

# Trillingen en de RegioExpres

Toelichting op het trillingenonderzoek

21 augustus 2023



**RegioExpres**

# 1. Aanleiding voor de toelichting

Trillingen is één van de thema's waar de meeste vragen over binnenkomen tijdens de procedure van het inpassingsplan. Het vormt ook een belangrijke reden voor mensen om een zienswijze in te dienen. Eén oorzaak hiervan is dat het trillingenonderzoek vaak lastig te begrijpen is. Movares, ProRail en provincie Gelderland hebben daarom deze aanvullende toelichting op het trillingenonderzoek geschreven. In deze toelichting staan twee dingen centraal:

- De theorie: hoe werkt een trillingenonderzoek?
- De uitkomsten: wat betekent dit voor aanwonenden in de toekomstige situatie wanneer het spoor is aangepast en de RegioExpres rijdt?

## 2. Theorie

Het trillingenonderzoek gebeurt door middel van een rekenmodel, aangevuld met metingen van treinpassages tijdens de huidige situatie. Metingen aan een nog niet aangelegde spoorlijn zijn immers niet mogelijk. In plaats daarvan wordt een rekenmodel gemaakt van het hele gebied. Vervolgens worden de trillingen voor de volgende situaties berekend:

- De situatie van voor 2015. Projecten die binnen 10 jaar op elkaar volgen in hetzelfde plangebied moeten worden meegenomen. Dit gaat om de spoorverdubbeling bij Wehl, de spoorverdubbeling Zevenaar – Didam en de snelheidsverhoging Zevenaar – Didam – Wehl;
- De huidige situatie;
- De toekomstige situatie in 2035 (= 10 jaar na ingebruikname van de RegioExpres)

### Stap 1: metingen

Het model is geïkt door metingen in gebouwen uit te voeren. Per groep vergelijkbare gebouwen langs het spoor worden een aantal representatieve woningen (qua ligging, type en bouwstijl) geselecteerd waarin metingen worden verricht.

### Stap 2: berekenen

Met behulp van de meetresultaten wordt vervolgens per treinpassage een berekening gemaakt voor de toekomstige trillingssterkte. De invloed van de spoorverdubbeling en de snelheidsverhoging worden hierbij op basis van metingen verrekend. Het resultaat is een trillingsprognose die kan worden beschouwd als de meest nauwkeurige prognose die met de op dit moment beschikbare middelen mogelijk is. Voor de niet gemeten woningen is het model worst-case (conservatief) toegepast, om de kans te verkleinen dat de trillingen onderschat worden.

Het model wordt toegepast op een zone van 200 meter aan weerszijden van de sporen. Op grotere afstand tot het spoor is geen belangrijke toename in trillingshinder te verwachten en zijn de trillingen lager dan de streefwaarden uit het beoordelingskader voor trillingshinder, de Beleidsregel trillinghinder spoor (hierna: Bts). Trillingen zijn op dergelijke grote afstanden doorgaans niet voelbaar.

### Stap 3: toetsen

Voor de toetsing van de rekenresultaten geldt dat geen wettelijk kader bestaat. Daarom is de beoordeling en toetsing in dit onderzoek uitgevoerd op basis van de in Nederland gebruikelijke richtlijn voor trillingshinder, de hierboven al genoemde Bts. Deze beleidsregel komt van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en is speciaal vastgesteld voor spoorwegprojecten. De streefwaarden in de Bts verschillen over de dag en avond (7:00 tot 23:00 uur) en nacht (23.00 tot

7:00 uur) en per gebouwfunctie. Gebouwen met een overnachtingsfunctie (wonen, gezondheidszorg) worden strenger getoetst dan gebouwen zonder woonfunctie (kantoren, onderwijs, gebouwen met gevoelige apparatuur). Dat geldt ook voor de nacht, omdat mensen dan doorgaans meer hinder van trillingen hebben.

Bij trillingen wordt eerst getoetst of de trillingen in de toekomst hoger zijn dan de streefwaarde (stap 3a). Vervolgens wordt gekeken of de trillingen met meer dan 30 procent toenemen door het project (stap 3b). Een lagere toename is volgens internationaal onderzoek namelijk niet voelbaar, dus dat zou niet moeten leiden tot meer hinder.

