

Muggenburg Zuid, Schagen

Onderzoek trillingshinder spoor

Status	definitief
Versie	001
Rapport	B.2023.0050.00.R001
Datum	10 juli 2023



Colofon

Opdrachtgever	Sweco Nederland B.V. Robijnstraat 11 1812 RB ALKMAAR
Contactpersoon opdrachtgever	de heer S. Helmendach
Project Betreft Uw kenmerk	SWECO - Muggenburg Zuid, Schagen Trillingsonderzoek -
Rapport Datum Versie Status	B.2023.0050.00.R001 10 juli 2023 001 definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw B.V. Weerdjesstraat 70 6811 JE Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Contactpersoon	ing. R.G. (Reinoud) Fennema 088 346 76 33 rfe@dgmr.nl
Auteur	ing. J.J. (Jesse) Bijl 088 346 76 39 jby@dgmr.nl
Projectadviseur	ing. A.W.N. (Antwan) van Haaren 088 346 76 02 hr@dgmr.nl
2e lezer/secr.	JBYP/PZW

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Situatie	5
2.1 Kavel	5
2.2 Spoor en treinmaterieel	5
3. Toetsingskader	6
4. Metingen	7
4.1 Meetomstandigheden	7
4.2 Meetpunten	7
4.3 Verwerking meetresultaten	7
5. Resultaten	8
6. Uitgangspunten prognose	9
6.1 Methode	9
6.2 Trilgedrag woningcasco	9
6.3 Trilgedrag vloeren	9
7. Prognose	10
8. Maatregelen	11
9. Conclusies	12

Bijlagen

Bijlage 1	Trillingsregistraties
Bijlage 2	Trillingsprognoses

1. Inleiding

In opdracht van SWECO heeft DGMR Bouw B.V. een trillingsonderzoek uitgevoerd voor de woning-ontwikkeling in het plan Muggenburg Zuid in Schagen. Dit plan ligt deels op korte afstand van de spoorlijn Alkmaar - Den Helder. Hierdoor is er rekening te houden met trillingen van het spoor. Om de trillingsbelasting in beeld te brengen, is een trillingsonderzoek uitgevoerd, waarbij verkennende trillingsmetingen zijn uitgevoerd op de kavel waaruit de trillingsbelasting op de kavel is bepaald. Met deze gegevens en de kenmerken van de planinvulling is een trillingsprognose opgesteld. Deze is getoetst aan de hiervoor geldende streefwaarden uit de trillingsrichtlijn SBR-B. Als er aanvullende maatregelen nodig zijn om te voldoen aan de SBR-B, dan zijn deze op hoofdlijnen aangegeven.

2. Situatie

2.1 Kavel

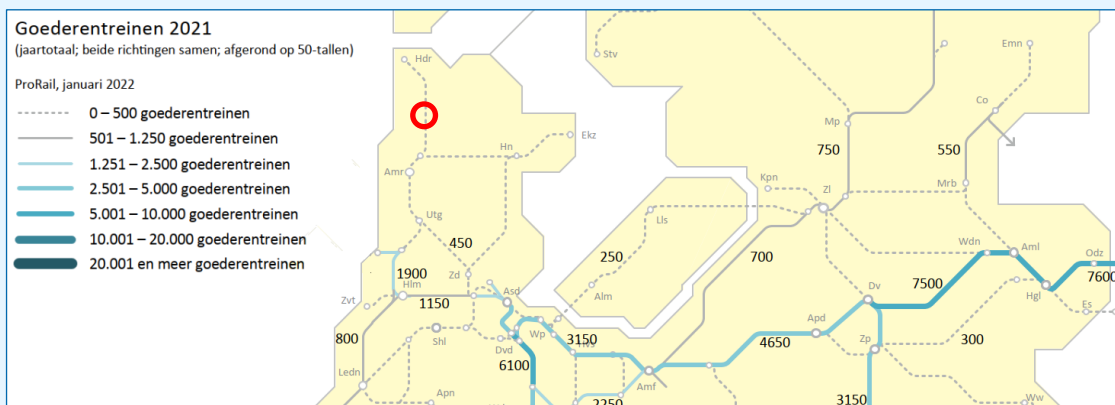
Het bouwplan bestaat uit het realiseren van grondgebonden woning op enkele percelen die nu nog in gebruik zijn als akker of grasland, zie figuur 1. Het oostelijke deel van het plan ligt binnen 100 meter afstand van de spoorlijn Alkmaar - Den Helder, de afstand waarbinnen volgens de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen onderzoek naar trillingshinder gewenst is.



figuur 1: plan Muggenburg Zuid, met daarop ingetekend de meetpunten

2.2 Spoor en treinmaterieel

Op het traject Alkmaar - Den Helder rijden overwegend reizigerstreinen (intercity's type VIRM), twee per uur per richting. Goederentreinen komen op dit traject weinig voor en zijn gedurende de meetweek niet waargenomen. Volgens het jaarrapport spoorgoederenvervoer van ProRail, zie figuur 2, rijden er per jaar 0 tot 500 goederentreinen (beide richtingen samen). Dit is de laagste klasse die ProRail toekent aan lijnen van het hoofdnet en het kan zijn dat hiervan maar een fractie rijdt. Per dag rijdt er hooguit één goederentrein per richting, inclusief werktreinen (onderhoud).



figuur 2: goederenvervoer per jaar, beide richtingen samen (rode cirkel is kavel) Bron: jaarrapport ProRail (2021)

3. Toetsingskader

Het ministerie van I&W heeft in het jaar 2019 de “Handreiking nieuwbouw en spoortrillingen” uitgegeven, die in dit rapport wordt aangehouden. In deze handreiking wordt de SBR-B richtlijn “Trillingshinder voor personen in gebouwen” geadviseerd als toetsingskader voor trillingen. In deze richtlijn zijn de in tabel 1 weergegeven streefwaarden opgenomen voor nieuwbouw.

