

Prefab-betonconstructie met grote overspanningen en wandsparingen bij Brede School Duurstedelaan Utrecht

# Typisch staalontwerp omgezet in beton

*In de wijk Hoograven in Utrecht wordt momenteel de laatste hand gelegd aan de nieuwbouw van een brede school aan de Duurstedelaan. Het gebouw zal huisvesting bieden aan drie scholen (Ariënschool, Da Costa school en De Hoge Raven), een buitenschoolse opvang en een sportbox met twee gymzalen. Na de aanbesteding is een aantal wijzigingen in het bouwsysteem doorgevoerd.*

De drie scholen en de buitenschoolse opvang hebben elk een eigen gebouw gekregen. De sportbox is als een soort doos boven de centrale entreerimte ontworpen. Deze ruimte heeft een verlaagde toneelbak en vervult als het ware de functie van een dorpsplein.

Tijdens het ontwerpproces van de hoofddraagconstructie is een afweging gemaakt tussen een volledig prefabbetonnen bouwsysteem en een stalen draagconstructie met kanaalplaatvloeren. In het bestekontwerp is uitgegaan van een stalen hoofddraagconstructie. In de uitwerkingsfase is dit echter grotendeels omgezet naar een prefabbetonnen bouwsysteem.

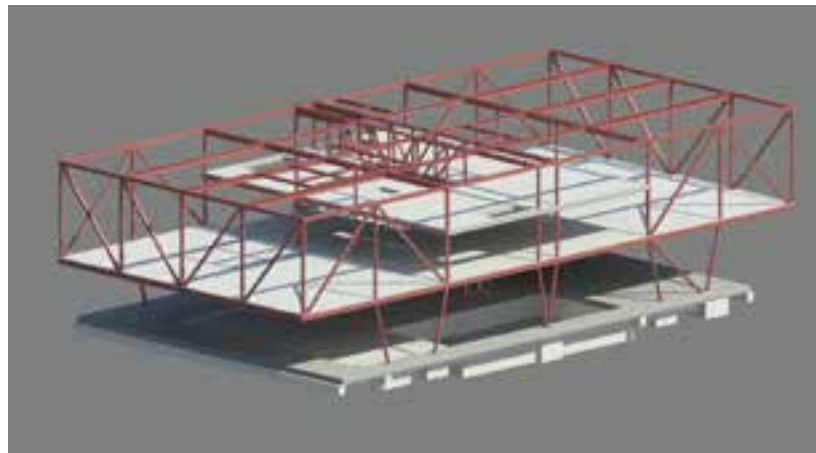
### Oorspronkelijk ontwerp

De keuze voor een stalen hoofddraagconstructie in het bestekontwerp is voornamelijk bepaald door de geldende ontwerpuitgangspunten, zoals de transparante gevels van alle scholen aan de pleinzijde, de uitkragende verdiepingvloer van de Ariënschool en de uitkragende sportbox die op een beperkt aantal (gedeeltelijk schuine) kolommen staat.

#### Sportbox

De beide kopgevels van de sportbox (op as FA en as FH) kragen uit boven de terugliggende puien van het dorpsplein op de begane grond. Vanwege de afmetingen van de gymzalen, waardoor de kortste vloeroverspanning loodrecht op de kopgevels ligt, moesten de beide kopgevels vloerdragend zijn. Het lag daarom voor de hand deze kopgevels in een gevelhoge stalen vakwerkligger (met een overspanning van ruim 21 m) uit te voeren, waarbij deze vakwerkligger ook nog eens als het ware de hoek omloopt en zodoende het overstek creëert (fig. 2).

Voor de gevelopbouw van de gymzalen werd een houtskeletbouw binnenspouwblad gekozen. De verdiepingvloer van elke gymzaal heeft een vrije overspanning van circa 12,5 m en is uitgevoerd in een kanaalplaatvloer met een dikte van 320 mm



2



3

en een constructieve druklaag van 60 mm. Vanwege de beperkte hoogte is in de sportbox gekozen voor geïntegreerde stalen THQ-liggers, ondersteund door ronde stalen buiskolommen Ø219,1 mm op de begane grond. De vloerdragende geïntegreerde stalen THQ-liggers lopen hoofdzakelijk evenwijdig aan de kopgevels (draaglijnen) en dus in dwarsrichting van de sportbox (fig. 4).

