

Van: Frank Menger

Onderwerp: MIRT - AO Spoor najaar dossier spoortrillingen Wunderline, Nedersaksenlijn en Lelylijn

Datum: woensdag 5 juli 2023 09:54:55

Bijlagen: [stand-van-zaken-beleidsintensivering-spoortrillingen \(3\).pdf](#)

[Maatregelen+bestaande+bouw+--+Deel+1.pdf](#)

[bijlage-2-voortqanqrapportage-ibs-2022.pdf](#)

Geachte leden van Staten en gemeenteraden,

Het beleid over spoortrillingen hoort ook bij de projecten Wunderline, Nedersaksnelijn en Lelylijn onverkort een onderdeel van de onderzoeken te zijn waarover u in combinatie met het landelijke beleid van het Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat over geïnformeerd hoort te worden bij deze projecten. Zeker bij de Wunderline heb ik dit sinds de motie van 2012 nooit zien gebeuren dat de betrokken politieke gremia ook de context met wat er landelijk speelt werden betrokken.

- <https://dvhn.nl/groningen/Bewoners-Sappemeer-boos-over-komst-Wunderline.-Met-130-kilometer-per-uur-door-onze-achtertuin-28392224.html>
- <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-waterstaat/documenten/brochures/2023/03/15/spoortrillingen-bij-bestaande-woningen>

Wegens uw eigen kaderstellende en controlerende functie in Staten en gemeenteraden hoort u als het over spoorse dossiers gaat die verband houden met de Wundeline, Lelylijn en Nedersaksenlijn ook dezelfde documenten als uw collega's in de Tweede Kamer te ontvangen. De kracht dat iedereen wel dezelfde taal spreekt en u ook beter beslagen ten ijs komt. De kwestie rond Hoogezand met de te langzame 130 kilometer per uur had voorkomen kunnen worden als de vorige colleges u uitgebreider bij deze matière betrokken hadden.

Maar ook voor het beperken of voorkomen van spoortrillingen bij de spoorprojecten die nu op de agenda staan is, dat het Rijk de financieel eindverantwoordelijke is. Niet de noordelijke provincies en dit type maatregelen horen ook politiek afgekaderd te zijn door uw staten en gemeenteraden. Want dit valt onder de ontwerp eisen.

Hoop dat u dit meeneemt in uw functie als volksvertegenwoordiger.

Met vriendelijke groet,

Frank Menger



> Retouradres Postbus 20901 2500 EX Den Haag

De voorzitter van de Tweede Kamer
der Staten-Generaal
Postbus 20018
2500 EA DEN HAAG

**Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat**

Rijnstraat 8
2515 XP Den Haag
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

T 070-456 0000
F 070-456 1111

Ons kenmerk
IENW/BSK-2023/146720

Bijlage(n)
1. Minder Hinder-pakket
2. Voortgangsrapportage
innovatieagenda bron aanpak
spoortrillingen 2022
3. Brochure spoortrillingen bij
bestaande woningen

Datum 21 juni 2023
Betreft Stand van zaken beleidsintensivering spoortrillingen

Geachte voorzitter,

De trein is een duurzaam transportmiddel, waarmee de beschikbare ruimte in ons land heel efficiënt wordt benut. Over het spoor kun je snel grote groepen mensen en grote hoeveelheden goederen vervoeren en daarmee zijn treinen een onmisbaar onderdeel van ons vervoer.

Maar treinverkeer kan hinder voor omwonenden veroorzaken in de vorm van geluid en trillingen. Voor geluid hebben we wettelijke normen waar het treinverkeer aan moet voldoen en kunnen maatregelen worden genomen om de hinder te beperken. Bij trillingen hebben we niet zo'n wettelijk kader. We hebben ook nog onvoldoende kennis om zo'n kader op te stellen en ook de maatregelen die kunnen worden genomen zijn beperkt. Daarom doen we onderzoek en ontwikkel ik beleid, samen met ProRail, het RIVM, gemeenten, vervoerders en omwonenden. En ook het recent opgerichte platform spoorgoederenvervoer onder leiding van Johan Remkes zal hierbij worden betrokken.

In deze brief informeer ik u over de stand van zaken van de beleidsontwikkeling.¹ Ik doe dat in vier delen, die ingaan op de verschillende lijnen waarlangs de beleidsintensivering loopt. In het eerste deel hieronder informeer ik u over hoe ik de omvang en ernst van de problematiek in beeld breng en welke stappen ik wil zetten om tot een afweging te komen over een mogelijke landelijke aanpak. In het tweede deel komt de voortgang van onderzoek naar nieuwe maatregelen aan bod. In het derde deel ga ik in op de contacten met omwonenden en andere belanghebbenden, en het laatste deel beschrijft hoe ik – vooruitlopend op keuzes over een landelijke aanpak – nu al overlast wil beperken.

Problemanalyse en vooruitblik afweging over landelijke aanpak

Vervolgmeting Wonen Langs het Spoor

Om de problematiek van overlast door trillingen goed in beeld te brengen, heeft het RIVM eind 2021 een belevingsonderzoek uitgevoerd onder bewoners langs het

¹ Mijn voorganger heeft in 2018 de beleidsontwikkeling op dit terrein geïntensiveerd (*Kamerstukken II 2017-2018*, 29984, nr. 765). Mijn vorige brief over dit onderwerp aan uw Kamer dateert van 28 maart 2022 (*Kamerstukken II 2021-2022*, 29984, nr. 974).

spoor. De resultaten van dit onderzoek, dat een vervolg is op een eerder belevingsonderzoek uitgevoerd in 2013, komen binnenkort beschikbaar en het rapport verwacht ik u na de zomer toe te kunnen sturen. Het onderzoek is nodig om conclusies te kunnen trekken over hoe de ervaren hinder en slaapverstoring samenhangen met de mate van trillingen. De uitkomsten van het onderzoek zijn een belangrijk startpunt voor de verdere beleidsvorming.

**Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat**

Ons kenmerk
IENW/BSK-2023/146720

Landelijk spoortrillingsbeeld

Met het door het RIVM ontwikkelde rekenmodel voor spoortrillingen, OURS, laat ik een landsdekkende berekening uitvoeren: het zogenaamde 'landelijk spoortrillingsbeeld'. Mijn doelen daarmee zijn de trillingsniveaus langs verschillende spoorcorridors rekenkundig met elkaar te kunnen vergelijken, besluiten te kunnen nemen over de inzet van praktijkproeven, en afwegingen te kunnen maken over de impact van normstelling. De eerste resultaten geven aanleiding tot vervolgonderzoek om deze doelen beter in beeld te krijgen.

Afweging over landelijke aanpak

Met de uitkomsten van het belevingsonderzoek van het RIVM is er meer zicht op de omvang van de negatieve effecten en hoe deze samenhangen met de mate van trillingen. Dit is belangrijke kennis om een goede afweging te kunnen maken over een landelijke aanpak.

Bij het formuleren van een landelijke aanpak is het belangrijk zicht te krijgen op de mate waarin omwonenden nu hinder ervaren én op de mogelijke maatregelen om die hinder weg te nemen of te beperken. Om de zoektocht naar betere bescherming voor omwonenden vorm te geven, passend binnen de beschikbare middelen en de juridische mogelijkheden, loopt nu een verkenning naar een nieuw doelmatigheidscriterium waarbij de inzichten in hinder uit het RIVM-onderzoek meegenomen worden.

Om een goed beeld te verkrijgen van de mogelijke keuzes voor een landelijke aanpak wil ik nog dit jaar een bredere verkenning in gang zetten van verschillende opties voor beleidsvorming. De bescherming van de omwonende staat daarbij voorop. Daarbij worden naast de mate van bescherming ook de uitvoerbaarheid en de financiële en juridische gevolgen nadrukkelijk betrokken. Ik vind het ook belangrijk om hierover in gesprek te blijven met alle betrokken partijen.

Onderzoek naar mogelijke maatregelen

Voor een landelijke aanpak is het cruciaal dat goede en betaalbare maatregelen aanwezig zijn om hinder te verminderen.

Innovatieagenda bronaanpak spoortrillingen

In mijn vorige brief heb ik aangegeven dat ProRail (samen met andere partijen) bezig is met de 'innovatieagenda bronaanpak spoortrillingen'. Bij deze brief vindt u de voortgangsrapportage van dit programma. Het doel van de innovatieagenda is om nieuwe kosteneffectieve maatregelen te vinden die hinder voor omwonenden van het spoor beperken. Vanuit de innovatieagenda werkt ProRail binnen het onderzoeksprogramma 'Europe's Rail Joint Undertaking' ook samen met andere Europese spoorwegondernemingen en industriële partners. Het gaat daarmee onder meer om onderzoek naar het verbeteren van onderhoudsconcepten.

De innovatieagenda bestaat uit meerdere delen. TU Delft, Deltares en TNO werken met ProRail samen aan fundamenteel onderzoek naar spoortrillingen. Het resultaat hiervan is een rekenmodel: het Spoor Trillingen Emissie Model (STEM), dat onder andere de effectiviteit van maatregelen aan de bron moet kunnen gaan voorspellen. Ik verwacht dat rond de jaarwisseling de eerste versie van het STEM-model wordt opgeleverd.

**Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat**

Ons kenmerk
IENW/BSK-2023/146720

Praktijkproeven

Naast het fundamenteel onderzoek worden praktijkproeven uitgevoerd aan de infrastructuur en aan het rijdend materieel, waarbij wordt gekeken naar verbeterd onderhoud en naar innovatieve maatregelen.

Doelstelling voor de praktijkproef onderhoud infrastructuur is het inzichtelijk maken van het trillingseffect van onderhoud aan specifieke spoordelen (zoals lassen die de spoorstaven verbinden) die hinder kunnen veroorzaken. Dit doet ProRail door trillingsmetingen en analyses uit te laten voeren, zowel voor als na verschillende typen spooronderhoud. Medio 2023 is de pilot gestart, met een looptijd van anderhalf jaar.

Ook vindt een praktijkproef plaats naar de invloed van wielonrondheid (waarbij het wiel niet meer perfect rond is door bijvoorbeeld slijtage) en wielonderhoud op spoortrillingen. Een aantal wagoneigenaren en verladingslocaties zijn bij de pilot aangesloten. Inmiddels zijn enkele meetstations ingericht op locaties waar verschillende typen treinen passeren. Deze pilot loopt tot en met 2024.

