

## Trillingsgevolgen PHS Nijmegen

*datum* 20 mei 2022  
*vestiging* Arnhem  
*uw kenmerk* -  
*ons kenmerk* M.2021.1176.00.N001  
*2e lezer/secr.* KS|OZU

*project* Gemeente Nijmegen / trillingsgevolgen PHS  
*betreft* Trillingscontouren  
*versie* 002  
*auteur* ing. R.G. (Reinoud) Fennema  
*contactpersoon* ing. R.G. (Reinoud) Fennema  
*e-mail/telefoon* rfe@dgm.nl/088 346 76 33

## Herziene trillingscontouren plansituatie PHS

### 1. Inleiding

Ten noorden van station Nijmegen zijn een aantal nieuwbouwprojecten in ontwikkeling, de projecten Waalpanorama en UWV-locatie ten zuiden van de Waal en de projecten: Hof van Holland, Hoge Bongerd, Koudenhoek, Zuiderveld en het Weijsterrein in het plan Waalsprong ten noorden van de Waal. Gelijktijdig met de woningbouwontwikkeling wil ProRail het tracébesluit “PHS Nijmegen en westentree” uitvoeren. Dit plan heeft tot doel de capaciteit en doorstroming op station Nijmegen te verbeteren. Om de doorstroming te verbeteren wordt het spoorgebruik anders, het aantal spoorwissels wordt verminderd en wissels worden geschikt gemaakt voor hogere rijsnelheden. Dit heeft tot doel om de rijsnelheden aan de noordkant van het station te verhogen en ervoor te zorgen dat treinen minder vaak op elkaar hoeven te wachten. Daardoor neemt de capaciteit toe.

Voor het ontwerp-tracébesluit PHS Nijmegen [4] zijn prognoses gedaan van de trillingsbelasting op bestaande bebouwing, maar deze effecten zijn getoetst aan de bij tracébesluiten voorgeschreven Beleidsregel trillingshinder spoor (Bts). Dit kader wijkt af van de bij bouwplannen gebruikte SBR-richtlijn trillingen. Ook verschilt de bepaling van de maatgevende trillingssterkte. Verder worden in het ontwerp-tracébesluit de ontwikkelplannen van de gemeente Nijmegen wel genoemd, maar komen deze niet voor in de onderliggende trillingsonderzoeken [6][7].

DGMR heeft verkennende trillingsonderzoeken uitgevoerd voor het plan Waalsprong [1] en de projecten Waalpanorama [2] en UWV-locatie [3]. Voor dat laatste project zijn de gevolgen van het PHS Nijmegen al meegenomen in de beschouwingen. In deze notitie behandelen wij de gevolgen van het PHS voor de overige plannen.

### 2. Scope en uitgangspunten

#### 2.1 Onderzoeksgebied

Het PHS Nijmegen heeft betrekking op het spoor ten zuiden van spoorkilometer 15.25. De snelheidsprofielen (paragraaf 3.2.1 en 3.2.2) tonen echter dat de invloed van het PHS zich ook verder noordelijk uitstrekt tot km 13.1 (Oosterhoutse Plas) als gevolg van de verhoging van rijsnelheden. In dit gebied liggen enkele ontwikkelplannen van de gemeente Nijmegen die te maken hebben met de invloed van het spoor. Concreet gaat het om de plannen (zie ook bijlage 1):

- Stationsgebied
  - UWV-locatie
  - Hezelpoort (Waalpanorama)
  - Stationsplein/Spoorstraat
- Waalsprong
  - Hoge Bongerd
  - Hof van Holland

- Weijersterrein
- Koudenhoek (Noord/Zuid)
- Zuiderveld
- Spoorstraat (Lent)

In het gebied liggen op minimaal 250 en 180 meter afstand van het spoor ook nog de plannen ‘Veur Lent’ en ‘Woenderskamp’. Op deze plannen is de trillingsbelasting van het spoor verwaarloosbaar.

## 2.2 Uitgangspunten (documenten)

De beschouwing van de invloed van het PHS Nijmegen op de trillingscontouren voor bovenvermelde projecten is gebaseerd op de volgende documenten:

- [1] DGMR-rapport M.2016.1475.00.R001 (Waalprong), 5 april 2017
- [2] DGMR-rapport M.2020.1110.00.R001 (Waalpanorama), 13 januari 2021
- [3] DGMR-rapport M.2019.1507.01.N001 (UWV-locatie), 25 augustus 2021
- [4] Ontwerp tracébesluit PHS Nijmegen en westentree, Ministerie IenW, juni 2021
- [5] Milieueffectrapport PHS Nijmegen en westentree, Ministerie IenW, juni 2021
- [6] Trillingsrapport OTB, Arcadis NMP-ARC-02-05-RP-UV-0001, 12 mei 2021
- [7] Trillingsrapport MER, Arcadis NMP-ARC-02-05-RP-UV-0002, 12 mei 2021
- [8] DGMR-rapport T.2016.0727.00.R001 - “Landelijk onderzoek Gedifferentieerd Rijden”, 15 december 2017
- [9] Cauberg-Huygen rapport 20122368-01 - “Onderzoek relatie rijnsnelheid en trillingssterkte - spoor in Tricht”, 4 maart 2013.

## 2.3 Beoordeling trillingen bestemmingsplan en OTB

De in het kader van het ontwerp tracébesluit PHS Nijmegen uitgevoerde trillingsonderzoeken (OTB/MER) volgen de Beleidsregel trillingshinder spoor (Bts) en het daarbij horende verwerkingsvoorschrift. De trillingsprognoses voor het MER zijn mede gebaseerd op metingen aan bebouwing in het plangebied. In het stationsgebied betreft dit metingen in/aan het appartementencomplex aan de Dokstraat (westzijde spoor) en het kantoor Doornroosje (oostzijde). In beide gebouwen werden trillingssterkten gemeten onder de streefwaarde van 0,2 uit de SBR-B, geldend voor de  $V_{\max}$  in de nachtperiode. In de Dokstraat bedroeg de  $V_{\max}$  0,12 en in Doornroosje 0,16. De voor tracébesluiten maatgevende  $V_{\max, Bts}$  is daarop vastgesteld op respectievelijk 0,08 en 0,14, dus lager dan de gemeten  $V_{\max}$ .

