

Rapport 21910194.R04

## Suikerfabriekterrein Groningen MER Deel A en B

- Onderzoek externe effecten – spoorwegtrillingen -



Rapport 21910194.R04

## Suikerfabriekterrein Groningen MER Deel A en B

- Onderzoek externe effecten – spoorwegtrillingen -

*Datum:* 31 januari 2020

*Opdrachtgever:* Sweco Nederland B.V.  
Rozenburglaan 11  
9727 DL Groningen

*Auteur:* dhr. J. Dijkstra

*Akkoord:* mevr. dr. R.F. Noorman

### Noorman Hendriks Partners BV

*Hoofdvestiging en postadres*    *Vestiging Apeldoorn*  
Paterswoldseweg 808            Laan van Westenek 162  
9728 BM Groningen            7336 AV Apeldoorn

T 050 525 09 92  
E [info@noormanadvies.nl](mailto:info@noormanadvies.nl)  
I [www.noormanadvies.nl](http://www.noormanadvies.nl)

Bank rek.nr.  
NL05 INGB 0005 9657 21  
BTW NL008482627.B01

## Inhoud

<b>1  </b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2  </b>	<b>Situatie</b>	<b>5</b>
2.1	Gebied	5
2.2	Nieuw te bouwen woningen	6
2.3	Railverkeer	7
<b>3  </b>	<b>Beoordelingskader</b>	<b>8</b>
3.1	SBR Trillingsrichtlijn A "Schade aan bouwwerken: 2017"	8
3.2	SBR Trillingsrichtlijn B: Hinder voor personen in gebouwen (2002)	9
3.3	Hinderkwalificatie	11
3.4	Beleidsregel trillinghinder spoor	12
<b>4  </b>	<b>Meetresultaten ESGL</b>	<b>12</b>
<b>5  </b>	<b>Trillingsprognose SFT</b>	<b>13</b>
5.1	Lengte treinen	13
5.2	Rijsnelheid treinen	14
5.3	Wissels	14
5.4	Afstandsreductie en bodemdemping	14
<b>6  </b>	<b>Samenvatting en conclusie</b>	<b>16</b>

## Figuren

- 1 Plankaart deelgebied noord

## Bijlagen

- 1 Bepalingswijze  $V_{per}$

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem/haar worden gebruikt voor het doel waarvoor het is opgesteld. Niets uit dit document mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever en/of van Noorman Bouw- en milieu-advies. Kwaliteit en verbetering van product en proces zijn bij Noorman Bouw- en milieu-advies gewaarborgd middels een kwaliteitsmanagementsysteem volgens NEN-EN-ISO 9001:2015.

## 1 | Inleiding

De gemeente Groningen is van plan om het Suikerfabriekterrein in Groningen te herontwikkelen tot een stadsdeel waar wonen, werken, ontspannen en ontwikkelen centraal staan. In eerste instantie wordt het noordelijke deelgebied ontwikkeld. Voor dat gebied is een stedenbouwkundig plan van eisen geformuleerd en zal een bestemmingsplan worden opgesteld.

In samenhang met dit bestemmingsplan wordt voor de ontwikkeling van het Suikerfabriekterrein, inclusief deelgebied noord, een milieueffectrapportage (MER) opgesteld.

Het terrein wordt doorsneden door de spoorlijn Groningen – Leeuwarden. Ten gevolge van het railverkeer treden in meer of mindere mate bodemtrillingen op. Voor de op te stellen milieueffectrapportage is in opdracht van Sweco Nederland B.V. onderzocht in hoeverre deze trillingen aanleiding kunnen geven tot hinder in de woonomgeving.

