

**Woon-zorgcomplex van
F&N | WONEN & ZORG in Maarsbergen**
Trillingonderzoek railverkeer

Opdrachtgever

[REDACTED]

Contactpersonen

[REDACTED]

Kenmerk

R087548aa.21H9FCH.hve

Versie

03_001

Datum

25 februari 2022

Auteur

[REDACTED]

[REDACTED]

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Woon-zorgcomplex nabij spoorlijn in Maarsbergen	4
1.1.1	Opmerkingen Omgevingsdienst	4
2	Samenvatting onderzoek	5
2.1	Trillingonderzoek voor het wooncomplex nabij spoorlijn	5
2.2	Conclusie onderzoek	5
2.3	Hoe nu verder	5
3	Uitgangspunten	6
3.1	Situatie	6
3.1.1	Gebouwopzet en situatie omgeving	6
3.1.2	Het bouwplan	6
3.1.3	De bouwplannen	7
4	De situatie sporen en gebouwen	8
4.1	De trillingen veroorzaakt door het spoor	8
4.2	Toetsingskader hinder van trillingen van treinspoor	9
4.2.1	De beoordeling	9
4.2.2	De streefwaarden	9
4.2.3	Ligging van het spoor	9
4.2.4	Situatie treinverkeer	10
5	Trillingmetingen	11
5.1	Uitvoering metingen	11
5.1.1	Bemande trillingmetingen	11
5.1.2	Onbemande trillingmetingen	11
5.1.3	De plaatsen van de meetpunten	11
5.3	Weersomstandigheden tijdens de metingen	13
6	Meetresultaten en bewerking	14
6.1	Bewerking metingen	14
6.1.1	Overdracht van de gemeten trillingen naar het nieuwe gebouw	14
6.1.2	Aantal passages van goederen- en passagierstreinen	14
6.2	Metingen en resultaten	14
6.3	Toetsing meetresultaten richtlijn SBR-B	16
6.3.1	Toetsing aan de streefwaarden	16
7	Maatregelen	18
7.1	Monument	18

7.2	Woon-zorgcomplex	18
7.3	Nader onderzoek met Eindige Elementen Methode	19

Bijlagen

Bijlage I	Verklarende woordenlijst
Bijlage II	Meetresultaten
Bijlage III	Foto's
Bijlage IV	Uitgangspunten geluidregister met betrekking tot het gebruik van het spoor
Bijlage V	Toelichting maatregelen

1 Inleiding

1.1 Woon-zorgcomplex nabij spoorlijn in Maarsbergen

Voor het nieuw te bouwen woon-zorgcomplex ter hoogte van de Woudenbergseweg en de Tuindorppweg te Maarsbergen heeft LBP|SIGHT een onderzoek verricht naar de trillingen vanwege railverkeer op de nabijgelegen spoorlijn. Voor het onderzoek zijn trillingmetingen verricht in het veld en aan het bestaande gebouw (monument). Tevens is er een trillingreferentiepunt geplaatst op het vloerveld van de garage van de burens.

1.1.1 Opmerkingen Omgevingsdienst

In deze rapportage zijn de opmerkingen van de Omgevingsdienst regio Utrecht op de voorgaande rapportage van 23 december 2021 behandeld en verwerkt. In deze rapportage lichten wij ons onderzoek toe en geven we een doorkijk naar een mogelijk vervolgonderzoek.



Figuur 1.1

Locatie bouwplan

2 Samenvatting onderzoek

2.1 Trillingonderzoek voor het wooncomplex nabij spoorlijn

Het onderzoek is verricht door de trillingen van het huidige railverkeer te meten op de locatie waar het woon-zorgcomplex wordt gerealiseerd. Op basis hiervan hebben we conclusies getrokken over de trillingen in de nieuwe gebouwen. De bevindingen van de metingen zijn getoetst aan de streefwaarde uit de trillinghinderrichtlijn SBR-B.

2.2 Conclusie onderzoek

Op basis van onze trillingmetingen en berekeningen is het volgende geconcludeerd:

- Het monument voldoet aan de streefwaarden voor een nieuwe situatie volgens de richtlijn SBR-B.
- Het woon-zorgcomplex voldoet in de nachtperiode niet aan de streefwaarden voor een nieuwe situatie volgens de richtlijn SBR-B. Door het treffen van voldoende maatregelen zou het complex wel kunnen voldoen aan deze richtlijn.

2.3 Hoe nu verder

Mogelijk moet een aanvullend onderzoek worden gedaan om meer inzicht te krijgen met welke (combinatie) van maatregelen er voldoende vermindering van trillingen bereikt kan worden.

3 Ausgangspunkten

3.1 Situatie

3.1.1 Gebouwopzet en situatie omgeving

Het voorlopig ontwerp (aangeleverd per e-mail op 3 november 2021) ligt in het zuidwesten van Maarsbergen. Vlakbij het te bouwen woon-zorgcomplex ligt de N226 op korte afstand van het spoor. Tussen het spoor en het nieuw te bouwen woon-zorgcomplex ligt een ondiepe sloot.

3.1.2 Het bouwplan

Het plan bevat 95 wooneenheden en 5 exclusieve wooneenheden in het monument. In figuur 3.1 is een impressie van de verkaveling van het plan weergegeven en in figuur 3 een 3D-weergave van het te bouwen woon-zorgcomplex.



Figuur 3.1
Verkaveling bouwplan



Figuur 3.2

Bouwplan woon-zorgcomplex met in de oude staat het te (her)bouwen monument

3.1.3 De bouwplannen

Het bouwplan F&N | wonen & zorg bestaat uit twee delen. Een herziening van het bestaande monument en een nieuw te bouwen woon-zorgcomplex.

Het ziet er globaal als volgt uit:

Het monument

Op het middenterrein wordt een monument in de oude staat herbouwd. Dit gebouw krijgt 2 woonlagen met 5 woonunits.

Het woon-zorgcomplex

Het voorlopige ontwerpbouwplan bestaat uit een L-vormig gebouw met 3 tot 4 bouwlagen. Het nieuw te bouwen woon-zorgcomplex zal op staal gefundeerd worden. De vloeren bestaan uit breedplaten van 280 mm en zijn van beton. De bodem bestaat uit matig fijn zand zwak zittig, (op basis van gegevens uit het geotechnisch onderzoek van Koopsgrondmechanica van 9-2-2021).