tabel 1: SBR-B - streefwaarden continue en herhaald voorkomende trillingen, nieuwe situaties

Gebouwfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

A1 = onderste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} ; A2 = bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max}

A3 = streefwaarde voor de gemiddeld effectieve waarde over de beoordelingsperiode V_{per} , wanneer $A1 < V_{max} < A2$

Nieuwe woonbebouwing, nabij weg of spoorlijn, voldoet aan de SBR-B als de maximale effectieve trillingssterkte V_{max} kleiner is dan 0,2 (nacht) en de gemiddelde trillingssterkte V_{per} niet hoger is dan 0,05. Als V_{max} kleiner is dan 0,1, komt de toetsing van de V_{per} te vervallen. Voor de toetsing worden meet- en prognosewaarden afgerond op het aantal decimalen van de streefwaarde.

4. Metingen

4.1 Meetomstandigheden

In overeenstemming met de aanbeveling in de SBR-B is gedurende een week gemeten, om variaties in spoorgebruik en materieel mee te nemen in de metingen. De metingen zijn uitgevoerd tussen 13 en 20 juni 2023. In deze meetperiode was er sprake van een normale dienstregeling.

4.2 Meetpunten

Er zijn vijf meetsystemen geplaatst op de kavel. Drie ervan liggen op één meetlijn haaks op het spoor, op 30 meter, 60 meter en 90 meter afstand van het hart van het westelijke spoor. De overige twee meetpunten liggen op 60 meter afstand van het spoor, maar meer naar het noorden. Om een vergelijk te kunnen maken van de trillingsopwekking over de lengte van de kavel is hiervoor een gelijke afstand aangehouden. De meetafstand van 30 meter was niet op alle posities mogelijk vanwege het verloop van de kavel, dus daarom wordt dit vergelijk gemaakt op 60 meter afstand. De meetpunten Mp1 t/m Mp5 zijn aangegeven in figuur 1. Alle sensoren zijn geplaatst met de X-richting haaks op het spoor en de Y-richting parallel aan het spoor. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de gebruikte meetsystemen.

tabel 2: meetlocaties en systemen

Meetpunt	Afstand	Meetsysteem	Serienummer
Mp1	30 meter	Profound Vibra SBR	VIB00488
Mp2	60 meter	Profound Vibra SBR	VIB00588
Mp3	90 meter	Profound Vibra SBR	VIB01045
Mp4	60 meter	Profound Vibra SBR	VIB01187
Mp5	60 meter	Profound Vibra SBR	VIB01188

4.3 Verwerking meetresultaten

Om alleen de invloed van treinpassages, zonder verstoringen, in beeld te brengen, zijn treinpassages en mogelijke verstoringen in de trillingsregistraties geïdentificeerd op basis van onderling vergelijk van de meetsystemen. Waar nodig (en mogelijk) zijn pieken in de registraties geïdentificeerd op basis van de camerabeelden (spoorgerichte camera). Verstoorde treinpassages zijn buiten beschouwing gelaten.

De meetsystemen meten de maximale trillingssterkte V_{top} en de voor trillingshinder maatgevende effectieve trillingssterkte V_{eff} . De V_{eff} wordt overeenkomstig de SBR-B gemeten in 30 seconden intervallen. Dit is voor identificatie van treinpassages en check op verstoringen te grof. De identificatie van passages/verstoringen is daarom gedaan aan de hand van het trillingssignaal V_{top} , dat een 10x hogere resolutie heeft. Van de geïdentificeerde treinpassages (vrij van verstoringen) is vervolgens de bijbehorende effectieve trillingssterkte $V_{eff,max}$ geselecteerd voor verdere analyse en prognose. De hoogste $V_{eff,max}$ is de maatgevende V_{max} volgens de SBR-B richtlijn.

5. Resultaten

Bijlage 1 geeft een overzicht van de trillingsregistraties en eventuele verstoringen gedurende een week meten. Afgebeeld is de trillingssterkte V_{top} die, zoals in paragraaf 4.3 is omschreven, wordt gebruikt voor de identificatie van treinpassages. De passages met de hoogste trillingsopwekking zijn weergegeven in tabel 3. Getoond worden de effectieve trillingssterkten ($V_{eff,max}$), gerangschikt op aflopende trillingssterkte in Z-richting (verticaal) van meetpunt Mp1.

tabel 3: trillingssterkten $V_{eff,max}$ (top-15)

