

Uiteenlopende bekistingsoplossingen voor trogbruggen, pergolabrug en pijlers

Kunstwerken Zuidwestboog Meteren

1 september 2026



Figuur 1 Bezoek aan de bouwplaats Zuidwestboog Meteren

Projectgegevens

Project: Zuidwestboog Meteren

Opdrachtnemer: Van Hattum en Blankevoort

Bekistingsleveranciers: PERI en Construx

In het midden van het land, nabij Meteren, wordt gebouwd aan de Zuidwestboog Meteren, een nieuwe spoorverbinding tussen de Betuweroute en het spoor naar het zuiden. Het project omvat verschillende civiele onderdelen, waaronder drie trogliggers en een pergolaconstructie. Hierbij zijn diverse bijzondere bekistingsoplossingen ontwikkeld en toegepast.

Excursie Stubeco

Op 18 juni bezochten 40 Stubeco-leden (het maximale aantal) het project Zuidwestboog Meteren. De groep was te gast bij Van Hattum en Blankevoort Integrale Projecten, de opdrachtnemer van het project (opdrachtgever is ProRail). Mark Dorrestein (Van Hattum en Blankevoort), René van Zutven (PERI), Herry van Houten (Construx) en Felix Leenders (Van Hattum en Blankevoort) verzorgden presentaties over het project en de toegepaste bekistings- en ondersteuningsoplossingen. Aansluitend volgde een bezoek aan de bouwplaats.



Figuur 2 Presentatie over project aan Stubeco-leden

De nieuwe spoorboog bij Meteren is een 3,5 km lange nieuwe verbinding voor vrachtvervoer, iets ten oosten van knooppunt Deil (A15/A2), tussen de Betuweroute en het spoor Utrecht – 's-Hertogenbosch. Hier bestaan al een Zuidoostboog en een Noordoostboog, maar een rechtstreekse verbinding van Rotterdam richting 's-Hertogenbosch ontbreekt. Met deze nieuwe verbinding komt daar verandering in.

Hoewel er in eerste instantie maar zo'n 10 treinen per dag over deze verbinding zullen rijden, ontlast hij de Brabantroute flink (route tussen Dordrecht, via Breda en Tilburg naar Eindhoven en Venlo). Die route zit momenteel aan het maximum van de capaciteit en dankzij dit project ontstaat ruimte om er meer reizigerstreinen over te laten rijden.

De Zuidwestboog is onderdeel van het project PHS Meteren-Boxtel, dat weer deel uitmaakt van het Programma Hoogfrequent Spoorvervoer (PHS). Dat is een grootschalig programma van ProRail, dat al in 2010 startte en waarmee het spoor wordt klaargemaakt voor de huidige én de toekomstige vraag van reizigers- en goederenvervoerders.

“

Het project wordt zo veel mogelijk 'met de winkel open' uitgevoerd

Civiele onderdelen

Voor de nieuwe spoorboog worden drie grote kunstwerken gebouwd. Aan de noordzijde een binnenboog (KW14) en een buitenboog (KW15). Aan de zuidkant komt een pergolabrug (KW16). Hier kruist de nieuwe boog het bestaande spoor.

Naast de nieuwe kunstwerken is een ander groot civiel onderdeel het verleggen van de Betuweroute. Hij wordt maximaal 60 m richting het noorden verplaatst, in totaal over een lengte van ongeveer 1,5 km. Dit is nodig om KW14 en KW15 te kunnen aansluiten op de bestaande route. Daarnaast kent het project drie 'kleinere' kunstwerken: een gasoverkluizing, een spoorduiker en een langzaamverkeersbrug.

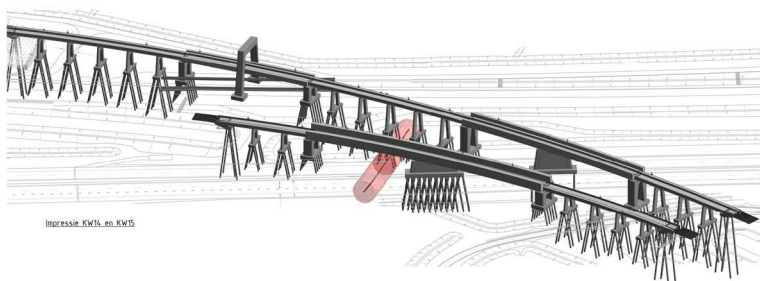
Het project wordt zo veel mogelijk 'met de winkel open' uitgevoerd.