4 De situatie sporen en gebouwen



Figuur 4.1

Situatie gebouwen en afstanden ten opzichte van het spoor

4.1 De trillingen veroorzaakt door het spoor

De ligging ten opzichte van het spoor

De nieuwbouw bevindt zich op relatief korte afstand, 20 meter, van het genoemde spoor. Tussen het spoor en de geplande nieuwbouw ligt een ondiepe sloot. De afstand van het monument tot de spoorlijn bedraagt circa 64 m.

Van belang bij spoor trillingen

De trillingen van treinspoorpassages kunnen waarneembaar zijn en mogelijk hinder geven in de betreffende toekomstige woningen en appartementen. Bij passages van het treinverkeer zijn goederentreinen maatgevend voor de productie van trillingen.

Factoren bij trillingoverdracht

Belangrijkste factoren voor de trillingoverdracht zijn de snelheid van de passages, de afstand van het spoor tot de bebouwing, de vlakheid van het spoor, de bodemsamenstelling, de fundatie en de constructie van de nieuwbouw en het monument en de positie van deze gebouwen. Uiteraard is voor wat betreft trillinghinder de nachtperiode van de treinpassages maatgevend bij de toetsing.

4.2 Toetsingskader hinder van trillingen van treinspoor

4.2.1 De beoordeling

De beoordeling vindt plaats en het onderzoek is uitgevoerd volgens Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen. Uitvoering is gedaan in de geest van de 'Beleidsregel trillinghinder spoor'. Daarbij worden gedeeltes van de richtlijn SBR-B van toepassing verklaard, aan deze streefwaarden wordt getoetst.

4.2.2 De streefwaarden

Ter beoordeling van mogelijk optredende hinder zijn trillingmetingen verricht en getoetst aan de streefwaarden in de richtlijn SBR-B meet- en beoordelingsrichtlijn 'Hinder voor personen in gebouwen'. Deze streefwaarden betreffen in de onderhavige situatie herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd, in een nieuwe situatie en bij de functie wonen/gezondheidszorg. Zie tabel 4.1 voor de samenvatting van de te hanteren richtwaarden voor trillingen uit de SBR-B voor een nieuwe situatie.

Tabel 4.1

Richtwaarden trillingen binnen gebouwen, functie wonen/gezondheidszorg voor nieuwe situatie

Periode	Richtwaarden voor herhaald voorkomende trillingen, trillingsnelheid v in mm/s		
Dag- en avondperiode	$A_1 = 0,1$	$A_2 = 0,4$	$A_3 = 0,05$
Nachtperiode	$A_1 = 0,1$	$A_2 = 0,2$	$A_3 = 0,05$

A_1 : richtwaarde voor de maximale waarde van de effectieve trillingsnelheid $V_{\max}$ [mm/s]

A_2 : hoogste richtwaarde voor de maximale waarde van de effectieve trillingsnelheid $V_{\max}$ [mm/s]

A_3 : richtwaarde voor het kwadratisch gemiddelde van de maxima van de effectieve waarde van de trillingsnelheid V_{per} [mm/s]

4.2.3 Ligging van het spoor

Het spoor ligt op maaiveldniveau en bevindt zich op relatief korte afstand tot de gebouwen. Het betreft hier een dubbel spoor richting Arnhem zuidoost en de andere richting Utrecht noordwest.

4.2.4 Situatie treinverkeer

Het treinverkeer in de dag, avond en nacht is op alle sporen zowel goederen- als personenvervoer. De snelheid is volgens opgave tussen de 120 en 140 km/u voor al het personenrailverkeer. De maximale snelheid voor het goederentreinverkeer is volgens opgave 90 km/u. Het goederenvervoer is naar verwachting maatgevend voor de trillingproductie.

Zie bijlage IV voor de uitgangspunten vanuit het geluidregister.

5 Trillingmetingen

5.1 Uitvoering metingen

5.1.1 Bemande trillingmetingen

Op woensdag 17 november van 12:00 uur tot 15:00 uur hebben er bemande trillingmetingen plaatsgevonden om een indicatie te krijgen welke trillingen bij welke type trein optreden.

5.1.2 Onbemande trillingmetingen

Er zijn toen en daarna trillingmetingen verricht op twee posities in het veld. 1 positie op het vloerveld in de naastgelegen garage van een gebouw in de buurt en 1 positie op de fundatie van het monument. Naast de bemande metingen zijn er onbemande metingen verricht.

Alle metingen zijn gedurende 9 dagen uitgevoerd en wel op woensdag 17 november vanaf 12:00 uur tot vrijdag 26 november 10:00 uur.

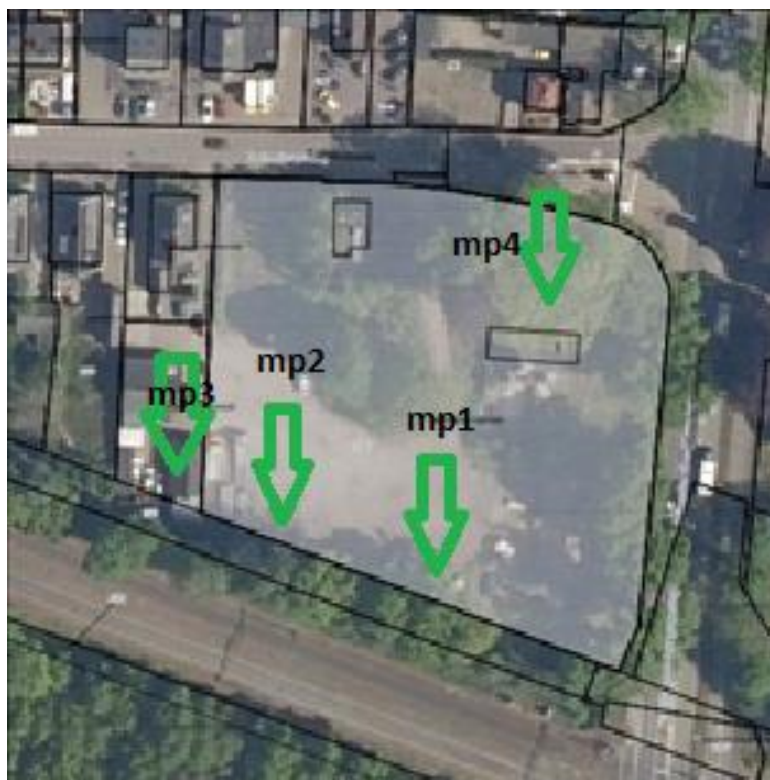
5.1.3 De plaatsen van de meetpunten

Voor de twee meetpunten in het veld zijn ter hoogte van de gevellijn in de bodem gaten geboord, op circa 18 m uit elkaar. Vervolgens is er een houten paaltje de grond ingeslagen tot ongeveer het maaiveldniveau. Het trillingmeetpunt is vervolgens op het paaltje gemonteerd. Beide meetpunten liggen op circa 20 m afstand van het spoor.

