

23 oktober 2017  
Rapport CO-RJ-170004390 – Versie 2.1 - Definitief

## Autorisatieblad

# Gedifferentieerd rijden goederentreinen

## Maatregel tegen trillingshinder?

	<b>Naam</b>	<b>Akkoord</b>	<b>Datum</b>
Opgesteld door	Jong, RJ de	✓	23-10-2017
Gecontroleerd door	Koning, JA	✓	23-10-2017
Vrijgegeven door	Haisma, GJG	✓	23-10-2017

Op dit autorisatieblad ontbreken de handtekeningen wegens de digitale verwerking van ons vrijgaveproces. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

### Versie historie

<b>Versie</b>	<b>Naam</b>	<b>Datum</b>	<b>Korte toelichting</b>
0.9	Review-concept	5 juli 2017	Versie ter review door ProRail
1.0	Eindconcept	24 aug. 2017	Versie voor externe review
2.0	Definitieve versie	4 okt. 2017	Externe review verwerkt
2.1	Definitieve versie	23 okt. 2017	Een correctie aangebracht

## Samenvatting

Naar aanleiding van vragen uit de samenleving werken het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ProRail samen aan een onderzoek naar de mogelijkheden om trillingshinder op specifieke locaties als gevolg van het goederentreinverkeer in de nachtelijke uren te verminderen.

Een van de opties is het zogeheten gedifferentieerd rijden, waarbij lokaal de treinsnelheid van de goederentreinen in de nacht wordt verlaagd

In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van een nadere studie naar de haalbaarheid en consequenties van deze optie en komen de belangrijkste aspecten/effekten aan bod, met uitzondering van het effect op de trillingshinder zelf, dat onderwerp is van een apart onderzoek.

Uit de studie blijkt dat gedifferentieerd rijden qua **wet- en regelgeving** nog niet is toegestaan. Voor het aanpassen van de wet- en regelgeving is een doorlooptijd van 2-4 jaar nodig. Dit betreft een politiek proces, waardoor de uitkomst niet op voorhand zeker is.

Qua **techniek** zijn er meerdere opties om gedifferentieerd rijden mogelijk te maken. Hierbij moet worden opgemerkt dat alle opties nog aandachtspunten hebben waar nader naar moet worden gekeken, zoals de seinopvolging en de ergonomie voor de machinisten.

Gedifferentieerd rijden heeft voorts de volgende effecten (per locatie per trein):

- Een toename van de **rijtijd** in de orde van 2,5 tot 7,5 minuten
- Extra **energiegebruik** in de orde van € 9,- tot € 30,-
- Extra **milieukosten** in de orde van € 4,- tot € 8,-
- Een afname van **geluidsemmissie** in de orde van 7 tot 13 dB<sup>1</sup>

Invoering van gedifferentieerd rijden komt in eerste instantie neer op het aanpassen van de wet- en regelgeving. Op basis hiervan kan de technische uitwerking worden gedaan. Rekening moet worden gehouden met een invoeringstermijn van 2 tot 4 jaar.

Naar verwachting liggen de investeringskosten van de ombouw per locatie tussen de 1 en 2 miljoen euro.

---

<sup>1</sup> Een afname van de totale geluidsbelasting is afhankelijk van of de beheerder de vrijgekomen geluidsruiimte gebruikt om meer treinen te laten rijden.

## Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>1</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1 Context	4
1.2 Studie	4
1.3 Aanpak	4
<b>2 Benadering van het vraagstuk</b>	<b>5</b>
2.1 Onderzoeksvragen en leeswijzer	5
2.2 Benadering van het regime	5
2.3 Uitgangspunten	6
<b>3 Wet- en regelgeving</b>	<b>7</b>
3.1 Huidige situatie	7
3.2 Benodigde wetswijziging	7
<b>4 Techniek</b>	<b>9</b>
4.1 Aanpak	9
4.2 Met borden	9
4.2.1. <i>Overzicht van de opties</i>	9
4.2.2. <i>Met matrix-borden zonder einde-bord</i>	10
4.2.3. <i>Met matrixborden met einde-bord</i>	11
4.2.4. <i>Handhaving</i>	12
4.3 Met seinbeelden	12
4.3.1. <i>Overzicht van de opties</i>	12
4.3.2. <i>Onder ATB-EG</i>	13
4.3.3. <i>Onder ERTMS</i>	14
<b>5 Rijtijdeffect voor de goederenvervoerders</b>	<b>16</b>
5.1 Rijtijdeffect	16
5.2 Kosten	16
5.3 Effect op concurrentiepositie	17
<b>6 Energie- en milieueffecten</b>	<b>18</b>
6.1 Uitsplitsing	18
6.1.1. <i>Aanpak</i>	18
6.1.2. <i>Uitgangspunten</i>	18
6.1.3. <i>Resultaten</i>	19
6.1.4. <i>Overall beeld energie en milieu</i>	19
<b>7 Geluidseffect</b>	<b>20</b>
7.1.1. <i>Aanpak</i>	20
7.1.2. <i>Afremmen</i>	20
7.1.3. <i>Passage</i>	21
7.1.4. <i>Optrekken</i>	21
7.1.5. <i>Overall beeld geluid</i>	21
<b>8 Effect op de capaciteit van het spoornetwerk</b>	<b>23</b>

<b>9 Implementatie - doorlooptijd en kosten</b>	<b>24</b>
9.1 Plan van aanpak	24
9.2 Doorlooptijd	24
9.3 Kosten	25
<b>10 Samenvatting van de bevindingen</b>	<b>27</b>
<b>Colofon</b>	<b>30</b>

## **Bijlagen**

Bijlage 1.	Overzicht van geïnterviewde en betrokken personen
Bijlage 2.	Toelichting op juridische procedures
Bijlage 3.	Toelichting railverkeerstechniek en ergonomie
Bijlage 4.	Resultaat berekening rijtijden
Bijlage 5.	Resultaat onderzoek energie en milieu
Bijlage 6.	Resultaat geluidsonderzoek
Bijlage 7.	Voorbeeld technisch ontwerp positie bebording zonder einde-bord
Bijlage 8.	Voorbeeld technisch ontwerp positie bebording met einde-bord
Bijlage 9.	Voorbeeld technisch ontwerp met aanpassing seinbeelden

# 1 Inleiding

## 1.1 Context

Naar aanleiding van vragen uit de samenleving werken het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ProRail samen aan een onderzoek naar de mogelijkheden om trillingshinder op specifieke locaties als gevolg van het goederentreinverkeer in de nachtelijke uren te verminderen.

Inmiddels is door het bureau DGMR in de 1<sup>e</sup> fase van dit onderzoek een analyse uitgevoerd naar de relatie tussen trillingen en treinsnelheid.

Op basis hiervan heeft het ministerie gevraagd om als onderdeel van de 2<sup>e</sup> fase een nadere studie uit te voeren naar de haalbaarheid en consequenties van dit zogenaamde ‘gedifferentieerd rijden’.

Met dit begrip wordt bedoeld:

**Gedifferentieerd rijden** is het in de nachtelijke uren op bepaalde locaties verlagen van de snelheid van goederentreinen om hiermee de trillingshinder voor de omgeving te verminderen.

Het doel van de studie is het mogelijk maken van een nadere discussie over dit onderwerp en het (eventueel) mogelijk maken van een praktijkproef in de 2<sup>e</sup> helft van 2017, door het onderzoeken van de relevante aspecten. Hierbij moet worden aangegeven welke keuzes gemaakt kunnen worden en welke consequenties deze keuzes hebben.

## 1.2 Studie

In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van deze studie.

De volgende aspecten komen aan de orde:

- Wet- en regelgeving
- Techniek
- Operationele en financiële effecten voor de goederenvervoerders
- Milieueffecten
- Effecten op de capaciteit van het spoornetwerk
- Planning, doorlooptijd en kosten van eventuele implementatie

Opmerking: Het effect van de lagere rijnsnelheid op de trillingshinder is onderdeel van de DGMR-studie en valt buiten het bestek van deze rapportage.

## 1.3 Aanpak

De studie is uitgevoerd als een combinatie van interviews met stakeholders en deskundigen en inhoudelijke analyses. Voor een overzicht van de geïnterviewde en anderszins betrokken personen wordt verwezen naar bijlage 1.

## 2 Benadering van het vraagstuk

### 2.1 Onderzoeksvragen en leeswijzer

Het vraagstuk van het gedifferentieerd rijden valt in dit rapport uiteen in 2 deelvragen, te weten:

1. Is gedifferentieerd rijden mogelijk?
2. Is het maatschappelijk rendabel?

Uit de studie blijkt, dat de eerste vraag vooral samenhangt met zaken in de wet- en regelgeving en in de techniek. Deze komen aan de orde in de hoofdstukken 3 en 4.

De tweede vraag, over de maatschappelijke rentabiliteit, hangt samen met de bedoelde en onbedoelde effecten van het gedifferentieerd rijden. Deze worden behandeld in de hoofdstukken 5 t/m 8.

In hoofdstuk 9 wordt ingegaan op de praktische aspecten van een eventuele implementatie. De bevindingen van de studie worden samengevat in hoofdstuk 10.

### 2.2 Benadering van het regime

Of gedifferentieerd rijden mogelijk is, hangt samen met de randvoorwaarden die hierbij worden gesteld.

De belangrijkste randvoorwaarde is in welke mate de overheid (c.q. ProRail) dit wil afdwingen, en wel volgens de volgende benaderingen:

1. de overheid wil gedifferentieerd rijden niet afdwingen, maar het aan de goederenvervoerders zelf overlaten om desgevraagd op een locatie c.q. meerdere locaties langzamer te rijden in de nacht.
2. de overheid wil gedifferentieerd rijden wel afdwingen, door middel van borden langs de baan.
3. de overheid wil gedifferentieerd rijden wel afdwingen, door middel van aanpassing van het treinbeveiligingssysteem.

Gedifferentieerd rijden volgens benadering 1 vraagt niet of nauwelijks aanpassingen in wetgeving en techniek en lijkt derhalve in principe mogelijk.

Echter, deze benadering past niet goed bij de positie van ProRail als taakorganisatie van de Rijksoverheid en in die hoedanigheid verantwoordelijk voor het maatschappelijk acceptabel mogelijk maken van railvervoer. ProRail kan dan namelijk geen echte toezeggingen doen aan omgevingspartijen, omdat zij onvoldoende grip heeft op het gedrag van de goederenvervoerders.

Verder is onzeker of goederenvervoerders wel uit zichzelf bereid zijn om op locaties langzamer te gaan rijden, onder andere omdat het afremmen en weer optrekken rijtijd en energie kost en dus hun eigen concurrentiepositie benadeelt. Benadering 1 levert daarom naar verwachting geen effectieve oplossing op.

Benadering 2 gaat uit van het wettelijk opleggen van een lagere rijnsnelheid aan een machinist door borden langs de baan. Deze borden dienen dan een wettelijke status te hebben.

Het treinbeveiligingssysteem dwingt de lagere snelheid dan niet af. Uitgaande van de noodzaak tot handhaving dient ILT de lagere snelheid dus op een andere manier te monitoren.

Dit kan technisch op verschillende manieren, bijvoorbeeld door het plaatsen en monitoren van snelheidsmeters langs de spoorbaan op de betreffende locaties en het aanspreken van vervoerders in geval van overschrijding.

Bij benadering 3 wordt de lagere rijnsnelheid automatisch afgedwongen via het treinbeveiligingssysteem.

In dit rapport wordt verder alleen ingegaan op de benaderingen 2 en 3, dus wettelijk afgedwongen gedifferentieerd rijden, omdat benadering 1 als onvoldoende effectief wordt ingeschat.

### 2.3 Uitgangspunten

In dit rapport zijn de volgende uitgangspunten c.q. begrippen gehanteerd:

1. Gedifferentieerd rijden wordt geoperationaliseerd als het plaatselijk terugbrengen van de rijnsnelheid naar een 'doelsnelheid' van 60 of 40 km/u. Deze doelsnelheden komen overeen met de standaard-snelheidstrappen die worden toegepast op het Nederlandse spoorwegnet en die door het ATB-systeem<sup>2</sup> worden bewaakt.
2. Het terugbrengen van de snelheid kan plaatsvinden door een expliciete remming dan wel door het laten uitrijden van de trein na het afschakelen van de tractie (=de elektriciteit bij een elektrische locomotief of de aandrijving van de motor bij een diesellocomotief).
3. De plaats waar de doelsnelheid moet worden aangehouden noemen we in dit rapport de 'trillingslocatie'. Dit betreft een dorps- of stadskern waar er sprake is van woonbebouwing vrij dicht langs de spoorlijn. De lengte van een trillingslocatie zal in de praktijk variëren van zo'n 2 tot 5 kilometer.

Bij sommige onderwerpen was het nodig specifieke uitgangspunten te kiezen. Deze staan vermeld bij het betreffende onderwerp in dit rapport.

---

<sup>2</sup> ATB betekent Automatisch Treinbeïnvloedingssysteem. Dit is een veiligheidssysteem dat bewaakt dat de machinist de seinen en borden goed opvolgt en grijpt in door middel van een noodremming als er een onveilige situatie dreigt.



## 3 Wet- en regelgeving

### 3.1 Huidige situatie

Door mevr. mr. J.A.E. Ross van ProRail is een onderzoek uitgevoerd naar relevante wetgeving en rechtspraak inzake de juridische basis van gedifferentieerd rijden.