Figuur 3 Overzicht Zuidwestboog Meteren

KW14 en KW15

De binnenboog (KW14) is in totaal 210 m lang en passeert de A15 bovenlangs. De buitenboog (KW15) heeft een lengte van 370 m en passeert zowel de A15 als de verlegde Betuweroute (fig. 2). Beide noordelijke kunstwerken worden deels uitgevoerd als voorgespannen trogbrug (U-vormige ligger). De reden hiervoor is de relatief beperkte beschikbare ruimte om hoogteverschil te overbruggen. Het voordeel van trogliggers is de relatief geringe constructiehoogte van de vloer, hier 600 mm. Bij andere constructietypen zou voor dezelfde overspanning meer constructiehoogte nodig zijn, waardoor inpassing moeilijker wordt.

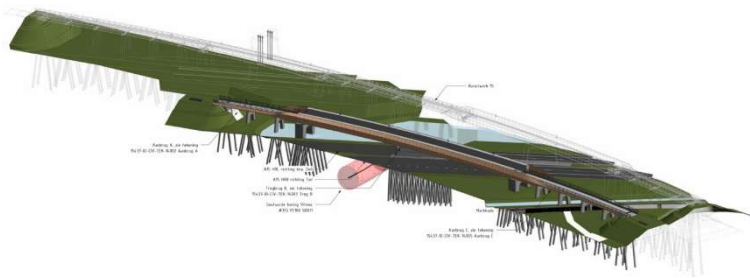


Figuur 4 Binnenboog (KW14, onder) en buitenboog (KW15, boven) over A15 en Betuweroute

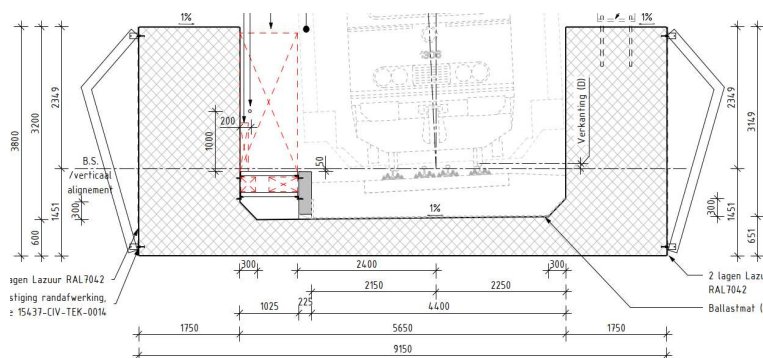


Het voordeel van trogliggers is de relatief geringe constructiehoogte van de vloer

Het gaat in totaal om drie trogbruggen. De maten hiervan zijn geminimaliseerd ten opzichte van het referentieontwerp. KW14 heeft een trogbrug van 112 m lang, 9,15 m breed, met troggen van 3,8 m hoog en 1,75 m breed (fig. 5, 6). Deze trogbrug bestaat weer uit twee delen – een zuidelijk en een noordelijk deel – die spannen tussen trogpijlers en een tussenpijler. Deze twee delen worden na elkaar gebouwd. Om het zuidelijke deel plus het steunpunt te kunnen bouwen, wordt eerst de A15 tijdelijk iets omgelegd. Als die onderdelen gereed zijn, wordt het verkeer omgeklapt richting het zuiden, zodat de rest van de brug kan worden gebouwd. Daarna wordt de voorspanning van beide delen doorgekoppeld. Hierbij wijzigt de brug dus van een statisch bepaalde constructie naar een statisch onbepaalde constructie, waarmee in de uitwerking rekening is gehouden.