Voor innovatieve maatregelen aan het spoor zijn praktijkproeven gestart voor alle spooronderdelen die mogelijk een positieve bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van trillingen. In mijn vorige brief informeerde ik u al over de resultaten van praktijkproeven met een rubberen overwegbevloering en met 'under sleeper pads', rubberen matjes onder de dwarsliggers van het spoor. Daarbij gaf ik aan dat ik op basis van de resultaten wilde inzetten op een versnelde uitrol van deze maatregelen op de druk bereden goederenroutes door Zuid- en Oost-Nederland. In het derde deel van deze brief ga ik hierop in. Ook wordt in Zevenbergen bij de vernieuwing van drie overwegen trillingsarmere rubberen overwegbevloering toegepast.

In 2022 zijn drie nieuwe pilots uitgevoerd: de in hoogte verstelbare bevestiging waarbij de spoorligging op een specifieke locatie te kunnen verbeteren (Deurne), de houten versus betonnen dwarsligger (Nunspeet) en het verstijven van het baanlichaam (Culemborg). De resultaten van deze pilots verwachten we voor het einde van 2023.

De tot nu toe geteste maatregelen zijn slechts beperkt werkzaam bij lage trillingsfrequenties en puntbronnen (zoals de eerder genoemde lassen), waar juist veel klachten uit voortkomen. Daarom is ProRail in december 2022 een innovatiecompetitie gestart, waarin marktpartijen zijn uitgenodigd om met oplossingen in de infrastructuur te komen die op een kostenefficiënte manier kunnen helpen trillingen te verminderen. Hiervan worden momenteel een aantal ideeën uitgewerkt, waarvan vijf dit najaar geselecteerd worden voor een pilot in 2024 en 2025.

Voor innovaties aan materieel is gestart met de eerste stap van het onderzoeken van veel toegepaste draaisteltypen. De resultaten van de simulaties geven

relevante inzichten in de rol van het materieel in relatie tot spoortrillingen. De resultaten volgen in de loop van dit jaar.

**Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat**

Onderzoek naar voorschrift schadeonderzoek

De overlast die bewoners ervaren door spoortrillingen kan verergeren door zorgen rond mogelijke schade aan woningen. Hoewel ik geen aanwijzingen heb dat spoortrillingen daadwerkelijk schade aan woningen veroorzaken, begrijp ik de zorgen van omwonenden. Schade aan woningen kan door allerlei oorzaken ontstaan. Als in de woning ook spoortrillingen voelbaar zijn ligt de gedachte aan spoortrillingen als oorzaak voor de hand. Daarom investeer ik in kennisopbouw over dit onderwerp. Als onderdeel daarvan heb ik een extern bureau gevraagd een onderzoeksvoorschrift op te stellen, waarmee bouwkundig onderzoek naar de oorzaak van opgetreden schade kan plaatsvinden. Het voorschrift moet helpen om de informatie uit bouwkundig onderzoek uniform en systematisch te verzamelen. Ook moet het voorschrift ervoor zorgen dat de uitkomsten van het onderzoek transparant en begrijpelijk voor bewoners zijn. De eerste fase van het onderzoek is inmiddels afgerond. Ik verwacht dat bouwkundig onderzoekers het onderzoeksvoorschrift aan het eind van dit jaar in de praktijk kunnen toepassen.

Ons kenmerk
IENW/BSK-2023/146720

Contact met bewoners en andere belanghebbenden

De complexiteit van spoortrillingen maakt dat de ontwikkeling van beleid tijd kost. Ik ben blij met de stappen die het afgelopen jaar zijn gezet, maar voor veel omwonenden van het spoor heeft dat onderzoek nog (te) weinig opgeleverd. Dat begrijp ik, via extra inzet op de communicatie met bewoners, probeer ik daarover in gesprek te blijven. Zo is het afgelopen jaar, in vervolg op het 'Joint Fact Finding'-traject, een groep betrokkenen bijeengekomen om over de beleids- en onderzoeksontwikkeling geïnformeerd te worden. Ik zal deze regelmatige bijeenkomsten ook de komende jaren voortzetten.

Verder heb ik, samen met ProRail, de interne werkprocessen rond de afhandeling van klachten onder de loep genomen en opnieuw onder de aandacht gebracht. Daarnaast onderzoek ik, ook samen met ProRail, hoe een proef mogelijk is met verbeterde ondersteuning van bewoners wiens klachten over spoortrillingen via de gebruikelijke lijnen niet goed kunnen worden afgehandeld.

Acties vanuit afronding Joint Fact Finding-traject

In mijn vorige brief heb ik aangegeven aan de slag te gaan met twee aanbevelingen uit het 'Joint Fact Finding'-traject naar spoortrillingen. In dit traject stelden vertegenwoordigers van onder meer bewonersgroepen, gemeenten, vervoerders, ProRail, en mijn ministerie gezamenlijk een kennisbasis op rond spoortrillingen.

De eerste aanbeveling omvatte het ondersteunen van gemeenten bij het verkrijgen van kennis over spoortrillingen. Ik heb contact gelegd met gemeenten die bij spoortrillingen betrokken zijn via het informele netwerk en via de Vereniging van Nederlandse Gemeenten. De komende periode zal ik met deze contacten de behoefte aan ondersteuning en kennis verder uitdiepen.

Om de tweede aanbeveling (het opstellen van een handreiking voor trillingsmaatregelen aan bestaande bouw) in te vullen heb ik een brochure 'Spoortrillingen bij bestaande woningen' laten opstellen. De brochure is gemaakt

als overzicht voor bewoners, gemeenteambtenaren, woningbouwers, ingenieurs, aannemers, en anderen die te maken hebben met spoortrillingen in bestaande gebouwen. De brochure is bedoeld om kennis te bundelen over oplossingen voor trillingsoverlast in bestaande woningen (of andere gebouwen). Betrokkenen, waaronder bewoners, uit het 'Joint Fact Finding'-traject hebben de brochure tijdens het opstellen van commentaar voorzien. Deze brochure is te vinden als bijlage bij deze brief en zal actief aan bewoners, gemeenten en andere doelgroepen beschikbaar worden gesteld.

Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen

Naast de hierboven genoemde brochure heb ik de beschikking over de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen, uitgebracht in 2019. Deze handreiking ondersteunt gemeenten en ontwikkelaars als ze plannen maken om langs het spoor te bouwen. Het gebruik van deze handreiking is geëvalueerd en een vernieuwde versie is in voorbereiding. Ik vind het belangrijk om deze goed aan te laten sluiten bij de terminologie van de Omgevingswet. Omdat daarvoor nog een extra slag nodig is, verwacht ik eind dit jaar een vernieuwde versie uit te brengen.

Platform Spoorgoederenvervoer

Ik heb uw Kamer onlangs geïnformeerd over mijn voornemens rond participatie over het spoorgoederenvervoer.² Het Platform spoorgoederenvervoer, met Johan Remkes als onafhankelijk voorzitter, brengt bewoners, vertegenwoordigers van de spoorgoederensector, provincies en gemeenten, ProRail en ministeries bij elkaar. Ook het vraagstuk rond overlast door spoortrillingen zal op dit platform aan bod komen.

Beperking huidige overlast

Minder Hinder-pakket

De komende jaren worden in Duitsland de werkzaamheden uitgevoerd om de Betuweroute goed aan te sluiten op het Duitse spoor. Deze werkzaamheden leiden tot overlast. In Duitsland, maar ook in Nederland. Zo zullen langdurige omleidingen van goederentreinen door Zuid- en Oost-Nederland daar voor extra overlast zorgen. Mede op verzoek van uw Kamer heb ik € 10 miljoen beschikbaar gesteld voor maatregelen om deze overlast te beperken. Deze maatregelen zullen hun vruchten blijvend afwerpen, ook als de omleidingen voorbij zijn. In mijn brief van 13 januari 2023 heb ik u geïnformeerd over dit pakket. Inmiddels is duidelijk welke maatregelen het pakket bestaat. Dit is te vinden in de bijlage bij deze brief.

Locatie Houten

Uw Kamer heeft mij opgeroepen in overleg met de gemeente Houten en de provincie Utrecht mogelijke oplossingen en aanpakken van trillinghinder in Houten op een rij te zetten (*Kamerstukken II 2022-2023, 23645, nr. 797*). De afgelopen jaren heb ik, samen met de gemeente en bewoners, langdurig gezocht naar een oplossing voor deze problematiek. De meest effectieve oplossing is het lokaal inpakken van het spoor in een betonnen bak. De kosten van deze oplossing liggen erg hoog vergeleken met het geld dat ik op vergelijkbare locaties met vergelijkbare hinder besteed. Andere, goedkopere maatregelen bleken onvoldoende effectief. Ik heb daarom moeten besluiten geen maatregelen te

² *Kamerstukken II 2022-2023, 29984, nr. 1107.*

treffen. Ik begrijp dat dit pijnlijk is voor bewoners, zeker na het lange zoekproces, en dat betreurt ik.

**Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat**

In de communicatie met de gemeente en provincie zijn de onderliggende inzichten en de beschikbare middelen niet veranderd. Ik verwacht dus niet een andere conclusie te bereiken. Uiteraard sta ik open voor toekomstige mogelijkheden die de gemaakte afweging over de inzet van maatregelen kunnen beïnvloeden, maar tot die tijd zie ik geen aanleiding om opnieuw het gesprek aan met gemeente en provincie.

Ons kenmerk
IENW/BSK-2023/146720

Conclusie

Deze brief laat zien dat op allerlei vlakken onderzoek plaatsvindt om de problematiek rond spoortrillingen en mogelijke maatregelen beter in beeld te brengen. Ik waardeer de inzet van onderzoekers en de betrokkenheid van omwonenden, belangengroepen, vervoerders, gemeenten en anderen om deze zoektocht samen te doorlopen. Maar ik moet ook concluderen dat het voor veel bewoners te lang duurt. Helaas heb ik daar, buiten dan de nu ingezette acties, geen pasklare oplossingen voor. Toch blijf ik me ook in het komende jaar inzetten om te komen tot een duurzame aanpak van de hinder door spoortrillingen.

Hoogachtend,

DE STAATSSECRETARIS VAN INFRASTRUCTUUR EN WATERSTAAT,

drs. V.L.W.A. Heijnen

Bijlage: Minder Hinder-pakket

Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat

Ons kenmerk
IENW/BSK-2023/146720

Op 13 januari 2023 heb ik u geïnformeerd over mijn voornemen om ca. € 10 miljoen vrij te maken voor het Minder Hinder-pakket om toenemende overlast in Zuid- en Oost-Nederland te beperken. De overlast ontstaat door omgeleide goederentreinen vanwege werkzaamheden in Duitsland. ProRail heeft aan mij voorgesteld hoe de beschikbare middelen zo effectief mogelijk in te zetten. Ik neem het voorstel over en zal de daarvoor benodigde middelen aan ProRail ter beschikking stellen.