Hieruit blijkt dat volgens de vigerende wet- en regelgeving gedifferentieerd rijden van goederentreinen t.b.v. het verminderen van omgevingshinder niet mogelijk is.

Dit blijkt ten eerste uit de uitspraak van de Raad van State op 31 augustus 2011 over de het Tracébesluit Sporen in Arnhem.

In rechtsoverweging 2.8.5 van deze uitspraak staat onder andere:

*“De minister heeft daarom (door te verwijzen naar artikel 65, eerste lid, van de Spoorwegwet, het Besluit spoorverkeer en de Regeling spoorverkeer) voldoende gemotiveerd dat het onder de huidige toepasselijke regelgeving niet mogelijk is om de snelheid van het treinverkeer in verband met milieugevolgen vanwege het spoor op de omgeving, te beperken.”*

Twee andere relevante uitspraken die de bovenstaande conclusie onderbouwen zijn:

1. De uitspraak van de Afdeling van 21 november 2012 betreffende een procedure rondom het besluit van de Minister in het kader van het Besluit Geluidhinder (Bgh) waarin tevergeefs geprobeerd werd een tijdelijke lagere snelheid op te leggen aan goederentreinen nabij Goes.
2. De uitspraak van de Raad van State van 10 februari 2016, inzake het Tracébesluit DSSU (Doorstroomstation Utrecht) waarin de optie van gedifferentieerd rijden werd afgewezen.

Voor meer gedetailleerde informatie over deze procedures en uitspraken wordt verwezen naar bijlage 2.

### 3.2 Benodigde wetswijziging

Om gedifferentieerd rijden (t.b.v. het verminderen van trillingshinder) mogelijk te maken is dus een wetswijziging nodig.

De wijziging betreft:

- artikel 65 van de Spoorwegwet
- in samenhang met de artikelen 13, 15, 18 en 23 van het Besluit spoorverkeer
- en in samenhang met artikel 23 van de Regeling spoorverkeer.

Tevens dient er wetgeving te worden ontwikkeld in het Omgevingsrecht met een normstelling voor trillingen in relatie tot hinderbeleving voor omwonenden. Er is wel een Richtlijn deel B “Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn” van de Stichting Bouwresearch (SBR), maar dit heeft niet de status van wetgeving.

Voor de noodzakelijke wetswijziging dient te worden gerekend op een proces met doorlooptijd van 2 tot 4 jaren met een behoorlijke inspanning<sup>3</sup>. Daartoe dient het Ministerie eerst overtuigd te zijn van nut en noodzaak en vervolgens de wet te gaan

<sup>3</sup> Als dit onderwerp in de Spoorwegwet kan worden opgenomen is 2 jaar doorlooptijd wellicht haalbaar. Echter het gaat hier niet om een kleine wijziging, maar om het creëren van een nieuwe grondslag.

opstellen. Een normstelling in een wet moet ook onderbouwd zijn. Deze gedegen onderbouwing zal eerst gegenereerd moeten worden.

De wetswijziging betreft een politiek proces, waardoor de uitkomst niet op voorhand zeker is.

## 4 Techniek

### 4.1 Aanpak

De vraag is onderzocht of het invoeren van gedifferentieerd rijden volgens benadering 2 en 3, oftewel het laten afremmen van goederentreinen in de nacht door middel van bebording of seinbeelden, technisch mogelijk is en wat de consequenties, doorlooptijd en kosten zijn.

Om dit te concretiseren zijn twee voorbeeldlocaties gekozen, te weten:

1. Tilburg, dat twee stations heeft, waarvan één station met vier perronsporen en een (relatief klein) stationsemplacement
2. Een denkbeeldige locatie met alleen twee sporen (en dus geen wissels e.d.).

Voor deze twee locaties is globaal uitgewerkt hoe de maatregel zou moeten worden toegepast en wat dit zou betekenen.

Hierbij is ervan uitgegaan dat de betreffende wetgeving is/wordt aangepast.

### 4.2 Met borden

Wat betreft benadering 2 (oftewel gedifferentieerd rijden d.m.v. borden) dient er een aanpassing worden gedaan in het seinreglement in de vorm van het toevoegen van de benodigde nieuwe borden.

Omdat deze borden alleen van toepassing zijn in de nachtelijke uren, dienen ze van het type 'matrix-borden' te zijn, die vanuit het relaishuis van de treinbeveiliging automatisch op bepaalde tijden kunnen worden aan- en uitgeschakeld.<sup>4</sup>

Deze matrixborden dienen de machinisten de benodigde instructies te geven voor het aanhouden van de lagere rijsnelheid op de betreffende locaties gedurende de afgesproken periodes.

NB: het is ook mogelijk om een gewoon bord te maken dat standaard geldig is van bijvoorbeeld 23.00 tot 06.00 uur, maar waarschijnlijk sluit dit niet aan bij de behoefte, omdat de gewenste in- of uitschakeltijd mogelijk per locatie varieert.

#### 4.2.1. Overzicht van de opties

Hierbij zijn twee opties:

- Met een aankondigings- en een 'Begin'-snelheidsbord, maar zonder een 'Einde'-bord.
- Idem, maar met een 'Einde'-bord.

4.2.2. Met matrix-borden  
zonder einde-bord

Bij de oplossing zonder 'Einde'-bord, wordt alleen gebruik gemaakt van matrix-borden die qua afbeelding gelijk zijn op de bestaande borden RS334 en RS335.



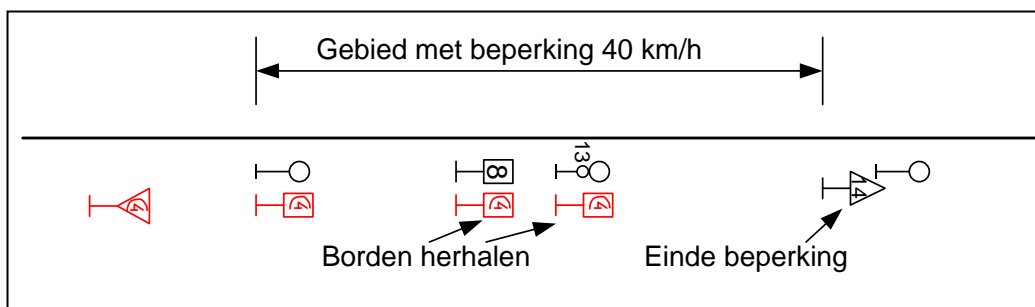
Bord RS334, Deze geeft opdracht aan de machinist van goederentreinen om af te remmen naar (in dit geval) 30 km/u.



Bord RS335, Bij dit bord dient de goederentrein de doelsnelheid (van 30 km/u) te hebben bereikt.

Deze borden gelden voor goederentreinen en worden momenteel toegepast bij bruggen of viaducten om de belasting op de constructie te verminderen. Na de passage van het object mag de machinist weer de normale snelheid ter plaatse aanhouden. Er is dus geen 'Einde'-bord dat aangeeft dat/waar de snelheidsbeperking eindigt.

In schema 1 is weergegeven hoe deze borden zouden kunnen worden toegepast in geval van gedifferentieerd rijden.



Schema 1. Posities borden zonder einde-bord

In bijlage 7 is op een technisch ontwerpblad (OBE-blad) uitgewerkt waar er in het voorbeeld van Tilburg matrixborden zouden moeten worden toegevoegd.

De volgende kanttekeningen moeten bij deze oplossing worden geplaatst:

1. Er is hier sprake van een matrix-versie van twee bestaande borden. Hiervoor moet het seinreglement worden aangepast.
2. De bestaande borden mogen niet meer worden toegepast in nieuwe situaties. Ervan uitgaande dat de redenen voor dit verbod niet van toepassing zijn op het vraagstuk van gedifferentieerd rijden, zou de toepassing van de matrix-versies van deze borden ten behoeve van gedifferentieerd rijden wettelijk kunnen worden toegestaan.

3. Omdat er geen einde-bord is, geldt elk ander/gewoon snelheidsbord of sein als einde-bord. Als het gebied op dit punt nog niet is beëindigd, dient het beginsnelheidsbord hier te worden herhaald. Dit leidt in situaties als in Tilburg (zie bijlage 7) tot het toevoegen van een groot aantal extra borden, hetgeen door een machinist als afleidend of verwarrend kan worden ervaren. Movares is van mening, dat dit niet acceptabel is (zie bijlage 3).
4. Aandachtspunt is dat als de borden ingeschakeld worden, er een trein onderweg kan zijn en de machinist plotseling geconfronteerd wordt met een snelheidsbord. Omdat dit bord niet is gekoppeld aan de treinbeveiligingsinstallatie komt deze nieuwe situatie bovendien niet overeen met de informatie die de machinist krijgt van het ATB-systeem in de treincabine. Dit is verwarrend. In relatie tot punt 3, is dit ook onwenselijk.

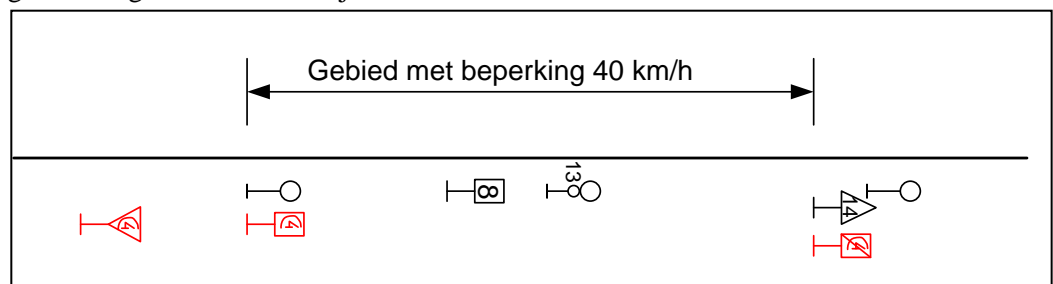
Voor een toelichting op de railverkeerstechniek en ergonomie van de machinist wordt verwezen naar bijlage 3.

#### 4.2.3. Met matrixborden met einde-bord

Deze oplossing is gelijk aan bovenstaande oplossing, met dit verschil dat het einde van de snelheidsbeperking met een (nieuw) bord aangegeven wordt. De snelheidsbeperking blijft dus van kracht tot het bord “einde snelheidsbeperking”.

Het voordeel hiervan is dat de snelheidsborden niet herhaald worden bij elk snelheidsbord of seinaspect, waardoor de overzichtelijkheid van de situatie voor de machinist nauwelijks vermindert. Het niet herhalen van matrix snelheidsborden moet reglementair nog wel geaccepteerd worden.

In schema 2 is weergegeven hoe deze borden zouden kunnen worden toegepast in geval van gedifferentieerd rijden.



Schema 2. Posities borden met einde-bord

Op het uitgewerkte voorbeeldblad van deze oplossing in bijlage 8 is te zien, dat het aantal toe te voegen borden aanzienlijk lager is dan zonder ‘einde-’bord. De machinisten worden hierdoor met een meer overzichtelijke situatie geconfronteerd. Voor het overige blijven de kanttekeningen uit paragraaf 4.2.2 van toepassing, te weten:

1. Er is hier sprake van een matrix-versie van twee bestaande borden en het nieuwe einde-bord. Hiervoor moet het seinreglement worden aangepast.
2. De bestaande borden mogen niet meer worden toegepast in nieuwe situaties. De vraag is of de achterliggende redenen hiervoor ook niet van toepassing zouden moeten zijn op de nieuwe matrix-versies.
3. Aandachtspunt is dat als de borden ingeschakeld worden er een trein onderweg kan zijn en de machinist plotseling geconfronteerd wordt met een snelheidsbord. De vraag is of dit wenselijk is en geaccepteerd wordt.

#### 4.2.4. Handhaving

Afhankelijk van of en hoe ILT de handhaving van de regels wil doen, dient er tevens een meet- en monitoringssysteem te worden ingericht en in bedrijf te worden genomen. In het kader van deze studie is ervan uitgegaan dat dit een standaard snelheidsmeet- en registratiesysteem is, van een type dat men langs de Nederlandse wegen aantreft.

#### 4.3 Met seinbeelden

##### 4.3.1. Overzicht van de opties

De mogelijkheden voor het in de treinbeveiliging inbouwen van gedifferentieerd rijden zijn afhankelijk van het treinbeveiligingssysteem dat op een locatie/baanvak werkt, en wel als volgt:

1. **ATB-EG** (Automatische Treinbeïnvloeding Eerste-Generatie) maakt in principe geen onderscheid tussen verschillende categorieën treinen en dus zou dit systeem moeten worden omgebouwd om een functionaliteit zoals hier bedoeld toe te voegen. Dit wordt in Europees verband niet meer toegestaan.<sup>5</sup>

Wat in ATB-EG wel mogelijk lijkt, is om een voor dit doel specifieke toepassing te ontwikkelen en in te bouwen. De volgende 2 methoden zijn hiervoor genoemd:

- a. Door de toegestane snelheid op een bepaalde locatie in een bepaald tijdvak voor alle treinen te verlagen, door de treinbeveiliging omschakelbaar te maken. Je bereikt dan dat de goederentreinen minder snel gaan rijden, maar als er ook andere treinen rijden, zullen die ook de snelheidsbeperking op moeten volgen.
- b. Door het toevoegen van nieuwe rijwegen met een zogenaamd 'Goederen-criterium' krijgt de bedoelde goederentreinen een snelheidsbeperking, waarmee het gedifferentieerd rijden daadwerkelijk wordt afgedwongen.

