DrTrack hoort het spoor zingen

Een rijdende trein is in staat de toestand van het spoor aan te voelen. Als je weet hoe gezonde rails vibreren ten opzichte van een defect stuk, dan is het mogelijk om met detectieapparatuur beschadigingen in een vroegtijdig stadium op te sporen. Als zulke detectie-apparatuur vervolgens op gewone treinen gaat meerijden, dan ontstaat er een systeem van continue monitoring die een meer precieze planning van het onderhoud mogelijk maakt. Dit is precies de doelstelling van het onderzoeksproject DrTrack. Het project maakt deel uit van het onderzoeksprogramma ExploRail, en wordt gefinancierd door NWO Maatschappij- en Gedragswetenschappen, Technologiestichting STW en ProRail.

DrTrack bestaat in feite uit drie onderdelen, vertelt Zili Li, associate professor aan de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen van TU Delft en leider van DrTrack. ‘Ten eerste willen we meer weten over kleine afwijkingen aan het spoor op het niveau van componenten. Denk bijvoorbeeld aan de puntstukken in wissels, die we momenteel als casus gebruiken. Promovendus Anthonie Boogaard richt zich daarbij vooral op de vraag hoe de spoorelementen zich gedragen onder de belasting van rijdende treinen, en doet daarvoor metingen in zowel het lab als het veld.’

In het tweede onderdeel van DrTrack worden vanuit rijdende treinen de vibraties gemeten die veroorzaakt worden door het contact tussen de wielen en de rails. Promovendus Siamand

STW connecting innovators
ProRail
ExploRail
NWO Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek

Rahimi wil er op die manier achter komen welke signalen informatie verstrekken over de conditie van het spoor.

Promovendus Zilong Wei houdt zich bezig met de integratie van de resultaten – dit is het derde onderdeel van het onderzoek. Wei relateert de metingen op de grond van Boogaard aan de treinmetingen van Rahimi. Op deze manier kunnen de vibraties worden geïdentificeerd die specifieke defecten aan het spoor verraden.

Het DrTrack-project bevindt zich toevallig net in een spannende fase, aldus de onderzoekers. 'Ik doe sinds februari 2015 metingen aan een puntstuk in de buurt van Amsterdam CS', zegt Boogaard. Ik breng regelmatig een paar uur buiten door om alle treinbewegingen over dat stukje rails met sensoren zo precies mogelijk te meten. Dat levert grafieken op die – bijvoorbeeld – de impact van de assen van de treinstellen weergeven. Ik heb nu zeventien meetdagen achter de rug, verspreid over acht maanden. Dat betekent dat ik ruim tweehonderd treinen over dit stukje rails voorbij heb zien komen. Het interessante is dat er onlangs een scheurtje is ontstaan in de zogenoemde naald van het puntstuk. Dat is precies het type defect dat we met DrTrack juist willen kunnen opsporen!' Binnenkort wordt die scheur gelast, waarna Boogaard aan hetzelfde puntstuk verder zal meten. 'Dat is interessant, omdat door het lassen weer een nieuwe situatie is ontstaan.'

Boogaards grafieken laten nu al interessante correlaties zien. 'Zo zie ik bijvoorbeeld dat bij veel treinen de eerste set wielen na de locomotief weinig impact heeft op het spoor. Waarschijnlijk komt dat omdat het gewicht van de locomotief de rails daar wat omlaag drukt. Zo zijn er meer relaties te leggen. Het hoofddoel van mijn project is om de metingen vanuit de trein te relateren aan wat er daadwerkelijk op het spoor gebeurt.'

SongSearch op het spoor
Siamand Rahimi verricht eveneens metingen, maar dan vanuit de trein. De metingen van Boogaard en Rahimi zijn complementair. 'Anthonie meet stationair op één plek, ik meet juist alles mobiel vanuit één trein. In september was er een moment waarop de metingen letterlijk samenkwamen bij Amsterdam CS.'
het probleem van de huidige manier waarop het spoor gemonitord wordt is dat alleen

beschadigingen gedetecteerd worden die al heel goed zichtbaar zijn. En dan is het voor preventief onderhoud vaak al te laat. ‘De uitdaging is om 24 uur per dag vrijwel alles te monitoren’, zegt Rahimi. ‘Daartoe dienen we het ruisniveau in onze data te verminderen, zodat betekenisvolle signalen duidelijker naar voren komen. Die signalen breken we vervolgens op in verschillende elementen. Zo bouwen wij als het ware een bibliotheek op van allerlei verschillende spoorbouwelementen en hun toestand.’ Om dit te verduidelijken trekt Rahimi graag de vergelijking met SongSearch, een website die op grond van een geluidsfragment vertelt wat de titel van het liedje is. ‘Op dezelfde manier moet DrTrack gaan horen wat het spoor zingt,’ zegt hij.