DGMR heeft diverse trillingsonderzoeken gedaan in het kader van bestemmingsplanwijzigingen en de meer concrete invulling van bouwkavels. In het uitgevoerde onderzoek voor het project Waalpanorama zijn ook metingen uitgevoerd aan het appartementencomplex in de Dokstraat, waaruit slechts een zeer beperkte overdrachtsverzwakking van bodem naar gebouw is gebleken. Gecombineerd met de metingen op de kavel van Waalpanorama leidde dit tot een prognose van de maatgevende trillingssterkte  $V_{\max}$  van 0,2 tot 0,24 op vergelijkbare afstand tot het spoor, dus impliciet geldt dit ongeveer ook voor het appartementencomplex aan de Dokstraat. Deze prognose ligt een factor 2 hoger dan de in het kader van het ontwerp tracébesluit uitgevoerde metingen en prognoses. Het verschil is voor een deel terug te voeren op enig conservatisme in het kader van nieuwbouw, maar deels ook op de bepalingwijze van de  $V_{\max, Bts}$  die soms kan afwijken van de  $V_{\max}$  volgens de SBR-B. Het betekent wel dat er een keuze gemaakt moet worden welk onderzoek als basis dient voor de nu voorliggende beschouwingen.

In het MER trillingsonderzoek wordt alleen hinder voorzien voor een bebouwingscluster aan de Parallelweg in Lent. Dit werd gekwalificeerd als ‘matige hinder’, zie tabel 1. In het OTB trillingsonderzoek was ook nog sprake van een hindersituatie in woningen aan de noordelijker gelegen Stationsweg, maar in het MER-onderzoek halveerden de trillingssterkten aldaar, waarmee er nog slechts sprake was van ‘weinig hinder’. Daarentegen namen de geprognosticeerde trillingssterkten aan de Parallelweg juist met een factor 2 toe ten opzichte van het OTB. Dit naar aanleiding van tussendoor uitgevoerde trillingsmetingen in woningen van deze clusters, waarop de prognoses zijn aangepast. Het illustreert de mate van onzekerheid van dit soort prognoses.

**tabel 1: berekende trillingssterkten  $V_{max}$  volgens OTB en MER (Arcadis)**

| Adres                 | OTB ( $V_{max, Bts}$ ) | MER ( $V_{max}$ ) | verschilfactor | hinderkwalificatie |
|-----------------------|------------------------|-------------------|----------------|--------------------|
| Stationsweg 14 (Lent) | 0,51                   | 0,23              | 0,45           | weinig hinder      |
| Spoorstraat 3 (Lent)  | 0,17                   | 0,29              | 1,7            | weinig hinder      |
| Parallelweg 25 (Lent) | 0,28                   | 0,57              | 2,0            | matige hinder      |
| Parallelweg 27 (Lent) | 0,29                   | 0,48              | 1,65           | matige hinder      |

De in deze studie uitgevoerde prognoses en daaruit volgende trillingscontouren worden gebaseerd op de diverse trillingsonderzoeken uitgevoerd door DGMR in het projectgebied. Deze onderzoeken in het kader van nieuwbouwontwikkeling (bestemmingsplannen) zijn uitgevoerd volgens de SBR-richtlijn, deel B: “Trillingshinder voor personen in gebouwen”. In deze onderzoeken is enig conservatisme aangehouden om meer zekerheid te bieden over bebouwingsmogelijkheden. In de nu voorliggende beschouwing hebben wij deze conservatieve lijn in het project ‘Waalpanorama’ doorgezet voor de bebouwing in het Stationsgebied, zoals eerder ook gedaan voor het project ‘Herontwikkeling UWV-locatie’. Voor het gebied ten noorden van de Waal is aansluiting gezocht bij de door DGMR uitgevoerde studies voor dit gebied in het jaar 2017. De consequentie hiervan is wel dat er verschillen zullen zijn ten opzichte van de uitkomsten van het ontwerptractébesluit.

### 3. Wijzigingen PHS Nijmegen en westentree

#### 3.1 Spoorligging

Het PHS Nijmegen heeft als doel om de treinafwikkeling op station Nijmegen te verbeteren en de capaciteit te verhogen. Daartoe wordt het aantal wissels en kruisende paden verminderd en de rijsnelheid verhoogd. Qua trillingen is in het stationsgebied de wijziging van het spoorgebruik door goederentreinen het belangrijkste. In de huidige situatie rijden deze in beide rijrichtingen aan de noordzijde om het station heen. In de plansituatie is dit niet meer mogelijk en rijden de goederentreinen langs de perrons. De noordwaartse goederentreinen over spoor 2/3 en de zuidwaartse over spoor 4/5. De sporen 2 en 5 zijn dan qua trillingen de maatgevende sporen. Het betekent voor bebouwing aan de noordzijde dat de goederentreinen, afhankelijk van het waarneempunt, op gelijke of grotere afstand komen te rijden (spoor 5 in plaats van spoor 106). Voor de bebouwing aan de zuidzijde blijft de afstand gelijk of komen de goederentreinen dichterbij (spoor 2 in plaats van spoor 106, zie figuur 1).

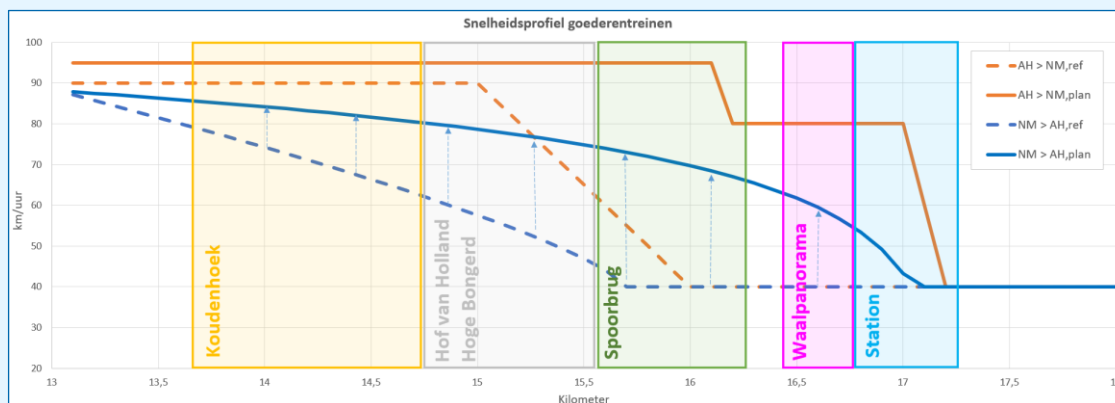


figuur 1: goederenpad huidige situatie over spoor 106

### 3.2 Rijsnelheden plansituatie (versus referentiesituatie)

#### 3.2.1 Goederentreinen

In figuur 2 worden de snelheidsprofielen van goederentreinen in de referentiesituatie (huidig) en de plansituatie getoond.