Verder ziet Movares in ATB-EG geen opties.

2. **ATB-NG** (Nieuwe-Generatie) kent de functionaliteit 'Treincategorie', maar die wordt tot op heden niet gebruikt. Het ATB-NG-systeem is hiermee instelbaar op de gevraagde functionaliteit, namelijk dat je onderscheid zou kunnen maken tussen verschillende categorieën treinen, met verschillende snelheden lokaal en per tijdvak. Het systeem dwingt dan de opgegeven snelheid af.



<sup>5</sup> De achterliggende reden is, dat de EU niet wil dat de huidige treinbeveiligingsystemen nog worden aangepast, nu de invoering van ERTMS aanstaande is.

Kanttekeningen bij deze optie zijn:

- a. Deze oplossing vraagt om een aanpassing van het gebruik van ATB-NG. Tegen de achtergrond van de waarschijnlijke invoering van ERTMS lijkt het onlogisch om deze aanpassing nu nog te gaan doen.
- b. ATB-NG zit vooral op de nevenbaanvakken en niet op de hoofdbaanvakken waar de goederentreinen vooral rijden. Het is mogelijk om ATB-NG te installeren op de locaties waar dit speelt, maar ook dit botst met het argument van punt a. en leidt bovendien tot een compatibiliteitsprobleem, omdat alle vervoerders op dat baanvak dan worden gedwongen om ATB-NG op hun materieel in te bouwen (tenzij die dit al hebben). Zeker tegen de achtergrond van de invoering van ERTMS is dit erg onlogisch.

Verder ziet Movares in ATB-NG geen opties.

3. In **ERTMS/ETCS** kan de gevraagde functionaliteit wel worden gerealiseerd, mits de treinmanagementlaag deze functionaliteit ondersteunt. Dit is echter nog niet zo vanzelfsprekend. Bijvoorbeeld in Denemarken wordt dit op deze manier wel ingebouwd, maar in Nederland is dit nu niet het geval op de drie ERTMS-baanvakken (Betuweroute, Hanzelijn en Amsterdam-Utrecht). De treinmanagementlaag is geen onderdeel van het eigenlijke ERTMS-systeem, en wordt apart per land ontwikkeld. Bij de invoering van ERTMS in Nederland moet hier dus specifiek aandacht voor zijn.

Ervan uitgaande dat het realiseren van gedifferentieerd rijden onder ATB-NG geen reële optie is, wordt in dit kader alleen verder gegaan op de mogelijkheden onder ATB-EG en ERTMS, om te beginnen onder ATB-EG.

#### 4.3.2. Onder ATB-EG

Zoals gezegd, zijn er onder ATB-EG twee denkbare opties om de gevraagde functionaliteit aan het treinbeveiligingssysteem toe te voegen:

- a. Door de treinbeveiliging omschakelbaar te maken waarmee de toegestane snelheid voor alle treinen op een bepaalde locatie in een bepaald tijdvak wordt verlaagd.
- b. Door het toevoegen van een rijweg met een lagere snelheid voor goederentreinen met behulp van een goederencriterium.

In beide opties krijgt de machinist van het treinbeveiligingssysteem opdracht om een bepaalde snelheid aan te houden en bewaakt het systeem dat de machinist dat daadwerkelijk doet.

Omdat optie b. de gevraagde functionaliteit precies biedt is deze optie in eerste instantie uitgewerkt.

#### **Optie b.**

Bij optie b. geldt de snelheidsbeperking alleen voor treinbewegingen die door Verkeersleiding met commando “G” worden ingesteld. Deze treinen krijgen dan bij nadering van de trillingslocatie opdrachten via de seinbeelden om hun snelheid te verminderen. Hiervoor moeten de seinbeelden op de betreffende locatie worden aangepast.

In bijlage 9 is aangegeven welke aanpassingen hiervoor in de voorbeeldsituatie van Tilburg nodig zouden zijn.

Deze oplossing heeft de volgende kanttekeningen:

1. Er zijn geen lastige overgangsverschijnselen bij het in- en uitschakelen van de snelheidsbeperking
2. Ter plaatse van de snelheidsbeperking moeten eventueel aanwezige snelheidsborden met een hogere snelheid onderdrukt worden met een seinbeeld. Hierdoor ontstaan minder gewenste seinbeeldopvolgingen, die verwarrend kunnen zijn voor de machinisten.

#### Optie a.

Zoals gezegd wordt in optie a. de treinbeveiliging qua snelheid voor alle treinen omgezet.

Deze oplossing heeft de volgende kanttekeningen:

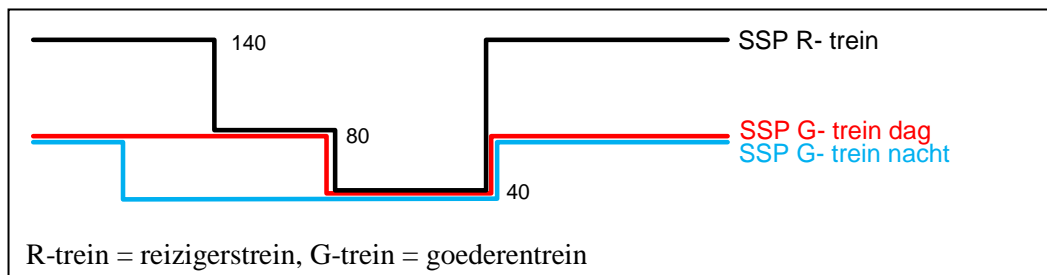
1. Aandachtspunt is dat als de installatie wordt omgeschakeld er een trein onderweg kan zijn en de machinist plotseling geconfronteerd wordt met een (veranderend) snelheidsbord. Omdat er ondersteuning is van de ATB wordt deze verwarring wel sterk verminderd.
2. De snelheidsbeperking geldt voor alle treinen, dus ook voor treinen die weinig/geen trillingshinder veroorzaken zoals reizigerstreinen die in die periode nog rijden. Dit leidt tot een extra rijtijd voor deze treinen in de orde van 1 tot 4 minuten (zie bijlage 4). Dit is minder gewenst.

#### 4.3.3. Onder ERTMS

Zoals gezegd, kan gedifferentieerd rijden onder ERTMS mits de treinmanagementlaag deze functionaliteit ondersteunt.

Elke trein binnen ERTMS krijgt een Statisch SnelheidsProfiel (SSP) aangeleverd. In dit snelheidsprofiel worden alle ter plaatse toegestane snelheden opgegeven. Binnen ERTMS is het ook mogelijk een *voorwaardelijk* SSP te sturen dat treinumnummer-afhankelijk en tijd-afhankelijk is. Hiermee kan bijvoorbeeld de snelheid aangepast worden op een bepaald traject op een bepaald tijdstip, waarmee de gevraagde functionaliteit dus (precies) wordt gerealiseerd.

Schema 3 geeft een voorbeeld van SSP'en voor verschillende treinen op een bepaald traject:



Schema 3, Voorbeeld Statische SnelheidsProfielen in ERTMS.

In schema 3 is te zien dat een reizigerstrein (R-trein) een remopdracht krijgt van 140 km/u naar 80 km/u en vervolgens een remopdracht van 80 km/u naar 40 km/u. Later mag deze trein weer opzetten naar 140 km/u.

Voor goederentreinen (G-trein) zijn er twee SSP'en, namelijk één voor overdag (=rode lijn) waarbij de trein over een langer stuk 80 km/u mag rijden en één voor in de nacht (=blauwe lijn) waarbij de trein over een langere afstand (bijvoorbeeld binnen de gehele



bebouwde kom) 40 km/u moet rijden.

## 5 Rijtijdeffect voor de goederenvervoerders

In dit en de drie volgende hoofdstukken worden de effecten c.q. consequenties van gedifferentieerd rijden op een rijtje gezet om een afweging te kunnen maken of gedifferentieerd rijden wenselijk is.

Dit gaat ervan uit, dat gedifferentieerd rijden technisch en qua wetgeving mogelijk is (zie hoofdstuk 3 en 4).

### 5.1 Rijtijdeffect

Door een railverkeerstechnicus van Movares is het rijtijdeffect berekend van gedifferentieerd rijden. Dit effect betreft de extra rijtijd die een gemiddelde goederentrein nodig heeft in verband met een passage van een trillingslocatie. Het resultaat is weergegeven in tabel 1. (En in bijlage 4.)

Tabel 1. Rijtijdeffect per goederentrein-passage.

Varianten	aandeel aanzet+rem in min.	aandeel 'droogloop'		Totaal rijtijdverlies in min.
		per km in min.	over 3 km in min.	
100-60 remmen	1,53	0,40	1,20	<b>2,73</b>
100-60 uitrollen	2,20	0,40	1,20	<b>3,40</b>
100-40 remmen	2,43	0,90	2,70	<b>5,13</b>
100-40 uitrollen	4,69	0,90	2,70	<b>7,39</b>

Hierbij is uitgegaan van:

- onderscheid in de doelsnelheid op de trillingslocatie van 40 en 60 km/u
- onderscheid in de wijze van afremmen, namelijk met een actieve remming of door het laten uitrollen van de trein
- een trillingslocatie van 3 km lengte.

In de tabel is onderscheid gemaakt in de extra rijtijd vanwege de aanzet en remming versus de 'droogloop' oftewel de passage van de trillingslocatie met constante rijsnelheid (40 of 60 km/u). Hiermee kan het rijtijdverlies ook eenvoudig berekend worden voor een trillingslocatie met een andere lengte.

### 5.2 Kosten

Het rijtijdeffect kan vervolgens worden omgerekend naar geld met behulp van de financiële kentallen in tabel 2.

Tabel 2. Kosten rijtijdeffect

Kostencomponent*	kosten per minuut in €
locomotief	2,41
personeel	0,94
wagens	1,88
<b>Totaal</b>	<b>5,23</b>

\* Bron: De genoemde financiële kentallen zijn door de sector vastgesteld met goedkeuring van TNO.

De kosten van het berekende rijtijdeffect zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Rijtijdeffect in geld per treinpassage.

Varianten	kosten in €
100-60 remmen	14,28
100-60 uitrollen	17,78
100-40 remmen	26,83
100-40 uitrollen	38,65

### 5.3 Effect op concurrentiepositie

Als gedifferentieerd rijden in Nederland breed zou worden ingevoerd, valt te verwachten dat het rijtijdeffect van gedifferentieerd rijden een negatief effect zal hebben op de concurrentiepositie van het railgoederenvervoer in Nederland.

Om een beeld te geven van wat dit in de praktijk kan betekenen een voorbeeld.

#### Voorbeeld Kijfhoek – Venlo

Dit betreft 13 woonkernen (via de Brabantroute)

Uitgaande van:

- een gemiddelde lengte van een woonkern van 3 km
- een zware goederentrein
- een actieve remming naar 40 km/u

Bedraagt het:

- Rijtijdverlies:  $13 * 5,13 \text{ minuten} = 67 \text{ minuten}$
- Extra rijtijdkosten:  $13 * € 26,83 = € 349,-$

Er is in deze sector sprake van krappe winstmarges, waardoor de rentabiliteit van dit vervoer onder druk komt te staan.

Het effect hiervan zal tweeledig zijn, namelijk:

1. Er zal een ombuiging plaatsvinden van het vervoer van/naar de Nederlandse havens naar buitenlandse havens, zoals Hamburg, Bremen en Antwerpen.
2. Er zal een modal-split-verschuiving optreden naar andere vervoerswijzen die minder duurzaam zijn, zoals het wegvervoer.

## 6 Energie- en milieueffecten

### 6.1 Uitsplitsing

Het gebruik van extra energie en de milieueffecten als gevolg van gedifferentieerd rijden vallen uiteen in:

- De kosten van het extra energieverbruik.
- Het milieu-effect van extra energieverbruik ('duurzaamheid') in termen van zowel kWh als liter diesel.
- Het milieu-effect van de extra uitstoot van CO<sub>2</sub> en andere vervuilende stoffen. Het gaat hierbij om tien vervuilende stoffen die ook gehanteerd worden in het programma Duurzaam GWW van ProRail. Deze vervuilende stoffen worden uitgedrukt in hoeveelheden en in de Milieu Kosten Indicator waarbij de vervuilende stoffen zijn gemonetariseerd (denk hierbij bv. aan de kosten voor een ton CO<sub>2</sub> uitstoot).

#### 6.1.1. Aanpak

Om de kosten en kWh van het extra energieverbruik te berekenen is de (T)SB-tool (versie: 8 oktober 2015) gebruikt die eerder door Movares samen met ProRail is ontwikkeld.

Het milieu-effect betreft de vervuilende stoffen uit het programma 'Duurzaam GWW' zoals die in tabel 4 zijn vermeld (met eenheden).

Tabel 4. Vervuilende stoffen met eenheden

Milieu effect	Eenheid
Abiotische uitputting	kg Sb
Broeikaseffect	kg CO <sub>2</sub>
Aantasting ozonlaag	kg CFK11
Smogvorming	kg ethyleen
Verzuring	kg SO <sub>2</sub>
Vermesting	kg PO <sub>4</sub>
Humane toxiciteit	kg 1,4 DB
Ecotoxiciteit aquatisch zoet	kg 1,4 DB
Ecotoxiciteit aquatisch zout	kg 1,4 DB
Ecotoxiciteit terrestisch	kg 1,4 DB

#### 6.1.2. Uitgangspunten

De energie- en milieueffecten zijn uitgerekend voor de vier situaties zoals aangegeven in Tabel 5. De referentie is de situatie waarbij over dezelfde afstand constant 100 km/u wordt gereden.

