tot de vastgoedportefeuille van het Bouwinvest Dutch Institutional Office Fund behoort, is een optop gebouwd van twee verdiepingen op twee

bestaande bouwdelen, resulterend in ongeveer 1800 m² extra kantoorvloer. CBRE Development Services heeft namens de institutionele investeerder het ontwerp- en uitvoeringstraject aangestuurd. Het ontwerpteam bestond

uit de oorspronkelijke architect KOW en constructeur Royal HaskoningDHV (destijds D3BN). In 2018 heeft RHDHV onderzocht wat de constructieve haalbaarheid is van de optop voor respectievelijk bouwdeel C2 en E in twee fasen. Dat bleek mogelijk te zijn, mits de optop in een lichte constructie werd uitgevoerd. De optop is zodanig licht ontworpen dat ingrepen in de bestaande constructie niet nodig waren. Het uitgangspunt van een lichte draagconstructie leverde zowel in het ontwerp als in de uitvoering wel wat vraagstukken op. In september 2020 zijn de werkzaamheden begonnen in dit binnenstedelijk gebied. De tweelaagse optop is gebouwd op 22 m hoogte. Er is ± 200.000 kg staal verwerkt.



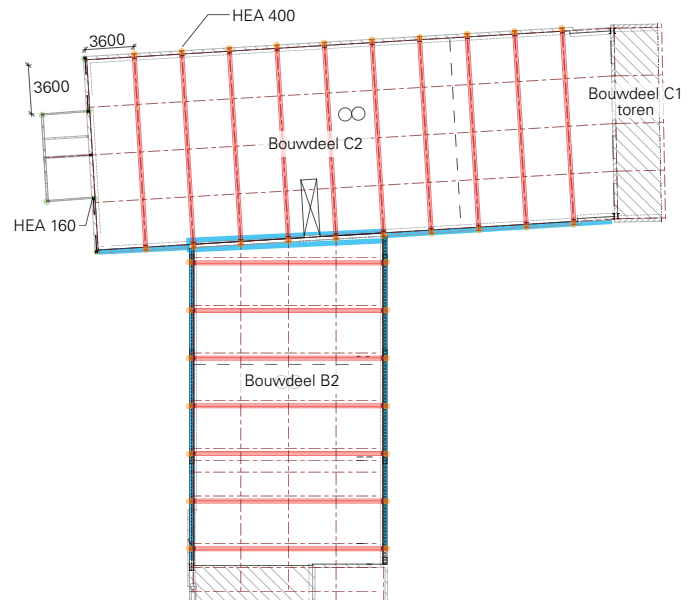
2. Doorsnede van bouwdeel C2 met het portaal in aanzicht (verstijgingsschotten momentvast verbindingen niet getekend).



3. Detail verdiepingvloer.



4. Leggen geïntegreerde staalplaten verdiepingvloer. Op de achtergrond is de ingreep op de bestaande gevel zichtbaar.



5. Bouwdelen, posities portalen (rood) en overdrachtsbalken (blauw).

Van vijf naar zeven

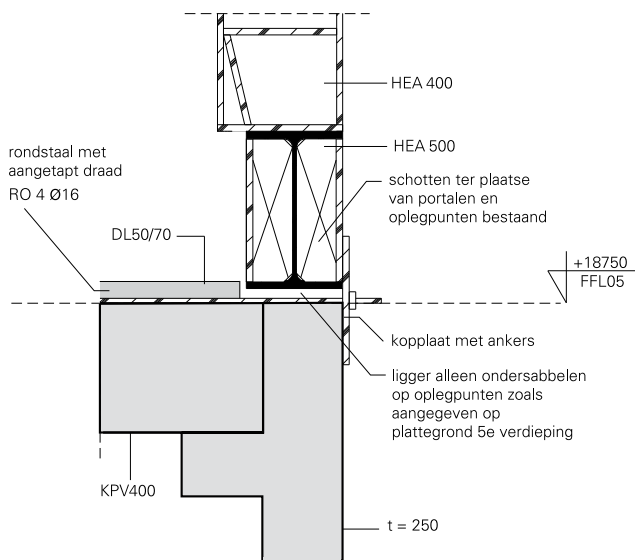
Het Centre Court-complex (afb. 1) is in 2002 opgeleverd en bestaat uit drie woonblokken en verscheidene kantoorblokken variërend van vijf tot zeventien verdiepingvloeren. Het gehele complex staat op een parkeerkelder van twee verdiepingen diep. De opgetopte bouwdelen hebben oorspronkelijk vijf kantoorlagen. In deze bouwdelen overspannen kanaalplaatvloeren op dragende prefab betonnen gevelelementen. Daarmee is voor de kantoorvloeren een kolomvrije ruimte gemaakt van netto 14,4 m lengte. De begane-grondvloer en de parkeerverdieping bestaan uit breedplaatvloeren op balkstroken. Het gebouwstramien van 3,6x14,4 m veran-

dert hier naar een kolomstramien van 7,2x7,2 m. De gevels van de kantoorverdiepingen die niet op de kelderwanden staan, overspannen derhalve ook 7,2 m.