Zilong Wei legt in zijn onderdeel van het project verband tussen het spoor en het wiel. Hij modelleert het optreden en verergeren van beschadigingen, alsmede de vroegtijdige detectie ervan. Daartoe maakt hij simulaties van de interactie tussen wiel en spoor, waarna hij de geluidsmetingen analyseert op de verschillende soorten defecten.

Detectie van vroege beschadigingen

‘Waar het in DrTrack uiteindelijk om gaat, is de continue detectie van vroege beschadigingen’, zegt Li. ‘Daarvoor hebben we het werk van alle drie de promovendi nodig. Maar als je kijkt naar wat ProRail uiteindelijk zelf moet gaan doen, dan bouwt dat vooral voort op het onderzoek van Rahimi en Wei. De resultaten van het onderzoek van Boogaard komen op het bordje terecht van de aannemers die verantwoordelijk zijn voor het onderhoud van het spoor in bepaalde regio’s.’

Boogaard beaamt dat: ‘Het zou mooi zijn als aannemers mijn onderzoeksuitkomsten kunnen gebruiken om kritieke onderdelen in hun regio in de gaten te houden. Mijn meetmethode is nu nog nieuw voor ze. Ik wil in mijn onderzoek graag bewijzen dat het kan: veranderingen in de dynamiek van kritieke spoorcomponenten – zoals puntstukken – opmerken met sensoren. Nu vertrouwen mensen nog vaak op hun eigen waarneming.’

‘Ik wil vooral laten zien hoe je de vanuit een trein de dynamiek van het spoor kunt beschrijven en gebruiken’, zegt Rahimi. ‘Het gaat om het oppikken van signalen en het op de juiste manier duiden ervan. Het is nog moeilijk te zeggen wanneer de eindresultaten

van mijn werk in de praktijk geïmplementeerd zullen kunnen worden. Het onderzoek is vooralsnog sterk experimenteel van aard.'

Het inbouwen van alle meetapparatuur in operationele treinen is dan ook geen sinecure. 'Het aan boord brengen van nieuwe oplossingen uit het lab is niet vanzelfsprekend', zegt Rahimi. 'De lasers, accelerometers, snelheidsmeters – om maar enkele van de soms wel 500 onderdelen te noemen – zitten soms nog in hun ontwikkelingsfase. Onderdelen gaan kapot of blijken niet te passen. Treinen zijn niet op het juiste moment beschikbaar, enzovoorts.'

Zilong Wei kent dat soort problemen niet. 'Bij mij gebeurt alles in de computer. Uiteraard moet ik mijn modellen wel kalibreren met data uit de praktijk. Een model kan soms een te simpele weergave van de werkelijkheid blijken te zijn. Daarom ga ik regelmatig met Anthonie Boogaard mee om observaties te doen. Ik kijk met een 3D-laserscanner naar de geometrische veranderingen die in het puntstuk ontstaan door slijtage en plastische deformatie. Die voer ik vervolgens in mijn model in.'

Onderhoud vanuit de rijdende trein

De eerste onderzoeksresultaten geven aan dat zowel praktische als wetenschappelijke inzichten in de interactie tussen wiel en spoor bijstelling behoeven. 'Zo blijkt het niet waar te zijn dat schade vooral door de "impact force" van treinen wordt veroorzaakt', zegt Li. 'De dynamiek is veel complexer dan dat. Het ontstaan en verder groeien van beschadigingen heeft niet alleen met krachten te maken. Hoe meer we hierover te weten komen, hoe beter we het spoor zullen weten te ontwerpen.'

Rolf Dollevoet is namens ProRail research coach bij het project, en functioneert als zodanig als een soort verbindingsofficier tussen de promovendi en de experts binnen ProRail die over de relevante ervaring en informatie beschikken. 'Omdat er nu al zoveel uit al de metingen komt, vind ik het onderzoek erg veelbelovend', zegt hij. 'ProRail gaat er zeker veel aan hebben. En dat is maar goed ook, want het Programma Hoogfrequent Spoorvervoer komt eraan. Dat betekent dat er nog veel meer treinen gaan rijden – op het kernnet vanaf 2028 elke zes minuten.'

Meer treinen betekent minder tijd voor onderhoud. Tenzij je dat onderhoud ten dele kunt plegen vanuit een rijdende trein. Monitoring en detectie zijn daarvoor de eerste kandidaten. ‘Zover is het natuurlijk nog niet’, zegt Dollevoet, ‘maar daar ligt dan ook mijn rol: bemiddelen tussen onderzoek en praktijk. ProRail staat altijd open voor proven technology. Maar dan moet je die technologie wel eerst ontwikkelen. Dat is precies wat we met DrTrack aan het doen zijn.’