Het 3^e meetpunt bevindt zich op de tegelvloer in de garage bij de burens en is ook een referentiepunt met de eerste 2 meetpunten. Dit meetpunt ligt op circa 21 m afstand van het spoor.

Het 4^e meetpunt bevindt zich op de fundatie van het monument op circa 64 m afstand van het spoor.

Zie in bijlage III de foto's van de meetpunten.



Figuur 5.1

Schets posities meetpunten

Tabel 5.1

Trillingmeetpunten

Meetpunt	Vibra	Meetpositie	Meetpositie	Opmerkingen
1	Vibra e205	Bodem	Ter hoogte gevellijn woon-zorgcomplex	Circa 21 m van hart dichtstbijgelegen spoor. Meetpunten liggen circa 18 m uit elkaar
2	Vibra 2058	Bodem	Ter hoogte gevellijn woon-zorgcomplex	
3	Vibra 1158	Tegel vloer	Begane grond, garage burens	Midden tegelvloer, circa 21 m van hart dichtstbijgelegen spoor
4	Vibra e206	Fundatie	Begane grond monument	Fundatie circa 64 m van hart dichtstbijgelegen spoor

5.2 Meetapparatuur

Wij hebben de metingen verricht met de in tabel 5.2 opgenomen apparatuur.

Tabel 5.2

Geluidmeter

Aantal	Item	Fabrikant	Type
4	Trillingmonitor	Profound	Vibra +

5.3 Weersomstandigheden tijdens de metingen

De meteorologische omstandigheden tijdens de metingen zijn in tabel 5.3 samengevat.

Tabel 5.3

Meteogegevens

Omschrijving	Meteo op 17-11-21	Meteo op 18-11-21	Meteo op 19-11-21	Meteo op 20-11-21	Meteo op 21-11-21
Windrichting	232 ° (zuidwest)	224 ° (zuidwest)	245 ° (westzuidwest)	223 ° (zuidwest)	328 ° (noordnoordwest)
Windsnelheid	4,1 m/s	3,8 m/s	3,3 m/s	3,3 m/s	2,8 m/s
Windsnelheid (stoot)	10,0 m/s	10,0 m/s	10,0 m/s	9,0 m/s	10,0 m/s
Temperatuur	6 - 12 °C	6 - 12 °C	10 - 14 °C	9 - 11 °C	5 - 11 °C
Bewolking	6/8 octa's (zwaar bewolkt)	8/8 octa's (geheel bewolkt)	7/8 octa's (vrijwel geheel bewolkt)	8/8 octa's (geheel bewolkt)	4/8 octa's (half bewolkt)
Relatieve vochtigheid	87%	87%	88%	89%	85%
Luchtdruk	1021 hPa	1027 hPa	1029 hPa	1022 hPa	1014 hPa
Omschrijving	Meteo op 22-11-21	Meteo op 23-11-21	Meteo op 24-11-21	Meteo op 25-11-21	Meteo op 26-11-21
Windrichting	10 ° (noord)	310 ° (noordwest)	158 ° (zuidzuidoost)	242 ° (westzuidwest)	207 ° (zuidzuidwest)
Windsnelheid	1,8 m/s	1,3 m/s	2,0 m/s	2,0 m/s	4,1 m/s
Windsnelheid (stoot)	6,0 m/s	6,0 m/s	6,0 m/s	9,0 m/s	16,0 m/s
Temperatuur	-1 - 9 °C	1 - 11 °C	4 - 8 °C	2 - 9 °C	4 - 6 °C
Bewolking	1/8 octa's (zonnig)	8/8 octa's (geheel bewolkt)	8/8 octa's (geheel bewolkt)	7/8 octa's (vrijwel geheel bewolkt)	8/8 octa's (geheel bewolkt)
Relatieve vochtigheid	85%	95%	95%	89%	90%
Luchtdruk	1028 hPa	1030 hPa	1021 hPa	1011 hPa	992 hPa

Naar verwachting veroorzaakt de meteosituation geen afwijking in de metingen.

6 Meetresultaten en bewerking

6.1 Bewerking metingen

Overdracht veldmetingen naar vloeren van de gebouwen

De gemeten trillingen in het veld zijn in principe anders dan wanneer er op dezelfde positie in het veld een gebouw zou staan en er in dit gebouw op de vloeren van dit gebouw gemeten zou worden. Echter op dit moment is dat gebouw er niet en moeten we uitgaan van de veldmetingen en zo nodig voor het overdrachtsveld naar de vloer corrigeren.

6.1.1 Overdracht van de gemeten trillingen naar het nieuwe gebouw

Uit de hier uitgevoerde metingen kunnen we geen overdacht afleiden, immers er is in het veld (meetpunt 2) op dezelfde afstand als in de garage van de burens gemeten (meetpunt 3). Wel kunnen we voor de overdracht gebruikmaken van gegevens die op andere locaties zijn vastgesteld bij een min of meer vergelijkbare situatie. De overdacht van het veld naar fundatie hebben we ontleend uit onze bibliotheek, referentie R087548aa. Deze overdracht varieert tussen de 5 en 7 dB in de vorm van demping.

De overdracht van fundatie naar het vloerveld hebben we eveneens ontleend uit onze bibliotheek. Referentie 087561 er kan volgens deze gegevens een opslingering optreden van 1 à 2 dB. Als we uitgaan van het meest negatieve scenario komen we op een demping van 3dB uit tussen het veld en de vloeren, in een nieuw gebouw. In werkelijkheid kan naar verwachting in de praktijk dit uitgangspunt negatiever uitvallen, zeker gezien de nu voorziene vloeren. Om die reden moet er niet gecorrigeerd worden voor de overdracht.

6.1.2 Aantal passages van goederen- en passagierstreinen

Voor de trillingsterkte over de beoordelingsperiode V_{per} is rekening gehouden met een representatief aantal treinpassages (er zijn volgens de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen ten minste zeven dagen metingen verricht). Het akoestisch spoorboekje geeft aan dat er in die periode ook goederentreinpassages geweest moeten zijn. Door ProRail is bij navraag ook bevestigd dat deze passages van goederentreinen daadwerkelijk hebben plaatsgevonden tijdens de metingen.

