

## Voortgangsrapportage 2023 – Innovatieagenda Bronaanpak Spoortrillingen

Dit document betreft de derde voortgangsrapportage Innovatieagenda Bronaanpak Spoortrillingen (IBS). Deze voortgangsrapportage omvat de periode 1 januari tot en met 31 december 2023. De voorliggende rapportage gaat in op de voortgang van het programma en de beheersaspecten: scope, financiën, kansen en risico's, planning en organisatie.

### Algemeen

De laatste jaren ziet ProRail dat de klachten over en de media-aandacht voor trillingen toenemen. Dit komt onder andere doordat er meer, zwaardere en langere (goederen)treinen rijden. Anderzijds zien we dat er steeds dichterbij het spoor gebouwd wordt, ook dit leidt tot meer klachten. Veel klachten gaan over de huidige situatie. Ook wordt er (beperkt) geklaagd over trillingen als gevolg van spoorvernieuwing. Daarbij zijn trillingen een complex fenomeen waardoor vooraf de effecten van een wijziging in de infrastructuur of het materieel op de mate van trillingen niet goed ingeschat kunnen worden. De maatregelen die getroffen kunnen worden, zijn beperkt tot ondersleeper pads (USPs, beperkt in toepassingsgebied), trillingsreducerende ondergrondse constructies (erg prijzig), en rubber overwegbevoering ter plekke van een overweg.

Doel van de IBS is om meer kennis op te bouwen over trillingen ten gevolge van spoorverkeer en om (beter) te kunnen voorspellen wat de trillingsniveaus zullen zijn. Daarnaast dient de IBS voor uitbreiding van de gereedschapskist met kostenefficiënte maatregelen om de trillingshinder rondom spoor en trein kunnen te verminderen.

De IBS kent 3 pijlers:

1. Kennisontwikkeling
2. Praktijkproeven
3. Communicatie en kennisdeling

### Scope en baten samenvatting

In 2023 is een grote prestatie geleverd, alle voorziene pilots zijn buiten in uitvoering of worden de voorbereidingen voor getroffen. Ook is samen met onze kennispartners de eerste versie van STEM getest: het Spoor Trillingen Emissie Model.

Ondanks de risico's die we zagen rondom capaciteit en buitendienststellingen zijn alle mijlpalen met betrekking tot de pilots gehaald. Op het gebied van innovaties is een geslaagde tender doorlopen en bereiden de 5 gehonoreerde ideeën nu prototypen voor ten behoeve van installaties buiten. Voor materieel heeft de combinatie van de kennispartners geleid tot nieuwe inzichten, door het toevoegen van data en ervaren hinder krijgen we zicht waarom bepaalde treinen meer ervaren hinder geven waarbij we dichterbij de kern van de trillingsbron komen.

Hieronder komt de voortgang per onderdeel van de IBS aan bod.

#### Pijler 1: Kennisontwikkeling

TU Delft, Deltares en TNO werken met ProRail samen aan fundamenteel onderzoek naar spoortrillingen. Hiermee ontwikkelen we een rekenmodel voor het ontstaan van spoortrillingen: het Spoor Trillingen Emissie Model (STEM). Dit model voorspelt in welke situaties spoortrillingen ontstaan, welke bronmaatregelen kunnen helpen tegen trillingshinder en in welke situaties bepaalde bronmaatregelen effectief zijn. Daarnaast kan ProRail met het model ook de oorzaak van klachten en problemen rond spoortrillingen achterhalen. De STEM-tool is open source, dat wil zeggen dat deze voor iedereen vrij beschikbaar is. De eerste versie van STEM is in december 2023 getest door een gebruikersgroep, inclusief een handleiding voor gebruikers.