Tabel 5. Situaties snelheidsbeperking

Kenmerken	Situatie A	Situatie B	Situatie C	Situatie D
Snelheid	100→ 60 km/u 60→ 100 km/u	100→ 60 km/u 60→ 100 km/u	100→ 40 km/u 40→ 100 km/u	100→ 40 km/u 40→ 100 km/u
Gewichtsklasse trein	Licht (1600 ton)	Zwaar (5400 ton)	Licht (1600 ton)	Zwaar (5400 ton)
Tractie	70% elektrisch 30% diesel	100% elektrisch	70% elektrisch 30% diesel	100% elektrisch

Voor de overige gehanteerde uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 5.

#### 6.1.3. Resultaten

Het gedeelte van de snelheidsbeperking waar op lagere snelheid wordt gereden dan in de referentie heeft minder energie- en milieueffecten dan in de referentiesituatie. De aanzet van de goederentrein naar de oorspronkelijke 100 km/u na de snelheidsbeperking heeft meer energie- en milieueffecten dan de referentiesituatie. In de berekening zijn beide uitgerekend en gesaldeerd om tot een totaaleffect te komen van energie en milieu.

Voor de gedetailleerde resultaten van de berekeningen wordt verwezen naar bijlage 5.

In tabel 6 zijn de berekende extra energiekosten en milieukosten (MKI) weergegeven.

Tabel 6. Toename energie- en milieukosten per snelheidsbeperking per treinpassage

Kosten	Situatie A 100>60>100 licht	Situatie B 100>60>100 zwaar	Situatie C 100>40>100 licht	Situatie D 100>40>100 zwaar
Energiekosten (€)	9,71	22,65	12,70	29,70
MKI (€)	3,79	5,98	4,96	7,84
<b>Totaal (€)</b>	<b>13,50</b>	<b>28,63</b>	<b>17,67</b>	<b>37,54</b>

#### 6.1.4. Overall beeld energie en milieu

Uit de resultaten volgt dat de aanzet van de goederentreinen de grootste impact heeft op energieverbruik en milieueffecten. Hoe groter het gewicht van de trein en hoe groter het snelheidsverschil, hoe groter de impact en wel vooral op de extra energiekosten.

## 7 Geluidseffect

### 7.1.1. Aanpak

Dit hoofdstuk beschrijft het effect van het gedifferentieerd rijden op de geluidsbelasting naar de omgeving.

Dit effect valt uiteen in:

1. *Het geluidseffect van het afremmen*
2. *Het geluidseffect van de lagere rijsnelheid bij de passage van de trillingslocatie.*
3. *Het geluidseffect van het weer optrekken van de trein*

### 7.1.2. Afremmen

Het geluidseffect van het afremmen van de goederentrein hangt samen met de wijze waarop de trein afremt. Indien de machinist gebruik maakt van de gebruikelijke luchtleiding-rem met deels metalen remblokken, dan is er sprake van een sterk piepend geluid. Uit de berekeningen komt een effect van +5 dB.<sup>6</sup>

Indien de machinist goed anticipeert op de snelheidsbeperking, kan hij de tractie van zijn trein eerder afschakelen waardoor de trein langzaam (en geluidloos) snelheid vermindert tot de snelheid die is toegestaan op de trillingslocatie.

Er treedt ook geen geluidseffect op als de machinist gebruik maakt van de elektrische rem waarover vrijwel alle elektrische locomotieven beschikken. Het is voor machinisten gebruikelijk om in de volgende situaties de elektrische rem voor dit soort remmingen te gebruiken:

- Als het een remming (=snelheidsreductie) van minder dan 40 km/u is. Dit is van toepassing als het een remming (van een normale kruissnelheid van 100 km/u) naar 60 km/u is, maar niet als het een remming van 100 naar 40 km/u is.

**EN:**

- Als de trein niet zo zwaar is, oftewel lichter dan 2000 ton. Dit is in circa 80% van de treinen het geval.

In tabel 7 is samengevat wanneer het geluidseffect van +5 dB vanwege het afremmen met de luchtleidingrem optreedt.

Tabel 7. *Situaties optreden geluidseffect luchtleidingrem*

Remming	Treintonnage < 2000 ton (= 80%)	Treintonnage > 2000 ton (= 20%)
100 → 60 km/u - remmen	0	+5 dB
100 → 60 km/u - uitrollen	0	0
100 → 40 km/u - remmen	+5 dB	+5 dB
100 → 40 km/u - uitrollen	0	0

Het extra geluid treedt op in de laatste kilometer vóór de trillingslocatie. Ervan uitgaande dat deze locatie nog voor de kern met woonbebouwing is gelegen, zal het aantal gehinderden hier relatief laag zijn.

Bij het niet remmen en remmen met de elektrische rem treedt er geen geluidseffect op.

<sup>6</sup> Er is een tendens c.q. streven van onder andere de EU om het gebruik van de metalen remblokken uit te bannen. Indien dit lukt, dan valt het geluidseffect van het remmen van +5dB vrijwel volledig weg (oftewel is 0).

### 7.1.3. Passage

Tijdens de passage van de trillingslocatie is er sprake van een lagere geluidsemmissie (L<sub>max</sub>) als gevolg van de lagere rijnsnelheid van de trein. Omdat hier ook sprake is van een kern met woonbebouwing langs het spoor, zal het aantal geluidsgehinderden hier relatief hoog zijn en is er dus per saldo sprake van een relatief groot positief geluidseffect.

Dit geluidseffect betekent in eerste instantie een afname van de geluidsbelasting op die locatie. Echter de geluidsemmissie van een spoorlijn wordt beheerst door het systeem van geluidsproductieplafonds. Dit betekent dat de afname van de geluidsemmissie door de beheerder weer benut mag worden door meer treinen te laten rijden, waardoor de geluidbelasting op termijn weer kan toenemen.

Uiteindelijk zal waarschijnlijk toch sprake zijn van een positief geluidseffect, omdat het hier goederentreinen betreft, die verantwoordelijk zijn voor hinderlijke piekgeluiden.

### 7.1.4. Optrekken

Bij het optrekken van een trein is het geluidseffect sterk gekoppeld aan het soort locomotief.

De geluidsproductie van een optrekkende diesellocomotief ligt in dezelfde ordegrootte als dat van de rest van de goederentrein bij een gemiddelde treinsnelheid. Dat betekent dat een optrekkende diesellocomotief bij lagere snelheid (40-60 km/u) redelijk duidelijk boven het geluid van de rest van de trein hoorbaar zal zijn (vooral als de woningen dicht bij het spoor staan en men niet de hele trein hoort), maar bij hogere snelheid (>75 km/u) nauwelijks als extra geluidsoverlast zal worden opgemerkt.

Optrekken met een elektrische loc leidt niet of nauwelijks tot extra geluidsproductie. Omdat er in het gebied waarin de loc optrekt ook nog sprake is van een lagere rijnsnelheid, wordt eventuele extra geluidsproductie door het optrekken deels teniet gedaan door de mindere geluidsproductie van de lagere rijnsnelheid.

Omdat het na de kern van de woonbebouwing gebeurt zijn er relatief weinig gehinderden.

### 7.1.5. Overall beeld geluid

In tabel 8 is voor twee van de vier onderzochte situaties het geluidseffect van het afremmen, de passage en het weer optrekken weergegeven op een afstandsschaal.

Tabel 8. Verloop geluidseffect tijdens de passage van een trein

profiel	100 - 40 km/uur remmend, 3 km 40 km/uur en 40 - 100 km/uur aanzetten															
	buitengebied			woonwijk									buitengebied			
locatie	100	99	65	40	40	40	40	40	40	40	40	45	60	65	70	100
snelheid	<0	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	eind	
L <sub>max</sub> verschil	0	5	-3	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-12	-7	-6	-5	0	
Milieuscore	0	-	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+	0	

profiel	100 - 60 km/uur remmend, 3 km 60 km/uur en 60 - 100 km/uur aanzetten														
	buitengebied			woonwijk									buitengebied		
locatie	100	99	65	60	60	60	60	60	60	60	65	70	75	80	100
snelheid	<0	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	eind
L <sub>max</sub> verschil	0	5	-3	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-6	-5	-4	-3	0
Milieuscore	0	-	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+	0

De hierbij gehanteerde uitgangspunten zijn:

1. De trillingslocatie is 3 km lang
2. In de zone vóór en na de trillingslocatie wonen relatief weinig mensen
3. De doelsnelheid is 40 of 60 km/u
4. Het afremmen in deze twee situaties is door een actieve remming met een luchtleidingrem en met metalen remblokken.

Voor de tabel van het andere alternatief, namelijk 'laten uitrollen', wordt verwezen naar bijlage 6.

De overall-bevinding van de uitgevoerde analyse is dat gedifferentieerd rijden waarschijnlijk een positief geluidseffect heeft<sup>7</sup>. Alleen in de laatste kilometer vóór de trillingslocatie (met relatief weinig woonbebouwing) zal bij een deel van de treinpassages sprake zijn van een negatief geluidseffect (5 dB), namelijk in de gevallen dat de machinist de luchtleidingrem gebruikt en de trein metalen remblokken heeft.

---

<sup>7</sup> Of dit uiteindelijk ook leidt tot een afname van de geluidsbelasting is afhankelijk van of de beheerder de vrijgekomen geluidsruimte gaat gebruiken om meer treinen te laten rijden.



## 8 Effect op de capaciteit van het spoornetwerk

Als gedifferentieerd rijden wordt ingevoerd, zal dit leiden tot aanpassing van de tijdligging van de paden en wel op een zodanige manier dat deze blijven aansluiten op de internationale treinpaden. Het is dus oplosbaar in de dienstregeling van de goederentreinen, maar de treinen zijn wel langer onderweg.

Hoe hinderlijk dit is, is afhankelijk van de omvang van de invoering van gedifferentieerd rijden en de omvang van de andere activiteiten in de nacht op het spoorwegnet. Dit betreft het rijden van late reizigerstreinen en leeg-materieel-ritten en onderhoudswerkzaamheden.

Omdat het nu in de nacht nog rustig is op het Nederlandse spoorwegnet (m.u.v. waar het reizigers-nachtnet rijdt), zal er sprake zijn van een beperkt negatief effect op de capaciteit van het spoorwegnet.

Het gebruik van capaciteit in de nacht groeit om verschillende redenen. Enerzijds als gevolg van de in het kader van PHS geplande groei van het treinverkeer overdag, waardoor onderhoudsactiviteiten meer 's nachts moeten plaatsvinden. Anderzijds door een tendens om de reizigersdienst tot later in de avond door te zetten.

Ook is er sprake van een groei van de leeg-materieelritten omdat de opstelcapaciteit nog niet goed is aangepast aan de groei van het materieelpark. De verwachting is dat dit tijdelijk is.

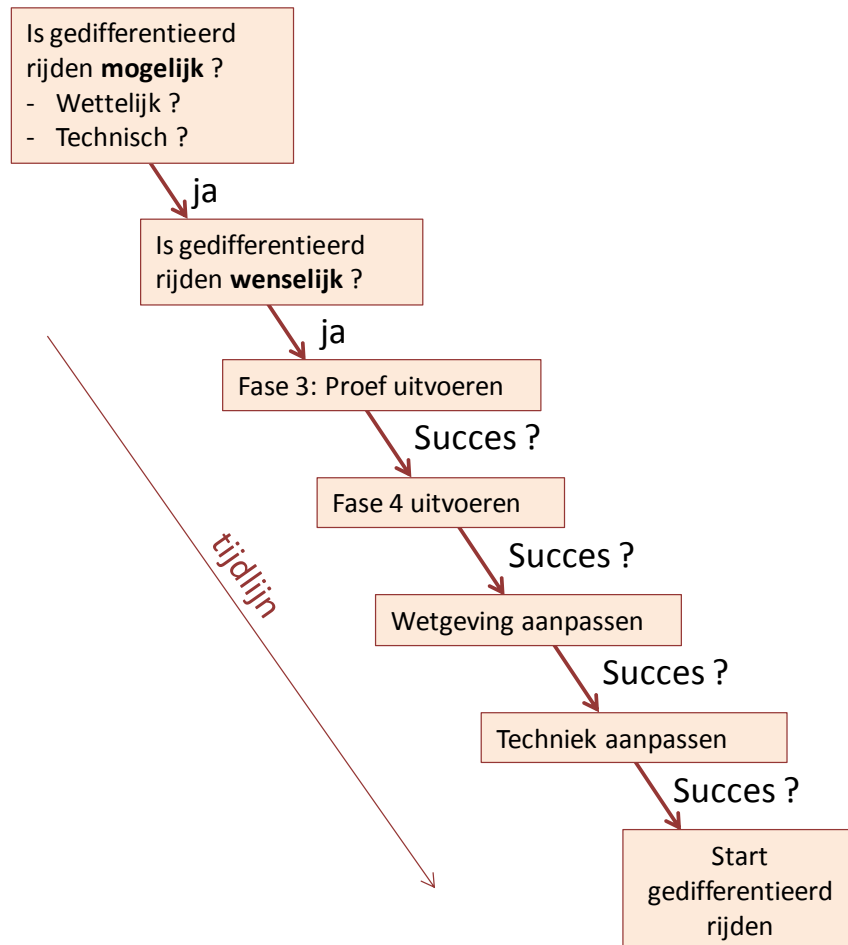
In de nachtelijke uren concurreren onderhoud, leeg-materieelritten en goederentreinen met elkaar om de beschikbare capaciteit. De capaciteitsvraag van alle drie de capaciteitsvragers kan per jaar verschillen. Daarmee is het niet zeker dat een (blijvende) snelheidsverlaging in de toekomst inpasbaar blijft in de dienstregeling.

