

# INFRABEL EXPLOREERT DYNAMISCHE MONITORING

---

## OPTISCHE VEZELSENSOREN OP SPOORWEGBRUGGEN

Met de monitoring van de KW51-spoorwegbrug in Leuven schreef de Afdeling Bouwmechanica van de KU Leuven een primeur op haar naam. Nooit eerder werd op een structuur van die grootte een continue monitoring van de dynamische eigenschappen op basis van operationele rekmetingen met optische vezels gerealiseerd. De resultaten zijn in die mate positief dat een vervolgonderzoek werd opgestart op een spoorwegbrug in Ronse.



Sinds 2018 worden de trillingen van de opvallende KW51-spoorwegbrug over de Leuvense Vaart net buiten Leuven gemeten.

Monitoring is al meerdere decennia een onderzoeklijn aan de Afdeling Bouwmechanica (Faculteit Ingenieurswetenschappen) van de KU Leuven. Om de theorie aan de praktijk te toetsen, benaderden de onderzoekers enkele jaren geleden Infrabel, de beheerder en uitbater van het Belgische spoorwegnet. “We zochten een spoorwegbrug die we continu konden monitoren met onze nieuwe techniek die op rekmetingen met optische vezels was gebaseerd”, vertelt Prof. Edwin Reynders. “De bedoeling was het werkelijke gedrag van dit type infrastructuur in kaart te brengen en aan theoretische modellen te toetsen.” “Het kostte de KU Leuven weinig moeite om ons te overtuigen in dit onderzoeksproject te stappen”, zegt Didier Van de Velde, manager afdeling Civil Engineering van Infrabel. “We streven continu naar een verdere optimalisering van de spoorweginfrastructuur door een beter ontwerp en/of efficiënter onderhoud. Nieuwe technieken die ons hierbij kunnen helpen, zijn meer dan welkom. Zelf beschikken we echter niet over de expertise en menskracht om dergelijke zaken uit te testen. Daarom

geloven we sterk in de krachtenbundeling met kennisinstellingen die voor beide partijen in een win-win resulteert.”

### Twee soorten trillingsmetingen

Dankzij dit onderzoeksproject mocht Infrabel intussen de vele mogelijkheden van monitoring ontdekken. Sinds oktober 2018 worden de trillingen van de KW51-spoorwegbrug in Leuven (de opvallende bowstringbrug over de Leuvense Vaart net buiten de stad) op twee manieren gemeten. Prof. Edwin Reynders verduidelijkt: “We starten het project met een traditionele monitoring van de versnelling en dynamische rek op een aantal punten met accelerometers en rekstrookjes. Relatief snel implementeerden we echter ook optische vezel reksensoren die samen met recent ontwikkelde hard- en softwaremethodes toelaten om op een groot aantal meetpunten de zeer kleine operationele dynamische rekken nauwkeurig op te meten. Nooit eerder was een bouwkundige structuur van die grootte aan de hand van deze techniek gemonitord. Vanaf dat moment werd het voor ons én Infrabel echt interessant. We konden dan immers de dynamische rekken in het brugdek gedetailleerd en nauwkeurig in kaart brengen en in de tijd opvolgen.”

### Duidelijke troeven

De sensoren meten continu het dynamische gedrag van de structuur, wat intussen een schat aan informatie opleverde. “We hebben een duidelijk zicht gekregen op de evolutie van de brug doorheen de tijd”, vertelt Didier Van de Velde. “Hierdoor kunnen we beter dan ooit de impact inschatten van de intensiteit van het treinverkeer, het



Dankzij de optische reksensoren konden de dynamische rekken in het brugdek gedetailleerd worden opgevolgd.

type trein en zijn gewicht, de weersomstandigheden... Daarnaast ontdekten we dat monitoring het pad naar preventief onderhoud opent.” Prof. Edwin Reynders verduidelijkt: “Uit de ruwe trillingsgegevens die met accelerometers en optische vezels worden opgemeten, worden de eigenfrequenties van de structuur geïdentificeerd. Dat kunnen we beschouwen als de frequenties waarop de structuur in resonantie kan treden. Ook de bijhorende trillingsvormen – de zogenaamde modevormen – worden op deze manier geïdentificeerd. Bij het ontstaan van structurele schade zullen de eigenfrequenties en modevormen worden beïnvloed. Veranderingen kunnen dus op schade wijzen. Het grote voordeel van optische vezels is dat de bijhorende rekmodevormen veel gevoeliger zijn aan lokale schade dan de meer klassieke verplaatsingsmodevormen die uit accelerometergegevens worden bepaald. Een bijkomende troef is dat er tot twintig reksensoren – *Fiber Bragg Gratings* of FBG’s – in eenzelfde glasvezelkabel kunnen worden aangebracht, wat toelaat om een gedetailleerd beeld

van de hele structuur te verkrijgen. Gekoppeld aan een alarmsysteem kan dit op termijn een belangrijke tool voor Infrabel worden. Het zal de spoorwegnetbeheerder immers toelaten om op beginnende schade te reageren, waardoor breuk of grotere defecten worden vermeden. De voordelen liggen voor de hand: kleine herstellingen kosten minder én de impact op het spoorwegverkeer is beperkter.”

