

UNIWALL GEOPTIMALISEERD DANKZIJ MEETCAMPAGNES

MONITORING ALS DRIJVENDE KRACHT VAN INNOVATIETRAJECT

Innovatieve technieken ingang in de bouwsector doen vinden is geen gemakkelijke opdracht. De actoren willen immers staalharde garanties dat de nieuwe aanpak de kwaliteit en veiligheid niet in het gedrang zal brengen. Tijdens het ontwikkelingsproces van de Uniwall door Prefaxis leverde monitoring een belangrijke bijdrage op dit vlak. Dankzij sensoren die de betondruk, vervorming en temperatuur opmeten, kreeg de prefabrikant immers een opmerkelijk inzicht in de bekistingsdrukken, de verhinderde krimp en de thermische vervorming van dit revolutionaire kelderwandsysteem.



Bij de Uniwall wordt gewerkt met geprefabriceerde betonelementen die voor de beschoeiingstechniek worden geplaatst.

In een stedelijke context worden waterdichte en dragende kelderwanden traditioneel opgebouwd met bekistingspanelen die voor een grondkerings-techniek (secanspalen, berliner- of soilmixwanden...) komen. Dit is een tijdrovend proces omdat er zware steunbokken aan te pas komen en de ankers perfect in lijn moeten worden geplaatst. Bovendien is de klus niet geklaard met het storten van het beton. Er volgt immers nog een ontkistingsfase. "De laatste jaren zoekt de bouwwereld actief naar efficiëntere processen en technieken", aldus Bert Bekaert, projectadviseur bij Prefaxis en bezieler van de ontwikkeling van de Uniwall. "Met onze keramische prefabricuren en holle betonwanden leveren we al producten die perfect op deze trend inspelen. Toch blijven we zoeken naar innovaties die voor de bouwactoren een reëel verschil maken. Daarom hebben we ons enkele jaren geleden toegespitst op de ontwikkeling van een kelderwandsysteem dat komaf maakt met de nadelen van de traditionele aanpak. Met succes, want in 2019 konden we de Uniwall voorstellen."

Efficiëntie door tijdwinst

Bij de Uniwall wordt gewerkt met geprefabriceerde betonelementen in plaats van met bekistingspanelen. "Deze worden voor de beschoeiingstechniek met hiervoor gedimensioneerde trek- en drukschoren in de vloerplaat verankerd", legt Bert Bekaert uit. "Nadat het kernbeton tussen de beschoeiing en de prefabschil is gestort, ontstaat een waterdicht geheel dat ook mooi oogt. De betonelementen zijn immers perfect geschikt als afwerkingsmuur van de kelder. Het volstaat om de schoren te verwijderen nadat het kernbeton is uitgehard. Volgens onze berekeningen kan de Uniwall in een tijdwinst van 30 à 40% resulteren. Bovendien wijst de praktijk uit dat deze oplossing zowel in de kleinere als de grotere projecten een meerwaarde biedt."

Traditionele scenario als uitgangspunt

Logischerwijze ging het ontwikkelingsproces gepaard met heel wat stabiliteitsberekeningen. "De prefabschil moet natuurlijk in staat zijn om tijdens de stortfase van het kernbeton de horizontale drukken van het verse beton op te vangen", vertelt Bert Bekaert. "Uit simulaties bleek echter dat de betonspeciedruk te hoog was als we de Uniwall - met zijn beperkte wanddikte van 7 centimeter - over de volledige hoogte in één fase zouden opstorten. Daarom zijn we vertrokken van het traditionele scenario voor holle wanden waarbij het beton in lagen van één meter per uur wordt gestort."

Monitoring voor antwoorden

Prefaxis vroeg zich af of de onderste laag na drie uur nog steeds in vloeibare staat was en of er geen gereduceerde belastingsdiagramma konden worden toegepast.

"We legden deze problematiek voor aan Prof. Peter Minne van de KU Leuven – Campus Rabot in Gent, die met het idee van monitoring kwam aanzetten", aldus Bert Bekaert. "Hij verwees ons door naar het WTCB, een piste die we uiteindelijk hebben gevolgd omwille van een bijzonder project. In Knokke wou aannemingsbedrijf C. Deblaere de Uniwall immers op kelderwanden van 4,2 meter hoog toepassen. Volgens onze stabiliteitsberekeningen was dit perfect mogelijk. Niettemin hadden we nog nooit de kaap van 2,8 meter overschreden. Daarom leek het ons veiliger om de constructie te monitoren."