Hiertoe is aangehaakt op de in het kader van het project 'Extra Sneltrain Groningen – Leeuwarden (ESGL)' in 2014 uitgevoerde trillingsmetingen door Royal HaskoningDHV. Aan de hand van de resultaten is door het adviesbureau een trillingsprognose opgesteld, waarin voor de bestaande woningen langs het tracé Groningen – Leeuwarden de te verwachten effecten van de extra sneltrain zijn bepaald. De uitgangspunten en resultaten zijn vastgelegd in rapport T&PBA6790-104-203R001F10 'Extra Sneltrain Groningen - ESGL Trillingsonderzoek', d.d. 14 september 2016. In voorliggende trillingsprognose is gebruik gemaakt van deze reeds bekende gegevens.

## 2 | Situatie

### 2.1 Gebied

Het te ontwikkelen gebied omvat het gehele voormalige Suikerfabriekterrein en het bedrijventerrein Hoendiep-Zuid en wordt grofweg begrensd door de Johan van Zwedenlaan (westzijde), de weg Hoendiep (noordzijde), de Westelijke Ringweg (oostzijde) en de Peizerweg (zuidzijde). Het gebied wordt doorsneden door de spoorlijn Groningen - Leeuwarden.

In het vervolg van dit rapport wordt het gehele gebied bestaande uit het Suikerfabriekterrein en het bedrijventerrein Hoendiep-Zuid kortweg aangeduid als SFT.

Afbeelding 1 geeft een luchtfoto, met de begrenzing van het gebied. Binnen het SFT worden, als ook aangegeven in de afbeelding, de volgende vier deelgebieden onderscheiden:

- het voorterrein (1), dit is het voormalige fabrieksterrein van de suikerfabriek. Op het voorterrein zijn allerlei tijdelijke ontwikkelingen gaande, het terrein is tevens in gebruik als evenemententerrein;
- deelgebied noord (2), dit gebied omvat de voormalige vloeivelden, aan de noordkant van de spoorlijn en westelijk van het voorterrein;
- deelgebied zuid (3), dit gebied omvat de zuidelijk van de spoorlijn gelegen voormalige vloeivelden;
- bedrijventerrein Hoendiep-Zuidzijde (4), het bedrijventerrein ligt ingeklemd tussen het kanaal Hoendiep en de weg Hoendiep.

*Afbeelding 1: Globale begrenzing van het plangebied (rood omlijnd) en de vier deelgebieden (genummerd)*



## 2.2 Nieuw te bouwen woningen

Het gehele SFT biedt, uitgaande van een maximale invulling, ruimte aan in totaal circa 5.000 nieuw te bouwen woningen. Als aangegeven wordt in eerste instantie het deelgebied noord (2) ontwikkeld. Voor dit deelgebied is een plankaart opgesteld. De plankaart is gegeven in figuur 1. Uit de plankaart volgt dat de eerstelijnsbebouwing (woningen) is geprojecteerd op een afstand van ruim 30 m van de spoorbaan.

Voor de later te ontwikkelen deelgebieden 1 en 3 is in dit onderzoek rekening gehouden met eenzelfde afstand tussen de spoorbaan en de eerstelijnsbebouwing.

## 2.3 Railverkeer

### ESGL-project

Met het project ESGL wordt beoogd de reizigerscapaciteit op de spoorlijn Groningen – Leeuwarden te verhogen. Het project voorziet in de inzet van een extra sneltrein waardoor op het traject een dienstregeling ontstaat met in beide rijrichtingen twee stoptreinen en twee sneltreinen per uur (per richting). Tevens worden langere treinen ingezet. Ten behoeve van het project wordt het tracé op diverse plaatsen gewijzigd. De wijzigingen bestaan onder meer uit een spoorverdubbeling tussen Zuidhorn en Hoogkerk en een verlenging van de perrons van alle stations, met uitzondering van het station Groningen. Op verschillende delen van het traject, waaronder het traject Grijpskerk – Hoogkerk, worden maatregelen genomen zodat de snelheid kan worden verhoogd. Verder krijgt Zuidhorn een keerspoor zodat de pendeltrein tussen Groningen en Zuidhorn kan blijven rijden.