figuur 2: snelheidsprofielen goederentreinen, km 13.1 - 17.3

De snelheidsprofielen van de goederentreinen tonen dat:

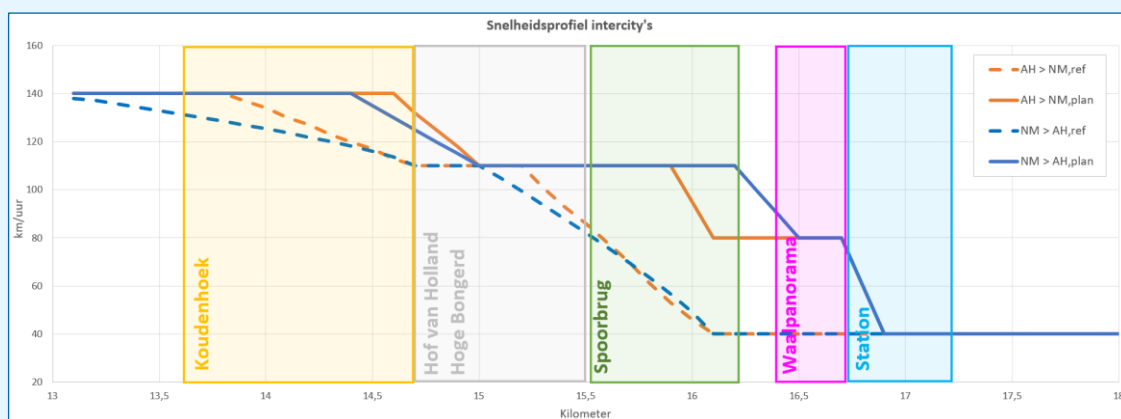
- Zuidwaartse goederentreinen (afremmend)
  - Koudenhoek 5 km/u harder
  - Hof van Holland / Hoge Bongerd 5 tot 30 km/u harder
  - Waalpanorama 40 km/u harder
- Noordwaartse goederentreinen (optrekkend)
  - Koudenhoek 5 tot 15 km/u harder
  - Hof van Holland / Hoge Bongerd 20 tot 30 km/u harder
  - Waalpanorama 15 tot 25 km/u harder

In de plansituatie remmen zuidwaartse goederentreinen pas af aan het einde van de spoorbrug. Over een afstand van 200 meter moeten ze dan de snelheid terugbrengen van 95 km/u naar 80 km/u, waarmee ze het plan Waalpanorama passeren. Vlak voor het station, bij km 17.0, gaat de snelheid omlaag naar 40 km/u. Dat moet eveneens gebeuren in een afstand van slechts 200 meter. Dit scenario zal qua snelheden het maximum toegestaan zijn, want voor langere en zwaardere goederentreinen is het niet realistisch en zal de rijsnelheid voorlangs Waalpanorama lager liggen dan 80 km/u, maar evenwel hoger dan in de huidige situatie.

Noordwaartse goederentreinen trekken vanaf station Nijmegen direct op en passeren Waalpanorama met snelheden van rond 60 km/u (nu 40 km/u). Over de Waal, ter hoogte van Hof van Holland is de snelheid toegenomen tot 75 à 80 km/u en dat is ongeveer 25 km/u hoger dan in de huidige situatie (50 km/u). Ter hoogte van de Lentse Plas nadert de rijsnelheid in de plansituatie die van de referentiesituatie. Gemiddeld ligt de rijsnelheid ter hoogte van Koudenhoek maar 10 km/u hoger dan in de huidige situatie. Dit betekent dat de invloed van goederentreinen op het plan Koudenhoek niet zo veel wijzigt, maar voor het zuidelijker gelegen Hof van Holland / Hoge Bongerd en het plan Waalpanorama is dit wel het geval. Daar nemen de trillingssterkten toe.

### 3.2.2 Reizigerstreinen

In figuur 3 worden de snelheidsprofielen van intercity's in de referentiesituatie (huidig) en de plansituatie getoond. De snelheidsprofielen van het lichtere sprintermaterieel, dat ook op station Lent stopt, wordt niet getoond. Qua trillingen zijn de intercity's maatgevend.



figuur 3: Snelheidsprofielen intercity's, km 13.1 - 17.3

De snelheidsprofielen van de intercity's tonen dat:

- Zuidwaartse intercity's (afremmend)
  - Koudenhoek 0 tot 20 km/u harder
  - Hof van Holland / Hoge Bongerd 0 tot 20 km/u harder
  - Waalpanorama 40 km/u harder
- Noordwaartse intercity's (optrekkend)
  - Koudenhoek 10 tot 20 km/u harder
  - Hof van Holland / Hoge Bongerd 10 tot 30 km/u harder
  - Waalpanorama 40 tot 50 km/u harder

In de plansituatie remmen intercity's richting Nijmegen ter hoogte van station Lent (km 14.6) af van 140 naar 110 km/u. Aan het eind van de spoorbrug over de Waal remmen ze verder af tot 80 km/u en passeren met deze snelheid het plan Waalpanorama. Vlak voor het station, bij km 16.7, wordt dan fors geremd en over een remweg van ongeveer 200 meter de snelheid er helemaal uitgehaald. De noordwaartse intercity's trekken in de plansituatie nadat ze de perrons verlaten hebben direct op tot 80 km/u. In de huidige situatie rijden ze met 40 km/u naar de spoorbrug en trekken dan pas verder op. De passagesnelheid ter hoogte van Waalpanorama ligt dus zo'n 40 km/u hoger. Ter hoogte van Hof van Holland trekken de intercity's in de plansituatie op van 110 naar 130 km/u, waar ze in de huidige situatie nog optrekken van 80 naar 110 km/u, een verschil van 20 tot 30 km/u. Ter hoogte van Koudenhoek neemt de snelheid in de plansituatie nog toe van 130 naar 140 km/u. Die laatste snelheid wordt in de huidige situatie pas bereikt ten noorden van de Lentse Plas.

