

OPTIMALISATIE EN RISICOBEPERKING VAN OOSTERWEELWERKEN

MONITORING IN PROEFPUT BRENGT BODEMGEDRAG IN KAART

Oosterweel is het grootste infrastructuurproject dat België ooit heeft gekend. Om onnodige vertraging en kosten te vermijden, heeft bouwheer Lantis - onder meer voor het gedeelte Kanaaltunnels - vooraf minutieus zijn huiswerk gemaakt. Zo werden de ondergrond en verschillende uitvoeringstechnieken al in de periode 2013-2015 uitgebreid getest door middel van een 24 meter diepe proefput. Hierbij zorgde een bijzonder uitgebreid scala aan monitoring voor een ongekend inzicht in het onvoorspelbare gedrag van de Boomse klei.



De ondergrond en verschillende uitvoeringstechnieken werden uitgebreid getest door middel van een 24 meter diepe proefput.

De Boomse klei is een grondsoort die over het hele projectgebied van de Oosterweelverbinding voorkomt en erg specifieke eigenschappen heeft. Zo is ze erg plastisch en stijf, en heeft ze de opvallende eigenschap om uit te zetten wanneer bovenliggende grond wordt weggegraven. Bovendien houdt dit zwelvenomeen tientallen jaren aan: zo stijgen de tunnelritten van de Kennedytunnel (die in de jaren zestig werd gebouwd) nog steeds met 1 à 2 mm per jaar. Ook is de Boomse klei niet waterdoorlatend. "Hierdoor kan deze grondlaag zelf als waterdicht scherm fungeren", aldus Benoit Janssens, teamleider Civieltechnische Bouw en Geotechniek van Lantis. "Bij de aanleg van tunnels of het bouwen van bruggen is dat natuurlijk enorm kostenbesparend. Helaas laten de mechanische eigenschappen van de Boomse klei zich moeilijk definiëren, en dat ondanks vele jaren onderzoek. Omdat deze grondlaag quasi overal in het Oosterweelgebied voorkomt, wilden we voor de aanvang van de werken graag meer inzicht in het gedrag ervan bekomen. Dit zou ons toelaten om de bouwprocessen

te optimaliseren, wat een gunstig effect op het budget en de levensduur van de kunstwerken zou hebben.”

Testen in reële omstandigheden

Het was onmogelijk om via onderzoek op laboschaal het verhoopde inzicht te krijgen. Daarom besliste Lantis om de bouw van de Kanaaltunnels in echte omstandigheden te simuleren. “Aan het Noordkasteel van Antwerpen zit de Boomse klei het minst diep in de ondergrond”, vervolgt Benoit Janssens. “Daarom hebben we op deze locatie een 24 meter diepe proefput gebouwd, tot aan de top van de Boomse klei. Daarbij werden ook een aantal uitvoeringstechnieken getest, zoals het intrillen en inheien van 30 meter lange damplanken - tot 6 meter in de Boomse klei - en het graven van diepwanden in aangevulde grond.”

Onderzoek naar zwel

Een van de belangrijkste onderwerpen van de hele proefcampagne was het in kaart brengen van de ‘zwellen’ van de Boomse klei. “Wanneer de bovenliggende lagen worden verwijderd, zal de Boomse klei de neiging hebben om op te veren”, verduidelijkt Jan Couck, geotechnisch ingenieur aan de afdeling Geotechniek van het departement Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse overheid. “Op zich is dat geen uitzonderlijk fenomeen, ware het niet dat de zwel van deze bodemlaag meerdere centimeters kan bedragen en zich gedurende tientallen jaren kan manifesteren. Bovendien bestaat er totaal geen eensgezindheid over hoelang en op welke manier dit fenomeen zich voordoet. In zo’n bodem is differentiële vervorming van tunnels een reëel risico. Daarom wilden

we een correct beeld krijgen van de krachten die de Boomse klei op de infrastructuur zou uitoefenen. Zo kan deze correct worden ontworpen en wordt scheurvorming in de structuur vermeden.”