Er zijn géén wijzigingen voorzien op het spoortracé voor zover dat is gelegen binnen het SFT. Ook is niet voorzien in een snelheidsverhoging ter plaatse. Het effect van het ESGL blijft ter plaatse beperkt tot een verhoogde railverkeerintensiteit in combinatie met langere treinen.

Uit het rapport 'Extra Sneltrain Groningen - ESGL Trillingsonderzoek' en het 'Tracébesluit Extra Sneltrain Groningen – Leeuwarden' volgt dat voor het SFT rekening moet worden gehouden met op termijn, na realisatie van het ESGL-project, een treinfrequentie als gegeven in tabel 1.

Tabel 1: *Frequentie treinen SFT (prognosejaar 2030)*

Omschrijving	Periode	Aantal treinen (beide rijrichtingen gecumuleerd)
sneltrein	07.00 – 20.00 uur	4 per uur
	voor 07.00 uur en na 20.00 uur	2 per uur
stoptreinen	07.00 – 20.00 uur	4 per uur
	voor 07.00 uur en na 20.00 uur	2 per uur
pendeltrein	ochtend	6 per dag
goederentrein	--	1 per maand

In voorliggende trillingsprognose is rekening gehouden met de in tabel 1 gegeven treinfrequentie.

### Rijsnelheid

Uit het 'geluidregister spoor' van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat volgt dat de rijsnelheid van de reizigerstreinen en goederentrein respectievelijk circa 100 km/u en 60 km/u bedraagt op het spoortraject ter hoogte van het noordelijk en zuidelijk deelgebied van het SFT.

De rijsnelheid op het direct zuidelijk van het voorterrein (deelgebied 1) gelegen spoortraject varieert voor de reizigerstreinen van circa 100 km/u tot 70 km/u (laagste snelheid in de richting van het hoofdstation Groningen). De snelheid van de goederentrein varieert op dit deel van het traject van circa 60 tot 50 km/u.

### Extra treinstation

Als ook weergegeven in figuur 1 dient er rekening mee te worden dat centraal in het plangebied een extra treinstation wordt gerealiseerd. In hoeverre dit ter hoogte van het station consequenties heeft voor de ligging van de spoorbanen is op dit moment nog niet bekend. Mogelijk dient het spoor lokaal, ter hoogte van het station, te worden verdubbeld en moeten wissels worden aangebracht. Is dit het geval dan zal deze verdubbeling aan de zuidzijde van het bestaande spoor moeten plaatsvinden, dit om te borgen dat de afstand tussen de spoorbaan en het bouwvlak/bebouwing in het deelgebied noord niet korter wordt dan 30 m.

De afstand tussen de, eventueel ter hoogte van het station deels verdubbelde, spoorbaan en de eerstelijnsbebouwing in het zuidelijk deelgebied (gebied 2, afbeelding 1) dient eveneens ten minste 30 m te bedragen (= uitgangspunt voor deze trillingsprognose).

## 3 | Beoordelingskader

### 3.1 SBR Trillingsrichtlijn A "Schade aan bouwwerken: 2017"

De SBR-Trillingsrichtlijn A "Schade aan bouwwerken: 2017" behandelt de wijze waarop trillingsmetingen aan bouwwerken kunnen worden uitgevoerd en de wijze waarop de resultaten van de trillingsmetingen moeten worden verwerkt en beoordeeld in relatie tot de kans op mogelijke schade aan een bouwwerk.

Kans op schade treedt pas op bij relatief hoge trillingsniveaus (veel hoger dan de 'hindergrens'). In het kader van het ESGL-project zijn langs de spoorlijn Groningen – Leeuwarden in 10 woningen trillingsmetingen uitgevoerd. Aanvullend zijn trillingsmetingen uitgevoerd in een woning langs de Peizerweg. Dit laatste meetpunt is toegevoegd om specifiek de trillingssterkte vanwege passerende goederentreinen vast te kunnen stellen. Het merendeel van de beschouwde bestaande woningen ligt



binnen een afstand van 30 m van het spoor. Uit het ESGL-trillingsonderzoek (rapport Royal HaskoningDHV) volgt dat er ten gevolge van passerende treinen geen schade is te verwachten. Deze conclusie kan worden overgenomen voor de binnen het SFT nieuw te bouwen woningen.