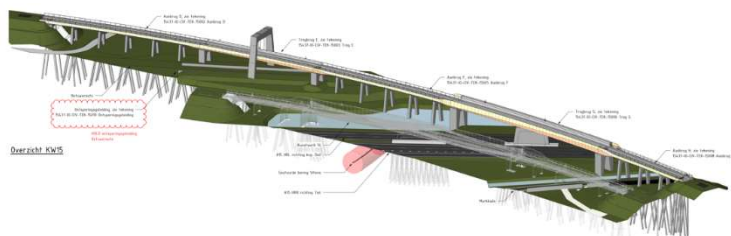
Figuur 5 Binnenboog (KW14)



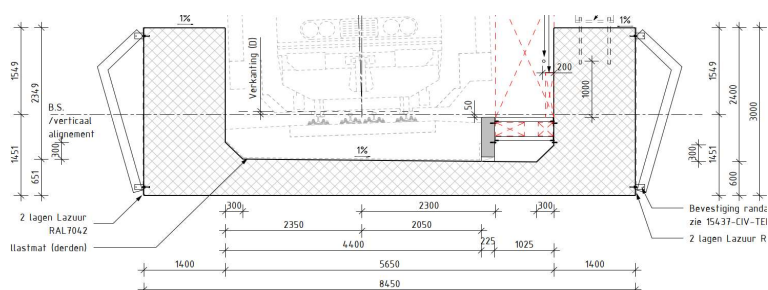
Figuur 6 Doorsnede troglijger KW14

In KW15 worden twee trogbruggen gebouwd. De eerste is een 89 m lange en 8,45 m brede trogbrug, vergelijkbaar met KW14, maar met iets lagere en smallere troggen (3 m hoog en 1,4 m breed) (fig. 7, 8). De tweede trogbrug in KW15 (over de Betuweroute) is een hangtrog die spant van trogpijler naar trogpijler en in het midden via tuien is opgehangen aan een pyloon (fig. 7). Deze hangtrog is 59 m lang en 8,05 m breed. De troggen zijn hier nog weer iets kleiner dan de andere bruggen (2,0 m hoog en 1,2 m breed) (fig. 9).

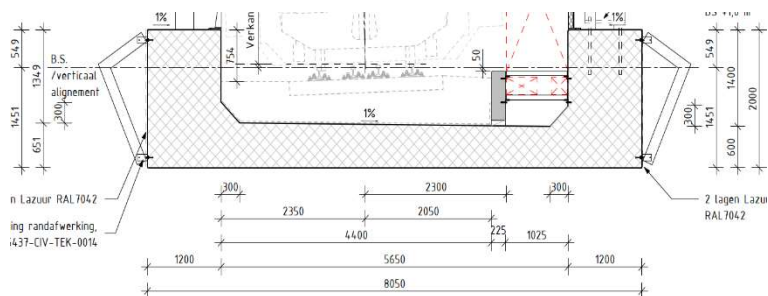
Er is hier voor een hangtrog gekozen om een voldoende lange vrije overspanning te kunnen realiseren. De hangtrog wordt gebouwd in het vrije veld. Daar loopt nu de Betuweroute immers nog niet onderdoor.



Figuur 7 Buitenboog (KW15), met trogbrug over A15 en hangtrog over Betuweroute



Figuur 8 Doorsnede trog over A15



Figuur 9 Doorsnede hangtrog

Pergolabrug

Het zuidelijk deel van de Zuidwestboog gaat over de bestaande spoorlijn Utrecht – 's-Hertogenbosch. Hier wordt KW16 gebouwd, een 240 m lange brug. Ter plaatse van de overkluizing van het spoor wordt hier een pergolaconstructie gerealiseerd, een tafelconstructie over het spoor (fig. 10, 11). Deze pergola wordt gebouwd met prefab-betonliggers, die aan weerszijden rusten op de bovenbalk, die weer wordt ondersteund door kolommen en een onderwand. Tussen deze liggers worden prefab platen gelegd.

De bouw van de pergola vindt plaats in een TVP (treinvrije periode, in augustus 2026) van 11 dagen, voor het verlagen van de bovenleiding en het aanbrengen van het dek. Hierna kan verder worden gegaan met de bouw van de spoorconstructie op de pergola.



