



Brug binnen de perken

Een trekbandbrug stelt weinig eisen aan zijn omgeving, vereist weinig materiaal, weinig onderhoud en is relatief snel en eenvoudig te bouwen, mits gefundeerd in rotsachtige bodem. In de slappe bodem van het Amsterdamse Rembrandtpark de eerste Nederlandse trekbandbrug aanleggen, is niet eenvoudig. En toch werd het ontwerp van schiemann weyers architects, bijna tien jaar na dato, vrijwel ongewijzigd in gebruik genomen.

ir. J. van den Bovenkamp

Jeroen van den Bovenkamp is constructief ontwerper/hoofdconstructeur bij Strackee Bouwadviesbureau in Amsterdam (voorheen werkzaam bij Sophia Engineering).

Het Rembrandtpark is het stadspark in Amsterdam Nieuw-West. Er zijn grasvelden, vijvers, speelplaatsen, een kinderboerderij en veel fiets- en wandelpaden. De trekbandbrug is aangelegd in het zuidelijk deel en vormt een nieuwe verbinding tussen twee wandelpaden vlakbij de ingang vanaf de Lelylaan. De bouw van de brug is geen onderdeel van de voorgenomen renovatie van het park.

Aanbesteding

Het project is omstreeks 2013 gegund aan aannemersbedrijf K. Dekker. Hierbij wordt enkel het architectonisch ontwerp van schiemann weyers architects en het programma van eisen, opgesteld door Bouwadviesbureau Strackee, overgedragen. Sophia Engineering (Amsterdam) werkt de brug constructief uit, met als resultaat een definitief constructief ontwerp en een uitvoeringsontwerp. Na controle, in opdracht van het Stadsdeel, wordt het ontwerp geaccepteerd en de bouwvergunning verleend. Ondanks de lange looptijd (start 2009, zie *kader*), waarbij verschillende partijen op verschillende momenten steentjes hebben bijgedragen, is de voetgangersbrug bijna tien jaar nagenoeg conform oorspronkelijk ontwerp gebouwd.

Principes

Een trekbandbrug (Stress Ribbon Bridge^[1]) is constructief enigszins vergelijkbaar met een eenvoudige hangbrug. De draagkabels zijn opgenomen in het brugdek, en vormen samen met het dek de hoofdconstructie. Het dek volgt de vorm van een ketting-

lijn tussen de landhoofden, in tegenstelling tot een hangbrug waarbij het dek horizontaal met hangkabels hangt aan de draagkabels. Hierbij kan de pijl van de parabool van de draagkabels groot gekozen worden, zodat de horizontale krachten zoveel mogelijk worden beperkt, maar bij een trekbandbrug worden dan de hellingen van het dek te groot en daardoor onpraktisch.

Om te voorkomen dat de constructie, als een eenvoudige kabel, teveel gaat bewegen onder belasting, wordt het betonnen dek veelal voorgespannen. De constructie krijgt zo lokaal meer stijfheid, zodat vervormingen onder bijvoorbeeld puntlasten aanzienlijk worden gereduceerd. Kenmerkend bij gerealiseerde trekbandbruggen is dat ze rechtstreeks in stevige, rotsachtige bodems zijn verankerd, om de grote horizontale trekkrachten te kunnen afdragen. In met name het westen van Nederland is het verankeren van grote horizontale krachten in onze slappe bodem niet altijd eenvoudig.