## 9 Implementatie - doorlooptijd en kosten

In dit hoofdstuk wordt vanaf een iets grotere afstand naar het vraagstuk gekeken en een mogelijk proces met tijdspad geschetst.

### 9.1 Plan van aanpak

In termen van plan van aanpak kan het te doorlopen proces als volgt worden gestructureerd.



### 9.2 Doorlooptijd

Voor elk van de stappen 'Wetgeving aanpassen' en 'Techniek aanpassen' moeten meerdere (=2-4) jaren doorlooptijd worden gerekend.

Mogelijkerwijs kan er doorlooptijd worden bespaard door activiteiten parallel uit te voeren. Dit brengt wel het risico mee, dat bepaalde kosten tevergeefs worden gemaakt.

Indien wordt besloten om gedifferentieerd rijden op een locatie in te voeren door middel van matrixborden of aanpassing van de treinbeveiligingsinstallatie, moet rekening worden gehouden met de in tabel 9 genoemde doorlooptijden. Hierbij is ervan uitgegaan dat de betreffende wetgeving tijdig is aangepast.

Tabel 9. Doorlooptijden techniek aanpassen

Stap	Geschatte doorlooptijd in maanden
Aanpassen seinreglement	6
Ontwerpfase (FIS en RVTO)	6
Besluitvorming	1
Aanbesteding uitvoering door ProRail	2
Voorbereiding uitvoering door aannemer	4
Uitvoering	1
Aanpassen informatiesystemen (deels parallel)	9
Testen en indienststelling	1
<b>Totaal</b>	<b>24*</b>

\* de totale doorlooptijd is niet gelijk aan de som van tijden van de activiteiten, omdat sommige activiteiten parallel kunnen worden uitgevoerd.

### 9.3 Kosten

In tabel 10 wordt een schatting gegeven van de kosten voor de verschillende varianten.

Tabel 10. Kosten per variant

	Optie: Matrixborden zonder einde-bord voorbeeld Tilburg	Optie Matrixborden met einde-bord voorbeeld Tilburg	Optie: in trein- beveiliging voorbeeld Tilburg
<b>Enmalige kosten</b>			
Ontwikkelkosten Matrixborden	€50.000-€100.000	€50.000-€100.000	-
Aanpassen regeling Spoorverkeer	PM	PM	-
<b>Kosten per locatie</b>			
Kosten ingenieursbureau	€120.000	€110.000	€220.000
Kosten Prorail	PM	PM	PM
Kosten Loxia	PM (alleen BVS)	PM (alleen BVS)	PM (VPT en BVS)
Bouwkosten (inclusief kabelwerk)	€900.000 *	€660.000 *	€580.000 */**

\* inclusief alle toeslagen aannemer, 25% nader te detailleren.

\*\* exclusief in dienst stellen

Vanwege de nog ontbrekende kostenposten kan er nog geen gedetailleerde totaaltelling worden gemaakt.

Op basis van expert judgement worden de totale investeringskosten ingeschat op de bedragen in tabel 11.

Tabel 11. Totale investeringskosten per variant

	Optie: Matrixborden zonder einde-bord voorbeeld Tilburg	Optie Matrixborden met einde-bord voorbeeld Tilburg	Optie: in trein- beveiliging voorbeeld Tilburg
<b>Eenmalige investerings-kosten</b>	€100.000-€200.000	€100.000-€200.000	-
<b>Investeringskosten per locatie*</b>	€ 1,5 – 2 miljoen	€ 1 – 1,5 miljoen	€ 1 – 1,5 miljoen

\* De investeringskosten voor een eenvoudiger locatie (dus een niet zo lange 2-sporige situatie met weinig tot geen wissels) worden ingeschat op 50% van de bovengenoemde kostenranges.

## 10 Samenvatting van de bevindingen

Zoals gezegd is de eerste ‘hindernis’ voor gedifferentieerd rijden, dat het qua wet- en regelgeving nog niet is toegestaan. Voor het aanpassen van de wet- en regelgeving is een doorlooptijd van 2-4 jaar nodig. Dit betreft een politiek proces, waardoor de uitkomst niet op voorhand zeker is.

Qua techniek zijn er meerdere opties om gedifferentieerd mogelijk te maken. In tabel 12 zijn de opties weergegeven en beoordeeld op de belangrijkste aspecten.

Tabel 12. Trade-off-matrix van de technische opties

	Opties	Sein- reglement aanpassen	Biedt gevraagde functionaliteit	Kwaliteit ondersteuning machinist	Opvolging seinbeelden	Kosten
1.	Met matrixborden, zonder einde-bord					
2.	Met matrixborden, met einde-bord					
3.	Via de treinbeveiliging, met rijweg G-criterium					
4.	Met omschakelbare treinbeveiliging					
5.	In ERTMS					

Hierbij moet worden opgemerkt dat alle opties nog aandachtspunten hebben waar nader naar moet worden gekeken, zoals de seinopvolging en de ergonomie voor de machinisten.

Uit de studie blijkt verder dat gedifferentieerd rijden effect heeft op een aantal zaken. Om te beginnen leidt het afremmen en weer optrekken van de trein tot extra rijtijd, extra energiegebruik en milieuhinder, zoals weergegeven in de tabellen 13 en 14.

Tabel 13. Rijtijdeffect in tijd en geld per treinpassage.

Varianten	aandeel aanzet+rem in min.	aandeel 'droogloop' per km in min.		Totaal rijtijdverlies in min.	kosten in €
			over 3 km in min.		
100-60 remmen	1,53	0,40	1,20	<b>2,73</b>	14,28
100-60 uitrollen	2,20	0,40	1,20	<b>3,40</b>	17,78
100-40 remmen	2,43	0,90	2,70	<b>5,13</b>	26,83
100-40 uitrollen	4,69	0,90	2,70	<b>7,39</b>	38,65

Tabel 14. Toename energie- en milieukosten per snelheidsbeperking per treinpassage

Kosten	Situatie A 100>60>100 licht	Situatie B 100>60>100 zwaar	Situatie C 100>40>100 licht	Situatie D 100>40>100 zwaar
Energiekosten (€)	9,71	22,65	12,70	29,70
Milieukosten (€)	3,79	5,98	4,96	7,84
<b>Totaal (€)</b>	13,50	28,63	17,67	37,54

Om een beeld te geven van wat dit in de praktijk kan betekenen een voorbeeld.

<b>Voorbeeld Kijfhoek – Venlo</b>	
Dit betreft 13 woonkernen (via de Brabantroute)	
Uitgaande van:	
-	een gemiddelde lengte van een woonkern van 3 km
-	een zware goederentrein
-	een actieve remming naar 40 km/u
Bedraagt het:	
-	Rijtijdverlies: 13 * 5,13 minuten = 67 minuten
-	Extra kosten: 13 * (€ 37,54 + € 26,83) = € 837,-*

\* Dit betreft de totale maatschappelijke kosten die voor een deel door de goederenvervoerders zullen moeten worden opgebracht.

Afhankelijk van de schaal waarop gedifferentieerd rijden zal worden ingevoerd, valt te verwachten dat gedifferentieerd rijden een negatief effect zal hebben op de concurrentiepositie van het railgoederenvervoer in Nederland. Aangezien er in deze sector reeds sprake is van krappe winstmarges, zal de rentabiliteit van dit vervoer onder druk komen ter staan.

Het effect hiervan zal tweeledig zijn, namelijk:

1. Er zal een ombuiging plaatsvinden van het vervoer van/naar de Nederlandse havens naar buitenlandse havens, zoals Hamburg, Bremen en Antwerpen.
2. Er zal een modal-split-verschuiving optreden naar andere vervoerswijzen die minder duurzaam zijn, zoals het wegvervoer.

Wat betreft geluidsemissie heeft het langzamer rijden een duidelijk positief effect in de dorps- en stadskernen in de omvang van (per treinpassage en ten opzichte van 100 km/u):

- bij 40 km/u -13 dB
- bij 60 km/u - 7 dB

Of dit uiteindelijk ook tot een afname van de geluidsbelasting leidt is afhankelijk van of de beheerder de vrijgekomen geluidsruijme gaat gebruiken om meer treinen te laten rijden.

Tot slot vraagt de invoering van gedifferentieerd rijden investeringen in de omvang van:

Tabel 15. Totale investeringskosten per variant

	Optie: matrixborden zonder einde-bord voorbeeld Tilburg	Optie matrixborden met einde-bord voorbeeld Tilburg	Optie: in trein- beveiliging voorbeeld Tilburg
<b>Eenmalige investerings-kosten</b>	€100.000-€200.000	€100.000-€200.000	-
<b>Investeringskosten per locatie*</b>	€ 1,5 – 2 miljoen	€ 1 – 1,5 miljoen	€ 1 – 1,5 miljoen

\* De investeringskosten voor een eenvoudiger locatie (dus een niet zo lange 2-sporige situatie met weinig tot geen wissels) worden ingeschat op 50% van de bovengenoemde kostenranges.

## Colofon

Opdrachtgever ProRail B.V.  
J. Kruijer  
Status opdrachtgever Programmamanager  
Versie opdrachtgever 2.1

Uitgave Movares Nederland B.V.  
Divisie Rail  
Afdeling Consultancy: Veiligheid en Systemen  
Daalseplein100  
Postbus 2855  
3500 GW Utrecht

Telefoon 06-53958338

Ondertekenaar ir. R.J. de Jong  
senior adviseur

Projectnummer RA003594

Kenmerk CO-R.J-170004390

© 2017, Movares Nederland B.V.

*Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, 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 Movares Nederland B.V.*



## Bijlage 1. Overzicht van geïnterviewde en betrokken personen

### Geïnterviewde personen

Naam	Organisatie/functie
Erik Meekenkamp	Secretaris KNV spoorgoederenvervoer
Leendert Makkinga	ProRail, juridisch beleidsadviseur
Marcel Sniijders	ProRail Verkeersleiding
Mark Kampinga	ProRail, accountmanagement goederenvervoer
Roman Krawczyk	LTE, internationale goederenmachinist
Mark Hauer	LTE, internationale goederenmachinist

### Betrokken personen

Naam	Organisatie
Jack Kruijer	ProRail, programmamanager, afdeling Vervoer & Dienstregeling
Ruud de Jong	Movares, Senior adviseur railgoederenvervoer
Jessica Ross	ProRail, LJV, bedrijfsjurist
Martijn Kant	ProRail, adviseur Capaciteitsanalyse
Wim Coenraad	Movares, consultant treinbeveiliging
Peter Musters	Movares, consultant treinbeveiliging
Hans Bosma	Movares, adviseur treinbeveiliging
Martin v.d. Heide	Movares, adviseur treinbeveiliging
Cees Bos	Movares, railverkeerskundige
Michael Postma	Movares, railverkeerstechnicus
Joska Paszli	Movares, adviseur Geluid
Arjen van Weert	Movares, adviseur Milieu

## **Bijlage 2. Toelichting op juridische procedures**

Onderstaand wordt een toelichting gegeven op drie gerechtelijke uitspraken die relevant zijn voor de vraag of gedifferentieerd rijden volgens de wet toegestaan is.

### ‘Sporen in Arnhem’

De 1<sup>e</sup> uitspraak is die van 31 augustus 2011 van de Raad van State inzake het Tracébesluit Sporen in Arnhem.

Volledige uitspraak van de Afdeling is via deze link te raadplegen:

<https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/zoeken-in-uitspraken/tekst-uitspraak.html?id=59189>

In rechtsoverweging 2.8.5 staat o.a.: “De minister heeft daarom door te verwijzen naar artikel 65, eerste lid, van de Spoorwegwet, het Besluit spoorverkeer en de Regeling spoorverkeer voldoende gemotiveerd dat het onder de huidige toepasselijke regelgeving niet mogelijk is om de snelheid van het treinverkeer in verband met milieugevolgen vanwege het spoor op de omgeving, te beperken.”

### Geluidshinder in Goes

Nog een andere relevante uitspraak van de Afdeling in dit kader is de uitspraak van 21 november 2012. Dit betrof, kort gezegd, een procedure rondom het besluit van de Minister in het kader van het Besluit geluidshinder (Bgh) waarin een tijdelijke lagere snelheid opgelegd werd aan goederentreinen nabij Goes. In het besluit had de Minister opgenomen dat de maximum snelheid van de goederentreinen tijdelijk op 60 km/u beperkt zou worden.

In overweging 3 staan de bezwaren van ProRail hiertegen genoemd. In rechtsoverweging 3.3 en 3.4 staat het oordeel van de Raad van State: “3.3. De Afdeling stelt vast dat bij het bestreden besluit een tijdelijke snelheidsbeperking is vastgesteld voor goederentreinen tot 60 kilometer per uur, op het traject binnen de bebouwde kom van Goes tussen km 47.120 en km 49.725 in beide rijrichtingen.