Vier PhD-kandidaten richten zich binnen het onderzoek op het ontstaan van trillingen. In de eerste helft van 2023 zijn twee van de vier PhD-studenten gestart. De werving van de andere

twee PhD-studenten loopt nog. In 2024 starten ook Deltares en TNO met kennisontwikkeling voor de werkpakketten ruimtelijke variatie en tijdvariatie. Jaarlijks wordt een nieuwe versie van STEM opgeleverd, gevoed door de resultaten van het wetenschappelijk onderzoek.

Naast het fundamenteel onderzoek worden praktijkproeven uitgevoerd aan infrastructuur en materieel, waarbij wordt gekeken naar onderhoud en innovatieve maatregelen. Hieronder worden ze besproken.

#### Pijler 2a: Onderhoud infrastructuur

Doel van de pilots Onderhoud infrastructuur is het inzichtelijk maken van het trillingseffect van onderhoud aan specifieke objecten die mogelijk hinder geven. Dit wordt gedaan door trillingsmetingen en analyses te laten uitvoeren, zowel voor als na verschillende typen spooronderhoud.

In februari 2023 startte de eerste praktijkproef Onderhoud infrastructuur, op de Brabantroute. In totaal vinden op 20 locaties/hotspots tussen Breda en Venlo metingen plaats. In 2023 vonden op 15 locaties metingen plaats. In deze praktijkproef onderzoeken we verschillende aspecten van het onderhoud. We onderscheiden onderhoud aan objecten, de spoorligging en blinde vering (extra vering die kan optreden door ruimte onder de dwarsligger). Inmiddels is de praktijkproef halverwege en worden binnenkort de tussenresultaten opgeleverd. De planning is dat de praktijkproef halverwege 2024 afgerond zal zijn.

In 2024 wordt daarnaast gestart met de tweede praktijkproef binnen Onderhoud infrastructuur. De eerste praktijkproef richt zich op het inzichtelijk maken van de verschillende soorten onderhoud en het effect op trillingen. In de tweede praktijkproef wordt de relatie gelegd tussen het voor trillingen effectief onderhoud, de verschillende normen die nu gehanteerd worden en wanneer dit onderhoud goed genoeg is in relatie tot trillingen.

#### Pijler 2b: Onderhoud materieel

De praktijkproef naar de invloed van wielonrondheid en wielonderhoud is in 2022 gestart en in 2023 gecontinueerd. Het doel van de proef is om in kaart te brengen of wielonrondheid een relevante invloed heeft op spoortrillingen en hinder. Ook wordt gekeken of hinder verminderd kan worden door (conditieafhankelijk) wielonderhoud en welke effecten dit zou hebben op onder meer de kosten, beschikbaarheid en betrouwbaarheid van het materieel. Onder begeleiding van het cluster Duurzaamheid van de Spoorgoederentafel is hiervoor een projectplan opgesteld dat binnen de context van de IBS wordt uitgevoerd. Een aantal wagoneigenaren en verladere is bij de pilot aangesloten en stelt materieel ter beschikking voor metingen. Ook NS is aangesloten bij deze pilot en levert onderhoudsgegevens van reizigerstreinen die langs de meetopstelling rijden. In het eerste kwartaal van 2023 is met twee tijdelijke meetstations, in Heeze en Weert, aangetoond dat de gewenste effecten gemeten kunnen worden en dat er relevante relaties te verwachten zijn. Vanaf het tweede kwartaal 2023 is een langeduurmeting gestart met het meetstation in Weert. In het derde kwartaal is ook een meetstation in Schalkwijk operationeel geweest en in het vierde kwartaal is begonnen met meten in America. Dit om ook de invloed van bodemtypes en treintypes op andere lijnen in kaart te kunnen brengen. De eerste tussenresultaten daarvan worden begin 2024 verwacht. De pilot loopt tot en met 2024.

Voor deze pilot is regelmatig interactie met kennispartners vanuit STEM. Dit heeft geleid tot een aanvulling van de praktijkproef, waarbij ervaring van bewoners rondom meetstations meegenomen gaat worden om het effect van het wielonderhoud op de totale hinder zo goed mogelijk te kunnen benaderen.

