

PREFAB beton

Uitgave van AB-FAB, Associatie van Beton Fabrikanten van constructieve elementen

3 In alle opzichten een 'kunstwerk'

4 Vier bruggen in slechts drie weekenden

THEMA

PREFAB BETON IN DE GWW



Innovaties voor nieuwe generaties

De prefab betonfabrikanten blijven op het gebied van GWW-toepassingen volop innoveren. Via ingenieuze oplossingen willen zij een bijdrage leveren aan verbetering van proces en eindresultaat.

- **Zeer slanke liggers** en hun **esthetische uitstraling** in en voor het landschap
- Liggers met **slimme voor- en naspantech-nieken** die het bouwproces vereenvoudigen
- **Extra lange liggers** voor grote overspanningen **zonder middenpijler**
- Totale prefab systemen die zorgen voor **minimale verkeersoverlast**
- **Minder hinder voor de omgeving** door een prefab bouwproces
- Prefab oplossingen **minimaliseren** de hoeveelheid **arbeid op de bouwplaats**
- **Innovatieve systemen** en producten voor spoor- en wegenbouw, van perronplaten tot geluidschermen en van keerwanden tot betonnen voertuigkeringen.

Regenwater blijft in de wijk

Water speelt een prominente rol in de nieuwbouwwijk De Groote Wielen in Den Bosch. Regenwater komt niet in het riool, maar blijft in het gebied voor grondwateraanvulling en voor planten en dieren. Bijzondere prefab V-goten spelen een voornamelijk rol in de waterhuishouding in een deelgebied. Het hemelwater kan tastbaar en veilig worden getransporteerd binnen het systeem. De goten zijn voorzien van een maasrooster zodat de veiligheid op het maaiveld is gewaarborgd.



Beton: stoer en robuust en tegelijkertijd elegant en verfijnd

Architectonische allure boulevard Scheveningen

Het feit dat er de nodige scepsis ontstond toen de onlangs overleden, befaamde architect prof. De Solà-Morales koos voor prefab beton voor de karakteristieke keerwanden langs de boulevard annex zeekering van Scheveningen, betekent dat het materieel voor velen nog onbekende kanten heeft. Of zoals landschapsarchitect ir. Klaas Hilverda van het Ingenieursbureau Den Haag het verwoordt: "Niet grof en sober, maar stoer en robuust en tegelijkertijd verfijnd en luxe. De betonnen keerwand is nooit hard en bot, maar met zijn gepolijste, roze getinte uiterlijk en de geïntegreerde leuningen juist elegant. Ook dat is beton."

De kust van Scheveningen wordt versterkt met een dijk in de boulevard. De nieuwe zeekering komt onder de boulevard te liggen en is dus nauwelijks zichtbaar. De boulevard daarentegen krijgt een prachtige verschijning met een laaggelegen en hooggelegen boulevardgedeelte, waarbij geraffineerd toegepaste hoogteverschillen voor een speels beeld zorgen. Dit wordt nog versterkt door het licht slingerende verloop

en de achterover hellende wand. De nieuwe boulevard levert fraaie vergezichten op voor de miljoenen gasten die een bezoek aan Scheveningen brengen.

Er werden in het ontwerpproces stringente eisen gesteld aan de constructie van deze keerwanden. Klaas Hilverda legt uit: "Normaal ga je met een keerwand stevig de grond in ter verankering of bouw je een stevige fundering, maar we mochten niet door de dijk heen. Dit zou de dijk verzwakken. Het moest ook een modulair systeem worden, omdat bij een 'superstorm' die eens in de 10.000 jaar voorkomt een muur of keerwand wel mag bezwijken, maar de brokstukken mogen vervolgens niet het dijklichaam teveel aantasten. Met kleinere onderdelen die uit elkaar vallen, bestaat dit

"Normaal ga je met een keerwand stevig de grond in, maar we mochten hier niet door de dijk heen..."



Prefab beton zorgt voor betaalbare en geborgde kwaliteit.

gevaar niet. Daarom moest worden gekozen voor een legoachtige opbouw met elementen van maximaal 700 kg. Het principe met stapelstenen viel om esthetische redenen af en het terre armee principe bleef over. Zo konden wij minimaal de grond in en werd de keerwand via strips in het grondlichaam verankerd. Maar dan niet met de standaard-elementen zoals bij viaducten, maar qua uitstraling passend in de architectuurfilosofie van Morales. Als je voor beton kiest, kan het ook heel mooi zijn."