De volgende uitkomsten zijn mogelijk na toetsing:

### Stap 3a

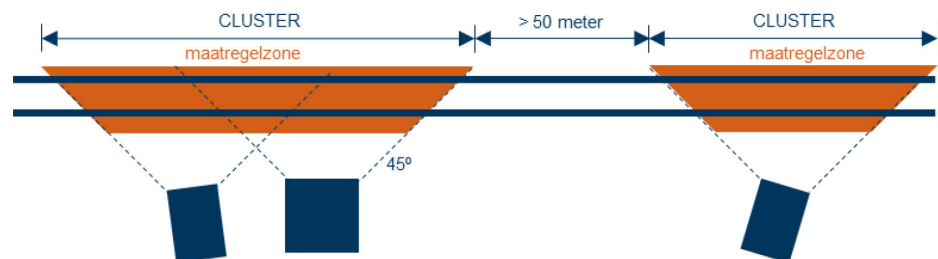
	Uitkomst	Gevolg
A.	De streefwaarde wordt niet overschreden.	Geen verder onderzoek nodig.
B.	De streefwaarde wordt overschreden	Stap 3b.

### Stap 3b

	Uitkomst	Gevolg
C.	De toename is niet meer dan 30%.	Geen verder onderzoek nodig.
D.	De toename is meer dan 30%	Stap 4.

## Stap 4: clusteren

De woningen die niet voldoen aan de streefwaarde en waar de trillingstoename meer dan 30% bedraagt worden ingedeeld in zones, ook wel clusters genoemd. Deze clusters beginnen bij het eerste gebouw waar sprake is van een overschrijding en eindigen bij de laatste aaneengesloten overschrijding. Vervolgens worden die sporen, onder een hoek van 45 graden ten opzichte van de randen van de woning, afgeschermd. Wanneer er sprake is van een afstand van minder dan 50 m tussen overschrijdingen, telt dit alsnog als één cluster. Hieronder (figuur 1) is dit in beeld gebracht.



Figuur 1: Methodiek van clusteren van gevoelige bestemmingen

Na de clustering volgt stap 5.

## Stap 5: doelmatige en effectieve maatregelen

Per cluster wordt bepaald of er maatregelen mogelijk zijn om de trillingen effectief en kostenefficiënt ('doelmatig') terug te brengen tot onder de streefwaarde. 'Effectief' wil zeggen: een maatregel waarmee de trillingen worden teruggebracht tot onder de streefwaarden, of waarbij de trillingen met niet meer dan 30 procent toenemen. Er zijn technisch gezien veel maatregelen mogelijk, maar veel van die maatregelen zijn zeer kostbaar.

Om die effectiviteit en doelmatigheid te bepalen worden de maatregelen doorgerekend op effect en kosten, en worden de kosten afgezet tegen de baten. De baten zijn gedefinieerd als het aantal woningen waarvoor de maatregel voldoende effectief is bij beoordeling op de Bts.

Binnen een cluster is per woning een richtbedrag van € 63.027 beschikbaar (prijspeil 2023, incl. BTW). Voor kantoren wordt een bedrag van € 671 per werkplek gehanteerd (prijspeil 2023, incl. BTW). Dit bedrag is gebaseerd op een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA), uitgevoerd door Witteveen+Bos, Royal Haskoning DHV en TNO. Dit richtbedrag wordt bij ook bij andere planologische procedures gebruikt als richtbedrag voor het treffen van maatregelen. Als de kosten van een effectieve maatregel het beschikbare budget voor een cluster niet overschrijden wordt de maatregel als 'doelmatig' bestempeld. Het resultaat is dus een lijst met effectieve en doelmatige maatregelen.

De meest doelmatige maatregelen (meeste effect per bestede euro) zijn zogenaamde Under Sleeper Pads (een soort rubberen matten onder de dwarsliggers die de trillingen dempen, zie figuur 2) of ondergrondse trillingenschermen (TRillingsreducerende Ondergrondse Constructies of 'TROC's') gemaakt van EPS (Expanded Polystyrene of piepschuim). De kosten voor een TROC bestaan niet alleen uit de kosten voor het ingraven van een EPS-wand, maar ook de bijkomende kosten zoals het verleggen van kabels en leidingen, aankoop van extra gronden, effect van archeologische waarden, herinrichting van het terrein, enz.



