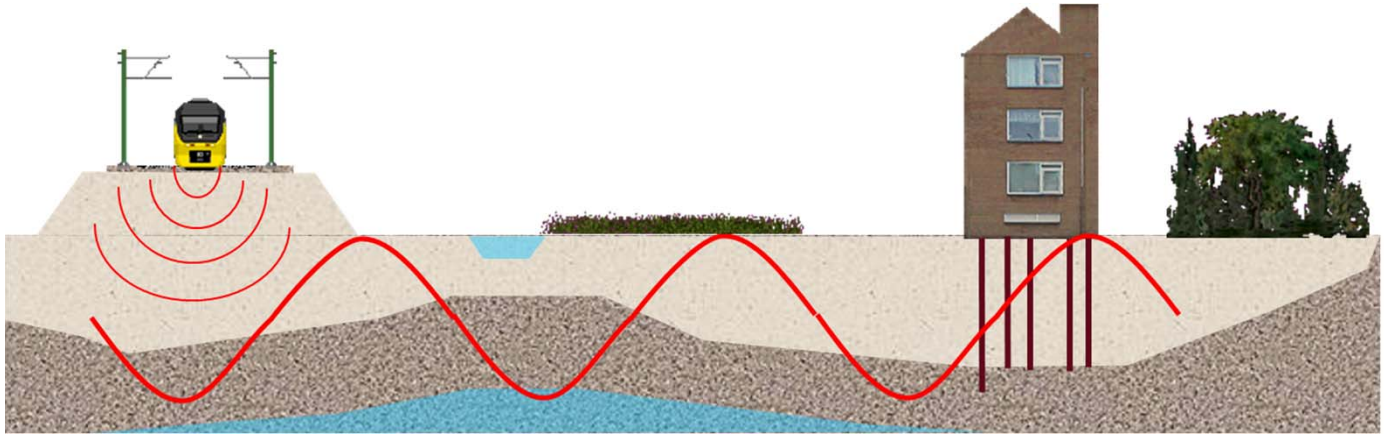
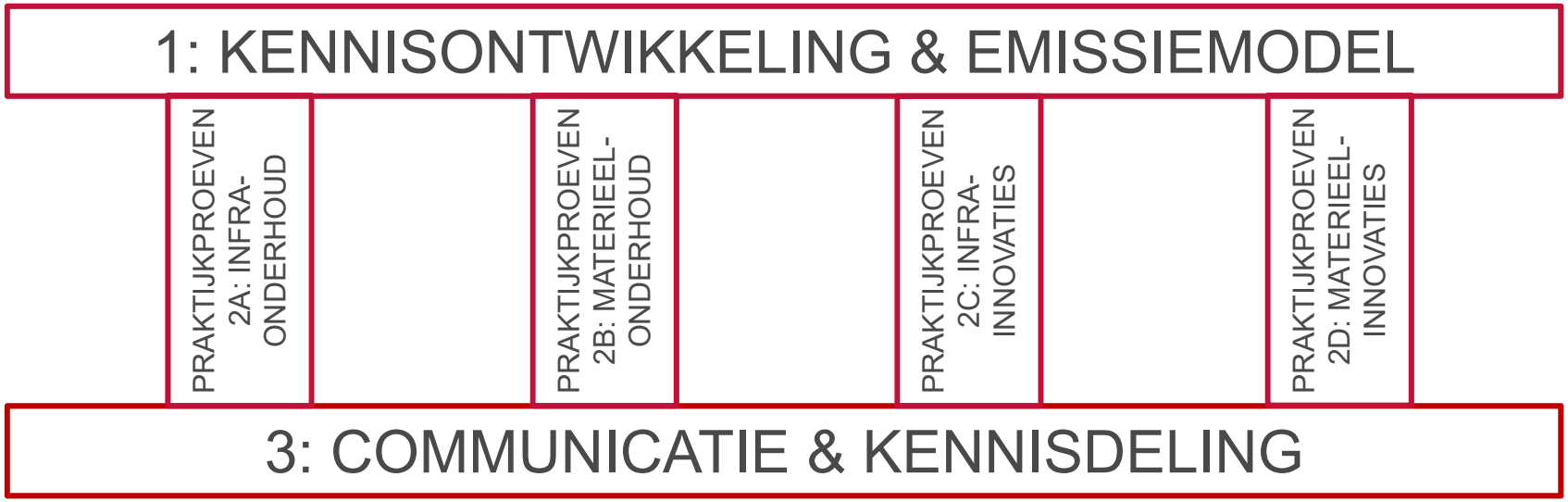


Innovatieagenda bronaanpak spoortrillingen

versie: 1.0
datum: 19-4-2019

ProRail

Deze innovatieagenda richt zich op kennisontwikkeling over de ontstaansmechanismen van trillingen, op praktijkproeven met technologische innovaties en op communicatie en kennisdeling.