Controle bestaande constructie

Bij een optop van bestaande complexen is de (rest)capaciteit van de onderbouw hoofdzakelijk bepalend voor de haalbaarheid van het project op zowel constructief als financieel vlak. Voor bestaande bouw is het om economische redenen toelaatbaar om lagere belastingfactoren toe te passen volgens NEN 8700. Afhankelijk van het jaartal van de oorspronkelijke bouw biedt dit ruimte om de rekenwaarde van belastingen te beperken.

In NEN 8700 wordt onderscheid gemaakt in de aan te houden veiligheidsniveaus bij verbouw (zowel reparatie, vernieuwing/renovatie en verandering als vergroting) en bij afkeur. In het laatste geval mag voor de beoordeling van de bestaande constructie-onderdelen die niet fysiek wijzigen uitgegaan worden van het afkeurniveau. Dan moet wel aangetoond kunnen worden dat er geen degradatie is opgetreden in de bestaande constructie en dient het risico weggenomen te worden dat deze gedurende de resterende levensduur van het gebouw optreedt. Voor constructieve aanpassingen binnen en eventueel benodigde versterkingen aan het bestaande pand, dient dus het verbouwniveau



6. Kolomvoet op overdrachtsbalk met verticaal bewegingsvrijheid en horizontaal verankerd. In de uitvoering is een licht afwijkende oplossing gekozen.



8. Staalconstructie nieuwe verdiepingvloer in opbouw.

gehanteerd te worden. In dit geval bleek het voor de controle van de bestaande constructie voldoende om van het verbouwniveau uit te gaan, waardoor de strengere eisen rondom degradatie niet gelden.

