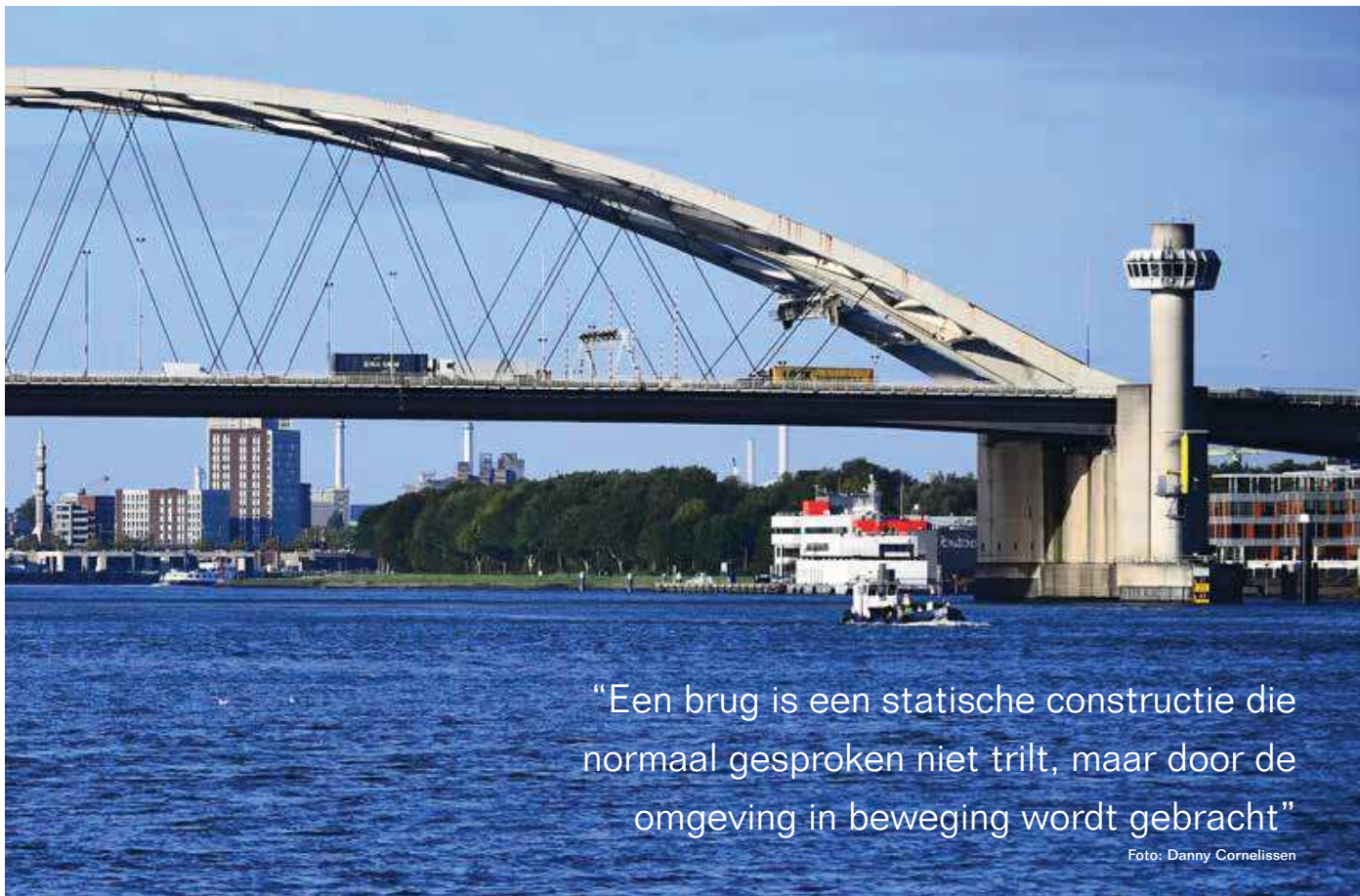




Prof. dr. Tiedo Tinga, Universiteit Twente

# 'MAAK NIET ALLES VOORSPELBAAR'

Een volledige fabriek uitrusten met sensoren en daarop voorspellend onderhoud toepassen, is nu nog veel te kostbaar. Veel efficiënter is dit te doen bij de toptien van meest kritische installaties, adviseert prof. dr. ir. Tiedo Tinga. In Europort Kringen praat hij over de beperkingen van artificial intelligence, de vorderingen van het project PrimaVera en zijn verwachting hoe predictive maintenance zich de komende jaren gaat ontwikkelen.