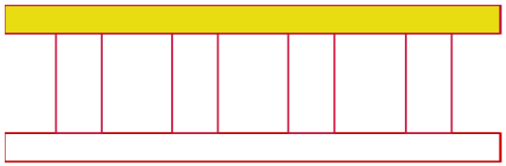
Deel 1 van de innovatieagenda richt zich op kennisontwikkeling van de ontstaansmechanismen van spoortrillingen.

Het ontbreekt aan gevalideerde rekenmodellen voor de bepaling van effecten op spoortrillingen in het ontwerpproces van infra en materieel.

RIVM werkt aan een landelijk rekenmodel trillingen. In dit model wordt de emissie van trillingen middels metingen bepaald. ProRail wil hier modelmatige kennis aan toevoegen.

Ook in Europees verband zijn dit soort gevalideerde rekenmodellen niet voorhanden. Binnen het Europese onderzoeksprogramma Shift2Rail ligt de nadruk dan ook op modelvorming. ProRail is als deelnemer in EUROC partner in Shift2Rail.

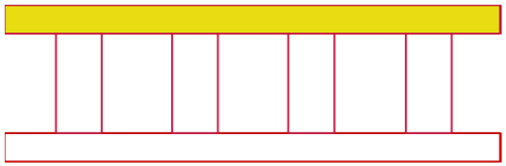
Grootschalig empirisch onderzoek op bijvoorbeeld de A2-corridor en de Brabantroute heeft veel informatie opgeleverd over trillingen van verschillende typen treinen op het spoor, ook in relatie tot de spoorconditie. Vervolganalyses zijn nodig om van deze informatie ook echte kennis te maken die betere voorspellingen en ontwerp mogelijk maken.



ProRail zet in op kennisontwikkeling in samenwerking met TU Delft en diverse nader te selecteren andere partijen.

TU Delft adviseert de kennisontwikkeling te richten op vier sporen, nl. effecten die samenhangen met de:

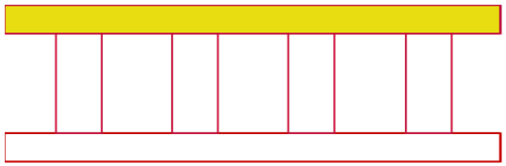
- statische aslast (massa) van treinen
- dynamische aslast (bijdrage van het materieel)
  - dit onderdeel is de afgelopen jaren onderzocht
- dynamische aslast (bijdrage van de infra, in bijzonder de spoorgeometrie)
- dynamische aslast (bijdrage van de infra, in bijzonder de variatie in langsrichting van de systeemeigenschappen)
  - dit onderzoek is al opgestart en heeft vervolg nodig



Deze kennisontwikkeling vraagt een samenhangende aanpak met een financiering die enkele jaren verzekerd is.

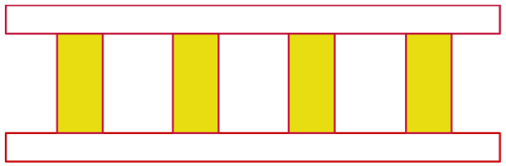
- Naast de inzet van de TU Delft voorzien we inzet van diverse nader te selecteren kennispartijen om tot een gedragen en gemeenschappelijk model te komen waarmee we het ontstaan van trillingen kunnen voorspellen
- Afstemming met, en aansluiting bij, de Europese onderzoekslijn is daarbij uitgangspunt
- Bestaande meetgegevens gebruiken we voor het instellen van parameters en voor de validatie van het te ontwikkelen model
- Het rekenmodel willen we aan kunnen sluiten op het landelijke rekenmodel dat RIVM ontwikkelt om de effecten op woningen te kunnen bepalen

- Concrete projecten:
  - Bijdrage in Shift2Rail met modelvorming rondom verschillende bodemgesteldheden
  - De aanpak van TU Delft vraag een meerjarige financiering voor promotie- en postdoctoraal onderzoek.