Figuur 10 Pergolaconstructie bij de zuidelijke aansluiting (KW16)



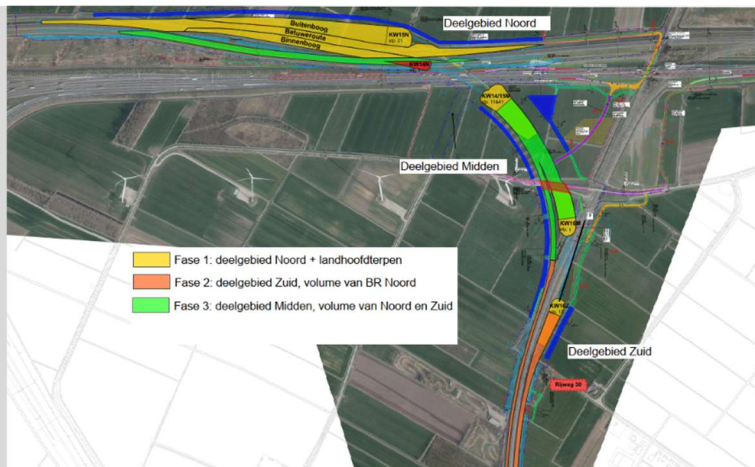
Figuur 11 Bouw pergola over de bestaande spoorlijn Utrecht – 's-Hertogenbosch (KW16)

Aanbruggen

De aanbruggen van alle drie de kunstwerken worden uitgevoerd als vrij traditionele voorgespannen plaatbruggen (gebouwd met stalen kisten) die rusten op pijlers.

Grondverzet

Er is in totaal 700.000 m³ zand aangevoerd, deels ten behoeve van landhoofdterpen, deels als voorbelasting, onder meer voor de te verleggen Betuweroute. Om zand niet onnodig te verspillen gebeurt dit in drie fasen, met vergelijkbaar volume (fig. 12). Eerst het noordelijke deel, dan het zuidelijke deel, dan het tussengelegen deel. Met fase 1 is tijdig gestart, zodat er voldoende tijd is om de voorbelasting zijn werk te laten doen en de Betuweroute tijdig kan worden verlegd.



Figuur 12 Grondverzet in drie fasen

Bekistingen en ondersteuning

Voor de diverse onderdelen worden verschillende bekistingsoplossingen toegepast, die zijn ontwikkeld in samenwerking met twee bekistingsleveranciers: PERI en Construx. Voor nagenoeg al het betonwerk golden strenge eisen aan de oppervlaktekwaliteit conform CUR100 (fig. 13). Daar moest in het bekistingsontwerp nadrukkelijk rekening mee worden gehouden.



Figuur 13 Voor het beton strenge eisen aan de oppervlaktekwaliteit

Bekisting en ondersteuning trogbruggen

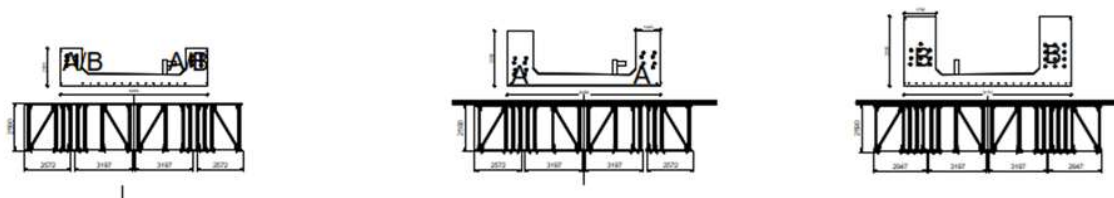
Voor de tijdelijke ondersteuningsconstructie van de trogbruggen is na overleg tussen aannemer en bekistingsleverancier besloten af te wijken van het oorspronkelijke ontwerp uit de tenderfase, dat was gebaseerd op balkstaal met standaard ondersteuning. In plaats daarvan is gekozen voor niet-traditionele systemen, met vakwerkliggers uit het ALPHAKIT-systeem, ondersteund door zwaarlasttorens uit het VST-systeem, beide van PERI.



Voor nagenoeg al het betonwerk golden strenge eisen aan de oppervlaktekwaliteit

ALPHAKIT is een modulair systeem, dat in Meteren voor het eerst in Nederland wordt toegepast. Het bestaat uit stalen vakwerkcomponenten, van circa 2,2 m hoog, waarmee spanten zijn te maken met een variabele lengte. Ze zijn in breedte aan elkaar te koppelen, met verschillende tussenafstanden. Door die afstand te variëren kan de capaciteit worden afgestemd op de bovenbelasting.

