

MOBIELE VOETGANGERSBRUGGEN OVER DE GAVE

BRUG VAN DE GROTRUIMTE IN LOURDES

Marijn Laethem, Bureau d'Etudes Greisch

Op het bedevaartcomplex in Lourdes moesten over de rivier de Gave de Pau drie nieuwe bruggen worden gebouwd. De eerste inmiddels gerealiseerde brug is een atypisch project, onderdeel van een complexe situatie in combinatie met een uitzonderlijk snel projectverloop. De verschijningsplaats in Lourdes is opmerkelijk: de topografie, gecreëerd door de rivier Le Gave de Pau en door

de uitlopers van de Pyreneeën, vormen er een bijzonder compacte en omsloten plaats.

De Verschijningen, de Basilieken en de pelgrimsbewegingen trekken tijdens het hoogseizoen meer dan 5000 bezoekers per dag en vereisen daarom een specifieke en aangepaste voetgangersinfrastructuur. Vandaar de beweegbare bruggen over de Gave.

ARCHITECTURAAL ANTWOORD OP DE ONTWERPVRAAG

De architecturale visie ging uit van de omgeving en haar symbolische en topografische waarde. De omgeving is doordrenkt met geschiedenis, spiritualiteit en ook stilte en is de ontmoetingsplaats voor reizigers die vaak van heel ver komen om de wonderen van het heiligdom te ervaren. Bovenaan de heilige omgeving staat de Basiliek van Onze-Lieve-Vrouw van de Onbevleete Ontvangenis, gebouwd in 1876, in de onmiddellijke nabijheid van de Grot waar de eerste pelgrims hun gebeden richtten tot

de Maagd Maria. De daaropvolgende architecturale bouwwerken (Rozenkransbasiliek en Basiliek van Sint-Pius X) werden met respect tot de eerst gebouwde, majestueus uittorende basiliek, heel wat bescheidener vormgegeven. Onderaan heerst de stilte langs het krachtige, wispelturige water van de Gave de Pau. Gelegen in de uitlopers van de Pyreneeën omarmt de Gave-rivier de Basiliek en de Grot in een eindeloos natuurlijk lijnenspel. In volmaakt evenwicht met de bovenaardse stilte van de basiliek en het benedenaardse gebulder van de Gave, bevinden zich enkele

gespannen draden. Eenvoudige rechte lijnen met een slankheid die het meest gepaste antwoord bieden op het wispelturige verloop van de Gave. Uitdrukkingsloos nemen de voetgangersbruggen de vorm aan van de verbinding tussen beide oevers. Zonder enige opdringerigheid noch rivaliteit met de verticale lijnen van de Basiliek van Onze-Lieve-Vrouw van de Onbevleete Ontvangenis nodigen de bruggen de pelgrim eenvoudigweg uit over te steken, badend in het geruis van de Gave. De waterloop blijft zo helder en leesbaar, de oversteek verwordt natuurlijk en vanzelfsprekend.



Architecturaal pareltje binnen de sacrale omgeving



Architecturale impressie

EEN NEDERIGE EN EENVOUDIGE BENADERING

Het uitzonderlijke hoogwater van de Gave van juli 2013 leidde tot aanzienlijke schade van de bestaande bruggen wat het Sanctuarium van Lourdes verplichtte tot een stellingname voor