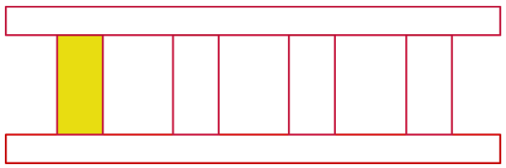
Deel 2 van de innovatieagenda richt zich op praktijkproeven aan maatregelen aan de bron.

- In de visie van ProRail, gesteund door diverse deskundigen op dit gebied, richt de aanpak van spoortrillingen zich op de bron van de trillingen.
- Bronmaatregelen zijn goedkoper dan overdrachtsmaatregelen zoals trillingswerende constructies in de bodem en hebben minder neveneffecten in de omgeving.
- In recente projecten als Sporen in Arnhem (SiA) en Doorstroomstation Utrecht (DSSU) zijn trillingswerende constructies in de bodem aangebracht. Per trillingsscherm kostte dit ordegrootte 10-20 miljoen euro.
- Spoortrillingen komen voor met verschillende frequenties. Reden hiervoor is dat de onderliggende oorzaak van de trillingen kan verschillen
- Woningen kunnen gevoelig zijn voor de ene of de andere frequentie
- Een maatregel voor de ene locatie is om deze reden niet altijd een afdoende maatregel voor de andere
- Een afdoende aanpak van trillingen vraagt dan ook een aanpak van de verschillende onderliggende oorzaken



Onderdeel 2A zet in op optimaal beheer en onderhoud van de infra om de overlast in de omgeving te beperken.

- ProRail zet in op onderzoek aan monitoringsmethoden vanuit treinen om overmatige trillingsbronnen in de infra te detecteren
- ProRail wil ervaring opdoen met het toepassen van andere of nadere onderhoudseisen in een contractgebied van een aannemer
- Tevens zet ProRail in op de ontwikkeling van maatregelen die degeneratie van het spoor vertragen of tegengaan. ProRail stelt voor om concrete pilots (zie: praktijkproeven) in te richten met:
  - *Shimlifts* of vergelijkbare middelen (voor het tegengaan van “blinde vering”)
  - Middelen voor het borgen van stabiliteit in het ballastbed

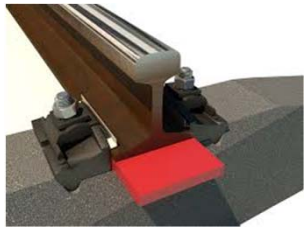


Lopend onderzoek voor deel 2A en inbedding in de innovatieagenda

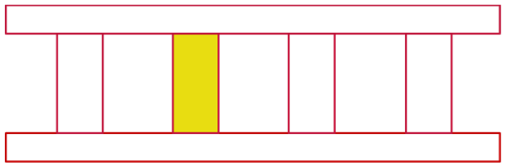
- ProRail beproeft monitoringsmethoden in samenwerking met NS in twee pilots:
  - Reizigerstrein als Meettrein (RAM)
  - CAMINO-Rail.

  Aspotversnellingen leggen in deze pilots de eigenschappen van het spoor vast. Doorontwikkeling van de analysemethoden is nodig voor concrete toepassing.

- In opdracht van het Ministerie beproeft ProRail in 2019 *Shimlifts* bij “Harmelen-overwegen” op de Brabantroute.

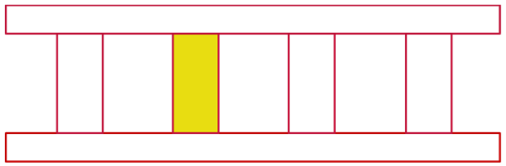


- Concrete projecten:
  - Doorontwikkeling van monitoringsmethoden vanuit de trein
  - Onderzoek naar de mogelijkheden van monitoringsmethoden via glasvezelkabels langs het spoor
  - Ontwikkeling van specifieke onderhoudseisen voor de beheersing van trillingshinder
  - Onderzoek naar implementatiemogelijkheden in de praktijk van de PGO-contracten met procesaannemers
  - Praktijkproef Shimlifts voor aanpak ‘blinde vering’



Onderdeel 2B zet in op een optimale staat van de wielen, de vering en de demping in het materieel voor trillingsreductie.