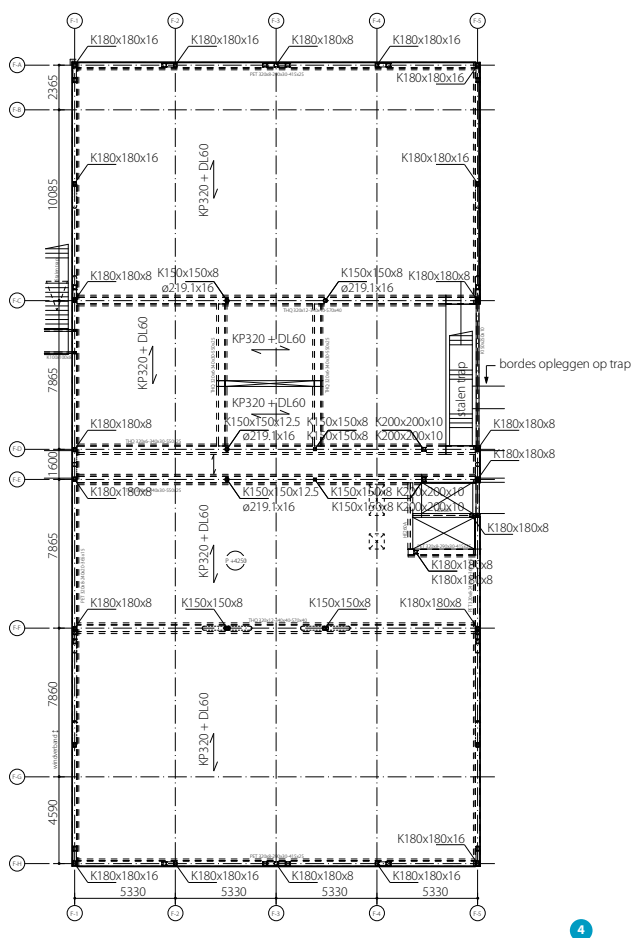
Ter plaatse van de twee interne draaglijnen (op as FD en as FE) binnen in de sportbox ontstond vanwege de verlaagde toneelbak een kolomvrije overspanning van circa 10 m, zodat ook hier op de tweede verdieping verdiepingshoge stalen vakwerkliggers werden toegepast. Hieraan werd de eerste verdieping met trekkolommen opgehangen.

Het dak bestaat uit een staalconstructie met geperforeerde stalen dakplaten. De stabiliteit wordt gewaarborgd door een aantal windbokken met schuingeplaatste kolommen.

#### Scholen en de buitenschoolse opvang

Voor de scholen en de buitenschoolse opvang is uit oogpunt van duurzaamheid gekozen voor draaglijnen in de gevels, om zodoende het aantal interne kolommen te beperken en zo een maximale flexibiliteit in de toekomst te behouden.

- 4 Plattegrond 1e verdieping sportbox met draaglijnen
- 5 3D-rendering complete project met staalskelet
- 6 3D-rendering sportbox met betonskelet



4



5



6

De maximale vrije overspanning van de verdiepingvloer bedraagt 10,8 m. Voor het schuine dak bedraagt deze zelfs 12,2 m. Zowel voor de verdiepingvloeren als de schuine dakvloeren is hier daarom ook gekozen voor een kanaalplaatvloer met een dikte van 320 mm en een constructieve druklaag van 60 mm. Vanwege de transparante gevels van alle scholen aan de pleinzijde, lag de keuze voor slanke stalen kolommen met geïntegreerde stalen THQ-liggers voor de hand. Vanwege de beperkte hoogte is binnen in de scholen ook gekozen voor geïntegreerde, stalen THQ-liggers. Ook voor de meer dichte metselwerkgevels aan de buitenzijde van alle scholen en de buitenschoolse opvang, is vanwege eenduidigheid gekozen voor hetzelfde bouwsysteem. Een bouwsysteem waarbij de dichte gevelvlakken aan de binnenspouwzijde zijn gevuld met niet-dragend kalkzandsteen. De stabiliteit van de losse schoolgebouwen is gewaarborgd door een aantal windverbanden in de dichte gevelvlakken op te nemen (fig. 5).