3.4. Uit het systeem van de wet, in het bijzonder de opbouw en bewoording van de artikelen 4.19, 4.21 en 4.23 van het Bgh, leidt de Afdeling af dat de staatssecretaris bij de vaststelling van maatregelen die strekken tot het terugbrengen van de geluidsbelasting tot de waarde als bedoeld in het tweede lid van artikel 4.23, is gebonden aan het aan hem voorgelegde saneringsprogramma. Vaststaat dat het voorgelegde saneringsprogramma als bedoeld in het eerste lid van artikel 4.23 van het Bgh geen snelheidsbeperking voor goederentreinen bevat. Dientengevolge was de staatssecretaris niet bevoegd tot het vaststellen van een tijdelijke snelheidsbeperking voor goederentreinen tot 60 kilometer per uur op het traject binnen de bebouwde kom van Goes tussen km 47.120 en km 49.725 in beide rijrichtingen. In de tijdelijke aard van de maatregel ziet de Afdeling geen aanleiding hierover anders te oordelen, nu dit onverlet laat dat de staatssecretaris op grond van artikel 4.23 van het Bgh is gebonden aan het saneringsprogramma en een andere bevoegdheidsgrondslag voor het opleggen van een tijdelijke maatregel ontbreekt. De staatssecretaris heeft dit ter zitting ook erkend. De door de staatssecretaris aangevoerde omstandigheden wat betreft de redelijkheid en proportionaliteit van de tijdelijke snelheidsmaatregel kunnen om

dezelfde redenen als hiervoor genoemd evenmin tot een andere conclusie leiden. Het betoog slaagt.”

Volledige uitspraak via deze link: [https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/zoeken-in-uitspraken/tekst-uitspraak.html?id=71340&summary\\_only=&q=Zeeuwse+lijn](https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/zoeken-in-uitspraken/tekst-uitspraak.html?id=71340&summary_only=&q=Zeeuwse+lijn)

#### Tracébesluit Utrecht (DSSU)

Op 10 februari 2016 is er de uitspraak van de Raad van State inzake het Tracébesluit Doorstroomstation Utrecht (DSSU).

Kort gezegd zou er volgens appellanten in de milieueffectrapportage onvoldoende rekening zijn gehouden met de effecten van gedifferentieerd rijden.

In rechtsoverweging 6.4 en 6.5 staat het volgende:

“6.4. De Afdeling is van oordeel dat de staatssecretaris zich in redelijkheid op het standpunt heeft kunnen stellen dat, gezien het doel van het project, alternatieven die niet aan de doelstellingen van het PHS voldoen geen redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven zijn als bedoeld in artikel 7.23, eerste lid, aanhef en onder b, van de Wet milieubeheer. Alternatieven die niet aan de doelstellingen van het PHS voldoen, hoefden daarom niet in het milieueffectrapport te worden betrokken. Gelet op hetgeen de staatssecretaris hierover naar voren heeft gebracht en op hetgeen in de aanvulling op het milieueffectrapport is vermeld, acht de Afdeling het aannemelijk dat een snelheidsbeperking tot minder dan 80 km/uur voor goederentreinen gedurende het gehele etmaal niet voldoet aan de doelstellingen van het PHS. De staatssecretaris hoefde dit alternatief dan ook niet als alternatief in het milieueffectrapport te betrekken.”

“6.5. Over de alternatieven met een snelheidsbeperking gedurende de avond en/of nacht overweegt de Afdeling het volgende. De staatssecretaris acht gedifferentieerd rijden op zichzelf niet in strijd met de doelstellingen van het PHS. De staatssecretaris heeft deze alternatieven echter toch niet in het milieueffectrapport betrokken, omdat gedifferentieerd rijden volgens hem technisch nog niet mogelijk is vanwege de inrichting van de seinen en de beveiliging en omdat er nog onvoldoende bekend is over de milieueffecten. De staatssecretaris heeft voor het verschijnen van het milieueffectrapport opdracht gegeven voor onderzoek naar gedifferentieerd rijden, waarin onder meer deze aspecten worden onderzocht. Gelet hierop heeft de staatssecretaris de alternatieven met een snelheidsbeperking gedurende de avond en/of nacht in redelijkheid ook niet hoeven beschouwen als redelijkerwijs in beschouwing te nemen alternatieven als bedoeld in artikel 7.23, eerste lid, aanhef en onder b, van de Wet milieubeheer. Deze alternatieven konden daarom in het milieueffectrapport buiten beschouwing blijven.”

Volledige uitspraak via deze link: [https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/zoeken-in-uitspraken/tekst-uitspraak.html?id=86690&summary\\_only=&q=dssu](https://www.raadvanstate.nl/uitspraken/zoeken-in-uitspraken/tekst-uitspraak.html?id=86690&summary_only=&q=dssu)

## **Bijlage 3. Toelichting railverkeerstechniek en ergonomie**

### **Algemeen**

Het seinreglement kent al wel borden die betekenis hebben voor goederentreinen. Zoals de eerder genoemde borden RS334 en RS335. Deze borden zijn niet toepasbaar omdat ze altijd betekenis hebben en niet alleen binnen een bepaalde tijd. Daarnaast worden deze borden uitsluitend gebruikt in combinatie met een kunstwerk of brug. In de OVS is opgenomen dat deze borden niet meer toegepast mogen worden bij nieuw werk.

Tot slot is er nog een toepassing voor een tijdelijke snelheidsbeperking door middel van L-, A- en E-borden (RS 325a, RS326a en RS327a) die ook betekenis kunnen hebben voor goederentreinen door een tijdelijk snelheidsbord te gebruiken (RS 3325 b) met een uitvoering in twee getallen. Deze borden zijn niet toepasbaar omdat ze altijd betekenis hebben en niet alleen binnen een bepaalde tijd. Daarnaast mogen deze borden alleen gebruikt worden voor een beperkte tijd van drie maanden.

Er worden voor gedifferentieerd rijden matrixborden toegepast omdat het bord alleen van toepassing is binnen een bepaalde tijd. Het bord heeft verder een gelijke betekenis als een bord RS 334 en RS 335 behalve dat het begin en einde niet is gerelateerd aan een burg of kunstwerk maar aan een gebied. Als de machinist de borden om welke reden ook negeert of als de borden niet werken (gedoofd zijn) dan is dit geen onveilige situatie maar wel een hinderlijke situatie (trillingshinder treedt wel op).

### **Variant Tilburg matrixborden zonder einde-bord**

In deze variant wordt het begin van het gebied aangeduid door een snelheidsverminderingbord (matrix) en een snelheidsbord (matrix). Bij ieder bord of seinbeeld wat een hogere snelheid toestaat wordt een snelheidsbord (matrix) herhaald. Het einde van het gebied wordt niet speciaal aangeduid. Baanvaksnelheidsborden (RS 316) of snelheidsborden zonder een snelheidsbord (matrix) geven het eind van het gebied aan.

#### *Voordelen*

- De machinist wordt ondersteund door extra snelheidsborden (matrix) bij elke situatie waarbij de snelheid verhoogd zou mogen worden.

#### *Nadelen*

- Er ontstaat een woud van (matrix)snelheidsborden. Dit is ongewenst omdat de machinist geconfronteerd wordt met veel extra informatie. De kans dat hij andere belangrijke informatie gaat missen of de gepresenteerde informatie onjuist interpreteert neemt toe.
- De snelheidsdefinitie voor goederentreinen in de avonduren wordt niet ondersteund door ATB-EG.
- De snelheidsdefinitie voor goederentreinen wisselt met de tijd. Als een machinist bij het omschakelen reeds een gedoofd snelheidsverminderingbord (matrix) of snelheidsbord (matrix) gepasseerd is dan wordt hij voor zijn gevoel ineens geconfronteerd met een andere snelheidsdefinitie. Omdat er geen ondersteuning is van ATB-EG kan dit verwarrend zijn.

Movares is van mening, dat de genoemde nadelen zodanig zwaar wegen, dat de variant zonder einde-bord op het aspect ergonomie en dus ook qua veiligheid onacceptabel is.

### **Variant Tilburg matrixborden met einde-bord**

In deze variant wordt het begin van het gebied aangeduid door een snelheidsverminderingsbord (matrix) en een snelheidsbord (matrix). Het einde van het gebied aangeduid met een eindsnelheidsbord (matrix). Tussen het begin en het einde worden geen extra borden ter ondersteuning geplaatst. De betekenis van de snelheidsborden (matrix) is wel anders omdat de oorspronkelijke snelheid pas hervat mag worden als het eindsnelheidsbord (matrix) is gepasseerd. Tusseliggende snelheidsborden of seinen met een hogere snelheidsdefinitie mogen niet worden opgevolgd.

#### *Voordelen*

- Er is een eenduidige bepaling van het begin en einde van het gebied en er ontstaat geen woud van snelheidsborden (matrix). Eenduidigheid is belangrijk voor de machinist.

#### *Nadelen*

- De snelheidsdefinitie voor goederentreinen in de avonduren wordt niet ondersteund door ATB-EG.
- De snelheidsdefinitie voor goederentreinen wordt niet herhaald. Omdat het gebied best groot kan zijn (enkele kilometers) en er geen ondersteuning is door ATB-EG kan een machinist bij elke snelheidsbord of sein met een hogere snelheidsdefinitie en een ATB-EG codeverandering aan het twijfelen gebracht worden of hij deze snelheidsverandering wel of niet mag opvolgen. Dit ongewenst om seinbeelden eenduidig en ondubbelzinnig moeten zijn (één betekenis).
- De snelheidsdefinitie voor goederentreinen wisselt met de tijd. Als een machinist bij het omschakelen een snelheidsbord (matrix) of snelheidsverminderingsbord (matrix) gemist heeft dan wordt hij voor zijn gevoel ineens geconfronteerd met een andere snelheidsdefinitie. Omdat er geen ondersteuning is van ATB-EG kan dit verwarrend zijn.

### **Variant baanvak met matrixborden met einde-bord**

In deze variant wordt het begin van het gebied aangeduid door een snelheidsverminderingsbord (matrix) en een snelheidsbord (matrix). Het einde van het gebied wordt aangeduid met een eindsnelheidsbord (matrix). Tussen het begin en het einde worden geen extra borden ter ondersteuning geplaatst. Dit is doorgaans ook niet van toepassing op een baanvak omdat de baanvaksnelheid alleen bij het begin van het baanvak wordt gedefinieerd. Er is dus geen sprake van een hogere snelheidsdefinitie op het baanvak. De betekenis van de snelheidsborden (matrix) is wel anders omdat de oorspronkelijke snelheid pas hervat mag worden als het eindsnelheidsbord (matrix) is gepasseerd.

#### *Voordelen*

- Er is een eenduidige bepaling van het begin en einde van het gebied. Eenduidigheid is belangrijk voor de machinist.

#### *Nadelen*

- De snelheidsdefinitie voor goederentreinen in de avonduren wordt niet ondersteund door ATB-EG.
- De snelheidsdefinitie voor goederentreinen wisselt met de tijd. Als een machinist bij het omschakelen reeds een gedoofd snelheidsverminderingsbord (matrix) of

snelheidsbord (matrix) gepasseerd is dan wordt hij voor zijn gevoel ineens geconfronteerd met een andere snelheidsdefinitie. Omdat er geen ondersteuning is van ATB-EG kan dit verwarrend zijn.

### **Variant Tilburg met aanpassing seinbeelden**

Dit betreft de opties met instelling via Goederencriterium en met de omschakelbare treinbeveiliging.

In deze variant wordt het begin en het einde van het gebied aangeduid door seinbeelden (ondersteund door ATB-EG) die beïnvloed worden door het instellen van rijwegen met een goederencriterium. Er worden geen snelheidsverminderingborden (matrix), snelheidsborden (matrix) en eindsnelheidsbord (matrix) toegepast.

#### *Voordelen*

- Er is een eenduidige bepaling van het begin en einde van het gebied. Eenduidigheid is belangrijk voor de machinist.
- De snelheidsverandering wordt ondersteund door seinbeelden en ATB-EG.

#### *Nadelen*

- Omdat een snelheidsbord met een hogere snelheid onderdrukt moet worden door een seinbeeld, ontstaan wel wat minder gewenste seinbeeldopvolgingen, bijvoorbeeld GRFL-GL4-GRFL.
- De snelheidsdefinitie voor goederentreinen wisselt met de tijd en kan met name bij het inschakelen verwarrend zijn voor de machinist. Omdat er ondersteuning is van ATB wordt deze verwarring wel sterk verminderd.

### **ERTMS**

In deze variant wordt het begin en het einde van het gebied aangeduid door een SSP (Statisch Snelheidsprofiel) met een lagere snelheid voor de categorie goederentreinen. Dit wordt ondersteund door ERTMS door het afgeven van een Movement Authority (MA) met een maximum snelheid die hoort bij het andere SSP. Er worden geen snelheidsverminderingborden (matrix), snelheidsborden (matrix) en eindsnelheidsbord (matrix) toegepast.

#### *Voordelen*

- Er is een eenduidige bepaling van het begin en einde van het gebied. Eenduidigheid is belangrijk voor de machinist.
- De snelheidsverandering wordt ondersteund door ERTMS en remcurves die horen bij het andere SSP.

#### *Nadelen*

- De snelheidsdefinitie voor goederentreinen wisselt met de tijd en kan met name bij het inschakelen verwarrend zijn bij de machinist. Omdat er ondersteuning is van ERTMS wordt deze verwarring wel sterk verminderd.