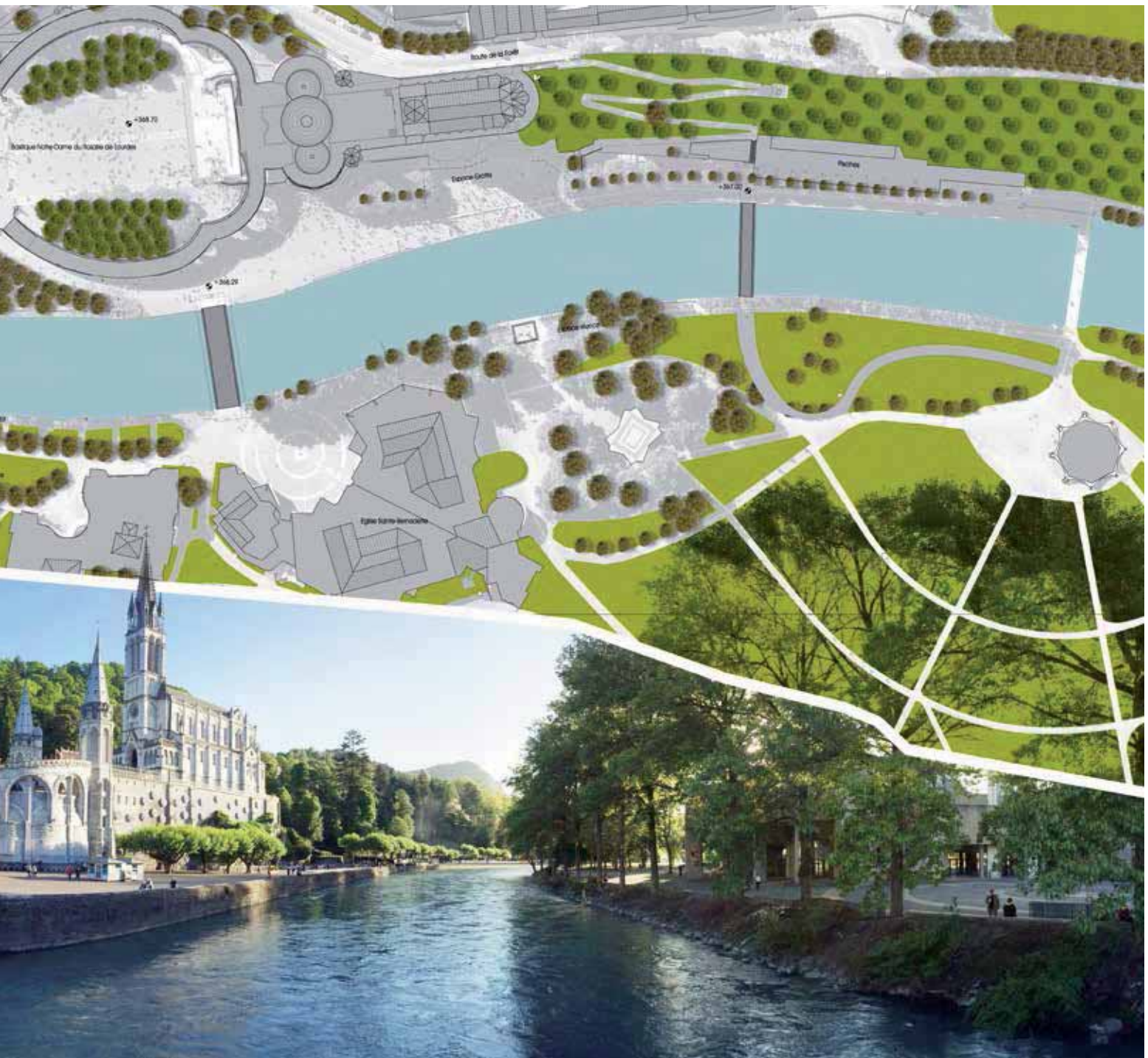
een globale, geïntegreerde oplossing in deze problematiek. Het resultaat werd een ontwerpwedstrijd voor drie, verplicht beweegbare (hefbare), voetgangersbruggen, die bij uitzonderlijk hoogwater boven het stromende gevaar kunnen uitstijgen.

Een geheel van hydraulische vijzels, discreet verborgen in de oevers, tilt de beweegbare brug indien nodig uit boven de razernij van de Gave de Pau. Voor de voetgangersbrug zelf wordt geopteerd voor een uiterst nobel materiaal, duplex roestvaststaal, omwille van



↑ Planzicht en panoramafoto van de gehele omgeving

← Overzicht van de nieuwe brug met de bestaande brug op de achtergrond



haar hoogwaardige, esthetische en mechanische eigenschappen om een uitgesproken fijn ontwerp (400 mm dikte voor 40 m overspanning) te bekomen. Het resultaat oogt als een metalen lint dat de twee oevers met elkaar verbindt. “Het juiste, bestaat erin niets te doen”. Dit werd het meest passende antwoord op de omgeving.

Zelfs al kon het formele wedstrijdontwerp niet ‘niets doen’ zijn, onze betrachting was toch om zo ver mogelijk op dit denkbeeld door te

gaan en het ontwerp zo dicht mogelijk bij het idee te laten aansluiten. Het resultaat werd een structuur met onnavolgbare slankheid (1/100)!