Top-15			Mp1 (30 m)			Mp2 (60 m)			Mp3 (90 m)			Mp4 (60m)			Mp5 (60m)		
Nr	Treintype	Tijdstip	X ¹⁾	Y ¹⁾	Z ²⁾	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	IC VIRM (Z)	16/6-22:53	0,12	0,12	0,19	0,10	0,09	0,10	0,08	0,07	0,10	0,10	0,09	0,10	0,15	0,10	0,11
2	IC VIRM (Z)	16/6-23:25	0,11	0,12	0,18	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,10	0,09	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10
3	IC VIRM (N)	17/6-22:34	0,10	0,13	0,16	0,09	0,09	0,10	0,07	0,08	0,08	0,10	0,10	0,09	0,11	0,10	0,10
4	IC VIRM (Z)	19/6-00:21	0,10	0,10	0,16	0,10	0,10	0,13	0,09	0,06	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
5	Goederen (Z)	14/6-05:00	0,10	0,10	0,15	0,08	0,09	0,10	0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,13
6	IC VIRM (Z)	17/6-23:24	0,09	0,10	0,15	0,09	0,10	0,11	0,06	0,06	0,07	0,09	0,08	0,10	0,11	0,10	0,10
7	Lege IC (Z)	18/6-22:53	0,10	0,13	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
8	IC VIRM (Z)	19/6-09:25	0,10	0,10	0,15	0,09	0,09	0,10	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10
9	IC VIRM (Z)	14/6-00:17	0,10	0,10	0,14	0,10	0,07	0,10	0,07	0,05	0,07	0,08	0,08	0,10	0,10	0,09	0,10
10	IC VIRM (Z)	15/6-00:17	0,10	0,10	0,14	0,09	0,10	0,09	0,07	0,05	0,08	0,10	0,09	0,10	0,10	0,08	0,10
11	IC VIRM (Z)	15/6-06:24	0,08	0,10	0,14	0,07	0,08	0,08	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,10	0,10	0,11
12	IC VIRM (Z)	15/6-07:55	0,09	0,10	0,14	0,09	0,10	0,10	0,06	0,07	0,06	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,11
13	IC VIRM (Z)	15/6-17:54	0,09	0,10	0,14	0,09	0,10	0,10	0,06	0,06	0,07	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10
14	IC VIRM (Z)	15/6-20:54	0,08	0,10	0,14	0,10	0,09	0,11	0,06	0,07	0,06	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10
15	IC VIRM (Z)	16/6-09:26	0,08	0,10	0,14	0,10	0,10	0,10	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,10	0,10
V_{max}			0,12	0,13	0,19	0,10	0,10	0,13	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,13	0,15	0,11	0,13

1) X-richting is de horizontale richting haaks op het spoor, Y is parallel aan het spoor

2) Gerangschikt op Mp1, Z-richting

Beschouwing

In tabel 3 is te zien dat de top-15 bijna helemaal bestaat uit intercity's in zuidelijke richting. Opvallend is dat de top-15 gevuld is met treinen vanaf de avond (18:00) tot in de ochtend (09:30). Van de vele intercity's overdag heeft er geen de top-15 gehaald. Vermoedelijk heeft dit met de belading en/of kortere treinen te maken. Ook opvallend is dat 14 van de 15 treinen in zuidelijke richting reden, dus over het westelijke spoor dat het dichtst bij de kavel ligt. Hoewel dit spoor 4 meter dichter bij de meetpunten ligt dan het oostelijke spoor, maakt dit op een afstand van minstens 30 meter in de praktijk doorgaans niet veel uit. Het kan dus zijn dat het westelijke spoor meer trillingen opwekt dan het oostelijke spoor.

De gemeten effectieve trillingssterkten $V_{eff,max}$ lagen op het meetpunt op 30 meter (Mp1) onder 0,2. Op de meetpunten op 60 meter (Mp2) en 90 meter (Mp3) van het spoor lagen de waarden, op één uitzondering na, al onder de voelbaarheidsgrens van 0,1 (mm/s).

De hoogste trillingen treden op in de verticale Z-richting, ook al is het verschil met de horizontale meetrichtingen op meer dan 60 meter afstand van het spoor verwaarloosbaar. De praktijk wijst uit dat de verticale meetrichting in dat geval maatgevend zal zijn voor de te realiseren bebouwing, vanwege de te verwachten hogere overdrachtsverzwakking van maaiveld naar fundatie in horizontale richtingen en de mogelijke trillingsversterking op vloerniveau in verticale richting.

6. Uitgangspunten prognose

6.1 Methode

Voor een prognose van de te verwachten trillingssterkten in toekomstige bebouwing is een empirisch rekenmodel opgezet. Daarin is gebruikgemaakt van door TNO ontwikkelde overdrachtsfuncties, aangevuld met door DGMR verzamelde meetdata.

6.2 Trilgedrag woningcasco

Op verdiepingen kan de horizontale richting soms dominant zijn qua trillingen, als een woningcasco in resonantie raakt op het funderingssysteem en een kantelbeweging ondergaat. Dit treedt vaak op bij (langere) goederentreinen en speelt zich af bij lage frequenties (≤ 10 Hz), maar laat zich op voorhand vaak moeilijk voorspellen. Bij kortere en sneller rijdende reizigerstreinen is dit risico veel minder aanwezig. Op deze lijn komen de hierboven bedoelde lange/zware goederentreinen niet voor en hoeft in de prognose geen rekening te worden gehouden met substantiële versterking in horizontale richtingen op hogere verdiepingen en bij deze zeer lage frequenties.

6.3 Trilgedrag vloeren

Qua trilgedrag van vloeren wordt gerekend met een karakteristiek waarbij de maximale trillingsversterking optreedt rond de laagste buig-eigenfrequentie van de vloer. De vloerversterking ligt vaak in de orde van een factor 1 tot 3 (tot 10 dB) en is afhankelijk van het gekozen vloertype en het al dan niet samenvallen van vloereigenfrequenties met dominante frequenties in het treinspectrum. Voor bebouwing dicht bij het spoor is het van belang om de vloerkeuze daarop af te stemmen. Bij een betonvloer met een laagste buig-eigenfrequentie van 16 Hz is de versterking meestal ruim lager dan een factor 2. In de prognose wordt rekening gehouden met deze stijfheidseigenschappen.

7. Prognose

In bijlage 2 zijn de prognoseberekeringen opgenomen voor grondgebonden woningen (uitgevoerd in beton/steen) gefundeerd op palen. De prognoses zijn gegeven voor afstanden van 30, 60 en 90 meter afstand van het spoor en zijn opgesteld voor de qua trillingsopwekking maatgevende trein. Voor de V_{per} berekening (gemiddelde trillingssterkte) is de verdelingsfunctie van de V_{max} gebruikt, zoals gemeten op het eerste bodemmeetpunt. Hierdoor wordt qua trillingssterkte gerekend met een reële verdeling qua trillingsopwekking.