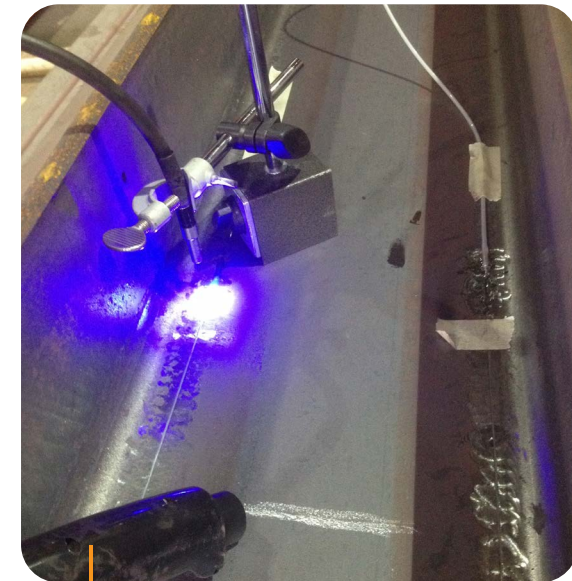
Krachten bundelen

Om een accuraat beeld te krijgen, zette Lantis - op aanraden van studiebureau THV RoTS - een grootse proefcampagne op poten. Hiertoe werd een projectgroep samengebracht met de afdeling Geotechniek van het departement Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse overheid, het Labo Geotechniek en Monitoring van het WTCB, en het aannemingsbedrijf Denys. “De eerste partij lag voor de hand, aangezien de afdeling Geotechniek het volledige ontwerpproces opvolgt en later ook mee voor de opvolging van de infrastructuur zal instaan”, vertelt Benoit Janssens. “Het WTCB had op dat moment al heel wat ervaring met monitoring met optische vezeltechnologie, ook in ruwe omstandigheden. Bovendien had ze toen al de nodige expertise in huis om de meetgegevens te analyseren en te interpreteren. De grootste uitdaging lag dus in het vinden van een aannemer die bereid was om met de aanwezige meetapparatuur rekening te houden. Deze zou immers grotendeels voor de start van de bouwwerkzaamheden worden geïnstalleerd omdat de Boomse klei al beweegt vanaf het moment dat aan de bovenste grondlaag wordt geraakt. Natuurlijk vereiste dit een precieze benadering door de aannemer om te vermijden dat de apparatuur schade zou oplopen. Tevens moest deze partij flexibel op veranderingen kunnen en willen inspelen. Een testproject is immers geen mathematische zekerheid. Inte-

gendeel, we wisten op voorhand dat het een leertraject van vallen en opstaan zou zijn.”

Interessant leertraject

Denys was meteen overtuigd van de relevantie van de proefput. Geotechnisch ingenieur Kristof Van Royen legt uit waarom: “Als toonaangevend aannemingsbedrijf proberen we proactief op toekomstige trends in te spelen. Tien jaar geleden was al duidelijk dat technologie een steeds grotere plaats in ons werkdomein zou gaan innemen. Vooral op het vlak van monitoring waren de verwachtingen toen – en nog steeds – hooggespannen.



Optische vezel sensoren zijn erg compact en bieden de mogelijkheid tientallen sensoren op een enkele kabel te plaatsen.



Op de damplanken werd een stalen koker gelast, waarin na installatie van de damplanken de reksensoren werden geplaatst.

Toch behoren dergelijke oplossingen niet tot onze core-business. En wat je niet kent, kan je niet gebruiken. Dus was deze proefput voor ons een gedroomde kans om te ontdekken wat meetapparatuur allemaal in petto had. Onze participatie is niet voor niets geweest: dit testproject heeft ons uitzonderlijk veel kennis bijgebracht en ons gemotiveerd om uit onze comfortzone te treden.”