“Een brug is een statische constructie die normaal gesproken niet trilt, maar door de omgeving in beweging wordt gebracht”

Foto: Danny Cornelissen

**Je bent professor Dynamics Based Maintenance. Kun je kort toelichten wat dat inhoudt?**

“Ik ben hoogleraar op de Universiteit Twente en mijn leerstoel is Dynamics Based Maintenance. Het idee van mijn onderzoeksgroep is dat we de kennis van de dynamica gebruiken om onderhoud beter voorspelbaar te maken. Neem bijvoorbeeld een brug. Als er een vrachtwagen overheen rijdt, kun je trillingen gaan meten en uit die dynamische respons iets afleiden over de conditie ervan. Als die degradeert, wordt de stijfheid van de constructie of de massaverdeling anders en kan hij zich dynamisch gezien anders gedragen. Dat wordt Structural Health Monitoring genoemd. Daarnaast doen we ook veel op het gebied van predictive maintenance: het modelleren met faalmechanismen ofwel met data-analyse. Mijn werkgebied is dus breder dan je op het eerste gezicht zou zeggen.”

**Voor wat voor objecten is Structural Health Monitoring vooral geschikt?**

“Structural Health Monitoring is conditiebewaking, maar dan toegepast op grote constructies waarbij je gebruik maakt van de dynamica van het systeem. Bij traditionele trillingsanalyse op rotating equipment is het apparaat de bron van de trillingen. Gaat er een lager stuk, dan ontstaat er een andere soort trilling. Bij een brug heb je dat niet. Dat is een statische constructie die normaal gesproken niet trilt, maar door de omgeving

in beweging wordt gebracht. Het verkeer rijdt er overheen en de wind waait er tegenaan. Of neem een offshore platform waar golven tegenaan slaan. Bij Structural Health Monitoring probeer je de respons van de constructie op die externe beweging te meten. Dat helpt je om in te schatten wat de conditie is.”

**Dat betekent dus dat dit valt toe te passen op objecten in de infrastructuur of offshore en niet zozeer in de industrie?**

“Nee, hoewel we bezig zijn om te kijken of we dit bijvoorbeeld ook voor scheepsrompen kunnen doen. Ook wordt het wel bij vliegtuigconstructies gebruikt. In de industrie is het iets minder relevant, alhoewel de kennis en algoritmes die we ontwikkelen voor Structural Health Monitoring ook weer nuttig kunnen zijn voor trillingsanalyses op complexe roterende systemen. Daarnaast is er een andere lijn waarbij wij kijken of we voor machines op basis van monitoringdata over het gebruik ervan of de belasting erop iets kunnen zeggen over de huidige conditie en hoe lang het duurt voordat die stuk gaat.”

**Hoe ver zijn we in Nederland met met voorspellend onderhoud?**

“Het hangt een beetje van de definitie af. Kijk, de heilige graal in ons vakgebied is honderd procent voorspellend onderhoud, waarbij je alles kunt voorspellen wat ooit stuk gaat. Als dat de definitie van voorspellend onder-





Tinga: "We kunnen voor een spoorstaaf redelijk goed voorspellen wat er aan slijtage gebeurt."

houd is, staan we nog maar helemaal aan het begin. Tegelijkertijd blijkt de afgelopen jaren dat er steeds meer mogelijk is. Er zijn meer sensoren en er wordt meer gemonitord. Verder is het gebruik van artificial intelligence de afgelopen vijf jaar booming geweest. Toen dat begon, ontstond in de onderhoudswereld het idee dat AI wel even alle problemen zou oplossen. Ondertussen zijn de meeste mensen daar wel op teruggekomen. De belangrijkste reden is dat onderhoud specifiek is voor de toepassing van kunstmatige intelligentie. Bij dat soort technieken heb je namelijk veel voorbeelden nodig om algoritmes te trainen. Als je ze daarmee voedt, leren die algoritmes na verloop van tijd patronen te herkennen. En op basis daarvan kun je in andere gevallen voorspellen wat er gaat gebeuren. Het fundamentele probleem bij onderhoud is echter dat er weinig voorbeelden zijn. Onderhoud is juist bedoeld om te voorkomen dat dingen stuk gaan. In veel andere sectoren ligt dit anders. Albert Heijn gebruikt allerlei AI-algoritmes voor haar marketing, net als Netflix. Die bedrijven hebben eindeloos veel voorbeelden om algoritmes te trainen, waardoor die snel vrij goed kunnen voorspellen."