In tabel 4 worden de uit bijlage 2 overgenomen verwachte trillingssterkten V_{max} en V_{per} voor de voorgenomen bebouwing weergegeven.

tabel 4: trillingsprognose V_{max} en (V_{per}) - grondgebonden woningen en appartementen

Gebouwtype	Bouwlagen	Richting	Trillingsprognose V_{max} (V_{per})		
			30 meter	60 meter	90 meter
Laagbouw op palen	2-3	Horizontaal	0,07 (--)	0,05 (--)	0,04 (--)
		Verticaal	0,30 (0,02)	0,20 (0,00)	0,15 (0,00)
Appartementen	≥ 4	Horizontaal	0,06 (--)	0,04 (--)	0,03 (--)
		Verticaal	0,17 (0,00)	0,11 (0,00)	0,08 (--)

Beschouwing

Uit tabel 4 valt op te maken dat op 60 meter afstand van het spoor de trillingssterkten in grondgebonden woningen gelijk of lager zullen zijn dan de streefwaarden uit de SBR-B.

Rekening houdend met de gebruikelijke afronding (op één decimaal) zal echter op meer dan 45 meter al worden voldaan aan de SBR-B. Binnen 45 meter is er een risico op lichte overschrijding van de streefwaarde A2 van 0,2 in de nachtperiode. Dit zal afhangen van de overdrachtskarakteristiek van de te bouwen woningen. Dit zal dan slechts optreden bij een beperkt aantal treinen en afgaand op de trillingsregistraties (tabel 3) alleen in de delen van de nachtperiode tot 01.00 uur 's nachts en vanaf 05.00 uur 's ochtends.

Bij een appartementenbouw binnen 45 meter van het spoor, met een bouwhoogte van ten minste vier lagen (drie verdiepingen) zal overschrijding naar verwachting niet optreden vanwege de hogere bouwmassa. Verwacht mag worden dat dergelijke appartementen op 20 meter afstand van het spoor al zullen voldoen.

8. Maatregelen

De beperkte overschrijdingen worden veroorzaakt door trillingen in het frequentiegebied van 10 tot 12,5 Hz en hebben te maken met de wielkwaliteit van de passerende treinen.

Woningen binnen 45 meter afstand van het spoor kunnen beter bestand gemaakt worden tegen deze trillingen door bijvoorbeeld de woningvloeren te ontwerpen op een laagste buig-eigenfrequentie hoger dan 16 Hz. De vloer reageert dan minder op de geconstateerde dominante trilfrequenties in het treinspectrum. Bij rijwoningen met een kleine beukmaat, tot ongeveer 5,5 meter, zal dit in de regel weinig impact hebben op de bouwwijze. Ook is het van belang om in deze zone traditioneel te bouwen in steen/beton. Daarnaast kan overwogen worden om in deze zone zwaarder te bouwen, bijvoorbeeld appartementen met een bouwhoogte van ten minste vier lagen. Bij dit type bouw zijn op meer dan 30 meter afstand van het spoor geen overschrijdingen te verwachten.

9. Conclusies

Tijdens de uitgevoerde trillingsmetingen op de kavel(s) van het plan Muggenburg Zuid zijn maar weinig goederentreinen waargenomen. Deze komen maar af en toe voor en meestal gaat het om werktreinen (spooronderhoud). Voor het bouwplan zijn nagenoeg uitsluitend intercitytreinen van belang, die met hoge snelheid de kavel(s) passeren. De hoogste trillingen zijn daarbij afkomstige van het westelijke spoor (zuidwaartse treinen) dat het dichtst bij plan ligt.

De invloed van reizigerstreinen is beperkt tot ongeveer 45 meter afstand van het spoor. Op meer dan 45 meter afstand kan in grondgebonden woningen worden voldaan aan de SBR-B trillingsrichtlijn. Daarbinnen bestaat er voor bebouwing op ten minste 30 meter afstand van het spoor een risico op lichte overschrijding van de streefwaarde A2 van 0,2 in de nachtperiode. De streefwaarde A3, die geldt voor de trillingssterkte V_{per} , wordt niet overschreden. Vanwege het beperkte aantal treinen dat licht voelbare trillingen opwekt, is de V_{per} zeer laag te noemen en in woningen op meer dan 45 meter afstand van het spoor zelfs verwaarloosbaar.

Gezien de verwachte beperkte overschrijding is het mogelijk om grondgebonden woningen in de zone van 30 tot 45 meter van het spoor te ontwikkelen, mits gelet wordt op het voorkomen van resonantie van woningvloeren door deze wat stijver uit te voeren. De eenvoudigste maatregel is om in deze zone woningen met een beperkte beukmaat te bouwen van ongeveer 5,5 meter of minder. Deze beperkte vloeroverspanning resulteert in een stijvere vloer met hogere buig-eigenfrequentie. Zo nodig kan aanvullend de vloerdikte licht verhoogd worden.