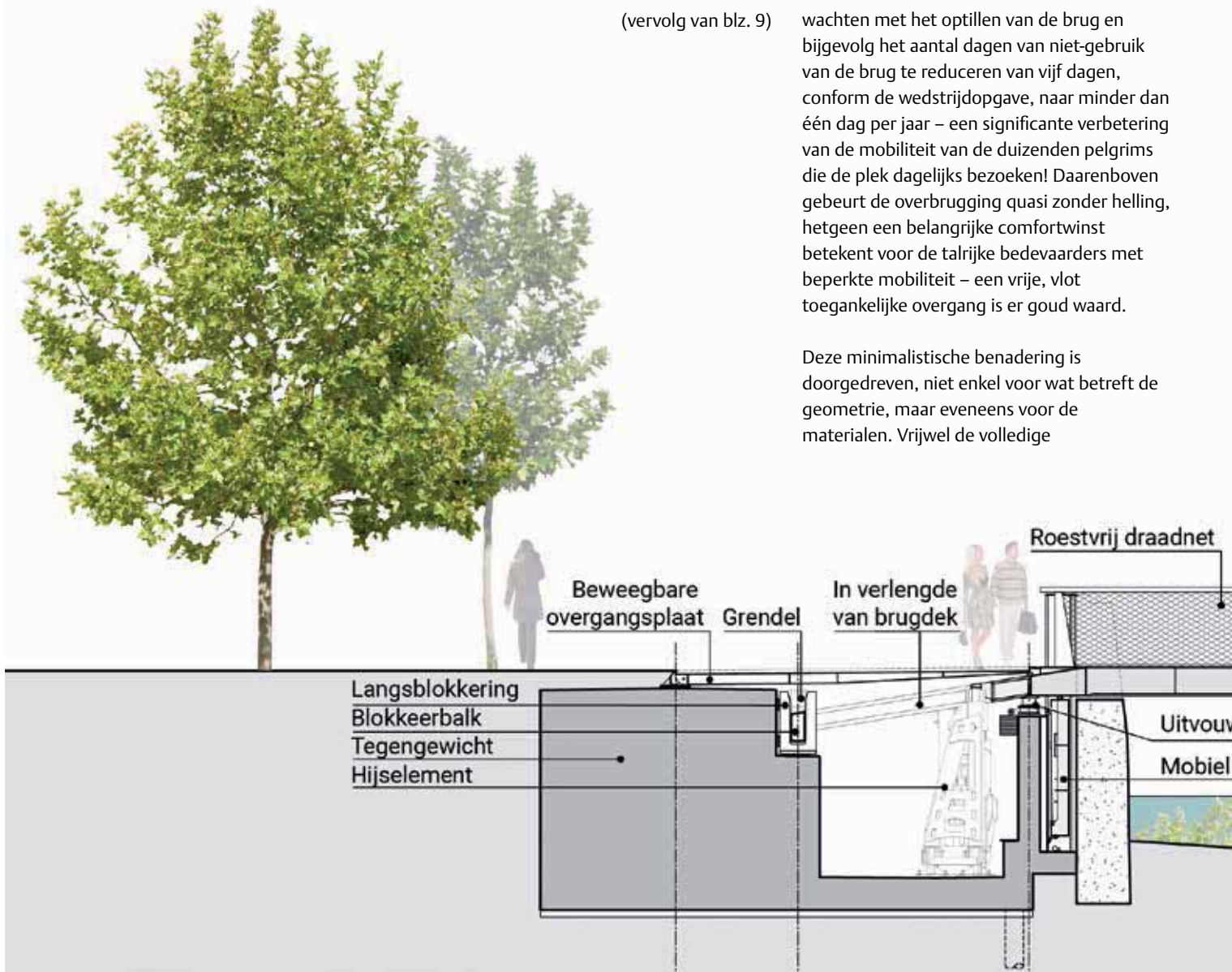
Die ambitie was er niet enkel en alleen omwille van de ambitie zelf: ze trachtte maximaal de omgeving te respecteren door een ontwerp voor te stellen dat zich optimaal integreert. De ontwerpwedstrijd had overigens betrekking op drie voetgangersbruggen, die alle drie samen zichtbaar zijn op de integratie hieronder. Naast de voetgangersbrug op de voorgrond is

er nog een brug stroomopwaarts en één stroomafwaarts in dezelfde omgeving. Deze fijnheid is absoluut niet vanzelfsprekend. De hoogwaterstanden van de rivier kunnen heel plots optreden en bijzonder gewelddadig zijn. De beperkte bedding van de rivier fluctueert bijgevolg sterk en verplicht om de voetgangersbrug omhoog te tillen om geen gevaar te lopen bij hoogwater. Bovendien zijn de hoogwaterstanden frequent tijdens het bedevaartseizoen, zodat een minimalisatie van de dikte van de voetgangersbrug toelaat om langer te kunnen

(vervolg van blz. 9)

wachten met het optillen van de brug en bijgevolg het aantal dagen van niet-gebruik van de brug te reduceren van vijf dagen, conform de wedstrijdopgave, naar minder dan één dag per jaar – een significante verbetering van de mobiliteit van de duizenden pelgrims die de plek dagelijks bezoeken! Daarenboven gebeurt de overbrugging quasi zonder helling, hetgeen een belangrijke comfortwinst betekent voor de talrijke bedevaarders met beperkte mobiliteit – een vrije, vlot toegankelijke overgang is er goud waard.

Deze minimalistische benadering is doorgedreven, niet enkel voor wat betreft de geometrie, maar eveneens voor de materialen. Vrijwel de volledige



draagstructuur en het brugdek zijn uitgevoerd in duplex roestvaststaal. Er is bijgevolg geen enkele bekleding, noch afwerking. Het roestvaststaal werd gezandstraald om voldoende grip te geven voor de passanten en om de textuur mat, nobel, geïntegreerd te maken. Daarnaast werd de plaat geperforeerd volgens een artistiek, willekeurig patroon (hieronder voorgesteld). De dichtheid van de doorboringen is hoger nabij de oevers met daarenboven een bijkomende subtiele verdichting nabij de Grot.