Voor de drie trogbruggen is met het ALPHAKIT-systeem een projectspecifiek ontwerp gemaakt. Onder de trogbenen staan meer vakwerkliggers dan onder het middendeel, zodat de ondersteuningscapaciteit aansluit op de lokale belasting (fig. 14). Repetitie vormde daarbij een belangrijk uitgangspunt. De elementen zijn daarom in de werkplaats van PERI in Schijndel zo compleet mogelijk voormonteerd.



Figuur 14 Basisontwerp van de vakwerkliggers onder de drie trogbruggen

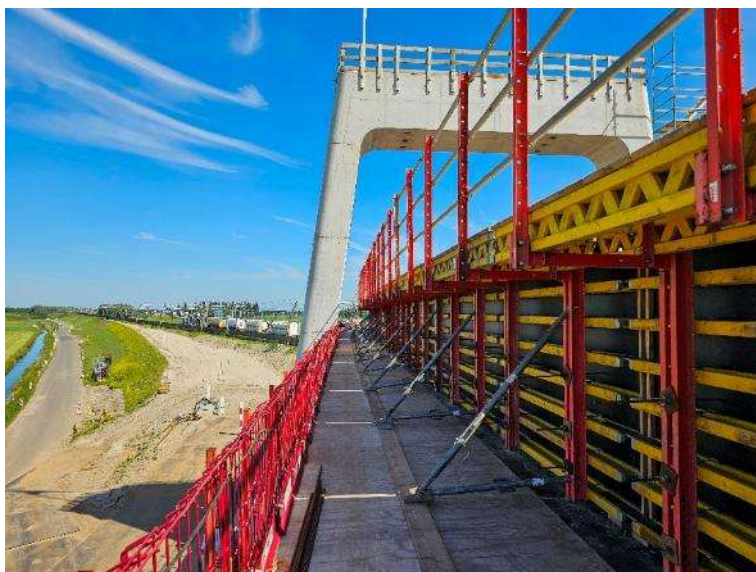
De vakwerkliggers worden ondersteund door zwaarlasttorens van het systeem VST (fig. 15). Dit is eveneens een modulair systeem met voor de staanders hoofdcomponenten van dubbele UNP-profielen. Aan de bovenzijde zijn de staanders voorzien van kopspindels, waarin tijdelijk hydraulische vijzels kunnen worden geplaatst voor het op spanning brengen en aflaten. Alle componenten zijn met een eenduidig pensysteem te koppelen. Daarmee kunnen torens met verschillende afmetingen mee worden gebouwd, tot meer dan 40 m hoog. Belastingen tot 70 ton per staander (280 ton per toren) zijn mogelijk. Ook de torens zijn als complete units voormonteerd in de werkplaats van PERI in Schijndel.



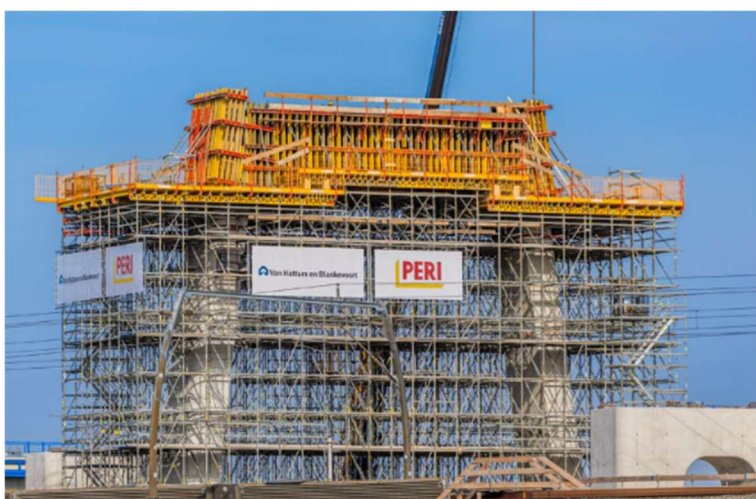
Figuur 15 Vakwerkliggers van het ALPHAKIT-systeem zijn opgelegd op een toren van het VST-systeem

Extra aandacht ging uit naar de belasting onder de staanders, waar geen voetspindels zijn voorzien. De ondergrond moet sterk en stabiel genoeg zijn en de staanders moeten goed worden verankerd. Met name bij de ondersteuning ter plaatse van de pyloon voor de hangtrog liep die belasting nadat de brug al was gestort en het eigen gewicht en de voorspanning waren aangebracht, maar de tuien nog niet waren afgespannen, hoog op. Om de krachten op te kunnen nemen, is hier een extra hulppoer gestort en zijn HEB1000-liggers aangebracht.