## Bijlage 4. Resultaten rijtijdberekeningen

### Rijtijdeffect goederentreinen

Het rijtijdeffect van de goederentreinen is in tabel 16 weergegeven.

Tabel 16. Rijtijdeffect gedifferentieerd rijden voor goederentreinen

Varianten	rijtijd		Totaal rijtijdverlies in min.	aandeel aanzet+rem in min.	aandeel 'droogloop'	
	in min.	referentie in min.			per km in min.	over 3 km in min.
100-60 remmen	16,65	13,92	<b>2,73</b>	1,53	0,40	1,20
100-60 uitrollen	20,08	16,68	<b>3,40</b>	2,20	0,40	1,20
100-40 remmen	19,61	14,48	<b>5,13</b>	2,43	0,90	2,70
100-40 uitrollen	26,27	18,88	<b>7,39</b>	4,69	0,90	2,70

Toelichting:

- de referentie is de rijtijd met een constante snelheid van 100 km/u
- met droogloop wordt bedoeld het deel van de rit met minimum-snelheid

### Rijtijdeffect reizigerstreinen

In het geval dat de snelheidsbeperking van toepassing is op alle treinen, heeft dit ook een rijtijdeffect op eventuele reizigerstreinen die daar in de nacht rijden.

Dit rijtijdeffect is weergegeven in tabel 17 voor het voorbeeld van Tilburg en wel voor:

- een snelheidsbeperking van 60 resp. 40 km/u
- wel resp. niet halterende treinen op station Tilburg.

Tabel 17. Rijtijdeffect gedifferentieerd rijden voor reizigerstreinen

Varianten	rijtijd		Totaal rijtijdverlies in min.
	in min.	referentie in min.	
120-60 met haltering	7,02	5,60	<b>1,42</b>
120-60 zonder haltering	6,47	4,23	<b>2,24</b>
120-40 met haltering	8,67	5,60	<b>3,07</b>
120-40 zonder haltering	8,32	4,23	<b>4,09</b>

Toelichting:

- de referentie is de rijtijd met de normale snelheid. De baanvaksnelheid is daar 140 km/u en lokaal in Tilburg is de toegestane snelheid 120 km/u

De gehanteerde uitgangspunten zijn:

- Materieel: VIRM VI, 162 meter lengte onder 1500V-bovenleidingspanning
- Dienstremming van -0,66 m/s (dienstremming);
- Er is gerekend met én zonder stop in Tilburg voor alle varianten;
- Voor de stop in Tilburg is 0 seconden aangehouden, als de trein stilstaat, vertrekt deze gelijk weer (de halteertijd is niet onderscheidend per variant);
- Binnenkomst station Tilburg op seinbeeld groen (dus met een vrije remming);
- De berekeningen zijn uitgevoerd in de rijrichting West > Oost.

## Bijlage 5. Resultaat onderzoek energie en milieu

### Inleiding

Het gebruik van extra energie en milieueffecten valt uiteen in:

- De kosten van het extra energieverbruik.
- Het milieueffect van extra energiegebruik ('duurzaamheid') in termen van zowel kWh als liter diesel.
- Het milieueffect van de extra uitstoot van CO<sub>2</sub> en andere vervuilende stoffen. Het gaat hierbij om tien vervuilende stoffen die ook gehanteerd worden in het programma Duurzaam GWW van ProRail. Deze vervuilende stoffen worden uitgedrukt in hoeveelheden en in de Milieu Kosten Indicator waarbij de vervuilende stoffen zijn gemonetariseerd (denk hierbij bv. aan de kosten voor een ton CO<sub>2</sub> uitstoot).

### Aanpak

Om de kosten en kWh van het extra energieverbruik te berekenen is het (T)SB-tool (versie: 8 oktober 2015) gebruikt dat eerder door Movares samen met ProRail is ontwikkeld.

In tabel 18 staan de vervuilende stoffen uit Duurzaam GWW met eenheden. Voor de berekening van de milieueffecten voor deze vervuilende stoffen zijn de kentallen uit Dubocalc 4.01.1 gebruikt.

Tabel 18. Vervuilende stoffen met eenheden

Milieu effect	Eenheid
Abiotische uitputting	kg Sb
Broeikaseffect	kg CO <sub>2</sub>
Aantasting ozonlaag	kg CFK11
Smogvorming	kg ethyleen
Verzuring	kg SO <sub>2</sub>
Vermesting	kg PO <sub>4</sub>
Humane toxiciteit	kg 1,4 DB
Ecotoxiciteit aquatisch zoet	kg 1,4 DB
Ecotoxiciteit aquatisch zout	kg 1,4 DB
Ecotoxiciteit terrestisch	kg 1,4 DB

Energie- en milieueffecten rekenen we uit voor vier situaties zoals aangegeven in Tabel 19. De referentie is de situatie waarbij over dezelfde afstand op constante snelheid 100 km/u gereden wordt.

Tabel 19. Situaties snelheidsbeperking

Kenmerken	Situatie A	Situatie B	Situatie C	Situatie D
Snelheid	100 → 60 km/u 60 → 100 km/u	100 → 60 km/u 60 → 100 km/u	100 → 40 km/u 40 → 100 km/u	100 → 40 km/u 40 → 100 km/u
Gewichtsklasse trein	Licht (1600 ton)	Zwaar (5400 ton)	Licht (1600 ton)	Zwaar (5400 ton)
Tractie	70% elektrisch 30% diesel	100% elektrisch	70% elektrisch 30% diesel	100% elektrisch



Het gedeelte van de snelheidsbeperking waarop op lagere snelheid gereden wordt dan in de referentie zal minder energie- en milieueffecten hebben dan in de referentie situatie. De aanzet van de goederentrein naar de oorspronkelijke 100 km/u na de snelheidsbeperking zal juist meer energie- en milieueffecten hebben dan de referentie-situatie. In de berekening worden beide uitgerekend om daarna tot een totaaleffect te kunnen komen van energie en milieu.

### Uitgangspunten

Om de berekeningen te kunnen maken zijn uitgangspunten nodig betreffende de kenmerken van het treinmaterieel.

Tabel 20. Kenmerken treinmaterieel

Kenmerk	1600 licht elektrisch	5400 zwaar elektrisch	1600 licht diesel
Gewicht	1600 ton	5400 ton	1600 ton
Tractie	BR189	2xBR189	Class 66
Aantal wagons	24	39	24
Lengte	400m	650m	400m

### Overige uitgangspunten

- 0,1 liter diesel per kWh (Bron: [www.emissieberekenen.nl](http://www.emissieberekenen.nl)).
- De (T)SB-tool maakt gebruik van een weerstandsformule (op basis van VPT weerstandsformule) en aanzet (OpenTrack simulatie) van de goederentreinen. De uitkomsten zijn exclusief het transportverlies van de elektriciteit.
- Eventuele wettelijke beperkingen aan de snelheid van goederentreinen zijn hier buiten beschouwing gelaten.
- Uitstootgegevens per liter diesel en per kWh vanuit DuboCalc (bibliotheekversie 4.03.04062015).
- Kosten €0,84 per liter diesel en €0,075 per kWh (Bron: Gerald Oldemonnikhof, ProRail).

De berekening betreft niet:

- Extra geluidsoverlast door het extra remmen en aanzetten van de treinen en verminderde geluidsoverlast door een lagere rijnsnelheid in de bebouwde kom en een eventueel kosteneffect hiervan.

### Resultaten

De berekening met de (T)SB-tool geeft aan dat de extra aanzet van een goederentrein om weer op snelheid te komen na een snelheidsbeperking energie kost. Omdat een goederentrein over de afstand van de snelheidsbeperking met lagere snelheid dan 100 km/u rijdt wordt ook een kleine reductie van het energieverbruik gerealiseerd die toeneemt bij langere snelheidsbeperkingen. De precieze getallen staan in tabel 21.

Tabel 21. Energieverbruik voor de snelheidsbeperkingen

		Situatie A 100>60>100 1600	Situatie B 100>60>100 5400	Situatie C 100>40>100 1600	Situatie D 100>40>100 5400
Gemiddelde extra energieverbruik per aanzet	kWh	127	433	166	568
Gemiddelde reductie energieverbruik per km snelheidsbeperking (excl. remweg)	kWh	0,65	0,67	0,86	0,89

### Kosten van het extra energieverbruik

Tabel 22. Energiekosten voor de snelheidsbeperkingen

		Situatie A 100>60>100 1600	Situatie B 100>60>100 5400	Situatie C 100>40>100 1600	Situatie D 100>40>100 5400
Gemiddelde extra energiekosten per aanzet	Euro (€)	9,86	22,75	12,90	29,84
Gemiddelde reductie energiekosten per km snelheidsbeperking (excl. remweg)	Euro (€)	0,05	0,04	0,07	0,05

### Milieueffecten van extra energiegebruik per aanzet

Tabel 23. Milieueffecten aanzet goederentrein

Milieu effect	Eenheid	Situatie A 100>60>100 1600	Situatie B 100>60>100 5400	Situatie C 100>40>100 1600	Situatie D 100>40>100 5400
Abiotische uitputting	kg Sb	3,2E-05	9,8E-05	4,1E-05	1,3E-04
Broeikaseffect	kg CO2	2,0E+01	2,6E+01	2,6E+01	3,4E+01
Aantasting ozonlaag	kg CFK11	2,0E-06	1,5E-06	2,6E-06	1,9E-06
Smogvorming	kg ethyleen	1,8E-02	1,8E-02	2,3E-02	2,3E-02
Verzuring	kg SO2	1,5E-01	1,8E-01	2,0E-01	2,4E-01
Vermesting	kg PO4	3,5E-02	4,5E-02	4,5E-02	5,8E-02
Humane toxiciteit	kg 1,4 DB	1,8E+01	3,0E+01	2,4E+01	3,9E+01
Ecotoxiciteit aquatisch zoet	kg 1,4 DB	2,5E-01	3,1E-01	3,2E-01	4,1E-01
Ecotoxiciteit aquatisch zout	kg 1,4 DB	1,1E+03	8,8E+02	1,5E+03	1,2E+03
Ecotoxiciteit terrestisch	kg 1,4 DB	1,6E-01	5,0E-01	2,1E-01	6,6E-01
<b>MKI</b>	<b>Euro (€)</b>	<b>3,98</b>	<b>6,07</b>	<b>5,21</b>	<b>7,96</b>

## Reductie milieueffecten per km snelheidsbeperking

Tabel 24. Reductie milieueffecten per km snelheidsbeperking per trein

Milieu effect	Eenheid	Situatie A 100>60>100 1600	Situatie B 100>60>100 5400	Situatie C 100>40>100 1600	Situatie D 100>40>100 5400
Abiotische uitputting	kg Sb	4,8E-07	4,6E-07	6,4E-07	6,1E-07
Broeikaseffect	kg CO2	3,1E-01	1,2E-01	4,1E-01	1,6E-01
Aantasting ozonlaag	kg CFK11	3,1E-08	6,8E-09	4,1E-08	9,0E-09
Smogvorming	kg ethyleen	2,7E-04	8,3E-05	3,6E-04	1,1E-04
Verzuring	kg SO2	2,3E-03	8,5E-04	3,0E-03	1,1E-03
Vermesting	kg PO4	5,4E-04	2,1E-04	7,1E-04	2,8E-04
Humane toxiciteit	kg 1,4 DB	2,8E-01	1,4E-01	3,7E-01	1,8E-01
Ecotoxiciteit aquatisch zoet	kg 1,4 DB	3,8E-03	1,5E-03	5,1E-03	1,9E-03
Ecotoxiciteit aquatisch zout	kg 1,4 DB	1,7E+01	4,1E+00	2,3E+01	5,5E+00
Ecotoxiciteit terrestisch	kg 1,4 DB	2,5E-03	2,4E-03	3,3E-03	3,1E-03
<b>MKI</b>	<b>Euro (€)</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>

### Conclusies

Uit de resultaten volgt dat de aanzet van de goederentreinen de grootste impact heeft op energieverbruik en milieueffecten. Hoe groter het gewicht van de trein en hoe groter het snelheidsverschil, hoe groter de impact. Energiekosten en MKI kunnen bij elkaar opgeteld worden waarmee een vergelijk mogelijk wordt tussen de situaties op totale kosten. De vergelijking tussen de situaties voor een snelheidsbeperking van 3 kilometer staat in tabel 25.

Tabel 25. Totale kosten per snelheidsbeperking van 3km, per goederentrein.

Kosten	Situatie A 100>60>100 1600	Situatie B 100>60>100 5400	Situatie C 100>40>100 1600	Situatie D 100>40>100 5400
Energiekosten (€)	9,71	22,65	12,70	29,70
MKI (€)	3,79	5,98	4,96	7,84
<b>Totaal (€)</b>	<b>13,50</b>	<b>28,63</b>	<b>17,67</b>	<b>37,54</b>

## Bijlage 6. Resultaat geluidsonderzoek

### Inleiding

Geluid is in onze geïndustrialiseerde samenleving overal aanwezig. Blootstelling aan geluid kan een positieve uitwerking op iemand hebben zoals het genieten van muziek. Het kan echter ook leiden tot ongewenste effecten op de gezondheid, zoals hinder, slaapverstoring, stressverschijnselen en gehoorverlies. Geluid kan daardoor grote invloed hebben op het sociaal functioneren van een persoon.