TECHNISCHE ASPECTEN

Tot een dergelijke fijnheid komen, met een dergelijke globale slankheid, is structureel heel complex. De hoofddragstructuur is opgebouwd uit een balkenrooster in roestvaststaal. Tussen de langsliggers bedraagt de afstand 461 mm. De dikte van het brugdek bedraagt 400 mm voor een overspanning van 40 m. Het brugdek is opgebouwd uit een duplex roestvaststaalplaat van 10 mm dik, die sterk gezandstraald werd en waardoor een onregelmatig patroon van

doorboringen gerealiseerd werd. Deze plaat vormt tevens de bovenflensplaat van de langsbalken, dit met het oog op een maximale materiaal- en dus gewichtsbesparing.

De nuttige breedte van de overspanning van het kunstwerk bedraagt 6 m voor een totale breedte van 7 m. Het verschil gaat volledig op aan de breedte van de borstweringen. Voor de twee andere, toekomstige kunstwerken, bedraagt de totale breedte respectievelijk 11 en 5 m. De totale massa van de brug bedraagt ongeveer 60 ton waarvan 35 ton uit duplex roestvaststaal bestaat.

Het statisch schema van de brug is tweeledig: eenvoudige oplegging op twee steunpunten onder permanente belastingen en ingeklemd onder variabele belastingen. Deze inklemming wordt gerealiseerd door twee naast elkaar gelegen opleggingen in elk landhoofd. Met deze ontdebbling van de oplegging gaat een verlenging van de draagstructuur gepaard



Aangebrachte perforaties in het brugdek



Zicht op het brugdek

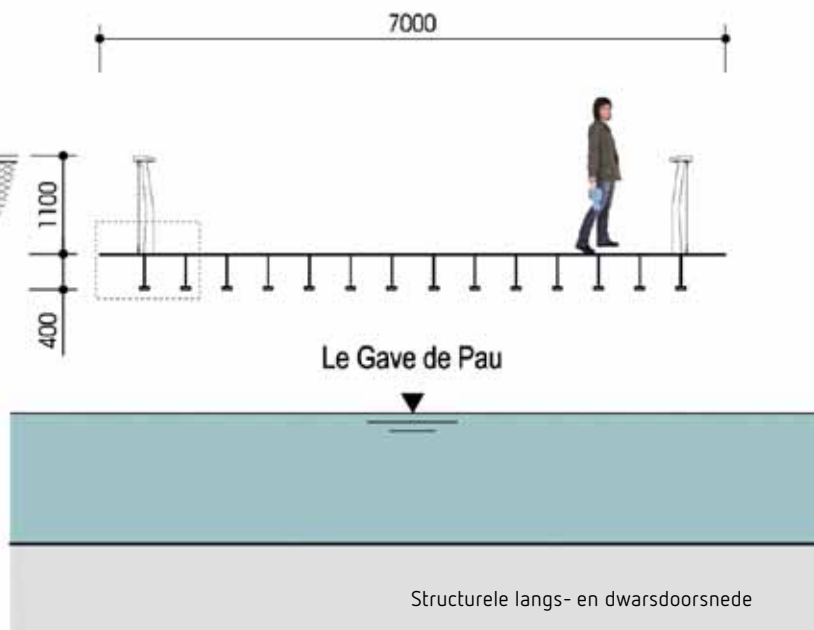
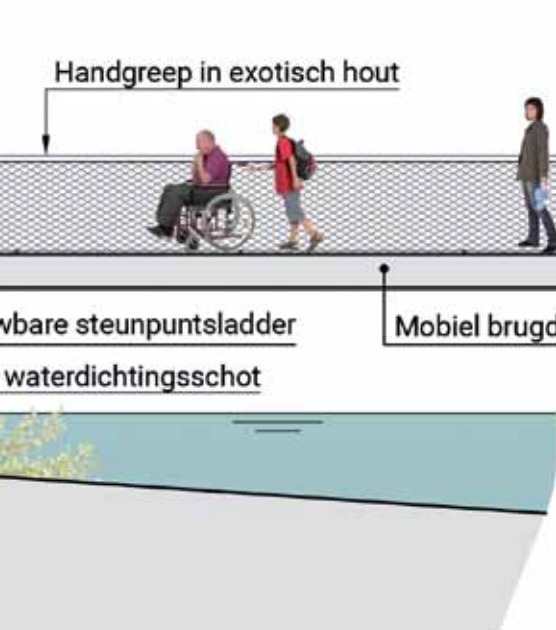
met zo'n 3,2 m. Het uiteinde is geblokkeerd door een vergrendeling die het achterste steunpunt vormt. Het optillen van dit achterste steunpunt wordt onmiddellijk gecompenseerd door een tegengewicht in beton achteraan het landhoofd. Teneinde het kunstwerk zo transparant mogelijk te maken, werden er slechts twee tussenliggende stijlen voorzien, hetgeen resulteert in een maximale overspanning van 13 m tussen de stijlen. Om een dergelijke grote afstand te overbruggen wordt de handgreep in hout opgelegd op twee opgespannen platen uit duplex roestvaststaal. Een net van roestvaststalen draden met een diameter van 1,5 mm vormt de valbeveiliging zonder daarmee een