Metingen betondruk

Na een grondig onderzoek van de case besloot het WTCB om op de werf drukmetingen uit te voeren tijdens het storten van het beton. "We boorden enkele kleine gaatjes in de prefabschil en installeerden daarin sensoren die de druk registreerden die door het kernbeton op de prefabschil werden gegenereerd", vertelt hoofdprojectleider Petra Van Itterbeeck. "Door op twee locaties dergelijke druksensoren telkens op drie hoogtes te plaatsen, kregen we een perfect beeld van de reële ontwikkelde verse betondrukken tijdens het stortproces van het kernbeton."

Inzichten leiden tot optimalisaties

De resultaten waren positiever dan Prefaxis had durven hopen. Onderaan de wand, in de eerste stortlaag van ongeveer één meter, bleken de verse betondrukken vrij snel af te nemen. Prefaxis ging met deze informatie aan de slag om de wapening van de prefabschil te optimaliseren. Bert Bekaert: "De monitoring gaf ons ook meer inzicht in de verhouding tussen de betonsamenstelling



Het geprefabriceerd betonelement wordt voor de beschoeiingstechniek geplaatst.



De monitoring met druksensoren gaf een perfect beeld van de reële ontwikkelde verse betondrukken tijdens het stortproces van het kernbeton.

en de ontwikkelde verse betondrukken. Opdat deze laatste snel genoeg zouden afnemen, dient het betonmengsel daarop te worden voorzien. De verworven kennis laat ons nu toe om de aannemers optimaal te begeleiden. Enerzijds door prefabschillen te leveren die perfect op de toepassing zijn afgestemd. Anderzijds door ze te informeren over de optimale betonsamenstelling. De monitoringcampagne heeft er trouwens mee voor gezorgd dat we onze oplossing nu ook veilig voor nog grotere hoogtes kunnen toepassen. Vandaag hebben we zelfs werven waar de Uniwall voor kelderwanden van 5,20



Voor de monitoring werden op verschillende hoogtes op de wapening van het kernbeton optische vezel rek- en temperatuurkabels bevestigd.

meter wordt gebruikt. Overtuigd door de toegevoegde waarde van monitoring hebben we het WTCB gevraagd om – in het kader van een masterthesis – op de werf van C. Deblaere in Knokke een tweede campagne uit te voeren. Bedoeling was het fenomeen van verhinderde krimp en thermische vervormingen in kaart te brengen en de maximaal toelaatbare stortlengtes te definiëren.”

Scheurvorming vermijden

Scheurvorming ten gevolge van verhinderde krimp en thermische vervormingen is een gekend schadefenomeen in kelderwanden. Petra Van Itterbeeck: “De vloer van de kelder zorgt voor een verhindering aan de basis van een nieuw te storten element. Naastliggende, reeds gestorte, wandsegmenten kunnen bovendien bijkomend de vrije vervorming van het te storten element belemmeren. Door de hydratatiereactie van het cement wordt tijdens de uithardingsfase een zekere warmte in het beton opgebouwd. Eens de hydratatiepiek is bereikt en het beton reeds gedeeltelijk is uitgehard, zal de wand willen inkorten ten gevolge van de afkoeling. Weliswaar gaan diverse verhinderingsbronnen deze vrije vervorming van de wand tegen, waardoor zich ook daar trekspanningen ontwikkelen. In de eerste dagen/weken kan dit leiden tot verticale scheuren in de volledige dikte van de wand. Logischerwijze kunnen deze erg nefast zijn voor de vloeistofdichtheid van de kelder. De kans op dergelijke scheurvorming minimaliseren, kan door een optimalisatie van de uitvoering – onder meer het beperken van de lengtes van de te storten moten – en de wapening van de betonwanden.”