Zeer slank dankzij hogesterktebeton

De Spaanse architect wilde per se slanke, rechtopstaande elementen om de verticale lijnwerking van de lange wand te benadrukken. Een maat van 1,20 breed en 1,65 hoog bleek prachtig voor de beoogde esthetische beleving. Met die elementen kon ook verticaal worden gestapeld, wat weer horizontale lijnen oplevert.

lees verder op pagina 4 >

Voor een geopende brug sta je dikwijls langer stil

Een tijdelijke stop van het verkeer van pakweg 15 minuten en een ligger is geplaatst over een snelweg. Met minimale hinder voor het weg- of scheepvaartverkeer kunnen prefab betonliggers worden gemonteerd.



Spoorgoten secuur in element

Voor een tunnel voor langzaam verkeer onder het Centraal Station in Amsterdam zijn speciale spoor- en perronplaten geleverd. De spoorplaten zijn voorzien van ingestorte spoorgoten, die aan minimale toleranties voldoen. Om het treinverkeer minimaal te hinderen vindt de montage in de weekeinden plaats.

Dit kan alleen in prefab beton

In het hart van Almere tussen de bestaande bebouwing een busbaanbrug bouwen, kan alleen met prefab beton. Dankzij de busbaanbrug kunnen bussen en overig verkeer elkaar straks ongelijkvloers kruisen en wordt het stadscentrum beter bereikbaar. De busbaanbrug kenmerkt zich door een bijzonder slanke vorm van de randliggers. Meest opvallend zijn de pijlers die in één stuk zijn geprefabriceerd. De aanvoer per as (transportbreedte 7 meter) door het centrum van Almere was een complexe logistieke operatie.



Je zou er bijna voor willen omfietsen...

Enschede beschikt over een meanderende fietsbrug. Het prachtige kunstwerk markeert de overgang van landelijk naar stedelijk gebied. De fietsbrug, die de veiligheid van fietsers tussen Enschede en Boekelo moet vergroten, slingert zich tot op 5,5 meter hoogte over de Auke Vleerstraat. Op die manier winnen de fietsers geleidelijk hoogte, blijven bomen gespaard en wordt het zicht op verkeersregelinstanties bewaard. Voor het project zijn 14 liggers met een radius van 180 meter of 75 meter geproduceerd, naar een ontwerp van ingenieursbureau IPV Delft. Vanwege de technische complexiteit en geringe constructiehoogte is gekozen voor naspanning.

Eenvoudig boven water monteren

In plaats van alles boven het water te moeten uitkisten, zorgde de toepassing van prefab beton (o.a. volstortliggers) voor gemak en extra snelheid bij de bouw van deze steiger in Moerdijk. De planning kon soepel worden gehaald, ondanks de tijdsdruk op het project.



Fly-over: uitgekend puzzelwerk

Tussen Haarlem en Spaarnwoude ligt een fly-over met architectonische uitstraling. De basis hiervoor is gelegd in de vorm van horizontaal gebogen prefab betonnen liggers. De fly-over kent een bocht met een straal van 200 meter. Dit heeft ook gevolgen voor het benodigde prefab beton. Het dek bestaat uit vijf velden van elk tien liggers, die in lengte variëren van 40 tot 45 meter (de langste ligger is 45 meter lang en 1,70 meter hoog). Bij één landhoofdveld verloopt de liggerhoogte zelfs van 1,70 naar 1,30 meter. Daarbij was de grootste uitdaging het garanderen van de stabiliteit van de liggers. Doordat ze horizontaal gebogen zijn, neigen de kokerliggers immers tot kantelen zodra ze uit de bekisting komen. Dit wordt voorkomen door de liggers breder (1,90 meter) te maken en extra ondersteunende voorzieningen aan te brengen, totdat ze op het werk zijn nagespannen.



In alle opzichten een 'kunstwerk'

Er was weinig discussie over de vraag hoe de witte gekromde keerwanden en antracietkleurige borstwerking voor het duinviaduct in de verlengde N15 op de Maasvlakte t.b.v. de ontsluiting van de Tweede Maasvlakte gerealiseerd moest worden. Projectleider Michiel Goosens van opdrachtgever Havenbedrijf Rotterdam N.V.: "Met o.a. de boogstralen, kleuren en betonkwaliteit die door de architect in het beeldkwaliteitsplan en door de aannemer in het ontwerp zijn vastgelegd, wisten wij allemaal dat het prefab beton moest worden. Fabriceren onder geconditioneerde omstandigheden en dus geen grindnesten, geen luchtbellen, geen zandlopers in de betonwanden. Een infrastructureel project waarbij de functie ook de esthetische kwaliteit omvat."