Invulling Minder Hinder-pakket

ProRail geeft aan dat op basis van een ruwe kostenschätzung de maatregelen in totaal ca. € 8,7 miljoen zullen kosten. Dit geeft ruimte voor een reserve van ruim € 1 miljoen die nodig is om tegenvallers en kostenstijgingen op te kunnen vangen. De invulling van het pakket is erop gericht om de € 10 miljoen zo effectief mogelijk te besteden. Er is gekozen voor 'under sleeper pads' (USP's) en STRAIL-overwegen.

Under sleeper pads

Under sleeper pads (USP's) zijn elastische lagen die onder dwarsliggers geplaatst kunnen worden. ProRail stelt voor om de USP's mee te nemen in de aanstaande bovenbouwvernieuwingen. Op basis van onderzoek over de effectiviteit van USP's is onderzocht welke plekken zich hiervoor lenen. USP's blijken namelijk enkel effectief bij een harde ondergrond en voor woningen op kortere afstand dan 30 meter van het spoor. In totaal kan voor het beschikbare budget bijna 4.000 strekkende meter aan USP's worden gerealiseerd op de Brabantroute.

STRAIL-overwegen

Bij een STRAIL-overweg ligt het spoor op de gefundeerd zoals dat ook buiten overwegen gebeurt, en passeert het wegverkeer het spoor over rubberen platen tussen de sporen. Onderzoek laat zien dat de trillingsniveaus naar de omgeving hiermee tot 50% kunnen afnemen. In totaal kunnen binnen het beschikbare budget acht overwegen versneld vervangen worden door STRAIL-overwegen, zowel op de Brabantroute als Bentheimroute. Voor deze overwegen heeft ProRail al eerder meldingen van overlast ontvangen.

Overzicht van maatregelen

Traject	Maatregelen 2023-2025	Maatregelen 2026 e.v.
Brabantroute	Under Sleeper Pads (aangegeven locatie: ter hoogte van)	Under Sleeper Pads (aangegeven locatie: ter hoogte van)
	<ul style="list-style-type: none">○ Deurne: Amstel 19-27○ Hegelsom: Spoorweg 18 en 20○ Breda: Oosterhoutseweg 17 en Schiermonnikoogstraat○ Tilburg: Bokhamerstraat en Alleendhouderstraat○ Boxtel: Monnikenweg 10○ Best: Kruisbeemdenweg	<ul style="list-style-type: none">○ Eindhoven: Hofstraat 3a en 125, Parallelweg 1,3,9 en Den Binnen 28

	STRAIL-overwegen	STRAIL-overwegen
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prinsenbeek: Gageldonkseweg ○ Breda: Oosterhoutseweg ○ Oisterwijk: Moergestelseweg, Blokshekken, Heusdensebaan 	
Bentheimroute	STRAIL-overwegen	STRAIL-overwegen
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Almelo: Rietstraat ○ Wierden: Hexelseweg/De Marke 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Almelo: Aalderinkssingel

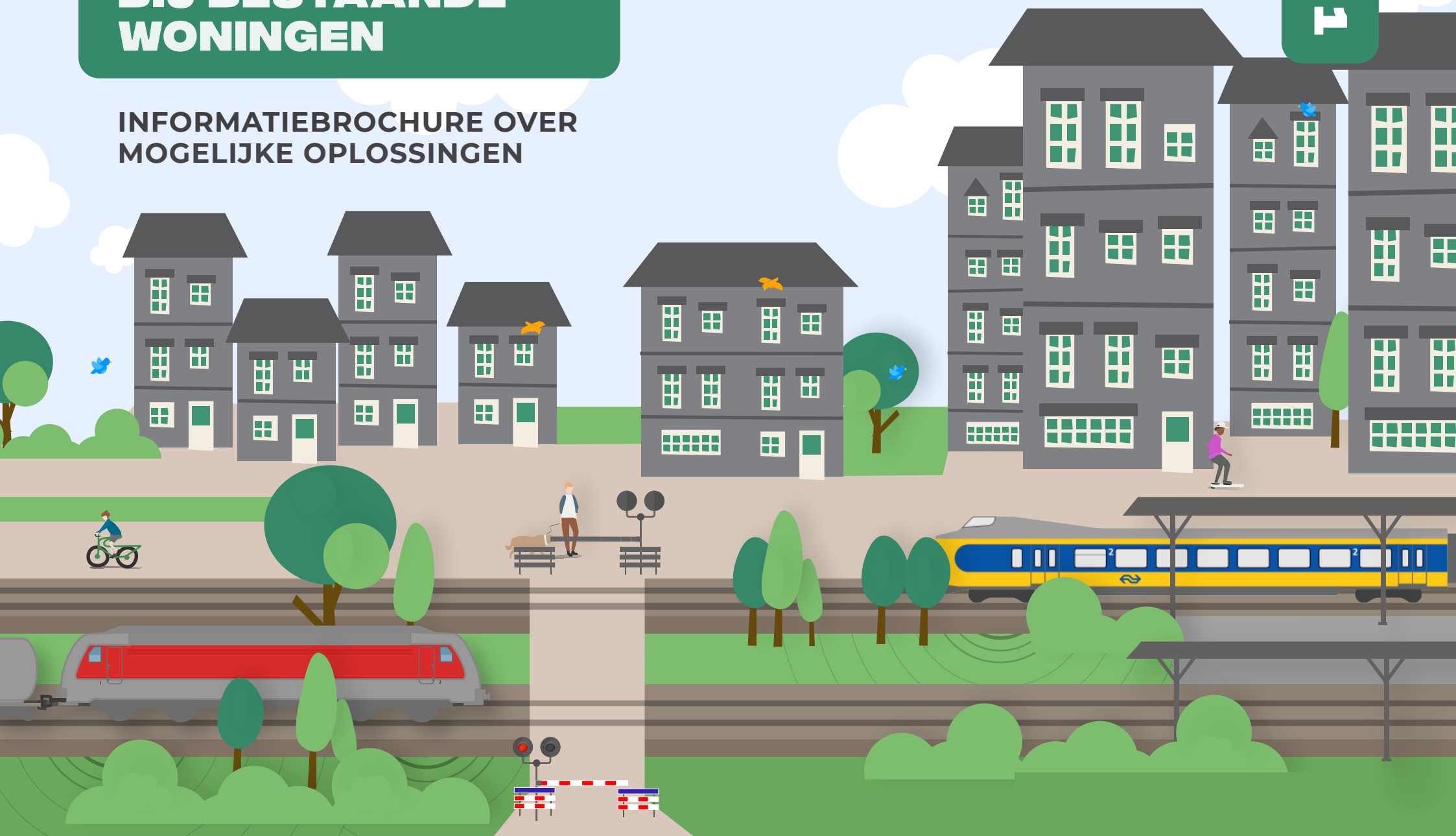
**Ministerie van
Infrastructuur en
Waterstaat**

Ons kenmerk
IENW/BSK-2023/146720

SPOORTRILLINGEN BIJ BESTAANDE WONINGEN

INFORMATIEBROCHURE OVER
MOGELIJKE OPLOSSINGEN

DEEL 1



1 . INTRODUCTIE

1.1 WAAROM EN VOOR WIE IS DEZE BROCHURE GEMAAKT?

Treinen die over het spoor rijden kunnen voor trillingen zorgen. Soms zijn deze trillingen voelbaar in woningen dichtbij het spoor. Sommige bewoners hebben last van de trillingen. Ze schrikken bijvoorbeeld 's nachts wakker of raken overdag verstoord.

Deze brochure is gemaakt als overzicht voor bewoners, gemeenteambtenaren, woningbouwers, ingenieurs, aannemers, en anderen die te maken hebben met spoortrillingen in bestaande gebouwen. De brochure is bedoeld om kennis te bundelen over oplossingen voor trillingsoverlast in bestaande woningen (of andere gebouwen). De kennis wordt daarmee beter toegankelijk.

1.2 HOE IS DE BROCHURE OPGEBOUWD?

De brochure bestaat uit twee delen.

DEEL I Deze brochure, geeft een samenvattend overzicht. Het eerste hoofdstuk gaat over hoe trillingen ontstaan. Daarna gaat het over maatregelen aan bestaande woningen. Ook worden maatregelen in de bodem behandeld, en maatregelen aan het spoor of de treinen. Dit deel is geschikt voor iedereen die benieuwd is naar oplossingen voor spoortrillingen, ook als je nu nog niets weet.

DEEL 2 Bevat uitgebreide achtergrondinformatie voor wie meer wil weten over wat in deel I aan bod is gekomen. Dit tweede deel is online beschikbaar via de QR-code hiernaast.

Termen die uitleg nodig hebben, hebben we onderstreept, de uitleg is in een woordenlijst achterin dit document opgenomen.



1 Verzamel informatie over de trillingen, eventueel met hulp van een deskundige

Hoofdstuk 2

Meer informatie is te vinden in Deel 2*



2 Zoek uit of laagdrempelige maatregelen kunnen helpen

Hoofdstuk 2



3 Zoek uit of maatregelen aan de woning of in de bodem kunnen helpen, met hulp van een deskundige

Maatregelen woning Hoofdstuk 3

Maatregelen bodem Hoofdstuk 4

Maatregelen spoor of treinen Hoofdstuk 5

Meer informatie is te vinden in Deel 2*

1.3 WIE HEEFT DE BROCHURE GEMAAKT?

Het bedrijf We-Boost heeft de brochure gemaakt in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. De brochure bevat de kennis die begin 2023 beschikbaar is. De brochure is een levend document: als de komende jaren meer bekend wordt over oplossingen voor spoortrillingen in bestaande gebouwen, wordt de brochure bijgewerkt.

1.4 WAT DOEN PRORAIL EN DE OVERHEID OP DIT MOMENT VERDER OM TRILLINGSHINDER TEGEN TE GAAN?

Op dit moment wordt er onderzoek gedaan naar oplossingen die trillingen verminderen. Het ontstaan van trillingen is complex en het effect van oplossingen is vooraf moeilijk in te schatten. De samenstelling van de bodem, het soort trein, de belading ervan, het spoor zelf en het type woning spelen allemaal een rol. ProRail voert, in opdracht van het ministerie, onderzoek en praktijkproeven uit om meer inzicht te krijgen.