### 3.2 SBR Trillingsrichtlijn B: Hinder voor personen in gebouwen (2002)

In Nederland bestaan op dit moment geen wettelijke regelingen en normen, die duidelijke grenswaarden met een beoordelingssysteem voor trillingen geven. Sinds 1993 is er wel de meet- en beoordelingsrichtlijn “Hinder voor personen in gebouwen”, waarin streefwaarden worden gegeven, waarvoor redelijkerwijs mag worden aangenomen dat er geen hinder optreedt. De SBR-publicatie is in 2002 geactualiseerd.

#### De trillingssterkte

Trillinghinder wordt beoordeeld op basis van de voortschrijdende effectieve waarde van de trillingsnelheid  $v_{\text{eff}}(t)$ . Deze wordt bepaald uit de gewogen momentane waarde  $v(t)$  volgens de in de richtlijn aangegeven specificaties. De weging correspondeert met de gevoeligheid van mensen voor trillingen.

De uiteindelijke beoordeling van trillinghinder vindt plaats op basis van de maximale trillingssterkte  $V_{\text{max}}$ . De waarde van  $V_{\text{max}}$  wordt bepaald uit de voortschrijdende effectieve waarde  $v_{\text{eff}}(t)$ .

#### De trillingssterkte over de beoordelingsperiode $V_{\text{per}}$

De trillingssterkte over de beoordelingsperiode  $V_{\text{per}}$  is een maat voor het aantal en de hoogte van de trillingspieken, die binnen een dag(deel) voorkomen en kan worden gezien als een ‘tijdgemiddelde waarde’. De definitie van  $V_{\text{per}}$  en de bijbehorende formules zijn gegeven in bijlage 1.

#### Streefwaarden trillinghinder

Maatgevend voor de beoordeling van de trillingssterkte is de gemeten maximale trillingssterkte  $V_{\text{max}}$  en de ‘gemiddelde’ trillingssterkte over de beoordelingsperiode  $V_{\text{per}}$ . Voor de aan te houden streefwaarden wordt in de SBR-richtlijn onderscheid gemaakt tussen gebouwfuncties en functies van ruimten binnen gebouwen volgens onderstaande indeling:

- 1 gezondheidszorg;
- 2 wonen;
- 3 kantoor en onderwijs;
- 4 bijeenkomstgebouwen;
- 5 kritische werkruimten (laboratoria, operatiekamers, etc.).

Verder wordt rekening gehouden met de omstandigheden waarin de trillingen voorkomen:

- 1 continu voorkomende trillingen gedurende lange tijd;
- 2 herhaald voorkomend trillingen gedurende lange tijd door weg- en railverkeer;
- 3 continu of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden, door bouw- of sloopwerkzaamheden;
- 4 incidenteel voorkomende, kortdurende trillingen (explosies o.i.d.).

Bij de beoordeling van weg- en railverkeer wordt verder nog onderscheid gemaakt tussen bestaande situaties, gewijzigde situaties of nieuwe situaties. Van bestaande situaties wordt gesproken bij een bestaande bron en een bestaande ontvanger. Voor nieuwe situaties geldt dat er sprake is van een nieuwe bron of een nieuwe ontvanger. Voor het SFT geldt derhalve dat er sprake is van een nieuwe situatie als bedoeld in de SBR-publicatie.