#### Pijler 2c: Innovatie infrastructuur

In 2023 hebben op verschillende locaties pilots met innovaties in de infrastructuur plaatsgevonden. Het gaat om Geogrid in Akkrum, de in hoogte verstelbare bevestiging in Deurne en het saneren van een wissel in Zevenbergen, die vanwege de vergelijkbaarheid met de andere pilots ook onder deze pijler valt. Het vervangen van houten naar betonnen dwarsliggers vindt komend jaar nog op enkele plekken plaats, hier worden aanvullende metingen gedaan om beter zicht te krijgen op het effect van alleen de dwarsliggers en ook het effect van goederenverkeer

hierop te meten. Van de pilots die in 2022 startten, kwamen de resultaten binnen. Het verstijven van het baanlichaam zorgde deels voor een licht positief effect. De in hoogte verstelbare bevestiging zorgde voor een minder positief effect dan werd verwacht en wordt verder onderzocht in een pilot met sensoren.

Op verzoek van de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat is onderzocht of een van de pilots in Oost-Nederland kan plaatsvinden, ook als dit betekent dat geen gebruik gemaakt kan worden van bestaande werkzaamheden. Er is gekozen voor een pilot met ballastmatten, die in oktober 2024 in Wierden geplaatst worden. In 2023 is de benodigde buitendienststelling hiervoor geregeld en is een projectteam samengesteld.

In aanvulling op pilots met bestaande objecten is in samenwerking met marktpartijen een traject gestart om nieuwe innovatieve maatregelen te testen. De bekende maatregelen zijn beperkt werkzaam bij lage trillingsfrequenties en puntbronnen, waaruit juist veel klachten voortkomen. Hiervoor is ProRail in december 2022 een innovatiecompetitie gestart, waarbij marktpartijen werden uitgenodigd om met oplossingen in de infrastructuur te komen die op een kostenefficiënte manier kunnen helpen trillingen te verminderen. Na een voorselectie is in oktober 2023 de definitieve gunning geweest voor vijf ideeën. Ze bereiden nu prototypen voor ten behoeve van installaties buiten. In het voorjaar zullen de eerste pilots plaatsvinden.

De vijf geselecteerde ideeën zijn:

- Modulaire Metabarrier. Dit is een ondergronds scherm met instelbare elementen dat trillingen tegengaat. Het scherm wordt net naast het spoor geplaatst. Deze maatregel is aangedragen door Kampa, WeBoost en Arcadis.
- Bio-Inspired Soil Improvement. Bij dit idee wordt gebruik gemaakt van bacteriën die de bodem stijver maken. Daardoor worden minder trillingen doorgegeven. Deze maatregel is aangedragen door GroundwaterTechnology, Cohere en CBBG.
- TAS-las, de TrillingsArme Scheidings-las. Beschadigde elektrische scheidingslassen vormen een potentiële bron van trillingen. De TAS-las is een nieuw soort elektrische scheidingslas (Es-las), die stijver is en daardoor mogelijk trillingen vermindert. Deze maatregel is aangedragen door Witteveen+Bos, Logitech en Alom.
- Nastelbare ES-las. Ook dit is een mogelijke oplossing voor trillingen uit elektrische scheidingslassen. Met een sensor wordt de ligging van de las gemonitord. Als deze afwijkt, wordt de las 'nagesteld', zodat hij weer goed ligt. Deze maatregel is aangedragen door WeBoost en Kampa.
- Railtube: Met buizen worden gaten in de grond gemaakt. Deze gaten zorgen voor het 'breken' en het meer verspreiden van trillingen, waardoor de overlast afneemt. De buizen zijn aan het eind van hun levensduur geheel biologisch afbreekbaar. Deze maatregel is aangedragen door MIS7.

