



## Leeuwarder viaduct wordt slimme brug Smart bridge voorspelt zelf restlevensduur

Het Stephensonviaduct in Leeuwarden is 'theoretisch houdbaar' tot 2043. Gezien de huidige constructieve staat is de kans echter groot dat het viaduct langer mee kan. Maar hoe toon je dit aan? De gemeente Leeuwarden en Antea Group ontwikkelden het 'Smart Bridge'-concept. Dankzij sensoren, data-analyse en algoritmes voorspelt het viaduct zelf z'n restlevensduur.

xxxx

Nederland telt honderden viaducten en bruggen die in de jaren zestig zijn gebouwd. Al deze kunstwerken bereiken in de komende decennia het einde van hun theoretische 'levensduur'. Het Stephensonviaduct in Leeuwarden is een van die viaducten. Het kunstwerk is een belangrijke schakel in de zuidelijke ringweg van de Friese hoofdstad. Het 170 meter lange betonnen viaduct werd in 1963 opengesteld. Volgens uitgevoerde verificatieberekeningen bereikt het kunstwerk in 2043 het einde van zijn theoretische levensduur, de vervanging van het viaduct wordt geraamd op zo'n tien miljoen euro.

Als het gaat om de constructieve veiligheid van kunstwerken is bekend dat de theorie niet altijd de wetten van de praktijk volgt. Dit is zeker het geval bij veel binnenstedelijke viaducten. Deze kunstwerken hebben door de jaren heen minder belasting te verduren gekregen dan de belastingen waarop ze gedimensioneerd zijn. Dit maakt het aannemelijk dat het Stephensonviaduct sterk genoeg is om tot ver na 2043 in gebruik te houden. De inspectie-resultaten en de beheergegevens die over dit viaduct bekend zijn, lijken dit te ondersteunen. Dit biedt perspectief. Want als de vervanging van dit viaduct nog

tien tot twintig jaar verantwoord en veilig uitgesteld kan worden, kunnen er vele miljoenen euro's worden bespaard.

### Een brug vol sensoren

Met alleen aannames kun je nog geen betrouwbaar veilig viaduct garanderen. De grote uitdaging is om de werkelijke restlevensduur van de brug aantoonbaar te maken. Dit was de aanleiding om met de beheerafdeling van de gemeente Leeuwarden een 'smart bridge' te ontwikkelen; een kunstwerk dat zichzelf monitort met sensoren. Sensoren en data die inzicht geven in de constructieve staat van het viaduct, de belasting van de brug en het degradatieproces. Op basis van deze data is de werkelijke restlevensduur te voorspellen.

Om dit inzicht te verkrijgen wordt het viaduct uitgerust met tientallen sensoren die real-time data verzamelen. Eén daarvan is het 'Weigh In Motion'-systeem dat aan het begin van het viaduct is geïnstalleerd. Dit systeem meet de verkeersintensiteit dat over het dek rijdt. Gegevens waarmee kan worden geanalyseerd welke voertuigen het viaduct passeren. Daarnaast worden er sensoren op het

viaduct aangebracht die de doorbuiging en de stijfheid van de brug meten. Ook zijn er temperatuur-, trillings- en geluidssensoren geïnstalleerd.

### Filteren, rekenen, voorspellen

Al die sensoren genereren 24/7 data die op een server binnenkomen. Een enorme hoeveelheid data: zo telt het viaduct dagelijks enkele duizenden verkeersbewegingen. Maar vooral het effect van piekbelastingen op de constructie, door zwaar vrachtverkeer, is interessant. Aan de hand van het Weigh In Motion-systeem is zichtbaar of er een personenauto of een vrachtwagen over het viaduct rijdt: de zware vrachtwagen wordt automatisch uit de data geselecteerd. Gegevens die als input dienen voor rekenmodellen en rekensoftware zoals SCIA. Op basis van deze piekbelastingen wordt gekeken aan welke normen het viaduct minimaal moet voldoen als het gaat om doorbuiging en vermoeiing.

De output van deze rekenmodellen wordt getoetst aan de werkelijke gedragingen van het viaduct zelf. Hiervoor worden onder meer data van de sensoren gebruikt die de doorbuiging meten. Wat zien we in het viaduct gebeuren zodra die vrachtwagen van dertig ton passeert? Welke doorbuiging treedt op en hoe verhoudt zich dit tot de normeringen? Aan de hand van de werkelijke belasting en doorbuiging, kan de werkelijke restlevensduur van het viaduct worden bepaald.