Functies

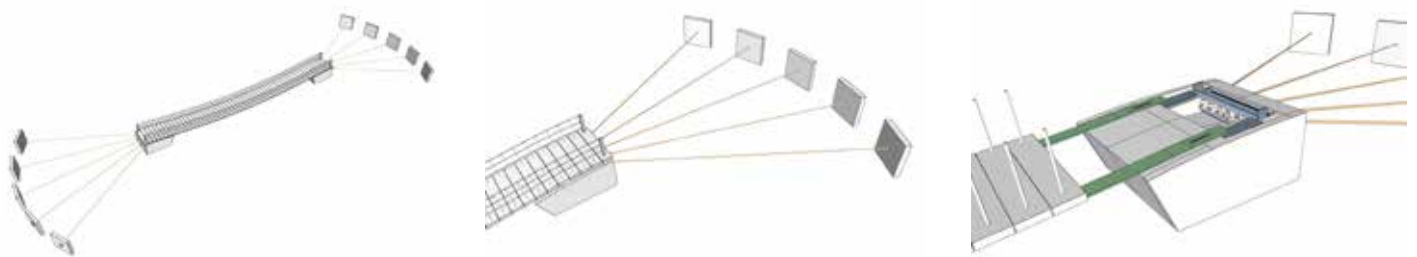
Met een vrije breedte van 2,0 m en aan de uiteinden voorzien van permanente obstakelpaaltjes, is het gebruik beperkt tot voetgangers en een enkele fietser; de brug ligt in een wandelroute loodrecht op de hoofd-fietsroutes. Verder moet de brug voldoende toegankelijk zijn voor mindervaliden. Aangezien de hoogte van de kettinglijn grotendeels de te overbruggen hoogte bepaald en daarmee de gemiddelde en maximale helling, is het zaak om de dimensies van de kettinglijn

tijdig vast te leggen. Bij een overspanning van 21 m is de pijl van de kettinglijn, en zodoende de hoogte, al gauw meer dan 0,5 m. In dat geval mag de gemiddelde helling volgens Bouwbesluit niet meer zijn dan 1:20. De kettinglijn komt bij kleine pijl qua vorm nagenoeg overeen met een parabool. Gerekend vanuit deze parabool neemt de helling van het midden van de overspanning rechtlijnig toe richting de landhoofden. Indien gestreefd wordt naar 1:20 dan mag de pijl van de parabool slechts 0,58 m zijn. De resulterende horizontale krachten zijn dan echter ruim 2300 kN (uiterste grenstoestand). Dit is een grote kracht die afgedragen moet worden aan de ondergrond en constructief geen haalbare kaart; de dimensies van de brug zouden volledig uit verhouding raken tot de te realiseren overspanning (zie *Fundering*). Om de horizontale kracht te reduceren is er, in overleg met de gemeente, voor gekozen de gemiddelde helling te vergroten naar 1:15. De pijl van de parabool bedraagt dan 0,80 m, waarmee de horizontale krachten met 35% zijn gereduceerd, van 2300 kN naar 1700 kN (uiterste grenstoestand).

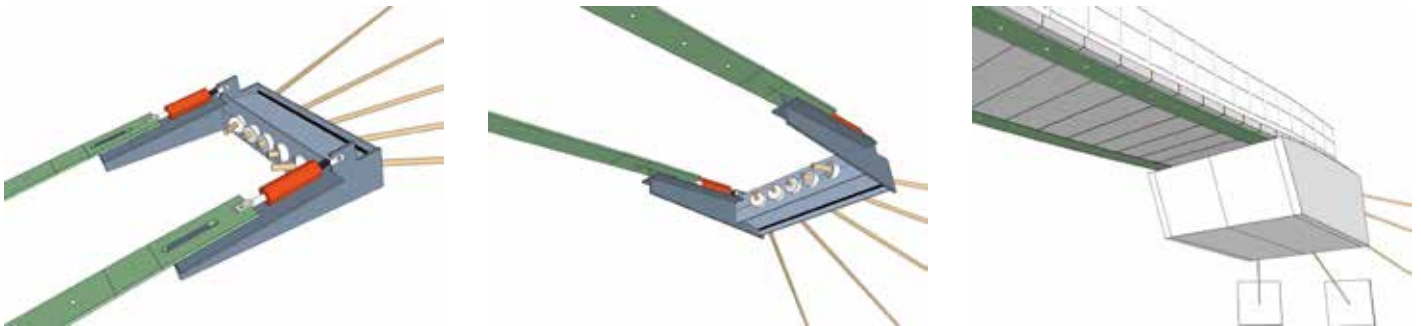
Constructie

Bij de trekbandbrug wordt geen gebruik gemaakt van staalkabels, maar van twee stalen strips waarop 58 prefab betonnen dekplanken zijn geplaatst. De strips dragen hun trekkrachten via een betonnen landhoofd af aan vijf ankerschotten. Het landhoofd is op staal gefundeerd.