Figuur 2: Under Sleeper Pads onder de dwarsliggers

Uit de lijst met effectieve maatregelen wordt de meest kostenefficiënte maatregel geselecteerd (grootste reductie in aantal gehinderden tegen laagste prijs). Vervolgens zijn er per cluster twee uitkomsten mogelijk:

	Uitkomst	Gevolg
A.	Er zijn geen doelmatige maatregelen mogelijk. Het saldo (baten minus de kosten) is negatief.	Er worden geen maatregelen getroffen.
B.	Doelmatige maatregelen mogelijk. Het saldo (baten minus de kosten) is positief.	Maatregelen worden meegenomen in het project.

## 3. Uitkomsten

### Veranderingen in de toekomstige situatie

#### Aantal en type treinen

In het trillingenonderzoek is het uitgangspunt dat er extra treinen gaan rijden. Het gaat om 1 extra trein per uur, heen en terug, alleen op werkdagen vanaf de start van de dienstregeling tot 20:00 uur. Het aantal treinen stijgt alleen tussen Arnhem en Doetinchem, tussen Doetinchem en Winterswijk verandert de frequentie niet. Dit geldt ook voor het materieel, er komen geen nieuwe treinen. De huidige treinen worden alleen anders ingezet.

#### Snelheid van de treinen

In het trillingenonderzoek is, doordat de situatie uit 2015 het uitgangspunt is, wel sprake van een snelheidsverhoging op het spoor. Voor alle treinen is tussen Zevenaar en Didam de maximale snelheid 120km per uur. Tussen Didam en Wehl is de maximale snelheid 130km per uur. De RegioExpres stopt niet tussen Arnhem en Doetinchem en rijdt de tussengelegen stations op hogere snelheid door. Voor de stations Arnhem Velperpoort, Westervoort, Duiven en Zevenaar is dit geen verandering, hier reden andere treinen ook al in 2015 op de maximaal toegestane snelheid door.

#### Ligging van de sporen

In het trillingenonderzoek is, doordat de situatie uit 2015 het uitgangspunt is, sprake van een volledige verdubbeling van het spoor vanaf Zevenaar (de aansluiting op het spoor Arnhem – Duitsland) tot en met station Doetinchem De Huet).

#### Stap 1: metingen

Het model is geijkt door op 13 locaties metingen in gebouwen uit te voeren. Dat aantal is groter dan strikt noodzakelijk voor een dergelijk tracé. Omdat er vanuit de omgeving nu al klachten zijn over trillingen ten gevolge van het treinverkeer is er besloten om ook in woningen waar de bewoners in de huidige situatie al last van trillingshinder ervaren metingen te verrichten.

#### Stap 2: berekenen

Met behulp van de meetresultaten zijn berekeningen uitgevoerd en is per woning een trillingsprognose opgesteld.

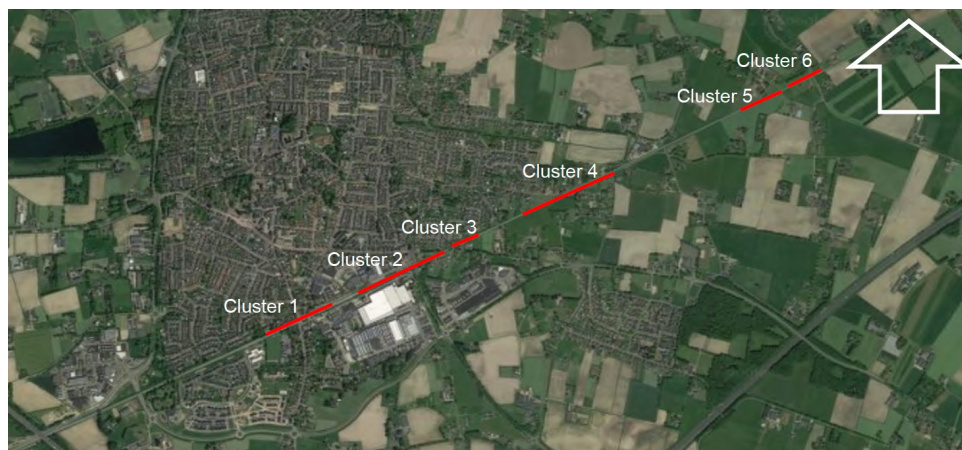
#### Stap 3: toetsen

Op het trajectdeel Arnhem - Zevenaar vinden er tot aan de spoorboog bij Zevenaar geen overschrijdingen van de streefwaarde plaats waarbij tevens het trillingsniveau ten opzichte van de situatie in 2015 met meer dan 30% toeneemt. Dit heeft ermee te maken dat op dit traject ook andere (internationale) treinen en goederentreinen rijden. De bijdrage van de toekomstige RegioExpres op het totaal aan trillingen zal verwaarloosbaar zijn. De RegioExpres zal daardoor voor wat betreft het traject Arnhem – Zevenaar niet tot belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu leiden. Uit de berekeningen blijkt verder dat er ook tussen de boog bij Zevenaar tot de bebouwde kom van Didam geen woningen zijn die in de toekomst de streefwaarde overschrijden en waarbij de het trillingsniveau ten opzichte van de situatie in 2015 met meer dan 30% toeneemt.