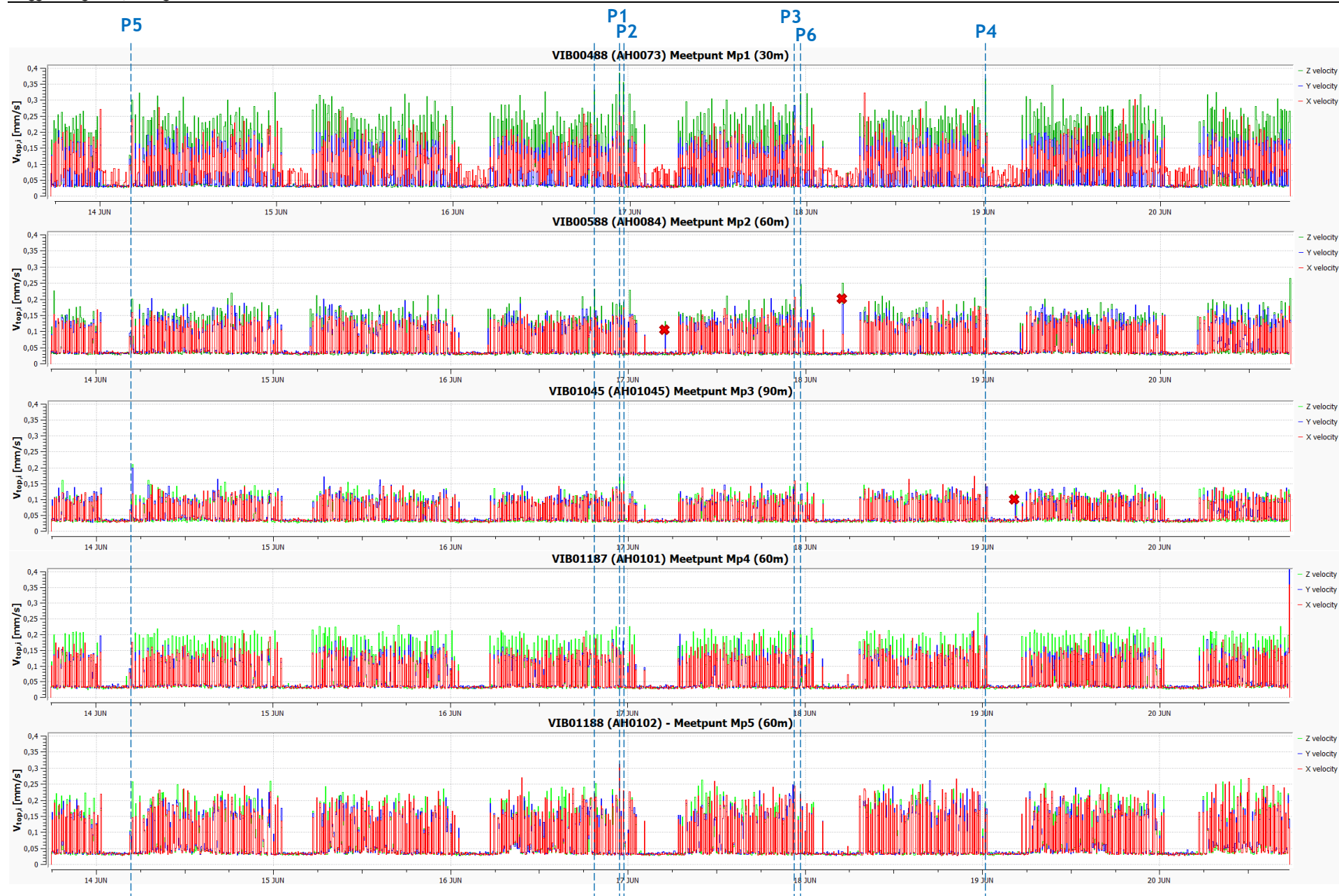
Een andere optie om de trillingsrisico's te beperken, is het vergroten van bouwmassa. Voor de zone van 30 tot 45 meter van het spoor is het realiseren van appartementen met een bouwhoogte van ten minste vier lagen (drie verdiepingen) te adviseren.

Met inachtneming van bovenstaande adviezen is het overal in het plan Muggenburg Zuid mogelijk te voldoen aan de trillingsrichtlijn en qua trillingen een goed woon- en leefklimaat te bereiken.

ing. A.W.N. (Antwan) van Haaren
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

Titel	Trillingsregistraties
Omvang	1 blad



Bijlage 2

Titel	Trillingsprognoses
Omvang	3 bladen (30 m - 60 m - 90 m)

Trillingsprognose railverkeer

project Muggenburg Zuid, Schagen
gebouwtype Rijwoning
gebouwafstand (tot spoor) 30 m

bronspectrum
vormfactor C_r
referentieafstand

Sprinter 2/4 - 00:52
0,47
30 m

(verhouding V_{rms}/V_{top})

passages per uur
peiljaar
rijnsnelheid
referentie snelheid

0
2023
140
140

(voelbaar $V_{eff} > 0,1$)
km/u
km/u

X

Bodemtrillingen

1/3-octaf	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	som
bronspectrum (rms, gem)			69	69	69	81	86	88	90	88	86	100	97	87	91	83	77	71	77	68	57				103
spreiding																									
bronspectrum (rms, max)			69	69	69	81	86	88	90	88	86	100	97	87	91	83	77	71	77	68	57				103
snelheidscorrectie																									
afstandscorrectie																									
L_v [dB]			69	69	69	81	86	88	90	88	86	100	97	87	91	83	77	71	77	68	57				103
V_{rms} [mm/s]			0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,10	0,07	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00				0,14
																									0,30

SBR-A / Gebouwschade

Stijf punt fundatie	gebouwtype:	User defined 0	overdracht laagbouw (H)																						
$H_{v,3}$ [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	-2,0	-3,0	-3,0	-4,0	-5,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0				
L_v [dB]		69	69	69	81	85	86	87	85	82	95	91	81	85	77	71	65	71	62	51					98
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,08
																									0,17

SBR-C / Verstoring van apparatuur (v_{rms})

Begane grond	vloertype: user defined																													
H _{v,3}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0										
L _v [dB]	69	69	69	81	85	86	87	85	82	95	91	81	85	77	71	65	71	62	51					98						
V _{rms} [mm/s]	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,08						
																								0,17						