Volledig prefab beton en toch heeft elk element een eigen 'boogstraal'.

Het Havenbedrijf had voor het spoor- en wegviaduct ook louter voor doelmatigheid kunnen kiezen. Michiel Goosens: "Het Havenbedrijf Rotterdam vond het belangrijk om bij het ontwerp van de betonnen kunstwerken rekening te houden met de combinatie van industrieterrein en natuurschoon van zee, strand en duinen. Vandaar dat wij voor het ontwerpbeeld voor dit gebied Zwarts & Jansma Architecten hebben ingeschakeld voor het ontwerp van de viaducten en keerwanden, evenals een landschapsarchitect voor de landschappelijke inpassing. Zo kunnen wij met een kunstwerk ook iets toevoegen aan het landschap, zonder hierbij het kostenaspect uit het oog te verliezen."

Het nieuwe viaduct weerspiegelt de overgang van duinen naar industrie, met zowel organische als ritmische (haven)vormen. Concreet betekent dit onder meer sierlijk gebogen witte prefab betonnen keerwanden tegenover een strakke reeks brugpijlers. Pijlers en prefab betonnen randelementen geven door vormgeving, ritme, volume en kleur karakter aan het viaduct. De borstwerkingen en pijlers zijn in antracietkleurig beton uitgevoerd, dat fraai contrasteert met de witte prefab betonnen keerwanden.

Geborgde kwaliteit

"We wisten dat de bijzondere keerwandelementen in prefab beton moesten worden uitgevoerd. De eisen ten aanzien van kwali-

teit en uitstraling waren hoog en dan heeft prefab beton voordelen omdat het onder ideale omstandigheden wordt gefabriceerd. Bovendien was elk gekromd element voor de keerwand uniek omdat boogstralen in het horizontale alignement en hoogtemaatvoering van elkaar verschilden. Dan zou je denken dat dit minder interessant is voor prefab, maar met slimme maltechnieken werd dit moeiteloos verwezenlijkt. De gelamineerde mallen zorgden voor een strak en egaal oppervlak van het beton. Er werkte ook een vast team om de hoge kwaliteit te continueren. De gebogen borstwerings-elementen in de hoeken van het wegviaduct waren zo kolossaal en afwijkend qua vormgeving, dat wij daarvoor niet de stap

naar prefab hebben durven maken. Die is uitgevoerd in antracietkleurig spuitbeton. De andere borstwerings-elementen zijn wel geprefabriceerd. Ook enorme elementen qua maatvoering, maar die dienen tevens als valbeveiliging. Twee vliegen in één klap."

Het prefab werk is in de markt gezet, waarbij de fabrikant in opdracht van de aannemer behalve de engineering en productie ook de montage voor zijn rekening moest nemen, omdat het specialistisch werken is. "Alles conform het beeldkwaliteitsplan van architect en opdrachtgever. We hebben het resultaat ook continue getoetst. Het is mooi dat deze hoge kwaliteit in prefab beton is bereikt. Het boerenverstand zegt dan wel dat het zo moet, maar het is wel een uitdaging waarbij je grenzen opzoekt. Eind vorig jaar is het duinviaduct door aannemer MNO Vervat opgeleverd. Iedereen is dik tevreden over het eindresultaat."

"Prachtig strak en egaal oppervlak"

Optimum

Er worden de komende tijd meer infra-projecten uitgewerkt en gebouwd op Maasvlakte 1 t.b.v. de ontsluiting van Maasvlakte 2. Hoewel de architect een familie van kunstwerken heeft getekend, kan elk project zijn eigen uitvoeringsmethode vertegenwoordigen. "Je kijkt steeds wat de beste techniek is en je zoekt de samenwerking. Voor dit duinviaduct is een geïntegreerde contractvorm gekozen waarbij de marktpartijen zelf de vrijheid hebben om het optimum te bepalen tussen ontwerp, bouwmethodiek, fasering, en kosten. Wij zijn daarbij echter ook waakzaam geweest door gedurende de ontwerp- en bouwfase te toetsen of het gewenste resultaat werd geleverd. Dat levert soms interessante discussies op en daarom is het goed om samen de beste oplossingen te vinden. Die puzzel is bij het duinviaduct inclusief de keerwand bijzonder goed geslaagd. Dat valt van de kwaliteit van proces en eindresultaat af te lezen. Het is echt een mooi en leuk project. In mijn ogen een beeldbepalend element op de grens van de Eerste en Tweede Maasvlakte."