De trogliggers zelf zijn uitgevoerd met een VARIO-kist van PERI (fig. 16). Dat geldt ook voor de pyloon voor de hangtrog, inclusief werkplatformen (fig. 17). Voor de ondersteuningssteigers is het PERI UP-systeem gebruikt.



Figuur 16 Bekisting troggen bij hangtrog

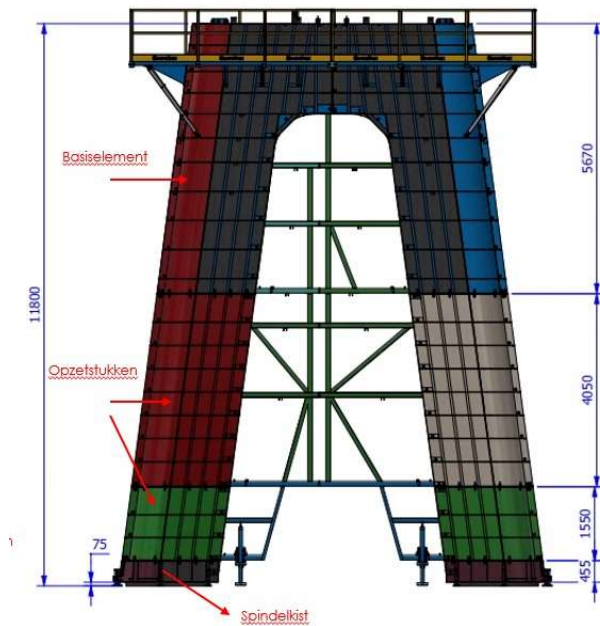


Figuur 17 Pyloon voor de hangtrog in uitvoering

Bekisting reguliere pijlers

Bij de realisatie van de 31 reguliere pijlers voor de aanbruggen is gebruikgemaakt van een stalen bekisting van Construx. Met een stalen bekisting is veel repetitie mogelijk, zonder het verlies aan oppervlaktekwaliteit. De bekisting wordt om de eerder gestorte kinnen heen gepositioneerd en op hoogte gesteld met spindels. De betonnen kinnen zijn met de betonnen poeren meegestort met een stalen kimbekisting die bovenop de poerbekisting (systeembekisting) rust. De bekisting zelf is een op maat gemaakte stalen bekisting die bestaat uit een in hoogte verstelbare binnenkist, verschillende opzetstukken en een stel- en sluitkist (fig. 18). Voor het afdalen van de binnenkist kan de spindelkist worden verwijderd en kon de kist worden afgelaten door middel van een steunwiel voorzien van spindels. De spindels kunnen worden ingedraaid waarbij de bekisting op steunwielletjes terechtkomt en de kist eenvoudig naar buiten gereden kan worden.

Voor de aansluiting met de pergolaconstructie (halve pijlers leunend tegen de pergola aan) zijn speciale opzetstukken gefabriceerd, zodat de pijlerkist ook voor deze oplossing kon worden gebruikt. De hoogte van de reguliere pijlerbekisting varieert van 6.200 mm tot 11.800 mm.



Figuur 18 Reguliere pijlerbekisting

De wapening in de pijlerkolommen is geprefabriceerd en de wapening in de pijlerbalk is in situ gevlochten. Voor dat vlechten is een vlechtbordes ontworpen, dat kan worden gekoppeld aan de stelkist en de binnenkist. Het bordes bevindt zich op het niveau van de onderzijde van de bovenbalk (fig. 18). Het geheel is dan toegankelijk voor het wapenen. Het bordes kan worden verwijderd vóór het sluiten van de bekisting. Zodoende zijn vlechtsteigers uitgespaard.