6.2 Metingen en resultaten

Gedurende de meettijd is conform de richtlijn elke 30 seconden de hoogste waarde ($V_{eff,max}$) in verticale richting en beide horizontale richtingen geregistreerd. De meetresultaten zijn grafisch weergegeven in bijlage II.

In tabel 6.1 zijn de meetresultaten weergegeven per meetpunt. Het betreft de $V_{\text{eff,maximale}}$ -waarde en de V_{per} -waarde in de dag- en avondperiode en de maatgevende nachtperiode. De metingen zijn verder zonder bewerking getoetst aan de streefwaarden uit de richtlijn SBR-B.

Tabel 6.1

Samenvatting meetresultaten trillingsnelheden, in mm/s

datum	datum	VIB e205				VIB 2058				VIB 1158				VIB 1102			
		Mp1				Mp2				Mp3				Mp4			
		In het veld, nabij schuur				In het veld, nabij garage				Vloerveld garage buren				Fundatie monument			
		Veff max X [mm/s]	Veff max Y [mm/s]	Veff max Z [mm/s]	Vper Dominante richting	Veff max X [mm/s]	Veff max Y [mm/s]	Veff max Z [mm/s]	Vper Dominante richting	Veff max X [mm/s]	Veff max Y [mm/s]	Veff max Z [mm/s]	Vper Dominante richting	Veff max X [mm/s]	Veff max Y [mm/s]	Veff max Z [mm/s]	Vper Dominante richting
17-11-2021	dag	0,16	0,2	0,18	0,02	0,23	0,2	0,16	0,04	0,22	0,2	0,19	0,05	0,15	0,16	0,15	0,03
17-11-2021	avond	0,18	0,15	0,14	0,02	0,22	0,19	0,17	0,04	0,19	0,16	0,24	0,04	0,16	0,16	0,14	0,02
18-11-2021	nacht	0,18	0,2	0,13	0,01	0,24	0,15	0,17	0,02	0,2	0,2	0,18	0,02	0,17	0,16	0,13	0,01
18-11-2021	dag	0,2	0,19	0,15	0,02	0,35	0,26	0,2	0,05	0,29	0,21	0,22	0,04	0,18	0,17	0,15	0,03
18-11-2021	avond	0,17	0,16	0,19	0,02	0,21	0,17	0,22	0,05	0,19	0,25	0,22	0,04	0,17	0,14	0,15	0,02
19-11-2021	nacht	0,21	0,15	0,11	0,01	0,19	0,19	0,16	0,02	0,17	0,18	0,17	0,02	0,17	0,14	0,14	0,01
19-11-2021	dag	0,2	0,17	0,18	0,02	0,34	0,27	0,24	0,05	0,38	0,28	0,32	0,05	0,17	0,17	0,16	0,03
19-11-2021	avond	0,17	0,18	0,13	0,02	0,24	0,18	0,16	0,04	0,19	0,25	0,18	0,03	0,16	0,15	0,14	0,03
20-11-2021	nacht	0,11	0,13	0,13	0,01	0,16	0,21	0,16	0,02	0,15	0,15	0,19	0,02	0,14	0,16	0,13	0,01
22-11-2021	dag	0,18	0,18	0,15	0,02	0,36	0,28	0,2	0,04	0,29	0,22	0,17	0,04	0,18	0,17	0,15	0,03
22-11-2021	avond	0,18	0,17	0,13	0,02	0,24	0,17	0,16	0,04	0,21	0,17	0,17	0,03	0,14	0,13	0,14	0,02
23-11-2021	nacht	0,17	0,16	0,11	0,02	0,23	0,17	0,16	0,02	0,17	0,17	0,14	0,02	0,15	0,13	0,13	0,01
23-11-2021	dag	0,23	0,18	0,17	0,02	0,25	0,24	0,16	0,04	0,2	0,18	0,16	0,04	0,15	0,16	0,15	0,03
23-11-2021	avond	0,16	0,17	0,16	0,02	0,2	0,17	0,19	0,04	0,21	0,19	0,21	0,04	0,15	0,15	0,13	0,03
24-11-2021	nacht	0,18	0,16	0,15	0,01	0,19	0,16	0,15	0,02	0,19	0,17	0,15	0,02	0,13	0,13	0,14	0,01
24-11-2021	dag	0,22	0,18	0,18	0,02	0,34	0,29	0,23	0,05	0,38	0,24	0,26	0,05	0,2	0,19	0,15	0,03
24-11-2021	avond	0,17	0,18	0,18	0,02	0,19	0,18	0,15	0,04	0,19	0,18	0,16	0,04	0,14	0,16	0,15	0,02
25-11-2021	nacht	0,16	0,18	0,14	0,01	0,23	0,15	0,16	0,02	0,2	0,16	0,15	0,02	0,15	0,15	0,14	0,01
25-11-2021	dag	0,19	0,17	0,16	0,02	0,3	0,29	0,25	0,04	0,33	0,21	0,23	0,04	0,18	0,17	0,15	0,03
25-11-2021	avond	0,16	0,18	0,12	0,02	0,24	0,18	0,15	0,04	0,2	0,2	0,17	0,04	0,13	0,13	0,14	0,03
26-11-2021	nacht	0,19	0,14	0,14	0,01	0,22	0,16	0,14	0,02	0,19	0,17	0,15	0,02	0,16	0,13	0,13	0,01
26-11-2021	dag	0,2	0,17	0,15	--	0,24	0,17	0,15	--	0,2	0,17	0,15	--	0,14	0,14	0,15	--
Dikwijls gemeten frequenties in Hz		9.5	14.5	9.5		14.0	14.0	30.5									

6.3 Toetsing meetresultaten richtlijn SBR-B

6.3.1 Toetsing aan de streefwaarden

Uit de meetresultaten blijkt dat er niet voldaan wordt aan de eerste toetsingswaarde A₁ van SBR deel B. Daarom moeten we toetsten aan de A₂- en A₃-waarden van de richtlijn SBR-B. Zie bijlage I voor uitleg van de toetsing.

In tabel 6.2 worden de gemeten resultaten getoetst aan de A₂ (hoogste richtwaarde voor de maximale waarde van de effectieve trillingsterkte $V_{\max}$) en de A₃ (richtwaarde voor het kwadratisch gemiddelde van de maxima van de effectieve waarde van de trillingsnelheid).