De leuning op de brug bestaat uit een kabelhekwerk, dat per dekplank gesteund wordt door een baluster. De kabels zijn met een veermechanisme in de eindbalusters verankerd en voorgespannen. Het kabelhekwerk is in tegenstelling tot een starre leuning goed in staat de bewegingen van de brug te volgen. Er is bewust voor gekozen de leuning geen onderdeel te laten zijn van de hoofd-draagconstructie. De vervormingen van de brug zouden het slanke hekwerk sterk doen uitknikken en wellicht blijvend vervormen.



Overzicht staalconstructie, detail ankerschotten en stalen juk in het landhoofd.



Stalen juk verbindt strips en ankerstangen met trekcilinders (in rood).

Dynamica

Het bewegen van de brug onder de belasting van voetgangers is inherent aan het type brug. Het is tenslotte een hangende constructie die zich, om evenwicht te vinden, vormt naar de erop werkende belasting om hiermee. Wanneer deze bewegingen en vervormingen ongewenst zijn dan moet aan het dek zoveel stijfheid, en dus dikte, worden gegeven dat er in feite een (gebogen) liggerconstructie ontstaat. Het toestaan van enige beweging komt dus ten goede aan het constructieprincipe en daarmee aan de slankheid. De bewegingen en vervormingen van de brug kunnen wel beperkt worden door het betonnen dek voor te spannen. Zodoende ontstaat lokaal meer stijfheid waardoor de invloed van een puntlast, zoals een voetganger, over grotere lengte wordt gespreid (zie *Betonnen dekplanken*).

Fundering

In de ontwerpfase zijn meerdere funderingsconstructies beschouwd. De horizontale kracht moet bij de landhoofden afgebogen worden om verankering te vinden in de ondergrond. Een paalfundering in combinatie met trekankers naar dieper gelegen