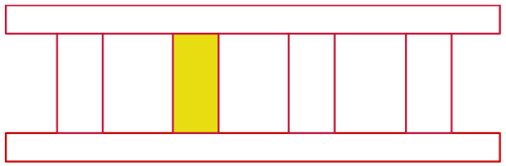
- Met Quo Vadis kan ProRail voor wagens en treinstellen op het hoofdspoorwegennet meten wat de staat van de wielen is.
- Ook vervoerders werken aan “slimme sensoren” om optimale onderhoudsintervallen te kunnen bepalen voor hun wielen.
- Minder informatie is beschikbaar over de staat van vering en demping in de wagens.
- ProRail wil in samenwerking met wageneigenaren en vervoerders inzetten op pilots met monitoring, optimale informatie-uitwisseling en optimale onderhoudsintervallen voor wielen en wagens.
- Meetresultaten van Quo Vadis laten zien dat overbelading en overbelasting nauwelijks voorkomt en in het kader van de aanpak van trillingen geen nadere aandacht behoeft.



Lopend onderzoek voor deel 2B en inbedding in de innovatieagenda

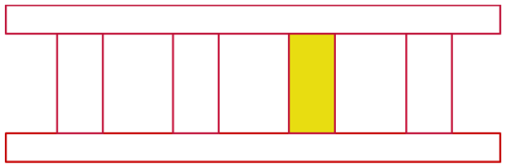
- ProRail stuurt vervoerders al informatie vanuit Quo Vadis met betrekking tot wielkwaliteit. Een quick-scan zal duidelijk maken welke mogelijkheden er zijn om meer met deze informatie te doen, welke informatie vervoerders en wageneigenaren zelf hebben en welke optimalisaties er zijn in de onderhoudsaanpak van materieel.
- ProRail wil de mogelijkheden van de inzet van een bonus-malus-regeling voor de inzet van spoor- en omgevingsvriendelijk spoorwegmaterieel nader onderzoeken.

- Concrete projecten:
  - Quickscan naar optimalisatiemogelijkheden van onderhoud van materieel al dan niet gevoed met informatie uit Quo Vadis
  - Studie naar implementatiemogelijkheden zoals een bonus-malus-regeling
  - Een pilot met daadwerkelijk aanvullend beheer en onderhoud van wagens



Onderdeel 2C zet in op de technologische ontwikkelingen voor de infra die beschikbaar zijn om als trillingsreducerende maatregel in praktijkproeven te gaan testen.

- We onderscheiden drie niveaus waarop innovaties beschikbaar zijn:
  - Type dwarsliggers (hout, beton, kunststof) en type ES-lassen
  - Dwarsliggerconcept
    - vaste of wisselende onderliggende afstand: “randomisatie”
    - met of zonder verbindingen tussen dwarsliggers: “ladder track”
  - Lokale optimalisatie van de demping
    - tussen spoor en dwarsligger (rail pad)
    - tussen dwarsliggers en ballastbed (under sleeper pad, USP)
    - in het ballastbed (bv *Durflex*)
    - tussen ballastbed en onderbouw (ballastmat)



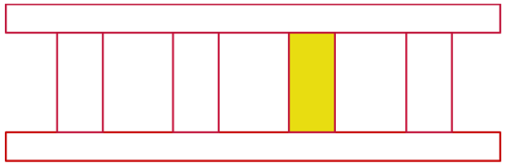
Lopend onderzoek voor deel 2C en inbedding in de innovatieagenda

- In het project Derde Spoor Zevenaar zijn USP's toegepast. Als hier treinen rijden kan de effectiviteit getest worden.

- Op het traject Zwolle - Wierden bereidt ProRail de aanleg van diverse typen dwarsliggers voor om deze in 2019 onder andere wat betreft het effect op trillingen te kunnen beproeven.
- ProRail past recent een nieuw type ES-lassen toe die mogelijk een trillingsreducerend werking heeft.

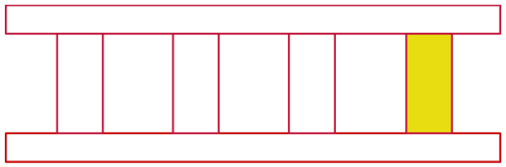
- Overige optimalisaties van het spoor zullen onderzocht worden middels predictie op het moment dat de kennis van de ontstaansmechanismen verder ontwikkeld is en tot ontwerpmodellen heeft geleid.