1e verdieping

vloertype:	user defined																								
$H_{v,3}$ [dB]		0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	1,2	1,9	2,3	0,7	-0,1	-0,3	-0,5	-0,7	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0					
$H_{v,3,ref}$ [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
L_v [dB]		69	69	70	81	86	87	89	88	83	95	90	81	84	76	70	64	70	61	50					99
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,08
																									0,18

2e verdieping

H _{v,3} [dB]	H _{v,ref} [dB]	L _v [dB]	V _{rms} [mm/s]	vloertype:																	v _{top}		
				0,2	0,3	0,5	0,9	1,4	2,3	3,8	4,7	1,3	-0,2	-0,6	-1,0	-1,4	-1,8	-2,0	-2,0	-2,0			-2,0
				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
				70	69	70	82	87	88	91	90	83	95	90	80	83	75	69	63	69	60	49	99
				0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
																							0,19

SBR-B / Hinder voor personen (v_{eff})

Begane grond	gebouwtype:	User defined 0	overdracht laagbouw (H)																						
SBR-weging		-15,1	-13,2	-11,2	-9,5	-7,8	-6,1	-4,7	-3,5	-2,5	-1,7	-1,2	-0,8	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
L_v [dB]		58	59	62	75	81	83	85	84	81	94	90	81	84	77	71	65	71	62	51					97
$V_{eff,max}$ [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,07
																									0,000

1e verdieping

vloertype:	user defined																								
L_v [dB]		58	60	62	75	81	84	86	86	82	94	90	80	84	76	70	64	70	61	50					97
$V_{eff,max}$ [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,05	0,03	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,07
																									0,000

2e verdieping

vloertype:	user defined																								
L_v [dB]		58	60	62	76	82	85	88	88	82	94	90	80	83	75	69	63	69	60	49					98
$V_{eff,max}$ [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,08
																									0,000

Trillingsprognose railverkeer

project Muggenburg Zuid, Schagen
gebouwtype Rijwoning
gebouwafstand (tot spoor) 30 m

bronspectrum
vormfactor C_r
referentieafstand

Intercity 16/6 - 22:53
0,8
30 m

(verhouding V_{rms}/V_{top})

passages per uur
peiljaar
rijnsnelheid
referentie snelheid

1
2023
140
140

(voelbaar $V_{eff} > 0,1$)
km/u
km/u

Z

Bodemtrillingen

1/3-octaf	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	som
bronspectrum (rms, gem)			66	64	63	73	78	75	78	81	90	104	100	89	93	84	79	75	77	70	68				106
spreiding																									
bronspectrum (rms, max)			66	64	63	73	78	75	78	81	90	104	100	89	93	84	79	75	77	70	68				106
snelheidscorrectie																									
afstandscorrectie																									
L_v [dB]			66	64	63	73	78	75	78	81	90	104	100	89	93	84	79	75	77	70	68				106
V_{rms} [mm/s]			0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,16	0,10	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00				0,21
																									0,26

SBR-A / Gebouwschade

Stijf punt fundatie		gebouwtype: Laagbouw op palen (samenwerking)																								
H _{v,1} [dB]		-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-2,4	-3,1	-3,9	-5,0		-6,6	-8,9	-12,4	-12,4	-12,4	-12,4						
L _v [dB]		64	62	61	71	76	73	76	80	89	102	97	85	88	77	70	62	65	58	55				104		
v _{ms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,12	0,07	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,15		
																								0,19		

SBR-C / Verstoring van apparatuur (v_{rms})

Begane grond	vloertype:	vloertype 3																			(f ₀ = 10-20 Hz)					
H _{v, vloer}		0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,2	1,8	2,7	4,2	6,4	7,4	7,1	6,5	6,0	5,4	4,7	3,8	3,0	2,1						
L _v [dB]		64	63	61	72	77	74	78	82	93	108	105	92	94	83	76	67	69	61	57			110			
V _{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,26	0,17	0,04	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00			0,32			
																							0,40			

1e verdieping

$H_{v,3}$ [dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
$H_{v,3,ref}$ [dB]	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,2	1,8	2,7	4,2	6,4	7,4	7,1	6,5	6,0	5,4	4,7	3,8	3,0	2,1					
L_v [dB]	64	63	61	72	77	74	78	82	93	108	105	92	94	83	76	67	69	61	57					110
v_{rms} [mm/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,26	0,17	0,04	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00					0,32
																			v_{rms}					0,40

Trillingsprognose railverkeer

project Muggenburg Zuid, Schagen
gebouwtype Rijwoning
gebouwfstand (tot spoor) 60 m

bronspectrum
vormfactor C_F
referentieafstand

Sprinter 2/4 - 00:52
0,47
30 m

passages per uur
peiljaar
rijnsnelheid
referentie snelheid

0
2023
140
140

(voelbaar $V_{eff} > 0,1$)
km/u
km/u

X

Bodemtrillingen

1/3-octaf	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	som
bronspectrum (rms, gem)			69	69	69	81	86	88	90	88	86	100	97	87	91	83	77	71	77	68	57				103
spreiding																									
bronspectrum (rms, max)			69	69	69	81	86	88	90	88	86	100	97	87	91	83	77	71	77	68	57				103
snelheidscorrectie																									
afstandscorrectie			-2,8	-2,4	-2,0	-1,6	-1,5	-1,6	-1,9	-2,2	-2,6	-3,2	-3,9	-4,7	-5,7	-7,0	-8,8	-10,8	-11,0	-11,0	-11,0				
L_v [dB]			67	66	68	79	84	84	85	83	79	92	87	76	79	70	62	54	60	51	40				100
V_{rms} [mm/s]			0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,07	0,04	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,10
																									0,20