Gezien de al hoge snelheden van intercity's in de huidige situatie heeft de toename in de plansituatie in Koudenhoek en Hof van Holland / Hoge Bongerd maar een beperkte invloed. De snelheidsverhogingen hebben de meeste invloed op het plan Waalpanorama, alwaar de rijsnelheid van reizigerstreinen verdubbelt.

### 3.2.3 Invloed rijsnelheid

Naar het verband tussen rijsnelheid van treinen en de trillingsopwekking is veel onderzoek gedaan en het blijkt dat dit sterk afhangt van de afstand tot het spoor, de bodemsamenstelling, het type materieel en het snelheidsbereik waarin de snelheidsverandering optreedt.

Op kleiachtige bodems bleek in onderzoeken [8][9] dat de trillingsopwekking van goederentreinen bijna evenredig is met de rijsnelheid ( $\sim V^{0,8 \text{ à } 0,9}$ ), althans bij rijsnelheden tussen 40 en 100 km/u. Op zeer slappe of juist zeer stijve bodems werden in [8] afwijkende verbanden gevonden, zowel naar onderen als naar boven. Dit hing af van het dominante mechanisme qua trillingsopwekking en bij welke rijsnelheid deze piekt.

Bij reizigerstreinen werd een grotere variatie gevonden in de relatie tussen de trillingsopwekking en de rijsnelheid. Dit varieerde van een bijna evenredige relatie (net als bij de goederentreinen) tot een bijna kwadratische afhankelijkheid van de rijsnelheid ( $\sim V^{0,9 \text{ à } 1,8}$ ). Dat deze afhankelijkheid zoveel groter kan zijn komt doordat de trillingsopwekking bij reizigersmaterieel doorgaans bepaald wordt door de wielkwaliteit en de daarmee gepaard gaande krachten nemen kwadratisch toe met de rijsnelheid. Dichtbij het spoor is bij relatief harde (zandachtige) bodems soms ook de doorbuiging van de spoorstaaf tussen de inklempunten (dwarsliggers) dominant. De hieruit ontstane wisselkracht op de bodem verschuift met de rijsnelheid in frequentie maar de amplitude varieert minder sterk met de rijsnelheid dan geldend voor de wielkwaliteit. Bovendien kan het zijn dat bij het doorlopen van een snelheidsbereik het ene effect afneemt, maar het ander juist toe, waarmee deze effecten elkaar (deels) opheffen. Dan is het netto-effect op de trillingssterkte beperkt, maar zal men in een frequentieanalyse wel onderscheid zien. Bovendien kan het van belang zijn voor het door bodemtrillingen opgewekte laagfrequent geluid in aanliggende panden.

Dat de invloed van trillingen ook kan afnemen bij toenemende rijsnelheid komt door specifieke gevoeligheden van de bodem en daarin aanwezige gebouwen. Als treinen trillingen opwekken bij frequenties die samenvallen met een eigen trilvorm in de bodem en/of van het gebouw kan dit relatief sterke trillingen tot gevolg hebben. Als dit optreedt kan zowel het verhogen als het verlagen van de rijsnelheid een forse trillingsreductie opleveren. De mate waarin valt echter nauwelijks betrouwbaar te voorspellen. Dit zou per gebouw een gedegen onderzoek vergen.

Het gedane trillingsonderzoek aan het complex Dokstraat liet zien dat dit acht verdiepingen tellende complex horizontaal gevoelig is voor aanstoting bij frequenties van 2 tot 3 Hz en verticaal voor frequenties van ongeveer 4 Hz. Voor andere gebouwen zal dit afwijken, maar ook voor de nieuwbouw van Waalpanorama mag worden verwacht dat er ergens in deze range eigenfrequenties zullen liggen. Bij een rijsnelheid van 40 km/u is meestal de wielkwaliteit dominant in de trillingsopwekking. Bij verhoging van de rijsnelheid verschuift dit naar hogere frequentie en dat kan gunstig zijn als deze trilfrequentie niet langer samenvalt met eigenfrequenties van het gebouwcasco op haar funderingssysteem. Daarentegen zullen de krachten hiermee gepaard gaande toenemen en ook komt de trilfrequentie dan meer in het domein van vloereigenfrequenties. Het netto-effect laat zich moeilijk voorspellen, maar verwacht wordt dat er sprake zal zijn van een toename van trillingen, maar eerder lineair dan kwadratisch.

Hetzelfde is van toepassing op goederentreinen, maar goederenmaterieel heeft doorgaans een veel hogere aslast dan reizigersmaterieel. Dit houdt in dat ook moet worden gekeken naar de wisselkrachten die de zware passerende wielstellen uitoefenen op de bodem. Voor bakken met een zeer korte wielbasis, zoals stortwagens, kan na verhoging van de rijsnelheid tot 80 km/u het ritme van de passerende wielstellen overeenkomen met frequenties waarvoor bebouwing gevoelig is. Dit is met name een probleem bij beladen stortwagens. Voor langere ketelwagens en containerwagens ligt deze passeerfrequentie substantieel lager en daarmee ook het risico. Beladen stortwagens (erts, kalk) rijden over de Brabantroute, Betuweroute en A2-corridor, maar normaliter niet op de lijn Nijmegen - Arnhem. Daarnaast is het maar de vraag of lange en beladen goederentreinen wel de maximumsnelheid van 80 km/u in het stationsgebied zullen rijden, gezien de lange remweg van deze treinen.