Eerste energieneutrale brug is van prefab beton

De Ramspolbrug is de eerste energieneutrale brug van Nederland. De brug wordt gerealiseerd volgens vooruitstrevende prefab betontechnieken. Zo wordt de brug gefundeerd op prefab betonnen pijlerbakken op stalen buispalen en wordt gebruik gemaakt van een nieuw type voorgespannen ligger. De toepassing van pijlerbakken levert belangrijke tijdswinst op. De H-vormige ligger herenigt alle voordelen van een kokerligger en een omgekeerde T-ligger. Geavanceerde technieken zorgen voor een energieneutrale status. Bijvoorbeeld het gebruik van zonnecellen en accu's (supercaps) die de energie opslaan, die vrijkomt bij het neergaan van de beweegbare klep. Die opgewekte energie is gelijk aan de energie die nodig is voor het openen van de brug. De brug is onderdeel van een 6 km lang nieuw snelwegtraject in de N50. De brug wordt in het voorjaar van 2013 opgeleverd.





Prefab leidt tot verwondering en bewondering

Vier bruggen in slechts drie weekenden

De provincie Noord-Holland gaf de bouwer van vier bruggen over het kanaal Schagen-Kolhorn een beperkt aantal uitvoeringsdagen. De opdrachtgever wilde het scheepvaart- en wegverkeer namelijk minimaal stilleggen. Er lag een referentieontwerp met een in het werk gestorte oplossing. De VBK Groep verwierf de E&C opdracht op de laagste prijs en wist gebruik te maken van de extra bonus/malusregeling door de vier bruggen geheel in prefab beton te engineeren en de constructie ter plaatse van de N248 in drie weekenden te slopen en te realiseren. “We hebben laten zien dat dit mogelijk is en kunnen nu verder optimaliseren in het proces,” stelt Jan Sonneveld, projectleider namens de provincie Noord-Holland.

[vervolg van pagina 1 >](#)

Voorts moesten van Morales de leuningen geïntegreerd worden in de bovenste elementen. Hilverda: “De bijbehorende zeer slanke vormen van de prefab betonelementen konden alleen in hogesterktebeton worden gerealiseerd. We hebben met de prefab betonfabrikant en Morales uitgezocht hoe dun het beton kan en mag zijn. Tevens is nauwgezet de kleurstelling en het polijsten bepaald. Er is aanvankelijk gedacht aan een basalttoeslag, passend bij de zee, maar dat vond Morales te onnatuurlijk. Met het polijsten verkregen wij het idee van terrazzowerk, dat je in veel zuidelijke landen ziet. Een Nederlands product met diezelfde warme allure.”

Er zijn monsters en proefstukken gemaakt. Daarmee werd duidelijk dat aan de hoge architectonische ambitie en beoogde kwaliteit kon worden voldaan. “Met prefab is naast de maatvastheid en gedetailleerdheid ook de kwaliteit in uitstraling goed in de hand te houden,” aldus Hilverda, “ook bij duizenden elementen. En een heel klein kleurverschil is aardig om wat levendigheid in de muur te krijgen, als je die elementen goed afwisselt. Voor een infraproject betreft het een hoogwaardige toepassing, die meer van gevelementen dan van een keerwand weg heeft.”

Hoger niveau

In een modulaire opbouw - compleet met passtukken - is een eerste gedeelte van de keerwand aangelegd. De hoogteverschillen worden opgevangen door de panelen iets te laten verspringen ten opzichte van elkaar, soms een centimeter, soms een groter sprongetje. Er is geen concessie gedaan aan die sterke verticale ritmiek van de wand. “Naast de ruime zee en de grote schaal van het strand pakken elementen in de openbare ruimte niet snel te grof uit. Prefab beton levert bij dit project vooral architectonische sierlijkheid, dit verwacht men niet gauw van beton... De Sola-Morales heeft in Scheveningen de openbare ruimte met prefab beton letterlijk en figuurlijk op een hoger niveau getild.”

Superslank en toch supersterk beton.



“Omstanders vroegen zich aanvankelijk af wanneer er nu gebouwd zou gaan worden, ze zagen zo weinig activiteiten rond de bruggen. Totdat de elementen aankwamen en wij razendsnel konden monteren. Toen zag je de verwondering én bewondering,” aldus ing. Eric Pel, hoofd bedrijfsbureau van VBK Noord BV. “Het monteren ging soepel, ondanks de elementen met een veelheid aan doken. Slechts één dook hebben wij in het werk op maat moeten maken. De rest paste perfect.”