**Zijn er ook weinig voorbeelden van onderhoud omdat dit veelal is geclusterd in een onderhoudsstop?**

"Dit komt vooral doordat het meeste onderhoud preventief is, zeker aan kritische installaties. Je

wilt niet wachten tot iets stuk gaat. De meeste onderhoudsprogramma's zijn erop gericht om te voorkomen dat dingen stuk gaan. Er wordt preventief onderhoud ingepland op de tijdstippen waarvan je vrij zeker weet dat iets nog niet stuk gaat. Dat is prima voor de veiligheid en je voorkomt veel gedoe. Alleen is het vaak ook duur, omdat bedrijven niet exact weten waar dat moment ligt. Ze hebben het gevoel dingen te vervangen die nog best een poosje mee hadden gekund. Daar zit de belofte van honderd procent voorspelbaar onderhoud. Enerzijds word je niet verrast door failures, maar er zit een veel groter voordeel in het feit dat je die intervallen kunt oprekken. Zo kun je beter gebruik kan maken van de echte potentie die een machine of een onderdeel heeft en die ten volle benutten. Je vervangt pas iets net voordat het écht aan het eind van zijn leven is."

**Dus dat betekent dat het toepassen van AI voor voorspellend onderhoud in de industrie nooit echt voet aan de grond gaat krijgen.**

"Je moet het op een andere manier toepassen. Een tussenvorm is dat je niet wacht tot iets stuk gaat, maar conditiebewaking gaat gebruiken. Hierbij stel je tijdens tegen de levensduur van machines continu vast wat de actuele conditie is. Als je die in de tijd kunt volgen, heb je een goede indicatie en kun je een trendlijntje volgen. Stel dat ik maandelijks de

profiel diepte van mijn autoband meet en dat in een grafiek uitzet. Dat lijntje kun je op een gegeven moment extrapoleren waardoor je weet wanneer je onder de ondergrens gaat komen. Zolang apparaten redelijk constant op dezelfde manier worden gebruikt, kun je zo schattingen of voorspellingen doen van onderhoud. Lastiger wordt het bij apparaten die steeds op een andere manier worden gebruikt. Dan is het namelijk niet meer een rechte lijn, maar krijgt die telkens een andere helling. Hoe moet je die richting de toekomst doortrekken? Ik ben ook hoogleraar op de Nederlandse Defensie Academie en dit is typisch een probleem wat je daar tegenkomt. Militaire systemen worden per definitie heel variabel gebruikt. We weten nu niet waar en hoe een helikopter of marineschip volgende maand gebruikt zal worden. Ervaringen uit het verleden zijn helemaal niet representatief voor wat je de komende tijd gaat doen. Dan werken die experience based methoden niet.”

**Je bent samen met prof. Marielle Stoelinga trekker van het project PrimaVera. Kun je kort uitleggen wat dit project voor doel heeft?**

“PrimaVera gaat over predictive maintenance. Toen we het project aan het voorbereiden waren, constateerden wij dat je voor predictive maintenance veel verschillende aspecten nodig hebt. Je moet data verzamelen, opschonen en preprocessen. Vervolgens kun je een diagnose stellen en een voorspelling doen. Uiteindelijk moet iemand daarmee aan de slag en moet het assetmanagement daaromheen worden georganiseerd. In die keten bevinden zich allerlei disciplines: er zijn wiskundigen bij, natuurkundigen, werktuigbouwkundigen, mensen die met sensoren bezig zijn, maar ook bedrijfskundigen en psychologen. Dit zijn allemaal losse vakgebieden die nooit worden gecombineerd. Binnen het PrimaVera-project willen we die hele keten verzamelen om te kijken of we verbanden tussen die verschillende elementen van predictive maintenance kunnen leggen. Het is een groot project, waarin vijftien promovendi bezig zijn met onderzoek naar die verschillende elementen. Maar ze vertellen elkaar wel wat ze aan het doen zijn. Uiteindelijk is het doel om met een aantal demonstraties te komen waarin we laten zien dat als je elementen in een demonstrator aan elkaar knoopt, je zo'n heel traject kunt doorlopen.”

**Wat is een demonstrator?**

“Kijk, wetenschappers willen eigenlijk alleen maar nieuwe dingen doen. Dat is nu eenmaal de definitie van wetenschappelijk onderzoek. Er zit echter een groot gat zit tussen de wetenschap en wat in de praktijk wordt toegepast. Daarom willen we in een demonstrator nieuwe wetenschappelijke ontwikkelingen demonstreren op een concreet praktisch probleem van een aantal bedrijven. Zo kun je laten zien dat die technieken werken en hoe die eventueel op de werkvloer kunnen worden gebruikt. We hebben bijvoorbeeld de digital twin van een deelsysteem van een schip als demonstrator.