Rekening houdend met het bovenstaande wordt in de prognoses voor het snelheidseffect van treinen op de trillingsopwekking uitgegaan van het volgende:

- Reizigerstreinen  $V_2 = (v_2/v_1)^{1,0} \cdot V_1$
- Goederentreinen  $V_2 = (v_2/v_1)^{0,8} \cdot V_1$

## 4. Prognoses

### 4.1 Waalpanorama

Voor het project Waalpanorama zijn momenteel de goederentreinen, die over een aantal achtereenvolgende wissels ter hoogte van km 16.44 tot km 16.6 afbuigen, het meest van invloed. De gemeten trillingsopwekking ter hoogte van spoorkilometer km 16.54 (meetlijn 2) lag een factor 2 tot 2,5 hoger dan het slechts 80 meter noordelijker gelegen waarneempunt bij km 16.46 (meetlijn 1). Na implementatie van het PHS Nijmegen zal dit stelsel van wissels iets in zuidelijke richting opschuiven. Voor het plan Waalpanorama is dit op zich al gunstig, maar belangrijker is dat in de toekomst de doorgaande goederentreinen niet meer over deze wissels afbuigen maar rechtdoor gaan. Alleen treinen naar het emplacement (GE) zullen dan nog afbuigen over de wissels, want deze sporen hebben in zuidelijke richting geen aansluiting meer op het hoofdnets (richting Venlo/'s-Hertogenbosch). Vanzelfsprekend zullen treinen over deze sporen geen 80 km/u rijden, maar met aanzienlijk lagere snelheid passeren.

De doorgaande sporen met goederentreinen zijn in de plansituatie de sporen 2 t/m 5 ter weerszijden van het huidige midden perron. Aan de noordzijde van Waalpanorama bedraagt de afstand van spoor 5 tot de toekomstige bebouwing ongeveer 24 meter. Aan de zuidkant bedraagt de afstand ongeveer 38 meter.

In de huidige situatie is spoor 6 (of 106) met daarop zware goederentreinen het maatgevende spoor. De afstand van de kavel tot dit spoor 6 (106) is ook 24 meter. In de plansituatie is dus sprake van een verbetering qua spoorligging. Ook verwachten wij dat de sterke verhoging van de trillingssterkte door afbuigende goederentreinen niet langer optreden als deze de wissels in rechtstand overrijden. Daarentegen geeft de verhoging van de rijsnelheid een verslechtering. Beide effecten zijn in het bestaande (empirische) rekenmodel doorgevoerd en de resultaten zijn weergegeven in tabel 2. Deze resultaten gelden voor bouwwerken van vier tot acht bouwlagen. De in tabel 2 aangegeven contouurfstanden worden grafisch weergegeven in bijlage 2.

**tabel 2: trillingscontouren Waalpanorama (Hezelpoort)**

|                  |      | Huidig          | App.Cpl.<br>Meetlijn 1 | App.Cpl.<br>Meetlijn 2 | Plansituatie    | Appartementen Complex |         |
|------------------|------|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|---------|
|                  |      | pass/uur > 0,1* | 40 km/u                |                        | pass/uur > 0,1* | 60 km/u               | 80 km/u |
| V <sub>max</sub> | 0,1  | 0               | 95 m                   | 125 m                  | 0               | 120 m                 | 140 m   |
|                  | 0,2  | 0               | 40 m                   | 78 m                   | 0               | 70 m                  | 90 m    |
|                  | 0,4  | 2               | 4 m                    | 35 m                   | 3               | 17 m                  | 35 m    |
| V <sub>per</sub> | 0,05 | 5               | 2 m                    | 10 m                   | 6               | 3 m                   | 8 m     |

\* Indicatieve prognose. Het aantal voelbare passages per uur op de betreffende contouurfstand

In tabel 2 valt af te lezen dat de contour V<sub>max</sub> = 0,2 globaal opschuift van 40 meter naar ongeveer 90 meter bij een rijsnelheid van 80 km/u. Voor het westelijke deel van project Waalpanorama, ter hoogte van km 16.6 - 16.7 is het effect echter minder groot omdat hier de toeslag van de afbuigende goederentreinen vervalt en deze treinen op ongeveer 10 m grotere afstand gaan rijden. In bijlage 2 is te zien dat daar de contouren van de huidige situatie en de plansituatie ongeveer samenvallen.

## 4.2 UWV-locatie

Ter hoogte van de UWV-locatie buigen de goederentreinen in de huidige situatie weer af richting het hoofdspoor, van spoor 106 naar spoor 5. In de plansituatie komen de goederentreinen vanuit het noorden al aan over spoor 5 en vervolgen deze. V<sub>max</sub> = 0,2 contour ligt voor bouwwerken van vier tot acht bouwlagen in de plansituatie op 90 m uit spoor 5. De minimale afstand van de toekomstige bebouwing op de UWV-locatie op 115 meter van dit doorgaande spoor 5. De minimale afstand tot het dichtstbij gelegen rangeerspoor, waarop met lagere snelheid wordt gereden, bedraagt 95 meter. Voor dit project vormen de plannen uit het PHS naar verwachting geen probleem in het voldoen aan de streefwaarden uit de SBR-B.

**tabel 3: trillingscontouren UWV-locatie**

|                  |      | Huidig          | Plint<br>(4-8 lagen) | Hoogbouw<br>(15+ lagen) | Plansituatie    | Plint<br>(4-8 lagen) | Hoogbouw<br>(15+ lagen) |
|------------------|------|-----------------|----------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|-------------------------|
|                  |      | pass/uur > 0,1* | 40 km/u              |                         | pass/uur > 0,1* | 80 km/u              |                         |
| V <sub>max</sub> | 0,1  | 0               | 90 m                 | 30 m                    | 0               | 140 m                | 75 m                    |
|                  | 0,2  | 0               | 40 m                 | 3 m                     | 0               | 90 m                 | 25 m                    |
|                  | 0,4  | 2               | 4 m                  | 1 m                     | 3               | 35 m                 | 5 m                     |
| V <sub>per</sub> | 0,05 | 5               | 2 m                  | 0 m                     | 6               | 8 m                  | 1 m                     |

\* Indicatieve prognose. Het aantal voelbare passages per uur op de betreffende contouurfstand

## 4.3 Stationsplein / Spoorstraat

In de toekomst, na voltooiing van het PHS Nijmegen (en Westentree) zal ook het Stationsplein aan de oostkant van het station aangepakt worden. In de huidige gebiedsvisie wordt naast winkel- en kantoorfuncties ook voorzien in een ruim aanbod aan logies- en woonfuncties. Het Metterswane terrein en het huidige politiebureau zijn twee van de bouwlocaties die dicht op het spoor liggen en dus te maken krijgen met wijzigingen in de invloed van spoortrillingen.