Geluidstrillingen of -golven bezitten een bepaalde frequentie. Het geluidniveau (L) of -volume wordt uitgedrukt in decibel (dB). Het geluidniveau bij normale spraak bedraagt 60-70 dB(A). Bij 140 dB(A) ligt de pijngrens. De decibel is een logaritmische maat. Dit betekent dat de aantallen decibels afkomstig van verschillende bronnen niet zomaar opgeteld kunnen worden. Zo geeft iedere verdubbeling van het geluidniveau een toename van 3 dB. De mens ervaart een toename van 10 dB als een verdubbeling van het geluid. Een toename van 2 tot 3 dB neemt men amper waar.

In veel onderzoeken naar de effecten van blootstelling aan geluid op de gezondheid wordt gebruikgemaakt van het begrip equivalente geluidniveau (LAeq). Hierbij krijgen de hogere niveaus meer gewicht dan de lagere. Voor de karakterisering van momentane geluidniveaus worden maten gebruikt als het maximale geluidniveau (LA,max), het piekniveau (Lpeak) en het geluidblootstellingsniveau (SEL: Sound exposure level). De SEL is de totale hoeveelheid geluidenergie die door een gebeurtenis wordt geproduceerd en wordt omgerekend naar een equivalent geluidniveau over 1 seconde. De maten Lmax en de SEL worden vooral gebruikt ter duiding van de slaapkwaliteit en ontwaakreacties. Drempelwaarden voor effecten van geluid op de gezondheid zijn in navolgende tabel samengevat. Onder de drempelwaarden zijn geen gezondheidseffecten te verwachten, vanaf de drempelwaarden wel. Naarmate het geluidniveau hoger is, is de kans op effecten groter. Tabel 1 laat zien dat een drempelwaarde van Lmax binnenshuis 32 dB is. Rekening houdend met een gemiddelde geluidwering van een woning van 20 dB betekent dit ongeveer een Lmax,waarde van 52 dB op de gevel.

Tabel 26. Drempelwaarden voor effecten van geluid op de gezondheid

Effect	Wetenschappelijk bewijs	Geluidmaat	Drempel [dB]
Hinder	Voldoende	Lden	42
Zelfgerapporteerde slaapverstoring	Voldoende	Lnight	42
Ontwaakreacties	Voldoende	SELbinnenshuis	53
Slaapkwaliteit, beweeglijkheid, prikkel	Voldoende	Lmax,binnenshuis	32

Bron: Europees Milieuagentschap (EEA), *Good practice guide on noise exposure and potential health effects*, Kopenhagen (2010)

### **Aanleiding en doel**

ProRail wil weten in hoeverre het rijden van goederentreinen met een lagere snelheid (van 100 naar 60 of 40 km/uur) ter plaatse van een woonkern effect heeft op de geluidsemissie en slaapverstoringseffecten.

### **Uitgangspunten**

Voor de beoordeling van het passageniveau kijken we naar het effect van de LA,max, het maximale geluidniveau dat optreedt bij woningen. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

1. In de berekeningen is uitgegaan van goederenverkeer op een bovenbouw van beton met doorgaand ballastbed. De lengte van de trein is 700 meter verondersteld.
2. Er heeft een aparte berekening plaatsgevonden voor de passage van een traditionele goederentrein (categorie 4) en een goederentrein met stil materieel (categorie 11). Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor een trein samengesteld uit beide typen (4 en 11), omdat de samenstelling van de trein belangrijk is en deze niet bekend is. Door beide in beeld te brengen wordt wel inzicht verschaft in de bandbreedte van de afname/toename van het geluid.
3. De vier onderzochte situaties zijn:
  - a. Vanaf 100 km/uur afremmen naar 40 km/uur en dit 3 kilometer aanhouden ter hoogte van een woonkern en vervolgens weer optrekken naar 100 km/uur.
  - b. Vanaf 100 km/uur afremmen naar 60 km/uur en dit 3 kilometer aanhouden ter hoogte van een woonkern en vervolgens weer optrekken naar 100 km/uur.
  - c. Vanaf 100 km/uur uitrollen naar 40 km/uur en dit 3 kilometer aanhouden ter hoogte van een woonkern en vervolgens weer optrekken naar 100 km/uur.
  - d. Vanaf 100 km/uur uitrollen naar 60 km/uur en dit 3 kilometer aanhouden ter hoogte van een woonkern en vervolgens weer optrekken naar 100 km/uur.

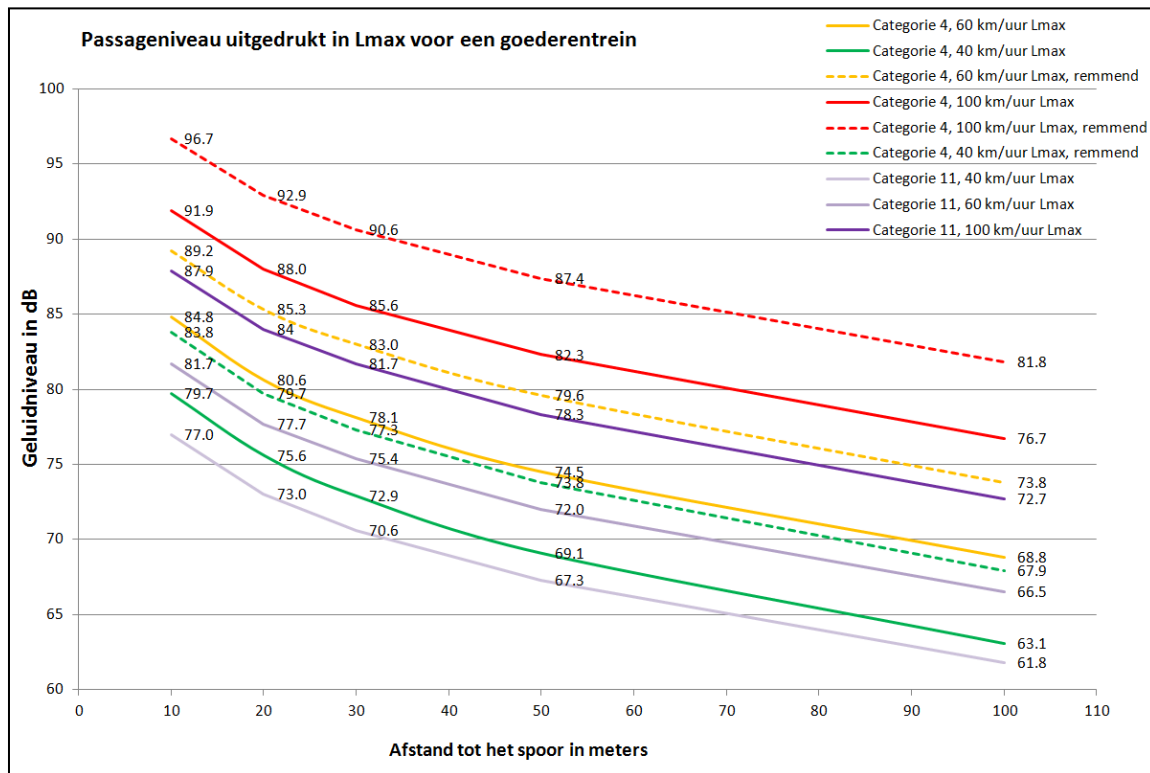
### **De rekenresultaten**

Met behulp van een programma van Movares zijn er de volgende geluidberekeningen uitgevoerd op 10, 20, 30, 50 en 100 meter van het spoor:

1. Een goederentrein (categorie 4), remmend en niet remmend met een snelheid van 40, 60 en 100 km/uur
2. Een stille goederentrein (categorie 11), met een snelheid van 40, 60 en 100 km/uur. Hier is geen onderscheid gemaakt tussen een remmende en een niet remmende trein omdat de geluidsemissie hiervan nagenoeg gelijk is.

In figuur 1 zijn de rekenresultaten in een grafiek weergegeven. Voor een goederentrein categorie 4 heeft elke snelheid heeft een aparte kleur, groen = 40 km/uur, oranje = 60 km/uur en rood = 100 km/uur. Verder is met de gestippelde lijn aangegeven dat de trein remmend is. De doorgetrokken lijn staan voor een constante snelheid of aanzettende trein. Categorie 11 goederen zijn apart in de figuur weergegeven.

In figuur 1 is een voorbeeld uitgewerkt hoe het geluidniveau bij een woning verloopt in de tijd.



Figuur 1. Maximale waarde van het geluidniveau in dB voor een goederentrein met verschillende rijsnelheden op verschillende afstanden van het spoor

Het volgende valt op:

1. Logisch is dat naarmate de afstand tot het spoor toeneemt het geluidniveau ook afneemt. Het verschil in geluid op 10 meter afstand van het spoor ten opzichte van 100 meter afstand is 15 dB.
2. Het verschil in geluidniveau tussen het wel of niet remmen van een categorie 4 goederentrein is circa 5 dB.
3. Categorie 11 goederenverkeer is enkele dB's stiller dan het doorgaande categorie 4 verkeer. Het verschil wordt groter als het categorie 4 verkeer gaat remmen. Het verschil kan dan 8 dB worden.

### Beoordeling op slaapverstoring

In figuur 2 is voor de vier onderzochte situaties een beoordeling gegeven in de vorm van een milieuscore. Elke tabel beschrijft per regel het volgende:

- De betreffende situatie
- De locatie, of het ter plaatse van de woonkern betreft of het gebied erbuiten.
- De snelheid van de trein ter plaatse van de locatie.
- Meter geeft aan hoeveel meter er grofweg is gepasseerd.
- Het verschil in geluidniveau ten opzichte van de situatie dat de trein 100 km/uur zou rijden. Een negatief getal betekent dat het geluid afneemt.
- De milieuscore geeft aan of er sprake is van een verslechtering (aangegeven met een -) of een verbetering. Er is een onderscheid gemaakt tussen een verbetering (+) in het buitengebied en ter plaatse van de woonkern (+++ of ++++). Een verbetering in de woonkern is het grootst omdat hier de snelheid het laagst is, het geluidniveau het laagst is maar vooral ook omdat het aantal woningen groot is dat van de verlaging profiteert.

profiel	100 - 40 km/uur remmend, 3 km 40 km/uur en 40 - 100 km/uur aanzetten														
locatie	buitengebied					woonwijk					buitengebied				
snellheid	100	99	65	40	40	40	40	40	40	40	45	60	65	70	100
meter	<0	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	eind
Lmax verschil	0	5	-3	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-12	-7	-6	-5	0
Milieuscore	0	-	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+	0

profiel	100 - 60 km/uur remmend, 3 km 60 km/uur en 60 - 100 km/uur aanzetten														
locatie	buitengebied					woonwijk					buitengebied				
snellheid	100	99	65	60	60	60	60	60	60	60	65	70	75	80	100
meter	<0	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	eind
Lmax verschil	0	5	-3	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-6	-5	-4	-3	0
Milieuscore	0	-	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+	0

profiel	100 - 40 km/uur uitrollend 3 km 40 km/uur en 40 - 100 km/uur aanzetten																			
locatie	buitengebied					woonwijk					buitengebied									
snellheid	100	99	85	80	70	65	60	50	40	40	40	40	40	40	45	60	65	70	100	
meter	<0	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	eind
Lmax verschil	0	-1	-2	-3	-5	-6	-7	-9	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-12	-7	-6	-5	0
Milieuscore	0	+	+	+	+	+	+	+	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+	+	+	+	0

profiel	100 - 60 km/uur uitrollend 3 km 60 km/uur en 60 - 100 km/uur aanzetten																		
locatie	buitengebied					woonwijk					buitengebied								
snellheid	100	99	85	80	70	65	60	60	60	60	60	60	60	60	65	70	75	80	100
meter	<0	0	1000	2000	3000	4000	5000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	eind	
Lmax verschil	0	-1	-2	-3	-5	-6	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-6	-5	-4	-3	0	
Milieuscore	0	+	+	+	+	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	+	+	0	

Figuur 2. Beoordeling mogelijke afname slaapverstoring

### Conclusie

Het met een lagere snelheid rijden van goederentreinen ter plaatse van een woonkern leidt naar verwachting tot een duidelijke afname van de slaapverstoring voor de omwonenden. Dit geldt zowel voor een afname van de snelheid naar 40 als 60 km/uur. Een afname van 13 dB bij 40 km/uur of 7 dB bij 60 km/uur is duidelijk waarneembaar. Ter vergelijking, eenzelfde effect is te zien bij een geluidscherm van 2 tot 4 meter hoog. Opgemerkt wordt dat met een lagere snelheid de trein wel langer te horen is, maar dat het veel lagere geluidniveau doorslaggevend is voor de ontwaakreacties en de slaapkwaliteit.

Het verschil in slaapverstoring tussen het uitrollen of het remmen van de trein om de snelheid te verlagen is beperkt. Uitrollen is in elk geval beter dan remmen. Door te remmen met de luchtleiding-rem wordt het geluidniveau met 5 dB verhoogd. Maar de snelheid wordt daardoor verlaagd, waardoor de geluidsproductie van het rijgeluid afneemt. Binnen 400 meter vanaf het punt dat geremd wordt geldt dat er daardoor al een verbetering in het geluidniveau is waar te nemen.

**Los bijgevoegde bijlagen**

**Bijlage 7.** Voorbeeld technisch ontwerp positie bebording zonder einde-bord

**Bijlage 8.** Voorbeeld technisch ontwerp positie bebording met einde-bord

**Bijlage 9.** Voorbeeld technisch ontwerp met aanpassing seinbeelden