ondoorzichtig scherm om te trekken naar gebruikers van de brug toe of gezien vanaf de oevers. Het opspannen van het roestvaststaal combineert een zeer goede weerstand en duurzaamheid doorheen de tijd, met een zeer goede stevigheid tegen valbewegingen.

Het optillen van de brug gebeurt door middel van twee onafhankelijke installaties, geïntegreerd in de oevers. De kinematica van het optillen is gebaseerd op de vervorming van een parallellogram opgebouwd uit een hoofddraagarm in de as van het kunstwerk en een tweede arm om eventuele asymmetrische krachten op te nemen. Een telescopische vijzel die steeds onder druk staat, realiseert de

beweging. De hoofddraagarm verzekert eveneens de langsstabiliteit van het brugdek in hoge positie door haar driehoeksvorm.

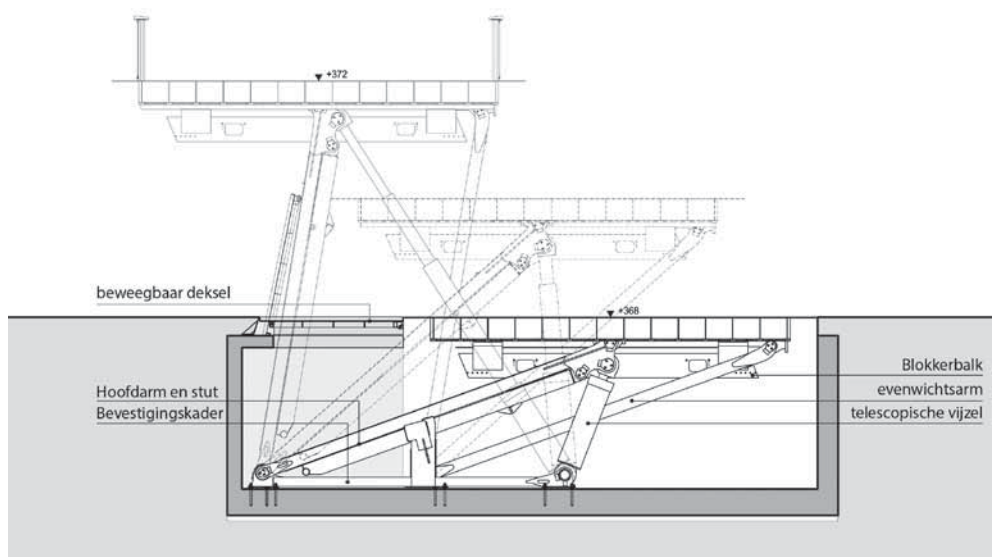
In hoge positie, de zogenaamde veiligheidspositie, wordt een stut ontplooid om de stabiliteit van het brugdek te garanderen bij een eventueel incident met de vijzel.



Het hefsysteem in de werkplaats



Het hefsysteem bij plaatsing op de bouwplaats



Kinematica van de hefbeweging

Op de linkeroever vormt de aanwezigheid van de voetgangersbrug een opening in de keermuur die de achterliggende zone beschermt tegen overstroming in geval van frequente hoogwaterstanden. Een mobiel afdichtingsschot dat automatisch omhoog gehesen wordt met het brugdek via een systeem van tegengewicht over een katrol, herstelt bij hoge brugpositie de waterdichtheid van de keermuur ter hoogte van de brugopening. Dankzij het tegengewicht wordt het afdichtingsschot permanent verticaal omhoog gedruwd tegen het brugdek. Daar waar de beweging van het brugdek bij optillen zowel verticaal als horizontaal verloopt, doorloopt het dwarsschot een louter verticale beweging. Rolwielen tussen het brugdek en het dwarsschot moeten deze differentiële horizontale beweging opvangen. Zijdelings glijden de dwarschotten via rolwielen in een roestvast stalen U-profiel. De ontworpen voetgangersbrug laat gebruik toe in twee onderscheiden configuraties:

respectievelijk in lage positie en in een zogenaamde tussenliggende positie, bij een optilhoogte van zo'n 500 mm. In deze tussenliggende configuratie verschijnt een toegangshelling van 10% en dient het statisch schema met de ontubbelde oplegging per landhoofd terug hersteld te worden. Deze ontubbeling is immers niet actief tijdens het optillen zelf. De opleggingslijn, steeds onder druk, op de voorste wand van het landhoofd, loopt via een uitvouwbare ladder die zowel in lage als in tussenliggende positie de steunpuntsreactie kan overbrengen. De steunpunten zelf worden gevormd door neopreenblokken voorzien van glijfolie, direct bevestigd aan de steunpuntsladder. De steunpuntsblokkering achteraan wordt, zowel in lage als in tussenliggende positie, verzekerd door een vergrendeling binnenin een speciaal gevormde insluiting in het staalgedeelte binnenin het landhoofd.