SBR-A / Gebouwschade

Stijf punt fundatie	gebouwtype:	User defined 0	overdracht laagbouw (H)																						
$H_{v,1}$ [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	-2,0	-3,0	-3,0	-4,0	-5,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0					
L_v [dB]		67	66	68	79	84	84	85	83	79	92	87	76	79	70	62	54	60	51	40					95
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,06
																									0,12

SBR-C / Verstoring van apparatuur (v_{rms})

Begane grond	vloer type:	user defined																							
$H_{v,1}$ [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
L_v [dB]		67	66	68	79	84	84	85	83	79	92	87	76	79	70	62	54	60	51	40					95
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,06
																									0,12

1e verdieping

vloer type:	user defined																								
$H_{v,1}$ [dB]		0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	1,2	1,9	2,3	0,7	-0,1	-0,3	-0,5	-0,7	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0					
$H_{v,100}$ [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
L_v [dB]		67	67	68	80	85	86	87	86	80	92	87	76	78	69	61	53	59	50	39					96
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,06
																									0,13

2e verdieping

vloer type:	user defined																								
$H_{v,1}$ [dB]		0,2	0,3	0,5	0,9	1,4	2,3	3,8	4,7	1,3	-0,2	-0,6	-1,0	-1,4	-1,8	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0					
$H_{v,100}$ [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
L_v [dB]		67	67	68	80	85	87	89	88	81	91	86	75	77	68	60	52	58	49	38					96
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,07
																									0,14

SBR-B / Hinder voor personen (v_{eff})

Begane grond	gebouwtype:	User defined 0	overdracht laagbouw (H)																						
SBR-weging		-15,1	-13,2	-11,2	-9,5	-7,8	-6,1	-4,7	-3,5	-2,5	-1,7	-1,2	-0,8	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
L_v [dB]		55	57	60	73	79	81	83	81	78	91	86	76	79	70	62	54	60	51	40					94
$V_{eff,max}$ [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,05
																									0,000

1e verdieping

vloer type:	user defined																								
L_v [dB]		55	57	60	74	80	82	85	84	79	91	86	76	78	69	61	53	59	50	39					94
$V_{eff,max}$ [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,05
																									0,000

2e verdieping

vloer type:	user defined																								
L_v [dB]		56	57	60	74	81	83	86	86	80	91	86	75	77	68	60	52	58	49	38					95
$V_{eff,max}$ [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,05
																									0,000

Trillingsprognose railverkeer

project Muggenburg Zuid, Schagen
gebouwtype Rijwoning
gebouwfstand (tot spoor) 60 m

bronspectrum
vormfactor C_F
referentieafstand

Intercity 16/6 - 22:53
0,8
30 m

passages per uur
peiljaar
rijnsnelheid
referentie snelheid

0
2023
140
140

(voelbaar $V_{eff} > 0,1$)
km/u
km/u

Z

Bodemtrillingen

1/3-octaf	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	som
bronspectrum (rms, gem)			66	64	63	73	78	75	78	81	90	104	100	89	93	84	79	75	77	70	68				106
spreiding																									
bronspectrum (rms, max)			66	64	63	73	78	75	78	81	90	104	100	89	93	84	79	75	77	70	68				106
snelheidscorrectie																									
afstandscorrectie			-2,9	-2,6	-2,3	-2,0	-1,9	-2,0	-2,2	-2,5	-2,8	-3,3	-3,8	-4,5	-5,3	-6,4	-7,8	-9,4	-11,5	-11,6	-11,6				
L_v [dB]			63	62	60	71	76	73	75	79	88	101	96	84	87	78	72	65	66	58	44				103
V_{rms} [mm/s]			0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,11	0,07	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,14
																									0,17

SBR-A / Gebouwschade

Stijf punt fundatie	gebouwtype:	Laagbouw op palen (samenwerking)																							
$H_{v,1}$ [dB]		-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-2,4	-3,1	-3,9	-5,0	-6,6	-8,9	-12,4	-12,4	-12,4	-12,4					
L_v [dB]		61	60	58	69	74	71	74	77	86	99	93	80	82	71	63	53	53	46	44					100
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,09	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,10
																									0,13

SBR-C / Verstoring van apparatuur (v_{rms})

Begane grond	vloer type:	vloer type 3	($f_0 = 10-20$ Hz)																						
$H_{v,100}$ [dB]		0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,2	1,8	2,7	4,2	6,4	7,4	7,1	6,5	6,0	5,4	4,7	3,8	3,0	2,1					
L_v [dB]		61	60	59	70	75	72	75	80	90	105	101	87	89	77	68	58	57	49	46					107
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,18	0,11	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,22
																									0,27

1e verdieping

zie verduipeling	vloer type:		vloer type 3												(f0 = 10-20 Hz)												
Hv,3 [dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Hv,floor [dB]	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,2	1,8	2,7	4,2	6,4	7,4	7,1	6,5	6,0	5,4	4,7	3,8	3,0	2,1								
Lv [dB]	61	60	59	70	75	72	75	80	90	105	101	87	89	77	68	58	57	49	46							107	
vms [mm/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,18	0,11	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							0,22	
																										0,72	

Trillingsprognose railverkeer

project Muggenburg Zuid, Schagen
gebouwtype Rijkswoning
gebouwafstand (tot spoor) 90 m

bronspectrum
vormfactor C_e
referentieafstand

Sprinter 2/4 - 00:52
0,47
30 m

(verhouding V_{rms}/V_{top})

passages per uur
per jaar
rijnsnelheid
referentie snelheid

0
2023
140
140

(voelbaar $V_{eff} > 0,1$)
km/u
km/u

X

Bodemtrillingen

1/3-octaf	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	som
bronspectrum (rms, gem)			69	69	69	81	86	88	90	88	86	100	97	87	91	83	77	71	77	68	57				103
spread																									
bronspectrum (rms, max)			69	69	69	81	86	88	90	88	86	100	97	87	91	83	77	71	77	68	57				103
snelheidscorrectie																									
afstandscorrectie			-3,7	-3,1	-2,7	-2,5	-2,5	-2,8	-3,3	-3,9	-4,7	-5,6	-6,9	-8,4	-10,3	-12,7	-15,9	-19,7	-20,0	-20,0	-20,0				
L_v [dB]			66	66	67	78	83	83	84	82	77	89	84	73	74	64	55	45	51	42	31				97
V_{rms} [mm/s]			0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,07
																									0,16