Alle reizigerstreinen, met uitzondering van materieel dat overgebracht wordt, stopt op station Nijmegen. De qua trillingen maatgevende treinen zijn de goederentreinen die in de huidige situatie aan de westkant van het station rijden. In de plansituatie zullen goederentreinen langs de perrons rijden, de zuidwaartse treinen over spoor 4/5 en de noordwaartse over spoor 2/3. Voor de (toekomstige) bebouwing aan de oostzijde zijn de goederentreinen op spoor 2 dan maatgevend. Behalve dat deze veel dichterbij komen te rijden dan nu het geval gaat de rijsnelheid van deze treinen ook nog eens fors omhoog, van 40 km/u naar max. 80 km/u. In tabel 4 zijn de contourafstanden voor een gemiddeld appartementencomplex (vier tot acht bouwlagen) en voor hoogbouw (15+ lagen) aangegeven. Behalve de toename van contourafstanden bij hogere rijsnelheden schuift de contour nog eens extra op in oostelijke richting omdat het maatgevende spoor ook wijzigt. De contourligging in de huidige en toekomstige situatie wordt afgebeeld in bijlage 2.

**tabel 4: trillingscontouren Stationsplein / Spoorstraat**

|                  |      | Huidig          | App.Cpl.<br>(4-8 lagen) | Hoogbouw<br>(15+ lagen) | Plansituatie    | App.Cpl.<br>(4-8 lagen) | Hoogbouw<br>(15+ lagen) |
|------------------|------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
|                  |      | pass/uur > 0,1* | 40 km/u                 |                         | pass/uur > 0,1* | 80 km/u                 | 80 km/u                 |
| V <sub>max</sub> | 0,1  | 0               | 90 m                    | 30 m                    | 0               | 140 m                   | 75 m                    |
|                  | 0,2  | 0               | 40 m                    | 3 m                     | 0               | 90 m                    | 25 m                    |
|                  | 0,4  | 2               | 4 m                     | 1 m                     | 3               | 35 m                    | 5 m                     |
| V <sub>per</sub> | 0,05 | 5               | 2 m                     | 0 m                     | 6               | 8 m                     | 1 m                     |

\* Indicatieve prognose. Het aantal voelbare passages per uur op de betreffende contourafstand

#### 4.4 Hof van Holland / Hoge Bongerd

Ten noorden van de Waal bevat het PHS Nijmegen geen fysieke wijzigingen aan het spoor. Op dit deel veranderen alleen de rijsnelheden. De rijsnelheid van noordwaartse goederentreinen (optrekkend) gaat omhoog van 45 tot 60 km/u naar 75 tot 80 km/u, zie figuur 2. Zuidwaartse goederentreinen gaan met 95 km/u passeren, waar deze nu geleidelijk afremmen richting Nijmegen. De huidige snelheid ligt, afhankelijk van het waarneempunt tussen 70 en 90 km/u. De verschillen in trillingsopwekking liggen daarmee in de orde van 1 à 2 dB ofwel 10 tot 25%. In tabel 5 zijn de contourafstanden in de huidige situatie en de plansituatie weergegeven. De contourafstanden worden grafisch weergegeven in bijlage 2.

**tabel 5: trillingscontouren Hof van Holland / Hoge Bongerd**

|                  |      | Huidig     | Laagbouw<br>op staal            | Laagbouw<br>op palen | App.Cpl.<br>(4-8 lagen) | Plan      | Laagbouw<br>op staal | Laagbouw<br>op palen | App.Cpl.<br>(4-8 lagen) |
|------------------|------|------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------|----------------------|----------------------|-------------------------|
|                  |      | p/u > 0,1* | rijsnelheid 80 km/u (gemiddeld) |                      |                         | p/u > 0,1 | rijsnelheid 95 km/u  |                      |                         |
| V <sub>max</sub> | 0,1  | 0          | 140 m                           | 120 m                | 85 m                    | 0         | 160 m                | 135 m                | 95 m                    |
|                  | 0,2  | 0          | 85 m                            | 65 m                 | 20 m                    | 0         | 95 m                 | 80 m                 | 30 m                    |
|                  | 0,4  | 2          | 25 m                            | 10 m                 | 3 m                     | 3         | 35 m                 | 17 m                 | 4 m                     |
| V <sub>per</sub> | 0,05 | 6          | 5 m                             | 3 m                  | 2 m                     | 6         | 7 m                  | 4 m                  | 2 m                     |

\* Indicatieve prognose. Het aantal voelbare passages per uur op de betreffende contourafstand

#### 4.5 Koudenhoek (noord/zuid)

Op dit deel veranderen alleen de rijsnelheden. De rijsnelheid van noordwaartse goederentreinen (optrekkend) gaat omhoog van 60 tot 80 km/u naar 80 tot 90 km/u, zie figuur 2. Zuidwaartse goederentreinen gaan iets harder rijden, nu 90 km/u en in de plansituatie 95 km/u. Voor de maatgevende zuidwaartse goederentreinen is het snelheidsverschil dus minimaal. De verschillen in trillingsopwekking bedragen hoogstens 1 dB of maximaal 10%.

In tabel 6 zijn de contourafstanden in de huidige situatie en de plansituatie weergegeven, deze worden grafisch weergegeven in bijlage 2.

tabel 6: trillingscontouren Koudenhoeke

|                  |      | Huidig     | Laagbouw<br>op staal | Laagbouw<br>op palen | App.Cpl.<br>(4-8 lagen) | Plan      | Laagbouw<br>op staal | Laagbouw<br>op palen | App.Cpl.<br>(4-8 lagen) |
|------------------|------|------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------|----------------------|----------------------|-------------------------|
|                  |      | p/u > 0,1* | rijksnelheid 90 km/u |                      |                         | p/u > 0,1 | rijksnelheid 95 km/u |                      |                         |
| V <sub>max</sub> | 0,1  | 0          | 150 m                | 130 m                | 90 m                    | 0         | 160 m                | 135 m                | 95 m                    |
|                  | 0,2  | 0          | 90 m                 | 70 m                 | 23 m                    | 0         | 95 m                 | 80 m                 | 30 m                    |
|                  | 0,4  | 2          | 27 m                 | 10 m                 | 3 m                     | 3         | 35 m                 | 17 m                 | 4 m                     |
| V <sub>per</sub> | 0,05 | 6          | 5 m                  | 3 m                  | 2 m                     | 6         | 7 m                  | 4 m                  | 2 m                     |

\* Indicatieve prognose. Het aantal voelbare passages per uur op de betreffende contourafstand

## 5. Resumé

In deze notitie zijn de gevolgen qua trillingen van het PHS Nijmegen en westentree op de nieuwbouwprojecten ten noorden van station Nijmegen in beeld gebracht. Daarvoor is gebruik gemaakt van de trillingsonderzoeken die eerder door DGMR zijn uitgevoerd in het kader van deze projecten. Deze onderzoeken zijn gebaseerd op trillingsmetingen in het veld en soms ook aan aanwezige bouwwerken. Per project heeft dit geleid tot een prognose toegesneden op lokale omstandigheden.