ProRail zet zich in om beproefde maatregelen, waar technisch en financieel in te passen binnen bestaande budgetten, mee te nemen in standaardwerkzaamheden. Zo zijn de eerste rubber overwegbevoeringen vanuit het Minder Hinder pakket aanbesteed.

#### Pijler 2d: Innovatie materieel

Voor innovaties aan materieel is gestart met onderzoek naar de vraag of wijzigingen, aan het veel toegepaste draaisteltype Y25, voor goederenwagens invloed kunnen hebben op trillingen. Simulaties hebben plaatsgevonden om de trillingseigenschappen van het Y25-draaistel in kaart te brengen. Wagoneigenaren, verladers en NS zijn bij de uitvoering van deze simulaties aangesloten, waardoor ook de verschillen in trillingseigenschappen van locomotieven, goederenwagens en reizigerstreinen beter inzichtelijk gemaakt konden worden. De resultaten geven aanleiding om de invloed van aanpassing aan het Y25-draaistel op trillingen proefondervindelijk te gaan vaststellen op het spoor. In 2024 loopt het haalbaarheidsonderzoek naar het samenstellen en inzetten van een testtrein voor deze aanpassingen en worden deze innovaties in overleg met materieeleigenaren besproken en verder onderzocht.

## Pijler 3: Communicatie en kennisdeling

Communicatie over de IBS is gericht op het zichtbaar maken, toelichten en duiden van de ontwikkelingen, onderzoeken, proeven en maatregelen rond de bronaanpak van spoortrillingen enerzijds en het krijgen van draagvlak van stakeholders binnen en buiten de spoorsector anderzijds. Voor de kennisdeling binnen de technische wereld (ingenieursbureaus, onderzoeksinstituten) is een kennisbibliotheek beschikbaar waarop alle definitieve rapportages beschikbaar zijn. Toegang is op aanvraag beschikbaar.

Vanuit verschillende externe stakeholders is interesse in het onderzoek van de IBS. Om deze groep op de hoogte te kunnen houden zijn in 2023 diverse nieuwsberichten gepubliceerd via de website [www.prorail.nl/programmas/innovatieagenda-bronaanpak-spoortrillingen](http://www.prorail.nl/programmas/innovatieagenda-bronaanpak-spoortrillingen) en de social mediakanalen van ProRail. Zo is de IBS in de media terug te zien geweest met berichten omtrent de resultaten van de Innovatiecompetitie voor trillingsreducerende innovaties, de pilot in Deurne, de trillingsvoorspellende STEM-tool en het onderzoek op de Brabantroute naar de invloed van onderhoud op trillingen.

Ten behoeve van kennisdeling zijn diverse bijeenkomsten georganiseerd, waaronder een externe kennismiddag (in mei), online lunch-lezingen (in september via Railforum) en twee Railforumcongressen (in juni en oktober), en twee presentaties op het Geluid Trillingen en Luchtkwaliteit congres (in november). Daarnaast is de IBS aangehaakt bij een Brainstormsessie landelijke aanpak Spoortrillingen (in september). Specifiek ten behoeve van de bruikbaarheid van de trillingsvoorspellende STEM-tool zijn twee sessies georganiseerd voor toekomstige gebruikers (in januari en oktober).

Samen met de kennispartners van TNO, TU Delft en Deltares, worden de resultaten en potentiële vervolgstappen besproken. Dit leidt tot aanscherping van hypothesen, suggesties voor bijsturing en aanvullingen bij praktijkproeven. Concreet zien we kansen bij de praktijkproef van wielonderhoud om meerdere materieelfactoren te betrekken en ook bewoners te vragen extra hinderlijke passages te markeren, zodat we hetgeen het meest bijdraagt aan de hinder zo goed mogelijk te kunnen lokaliseren.