These onderzocht met monitoring

Prefaxis wenste op basis van de praktijk een duidelijk beeld van de maximale lengte van een stortfase te verkrijgen. “Studiebureaus baseren zich hiervoor momenteel op de Eurocode”, vertelt Bert Bekaert. “Ze schrijven een wapening voor zoals bij traditioneel dubbelzijdig bekiste kelderwanden, dus meestal aan de onderkant van de wand. Mijn gevoel vertelde me echter dat het fenomeen zich in de volledige kelderwand manifesteert, althans bij werven waar de Uniwall tegen een grondkerende structuur wordt toegepast. Dat zou betekenen dat een volledige wapening veel efficiënter is dan de gedeeltelijke versie die nu gangbaar is.” Petra Van Itterbeeck vervolgt: “Monitoring was de meest logische manier om daarachter te komen. We beslisten om optische vezel reksensoren toe te passen, die voor het storten van het beton op de wapening werden bevestigd. Dankzij ‘distributed sensing’-technologie verkregen we met één enkele sensorkabel honderden meetpunten over de volledige lengte van de kabel.”

Interessante resultaten

Door de optische vezelkabel op vier hoogtes te voorzien (en dit aan de voor- en achterzijde van het kernbeton), was het mogelijk om de beweging van de Uniwall in kaart te brengen. “De piepkleine sensorkabels meten zowel de temperatuur als de rek van het ter plaatse gestorte kernbeton”, verduidelijkt Petra Van Itterbeeck. “Ook hier logen de resultaten er niet om. We zagen duidelijk dat de differentiële vervormingen vooral in de eerste uren van de uitharding van het beton optraden. De interne trekspanningen worden dus in deze fase opge-



Detail van de bevestiging van de optische vezel meetkabels op het geprefabriceerde betonelement.

bouwd. Bovendien bleken deze zich over de volledige hoogte van de wand te manifesteren en niet enkel in het onderste deel." Bert Bekaert: "Met deze informatie wisten we dat een gedeeltelijke staalwapening niet zou volstaan om scheurvorming ten gevolge van verhinderde krimp en thermische vervormingen op te vangen. Met andere woorden: we hebben bewezen dat de traditionele aanpak op dit vlak tekortschiet."

Vezelbetonmix onder de loep

De resultaten leidden bij Prefaxis tot nog een andere denkpiste. "We zijn te rade gegaan bij Adfil dat polymeervezels produceert voor het versterken van beton", verduidelijkt Bert Bekaert. "Zij konden ons aantonen dat

hun vezels al op jonge leeftijd - vanaf enkele uren - kunnen bijdragen tot de treksterkte van het beton. Hierdoor ontstond het idee om het kernbeton extra te verstevigen met polymeervezels, als alternatief voor de traditionele, arbeidsintensieve wapeningsnetten. We sloegen de handen in elkaar met Interbeton om een optimale vezelbetonmix voor onze Uniwall te ontwikkelen. Dit leverde goede resultaten op tijdens een nieuwe monitoringcampagne op een werf van het aannemingsbedrijf Bouillon in Knokke. Kortom, dankzij de monitoring kunnen we nu een optimale fasering bepalen. Verder kunnen we de aannemer en het studie bureau adviseren bij het bestellen van het gepaste kernbeton om de verse betondrukken te beperken, scheurvorming ten gevolge van verhinderde vervormingen te verminderen/vermijden en de waterdichtheid van de kelder te optimaliseren."

Voortgezet innovatietraject

Onder de indruk van de mogelijkheden van monitoring initieerde Prefaxis in de zomer van 2021 een nieuw onderzoek. "We hebben de ambitie om een eindig elementenmodel te ontwikkelen om de impact van bepaalde parameters op de fasering te bepalen", legt Bert Bekaert uit. "De reden ligt voor de hand. Nu we hebben aangetoond dat de huidige aanpak ontoereikend is om scheurvorming ten gevolge van verhinderde krimp en thermische vervorming te voorkomen, moeten we op de propen komen met een alternatief dat inspeelt op de praktijkbevindingen. Op die manier willen we onze klanten nog beter kunnen adviseren bij hun bouwprojecten."



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

Partners

Fabrikant:

Prefaxis

Uitvoerder monitoring:

WTCB

Onderzoekspartner:

KU Leuven Campus Rabot

Te onthouden:

- Dankzij monitoring verwierf Prefaxis een beter inzicht in het gedrag van het innovatieve Uniwall-systeem, en dit zowel tijdens het storten van het beton als tijdens het uithardingsproces.
- Optische vezel sensoren geven een zeer gedetailleerd beeld van de rekken en temperaturen die in de wand optreden.
- Op basis van de meetresultaten konden het ontwerp en het uitvoeringsprocedé stapsgewijs worden geoptimaliseerd.