Daaraan doet een aantal maritieme partijen mee, waaronder de Nederlandse marine, Damen en IHC.”

**Wanneer kunnen we de eerste demonstratie van PrimaVera verwachten?**

“Het project loopt vijf jaar en we zijn nu een jaar onderweg. We moeten dus over vier jaar die demonstrator klaar hebben staan.”

**Waarom is het opschalen van voorspellend onderhoud zo lastig?**

“Veel van de huidige voorspellingsmodellen zijn op componentniveau. Voor bijvoorbeeld een lager zijn er modellen om te voorspellen wat ongeveer de





"Een plant bevat ontelbaar veel componenten, waarvoor je niet allemaal gedetailleerde modellen kunt ontwikkelen."  
(Foto: Danny Cornelissen)

verwachte levensduur is. We hebben met Strukton een project gedaan over de slijtage van het spoor. We kunnen voor een spoorstaaf redelijk goed voorspellen, als er zoveel treinen overheen rijden met een bepaalde massa en snelheid, wat er dan met die spoorstaaf gebeurt aan slijtage. Maar dat is allemaal op componentniveau. Als asset owner wil je voor een hele plant kunnen plannen wanneer je een stop doet of wanneer je onderhoud gaat uitvoeren. Dat betekent dat al die elementen moeten worden gecombineerd. Daar ligt nog wel een uitdaging, want het ontwikkelen van een model op componentniveau kost al vrij veel tijd. Een plant bevat ontelbaar veel componenten, waarvoor je niet allemaal gedetailleerde modellen kunt

ontwikkelen. Je moet dus selecteren wat de kritische onderdelen zijn, waarvoor je een echt goed model nodig hebt en voor welke componenten je wat grovere schattingen kunt gebruiken."

**Bestaan er ook situaties waarbij het toepassen van voorspellend onderhoud juist contraproductief werkt, doordat er een methodiek wordt ingezet die niet geschikt is?**

"Dan kom ik terug op wat ik net zei. Als asset owner kun je de ambitie wel hebben om alles in een fabriek voorspelbaar te maken, maar dan moet je fors investeren en overal sensoren plaatsen, data verzamelen en analyseren. Ik denk dat je beter een toptien kunt maken van de meest kritische installaties. Ik zou mij daarop richten voor het doen van voorspelbaar onderhoud. Dan kan het waarschijnlijk uit. Daarmee heb je ook tachtig procent van je gedoe verholpen. Er zijn best veel componenten waarvan het falen niet kritisch is. Dan kun je je veroorloven dat je wacht tot het stuk gaat, zolang je maar kunt detecteren dat het gebeurt en dat daardoor niet de hele fabriek in de soep loopt of drie weken stil staat. Het voordeel is ook dat je in dat geval altijd de volledige levensduur van zo'n component gebruikt."

**Hebben ook raffinaderijen of chemische fabrieken baat bij de uitkomsten van het PrimaVera-project?**

"In een project als dit ontwikkelen wij generieke methodieken en tools. Als je ze combineert of voor een andere toepassing gebruikt, zou het ook moeten werken. ASML is bijvoorbeeld één van de partijen in ons consortium, maar wij maken geen tools die alleen maar bij ASML werken."

**Waar denk je dat we over tien jaar staan met voorspellend onderhoud?**

"Alles kunnen voorspellen is iets voor de heel lange termijn. De komende jaren moeten we nog methoden ontwikkelen en ervan leren. Over tien jaar moeten we toch wel wat voorbeelden hebben van systemen waarbij je grip hebt op wanneer het stuk gaat. Dat is wel de termijn waarop predictive maintenance toegepast zou kunnen worden."

**Wat zou voor de procesindustrie het ideaalplaatje zijn, het eindstation?**

"Je hoort in dit verband vaak over de 'lights out factory'. Uiteindelijk wil je een fabriek hebben die redelijk autonoom draait en waar mensen niet meer op de werkvloer hoeven te lopen, om iets te checken of wat te doen. Sensoren geven zicht op de conditie van alle machines, waardoor je vanuit een een control room in de gaten kunt houden wat er gebeurt. Algoritmes houden de data in de gaten en geven het aan als je tegen een failure aan zit. Als je dit verder autonoom maakt, kunnen algoritmes bijvoorbeeld ook adviseren een stop met een week te vervroegen en dan bepaalde onderdelen te onderhouden."