Daarnaast wordt er gebrainstormd over de vraag hoe we de kennis kunnen delen in een 'kennisdictaat'. En worden de mogelijkheden voor ontsluiting in kaart gebracht voor een cursus Trillingen door het Railcenter, het spoorse opleidingscentrum. Ook kennisplatform Railforum biedt met regelmaat de mogelijkheid om de opgedane kennis te delen binnen de spoorsector.

## **Planning**

De IBS is gestart in Q3 2021, met een looptijd van vier jaar tot Q3 2025. Voor STEM geldt een vastgestelde looptijd tot Q3 2026 in verband met de PhD-doorlooptijd. In 2024 worden de laatste twee grote projecten in gang gezet: de tweede pilot met infraonderhoud en de pilot met materieelinnovatie. In 2024 worden ook de infra-innovaties in het spoor beproefd. Daarmee zijn alle projecten in uitvoering in 2024. Komend jaar zal dan ook in het teken staan van het oogsten en bundelen van de resultaten met oog op de afronding in 2025. Voor infra-innovaties die dit jaar ingebouwd worden geldt dat enkele langeduurmetingen door zullen lopen tot eind 2025. Daarmee verwachten we de laatste resultaten van de pilots, alsook de oplevering van STEM, na afronding van de IBS. Dit is geen belemmering voor het behalen van de doelstellingen, maar er zal aandacht moeten blijven voor het aanhaken van nieuwe informatie ook na het afronden van de IBS.

## **Europese samenwerking**

ProRail neemt deel in het Europese researchprogramma Europe's Rail (ERJU). In dit onderzoeksprogramma doen de Europese spoorwegondernemingen en -industrie onderzoek naar baanbrekende innovaties en vernieuwingen voor de railsector. Voor de IBS relevant zijn de projecten die ondergebracht zijn in het Rail4Earth-deel van het ERJU-programma. Onderdeel van Rail4Earth is het beproeven van alternatief ballast op trillingsreducerende eigenschappen. Het betreft een met polyurethaan gecoate ballaststeen (NeoBallast). Door een Spaans consortium zullen duurtests in 2024 en 2025 uitgevoerd worden. Op zijn beurt brengt ProRail via onderzoekspartners TNO en Deltares rekensimulaties met STEM in. De reeds ontwikkelde

ballast en een vergelijkbaar concept met zandsteen wordt met STEM doorgerekend. Data uit eerdere tests zijn uitgewisseld met TNO. De STEM-rekenresultaten zijn beschikbaar voor het Spaans consortium.

## Financiën

Het beschikbare budget in 2021 was € 20 mln. (incl. BTW). Dit bedrag is de afgelopen jaren geïndexeerd. Met indexatie is dit budget op 31 december 2023 € 22,3 mln. (incl. BTW).

Tot en met 31 december 2023 is er € 12,1 mln. (incl. BTW) in gang gezet in contracten, daarvan is € 4,3 mln. (incl. BTW) betaald. Van de nog openstaande contracten ter grootte van € 7,8 mln. geldt dat het grootste gedeelte - € 4,4 mln (incl. BTW) – onderdeel is van een meerjarencontract ten behoeve van pijler 1 – STEM. Deze € 4,4 mln. wordt conform contractuele afspraken met onderzoekspartners TNO, Deltares en TU Delft verdeeld over de jaren 2024 t/m 2026.

Onderdeel	Beschikte subsidie (incl. BTW)	Beschikbare budget (incl. BTW) PP2023
1 - STEM	€ 6.171.000	€ 6.790.520
2A: Praktijkproeven onderhoud infra	€ 1.363.573	€ 1.422.113
2B: Praktijkproeven onderhoud materieel	€ 1.227.351	€ 1.358.974
2C: Praktijkproeven infra maatregelen innovatie	€ 5.137.370	€ 5.494.005
2D: Praktijkproeven materieel innovatie	€ 181.500	€ 199.627
3. Communicatie en kennisdeling	€ 565.699	€ 590.601
Projectmanagement	€ 1.269.242	€ 1.386.297
<b>Totaal</b>	<b>€ 15.915.735</b>	<b>€ 17.242.137</b>

Op basis van het geïndexeerde beschikbare budget van € 22,3 mln. (incl. BTW) minus het reeds beschikte budget van € 17,2 mln, is er nog € 5,1 mln. (incl. BTW) beschikbaar voor de laatste subsidieaanvraag. Deze subsidieaanvraag zal in 2024 worden aangevraagd.