Omdat elke dag wordt gemonitord is het in beeld hoe de degradatie van de brug verloopt. Dit betekent dat je in de loop der jaren steeds nauwkeuriger kunt voorspellen wanneer het viaduct het einde van de levensduur bereikt. Dit getal komt uiteindelijk bij de beheerder binnen.

Het beheersysteem van de gemeente Leeuwarden is ingericht met een dashboard speciaal voor het Stephensonviaduct. Hierop komen alle relevante data binnen. Gegevens waarmee de gemeente afwegingen kan maken ten aanzien van beheer en onderhoud: wanneer is onderhoud echt nodig en welke maatregelen neem je vervolgens? Ook kun je, wanneer het viaduct z'n einde levensduur nadert, op basis van data voor een maatregel zoals dynamisch verkeersmanagement kiezen. Bijvoorbeeld door zwaarder verkeer om te leiden, kun je de restlevensduur nog meer oprekken.

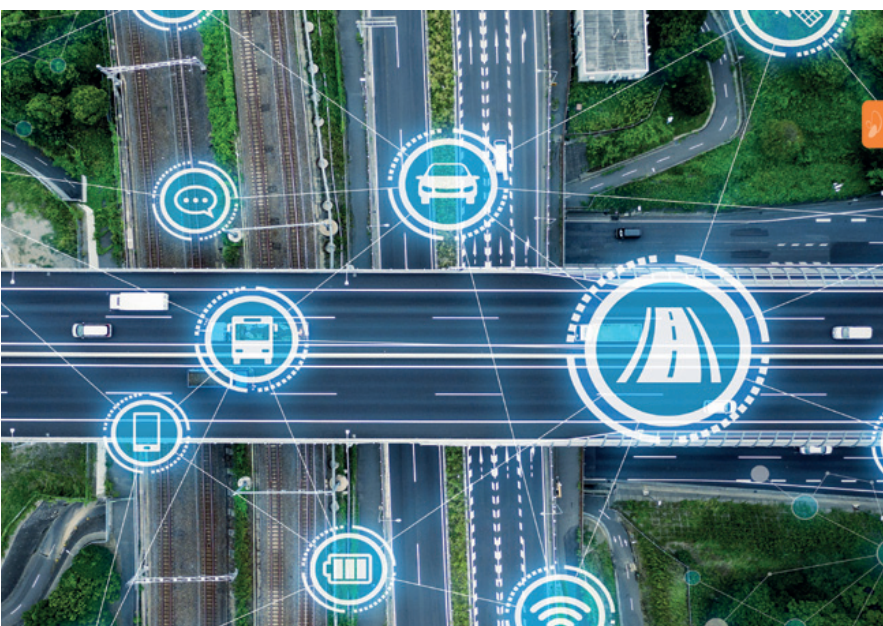
### Nieuwe inzichten

Met de Smart Bridge zijn wellicht nog meer interessante inzichten boven water te krijgen. Het effect van omgevingsfactoren op de constructie van een viaduct bijvoorbeeld. Welk effect heeft temperatuur op de brugprestaties? Bij welke temperaturen zie je stijfheid en doorbuiging af- en toenemen? En zorgt een warme periode voor een versnelling in de degradatie van een kunstwerk? Vragen die dankzij data misschien beantwoord kunnen worden.

Wat met het Stephensonviaduct duidelijk werd is dat data helpen om effectiever invulling te geven aan de vervangingsopgave. De ingewonnen data en de daaruit volgende inzichten helpen de beheerder om keuzes te maken en te prioriteiten te stellen voor vervanging zowel op korte als lange termijn.

Je heb als beheerder nauwkeuriger in beeld wat de werkelijke staat van een kunstwerk is. Op basis van die kennis kun je beheer- en onderhoudsprogramma's beter inrichten en onderbouwen. Waar liggen de prioriteiten en waar juist niet? En welke beheer- en onderhoudsmaatregelen zijn het beste om te nemen? Kunnen we dan straks alle inspecties en monitoring overlaten aan sensoren en rekenprogramma's? Zeker niet. Zo blijven visuele inspecties nodig. Schades worden bijvoorbeeld niet door sensoren opgemerkt. Want, hoe slim het Stephensonviaduct straks ook is, dit blijft vooralsnog mensenwerk. ●

Erik Deuring, Adviesgroepmanager Asset Management bij Antea Group Nederland. Samen met de gemeente Leeuwarden is hij initiator van de Smart Bridge



XXXX