Tabel 6.2

Uitgebreide meetresultaten trillingsnelheden, in mm/s

Meetpunt	Periode dag en avond	Gemeten waarde	Streef- waarde	A2 en A3 voldoen		Periode nacht	Gemeten waarde	Richtwaarde	A2 en A3 voldoen
Meetpunt 1: In het veld, nabij schuur	V _{eff,max}	A2=0,22	A2=0,4	ja		V _{eff,max}	A2= 0,21	A2=0,2	nee
	V _{per}	A3=0,02	A3=0,05			V _{per}	A3=0,02	A3=0,05	
Meetpunt 2: In het veld, nabij garage buren	V _{eff,max}	A2=0,36	A2=0,4	ja		V _{eff, max}	A2= 0,23	A2=0,02	nee
	V _{per}	A3=0,04	A3=0,05			V _{per}	A3=0,02	A3=0,05	
Meetpunt 3: Vloerveld garage buren	V _{eff,max}	A2=0,38	A2=0,4	ja		V _{eff,max}	A2=0,19	A2=0,2	ja
	V _{per}	A3=0,04	A3=0,05			V _{per}	A3=0,04	A3=0,05	
Meetpunt 4: Op fundatie monument	V _{eff,max}	A ₂ =0,2	A2=0,4	ja		V _{eff,max}	A2=0,17	A2=0,2	ja
	V _{per}	A3=0,03	A3=0,05			V _{per}	A3=0,01	A3=0,05	

6.4 Evaluatie meetresultaten

Uit de metingen blijkt het volgende:

- Op de gevellijn waar de nieuwbouw van het woon-zorgcomplex wordt gerealiseerd in de nachtperiode wordt **niet** voldaan aan de richtwaarden voor een nieuwe situatie volgens de SBR. Voor de dag- en avondperiode wordt **wel** voldaan aan de richtwaarden voor een nieuwe situatie volgens de SBR.
- Voor het monument in alle gemeten periodes wordt **wel** voldaan aan de richtwaarden voor een nieuwe situatie volgens de SBR.

Overige aspecten die geconstateerd zijn:

- Uit de trillingmetingen blijkt dat er geen treinverkeer heeft plaatsgevonden in het weekend van 20 en 21 november.
- In dit stadium kunnen we met zekerheid zeggen dat er goederentreinen hebben gereden volgens ProRail.
- Ook de relatief lange passages van 2 minuten in deze periode zijn waarschijnlijk de passages van goederentreinen geweest.
- Uit de hoogst gemeten trillingwaarden blijkt dat de dominante frequenties lopen van 10 Hz tot 61 Hz.
- Van belang is het om te weten dat er daadwerkelijk over de verschillende gemeten perioden, dag, avond en nacht, beoordeeld wordt of door het treinverkeer in die periode wel of niet voldaan wordt aan de richtlijn. Echter daarbij kan en moet ook gesteld worden dat het treinverkeer bijvoorbeeld overdag dezelfde $V_{\text{eff,max}}$ kan produceren als in de nacht. Dat wil zeggen dat aan de hoogst gemeten $V_{\text{eff,max}}$ waarde = 0,38, en dat is op meetpunt 3, aan deze waarde ook in de nacht voldaan moet worden. Dit betekent dat er een vermindering van trillingen van >6dB gerealiseerd zal moeten worden.

7 Maatregelen

7.1 Monument

Het monument dat opnieuw wordt herbouwd voldoet op dit moment aan de streefwaarden van de SBR-B, daarom is er geen extra trillingmaatregel nodig.

7.2 Woon-zorgcomplex

Het te bouwen woon-zorgcomplex voldoet zonder maatregelen niet aan de streefwaarden van de SBR-B. We verwachten dat er door adequate extra maatregelen te treffen de trillingen in het nieuw te bouwen woon-zorgcomplex te verminderen zijn tot onder de streefwaarde.

In het voorgaande rapport van december 2021 werd gesproken over wel vier maatregelen die mogelijk zijn, echter gaande dit proces menen we dat er slechts combinaties van maatregelen doelmatig zijn:

- maatregel 1: verzwaren vloeren van de gebouwen;
- maatregel 2: laterale isolatie tegen en isolatie onder de fundatie van de gebouwen;
- maatregel 3: graven zeer diepe sleuf;
- maatregel 4: aanpassing fundatie en vloervelden.

In bijlage V is een toelichting van de maatregelen gegeven.

Maatregel 1: de vloeren

De ontwerpvloeren zijn relatief dun, ook in relatie met de andere maatregelen. In samenspraak zou gekeken kunnen worden naar zwaardere vloeren.

Maatregel 2: (laterale) isolatie

Er wordt laterale isolatie tegen de gevel en rondom het gebouw onder het maaiveldniveau geplaatst. Tegen dit materiaal wordt vervolgens het grondlichaam weer aangebracht, we noemen dit de lichte elastomeer dikte van ongeveer circa 50 mm (het juiste type moet nog gekozen worden).

Maatregel 2: isolatie

Onder de fundatie zelf wordt eveneens een elastomeer toegepast. Dit noemen we de zware elastomeer. In het ontwerp staat nu een drukvaste isolatie, we gaan ervan uit dat dit een thermische functie heeft. Dit zou mogelijk aangevuld of wel wellicht zelfs vervangen moeten worden met nog nader af te stemmen specificaties van het zware elastomeer, dikte circa 50 mm (het juiste type moet nog gekozen worden). Deze elastomeer moet worden aangebracht onder alle met de bodem rakende fundatie- en vloerdelen. Voor de juiste afstemming van het materiaal is het van belang dat alle oppervlakten daarvan en de belastingen van het gebouw op de bodem bekend zijn.

De gemeten stoofrequentie in het veld is rond 20 Hz en hoger, de afvering van het gebouw moet zo laag mogelijk zijn. We denken dan aan rond de 8 Hz om voldoende isolatie van 6 dB te bereiken met de zwaardere elastomeer. Onze verwachting is dat dit een relatief betrouwbare maatregel is om de trillingen in het gebouw voldoende te beperken. Overleg samen met de constructeur en de fabrikant kan wellicht de uitvoering hiervan beter in beeld brengen. Nader onderzoek moet worden verricht om het effect hiervan beter in beeld te krijgen.

Maatregel 3: maatregel voor het gebouw in de bodem

Een gracht voor het gebouw kan een redelijke maatregel voor trillingdemping zijn, ware het niet dat de afmetingen ervan heel groot moeten zijn om bij de maatgevende trilfrequentie effectief te zijn. Deze maatregel heeft een grote impact op het plan: constructie (stabiliteit), architectuur en terreininrichting. Deze maatregel wordt helaas niet als een oplossing voor dit project beschouwd.