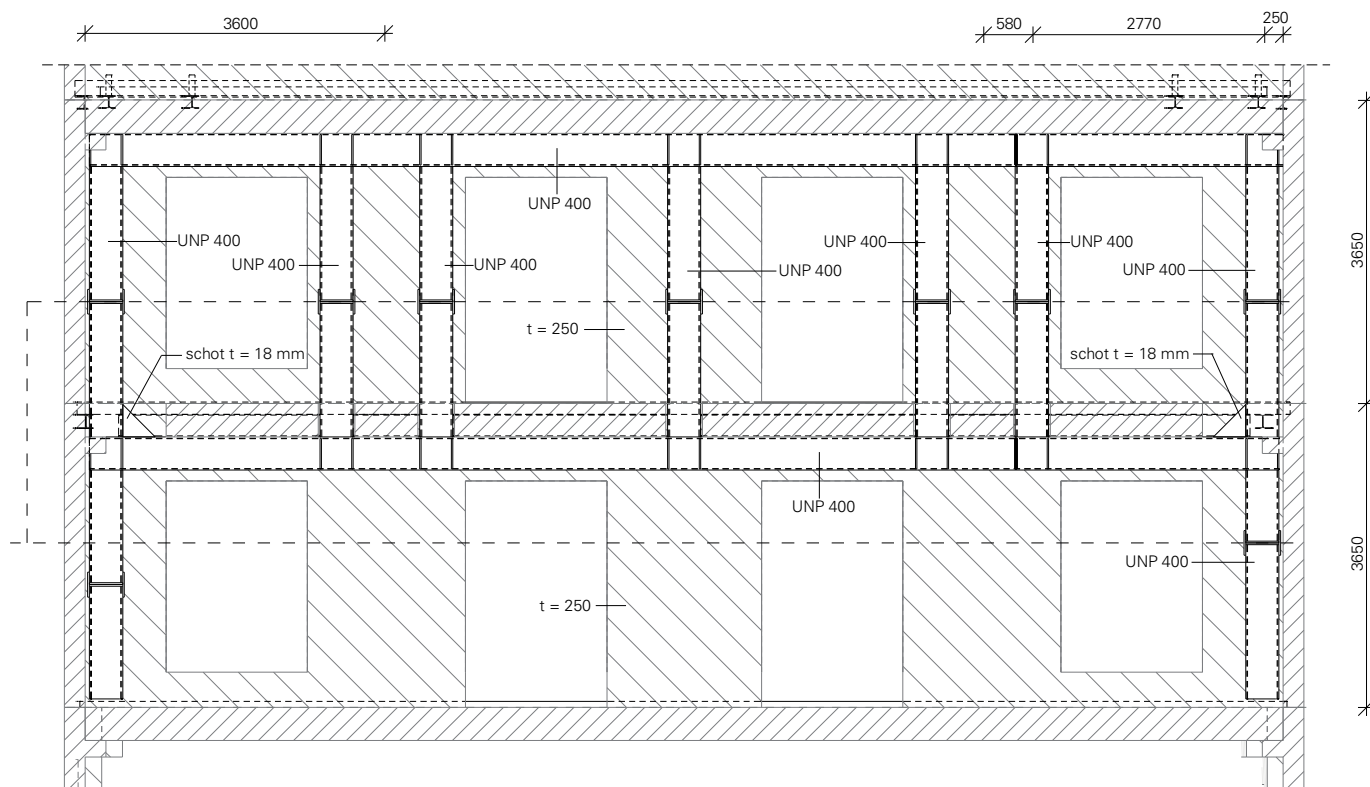
Lichte optop

De nieuwe verdieping- en dakvloer konden niet op dezelfde manier gemaakt worden vanwege de dan te hoge belastingen op de bestaande constructie. Daarom is gekozen voor stalen liggers op het bestaande stramien (h.o.h. 3,6 m) die de overspanning van 14,4 m mogelijk maken. De vloeren hoeven hierdoor slechts 3,6 m te overspannen en kunnen daardoor licht zijn. Voor de verdiepingvloer is een staalplaat-betonvloer met een dikte van 150 mm gekozen die ongestempeld uitgevoerd is. Extra gewicht is bespaard door de staalplaat-betonvloer te vlinderen, waardoor een zandcementdekvloer overbodig is. Uiteraard vraagt dit wel de nodige aandacht bij de uitvoering om de vloer 'schoon' op te kunnen leveren. De dakverdieping is uitgevoerd met stalen dakplaten, waarop een isolatiepakket is aangebracht. De stalen liggers en kolommen zijn momentvast verbonden om zo portaalwerking te realiseren (afb. 2). Dit zorgt voor de stabiliteit van de twee extra verdiepingen, waarover later