Ook in het kader van het PHS zijn trillingsprognoses gedaan, deels gebaseerd op meetgegevens en deels op ervaringscijfers of daarvoor ontwikkelde software. Door de onzekerheden in dergelijke prognoses en de mate waarin men kiest voor veiligheid (marge), maar ook door verschillen in de bepaling van de maatgevende trillingssterkte  $V_{\max}$  tussen de Beleidsregel trillingshinder spoor (Bts) en de trillingsrichtlijn SBR-B, kunnen verschillen in uitkomsten optreden. Het voert te ver om met terugwerkende kracht deze verschillen te verklaren. Daarom is ervoor gekozen de door DGMR in het kader van de nieuwbouwplannen uitgevoerde onderzoeken als leidend te nemen.

### PHS Nijmegen

Het tracébesluit PHS Nijmegen leidt tot ingrijpende wijzigingen van spoorgebruik en spoorligging in het stationsgebied, maar noordelijk van de Hezelpoort zijn er geen spoorwijzigingen en gaat het slechts om verhoging van rijksnelheden. In het stationsgebied (zuid van de Hezelpoort) zijn er twee qua trillingen belangrijke wijzigingen:

- Het niet meer omleiden van goederentreinen om de westkant van het station. Dit heeft een verlagend effect op trillingen aan de westzijde, maar een verhogend effect aan de oostzijde.
- Het verhogen van de rijksnelheid van 40 naar 80 km/u. Dit heeft een sterk verhogend effect op de trillingsopwekking.

### Gevolgen

Alle in beschouwing zijnde bouwprojecten van de gemeente Nijmegen bevatten woonfuncties en daarmee is de voor woonfuncties geldende streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{\max}$  in de nachtperiode het maatgevende criterium. De ligging van de  $V_{\max} = 0,2$  contour bepaalt of er aanvullende maatregelen moeten worden overwogen. Uit alle gedane metingen blijkt dat goederentreinen op dit traject bepalend zijn voor de bebouwingsmogelijkheden. Omdat deze in de plansituatie gebruik maken van dezelfde (doorgaande) sporen als de reizigerstreinen is dit ook in de toekomst het geval. De bepaalde trillingscontouren hebben betrekking op deze goederentreinen op de maatgevende sporen.

In het stationsgebied verschuift de  $V_{\max} = 0,2$  contour aan de oostzijde van 40 m naar ongeveer 90 m voor middelhoge bouw (4-8 lagen) en van nihil naar 25 m voor hoogbouw. Deze afstanden zijn gerekend vanaf het hart van het maatgevende spoor.

Aan de westzijde geldt in beginsel eenzelfde effect, maar omdat hier de goederentreinen verder van de bebouwing komen te rijden is de verschuiving effectief maar van 55 m naar 90 m. Aan de zuidzijde van het parkeerterrein Hezelpoort is het effect zelfs nihil omdat hier het sterk trillingsverhogende afbuigen door de wissel van goederentreinen vervalst.

Ten noorden van de Waal is de toename van de rijsnelheid beperkter dan in het stationsgebied en bovendien speelt dit zich af bij hogere rijsnelheden. Het effect op de trillingscontouren is daarmee beperkter. Gemiddeld schuift de  $V_{\max} = 0,2$  contour voor grondgebonden woningen met 20% op van ongeveer 65 m naar 80 m. Voor middelhoge appartementenbouw (4-8 lagen) gaat het om een verschuiving van de contour van 20 à 25 m naar ongeveer 30 m. Praktisch heeft dat laatste weinig invloed op de bouwplannen, gezien de breedte van het spoortalud en de aanwezigheid van tussenliggende wegen.

ing. M.H.M. (Michel) van Kesteren  
DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.

## Bijlage 1

|        |                      |
|--------|----------------------|
| Titel  | Overzicht plangebied |
| Omvang | 1                    |
| Bron   | Gemeente Nijmegen    |