Volgens de SBR-publicatie valt spoorwegverkeer onder de categorie “herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd”. De streefwaarden zijn afhankelijk van de gebouwfunctie en de omstandigheden waaronder de trillingen voorkomen. De aan te houden streefwaarden omvatten drie componenten:

- $A_1$  = onderste streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{max}$ ;
- $A_2$  = bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte  $V_{max}$ ;
- $A_3$  = streefwaarde voor trillingssterkte over de beoordelingsperiode  $V_{per}$ .

In gebouwen wordt voldaan aan de streefwaarden als is voldaan aan één van de volgende voorwaarden:

- de waarde van de maximale trillingssterkte  $V_{max}$  is kleiner of gelijk aan  $A_1$ ;
- de waarde van de maximale trillingssterkte  $V_{max}$  is kleiner of gelijk aan  $A_2$  en de trillingssterkte over de beoordelingsperiode  $V_{per}$  is kleiner of gelijk aan  $A_3$ .

In tabel 2 is een aan de SBR-publicatie ontleend overzicht gegeven van de streefwaarden  $A_1$ ,  $A_2$  en  $A_3$  voor herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd met betrekking tot hinder voor personen in nieuwe situaties. De waarden gelden voor zowel de verticale als de horizontale trillingsrichtingen.

De grenswaarden voor wonen zijn voor de op het SFT terrein te realiseren ontwikkelingen maatgevend.

Tabel 2: Streefwaarden voor herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd voor nieuwe situaties

Gebouwfunctie	Dag- en avondperiode			Nachtperiode		
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
1 Gezondheidszorg	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
<b>2 Wonen</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,05</b>
3 Onderwijs en kantoor	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07
4 Bijeenkomst	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07
5 Kritische werkruimte	0,1	0,1	--	0,1	0,1	--

De streefwaarden zijn mede afhankelijk van de beoordelingsperiode dag, avond of nacht. Deze perioden zijn als volgt gedefinieerd:

- dagperiode: 07.00 – 19.00 uur;
- avondperiode: 19.00 – 23.00 uur;
- nachtperiode: 23.00 – 07.00 uur.

### 3.3 Hinderkwalificatie

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer.

Tabel 3: Hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer

V <sub>max</sub>	Hinderkwalificatie
< 0,1	geen hinder
0,1 – 0,2	weinig hinder (bestaande situaties)
0,2 – 0,8	matige hinder
0,8 – 3,2	hinder
> 3,2	ernstige hinder

Het accepteren van (matige) hinder door overschrijding van de streefwaarden kan onder meer afhankelijk zijn van de mate waarin de trillingssterkte voorkomt, de aanwezigheid van andere trillings-

bronnen (de achtergrondtrillingen), de mogelijkheid tot het treffen van trillingsreducerende maatregelen en de historie. In het geval van mogelijke hinder dienen de betrokken partijen te overleggen. Ernstige hinder is niet toelaatbaar.

### 3.4 Beleidsregel trillinghinder spoor

Op 27-03-2014 is de 'Beleidsregel trillinghinder spoor' (Bts) in werking getreden. Het besluit heeft specifiek betrekking op de wijze waarop in het kader van een te nemen Tracébesluit spoortrillingen dienen te worden bepaald en beoordeeld en is daarmee voor voorliggende prognose minder relevant.

In het besluit is vastgelegd dat bij de vaststelling van een tracébesluit de SBR-richtlijn B van toepassing is, met uitzondering van paragraaf 9.6, hoofdstuk 10 en bijlage V van de richtlijn. De eenheden en grootheden, bepalingmethoden, eisen aan meetapparatuur, meetmethode en bepaling van trillingssterkte komen in belangrijke mate overeen met de SBR-richtlijn B. Wel zijn er aanvullende bepalingen met betrekking tot de reproduceerbaarheid. Zo is in de Bts vastgelegd dat indien de onzekerheid van het resultaat meer dan 10% bedraagt bij de bepaling van de toetswaarde rekening moet worden gehouden met die onzekerheid. Voor de in het kader van het ESGL uitgevoerde trillingsmetingen (rapport 'Extra Sneltrain Groningen - ESGL Trillingsonderzoek') geldt dat voor zover de vastgestelde meetonzekerheid meer dan 10% bedroeg deze onzekerheid, als aangegeven in het Bts, is verrekend middels een correctiefactor op het meetresultaat.