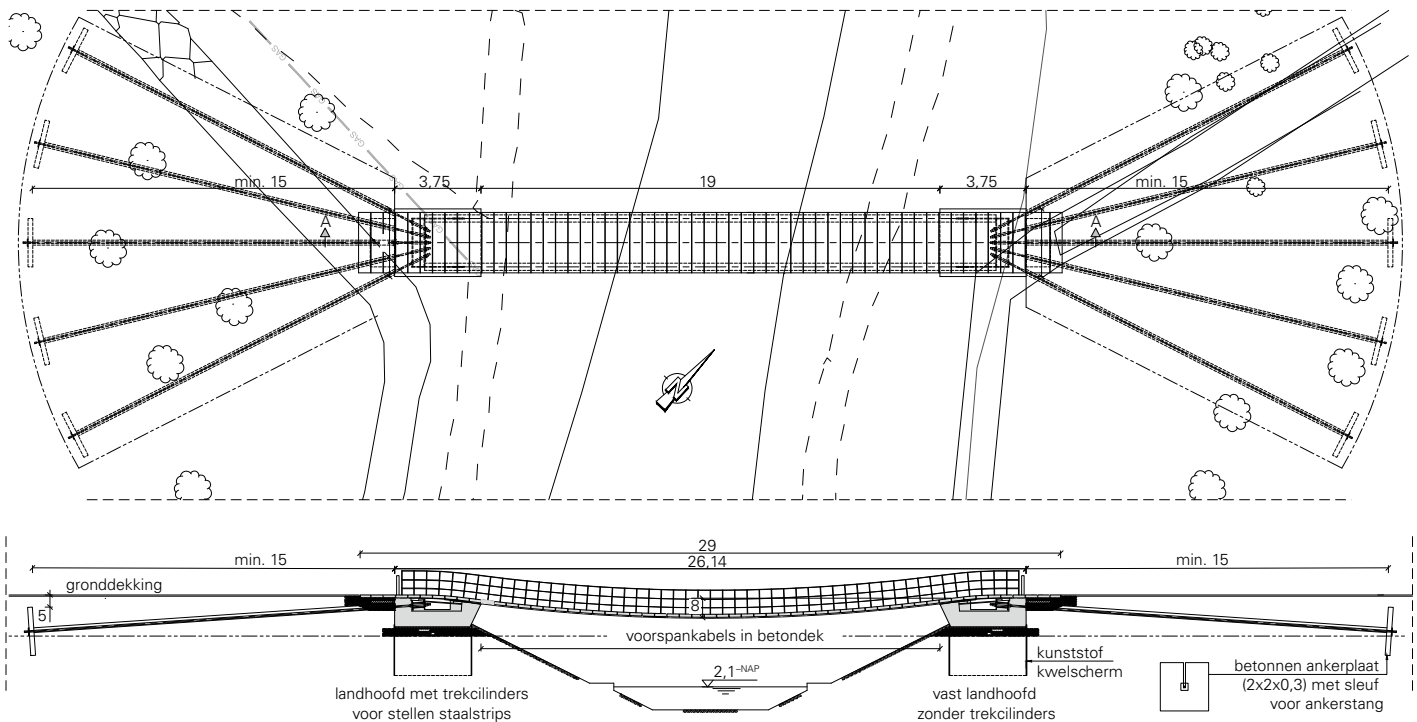
draagkrachtige lagen resulteert al snel in een grote ontbondene van de horizontale kracht, door de aanzienlijke hoek tussen trekankers en horizontale lijn. Deze hoek is al snel groot, omdat een groutanker, met voldoende gronddruk, tot in de draagkrachtige zandlaag gezet moet worden wil het voldoende trekkracht kunnen genereren. Bij een diepte van de draagkrachtige zandlaag van 15 m –NAP wordt een groutanker onder een hoek van 45° zo'n 21 m lang. Voor een effectievere opname van de horizontale kracht geniet een kleinere hoek de voorkeur. De lengte van het anker wordt dan al snel erg groot. Dit komt de stijfheid niet ten goede, met als gevolg een ongewenste rotatie van het landhoofd. Een steiler geplaatst anker zorgt echter weer voor een grotere ontbondene kracht op de paalfundering. Dit maakt de paalfundering zwaar in verhouding tot de dimensies en het gewicht van de brug.

De ontbondene werkt ook deels horizontaal. De palen moeten daarom een horizontale reactie kunnen geven om hiermee evenwicht te maken. Deze reactiekracht zal door de bedding tegen de palen, in combinatie met een aanzienlijk paalkopmoment, gecorrigeerd moeten worden.

Behalve de dimensies van paalfundering en trekankers is de vervorming van het landhoofd, onder invloed van de erop werkende krachten, ook problematisch. De grout-/trekankers zijn in verhouding tot de funderingspalen minder stijf. Onder invloed van de krachten zal het anker rekken en enigszins slippen tijdens het opbouwen van de reactiekracht. Door de vervorming en verplaatsing van het trekanker is het landhoofd geneigd te roteren. Op zich is deze rotatie geen probleem als deze weer gecorrigeerd kan worden. Dit corrigeren zou moeten gebeuren door het trekanker vaster te draaien, ofwel te verkorten. In theorie zal het landhoofd dan weer moeten kunnen worden teruggedraaid. De paalfundering zal hier echter grote weerstand tegen geven. Corrigeren van een geteerd en/of getransleerd landhoofd is zodoende niet mogelijk.

Stellen en corrigeren

Toch is de mogelijkheid tot stellen of corrigeren belangrijk, met name tijdens de uitvoering wanneer de op het landhoofd werkende krachten worden opgebouwd. Er moet een goede balans worden gezocht tussen de trekkracht in de trekankers en de trek-