De voornaamste belasting van het brugdek voortvloeiend uit de slankheid van het kunstwerk, betreft het gedrag onder trillingen als gevolg van dynamische belasting geïnduceerd door de passage van voetgangers over de brug. De eerste eigenmode, als gevolg van verticale buiging, valt in de praktijk samen met de tweede eigenmode, die een torsiemode is. Beide eigenmodes treden op bij een frequentie van om en nabij 1,7 Hz. Deze frequentie bevindt zich precies in het interval dat overeenkomt met de impulsen als gevolg van het wandelen van voetgangers en vereisen dus een nauwkeurige analyse.

Dynamische berekeningen toonden snel aan dat er trillingsproblemen zouden optreden bij de passage van voetgangers. Dit is welhaast onvermijdelijk bij bruggen van dergelijke grote slankheid. Uiteindelijk werden zes dynamische veer-dempersystemen (zie blz. 15) geïnstalleerd van 500 kg elk, afgestemd op de eigenfrequentie van het kunstwerk en geplaatst halverwege de overspanning met als doel de dempingscapaciteit van het kunstwerk drastisch te verhogen.

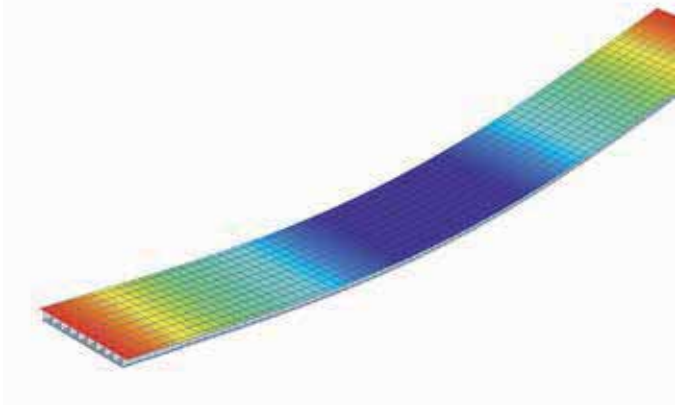
De slankheid en vooral soepelheid van het kunstwerk is van dien aard dat de geïnstalleerde dempingsmassa aanzienlijk hoger is dan gewoonlijk. Deze dempers laten toe de dempingscapaciteit van het kunstwerk te verhogen met een factor 10 voor de verticale eigenmode en een factor 30 voor de horizontale mode zodat de uiteindelijk te verwachten versnellingen onder de kritieke waarde van 1 m/s² blijven.



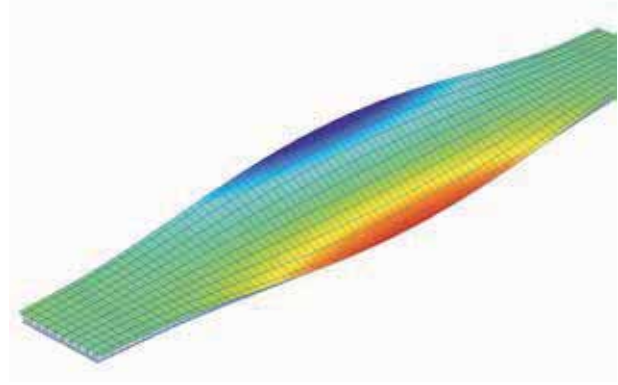
Detail van het afdichtingsschot op linkeroever