## 4 | Meetresultaten ESGL

Als beschreven in het rapport 'Extra Sneltrain Groningen - ESGL Trillingsonderzoek' zijn in het kader van het ESGL langs het tracé Groningen – Leeuwarden meerdere trillingsmetingen uitgevoerd. De trillingsmetingen zijn uitgevoerd binnen in totaal 10 woningen. De woningen zijn representatief voor in totaal 9 clusters van (bestaande) woningen. Het betreft de clusters Hoogkerk, Den Horn, Zuidhorn, Grijpskerk, Veenwouden, Hurdegaryp, Tytsjerk, Leeuwarden Oost en Leeuwarden West.

Tijdens de meetperiode reden er geen goederentreinen op het tracé Groningen - Leeuwarden. Om het mogelijke effect van goederentreinen wel in rekening te kunnen brengen zijn metingen uitgevoerd in een woning aan de Peizerweg.

In het rapport is per woning een overzicht gegeven van de middels metingen vastgestelde  $V_{\max}$  – waarde van spoortrillingen (tabel 4-1 van het rapport). In de tabel is tevens een overzicht gegeven van de te verwachten  $V_{\max}$  – waarde rekening houdend met de (maandelijkse) goederentrein.

Voor de binnen het SFT te verwachten trillingsniveaus is aansluiting gezocht bij de voor het cluster Hoogkerk uitgevoerde metingen. Voor dit cluster zijn in het kader van het ESGL trillingsmetingen uitgevoerd binnen een woning aan de Industriestraat 99 te Hoogkerk. De woning ligt op een afstand van circa 940 m westelijk van het SFT.

De woning Industriestraat 99 dateert van 1957 en is opgetrokken in metselwerk. Het meetpunt was gesitueerd op de (houten) vloer van een slaapkamer op de eerste verdieping. De woning ligt op een afstand van 26 m tot het bestaande spoor.

Blijkens het rapport 'Extra Sneltrain Groningen - ESGL Trillingsonderzoek' bedraagt de huidige rij-snelheid van de treinen ter hoogte van de woning maximaal 100 km/u. Dit stemt overeen met de gegevens uit het geluidregister, waar eveneens een rij-snelheid van 100 km/u is aangegeven. Uit het register volgt dat de rij-snelheid van de maandelijkse goederentrein ter plaatse 60 km/u bedraagt.

Binnen de woning zijn de volgende maximale trillingssterkten vastgesteld:

$V_{\max} = 0,11$  ten gevolge van passerende reizigerstreinen en

$V_{\max} = 0,12$  ten gevolge van de passage van reizigers- en goederentreinen.

De voornoemde trillingssterkten dienen als basis voor de trillingsprognose voor het SFT.

## 5 | Trillingsprognose SFT

### 5.1 Lengte treinen

In de huidige situatie worden treinen ingezet met een maximale lengte van 112 m. Met het ESGL wordt de inzet van langere treinen mogelijk gemaakt (tot een lengte van mogelijk 168 m). De inzet van deze langere treinen is beperkt tot de spitsperioden.

Uit het rapport 'Extra Sneltrain Groningen - ESGL Trillingsonderzoek' volgt dat de verschillen in lengte geen verschil in het te verwachten  $V_{\max}$  opleveren. Dit stemt overeen met onze ervaringen. Ten behoeve van een woningbouwproject zijn door ons in mei 2019 trillingsmetingen uitgevoerd in de nabijheid van de spoorlijn Groningen – Delfzijl/Roodeschool. Uit die metingen is geen directe relatie tussen de optredende maximale trillingssterkte en de lengte (aantal treinstellen) van de passerende treinen geconstateerd. Wel is de passageduur van een langere trein hoger, met als gevolg dat er meer trillingspieken per tijdseenheid kunnen optreden.