*QR CODE
NAAR DEEL 2

Scan deze code met je telefoon/ tablet of **klik hier** om naar deel 2 te gaan.

2. WAT IS ER AAN DE HAND – LAAGDREMPelige MAATREGELEN

2.1 ALS ER IETS RAMMELT



Trillingen zijn bewegingen door de bodem en in een gebouw. Trillingen kunnen er dus voor zorgen dat dingen gaan rammelen. De meest gehoorde klachten gaan over deuren, ramen, serviesgoed en monitors.

2.1.1 Rammelende deuren of ramen

Meestal is er sprake van oude, dunne of loszittende deuren en ramen, waardoor deze makkelijk in beweging worden gebracht. Het kan helpen om de kozijnen of de scharnieren te vernieuwen of nieuwe isolatie tussen het kozijn en het raam of de deur aan te brengen (zodat er minder speling is).



2.1.2 Rammelend serviesgoed of spullen op een plank

Vaak is de manier waarop de plank aan de muur is bevestigd, of de plank zelf, relatief slap en daardoor gevoelig voor de trillingen. De trillingen van de treinen vallen samen met de eigenfrequentie van de plank. Door kleine aanpassingen is dit rammelen te voorkomen. Soms helpt het al om dingen op een iets andere plek neer te zetten, de plank op meer punten vast te maken of beter aan de muur vast te maken (ander bevestigingsmechanisme) of een dikkere plank te gebruiken.

2.1.3 Rammelend TV-scherm of monitor

De combinatie van een relatief slappe ophangbeugel en een zwaar scherm zorgt ervoor dat dit gevoelig is voor de trillingen van treinen. Vaak zorgt een steviger ophangstelsel of een monitor die op meer punten vastzit aan de muur voor minder trillingen. Door de stevigere constructie zal het scherm niet meer rammelen.

2.2 ALS DE TRILLINGEN VOELBAAR ZIJN



Naast hoorbare gevolgen (zoals in de vorige paragraaf) kunnen trillingen ook voelbaar zijn. Vooral als mensen in rust zijn, kunnen ze trillingen als hinderlijk ervaren.

2.2.1 Tijdens slapen

Tijdens slapen zijn mensen gevoeliger voor trillingen. In de richtlijn die bij nieuwbouwwoningen langs het spoor wordt gebruikt om trillingen te beoordelen, worden trillingen in de nacht dan ook strenger getoetst dan overdag.

Oplossingen zijn lastig, maar soms helpt het om het bed te verplaatsen. Vaak zijn de trillingen lager aan randen van de kamer, en hoger in het midden van de kamer, zeker in oudere gebouwen met houten vloeren.

2.2.2 Tijdens beeldschermactiviteiten (werken, TV-kijken)

De combinatie van een relatief slappe ophangbeugel en een zwaar scherm zorgt ervoor dat dit gevoelig is voor de trillingen van treinen. Vaak zorgt een steviger ophangstelsel of een monitor die op meer punten vastzit aan de muur voor minder trillingen. Door de stevigere constructie zal het scherm niet meer rammelen.

2.2.3 De hele dag door

Als de trillingen de hele dag door voelbaar zijn, is dit vaak een teken dat er sprake is van relatief hoge trillingen, op meerdere plekken in het gebouw. Er zijn dan geen eenvoudige oplossingen die snel voor minder hinder zorgen.

De voor bewoners meest laagdrempelige mogelijkheid om de trillingen te verminderen, is het treffen van maatregelen in of aan het gebouw waarin de trillingen worden ervaren. Denk bij dit soort maatregelen aan het isoleren (vrijhouden) van het gebouw van de bodem, of het aanpassen van vloeren of wanden. Bij deze maatregelen geldt dat een maatregel die heel effectief is in de ene woning, in de andere woning helemaal geen vermindering van de trillingen geeft of de trillingen zelfs kan versterken. Bovendien zijn maatregelen aan woningen vaak erg kostbaar.

3. MAATREGELN AAN WONINGEN

3.1 WAAR MOET JE OP LETTEN?

Aandachtspunten die we vooraf meegeven en die eigenlijk voor alle maatregelen aan woningen gelden, zijn:

- **Effect:** het effect van een maatregel is vaak heel specifiek voor een bepaalde woning. Het is daarom belangrijk om eerst te weten waar de trillingen in de woning allemaal hoog zijn, bij welke trillingsfrequentie dat is en waar in de woning de trillingen vooral worden versterkt, voordat een maatregel wordt genomen. Het is verstandig om hiervoor een deskundige in te schakelen, of zelf aan de hand van Deel 2 van deze brochure nader onderzoek te doen. Tenslotte, uit internationaal onderzoek blijkt dat veel mensen het effect van een maatregel pas waarnemen als de trillingen door de maatregel met meer dan 30 procent afnemen. Maatregelen die zorgen voor 10 of 20 procent lagere trillingen, hebben dus geen merkbaar effect.
- **Woongenot en ruimtebeslag:** sommige maatregelen nemen veel plaats in in de woning, zorgen ervoor dat het aanzicht van de woning radicaal verandert of dat kamers minder goed bruikbaar zijn. Voor monumentale panden gelden bovendien strenge beperkingen.
- **Vergunningen:** voor ingrijpende wijzigingen aan de woning is vaak een vergunning nodig, aan te vragen bij de gemeente. Zeker als het gaat om aanpassingen aan de buitenkant van een gebouw.
- **Constructie:** sommige maatregelen zorgen voor veel extra gewicht op de muren, vloeren of

fundering. Het is belangrijk dat een constructeur vooraf de risico's in kaart brengt en toetst of de constructie de aanpassingen aan kan.

- **Keuze aannemer:** sommige maatregelen zijn technisch complex of ingewikkeld. Het advies is daarom om met gespecialiseerde aannemers in zee te gaan. Omdat maatregelen tegen trillingen weinig worden getroffen, is het verstandig om in samenspraak met een adviseur een goede aannemer te kiezen.
- **Bouwhinder:** veel maatregelen duren weken of maanden om te bouwen, en meestal kan in die periode niet in de woning worden gewoond. Ook voor de omgeving (buren) kan er sprake zijn van hinder door de inzet van (grote) machines of overlast van geluid of trillingen.

3.2 WAT KAN ER ALLEMAAL?

Hierna zijn informatiekaarten opgenomen van de verschillende maatregelen die bij een woning mogelijk zijn. Per type maatregel is een korte omschrijving gegeven, een plaatje, een indicatie van het effect van de maatregel op de trillingen, de kosten (prijsspeil 2022, inclusief BTW), de doorlooptijd (hoe lang het duurt om de maatregel te maken) en zijn eventueel eerdere ervaringen beschreven. Meer informatie over de maatregelen is te vinden in Deel 2 van deze brochure.



***QR CODE
NAAR DEEL 2**

Scan deze code met je telefoon/ tablet of **klik hier** om naar deel 2 te gaan.



Raadpleeg altijd een deskundige voordat je een dergelijke maatregel treft

MOGELIJKE MAATREGELEN GEBOUW

In de hierna volgende 'menukaarten' is een omschrijving van de maatregelen opgenomen.

We gaan in op:

☀ Effect op trillingen € Kosten ⌚ Doorlooptijd

Merkbaar minder trillingen, relatief beperkte kosten en doorlooptijd van weken

Nauwelijks merkbaar minder trillingen, relatief hoge kosten en doorlooptijd van maanden

Niet (merkbaar) minder trillingen, zeer hoge kosten en doorlooptijd van jaren.

FUNDERING AFSCHERMEN OF INPAKKEN

Maatregel: Door de fundering van een gebouw in te pakken met een dikke laag isolatiemateriaal (50 cm piepschuim of 10 cm rubber) of af te screenen met een betonnen L-wand en een opening (luchtspouw) wordt voorkomen dat de trillingen het gebouw ingaan.

Eerdere ervaringen: Vooral tegen trillingen van wegverkeer (Rotterdam, Roermond), in het buitenland ook tegen spoorverkeer (vooral nieuwbouw, in Duitsland).

☀ Tot 40%

€ 10.000 tot 60.000

⌚ Weken



FUNDERING VERZWARREN OF ONDERHEIEN

Maatregel: De fundering van een gebouw kan worden verzwakt door het aanbrengen van een dikke betonplaat onder het huis of door het aanbrengen van heipalen of grout- of gelinjectie van buitenaf.

Eerdere ervaringen: Alleen om fundering te herstellen, niet om trillingen te verminderen.

☀ Tot 15%

€ 30.000 tot 150.000

⌚ Maanden



FUNDERING AFVEREN

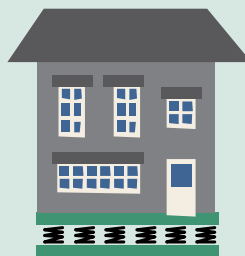
Maatregel: Bij deze maatregel worden stalen veren of rubberen blokken aangebracht tussen de fundering. Deze maatregel is lastig te realiseren en riskant bij bestaande gebouwen.

Eerdere ervaringen: Niet eerder toegepast bij bestaande woningen, wel bij nieuwbouw van woningen dichtbij het spoor (zoals in Amsterdam, Amersfoort, Breda). Bij Tivoli (Utrecht) toegepast tegen laagfrequent muziekgeluid.

☀ Tot 90%

€ 80.000 tot 200.000

⌚ Maanden



VLOEREN VERSTEVIGEN

Maatregel: Vooral houten vloeren kunnen gevoelig zijn voor trillingen. Door extra, dikkere vloerbalken aan te brengen of de houten vloer te vervangen door een betonvloer, kunnen de trillingen afnemen.

Eerdere ervaringen: Diverse woningen langs de Betuweroute.

☀ Tot 60%

€ 20.000 tot 80.000

⌚ Weken



VLOEREN AFVEREN

Maatregel: Door een isolerende laag aan te brengen op de bestaande vloer, worden de trillingen vermindert. Alleen toepasbaar bij betonnen vloeren, houten vloeren zijn niet stijf genoeg. De constructie bestaat uit een verende laag van rubberen blokken met daarop een nieuwe vloer.

Eerdere ervaringen: Diverse woningen in Nijverdal, tegen zowel trillingen als laagfrequent geluid.

☀ Tot 50%

€ 20.000 tot 80.000

⌚ Weken



GEBOUW VERBREDEN

Maatregel: Als de lengte of breedte van het gebouw samenvalt met de lengte van de trillingsgolven in de bodem, kan het gebouw draaien of kantelen. Door een aanbouw te plaatsen of zijwanden tegen de woning te plaatsen, neemt de breedte van de woning toe en kunnen de trillingen afnemen.