krachten vanuit het brugdek. Een verplaatsing of rotatie van het landhoofd heeft direct invloed op de kettinglijn, en zodoende op de helling van het dek. Indien de landhoofden in geringe mate naar elkaar toe schuiven door de horizontale trekkrachten, zal de pijl van de kettinglijn toenemen. De horizontale krachten zullen kleiner worden, maar het gevaar ontstaat dat het dek op de rand van het landhoofd gaat rusten, waardoor plaatselijk een grotere kromming (knik) in de strip ontstaat. Naast de grote trekkracht treedt dan ook een aanzienlijk buigend moment op in de strip, met als gevolg grotere staalspanningen dan waar op gerekend is. Het is zaak dat de strips op het landhoofd een loslaatpunt hebben, waar de convexe kromming op het landhoofd ongedwongen overgaat in de concave kromming van de overspanning. Qua krachtenspel is de situatie ideaal als de horizontale trekkracht zoveel mogelijk in het verlengde daarvan een reactiekracht vindt. De ontbondene wordt dan zo klein mogelijk gehouden en de neiging tot rotatie van het landhoofd voorkomen. Dit betekent echter dat er een verankering van de kracht dicht onder het maaiveld moet worden gezocht. Een groutanker volstaat in dit geval

niet door onvoldoende gronddruk van bovengelige gronddagen.

Ankerschot

De reactiekracht is wel te genereren door een waaier van vijf ankerschotten per landhoofd, ruim achter het landhoofd en vlak onder het maaiveld aangebracht. Het geheel heeft een ruime overcapaciteit in het geval dat een ankerschot bezwijkt. Een ankerschot heeft een oppervlakte van 2x2 m en een dikte van 0,3 m. De bovenkant van de ankerschotten bevindt zich 0,5 m onder het maaiveld. De ankerschotten zijn met ankerstangen gekoppeld aan het landhoofd. Er is voor gekozen om de Ø 60 ankerstangen onderin een kunststoffen mantelbuis te leggen. Mochten maaiveldzakkingen plaatsvinden of plaatselijk hoge maaiveldbelastingen optreden, dan zakt enkel de mantelbuis en wordt er geen grote belasting loodrecht op de ankerstang uitgeoefend.

De bovenste 2 à 3 m van de bodem bestaat uit zand. Aangezien het totale gewicht van de brug slechts 4,5 kN/m² bedraagt, is een fundering op staal prima haalbaar. De te verwachten zettingen gedurende de levensduur blijven beperkt door het relatief lage

gewicht. Bovendien zullen zettingen nagenoeg niet zichtbaar zijn door de ligging en de aansluiting op een wandelpad met steenslag. Er worden kleine stootplaten toegepast, zodat zettingen niet direct tekenen in aansluiting op het landhoofd. Verschilzettingen tussen de landhoofden vormen, mits beperkt, geen probleem voor de constructie. De dragende strips vormen zich naar de nieuwe situatie zonder dat er secundaire momenten optreden. Ten opzichte van een zware paalfundering met groutankers, is behalve een besparing met name een beter beheersbare constructie ontstaan.

Landhoofden

De hoek waaronder de stalen strips met het landhoofd zijn verbonden, is nagenoeg gelijk aan de hoek die de ankerstangen maken met de horizontaal. De ontbondene van de resulterende kracht van strip en ankerstang is daardoor verticaal, waardoor het landhoofd hoofdzakelijk in verticale richting zijn kracht aan de ondergrond hoeft af te dragen. Een goede grondverbetering onder het landhoofd is voldoende voor de krachtsafdracht naar de bovenste, nagenoeg aan het oppervlak liggende zandlaag.

Projectgegevens

Locatie Rembrandtpark, Amsterdam • Opdracht Gemeente Amsterdam • Architectuur schiemann weyers architects, Rotterdam • Constructief ontwerp Sophia Engineering, Warmenhuizen • Staalconstructie De Greeuw, Wognum • Uitvoering K_Dekker bouw & infra, Warmenhuizen • Betondek- en ankerplaten Efko Beton, Uitwellingerga • Fotografie Jeroen van den Bovenkamp

Literatuur

1. J. Strasky, *Stress ribbon and cable-supported pedestrian bridges*, Thomas Telford, Londen 2005.



Aanbrengen juk na eerste betonstort.



Watergang tijdens uitvoering gedempt.



Zorgvuldig ingepast.