Breed palet aan sensoren

Lantis gaf de projectgroep de ruimte om alle mogelijke monitoring toe te passen. Jan Couck: “De hele winkel van meetinstrumenten was aanwezig: van horizontale en verticale inclinometers, klassieke zettingsbakens en verschillende types waterspanningsmeters, over 3D-laserscanning, tot optische vezel reksensoren voor

het opmeten van de vervormingen van de damplanken en de stempelkrachten. Tevens werd bewust gekozen om een breed palet van parameters met meerdere types van meettoestellen en sensoren in kaart te brengen. Enerzijds gaf ons dit inzicht in de mogelijkheden van de technologie en de werking/betrouwbaarheid van de toestellen bij gebruik in ruwe omstandigheden. Anderzijds dekten we op die manier eventuele schade aan de instrumenten proactief in.”

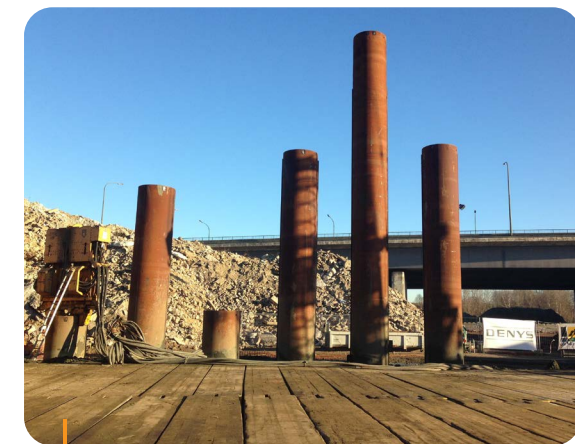
Inzichten op vele vlakken

Naast de proefput vonden er nog andere proefcampagnes plaats. Zo werd met een heiproef nagegaan op welke manier damplanken en stalen buispalen op diepte konden worden gekregen en welke geluid- en trillingshinder daarmee gepaard ging. Benoit Janssens: “Ook hier stond monitoring centraal om antwoorden te krijgen. Idem dito voor een specifieke proefcampagne om het draagvermogen van diepwanden in de Boomse klei te onderzoeken.” Jan Couck vervolgt: “Het Oosterweel-project is dermate omvangrijk en complex dat we op voorhand wisten dat we op de grenzen van de technische kennis zouden stoten. Daarom waren deze proefcampagnes zo belangrijk: we wilden de onzekerheid op grondparameters reduceren en de haalbaarheid van bepaalde uitvoeringstechnieken zelf uittesten vooraleer we de opdracht aan de betrokken aannemers toekenden.”

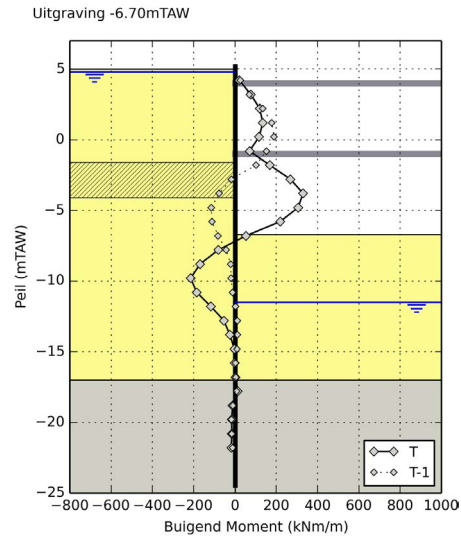
Investering die zich terugverdient

Het hoeft geen betoog dat de proefput massaal veel data opleverde. “Het was een hele klus om de gigantische stroom aan informatie te verwerken en te interpre-

teren”, aldus Jan Couck. “Toch zijn we er als projectgroep in geslaagd om bijzonder interessante resultaten uit dit project te halen.” Benoit Janssens verduidelijkt: “Zo kregen we een accuraat beeld van de zwel van de Boomse klei en bleken de algemene karakteristieken op korte termijn beter te zijn dan ingeschat op basis van de laboproeven. Ook boden de bovenliggende zandlagen een grotere stijfheid dan verwacht. Aan de hand van de meetresultaten konden de numerieke ontwerpmodellen worden gekalibreerd, wat toeliet om de ontwerpparameters te verfijnen. Met als resultaat dat we tot lichtere en dus goedkopere constructies zijn gekomen.” Jan Couck vervolgt: “Omdat de Boomse klei in heel Vlaanderen voorkomt, zijn de resultaten bruikbaar voor vele andere projecten waarmee de Vlaamse overheid bezig is. De