## 5.2 Rijsnelheid treinen

In zijn algemeenheid geldt dat er een directe relatie is tussen de rijsnelheid en de (maximale) trillingssterkte. Een hogere rijsnelheid leidt in algemene zin tot een hogere maximale trillingssterkte. De relatie tussen de rijsnelheid en trillingssterkte is middels een machtsfunctie beschreven in het rapport 'Extra Sneltrain Groningen - ESGL Trillingsonderzoek'.

De maximale rijsnelheid van de reizigerstreinen en (maandelijkse) goederentrein binnen het SFT is vergelijkbaar met de rijsnelheid van de treinen ter hoogte van de woning Industriestraat 99 te Hoogkerk. Een eventuele correctie voor afwijkende rijsnelheden is derhalve niet aan de orde.

## 5.3 Wissels

Met de aanleg van een extra spoorstation dienen ter hoogte van dit station mogelijk wissels in het spoortracé te worden opgenomen. Als ook aangegeven in het rapport 'Extra Sneltrain Groningen - ESGL Trillingsonderzoek' is een mogelijke invloed van deze wissels uit te sluiten bij een afstand  $\geq 30$  m van de wissel. Op het SFT is dit het geval. De afstand van de eerstelijnsbebouwing tot het spoor bedraagt ten minste 30 m.

Overigens zal bij het passeren van een wissel c.q. het stoppen ter hoogte van het station de rijsnelheid relatief laag zijn, hetgeen de trillingsniveaus, als ook beschreven in voorgaande paragraaf, verder beperkt.

## 5.4 Afstandsreductie en bodemdemping

De afname van de trillingssterkte als functie van de afstand kan worden beschreven met de formule van Barkan:

$$v(r) = v(r_0) \times \frac{r_0^n}{r^n} \times e^{-a(r-r_0)}$$

met:

- $v(r)$  = trillingssnelheid op afstand  $r$  van de bron;
- $v(r_0)$  = trillingssnelheid op referentieafstand  $r_0$  van de bron;
- $r$  = afstand bron tot ontvanger;
- $r_0$  = referentieafstand tot de bron;
- $n$  = parameter voor beschrijving van de geometrische uitbreiding;
- $a$  = parameter voor beschrijving van de materiaaldemping.

In het kader van het ESGL zijn meetraaimetingen uitgevoerd. Dit zijn metingen waarbij op verschillende afstanden van het spoor de trillingssterkte wordt bepaald om de mate van voortplanting in de bodem te kunnen bepalen. Op basis van deze metingen zijn voor Hoogkerk de volgende parameters vastgesteld:  $a = 0,02$  en  $n = 0,15$ .

### Berekening en beoordeling $V_{\max}$

Voor het SFT geldt dat de nieuw te realiseren woningen op een afstand van ten minste  $r = 30$  m van de spoorbaan komen te liggen. De woning Industriestraat 99 ligt op een afstand  $r_0 = 26$  m van de spoorbaan. De binnen de woning vastgestelde maximale trillingssterkte, uitgedrukt als  $v(r_0)$ , bedraagt respectievelijk  $v(r_0) = 0,11$  ten gevolge van reizigerstreinen en  $v(r_0) = 0,12$  ten gevolge van reizigers- en goederentreinen.

De te verwachten maximale trillingssterkte binnen de op een afstand van 30 m van het spoor te realiseren woningen bedraagt dan:

$V_{\max} = 0,10$  ten gevolge van reizigerstreinen en  
 $V_{\max} = 0,11$  ten gevolge van reizigers- en goederentreinen.

Dit is 0,01 lager dan in het kader van het ESGL is vastgesteld voor de woning Industriestraat 99.