Maatregel 4: maatregel fundatie en vloeren

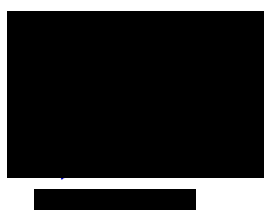
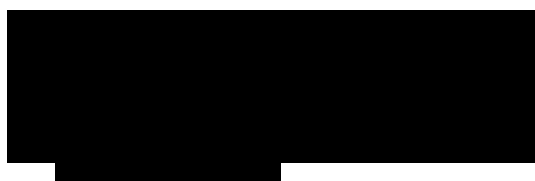
Mogelijk kan er verbetering van trillinggedrag in het gebouw bereikt worden door een aanpassing van de fundatie en die van de vloeren. Deze maatregel heeft een beperkte impact op het plan. Deze maatregel kan als een goede en relatief kostenbeperkende deel oplossing voor dit project worden beschouwd.

7.3 Nader onderzoek met Eindige Elementen Methode

Er kan aansluitend op dit onderzoek een simulatie gemaakt worden op basis van de Eindige Elementen berekeningen. Met deze simulatie kan aan de hand van de gebouwmodellering en de bodemopbouw berekend worden hoe de trillingoverdracht plaatsvindt in het gebouw.

In dit model kan het effect van het aanbrengen van extra laterale isolatie tegen de fundatie en onder de te storten vloer en eventuele aanpassingen aan fundering en vloeren van het woon-zorgcomplex berekend worden. En er kan inzichtelijk worden gemaakt hoe de trillingen het meest effectief worden beperkt.

LBP|SIGHT BV



Bijlage I

Verklarende woordenlijst

Trilling:

Een variatie van de verplaatsing (u in $\mu\text{m}/4$), snelheid (v in mm/s), versnelling (a in m/s^2), als functie van de tijd, die de beweging of positie van een systeem beschrijft.

Frequentie f in [Hz]:

Een variatie van de verplaatsing (u in $\mu\text{m}/4$), snelheid (v in mm/s), versnelling (a in m/s^2), als functie van de tijd, die de beweging of positie van een systeem beschrijft.

Continue trilling:

Een trilling die ten opzichte van de grootste trillingstijd (laagste eigenfrequentie) gedurende een lange tijd aanwezig is.

Herhaald voorkomende trilling:

Kortdurende trilling door weg- of railverkeer (waaronder ook mobiele bronnen zoals heftrucks, kranen, en dergelijke met een repeterend karakter).

Kortdurende trilling:

Trilling met een kortdurend (doorgaans korter dan enkele seconden), uitdempend karakter. De trilling wordt veroorzaakt door een stootvormige aanstoting.

Niet stationaire trilling:

Continue trilling waarvan de sterkte als functie van de tijd niet constant is, of een kortdurende.

Beoordelingsperiode:

Een tijdsinterval waarin de dag wordt verdeeld voor toetsing van de trillingsterkte aan de richtwaarden:

- de dagperiode van 07:00 tot 19:00 uur;
- de avondperiode van 19:00 tot 23:00 uur;
- de nachtperiode van 23:00 tot 07:00 uur.

Trillingsterkte ("Vibration Severity"):

In het algemeen de aanduiding van de sterkte of grootte van de trilling in relatie tot het van belang zijnde trillingseffect. In het geval van hinder wordt onder trillingsterkte verstaan de effectieve waarde van de gewogen trillinggrootte.

Topwaarde:

De in absolute zin grootste afwijking van een grootte ten opzichte van de gemiddelde waarde gedurende een zeker tijdsinterval.

$V_{\max}$:

De grootste, dimensieloze waarde van de $V_{\text{eff},\max}$.

$V_{\text{eff},\max}$

De grootste, dimensieloze waarde van de voortschrijdende effectieve waarde van de momentane trillinggrootte $V_{\text{eff}}(t)$.

V_{per} :

De dimensieloze trillingsterkte over de beoordelingsperiode dag-, avond-of nacht. Deze wordt bepaald op basis van de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van de maxima $V_{\text{eff},\max,30,i}$; (ofwel V_{egmax} waarden bepaald over meetperioden van 30 seconde, met een tijdsconstante welke overeenkomt met de meterstand 'fast' bij het meten van geluidrukniveaus).

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

Weegfunctie SBR-B:

Een van de frequentie afhankelijke weegfunctie voor de trillingsnelheid, boven 16 Hz vrijwel evenredig met de trillingsnelheid, eronder afnemend.

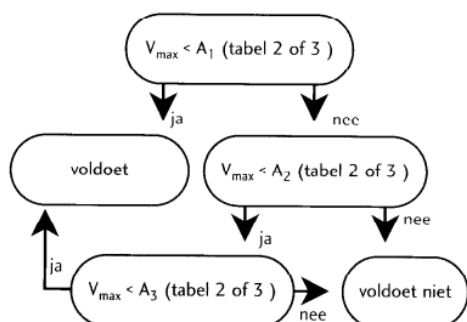
$$|H_v(f)| = \frac{1}{v_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (1 + f_0 / f)^2}} \quad \text{in [s/mm]}$$

SBR-richtwaarden:

Er wordt voldaan aan de streefwaarden als:

- de waarde van de maximale trillingssterkte in een ruimte ($V_{\max}$) kleiner is dan A_1 , of als
- de waarde van de maximale trillingssterkte van een ruimte ($V_{\max}$) kleiner is dan A_2 waarbij de trillingssterkte over de beoordelingsperiode voor deze ruimte (V_{per}) kleiner is dan A_3 .