SBR-A / Gebouwschade

Stijf punt fundatie	gebouwtype:	User defined 0	overdracht laagbouw (H)																						
$H_{v,1}$ [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	-1,0	-2,0	-3,0	-3,0	-4,0	-5,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0				
L_v [dB]		66	66	67	78	83	83	84	82	77	89	84	73	74	64	55	45	51	42	31					93
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,05
																									0,10

SBR-C / Verstoring van apparatuur (v_{rms})

Begane grond	vloer type:	user defined																							
$H_{v,100}$		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
L_v [dB]		66	66	67	78	83	83	84	82	77	89	84	73	74	64	55	45	51	42	31					93
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,05
																									0,10

1e verdieping

vloer type:	user defined																								
$H_{v,1}$ [dB]		0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	1,2	1,9	2,3	0,7	-0,1	-0,3	-0,5	-0,7	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0					
$H_{v,100}$ [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
L_v [dB]		66	66	67	79	84	84	86	84	78	89	84	72	74	63	54	44	50	41	30					94
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,05
																									0,10

2e verdieping

vloer type:	user defined																								
$H_{v,1}$ [dB]		0,2	0,3	0,5	0,9	1,4	2,3	3,8	4,7	1,3	-0,2	-0,6	-1,0	-1,4	-1,8	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0					
$H_{v,100}$ [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
L_v [dB]		66	66	67	79	84	86	88	86	79	89	83	72	73	62	53	43	49	40	29					95
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,05
																									0,11

SBR-B / Hinder voor personen ($v_{a,r}$)

Begane grond	gebouwtype:	User defined 0	overdracht laagbouw (H)																						
SBR-weging		-15,1	-13,2	-11,2	-9,5	-7,8	-6,1	-4,7	-3,5	-2,5	-1,7	-1,2	-0,8	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
L_v [dB]		54	56	59	72	78	80	81	80	76	88	83	72	74	64	55	45	51	42	31					91
$V_{eff,max}$ [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,04
																									0,000

1e verdieping

L_v [dB]		54	56	59	73	79	81	83	82	77	88	83	72	73	63	54	44	50	41	30					92
$V_{eff,max}$ [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,04
																									0,000

2e verdieping

L_v [dB]		55	57	60	73	80	82	85	84	78	88	83	71	73	62	53	43	49	40	29					93
$V_{eff,max}$ [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,04
																									0,000

Trillingsprognose railverkeer

project Muggenburg Zuid, Schagen
gebouwtype Rijkswoning
gebouwafstand (tot spoor) 90 m

bronspectrum
vormfactor C_e
referentieafstand

Intercity 16/6 - 22:53
0,8
30 m

(verhouding V_{rms}/V_{top})

passages per uur
per jaar
rijnsnelheid
referentie snelheid

0
2023
140
140

(voelbaar $V_{eff} > 0,1$)
km/u
km/u

Z

Bodemtrillingen

1/3-octaf	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	som
bronspectrum (rms, gem)			66	64	63	73	78	75	78	81	90	104	100	89	93	84	79	75	77	70	68				106
spread																									
bronspectrum (rms, max)			66	64	63	73	78	75	78	81	90	104	100	89	93	84	79	75	77	70	68				106
snelheidscorrectie																									
afstandscorrectie			-4,0	-3,5	-3,2	-3,0	-3,1	-3,3	-3,7	-4,2	-4,8	-5,6	-6,6	-7,8	-9,3	-11,3	-13,8	-16,8	-20,7	-20,9	-20,9				100
L_v [dB]			62	61	59	70	75	72	74	77	86	99	94	81	83	73	66	58	57	49	47				100
V_{rms} [mm/s]			0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,09	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,10
																									0,13

SBR-A / Gebouwschade

Stijf punt fundatie	gebouwtype:	Laagbouw op palen (samenwerking)																							
$H_{v,1}$ [dB]		-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-1,9	-2,4	-3,1	-3,9	-5,0	-6,6	-8,9	-12,4	-12,4	-12,4	-12,4					
L_v [dB]		60	59	57	68	73	70	72	75	84	96	91	77	78	66	57	46	44	37	34					98
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,07	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,08
																									0,10

SBR-C / Verstoring van apparatuur (v_{rms})

Begane grond	vloer type:	vloer type 3	($f_0 = 10-20$ Hz)																						
$H_{v,100}$		0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,2	1,8	2,7	4,2	6,4	7,4	7,1	6,5	6,0	5,4	4,7	3,8	3,0	2,1					
L_v [dB]		60	59	58	69	74	71	74	78	88	103	98	84	85	72	62	50	48	40	37					104
V_{rms} [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,14	0,08	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,16
																									0,20

1e verdieping

vloer type:	vloer type 3 ($f_0 = 10-20$ Hz)																									
$H_{v,1}$ [dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
$H_{v,100}$ [dB]	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,2	1,8	2,7	4,2	6,4	7,4	7,1	6,5	6,0	5,4	4,7	3,8	3,0	2,1							
L_v [dB]	60	59	58	69	74	71	74	78	88	103	98	84	85	72	62	50	48	40	37						104	
V_{rms} [mm/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,14	0,08	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						0,16	
																									0,20	