Belangrijk in het geheel is dat de krachten uit de strips en de krachten uit de ankerstangen evenwicht vinden in het landhoofd. De bedoeling hierbij is om een goede verbinding van de strips en de ankerstangen aan het betonnen landhoofd te realiseren. De krachten zijn echter zo groot dat grote verankeringsslengten nodig zijn, waarna vervolgens een krachtoverdracht moet plaatsvinden van strips naar ankerstangen via het beton. Deze complexe overdracht leidt bij dergelijk grote krachten tot een lastige, dichte wapeningconfiguratie. Bovendien heeft het landhoofd slechts betrekkelijk kleine afmetingen en biedt dus weinig ruimte voor deze constructies. De krachtoverdracht van stalen strips naar stalen ankerstangen is veel eenvoudiger als dat met staal kan. Zo is een stalen juk ontworpen dat in het landhoofd is ingestort. De strips en ankerstangen kunnen direct op dit juk worden aangesloten. Het juk heeft aan de onderzijde ruim oplegvlak zodat de resulterende drukkracht zonder grote spanningsconcentraties overgedragen kan worden aan het beton, en de ondergrond. De wapening vereenvoudigt dan tot een, volgens civieltechnische begrippen, praktische wapening van \varnothing 12-150. Het landhoofd ligt in een hoge en redelijk steile helling. Om uitspoeling onder het landhoofd te voorkomen, zijn rondom het landhoofd houten damplanken aangebracht.

Ankerschotten en ankerstangen

Doordat de ankerschotten en -stangen dicht onder het maaiveld liggen, is het aanbrengen ervan een lastige opgave door de vele bomen op beide oevers. Dit wordt opgelost door de oriëntatie van de brug en configuratie van de waaier van ankerschotten enigszins te wijzi-

gen. Zo zijn enkele ankers iets korter uitgevoerd en andere iets langer, om deze net voor of achter een boom te kunnen plaatsen. De ankerschotten zijn verticaal in sleuven aangebracht met aan de dragende landhoofdzijde een grondverbetering. De ankerstangen zijn door een sparing in het ankerschot gestoken en met een grote moer achter het schot geborgd. Met het aandraaien van de moer op de ankerstang is het tevens mogelijk om, na bevestiging van de ankerstangen aan het landhoofd, de ankerschotten te activeren. In het gebied van de ankerstangen is net onder het maaiveld een geogrid aangebracht. Dit is gedaan ter waarschuwing indien er in dat gebied graafwerkzaamheden worden verricht.

Stalen strip

Iedere stalen strip heeft een doorsnede van 300x30 en een lengte van \pm 23 m. Door een beperkte handelslengte (6 m) moet de trekband worden samengesteld uit meerdere striplengtes. Voor transport- en montage-doeleinden is in eerste instantie een deling in tweeën of in drieën ontworpen, met een boutverbinding tussen de delen. De boutverbinding zou een groot voordeel zijn bij het monteren. In de uitvoeringsfase is er uiteindelijk voor gekozen om de delen op locatie toch aan elkaar te lassen. De strips kunnen daardoor dunner uitgevoerd worden. De dikte wordt namelijk bepaald doordat bij de ontworpen boutverbinding effectief 2/3 van de staaldoorsnede beschikbaar is. In de huidige situatie hebben de strips in de uiterste grenstoestand een ruime overcapaciteit.

Betonnen dekplanken

Loodrecht op de stalen strips is een brugdek aangebracht van ruw geborstelde prefab

betonnen dekplanken, met een doorsnede van 500x155 en een lengte van 2,5 m. Door beide uiteinden van iedere dekplank steekt een baluster. De baluster gaat door de betonnen dekplank en door een slobgat in de strip. Met een boutverbinding onderaan de strip wordt zowel baluster als dekplank vastgezet. Tussen de dekplanken is opleggrubber aangebracht om te voorkomen dat het beton van naastgelegen planken door beweging van de brug tegen elkaar aandrukken, afspatten of afboeren.