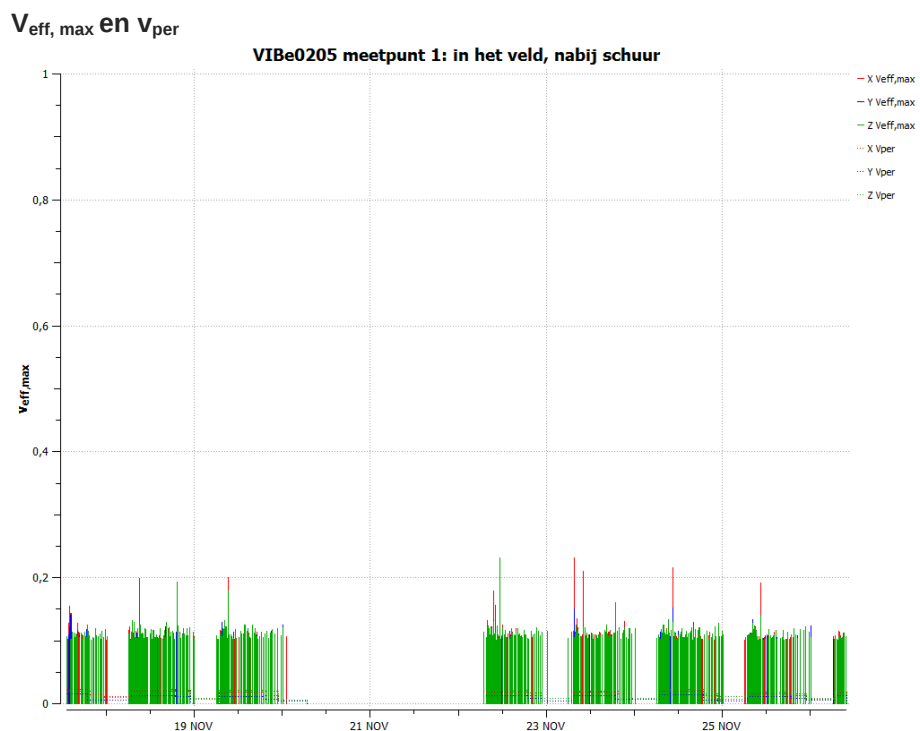
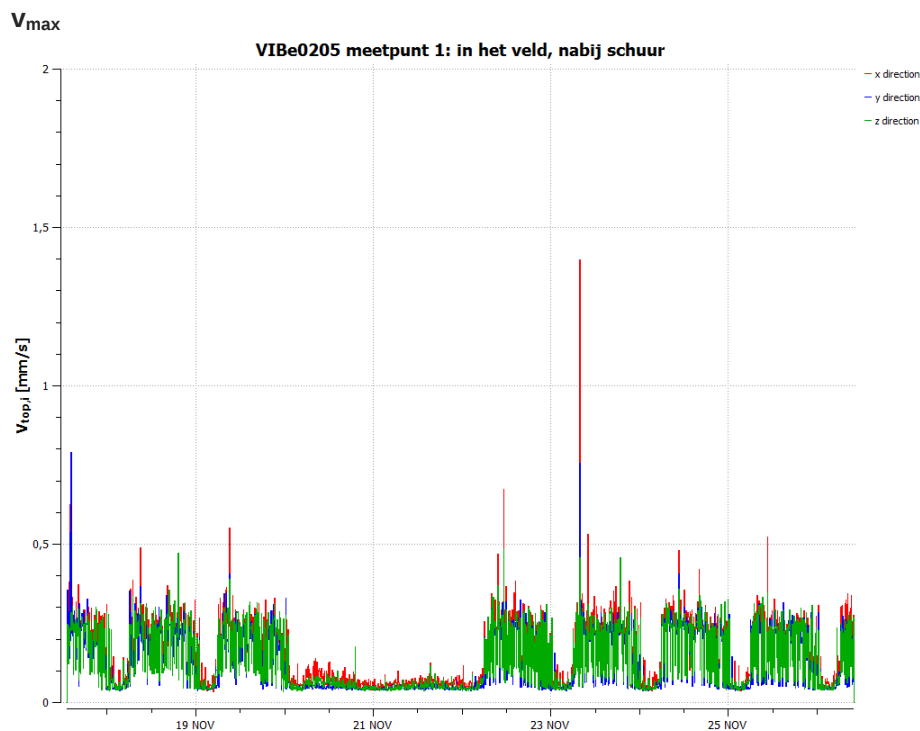
De procedure voor de beoordeling van $V_{\max}$ en V_{per} is in het onderstaande stroomschema aangegeven.