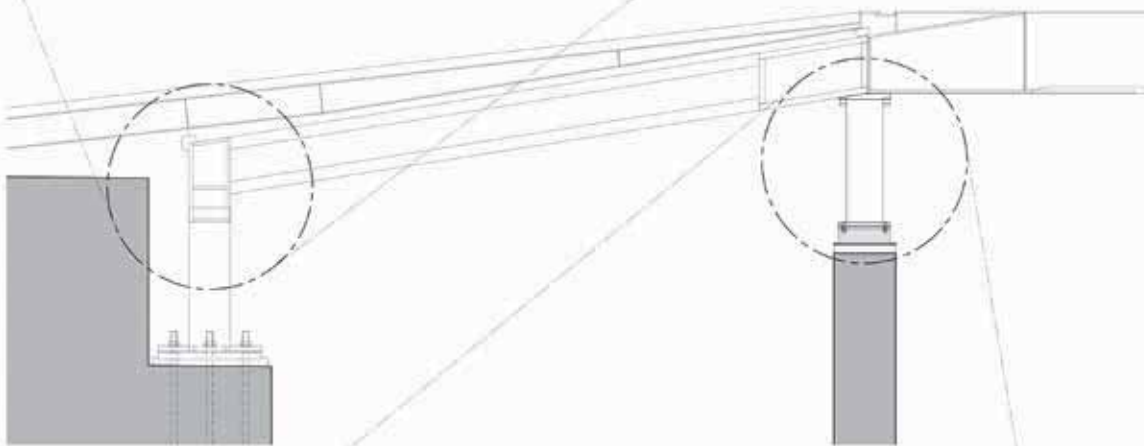
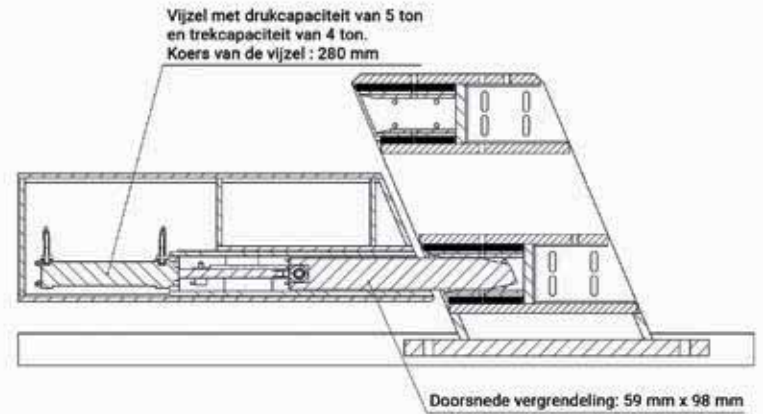
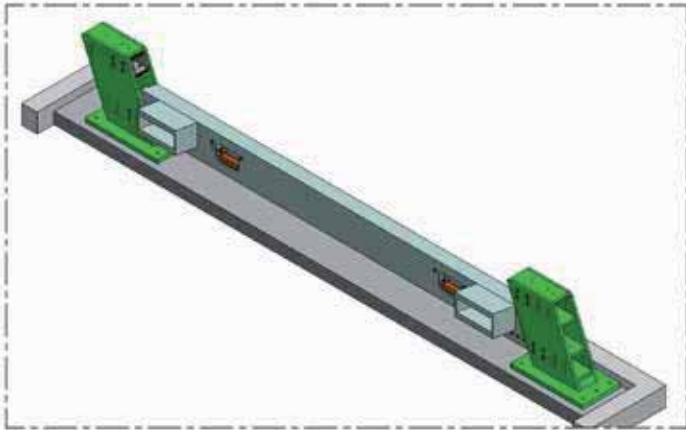
Drie Brugposities en positie afdichtingsschot op linkeroever



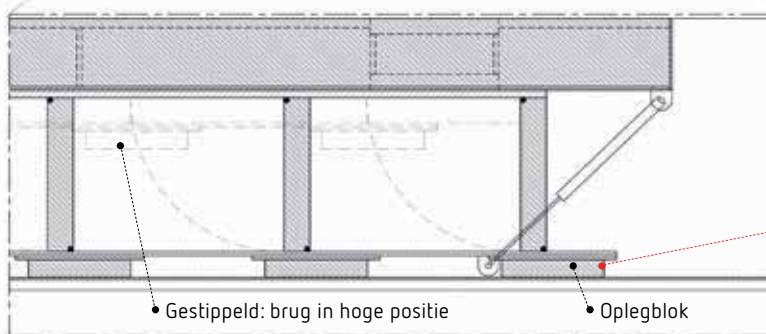
Eerste eigenmode – verticale buiging



Tweede eigenmode – torsi



Uiteinde van het brugdek met bovenaan in groen de vergrendeling van de achterste steunpunten en onderaan de uitvouwbare steunpuntssladder. Beide systemen dragen bij tot het steunpuntsschema in lage en tussenliggende positie.



De slankheid en vooral soepelheid van het kunstwerk is van dien aard dat de geïnstalleerde dempingsmassa aanzienlijk hoger is dan gewoonlijk

Een zo minimaal
mogelijke ingreep
in het landschap,
gecombineerd met
een hoog comfort
voor de gebruikers

De drempelwaarde van de versnellingen van 1 m/s² garandeert volgens de ontwerprichtlijnen van de gids van het SETRA een voldoende comfort voor de gebruikers. Hoewel deze maatregelen relatief gezien buitensporig kunnen lijken, zijn ze volledig in lijn met de filosofie van het ontwerp: het kunstwerk zoekt niet alleen minimale visuele impact op de omgeving maar wil terzelfdertijd minimale impact op de gebruikers, dus maximaal tegemoet komen aan het comfort van de – vaak minder mobiele – bedevaarders. Een hoog comfort, zeker wat betreft trillingen, leidt tot een vanzelfsprekend gebruik door de bezoekers van de omgeving. Het dempingsysteem vormt met andere woorden relatief gezien een belangrijke investering om een comfortabel en bijgevolg maximaal gebruik van de brug te garanderen.