Opstorten

Bovenop de pijlerbalk komen opstorten. Om deze te kunnen maken is een separaat werkbordes ontworpen (fig. 19). De opstorten kunnen vanaf dit werkbordes worden gemaakt en de pijlerbekisting hoeft niet onnodig lang te staan. Het bordes wordt over de reguliere tapse pijlers aangebracht. Door wieljes aan de binnenzijde klemt het bordes zich vast op de pijler. Hiermee konden beschadigingen aan het beton worden voorkomen.

De opstorten zijn gemaakt met een op maat gemaakte stalen opstortkist voorzien van voorgeprogrammeerde gaten om de boutankers in op te kunnen hangen voor de langs- en dwarsfixaties. De opstorten waar later de rubberen oplegging op worden geplaatst zijn voorzien van op hoogte verstelbare vellingkanten, zodat de bovenzijde van de opstort met de juiste vlakheid en ruwheid kan worden afgewerkt.

Ter plaatse van de aansluiting met de pergola en bij de trogpijlers is door Construx een speciale maatwerkoplossing ontworpen met een aparte stalen opstortkist, die aanpasbaar is aan de betreffende situatie.



Figuur 19 Opstortbekisting met gekoppeld bordes

Bekisting trogpijlers

De zes trogpijlers zijn uitgevoerd met een stalen projectbekisting, in combinatie met de systeembekisting (fig. 20). Voor de systeemkist is gekozen voor de Construx Mega-bekisting (verhuur). Deze is voorzien van een RVS-huidplaat en is geschikt voor eisen conform CUR100. De kist wordt wederom gesteld om de reeds gestorte kinnen. De systeembekisting bestaat voornamelijk uit standaard (rechte) Megapanelen van Construx en vier ronde stalen buitenschelpen, voor elke hoek een. De rondingen zijn overal exact hetzelfde. De verschillende breedtes zijn gerealiseerd door een variërende samenstelling van de Megapanelen. De hoogte van de trogpijlerbekisting varieert van 6.200 mm tot 11.800 mm.

Voor de ronde onderzijde van de pijlerbalk is een speciale stalen binnenkist gebruikt, die aansluit op de Megabekisting.

Net als bij de reguliere pijlers is de wapening in de kolommen geprefabriceerd en de wapening in de pijlerbalk in situ gevlochten. Hiervoor wordt een standaard vlechtbordes aangebracht.



Figuur 20 Combinatiebekisting voor de trogpijlers (systeembekisting met stalen bekisting)

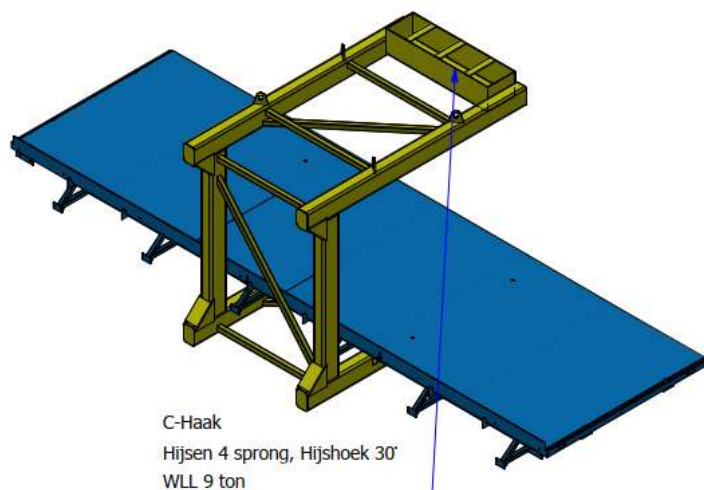
Bekisting aanbruggen

De bekisting voor de dekken van de aanbruggen is, in tegenstelling tot de bekisting voor de trogbruggen, volledig uitgevoerd in staal. Een stalen dekbekisting vormt de bekisting voor het dek, van pijler naar pijler (7 tussenvelden van 12,5 m en 4 eindvelden van 10,0 m) (fig. 21). Op deze onderkist worden randkisten bevestigd (panelen met schoren). Aan de uiteinden van de elementen bevinden zich hydraulische vijzels, voor het op hoogte brengen en aflaten (capaciteit 100 ton per cilinder). De elementen worden geplaatst met een viersprong en worden onder de betonnen constructie verwijderd met een C-haak (fig. 22).