De grootste toename in trillingsniveaus vindt plaats in Didam en in het buitengebied richting Wehl, bij woningen dichtbij het spoor en -voor het grootste deel- ter hoogte van de stations. Voor het grondgebied van gemeente Doetinchem geldt dat er geen woningen zijn waarvoor de streefwaarde overschreden wordt en waarvoor een trillingstoename met meer dan 30% geldt.

## Stap 4: clusteren

De uitkomst van stap 3 resulteert in een zestal clusters (zie figuur 3).



Figuur 3: Clusters met overschrijdingen van de streefwaarde en toename van de trillingsintensiteit met > 30% t.o.v. referentiesituatie (2015)

## Stap 5: doelmatige en effectieve maatregelen

Een samenvattend overzicht van de mogelijk doelmatige maatregelen per cluster is hieronder opgenomen. In deze tabel is het aantal woningen waarvoor de Bts wordt overschreden voor en na maatregelen per cluster weergegeven.

Cluster	Over-schrijdingen	Mogelijk doelmatige maatregelen	Over-schrijdingen
1 - Didam Stationslaan	5	Geen	5
2 - Didam Parallelweg - Oude Beekseweg	16	<b>TROC EPS 2m diep</b>	5
3 - Didam Hoefijzer - Zandweg	2	Geen	2
4 - Didam Lange Klauwenhof - Princes Beatrixstraat	8	Geen	8
5 - Didam van Rouwenoortweg	2	Geen	2
6 - Frieslandweg	2	Geen	2
7 - Toppegaiweg	3	Geen	3
<b>Totaal</b>	<b>38</b>		<b>27</b>

Tabel 1: Lijst van mogelijk doelmatige maatregelen per cluster en aantal overschrijdingen van de Bts voor en na maatregelen

Voor de meeste clusters zijn geen doelmatige maatregelen te treffen omdat maatregelen niet inpasbaar, te kostbaar of onvoldoende effectief zijn. Dit is weergegeven met een streepje in de laatste kolom. Het toepassen van Under Sleeper Pads is sowieso te weinig effectief; ze dempen de trillingen onvoldoende. Dat heeft onder andere te maken met het relatief lichte RegioExpres materieel waarmee straks wordt gereden.

Belangrijk om te weten is dat overal de trillingen ruim lager zijn dan de waarde in de Bts waarbij maatregelen moeten worden getroffen.

### Maatregelen voor cluster 2 (Parallelweg – Oude Beekseweg)

Cluster 2 vormt een uitzondering: hier blijkt een ondergronds trillingsscherm van EPS van 0,5 m dikte en 2 m diepte op ca. 5 m uit het hart van het spoor doelmatig en effectief. Dit heeft onder andere te maken met het feit dat hier de spooruitbreiding aan de noordkant plaatsvindt en kabels en leidingen toch al vanwege het project omgelegd moeten worden. Vanwege de Oude Beekseweg die hier vlak tegen het huidige spoor ligt is gekozen om middels een S-bocht het spoor van de zuid- naar de noordkant te brengen, waardoor je aan beide zijde ten westen van de overweg Bievankweg in het kader van het spoorwegproject al aanpassingen moet doen. Bovendien vindt de uitbreiding hier vooral op gemeentegrond plaats, zodat extra aankoop van gronden nauwelijks nodig is. Zie figuur 4. De ondergrondse TROC's zijn hier weergegeven als de rode lijnen.



Figuur 4: Cluster 2 in Didam, met voorgestelde maatregelen (TROC's, rode lijnen)

### Opleveringstoets

Als extra waarborg richting bewoners vindt er binnen 1 jaar na in gebruik name van de nieuwe spoorlijn een opleveringstoets plaats. Hierbij gaan we opnieuw met behulp van metingen vaststellen of de trillingen niet sterker zijn toegenomen dan verwacht en er daarom alsnog aanvullende maatregelen nodig zijn. Dit staat beschreven in het Inpassingsplan.