Eerdere ervaringen: Een woning langs de Betuweroute.

☀ Tot 40%

€ 30.000 tot 100.000

🕒 Weken



LOKAAL VERSTEVIGEN

Maatregel: In veel woningen zijn de trillingen op sommige punten van de woning sterker, doordat de constructie daar slap is. Dit komt vaak voor bij lichte bouw (zoals houtskeletbouw) of als er een uitbouw is gemaakt. Door de constructie stijver te maken, nemen de trillingen af.

Eerdere ervaringen: Diverse woningen langs de Betuweroute.

☀ Tot 50%

€ 20.000 tot 120.000

🕒 Maanden



WANDEN VERSTEVIGEN

Maatregel: In woningen met houtskeletbouw, of oude woningen met dunne metselwerk wanden, is de constructie van de wanden vaak zo slap dat dit tot sterkere trillingen leidt op hogere verdiepingen. De wanden kunnen worden verstevigd door het aanbrengen van een extra gebouwschil die natuurlijk goed moet zijn gefundeerd en verbonden moet zijn met de rest van het gebouw. Deze maatregel is risicovol. Er is kans op verzakkingsschade aan de bestaande constructie.

Eerdere ervaringen: Onbekend.

☀ Tot 20%

€ 30.000 tot 70.000

🕒 Maanden



DEMPER AANBRENGEN

Maatregel: Bij deze maatregel wordt er een los, verend gewicht in het gebouw aangebracht, dat door een tegengestelde beweging de trillingen van het gebouw dempt. In de praktijk is de maatregel niet effectief tegen treintrillingen.

Eerdere ervaringen: Niet tegen trillingen van treinverkeer, in het buitenland wel tegen trillingen in hoge gebouwen als gevolg van aardbevingen.

☀ Tot 10%

€ 30.000 tot 70.000

🕒 Weken



Verbouwen en hinder voorkomen?

Een verbouwing heeft invloed op het trillingsgedrag van de woning. Door het weghalen van bijvoorbeeld een dragende muur, kunnen de trillingen in de woning sterker worden. In veel woningen waar hoge trillingen worden ervaren, is de oorspronkelijke constructie aangepast waardoor de stijfheid van de woning is afgenomen. Daardoor is de woning gevoeliger geworden voor trillingen. Daarom een paar tips bij verbouwingen van woningen dichtbij het spoor:

- Wees alert bij het gebruiken van stalen balken in de constructie. Staal heeft weinig demping, en vaak is de eigenfrequentie van de stalen balken zo laag dat de trillingen van treinen hierdoor worden versterkt. Vraag de constructeur om de balken zo te ontwerpen dat de eigenfrequentie van de balken niet samenvalt met de frequenties waarbij de treinen veel trillingsenergie hebben. De ervaring leert dat stalen balken zwaarder moeten worden uitgevoerd (dikker of zwaarder type) dan wat vanuit de constructieve eisen nodig is.
- Wees alert bij het toepassen van houten vloeren. Ook hier adviseren we om de constructeur de eigenfrequentie van de vloer te laten toetsen, om te voorkomen dat die samenvalt met de frequenties waarin de treinen veel trillingsenergie hebben. Houten vloeren kunnen relatief eenvoudig steviger worden gemaakt door gebruik te maken van hogere balken of dubbele balken.

4. MAATREGELN IN DE BODEM

Naast maatregelen aan gebouwen, kunnen de trillingen ook worden verminderd door een maatregel te nemen in de bodem tussen het spoor en de woningen waar overlast wordt ervaren. Een mogelijkheid is dan om een trillingsscherm of sloot in de bodem aan te brengen. Eigenlijk werkt zo'n trillingsscherm net zo als een geluidsscherm: de trillingen worden tegengehouden en dieper de bodem in weerkaatst, waar ze uitdoven. Het is daarbij wel belangrijk dat het trillingsscherm óf veel lichter is dan de grond, óf juist veel stijver. Anders heeft een scherm geen effect en gaan de trillingen er gewoon doorheen. Verder geldt dat de dikte en de lengte van het scherm veel invloed hebben op hoeveel trillingen worden doorgelaten. Bij een minder diep scherm gaat een deel van de trillingen er onderdoor, bij een dun of slap scherm gaat een deel van de trillingen er doorheen. Zeker voor trillingen van goederentreinen is vaak een diep en dik scherm nodig. En ook dan nog wordt een deel van de trillingen doorgelaten. Een trillingsscherm houdt daarom nooit alle trillingen tegen.

4.1 WAAR MOET JE OP LETTEN?

Bij het maken van een trillingsscherm komt veel om de hoek kijken. Voorbeelden van zaken waar rekening mee moet worden gehouden zijn:

- **Effect:** het effect van een trillingsscherm is vaak heel specifiek voor een bepaald type bodem. Het is daarom belangrijk om eerst te weten bij welke frequenties de trillingen hoog zijn, maar ook hoe de bodem is opgebouwd. Dat bepaalt wat voor trillingsscherm werkt, en wat niet.

Het is verstandig om hiervoor een deskundige in te schakelen, of zelf aan de hand van Deel 2 van deze brochure nader onderzoek te doen.

- **Locatie:** een trillingsscherm heeft vooral veel effect dichtbij de trillingsbron (het spoor) of dichtbij de ontvanger van de trillingen (het gebouw). Een trillingsscherm midden tussen bron en ontvanger heeft vaak een grote diepte nodig, en is daardoor duurder.
- **Vergunningen:** meestal is een vergunningsprocedure nodig om een trillingsscherm te mogen plaatsen, ook als dat op eigen grond is. Dat komt vooral door de grote diepte van zo'n scherm (meerdere meters). Als binnen 11 meter van het spoor (gemeten vanaf het midden van het buitenste spoor) een trillingsscherm wordt gebouwd, is ook een vergunning van ProRail nodig.
- **Ruimtebeslag:** omdat het trillingsscherm tot aan het maaiveld moet doorlopen en vaak een grote dikte heeft (meer dan een halve meter), neemt het scherm ook ruimte in. De ruimte op maaiveld is niet zomaar voor andere doeleinden bruikbaar. Denk hierbij aan een dik betonnen scherm in een plantsoen, dat daardoor niet meer als groene ruimte kan fungeren. De bruikbaarheid van de openbare ruimte neemt daardoor af.
- **Beperkte aanpasbaarheid:** trillingsmaatregelen in de bodem zijn vaak niet toekomstbestendig: een aanpassing van het spoor kan ervoor zorgen dat het scherm niet meer goed werkt. De meeste types trillingsschermen kunnen niet of nauwelijks worden aangepast.

- **Bouwschade:** omdat een trillingsscherm vaak erg diep is, is vaak zwaar materieel nodig om het aan te brengen. Daardoor wordt de omgeving rond het scherm door die zware machines kapot gemaakt en moet dat achteraf worden hersteld. Soms ontstaan tijdens het aanbrengen van het trillingsscherm ook trillingen die schade aan gebouwen in de omgeving kunnen veroorzaken.
- **Bouwhinder:** door de inzet van zwaar en groot materieel, de aanvoer van veel materiaal en doordat vaak veel ruimte nodig is voor alle materieel, zorgt de aanleg van een trillingsscherm vaak voor veel overlast (geluid, stof, trillingen) in de omgeving.

4.2 WAT KAN ER ALLEMAAL?

Hierna zijn informatiekaarten opgenomen van de verschillende maatregelen die in de bodem mogelijk zijn. Per type maatregel is een korte omschrijving gegeven, een plaatje, een indicatie van het effect van de maatregel op de trillingen, de kosten (prijspeil 2022, inclusief BTW), de doorlooptijd (hoe lang het duurt om de maatregel te maken) en zijn eventueel eerdere ervaringen beschreven. Meer informatie over de maatregelen is te vinden in Deel 2 van deze brochure.






***QR CODE
NAAR DEEL 2**

Scan deze code met je telefoon/ tablet of **klik hier** om naar deel 2 te gaan.

Raadpleeg altijd een deskundige voordat je een dergelijke maatregel treft

MOGELIJKE MAATREGELEN BODEM

In de hierna volgende 'menukaarten' is een omschrijving van de maatregelen opgenomen.

We gaan in op:  Effect op trillingen
 Kosten  Doorlooptijd

Merkbaar minder trillingen, relatief beperkte kosten en doorlooptijd van weken

Nauwelijks merkbaar minder trillingen, relatief hoge kosten en doorlooptijd van maanden

Niet (merkbaar) minder trillingen, zeer hoge kosten en doorlooptijd van jaren.

DIEPE SPOORSLOOT

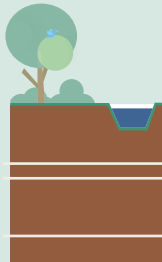
Maatregel: Een spoor sloot naast het spoor zorgt ervoor dat de trillingen worden afgeschermd, en dieper de bodem ingaan. Een spoor sloot is effectiever bij een grotere diepte.

Eerdere ervaringen: Spoor sloten komen veelvuldig voor, maar niet om trillingen te verminderen. In Nuenen is wel een spoor sloot opnieuw aangebracht om de trillingen te verminderen.

 Tot 50%

 500 tot 1500

 Maanden



TRILLINGSSCHERM BETON OF JET-GROUT

Maatregel: Een trillingsscherm is een stijf scherm in de bodem dat de trillingen tegenhoudt. Voor voldoende effect is vaak een dikte van minimaal 50 centimeter nodig. De diepte is afhankelijk van de bodem en de frequenties van de trillingen, maar soms is wel 20 meter diepte nodig.

Eerdere ervaringen: Betonnen trillingsschermen in Utrecht en Arnhem, en trillingsschermen van jet-grout (mengsel van cement, water en grond) in Utrecht en Tricht. Ook bij nieuwe woningen langs het spoor toegepast (Utrecht).

 Tot 40%

 7.000 tot 30.000

 Jaren



TRILLINGSSCHERM PIEPSCHUIM (EPS)

Maatregel: Piepschuim is een licht materiaal dat vaak als trillingsscherm is ingezet. Om effectief te zijn is een dik scherm nodig (minimaal 50 centimeter, soms zelfs 1 meter of nog dikker). Het werkt vooral tegen trillingen van reizigerstreinen.

Eerdere ervaringen: Vooral tegen trillingen van wegverkeer (Rotterdam, Eindhoven en Oudewater). Uit proef in Oisterwijk blijkt dat dunne platen geen effect hebben tegen trillingen van treinen.