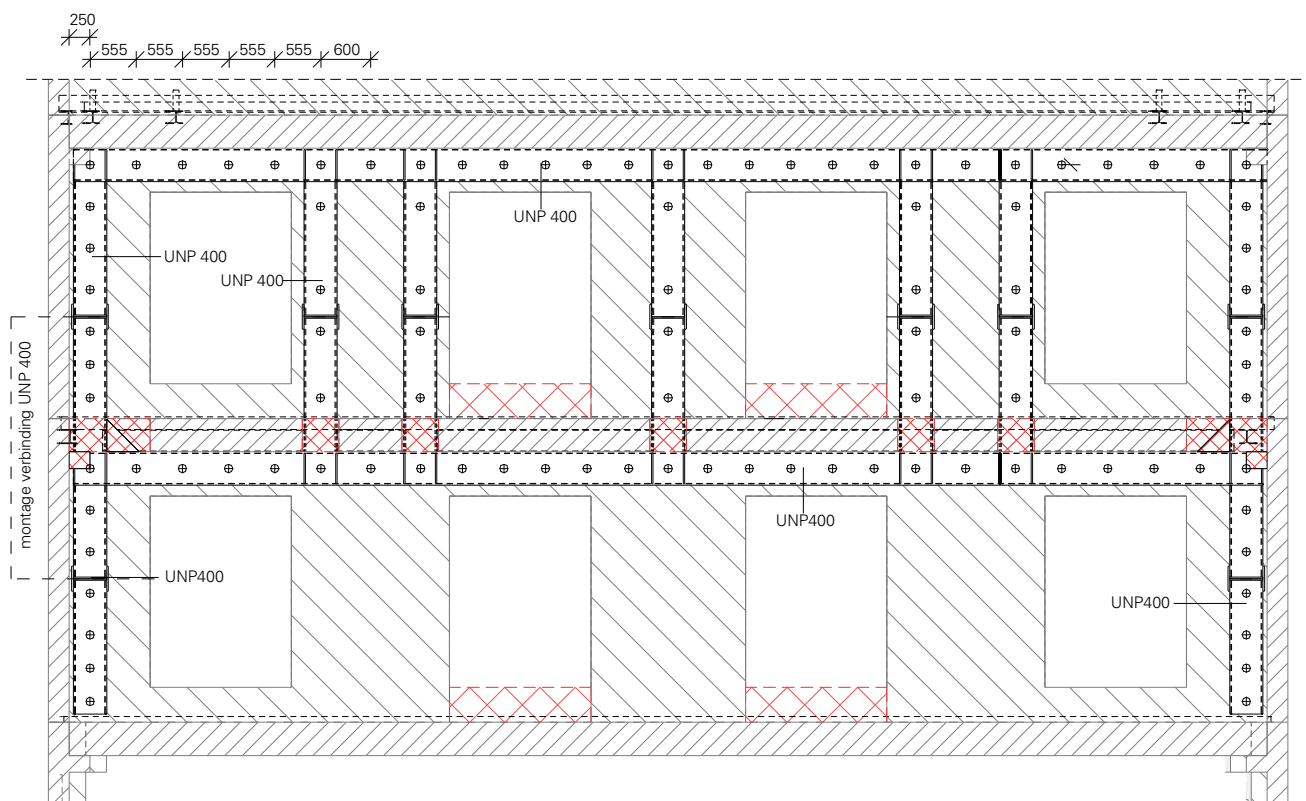
meer. Tevens zijn de liggerhoogtes gereduceerd door het gunstig werkende effect van het inklemmingsmoment op de uiteinden. De liggers zijn in de nieuwe, zesde verdiepingvloer geïntegreerd om voldoende ruimte voor installaties te behouden (afb. 3 en 4). De totale constructiehoogte is daardoor beperkt tot slechts 44 cm. Dit is vergelijkbaar met de bestaande kanaalplaatvloeren van 40 cm + 5 cm druklaag. Het gewicht van de staalplaat-betonvloer is met 2,6 kN/m² (incl. gewicht stalen balken) significant lager dan de kanaalplaatvloeren (6,0 kN/m² incl. druklaag). De portalen staan scharnierend op de vijfde verdiepingvloer, de oorspronkelijke dakvloer. Echter doordat de kolommen onderdeel uitmaken van een sterk portaal, treden hier hoge spatkrachten op. Door de doorbuiging van de ligger willen de kolomvoeten naar buiten verplaatsen. Dit is opgevangen door de kolommen met opgespannen trekstangen te verbinden, zodat de bestaande constructie hiervan ontzien blijft. Ook in de gevels is gewicht bespaard door deze in te vullen met houtskeletbouw. Het buitenblad is omwille van esthetiek uitgevoerd in metselwerk met uitzondering van de bovenste verdieping van optop van bouwdeel B2 die terug ligt en een meer open karakter heeft.

Stabiliteit

De stabiliteit van de optop is in dwarsrichting verzorgd door de momentvaste portalen, waardoor elk stramien op zichzelf stabiel is. Dit heeft als groot voordeel dat de verticale component van de windbelasting op de optop zich zoveel mogelijk spreidt over alle belastingpunten. Hierdoor is voor de bestaande bouw de belastingcombinatie met wind niet of nauwelijks maatgevend boven combinaties met extreme vloerbelasting. Wanneer gekozen zou zijn voor stabiliteitskruizen had dit geleid tot lokaal hoge krachten op het bestaande gebouw. De horizontale component wordt op de oorspronkelijke dakvloer opgenomen door een nieuwe druklaag die de belasting afdraagt naar de stabiliserende gevels. Deze betonnen raamwerken zijn opnieuw gecontroleerd met de nieuwe belastingen en bleken, mede dankzij de lagere veiligheidscombinaties van NEN 8700, nog steeds te voldoen, waardoor het versterken van de bestaande gevelelementen niet noodzakelijk bleek. De stabiliteit in de langsrichting van bouwdeel B2 is opgevangen door de portalen van bouwdeel C2. De stabiliteit in langsrichting van bouwdeel C2 is voorzien door deze te koppelen aan het stabiliteitsverband van het hogere bouwdeel C1.



alle kolommen en liggers bevestigen met M20



7. Aanzicht ingreep op bestaande gevel met gekoppelde dubbele UNP's die de belasting uit de gevel oppakt en naar as K en M brengt.

Projectgegevens

Opdracht Bouwinvest Dutch Institutional Office Fund, Amsterdam • Architectuur KOW Architecten, Den Haag • Constructief ontwerp Royal HaskoningDHV • Uitvoering Heembouw Kantoren, Berkel en Rodenrijs • Staalconstructie Dijkstraal, Maassluis • Fotografie Heembouw, RHDHV

Vraagstukken

Hoewel tijdens de haalbaarheidsstudie – achteraf gezien – een goede inschatting is gemaakt van zowel de impact op de bestaande constructie als de benodigde hoofddragconstructie, zijn er bij de verdere uitwerking toch nog een aantal vraagstukken op het pad gekomen.