Voor de beoordeling dienen de berekende waarden te worden afgerond op 1 decimaal (zie ook tabel 2). De toetswaarde bedraagt dan:

$V_{\max} = 0,1$

Uit voorgaande volgt dat binnen de op het SFT te realiseren woningen naar verwachting kan worden voldaan aan de streefwaarde  $A_1$ :  $V_{\max} \leq 0,1$ .

### Berekening en beoordeling $V_{\text{per}}$

De trillingssterkte over de beoordelingsperiode is indicatief bepaald uitgaande van de volgende worst-case uitgangspunten:

$V_{\text{eff,max,30,i}} = 0,10$  voor iedere passerende reizigerstrein en  
 $V_{\text{eff,max,30,i}} = 0,11$  voor de passerende goederentrein.

In aansluiting op tabel 1 bedraagt het aangehouden aantal passages:

- reizigerstreinen      dagperiode:    102 (duur passage 6 seconden);  
                                  avondperiode:    20 (duur passage 6 seconden);  
                                  nachtperiode:    32 (duur passage 6 seconden).
- goederentrein      avondperiode\*:    1 (duur passage 30 seconden).

\* Conform bestaande situatie als opgenomen in het geluidregister

De op basis van bovenstaande uitgangspunten bepaalde trillingssterkte over de beoordelingsperiode bedraagt:

$$\begin{aligned} V_{\text{per,dagperiode}} &= 0,01; \\ V_{\text{per,avondperiode}} &= 0,01; \\ V_{\text{per,nachtperiode}} &= 0,01. \end{aligned}$$

Uit voorgaande volgt dat binnen de op het SFT te realiseren woningen naar verwachting ruimschoots wordt voldaan aan de streefwaarde  $A_3$ :  $V_{\text{per}} \leq 0,05$ , geldend voor zowel de dag-, avond-, als nachtperiode.

## 6 | Samenvatting en conclusie

In het kader van het project 'Extra Sneltrain Groningen – Leeuwarden (ESGL)' zijn in 2014 trillingsmetingen uitgevoerd binnen meerdere woningen langs het spoortracé Groningen - Leeuwarden, waaronder metingen in Hoogkerk. De resultaten van het ESGL-onderzoek zijn gebruikt voor het opstellen van een trillingsprognose voor het te ontwikkelen Suikerfabriekterrein.

Uitgangspunt is dat afstand tussen de op het Suikerfabriekterrein te realiseren woningen en het spoor ten minste 30 m bedraagt. Voor het deelgebied noord is dit reeds verwerkt op de plankaart.

Uit de prognose volgt dat in dat geval aan de streefwaarden als vastgelegd in de SBR Trillingsrichtlijn B: Hinder voor personen in gebouwen (2002) kan worden voldaan. Trillingshinder vanwege spoorwegverkeer is niet te verwachten.

Noorman Bouw- en milieu-advies



## Figuren

# SUIKERFABRIEKTERREIN - Plankaart

21910194  
Figuur 1

(verkleind naar A4-formaat)



## **Bijlagen**

### Trillingssterkte over de beoordelingsperiode $V_{per}$

De letterlijke definitie van de trillingssterkte over de beoordelingsperiode luidt: het kwadratisch gemiddelde van de grootste effectieve waarde per interval van 30 seconden in de desbetreffende beoordelingsperiode:

$$V_{per} = v_{per,meet} \cdot \sqrt{\frac{T_b}{T_o}}$$

$$v_{per,meet} = \sqrt{\left[ \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n v_{eff,max,30,i}^2 \right]}$$

waarin:

- n = het aantal perioden van 30 seconden in de meetperiode
- $v_{eff,max,30,i}$  = de grootste waarde per interval i van 30 seconden van  $v_{eff}(t)$
- $T_b$  = is de tijdsduur dat de trillingsbron actief is in de beoordelingsperiode
- $T_o$  = is de duur van de beoordelingsperiode (dag-, avond- of nachtperiode)

$V_{per}$  is een maat voor het aantal en de hoogte van de trillingspieken, die op een dag(deel) voorkomen.