 Tot 30%

 1500 tot 5.000

 Maanden



TRILLINGSSCHERM DAMWAND

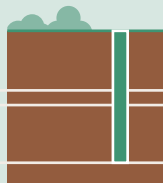
Maatregel: Een damwand wordt vaak gebruikt om bouwkuipen (voor bijvoorbeeld parkeergarages) of beschoeiingen (langs grote vaarwegen) te maken. Maar ze zijn ook inzetbaar als trillingsscherm.

Eerdere ervaringen: In het buitenland (bijvoorbeeld Zweden) wel tegen trillingen, in Nederland nog niet.

 Tot 20%

 3.000 tot 15.000

 Maanden



TRILLINGSSCHERM VAN 2 MATERIALEN (HARD EN ZACHT)

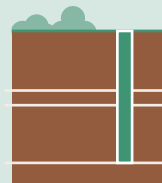
Maatregel: Door een trillingsscherm uit meer materialen te maken, wordt het effect van het scherm op de trillingen groter. Dat komt doordat elke keer als een trilling een slapper of stijver materiaal tegenkomt, een deel van de trillingen wordt teruggekaatst

Eerdere ervaringen: In Arnhem (beton en rubber) en Utrecht (damwand en piepschuim) aangebracht door ProRail.

 Tot 80%

 12.000 tot 35.000

 Jaren




TRILLINGSSCHERM L-WAND

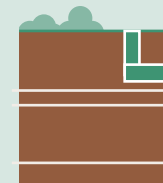
Maatregel: Prefab L-wanden (keerwanden) van beton kunnen ook als trillingsscherm fungeren. De diepte van het scherm is vaak wel beperkt, waardoor de maatregel vooral effect heeft tegen de trillingen van reizigerstreinen. Ook te combineren met een sloot voor meer effect.

Eerdere ervaringen: Tegen trillingen van wegverkeer (Roermond), maar ook tegen trillingen van reizigerstreinen bij nieuwe woningen langs het spoor, vaak in combinatie met een spoor sloot.

 Tot 30%

 1.000 tot 3.000

 Maanden



TRILLINGSSCHERM OPEN SLEUF

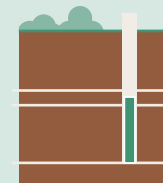
Maatregel: Bij deze maatregel wordt de bodem onderbroken door een sleuf, met aan beide kanten materiaal dat instorten van de sleuf voorkomt. Dat kunnen prefab L-wanden zijn, damwanden of betonnen trillingsschermen.

Eerdere ervaringen: Onbekend.

 Tot 40%

 2.000 tot 20.000

 Jaren



5. MAATREGELEN AAN HET SPOOR OF DE TREINEN

Maatregelen aan het spoor of de treinen worden niet beschreven in deze brochure. Dat doen we omdat deze maatregelen alleen door ProRail of de vervoerder kunnen worden getroffen. Als bewoner langs het spoor is er weinig invloed uit te oefenen op het treffen van zo'n maatregel. Verder is het zo dat voor trillingshinder van passerende treinen geen wet- en regelgeving bestaat. ProRail kan daarom ook niet zomaar maatregelen treffen, en heeft daar ook geen geld voor.

Wel is het altijd mogelijk om een vraag of klacht in te dienen over trillingshinder bij de Publieksvoorlichting van ProRail. En in sommige situaties kan ProRail de hinder wél verminderen. Bijvoorbeeld als er onderhoud aan het spoor nodig is. In dat geval kan ProRail samen met de onderhoudsaannemer ter plekke onderzoek doen naar de oorzaak van de klacht. Als er iets mis is met de spoorligging, een wissel of elektrische scheidingsslas (ES-las) in het spoor, dan kan de aannemer dit oplossen. Meestal neemt de hinder dan af. Tegen hinder door specifieke treinen kan veel minder gedaan worden zolang vervoerders zich houden aan de wettelijke gebruiksregels van het spoor. Wel zijn het ministerie van IenW en ProRail met vervoerders in gesprek om hen te stimuleren om rekening te houden met eventuele trillingshinder door de treinen die zij gebruiken.

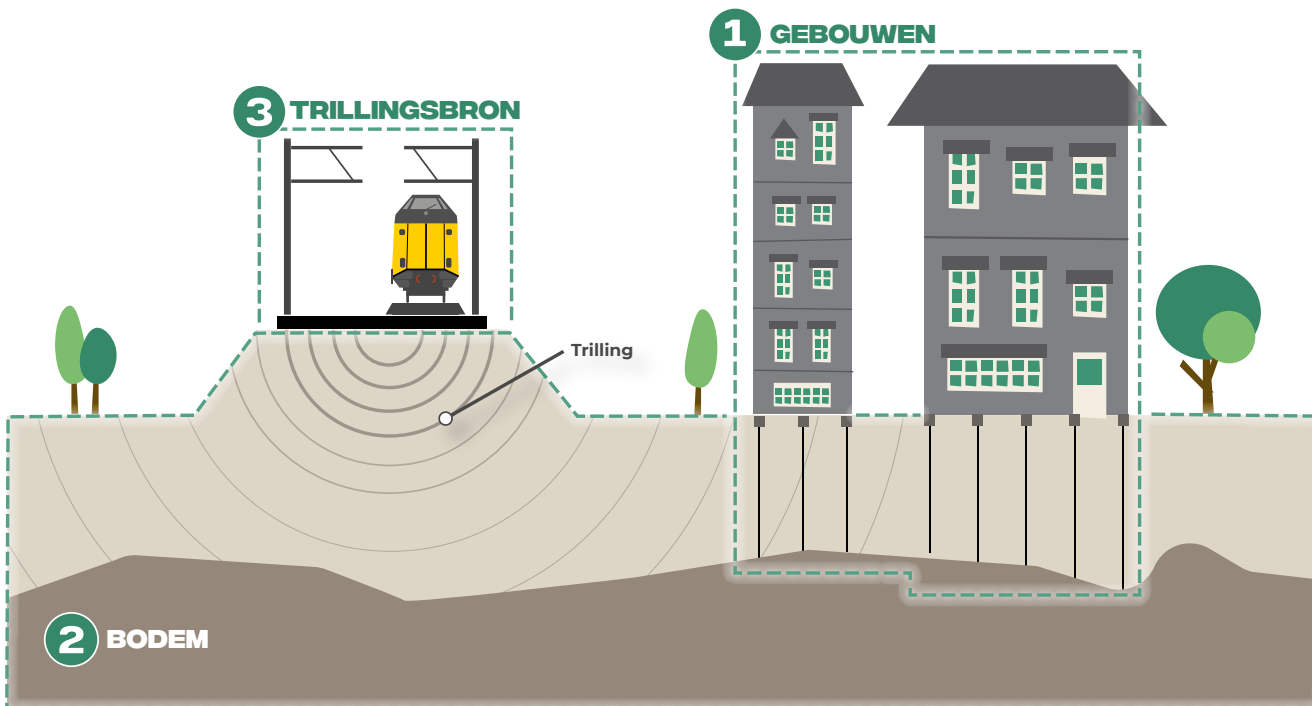


Trilling

Een trilling is een heen- en weergaande beweging. Alles wat beweegt, veroorzaakt trillingen: het lopen van mensen, het rijden van auto's, en dus ook het rijden van treinen. De trillingen ontstaan door de beweging van de trein tijdens het rijden over de rails. De trein veroorzaakt trillingen omdat de wielen van de trein niet helemaal rond zijn en het spoor niet helemaal vlak. Het gewicht van de trein drukt de rails namelijk een beetje naar beneden. Deze trillingen worden door de bodem doorgegeven naar de fundering van een woning, en in de woning via wanden en vloeren doorgegeven naar de persoon die de trillingen voelt.

De sterkte van de trillingen hangt vooral af van de grootte van de oneffenheden, het gewicht van de trein (is de trein leeg of vol, het type trein lengte van de trein, type wielen, wat voor soort schokdempers heeft de trein), de snelheid van de trein, de bodem (een slappe veenbodem of juist een steviger zandbodem) en de eigenschappen van het gebouw waarin de trillingen worden ervaren.

Bij trillingen spreken we meestal over een bron (de treinen op het spoor), een doorgeefmedium (de bodem, waarin de trillingen worden doorgegeven van de bron naar een gebouw) en een ontvanger (het gebouw waarin de trillingen worden ervaren).



Trillingshinder

Trillingshinder is de beleving van de trillingen. We maken bewust onderscheid tussen trillingen en trillingshinder, omdat de ene persoon veel gevoeliger is voor trillingen dan de ander. Trillingshinder kan op verschillende manieren worden ervaren:

- *Als voelbare trillingen:* mensen voelen dat de vloer beweegt als er een trein passeert, of worden wakker van de trillingen doordat hun bed heen en weer gaat.
- *Door geluid van rammelende voorwerpen:* de trillingen kunnen ervoor zorgen dat kopjes in kasten gaan rammelen of dat deuren of ramen gaan klapperen. Soms beweegt iets zonder dat het geluid maakt, denk aan bijvoorbeeld een TV-scherm dat trilt als er een trein passeert.

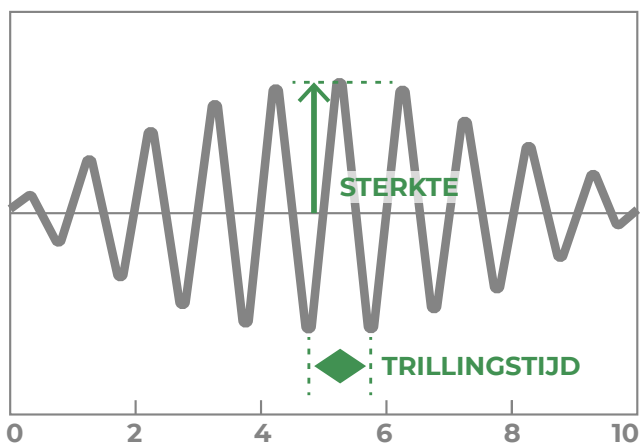


- *Door een bromtoon,* afkomstig van trillende wanden of vloeren: dit noemen we laagfrequent geluid. Deel 2 van deze brochure gaat hier dieper op in (zie QR-code).

Of een trilling of geluid als hinderlijk wordt ervaren, hangt niet alleen af van de sterkte van de trilling of het geluid, maar ook van persoonlijke factoren. Zo worden trillingen als hinderlijker ervaren als iemand in rust is (tijdens slapen of TV-kijken) dan wanneer iemand actief is (tijdens werken, koken of sporten), maar ook speelt het verwachtingspatroon een rol: iemand die denkt dat trillingen zijn woning kunnen beschadigen, vindt trillingen eerder hinderlijk dan iemand die daar niet bang voor is. Uit diverse onderzoeken blijkt ook dat andere factoren (zoals leeftijd, mentale toestand en woonomgeving) een rol spelen in hoe hinderlijk de trillingen worden ervaren.