- Concrete projecten:
  - Praktijkproeven met in elk geval USP's, ballastmatten, ES-lassen, verschillende typen dwarsliggers
  - Praktijkproef *Durflex* voor aanpak baanstabiliteit en toevoegen demping in de ballast



Onderdeel 2D zet in op innovatieve draaistellen op de Europese markt voor goederenwagens. Onbekend is in hoeverre deze trillingsarm zijn.

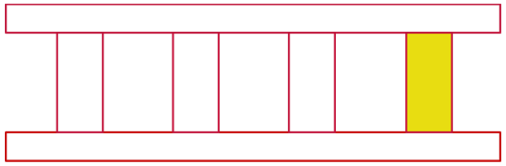
- Vooronderzoek van Ricardo Rail heeft laten zien welke Europese innovaties op dit moment beschikbaar danwel in ontwikkeling zijn
- De verwachting is dat enkele van deze draaistellen trillingsreducerende eigenschappen hebben, al zijn ze hier niet primair op ontwikkeld
- In samenwerking met de goederensector ziet ProRail mogelijkheden om praktijkproeven met deze draaistellen op het Nederlandse spoor te organiseren om de potentie van trillingarme draaistellen vast te stellen
- Positieve resultaten kunnen leiden tot actie op nationaal en Europees niveau om dit type draaistellen op de langere termijn meer toegepast te krijgen



Lopend onderzoek voor deel 2D en inbedding in de innovatieagenda

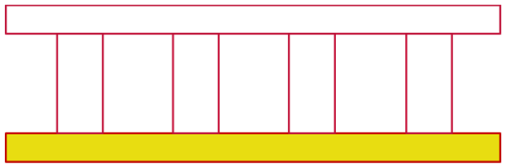
- De eerstvolgende stap is conform advies van Ricardo Rail om van de bestaande innovatieve draaistellen op basis van berekeningen te laten zien welke mogelijk trillingsreducerende eigenschappen hebben.
- De volgende stap is om deze draaistellen op Nederlandse infra te laten rijden en te meten.

- Concrete projecten:
  - Onderzoek naar de potentiële trillingsreducerende werking van de diverse bestaande innovatieve draaistellen
  - Haalbaarheidsstudie van een pilot met het meest veelbelovende trillingsarme draaistel
  - Proefritten op diverse baanvakken in NL met trillingsmetingen
  - Onderzoek naar toepassingsmogelijkheden van dit type draaistellen in NL



De resultaten van projecten van de innovatieagenda leveren kennis en, indien succesvol, een doorkijk naar brede implementatie en toepassing van die innovatie.

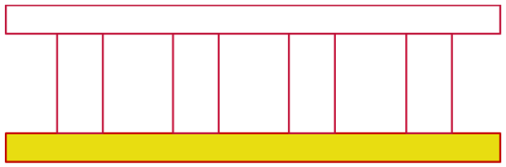
- De innovaties op het gebied van beheer en onderhoud van zowel infra als materieel kunnen bijdragen aan nieuwe onderhoudsstrategieën waarbij de beperking van overlast vanwege trillingen een onderdeel is
- Brede toepassing van innovaties wordt met het opstellen van een afsluitend implementatieplan na afloop van een onderzoekstraject gestimuleerd
- Ontwikkeling van kentallen voor de investerings- en beheerkosten van de innovaties die resulteren in nieuwe trillingsarme technieken maakt onderdeel uit van het implementatieplan
- Brede toepassing vraagt mogelijk ook structurele aanvullende middelen voor het toepassen van maatregelen in projecten en/of voor beheer en onderhoud van infra en/of materieel



Deel 3 van de innovatieagenda gaat over de communicatie over de uitvoering en de resultaten van de innovatieagenda. Voor omwonenden, betrokken stakeholders en kennispartijen.