Een voldoende ruime voeg had hier ook kunnen volstaan, maar om de brugconstructie lokaal meer stijfheid te geven zijn de dekplanken met een geringe voorspankracht tegen elkaar aan gespannen. Hiertoe zijn een viertal doorvoeren voorzien in de dekplanken waardoor de voorspankabels geregen zijn. Bij de landhoofden is de voorspankracht verankerd in de laatste vrijhangende dekplanken. Door het spannen van de dekplanken kan tussen de planken, onder invloed van een lokale puntlast, een drukpunt ontstaan. In combinatie met trek in de strip ontstaat zo rond de puntlast een grotere inwendige hefboomsarm. Hierdoor ontstaat lokaal meer stijfheid. De invloed van een puntlast wordt zo over een grotere lengte gespreid. Dit heeft een gunstig effect op het gebruikscomfort. Het vervormingsgedrag van de brug komt zo tussen een slappe plank en een kabel in te liggen.

Bouwplaatsvoorbereiding

Start bouw is medio 2017. Na het rooien van alle bestaande, polsdikke begroeiing kan voldoende ruimte gemaakt worden tussen de bomen en wortels voor de ankerschotten en ankerstangen. Voor de 2 m hoge ankerschot-

Ontwerpoverweging

Het ontwerp van de voetgangersbrug speelt in op de bestaande topografie en landschappelijke setting – een overbrugging voor de wandelaar in een natuurlijk heuvellandschap. Binnen het 'uitwerkingsplan raamwerk Lelylaan' (2009) moet de zuidrand van het park opnieuw worden vormgegeven. Het parkontwerp van landschapsbureau Aksis voorziet in een meanderende parkbeek binnen een heuvelachtig boslandschap. De voetgangersbruggen over deze beek zijn onderdeel van het netwerk van wandelpaden in het park.

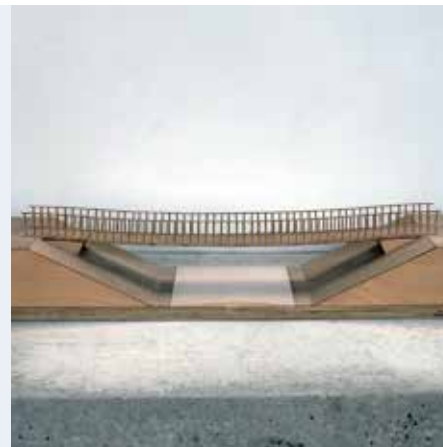
Schiemann weyers is op dat moment betrokken bij het ontwerp voor de aanpassing van het viaduct Lelylaan/Westlandgracht. Door een uitbreiding van dit viaduct zal de watergang in het Andreas Ensemble met de parkbeek in het Rembrandtpark worden verbonden. Het raamwerk wijst deze uitbreiding aan als 'balkon naar het Rembrandtpark', één van de voetgangersbruggen over de beek zal van hieruit goed zichtbaar zijn. Een verwantschap tussen viaduct en voetgangersbrug is dus wenselijk.

Na een inventarisatie van de langzaam verkeersbruggen binnen de westelijke tuinsteden zijn de karakteristieke kenmerken en specifieke vormtaal in kaart gebracht: 'robuuste betonbruggen, elegante constructies en individueel verfijnde, stalen hekwerken'. Met

de gemeente Slotervaart is een programma van eisen voor de kunstwerken opgesteld, een leidraad voor de 'familie' langzaam-verkeersbruggen.

Het ontwerp zou binnen deze leidraad uitgewerkt worden en aansluiting vinden bij de reeds bestaande bruggen in het Rembrandtpark. Deze brug over de parkbeek heeft een duidelijk minder utilitaire functie dan de geïnventariseerde bruggen en het naastgelegen viaduct. Ondanks de herkenbare verwantschap is hier sprake van een uitzonderingspositie. Enerzijds een brug aansluitend bij de kunstwerken uit de westelijke tuinsteden, anderzijds een brug duidelijk passend in een parkachtige omgeving.