Frequentie

Een trilling is een beweging die een aantal keer per seconde optreedt. Het aantal keer dat die trilling per seconde optreedt, noem je de trillingsfrequentie, die je uitdrukt in Hertz (Hz). Bij trillingshinder beoordelen we trillingen met frequenties tussen de 1 en 80 Hz, dus een trilling die 1 keer per seconde optreedt, tot een trilling die 80 keer per seconde optreedt. In de figuur hieronder is zo'n trilling weergegeven.



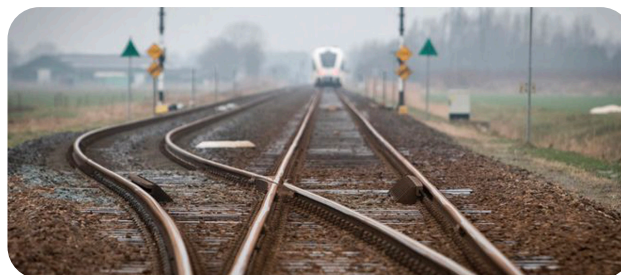
De trillingen van een trein treden op bij verschillende frequenties, waaronder ook tussen de 1 en 80 Hz, het voor mensen voelbare gebied. Deze trillingen worden door de bodem doorgegeven naar de fundering van een woning, en in de woning via wanden en vloeren doorgegeven naar de persoon die de trillingen voelt. En dat kan voor hinder zorgen.

Eigenfrequentie

Elk voorwerp heeft een trillingsfrequentie waarbij het uit zichzelf trilt als het met voldoende kracht wordt aangestoten, de zogenaamde eigenfrequentie. Het voorwerp komt makkelijk in trilling. bij die frequentie.

Wissel

Installatie in het spoor om te zorgen dat een trein van het ene naar het andere spoor kan rijden. Een wissel bevat een bewegend deel dat van plek kan verspringen, waarmee de trein van het ene naar het andere spoor wordt geleid.



ES-las

Verbinding tussen twee spoorstaven die er voor zorgt dat er geen stroom tussen de spoorstaven kan lopen. De ES-las (Elektrische Scheidingslas) zorgt er dus voor dat de ene spoorstaaf geïsoleerd is van de andere spoorstaaf. Het systeem wordt gebruikt om te detecteren of er een trein op een bepaald deel van het spoor rijdt. Het spoor is hiervoor opgebouwd uit secties (delen), die gescheiden zijn door ES-lassen. Op de ene spoorstaaf staat stroom, en als er een trein in een sectie rijdt, loopt er een stroom via de as van de trein naar de andere spoorstaaf. Hiermee worden de seinen aangestuurd.



Sein

Soort verkeerslicht voor treinen, dat machinisten instructies geeft over de te nemen acties: doorrijden, stoppen of met een bepaalde snelheid rijden. Onderdeel van het spoorbeveiligingssysteem, dat ervoor zorgt dat treinen op veilige afstand van elkaar blijven rijden. Bij seinen liggen ES-lassen, die gebruikt worden om te detecteren of ergens een trein rijdt.

Damwand

Gevormde metalen plaat, vaak gebruikt om hoogteverschillen te overbruggen of als beschoeiing langs het water.

Bodem

De bodem is de ondergrond waardoor de trillingen zich als golven verplaatsen. In de bodem doven de trillingen uit naarmate je verder van het spoor vandaan komt. De samenstelling van de bodem bepaalt voor een belangrijk deel of er sprake is van trillingshinder: op slappe bodems wordt de bodem meer ingedrukt en ontstaan vooral sterke trillingen bij lage trillingsfrequenties, op stijve bodems juist minder. Maar omdat bij een slappe bodem de trillingen veel sneller uitdoven, zien we dat de meeste hinder en klachten vaak op de stijvere bodems (zoals zand) voorkomen.



COLOFON

Opsteller	We-Boost
Versienr	1.0
Datum	15 maart 2023
Status	Definitief

Met medewerking en input van:

ProRail



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

**CAUBERG
HUYGEN**

en diverse bewonersgroepen



Meer informatie is te vinden in Deel 2:



Scan deze code met je telefoon/
tablet of **klik hier** om naar deel
2 te gaan.

© We-Boost 2023

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van We-Boost.





Met medewerking van
CAUBERG HUYGEN

Voortgangsrapportage 2022 – Innovatieagenda Bronaanpak Spoortrillingen

Dit document betreft de tweede voortgangsrapportage Innovatieagenda Bronaanpak Spoortrillingen (IBS). Deze voortgangsrapportage omvat de periode 1 januari tot en met 31 december 2022. 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 dichter bij 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 is 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 kan worden. De maatregelen die getroffen kunnen worden, zijn beperkt tot ondersleeper pads (USPs, beperkt in toepassingsgebied) en trillingsreducerende ondergrondse constructies (erg prijzig).

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.

Scope en baten

In 2022 is de nodige voortgang geboekt. Er zijn meer zaken in gang gezet dan vooraf voorzien. Zo is een analyse van vijf jaar aan klachten toegevoegd voor focus in de zoektocht naar maatregelen. De scope van wielonderhoud is uitgebreid met de deelname van een reizigersvervoerder. Er is aangesloten bij het onderzoeksprogramma Baanstabieleit om het mogelijk compatibel effect van deze met trillingen vast te stellen. Daarnaast is de Rubber Overwegbevoering, waar dit technisch mogelijk is, toegepast in de bebouwde omgeving.

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

Fundamenteel onderzoek

TU Delft, Deltares en TNO werken met ProRail samen om fundamenteel onderzoek te doen naar spoortrillingen. Hiermee ontwikkelen ze 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. In de eerste helft van 2022 is het vierpartijencontract gesloten voor het fundamenteel onderzoek STEM. Binnen het onderzoek zal een viertal PhD-kandidaten zich richten op het ontstaan van trillingen. De werving van deze PhD-kandidaten loopt. Daarnaast wordt eind 2023 de eerste versie van het STEM-model opgeleverd en beschikbaar gesteld. Hier zal vervolgens jaarlijks een nieuwe versie van opgeleverd worden, 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.

Onderhoud infrastructuur

Doelstelling voor de pilots Onderhoud infrastructuur is het inzichtelijk maken van het trillingseffect van onderhoud aan specifieke objecten die hinder kunnen geven. Dit doet ProRail door trillingsmetingen en analyses uit te laten voeren zowel voor- als na verschillende typen spooronderhoud. Medio 2023 start de pilot, met een looptijd van anderhalf jaar.

Onderhoud materieel

De praktijkproef naar de invloed van wielonrondheid en wielonderhoud is gestart. Het doel van de proef is om in kaart te brengen of wielonrondheid een relevante invloed heeft op spoortrillingen, of spoortrillingen verminderd kunnen worden door (conditie afhankelijk) 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 zijn bij de pilot aangesloten. Ook NS is aangesloten bij deze pilot en levert onderhoudsgegevens van reizigerstreinen die langs de meetopstelling rijden. Het eerste meetstation is medio december 2022 in Heeze ingericht en een tweede meetstation volgt in februari 2023 nabij Weert. Hierna volgt een besluitmoment over het vervolg van de proef, of er voldoende aanwijzing is of wielonrondheid invloed heeft op trillingen. De pilot loopt tot en met 2024.

Innovatie in de infrastructuur

Voor maatregelen aan de infrastructuur zijn alle spooronderdelen die mogelijk een positieve bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van trillingen in gang gezet als praktijkproef. In 2021 waren dit de Rubber Overwegbevloering en de ondersleeper pads (USP's) op de Brabantroute. In 2022 kreeg ProRail de resultaten van deze proeven, waarbij de Rubber Overwegbevloering een positief effect blijkt te hebben en de USP's effect hebben in een beperkt toepassingsgebied. In 2022 zijn drie nieuwe pilots uitgevoerd: de in hoogte verstelbare bevestiging waarbij een wig onder de spoorstaaf wordt geschoven om de spoorligging op een specifieke locatie te kunnen verbeteren (Deurne), de houten versus betonnen dwarsligger (Nunspeet) en het verstijven van het baanlichaam middels een PSS-laag (Culemborg). De resultaten van deze pilots verwachten we in 2023.

ProRail maakt zich hard om beproefde maatregelen, waar technisch en financieel in te passen binnen bestaande budgetten, mee te nemen in standaardwerkzaamheden. Zoals bijvoorbeeld in Zevenbergen waar in de zomer van 2023 drie overwegen, die vernieuwd moeten worden, alle drie vervangen worden door de trillingsarmere Rubber Overwegbevloering. De beproefde maatregelen Rubber Overwegbevloering en USP's zijn in een voorstel van ProRail voor het Ministerie opgenomen om op enkele plekken langs de omleidingsroutes van de Betuweroute ingezet te worden in het kader van het Minder Hinder Pakket. Daarbij verricht ProRail in het kader van de IBS aanvullende metingen om de effectiviteit van de maatregelen te blijven volgen en meer kennis hierover op te doen.

In aanvulling op de reeds bekende maatregelen willen we, in samenwerking met marktpartijen, ruimte bieden voor het uitwerken van nieuwe innovatieve maatregelen. De bekende maatregelen zijn slechts beperkt werkzaam bij lage trillingsfrequenties en puntbronnen, waar juist veel klachten uit voortkomen. Hiervoor is ProRail in december 2022 een Innovatie competitie gestart, waarin marktpartijen zijn uitgenodigd om met oplossingen in de infrastructuur te komen die op een kostenefficiënte manier kunnen helpen trillingen te verminderen. (Inmiddels zijn negen ideeën geselecteerd voor het verder uitwerken van de maatregelen.) Hiervan worden vijf ideeën geselecteerd voor een pilot in 2024.

Innovatie aan materieel

Voor Innovaties aan materieel is gestart met de eerste stap van onderzoek of wijzigingen aan het veel toegepaste draaisteltype Y25 voor goederenwagens invloed kunnen hebben op trillingen. Voor deze eerste stap heeft een simulatie 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 van de simulaties geven relevante inzichten in de rol van de constructie van het materieel in relatie tot spoortrillingen. De resultaten volgens in 2023. Een mogelijke follow up wordt in overleg met materieleigenaren besproken en onderzocht.