## Kansen en risico's

Ten opzichte van de vorige rapportage is het algehele risicoprofiel afgenomen.

- *Marktcapaciteit*

De nog aankomende pilots met infra-innovaties zijn allemaal gepland en grotendeels voorzien van capaciteit. Het aantal projecten waarop de marktcapaciteit effect kan hebben is verkleind.

- *Trein Vrije Periodes*

Voor vrijwel alle projecten zijn de Trein Vrije Periodes (TVP's) reeds gereed. Om de doorlooptijd van de projecten zo kort mogelijk te houden, is proactief ingezet op meeliften met al bestaande TVP's. Voor de pilot bij Wierden is de vraag voor TVP toegezegd en is het projectteam inmiddels aan de slag. Voor twee van de vijf infra-innovaties is het risico reëel dat de inbouw van de innovaties in het spoor vertraagd wordt vanwege uit te voeren ecologisch onderzoek. Er wordt parallel gekeken naar verschillende alternatieven voor inbouw in 2024.

- *Behalen van de doelstelling*

De doelstelling van het programma is het ontwikkelen van kosteneffectieve bronmaatregelen om spoortrillingen te verminderen. Deze doelstelling is dichterbij gekomen. Dat betekent niet dat elke praktijkproef een succesvolle bronmaatregel op zal leveren: niet elke onderzochte maatregel blijkt in de praktijk een succes. De uitkomsten van enkele infra pilots zijn matig positief. Aan de andere kant hebben we bij onderhoud aan de infra concreter zicht op de onderhoudsvormen die effectief zijn voor trillingen, deze worden verder uitgediept. Voor materieel hebben we meer zicht op de bepalende hinderparameters. Veelbelovend zijn ook de vijf concepten uit de innovatiecompetitie, die zowel out of the box als beproefde methoden in een nieuwe-tijdse vorm gebruiken. Deze geven zicht op kosteneffectieve methoden.

## **Bijlage 1 - Opgeleverde producten**

De volgende onderzoeken zijn in 2023 opgeleverd als onderdeel van de IBS:

- Uniform meetprotocol – Engels – 17 maart 2023
- Meetresultaten praktijkproef trillingen PSS – 12 april 2023
- Simulaties van trillingsbelasting op het spoor – 18 april 2023
- Trillingsvriendelijk Goederenmaterieel – Simulaties t.b.v. bureaustudie draaistelconfiguratie – 10 mei 2023
- Monitoring spoortrillingen wielonderhoud – Tussenrapport Fase 1 – 2 juni 2023
- Synthese Simulaties voertuigmiddelen t.b.v. IBS – 12 juni 2023
- Onderzoek effect ShimLifts – Overweg Binderendreef Deurne – 13 juni 2023
- Invloed van spoordegradatie op trillingen – 26 oktober 2023