Aan die voortvarende uitvoering ging een lastige voorbereiding vooraf. De provincie had een referentieontwerp aangeleverd, gebaseerd op een eerder gerealiseerde brug over dit kanaal. Deze had echter geen middenpijler en de vier te bouwen bruggen wel. Ook waren er aanvullende eisen ten aanzien van de aanvaarbelaasting met zwaardere betonconstructies. Jan Sonneveld: “Wij hebben de opdracht als Engineering & Construct in de markt gezet en gingen uit van een in situ uitvoering. We waren verast door de engineering van VBK. Dat zou een mooie tijdswinst opleveren, met weinig hinder voor het scheepvaart- en wegverkeer en tevens zo min mogelijk impact

“Optimalisatie van het proces dankzij prefabricage”

op de omgeving. Wij waren om, maar we hebben wel samen met de aannemer meegekeken hoe alles werd uitgedokterd. Je moet overigens wel de wil hebben om naar aan zo'n alternatieve oplossing te kijken. Toen wij doorhadden dat dit veel voordelen zou opleveren, werd het ook de sport om de bruggen compleet in prefab beton te maken.”

Alles prefabriceren

Eric Pel: “Er waren genoeg redenen voor ons om in prefab te denken. Er was de minimale hinder voor het verkeer met een beperkt aantal afsluitdagen, je kon geen omleidingroutes aanleggen op die locaties en er was ook weinig ruimte om aan twee kanten een bouwplaats in te richten. Daarom gingen wij voor prefab, hoewel dat in de voorfase iets meer investering vergt. Daar staat wel een hoge kwaliteit tegenover. Toen



Dankzij het uitgekende bouwproces ondervond ook de scheepvaart nauwelijks overlast.

de detailengineering van het ontwerp veel tijd bleek te vergen en de uitvoeringstermijn steeds dichterbij kwam, zijn wij naar een fabrikant gestapt om óók de landhoofden te prefabriceren. Dan moet je wel een oplossing vinden om brugdek en landhoofden technisch slim te koppelen, want er is sprake van grote krachten in die verbinding. Wapeningstechnisch is dit prima opgelost. Uiteindelijk is alles in prefab beton vervaardigd, landhoofden met vleugels, middenpijlers, liggers en randbalken. Alleen de onderdraagbalk is vanwege de grootte op de palen gestort.”

Voor de palen is gebruik gemaakt van drie typen prefab: standaard prefab betonpalen, prefab palen met een holle kern en koppelpalen. Alles moest in schoorstand worden geheid. Eric Pel: “Om vanaf het water te kunnen heien is in overleg met Gebr. van 't Hek BV gekozen voor een lichtere stelling op een kleiner ponton in combinatie met de innovatieve koppelpalen. Je zou anders een heel zware stelling nodig hebben gehad om de lange en zware palen van 30 en 33 m te slaan. Ook de holle kern palen kunnen met een lichtere stelling worden geheid. Er is steeds gezocht naar optimalisatie van het proces.”

Prefab brengt balans

Jan Sonneveld: “Er is de nodige creativiteit aan de dag gelegd om de vier bruggen te slopen en te bouwen. We hebben ingestoken op de laagste prijs, maar hebben tegelijkertijd aan een aantal extra eisen en wensen

kunnen voldoen, zoals minimale verkeershinder en weinig overlast. We zijn er trots op hoe dit project is gelopen en leggen de bevindingen vast in een evaluatierapport. Het zou best kunnen zijn dat volgende projecten hier lering uit kunnen trekken.” Eric Pel haakt in: “Het is mij wel duidelijk geworden dat je als opdrachtgever kennis van vaktechniek nodig hebt. Je kunt bij contractvormen met juristen alles zwart of wit willen schetsen, maar het loont om samen met de opdrachtgever met je boerenverstand de meest logische beslissingen te nemen. Er zijn veel verschillende belangen in kosten, omgeving, ontwerp, uitvoering. Dan kan iets niet wit of zwart zijn, maar zoek je naar de grijsnuances. Juist die balans is met prefab beton goed te vinden, waarbij je aan verschillende belangen recht kunt doen.”



Detailering tot in de puntjes uitgewerkt.

Colofon

Redactie

AB-FAB
Postbus 194
3440 AD WOERDEN
Telefoon: (0348) 484 484
E-mail: info@abfab.nl
Website: www.ab-fab.nl



Wilt u zich verder laten inspireren?
Ga naar www.ab-fab.nl

Uitvoering

Eindredactie, opmaak en drukwerk:
Procomm BV, Rotterdam
Teksten: Paul Engels
Fotografie: Peter van Oosterhout,
Andre Roosenburg Fotografie/MNO Vervat,
Jan Sonneveld