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 2023 vinden de pilots plaats met onderhoud aan materieel en infrastructuur. De pilots aan de infra met nieuwe innovaties volgen in 2024/2025.

Organisatie

Binnen de IBS vervullen vier topspecialisten van TNO, TU Delft en Deltares namens STEM de rol van kennispartners. Zij bewaken de samenhang tussen theorie en praktijk. Dit doen zij als onderdeel van het werk in STEM. Het werk wordt vormgegeven in maandelijkse 'trillingsateliers' waar hypothesen, nieuwe onderzoeksresultaten en proefopstellingen gechallenged worden. Verder wordt voor de validatie van het STEM-model zo veel mogelijk gebruik gemaakt van de resultaten van de praktijkproeven.

In 2022 is de internationale klankbordgroep voor de IBS bijeengekomen in januari, mei en november. Deze groep bestaat uit drie experts op het gebied van trillingen die onafhankelijk op hoofdlijnen meekijken en adviseren aan het ministerie van IenW. Ze geeft concrete aanbevelingen en heeft onder andere een positief advies gegeven over de ingediende derde subsidieaanvraag.

Europese samenwerking

ProRail neemt deel in het Europese research programma Europe's Rail. In dit onderzoeksprogramma doen de Europese spoorwegondernemingen en industrie onderzoek naar baanbrekende innovaties en vernieuwingen voor de railsector. ProRail brengt resultaten vanuit de IBS in en zorgt voor samenhangende aanvullende onderzoeken met de Europese partners. Het gaat daarmee onder meer om onderzoek naar het ontstaan van trillingen gedurende de levensduur, het verbeteren van onderhoudsconcepten en onderzoek naar innovatieve toepassing in de infra.

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 bron aanpak van spoortrillingen en het krijgen van draagvlak van stakeholders binnen en buiten de spoorsector. Voor de kennisdeling binnen de technische wereld (ingenieursbureaus, onderzoeksinstituten) is er gestart met de opzet van een database, waarin we verzamelde data en informatie over de onderzoeken en proeven ontsluiten. Deze database wordt openbaar toegankelijk.

Vanuit verschillende externe stakeholders is er interesse in het onderzoek naar trillingen van de IBS. Om deze groep op de hoogte te kunnen houden zijn in 2022 diverse nieuwsberichten gepubliceerd via de website en de social media-kanalen van ProRail. Deze kregen ook aandacht in de media. Zo is de IBS in de media terug te zien geweest met berichten omtrent resultaten de Innovatiecompetitie voor trillingsreducerende innovaties, over Under Sleeper Pads, en de pilot met in hoogte verstelbare bevestiging in Deurne.

Er is een animatiefilm ontwikkeld met uitleg over de IBS, deze wordt ingezet in communicatie en op events, om laagdrempelig uitleg te geven over de IBS.

Daarnaast zijn ten behoeve van kennisdeling in 2022 diverse bijeenkomsten georganiseerd, waaronder twee internationale klankbordgroepen, twee externe kennismiddagen en twee

Railforumcongressen. Ten slotte was de IBS aanwezig als stand bij de Innovatiemarkt van de railsector in Den Haag.

Financiën

Het door het ministerie van IenW begrote budget is gelijk gebleven op €20 mln. (incl. BTW, prijspeil 2021).

In 2022 is een bedrag van €4,8 mln. (incl. BTW) beschikbaar bij de derde subsidieaanvraag voor de IBS. Daarmee is het reeds aan ProRail beschikte budget €15,9 mln. (incl. BTW). Tot en met 31 december 2022 is er 7,4mln (incl BTW) in gang gezet in contracten, daarvan is 3 mln. betaald.

Onderdeel	Beschikte subsidie (incl. BTW) PP2021	Nog te beschikken PP2021
1 - STEM	€ 6.171.000	€ 0,-
2A: Praktijkproeven onderhoud infra	€ 1.363.573	€ 0,-
2B: Praktijkproeven onderhoud materieel	€ 1.227.351	€ 0,-
2C: Praktijkproeven infra maatregelen innovatie	€ 5.137.370	€ 2.850.000
2D: Praktijkproeven materieel innovatie	€ 181.500	€ 1.250.000
3. Communicatie en kennisdeling	€ 565.699	€ 0,-
Projectmanagement	€ 1.269.242	€ 0,-
Sub totaal	€ 15.915.735	€ 4.100.000
Totaal		€ 20.000.000

Voor de Innovatie-competitie en de post materieelinnovatie is nog budget gereserveerd die opgenomen zal worden in de laatste aanvullende subsidieaanvraag, die gepland staat voor Q1 van 2024.

Kansen en risico's

Ten opzichte van de vorige rapportage is het algehele risicoprofiel gelijk gebleven.

- *Marktcapaciteit*

Het tekort aan capaciteit bij ProRail en marktpartijen heeft nog geen impact gehad op de werving binnen de IBS maar vormt wel een potentieel risico. Om dit risico te verkleinen maken we gebruik van al bestaande projectteams waar we zo veel mogelijk met pilots bij aan proberen te haken. Hierdoor kunnen we capaciteit van projecten delen. Risico blijft dat uitvoeringsperiodes van de pilots daardoor minder flexibel zijn.

- *Trein Vrije Periodes*

Om de doorlooptijd van het programma zo kort mogelijk te houden, is proactief ingezet op meeliften met al bestaande Trein Vrije Periodes (TVP's). Hierdoor vervalt het risico op lange aanvraag van TVP's. Kansen voor meeliften bij andere projecten zijn vergroot door toenemend bewustzijn van de grote noodzaak en aandacht voor trillingen. Anderzijds blijken kansrijke pilots dieper in de spoorinfra te zitten, meeliften is daarmee ingrijpender in al lopende projecten en aanbestedingen, waardoor enkele pilots het risico lopen pas na de afronding medio 2025 de eindresultaten te hebben.

- *Behalen van de doelstelling*

De kans op het halen van de doelstelling – kosteneffectieve bronmaatregelen om spoortrillingen te verminderen – is gelijk gebleven ten opzichte van de voorgaande rapportage. De uitkomsten van de eerste twee maatregelen zijn positief en beperkt positief. Daarentegen is een go/no-go toegevoegd aan de pilot met wielonderhoud omdat de eerste data-analyses daar aanleiding toe gaven vanwege het beperkte effect op trillingsreductie. Door vijf jaar aan ingediende klachten te analyseren hebben we de focus verbeterd in de zoektocht naar maatregelen nodig zijn.

Bijlage 1 - Opgeleverde producten

De volgende onderzoeken zijn in 2022 opgeleverd als onderdeel van de IBS:

- Klachten over trillingen – Onderzoek naar bepalende factoren – We Boost
- Onderbouwing relevantie proeven Shimlift – We Boost
- Uniform meetprotocol IBS – Trillingen – We Boost
- Vervolgstudie Aspot en bodemtrillingen – Cohere Consultants
- Trillingsmetingen STRAIL – overweg Dorst – eindrapportage – Witteveen + Bos

Bijlage 2 - Status projecten

Pijler	Onderdeel	Project	locatie	Q1 22	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																						
	fundamenteel onderzoek	PvA																					
		phd's																					
		Hotspots																					
Baanlichaam, Ruimtevariatie																							
Tijdgedrag																							
emissiemodel	Tool																						
2. praktijkproeven	2. A onderhoud infra	Onderzoek bruikbaarheid en toepassing BBMS-data	landelijk																				
		Onderzoek bruikbaarheid monitoring via glasvezels (ism EU)	was Hanzelijn > ntb																				
		OBO 1.BBMS tbv hot spots Brabantroute	Brabantroute																				
		OBO 3. Degeneratie simulatie Deltares	Landelijk																				
		Bestaande maatregel: onderstoppen	landelijk																				
		Trillings'filter' op liggingsdata - beschikbaar voor IBS	Landelijk																				
		OBO.2.Onderhoud hotspots	Brabantroute																				
		OBO 4.praktijkproef spoorligging nav degeneratie simulatie	ntb																				
	2. B Onderhoud materieel	Opstellen projectplannen materieel	landelijk																				
		Data analyse trillingsniveau's maaiveld en Aspot & Quo Vadis	A2																				
		Pilot metingen wielen en trillingen	Heeze, Weert +ntb																				
		Pilot met aanvullend beheer en onderhoud	ntb																				
	2. C Innovatie infra	inspanning vervoerder en verladers	landelijk																				
		Under Sleeper Pads	Oisterwijk, Zevenaar																				
		Kunststof dwarsliggers - proeftuin	Zwolle -Wierden																				
		STRAIL-overweg	Dorst																				
		Meetprotocol	landelijk																				
		Data-analyse hinder (welk probleem lossen we op)	Landelijk																				
		Quicksan praktijkproeven	landelijk																				
		Bestaande maatregel: Houten dwarsliggers	Nunspeet + ntb																				
		Meemeten: Houten dwarsliggers / beton +USP	Maaslijn																				
		Wissel vervanging: hout / beton +USP	ntb																				
		Bestaande maatregel: In hoogte verstelbare bevestiging	Deurne																				
		Meemeten: PSS	Culemborg																				
		Bestaande maatregel: dynamische eisen ES-las	Landelijk																				
		Meemeten: geogrid	Lw- Akkrum																				
		Meemeten: Rubber Overwegbevoering	Zevenbergen																				
		Meemeten: wisselsanering en BBV	Zevenbergen																				
		Verstijven ballast	ntb																				
		Ballastmatten	ntb																				
		Verstijven, betonnenbak versus ballast spoor (ref Gerard Vernooij)	Deurne																				
		SBIR - innovatie marktuitvraag	landelijk																				
	Uitwerken 10 praktijkproeven, testplan, BuCa, selectie naar 5 pilot 5 innovaties	landelijk																					
	2. D Innovatie materieel	Data-analyse trillingsparameters materieel / draaistellen Y25+	landelijk																				
		Haalbaarheidsstudie van een pilot	ntb																				
		Reservering Y25+ en innovatieve draaistellen	ntb																				
	3. communicatie en kennisdeling	communicatie	Infographics																				
			Animatie																				
			Video praktijkproeven																				
			Foto's praktijkproeven																				
			Nieuwsbrief																				
		kennisdeling	Website																				
PR, events, kennisdagen																							
Kennisdelen STEM partners - praktijkproeven																							
Open Data base metingen																							
Voortgangsrapportage																							
oa Actualisatie kennisdocument & maatregelen catalogus																							
Overig	Internationale klankbordgroep																						

Voorbereiding gereed Voorbereiding gepland
Gereed Gepland