Het concept van een kort stramien bleek niet overal goed aan te sluiten op de bestaande constructie. Vanwege de onderliggende parkeergarage gaat de hoofddragconstructie van dragende penanten op een stramien van 3,6 m op de begane grond over op een kolomstramien van 7,2 m. Hoewel de bestaande constructie goed in staat is de extra drukkrachten op te nemen, zijn extra momenten in de wandliggers niet opneembaar. Om deze reden is ervoor gekozen de portalen van de optop met relatief zware liggers reeds over te dragen naar het hoofdstramien van de parkeerkelder (afb. 5).

Door de combinatie van de overdrachtsbalken en de spatkrachten van de portalen ontstaat een complex detail. De overdrachtsbalk moet op verschillende punten vrij blijven van de onderliggende constructie en dus ook verticaal kunnen bewegen. Daarentegen moet de spatkracht wel overgedragen kunnen worden op de trekstang(en).

Op bouwdeel C2 zijn de gebouwinstallaties met rondom een windscherm teruggeplaatst op het nieuwe, lichte stalen dak. Het was nodig om boven het dak hiervoor een separate constructie aan te brengen die op korte pootjes op het stalen portaal aansluit. Samen met de rails, die nodig zijn voor de glazenwasinstallatie, waren hierdoor tientallen doorvoeren door het dakpakket nodig. Een licht plat dak, een stalen portaal met een grote overspanning en zware installaties bleek ook een lastige combinatie in relatie tot het risico op wateraccumulatie. Om deze reden is ervoor gekozen om de constructie getoogd uit te voeren.

Doorbraak

De ontsluiting van de kantoren wordt voorzien vanuit de kern van de naastgelegen toren waarin zich het trappenhuis en de liften bevinden. Voor de twee nieuwe kantoorlagen



9. Dakconstructie in opbouw.

is hierom een doorbraak gewenst van de oorspronkelijke gevel. Een op het oog simpele ingreep van het verwijderen van de borstweringen onder de ramen.

De gevel loopt echter niet door in de laagbouw en overspant 14,4 m tussen de langsegevels. Het verwijderen van de onderste borstwering betekent het verwijderen van de trekband van de wandligger en daarmee het wegvallen van de dragende functie. Een complexe en kostbare, maar noodzakelijke ingreep was nodig om de gevel op een andere manier zijn belasting af te laten dragen. Aan beide zijden van de betonwand zijn dubbele UNP 400's aangebracht die met bouten zijn verbonden. Hiermee (afb. 4 en 7) is een samengestelde vierendeeliger gemaakt die de functie van de wandligger geheel heeft overgenomen. Hierna zijn de borstweringen verwijderd.

Begrip en respect

Bij een optopproject staan een hoop ontwerpkeuzes bij voorbaat al vast. Het is belangrijk om de bestaande structuur te begrijpen en te respecteren om daarmee zoveel mogelijk kostbare ingrepen te voorkomen. Daarnaast spreekt het voor zich om te kiezen voor een lichte constructie om de bestaande constructie te ontzien.

Daarmee ligt vroeg in het ontwerpproces de nadruk al veel meer op gedetailleerde controleberekening versus relatief eenvoudige ontwerpssommen. De constructieve eigenschappen aanpassen van een element dat fysiek al bestaat is immers veel lastiger dan die van een element dat nog slechts in een schets of (parametrisch) model aanwezig is. Zowel de financiële implicatie als de impact op eventueel huidige gebouwgebruikers zijn sterk afhankelijk van de vraag of de bestaande constructie wel of niet voldoet. Aan de andere kant is het ook niet wenselijk om voor een haalbaarheidsstudie al de gehele bestaande constructie door te rekenen. Daarmee is een optopproject een balanceerkunst tussen (reken)inspanning en het extrapoleren van de resultaten hiervan. Uiteraard blijft dan het risico bestaan dat de gekozen steekproef niet representatief is voor de gehele constructie.

In het geval van Centre Court is het gelukt om twee verdiepingen boven op het bestaande gebouw te plaatsen zonder aanpassingen aan de bestaande constructie. De randvoorwaarden van het bestaande gebouw zorgde ervoor dat een ogenschijnlijk simpele constructie soms complexe aansluitingen nodig had om de belastingen op de goede manier in te leiden in de onderconstructie. •