- De ontwikkeling van communicatiemateriaal en organisatie van pers-momenten is onderdeel van de uitvoering van de innovatieagenda
- Uitvoering van pilots op locaties waar overlast ervaren vergroot de zichtbaarheid van de uitvoering van de innovatieagenda
- Goede communicatie is ook nodig voor realistische verwachtingen in de omgeving over de lokale effectiviteit, het zicht op blijvende toepassing en eventuele bredere uitrol van maatregelen

- Concrete projecten:
  - Opzet digitale nieuwsbrief
  - Jaarlijkse update maatregelencatalogus
  - Opzet kennisbank



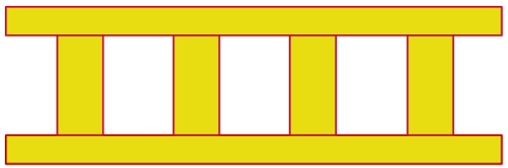
De innovatieagenda ziet er per Q1 2019 als volgt uit:

Innovatieagenda bronaanpak spoortrillingen			In uitvoering																					
			In voorbereiding																					
versie: 19-4-2019			Ideevorming																					
Pijler	Onderdeel	Project	Q1 2019	Q2 2019	Q3 2019	Q4 2019	Q1 2020	Q2 2020	Q3 2020	Q4 2020	Q1 2021	Q2 2021	Q3 2021	Q4 2021	Q1 2022	Q2 2022	Q3 2022	Q4 2022	Q1 2023	Q2 2023	Q3 2023	Q4 2023
Kennisontwikkeling en rekenmethoden	Bundeling en analyse onderzoek	Nadere analyse meetgegevens A2-corridor																				
	Statische aslast	Fundamenteel onderzoek - TU Delft e.a.																				
		Validatie op basis van meetonderzoek																				
	Dynamische aslast - materieel	Bundelen uitgevoerd onderzoek - TU Delft e.a.																				
	Dynamische aslast - infra - geometrie	Fundamenteel onderzoek - TU Delft e.a.																				
		Validatie op basis van meetonderzoek																				
	Dynamische aslast - infra - bovenbouw	Onderzoek alternatieve meetmethode - Deltares irt Shift2Rail																				
		Toepassing meetresultaten in rekenmodellen borgen - TU Delft e.a.																				
	Integraal emissiemodel	Kennisborging en bewaken samenhang onderzoeken																				
		Integratie kennis in één softwarepakket voor ontwerpdoeleinden																				
Praktijkproeven	Onderhoudsstrategie spoorinfra	Ontwikkeling monitoringsysteem obv aspotversnellingen (RaM / MASK)																				
		Onderzoek bruikbaarheid monitoring via glasvezels																				
		Ontwikkeling onderhoudscriteria tbv omgevingshinder																				
		Implementatiestrategie in onderhoudscontracten																				
		Shimlifts - Vijf overwegen Brabantroute																				
	Onderhoudsstrategie materieel	Quickscan naar optimalisatiemogelijkheden																				
		Studie naar implementatiemogelijkheden																				
		Pilot met daadwerkelijk aanvullend beheer en onderhoud																				
	Innovatieve maatregelen infra	Durflex - (mogelijk in Oisterwijk)																				
		Under Sleeper Pads - Derde spoor Zevenaar (reeds aangelegd)																				
		Kunststof dwarsliggers - proeftuin Zwolle - Wierden																				
		Verschillen tussen gecontracteerde typen ES-lassen																				
		Ballastmatten - toepassing voor trillingen bij vernieuwing																				
		Proeftuin trillingsmaatregelen tijdelijk spoor Vught																				
		Under Sleeper Pads - tweede proeftraject																				
	Innovatieve maatregelen materieel	Quick-scan trillingseigenschappen bestaande innovatieve draaistellen																				
		Haalbaarheidsstudie van een pilot																				
		Pilot goederentrein met trillingsarme draaistellen																				
		Onderzoek toepassingsmogelijkheden in NL																				
Communicatie en kennisdeling	Communicatie	Opzet nieuwsbrief innovatieagenda per kwartaal																				
	Kennisdeling	Update maatregelencatalogus (jaarlijks)																				
	Kennisdeling	Opzet openbare kennisdatabank																				

Deze innovatieagenda is samengesteld op basis van actuele kennis en wetenschappelijke inzichten bij deskundigen.

Bij de opzet is gebruik gemaakt van:

- beschikbare literatuur waaronder de maatregelencatalogus,
- de visie van kennisinstituten en ingenieursbureaus,
- de resultaten van de workshop met deskundigen op 5-12-2018 en
- een Europese questionnaire onder infrabeheerders

Als bijlage bij deze innovatieagenda horen visiedocumenten van:

- TU Delft
- Arcadis
- Cohere Consultants
- DGMR
- DPA Cauberg-Huijgen
- Level Acoustics
- M+P
- Movares
- Ricardo Rail