CONCLUSIE

De voetgangersbruggen vormen een reeks van uitzonderlijke kunstwerken in de eveneens bijzondere plaats van het heiligdom van Lourdes. Een zo minimaal mogelijke ingreep in het landschap, gecombineerd met een hoog

comfort voor de gebruikers, leidde tot een ontwerp dat er ondanks de diverse complexe achterliggende mechanismes bijzonder eenvoudig uit ziet.

De ontwerpfilosofie van minimalistische impact werd zo coherent en consequent mogelijk doorgetrokken om tot een uitzonderlijk ontwerp te komen.

Realisatieverantwoording

Voetgangersbrug over de Gave nabij de Grotruimte in Lourdes	
Ontwerp i.s.m.	GREISCH Architecturaal structuurontwerp ¹⁾ Mousseigne & Defol / Gérald Déderen
Constructie	GREISCH Ingénierie
Aannemer	Eiffage Construction Midi Pyrénées
Adviesbureau speciale technieken	TPFI Beterem

Fotoverantwoording ontwerpteam GREISCH



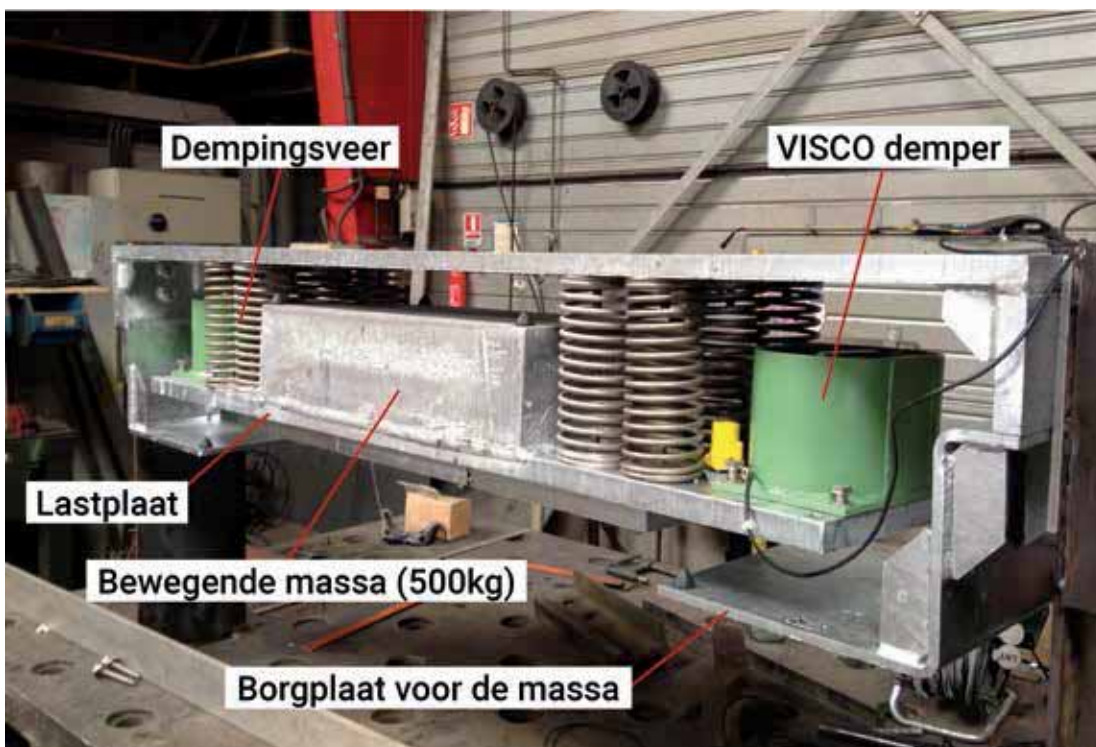
¹⁾Andere voorbeelden van door Bureau GREISCH, gevestigd in Luik (BE), ontworpen voetgangerbruggen zijn: de nieuwe voetgangersbrug over de Maas in Luik (BE), die (in aanbouw) over de Maas in Namen (BE), de Hoge Brug over de Maas in Maastricht (NL), en de Parkbosbruggen (in aanbouw) in Gent (BE).



Minimale impact op omgeving met maximaal comfort voor gebruikers



Brugdek in hoge positie ↑ met centraal de zes ingebouwde veer-dempersystemen ↓



Veer-dempersysteem met verschillende onderdelen tijdens montage in proefopstelling