De brug hoort binnen de categorie 'trekbandbruggen' en is nog niet eerder toegepast in Nederland. Kenmerkend voor de constructieve eigenschappen is de de voorspelbaarheid van het dynamisch gedrag: de (verticale) oscillaties. Bezwaren, die tegen het ontwerp zijn aangetekend, refereren hoofdzakelijk aan dit gegeven. De brug zou niet voldoen aan gewenste comforteisen. Echter, ook het verwachtingspatroon van de gebruiker speelt bij comfort een rol. De vormgeving en setting van deze brug wekken expliciet de verwachting dat het dek enigszins kan bewegen. De bewegingen horen binnen een acceptabel spectrum te blijven. Met ingenieursbureau Van der Keur en in-



genieursbureau IBA Amsterdam is het ontwerp verder uitgewerkt en daarna door het supervisieteam Lelylaan goedgekeurd.

In 2010, als het project door de administratieve samenvoeging van Amsterdamse stadsdelen opnieuw wordt aanbesteed, worden de activiteiten stilgelegd en de samenwerking met schieman weyers architecten niet verder gecontinueerd.

*Jörn Schieman/Otto Weyers
schieman weyers architects*

ten zijn behoorlijke gaten nodig om behalve voldoende ruimte voor de schotten, ook voldoende werkruimte te hebben.

De bomen wortelen diep voor hun water- en voedselvoorziening en redelijk geconcentreerd onder de stam naar beneden. Het uitwaaiende wortelstelsel is meer voor de stabiliteit. Daar waar dikke wortels aanwezig zijn, is het mogelijk de mantelbuis voor de ankerstangen onder de wortels door te persen. Vervolgens is bij de landhoofden grondverbetering aangebracht. Na verdichten en inwateren geeft een Proctorproef, ter beoordeling van de verdichting, goede resultaten. Daarna is er een laag van 40 cm stabzand aangebracht.

Uitvoering

De houten damwanden, ter bescherming van het draagvlak onder het landhoofd tegen uitspoeling en ondergraving door de aanwezige fauna, zijn direct aangebracht en kunnen zodoende gebruikt worden als bekisting. De centerpennen voor de samenhang van de

kist zorgen na de betonstort voor een adequate bevestiging van de damwanden aan het landhoofd.

Hoewel de landhoofden klein in afmeting zijn is de bouw in drie stortfasen uitgevoerd. Voor de bouwvak is de eerste stort van beide landhoofden uitgevoerd. Daarna heeft metaalbedrijf De Greeuw de stalen jukken geplaatst en gesteld. Vervolgens is met de tweede stort het juk met beton omstort en opgenomen in het landhoofd, met uitzondering van een sparing aan de bovenzijde waar de toegang is tot de verbinding van de ankerstangen aan het juk. Zo kunnen de ankerstangen op spanning worden gebracht, en zodoende de ankerschotten geactiveerd, vanaf zowel de ankerschotzijde als de landhoofdzijde. Nadat de ankerstangen verbonden zijn met het landhoofd, worden de ankerstangen met de moer aan de ankerschotzijde op spanning gezet. Zo kan de doorhang van/speling in de ankerstangen opgeheven worden en worden de ankerschotten deels geactiveerd.

De watergang is tijdens de uitvoering tijdelijk gedempt om onder en langs het brugdek werkruimte te hebben op korte afstand van het brugdek, uit praktisch en veiligheids oogpunt.

De stalen strips zijn in vier delen aangevoerd en gelast, en met een autolaadkraan, vanaf het westelijke landhoofd, ingehesen. Bij het oostelijke landhoofd zijn de strips direct vastgelast op het juk. Bij het westelijke landhoofd is eerst een trekcilinder tussen juk en strip geplaatst om de fijnafstelling van de pijl van de kettinglijn te doen. Nadat de juiste vorm bereikt is, zijn ook aan de westelijke zijde de strips vastgelast aan het juk. Tijdens de werkzaamheden zijn de landhoofden steeds gecontroleerd, om te voorkomen dat deze teveel naar elkaar toe gaan schuiven. Immers, dan zou het met de fijnafstelling niet meer mogelijk zijn de pijl van de kettinglijn te corrigeren. Uiteindelijk blijken correcties niet nodig. Tijdens uitvoering en kort na gereedkomen zijn de landhoofden slechts 1,5 cm naar elkaar toe geschoven. •