## Bijlage 2 - Status projecten

Innovatieagenda bronaanpak spoortrillingen - IBS			locatie	versie: 31-12-2023																				
Pijler	Onderdeel	Project	locatie	Q1 2022	Q2	Q3	Q4	Q1 23	Q2	Q3	Q4	Q1 24	Q2	Q3	Q4	Q1 25	Q2	Q3	Q4	Q1 26	Q2			
1. Kennisontwikkeling en rekenmethoden	Contractering	PvA																						
		Hotspots																						
	Emissiemodel	Baanlichaam																						
		Ruimtevariatie																						
		Tijdgedrag																						
2. A Onderhoud infra	Onderzoek bruikbaarheid en toepassing BBMS-data	Onderzoek bruikbaarheid monitoring via glasvezels (ism ERJU)	landelijk																					
		Bestaande maatregel: Onderstoppen dataanalyse	Dorst, Nunspeet, Heeze																					
		Validatie Spoorlijger (trillings filter)	Dorst																					
		1. OBO - Spoorlijger (BBMS hot spots) Brabantroute	Brabantroute																					
		2. OBO - Praktijkproef onderhoud hotspots	Brabantroute, 20 locaties																					
	2. B Onderhoud materieel	Onderzoek bruikbaarheid en toepassing BBMS-data	2. OBO - Aanvulling OBO in Goes, op vraag OG	Goes																				
			3. OBO - Degeneratie simulatie	Landelijk																				
			4. OBO - Praktijkproef spoorligging	ntb																				
			5. OBO - Wrap up																					
			Opstellen projectplannen materieel																					
	2. C Innovatie infra	2. B Onderhoud materieel	Data analyse trillingsniveau's maiveld en Aspot & Quo Vadis	A2 / Culemborg																				
			Pilot metingen wielonderhoud en trillingen	Heeze, Weert, Schalkwijk, America, Holten																				
			Quickscan praktijkproeven																					
			Data-analyse hinder	Landelijk																				
			Meetprotocol versie 1 en versie 2 - actualiseren																					
2. D innovatie materieel		2. C Innovatie infra	Under Sleeper Pads	Oisterwijk, Zevenaar, Brabantroute, Tegelen																				
			Kunststof dwarsliggers - proeftuin	Zwolle -Wierden																				
			Rubber overwegbevoering - STRAIL	Dorst																				
			Meemeten: Rubber overwegbevoering	Zevenbergen																				
			Meemeten: Rubber overwegbevoering	Wierden																				
			Bestaande maatregel: In hoogte verstelbare bevestiging	Deurne																				
			Meemeten: Houten dwarsliggers	Nunspeet, Tegelen																				
			Meemeten: PSS	Culemborg																				
			Meemeten: Geogrid	Grou																				
			Meemeten: Wisselansering	Zevenbergen																				
3. Communicatie en kennisdeling	Communicatie	Verstijven ballast (bv durflex)	lab + ntb																					
		Ballastmatten	Wierden																					
		Betonnenbak versus ballast spoor	Deurne																					
		SBIR - innovatie marktuitvraag + selectie 5 pilots	landelijk																					
		SBIR - Modulaire Meta Barrier	landelijk																					
	Kennisdeling	Kennisdeling	SBIR - TAS Las	landelijk																				
			SBIR - Nastelbare ES Las	landelijk																				
			SBIR - Bio Inspired Soil Improvement	landelijk																				
			SBIR - RailTube	landelijk																				
			Data-analyse materieel																					
Overig	Kennisdeling	Data-analyse trillingsparameters Y25+ draaistellen																						
		Parameter studie materieel, turven hinderlijke passages	Schalkwijk, Weert, America, ntb																					
		PvA voorstel testrein Y25+																						
		Testrein Y25+																						
		Infographics																						
	Communicatie	Communicatie	Animatie																					
			Video praktijkproeven																					
			Foto's praktijkproeven																					
			Website en Kennisdocumentenbibliotheek																					
			PR, railforumdagen, IBS dag																					
Overig	Overig	Kennisdelen STEM partners - praktijkproeven																						
		Open source data base																						
		Onderzoek haalbaarheid opleiding trillingen Railcenter																						
		EU - ERJU doorrekenen o.a. neoballast met STEM																						
		Kennis dictaat																						
Voortgangsrapportage lenW + kamerbrief																								
Actualisatie maatregelen catalogus																								

Voorbereiding gereed  
Gereed  
Voorbereiding gepland  
Gepland