### Exploratie van optische vezel

Om de mogelijkheden en de grenzen van monitoring met optische vezels verder te exploreren, initieerde de afdeling Bouwmechanica van de KU Leuven, samen met het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB), het VLAIO COOCK-project ‘Monitoring van structuren en systemen met optische vezel’ (loopt van 2020 tot 2023). Het hoofddoel is optische vezelsensoren meer bekendheid in de bouwwereld te geven en hun toepassing daar te stimuleren. Deze meettechnologie kan immers op vele vlakken een grote meerwaarde bieden: innovatieve productontwikkeling, kwaliteitscontrole van de uitvoering, ontwerpoptimalisatie (bijvoorbeeld door voorafgaandelijke proeven en lange termijnmonitoring in het kader van onder meer preventief onderhoud), levensduurverlenging, de ontwikkeling van ‘early warning’ systemen...

### Interessant vervolgproject

De KU Leuven engageerde zich in het VLAIO COOCK-project om de gevoeligheid aan werkelijke schade na te gaan van de ontwikkelde dynamische monitoringtechniek op basis van optische vezel. Prof. Edwin Reynders:



De aangebrachte scheuren in het proefproject van Ronse leidden tot een duidelijke invloed op de optische rekmodevormen.

“Hiertoe wilden we een bepaalde structuur dus opzettelijk beschadigen. Opnieuw konden we rekenen op ons partnership met Infrabel, en was er ook overleg met TUC Rail en WTCB. De keuze viel op een spoorwegbrug over de Nieuwebrugstraat in Ronse die medio 2022 wordt afgebroken en sinds enige tijd buiten dienst is gesteld. In januari 2022 gingen we aan de slag met een slijpschijf: we brachten artificieel scheurtjes in de bovenflens van een hoofdligger aan. De scheurdiepte was beperkt, maar er werd een duidelijke invloed op de optische rekmodevormen waargenomen. Hiermee werden onze simulaties en laboratoriumresultaten bevestigd.”

### Voor een geoptimaliseerd onderhoud

Beide projecten zijn voor Infrabel een grote inspiratiebron, vooral dan om het onderhoud te optimaliseren. Wendelien Cneut, ingenieur in de afdeling Civil Enginee-

ring van Infrabel: “Prof. Edwin Reynders duidde al op de mogelijkheid om dankzij monitoring problemen te verhelpen vooraleer ze naar grote schadegevallen evolueren. We zien ook potentieel in het feit dat we een beter inzicht krijgen in wat de risicopunten zijn. Dit laat toe om tijdens inspecties speciale aandacht aan deze zwakke schakels te besteden. Zo zullen we schade sneller ontdekken en kunnen repareren, zelfs zonder permanente monitoring op de infrastructuur. Want er hangt natuurlijk een prijskaartje aan deze techniek, waardoor het vandaag financieel onhaalbaar is om overal sensoren te plaatsen.” Didier Van de Velde vervolgt: “Hoewel monitoring heel wat troeven biedt, is het momenteel inderdaad onmogelijk om de techniek overal toe te passen. In de eerste plaats omwille van de kostprijs, maar ook en misschien zelfs vooral omwille van de complexiteit. Elke structuur is anders en vraagt andere types en aantallen sensoren die dan ook nog eens op de juiste plaats moeten worden geïnstalleerd. Daarbovenop komt nog de gigantische hoeveelheid data die moeten worden verwerkt en geanalyseerd. Daarom is het een bewuste keuze van Infrabel om alles wat monitoring betreft aan gespecialiseerde organisaties en kennisinstellingen uit te besteden. Samen zullen we geleidelijk evolueren naar een situatie waarin de techniek gemeengoed wordt. Na de resultaten van de twee testcases ben ik daar redelijk zeker van!”



Meer informatie over monitoring met optische vezel vindt u op [www.ovmonitoring.be](http://www.ovmonitoring.be)

### Partners

#### Opdrachtgevers:

Infrabel en TUC RAIL

#### Onderzoekspartner:

KU Leuven

### Te onthouden:

- In de voortdurende zoektocht van Infrabel naar manieren om de spoorweginfrastructuur te optimaliseren, blijkt monitoring een interessante tool om het ontwerp en het onderhoud te verbeteren.
- Dynamische monitoring met optische vezel reksensoren stelt de KU Leuven in staat om het trillingsgedrag van structuren zeer gedetailleerd en op een compacte manier op te volgen.
- De rekmodevormen bepaald op basis van de optische vezel reksensoren zijn veel gevoeliger aan lokale schade dan de meer klassieke verplaatsingsmodevormen die uit accelerometergegevens worden bepaald.
- Veranderingen in het trillingsgedrag kunnen op schade wijzen.





In Ronse werden met een slijpschijf artificieel scheurtjes in de bovenflens van een hoofdlijger aangebracht.