



# Realtimemonitoring van het structurele gedrag van een beschadigde betonnen brug: een grote stap voorwaarts

Nieuwe technologieën spelen een cruciale rol bij de verbetering van de efficiëntie en veiligheid van constructies. Daarom werd er een monitoringcampagne opgezet op een betonnen brug, waarvan de voorspanstrengen aangetast zijn door corrosie. Een netwerk van optischevezel-sensoren staat toe om de respons van de brug continu te meten en op te volgen.

P. Van Itterbeeck, dr. ir.-arch., hoofdprojectleider, laboratorium 'Structuren en bouwsystemen', Buildwise  
R. Vrijdaghs, ex-medewerker van Buildwise

## Voorstelling van de brug en schade

Het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) en het Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW) van de Vlaamse overheid hebben deze brug geselecteerd als casestudy om lessen te trekken voor een **betere inschatting van de resterende levensduur en het residuele draagvermogen van de structuren** en om **geoptimaliseerde interventie- en renovatiestrategieën te ontwikkelen**. De brug is gebouwd in 1957, draagt het verkeer van de bovenliggende autosnelweg met drie rijstroken en telt drie overspanningen. De buitenste velden (met een overspanning van 9 m) bestaan uit elementen uit gewapend beton. Het centrale veld heeft een overspanning van 23 m en is opgebouwd uit 13 nagespannen betonnen I-liggers. De brug wordt ondersteund door twee rijen van vijf kolommen.

1

Detail van de scheurvorming volgens de aslijn, langsheen een optischevezelkabel.



De corrosie van de strengen heeft geleid tot roestvorming en scheuren volgens de aslijn van de balken (zie afbeelding 1).

## Realtimemonitoring met optischevezelsensoren

Het centrale deel van de brug werd uitgerust met bijna **300 rek- en temperatuursensoren** (zie afbeelding 2 op de volgende pagina), verdeeld over enkele nagespannen langs- en dwarsliggers en de 10 kolommen. Via dit uitgebreide netwerk van sensoren worden temperatuurveranderingen en vervormingen opgemeten. Dankzij hun hoge nauwkeurigheid, grote flexibiliteit en lange levensduur stellen deze sensoren ons in staat om het globale en lokale gedrag van de brug in operationele toestand op te volgen.

De opvolging gebeurt in een **geïntegreerd Internet of Things-platform**. Dankzij de geavanceerde sensoren en dataverzamelmethode kunnen alle stakeholders de gegevens in real time opvragen, bekijken en analyseren. Dit biedt ongekende mogelijkheden om structurele problemen vroegtijdig te detecteren en te identificeren, onderhoudsstrategieën te optimaliseren en de levensduur van beschadigde constructies te verlengen.

## Proefbelasting en kalibratie

Doordat de sensoren in operationele toestand aangebracht zijn, kon de absolute waarde van de meetresultaten niet bepaald worden. De respons bij de referentietoestand (d.i. de nulbelasting) is dus ongekend. Om hieraan tegemoet te komen, werd in samenwerking met MOW, AWV en KU Leuven een **proefbelastingsprogramma** uitgevoerd.



## 2 Uitrusting van de brug met rek- en temperatuursensoren.

Hierbij werd de respons van de brug onder verschillende belastingconfiguraties opgemeten, waarbij trucks met gekende aslasten op de afgesloten brug geplaatst werden. De optischevezelsensoren maten de vervormingen continu op, zowel voor quasi-statische als dynamische belastingen.

Dankzij de intensieve samenwerking met de verschillende partners kon er ook gebruikgemaakt worden van fleximeters voor de opmeting van de doorbuiging op verschillende locaties en van akoestische emissiesensoren om continu interne schade te detecteren. Daarnaast voerde Buildwise ook op geselecteerde tijdstippen **3D-laserscans** van de onderzijde van de brug uit, om een gedetailleerd 3D-beeld van de structuur te bekomen en om de mogelijkheden te onderzoeken voor de opmeting van doorbuigingen via laserscans.


De samenwerking leidde tot een **schat aan experimentele data** die samen een totaalbeeld schetsen van het gedrag van de brug. De meetresultaten kunnen niet alleen gebruikt worden voor de kalibratie van de langlopende realtime-monitoring van de brug (karakterisatie van de onbelaste referentietoestand en absolute waarde van doorbuiging en vervorming bij gekende lasten), maar kunnen ook gecorrigeerd en geïkht worden op een bestaande structuur. Aangezien de optischevezelsensoren nog enkele jaren blijven meten, laat de proefbelasting tot slot ook toe om de huidige staat van de brug te bepalen, structurele veranderingen doorheen de jaren te verklaren en een inschatting te maken van de restlevensduur van de constructie.

### Innovatieve toepassingen en vooruitblik

Naast de geavanceerde meettechnieken die nu reeds operationeel zijn, omvat dit project ook **verregaande**

**structurele data-analyse** van de meetresultaten binnen het SBO-project LifeMacs, een samenwerking tussen UGent, KU Leuven en Buildwise. Hierbij worden samen met MOW de mogelijkheden onderzocht voor de ontwikkeling van een *early warning*-systeem, waarbij in het geval van de overschrijding van een vastgelegde grens (excessieve rekken of doorbuigingen, te beperkte *rebound*) een alarmsignaal afgaat, dat de gebruikers, eigenaars en toezichthouders de tijd geeft om gepaste maatregelen te nemen. Hiervoor wordt onder andere een digitaal model van de brug opgebouwd en gekalibreerd op basis van de proefbelastingen.

Dit project toont aan aannemers, eigenaars en bouwprofessionals de mogelijkheden van nieuwe technologieën, zoals innovatieve en gekoppelde meettechnieken en geavanceerde data-analyse in de bepaling en voorspelling van het structurele gedrag van betonnen structuren.

Specifiek voor aannemers werpt dit project een licht op de installatie en mogelijkheden van de optischevezeltechnologie in de opvolging van structuren. Een dergelijke realtimeopvolging kan bijdragen aan een **verbeterde veiligheid, kostenbesparing en duurzaamheid van betonnen constructies**, maar biedt evenzeer **inzicht in de conditie van bestaande, beschadigde constructies** om mogelijke structurele problemen vroegtijdig te detecteren. Dit opent de deur naar verbeterde onderhoudsstrategieën, een verhoogde veiligheid en een verlengde levensduur van bruggen en andere betonnen structuren. Zulke systemen stellen de stakeholders dus in staat om **veiliger, efficiënter en proactiever** met het bestaande en toekomstige, betonnen (infrastructuur)patrimonium om te gaan. 

Dit artikel werd opgesteld in het kader van het project Strategisch Basis Onderzoek (SBO) gesubsidieerd door het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek (FWO).