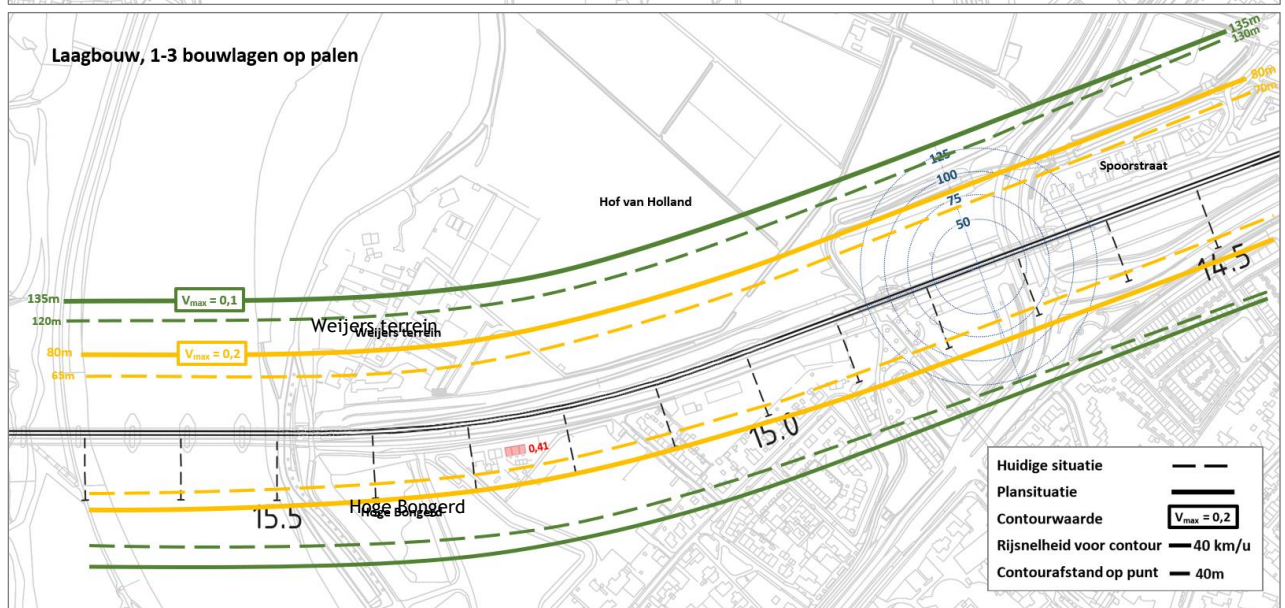
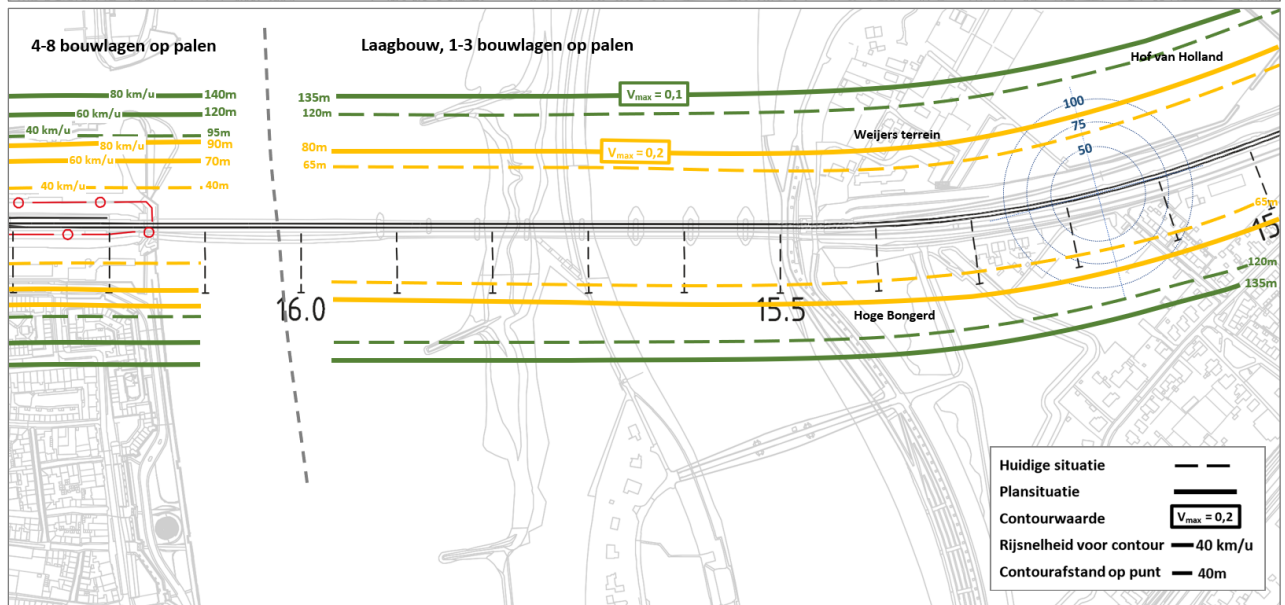
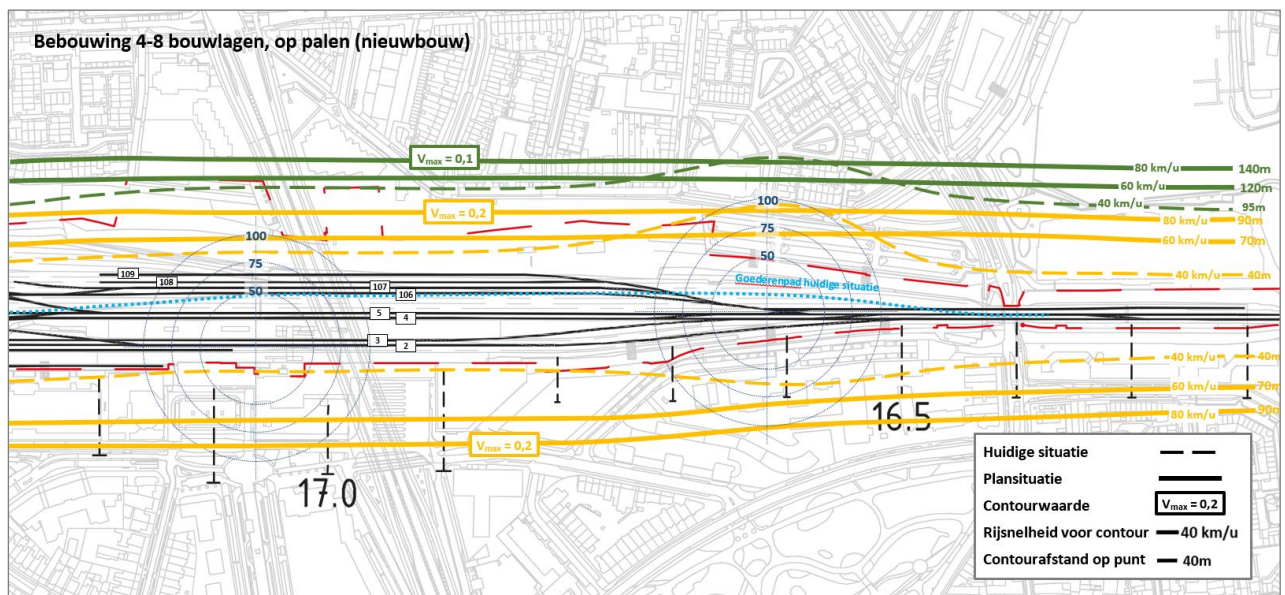
## Ontwikkeling Nijmegen-Noord

Overzicht van de stand van zaken



## Bijlage 2

|             |                                                 |
|-------------|-------------------------------------------------|
| Titel       | Trillingscontouren                              |
| Omvang      | 1                                               |
| Toelichting | Huidige situatie vergeleken met de plansituatie |



Trillingscontouren huidige situatie en plansituatie