Deze stalen dekbekisting is zo ontworpen dat ze bij alle aanbruggen zijn in te zetten. Hij kan ook worden ingezet bij de langzaamverkeersbrug, een ander onderdeel van het project, doordat de afmetingen daarvan zijn aangepast.



Figuur 21 Dekbekisting (met vijzels aan de uiteinden) voor de realisatie van de dekken van de aanbruggen



Figuur 22 C-haak voor de verplaatsing van de stalen dekbekisting

Bekisting pergola

De pergola bestaat uit balken, wanden en kolommen. De wanden en balken zijn uitgevoerd met het VARIO-systeem van PERI. Extra aandacht ging uit naar het geprofileerde oppervlak. Dit is uitgekist met houten componenten, wat extra aandacht vroeg voor het ontkistingsmiddel (fig. 23, 24).



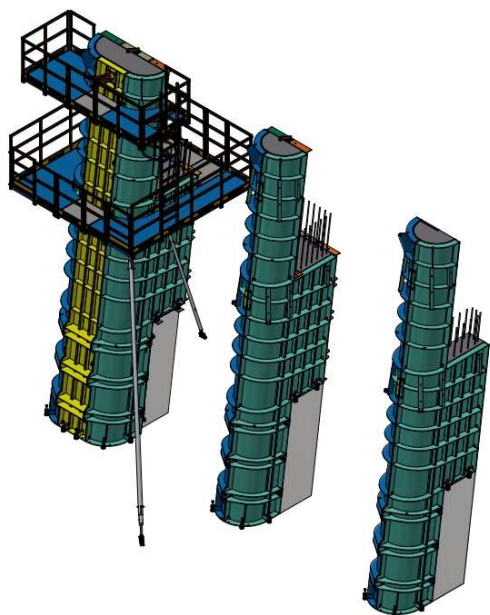
Figuur 23 Bekisting voor de pergolawanden met houten elementen voor de profilering



Figuur 24 Pergolawanden, voordat de kolommen zijn gestort

De kolommen zijn uitgevoerd met een stalen kolombekisting van Construx (fig. 25). Ze zijn 9,8 m hoog en hebben verschillende breedtes.

Nadat de onderste wanden gereed zijn, wordt het onderste deel van de kolom gestort. Daarna het bovenste, smallere deel (fig. 26). Vanwege de stort op twee hoogtes zijn twee stortbordessen voorzien. Tot slot is de bovenste de balk gerealiseerd.



Figuur 25 Kolombekistingen pergola



Figuur 26 Kolommen pergola tijdens en na uitvoering

Bekistingsdruk

Bij de bijna 10 m hoge kolommen van de pergola vormt de druk van de verse betonspecie een belangrijke randvoorwaarde voor de stijgsnelheid. Een uitsluitend theoretische benadering zou tot een relatief lange stortduur leiden. Daarom zijn tijdens het storten de actuele bekistingsdrukken realtime gemonitord met druksensoren. Op basis van de meetwaarden kon de stijgsnelheid verantwoord worden geoptimaliseerd en de stortduur aanzienlijk worden verkort.

Zie het afzonderlijke artikel over de metingen van de bekistingsdruk op Stubeco.nl.

Tot slot

Het project Zuidwestboog Meteren kenmerkt zich door een aantal bijzondere uitvoeringstechnische oplossingen. Daaraan ging een lange voorbereiding vooraf, waarin veel aandacht is besteed aan bouwbaarheid en veiligheid. Dat vroeg niet alleen om doordachte hoofdkeuzes, maar ook om slimme oplossingen in de detaillering. Zowel in de voorbereiding als tijdens de uitvoering waren veel verschillende partijen en disciplines betrokken, met tal van onderlinge raakvlakken. Juist door die raakvlakken tijdig te onderkennen en gezamenlijk uit te werken, konden de verschillende onderdelen goed op elkaar worden afgestemd.

Tekst: Jacques Linssen

Beeld: Van Hattum en Blankevoort, PERI, Construx, Jan Tol en Jacques Linssen