### Wijziging bouwsysteem

Na de aanbesteding heeft de aannemer voorgesteld de gehele hoofdconstructie in prefab beton uit te voeren. Het voordeel hiervan was dat er hoofdzakelijk nog maar één soort bouw materiaal nodig was. Dit zou naast een kwalitatieve verbetering ook tijdwinst in de uitvoering opleveren. Uitgangspunt bij deze ontwerpwijziging was een zo groot mogelijk gedeelte van de stalen hoofdconstructie te vervangen door een dragende prefab-betonconstructie met balken, kolommen en wanden. Het gevolg is geweest dat er een geheel nieuw constructief ontwerp in prefab beton is gemaakt.

### Scholen

Voor de scholen betekende de transitie naar prefab beton niet zo'n heel grote wijziging. Zo zijn de stalen kolommen met THQ-liggers en het niet-dragende kalkzandsteen in de dichte buitengevels vervangen door dragende prefabbetonnen binnenspouwbladen. De slanke stalen kolommen in de transparante achtergevels en binnenin zijn vervangen door zo slank mogelijke prefab-beton-

kolommen in de gangbare sterkteklasse C45/55 (afmeting  $b \times h = 150 \times 250$  mm), zodat de afmeting vanuit de transparante achtergevel visueel hetzelfde is gebleven. De geïntegreerde, stalen THQ-liggers zijn vervangen door prefabbetonnen, omgekeerde T-balken die minimaal 150 mm en maximaal 250 mm onder de kanaalplaatvloer uitsteken. Daar waar vanwege leidingen en kanalen geen ruimte was voor een prefab-betonbalk, werden de stalen THQ-liggers gehandhaafd. De stabiliteit kon nu ook worden gerealiseerd met de dragende prefabbetonnen binnenspouwbladen.

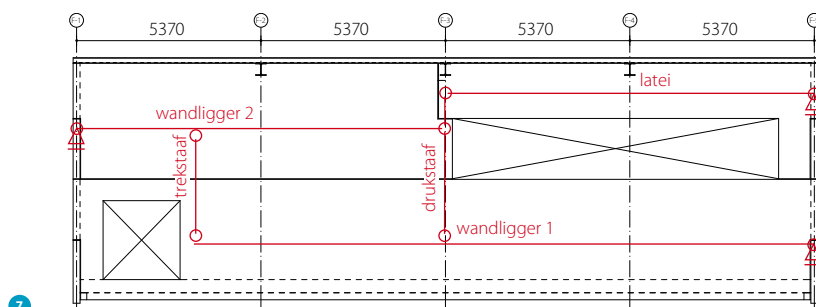
### Sportbox

Voor de sportbox had de transitie naar prefab beton meer voeten in de aarde. Als belangrijke randvoorwaarde bij deze ontwerpwijziging werd namelijk gesteld, dat er geen wijzigingen voor de kolommen onder de sportbox in het dorpsplein mochten worden doorgevoerd. De verticale en schuine kolommen op de begane grond zijn hierdoor van staal gebleven. Ook was het niet logisch om het lichte stalen dak in beton uit te voeren. Voor de rest is al het overige staal (gevelhoge vakwerkliggers, kolommen en THQ-liggers vanaf de eerste verdiepingvloer en de verdiepingshoge vakwerkligger boven de toneelbak) vervangen door prefab beton.

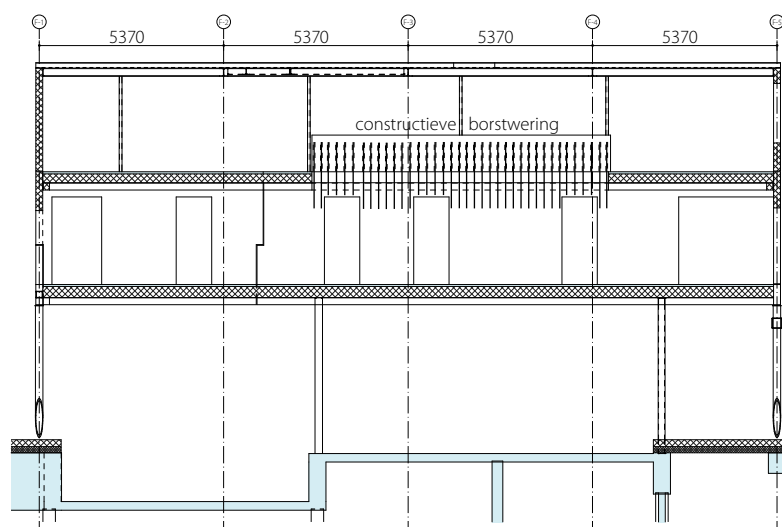
De uitdaging in het nieuwe ontwerp was de oplossing op de vraag hoe je in delen samengestelde prefabbetonnen wandliggers met diverse sparings creëert die als één geheel samenwerken. Bijvoorbeeld de kopgevels met een



- 7 Aanzicht kopgevelwand met mechanicaschema
- 8 Aanzicht wand op as FD met constructieve borstwering
- 9 Montage met stempels en tijdelijke bokconstructie



7



8 wand op as FD

overspanning van ruim 21 m, die zijn voorzien van twee grote gevelopeningen (fig. 6).