Behalve de proefput werd er ook een heiproef uitgevoerd om onder andere na te gaan welke geluids- en trillingshinder er gepaard gaat met het op diepte brengen van damplanken en stalen buispalen.



Buigend moment in de damwand zoals opgemeten met de optische vezel reksensoren.

eenmalige kost en inspanning zullen op deze manier nog vele jaren renderen.” Benoit Janssens bevestigt: “Inderdaad, de tijd en het geld dat we in de proefput hebben gestoken, zal zich zonder twijfel terugverdienen. Zo konden we uit de test concluderen dat we voor de tunnels een andere bouwmethode konden toepassen die veel goedkoper is. Naderhand hebben we ook gemerkt dat er minder discussies met de aannemers zijn omwille van de duidelijkheid over de grondparameters. Het optimaliseren van de ontwerpparameters en uitvoeringstechnieken zal bovendien de kwaliteit van de kunstwerken ten goede komen.”

Proefput speelt voortrekkersrol

Vandaag zijn er al veel werken van het Oosterweel-project in uitvoering. Toch zal het jaren duren vooraleer

alles is opgeleverd. “Er zijn zelfs meerdere kunstwerken waarvoor de uitvoeringsmethode nog niet is bepaald”, aldus Benoit Janssens. “Dankzij onze positieve ervaringen met monitoring in de proefput wordt deze oplossing intussen al vaker aangewend om de juiste technieken en ontwerpparameters te definiëren. Bij de hele projectgroep is er nu een mentaliteit van ‘meten is weten’. We beseffen dat monitoring de perfecte manier is om aan risicobeperking en optimalisering te doen.” Gust Van Lysebetten, adjunct-labohoofd van het labo Geotechniek van het WTCB, besluit: “In België zijn de mogelijkheden van monitoring nog te weinig gekend. Op dat vlak heeft de proefput een ongelofelijke voortrekkersrol gespeeld. Met dit indrukwekkende project was het vrij eenvoudig om de mogelijkheden en voordelen van monitoring in het algemeen en van optische vezel sensortechnologie in het bijzonder in de schijnwerpers te zetten.”



Meer informatie over monitoring met optische vezel vindt u op www.ovmonitoring.be

Partners

Opdrachtgever:

Lantis

Aannemer:

Denys

Monitoring:

WTCB en Vlaamse overheid afdeling Geotechniek

Te onthouden:

- Om het ontwerp en de uitvoering van de Oosterweelverbinding te optimaliseren, investeerde Lantis de voorbije tien jaar in verschillende proefprojecten. Zeker de 24 meter diepe proefput springt hierbij in het oog.
- Het hoofddoel van deze proefput was het nauwkeuriger in kaart brengen van de eigenschappen van de ondergrond, in het bijzonder deze van de Boomse klei.
- Er werd een beroep gedaan op een erg uitgebreid palet aan monitoringsystemen, zoals optische vezel reksensoren, waterspanningsmeters, verticale en horizontale inclinometers en zettingsbakens.
- Dankzij deze voorafgaandelijke proefcampagnes konden kostenbesparende ontwerpoptimalisaties worden doorgevoerd. Daarenboven zijn heel wat onzekerheden weggewerkt en verlopen het ontwerp en de uitvoering veel vlotter.



Meer gedetailleerde info vindt u op <https://www.wtcb.be/publicaties/wtcb-dossiers/2015-04.04/>