Hiertoe zijn de kopgevelwanden opgedeeld in drie delen, waarbij twee delen de uiteindelijke overspanning realiseren. Het bovenste dichte wanddeel verlengt hierbij als het ware via een hefboomsarmconstructie het onderste wanddeel met gevelopening op (fig. 7).

Ook de geïntegreerde, stalen THQ-liggers op stalen kolommen ter plaatse van de vier interne draaglijnen (op de assen FC, FD, FE en FF), moesten worden vervangen door prefabbetonnen wandliggers met diverse grote sparings. Hiertoe zijn deze wanden zodanig onderverdeeld en met nok- en tandverbindingen aan elkaar gekoppeld, dat ze de belasting vanuit de verdiepingvloeren naar de stalen kolommen op de begane grond konden afdragen. De lateien boven de diverse sparings zorgden voor voldoende samenhang.

Bij de wand op as FD was het noodzakelijk de borstwering op de tweede verdieping constructief te koppelen aan de ondergelegen wandligger (fig. 8).

9



10, 11 De Brede School biedt huisvesting aan drie scholen, een buitenschoolse opvang en een sportbox  
foto's: Rob Treels, Imd Raadgevende Ingenieurs

10



11

#### ● PROJECTGEGEVENS

- project Brede School Duurstedelaan Utrecht
- opdrachtgever gemeente Utrecht
- ontwerp WVKH Architecten
- constructieadviseur Imd Raadgevende Ingenieurs
- installatieadviseur Adviesbureau Becks
- uitvoering Slingerland Bouw
- levering en montage betoncascos MBS Cascobouw
- detailengineering prefab beton Ingenieursstudio DCK
- oplevering april 2013

### Montage prefab-betonconstructie sportbox

Aangezien de dragende prefab-betonconstructie pas functioneert als de complete constructie (inclusief de stalen dakconstructie) is gemonteerd, moesten alle betonwanden tijdelijk worden onderstempeld en horizontaal worden afgeschoord. De kanaalplaatvloeren van de eerste verdieping konden namelijk pas worden gelegd, nadat de eerste laag prefab-betonwanden er stond. Omdat de fundering en begane grond al waren gemaakt voordat de wijziging van het bouwsysteem was doorgevoerd – en deze niet op de hoge lijnlasten uit de stempels zijn gedimensioneerd –, is er onder één wand een tijdelijk stalen montageframe (groen op de foto) toegepast (foto 9). Gedurende de montage van het gehele prefab-betonskelet zijn op diverse posities deformatiemetingen verricht, waarbij de laatste meting is uitgevoerd nadat alle stempels waren verwijderd. Uit deze metingen is gebleken dat het prefab-betonskelet, inclusief alle verbindingen, bijzonder stijf is. De maximaal gemeten deformatie ligt in de orde van grootte van enkele millimeters.

### Conclusie

Dit project illustreert dat het toepassen van een dragende prefab-betonconstructie ook in niet direct voor de hand liggende situaties (grote overspanningen en meerdere wandsparringen) tot de mogelijkheden behoort. Vooral het logisch positioneren van de delingen met nok- en tandopleggingen speelt hierbij een belangrijke rol. Een voordeel van de dragende prefab-betonwanden is, dat deze direct als afgewerkte binnenwanden kunnen worden gebruikt. Het is daardoor een kwalitatieve verbetering ten opzichte van de kalkzandsteenwanden met tussengelegen stalen kolommen (bij de scholen) en de houtskelbouwwanden tussen de diagonalen van de gevelhoge stalen vakwerkliggers (bij de sportbox).

Het gebruik van prefab-betonwanden met een dubbele functie (binnenspouwblad of binnenwand en dragend element) biedt grote voordelen. De iets langere voorbereidingstijd wordt tijdens de uitvoering ruimschoots goedge maakt. Zo is het hele betonskelet van de sportbox, inclusief de stalen dakconstructie in vier weken neergezet. ☒