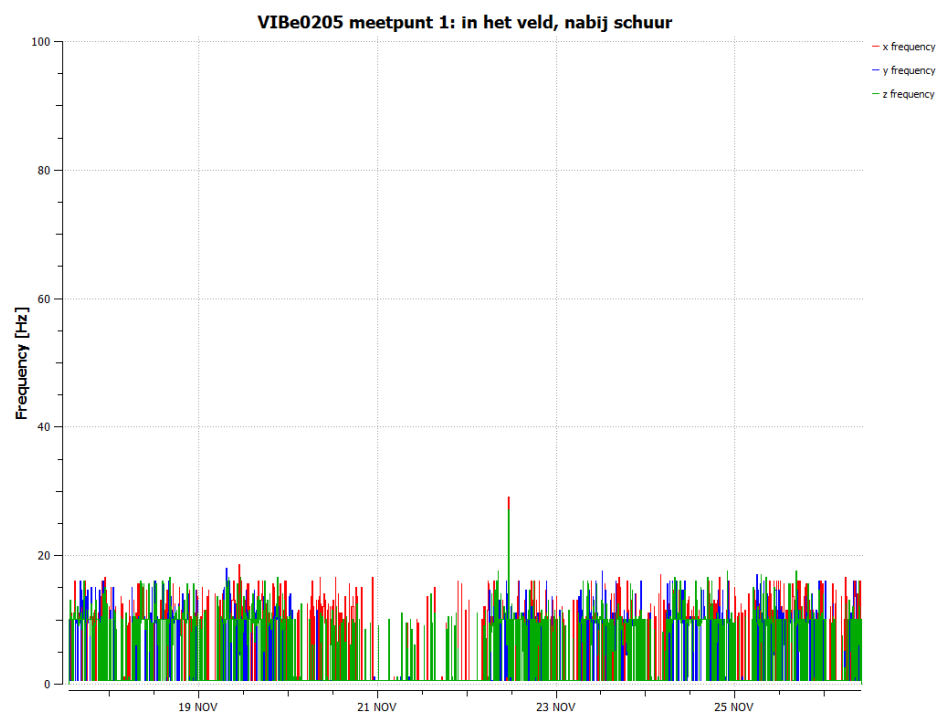
Bijlage II

Meetresultaten

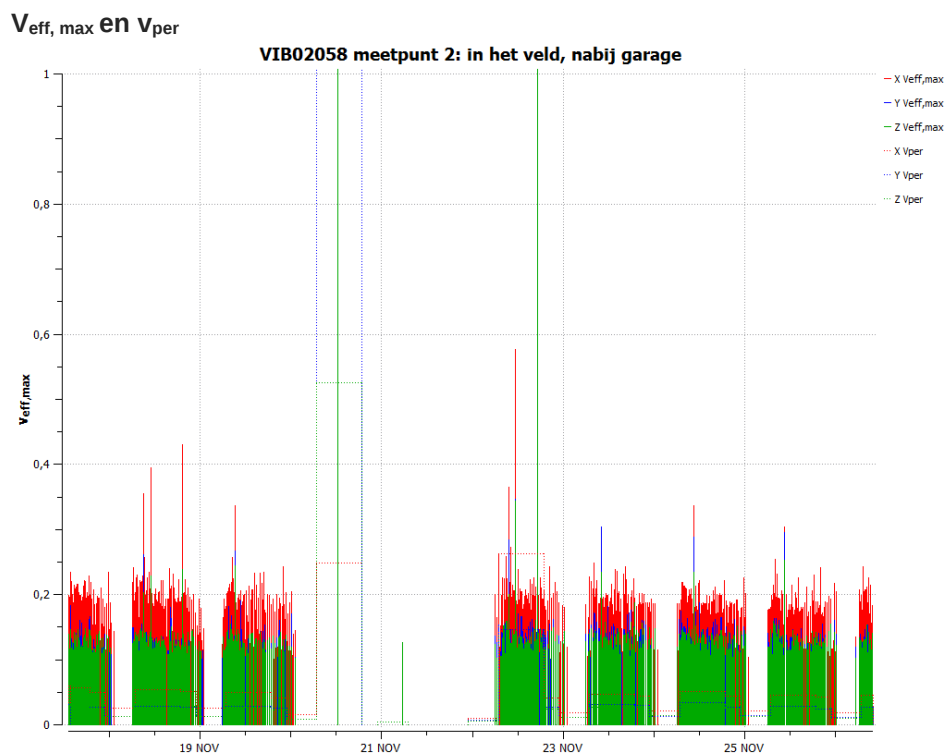
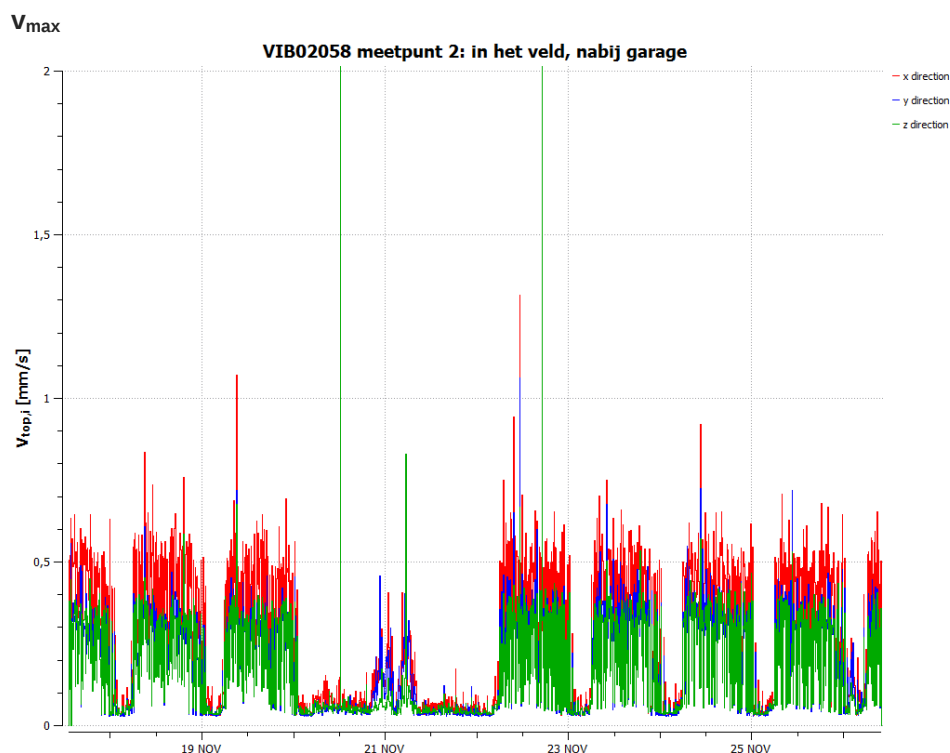
Meetpunt 1: in het veld, nabij schuur



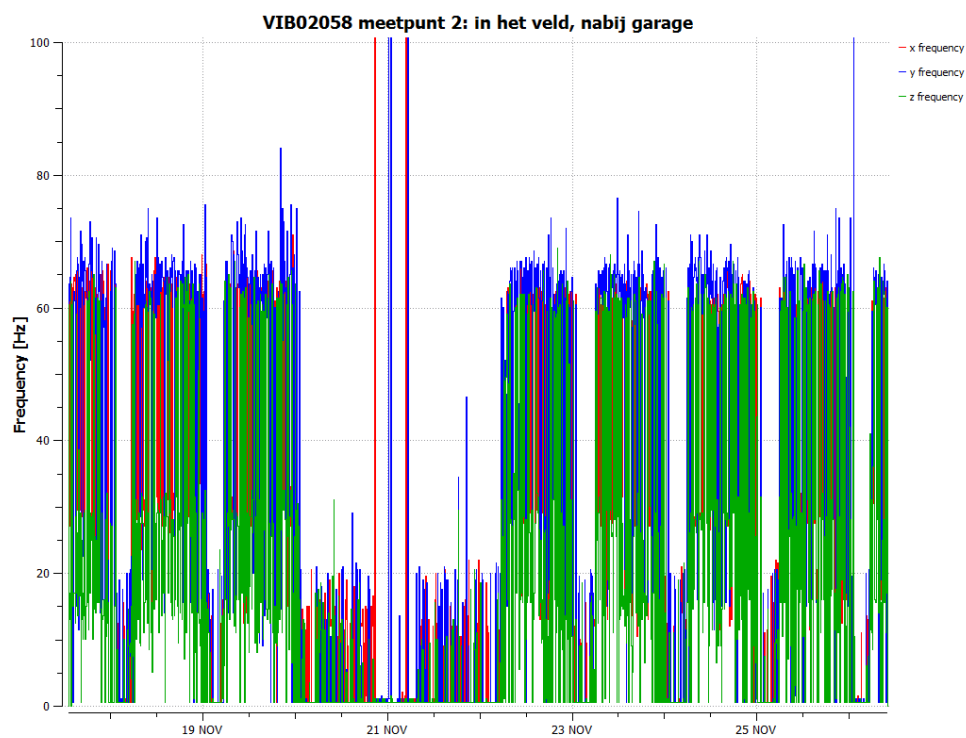
Dominante frequentie



Meetpunt 2: in het veld, nabij garage buren

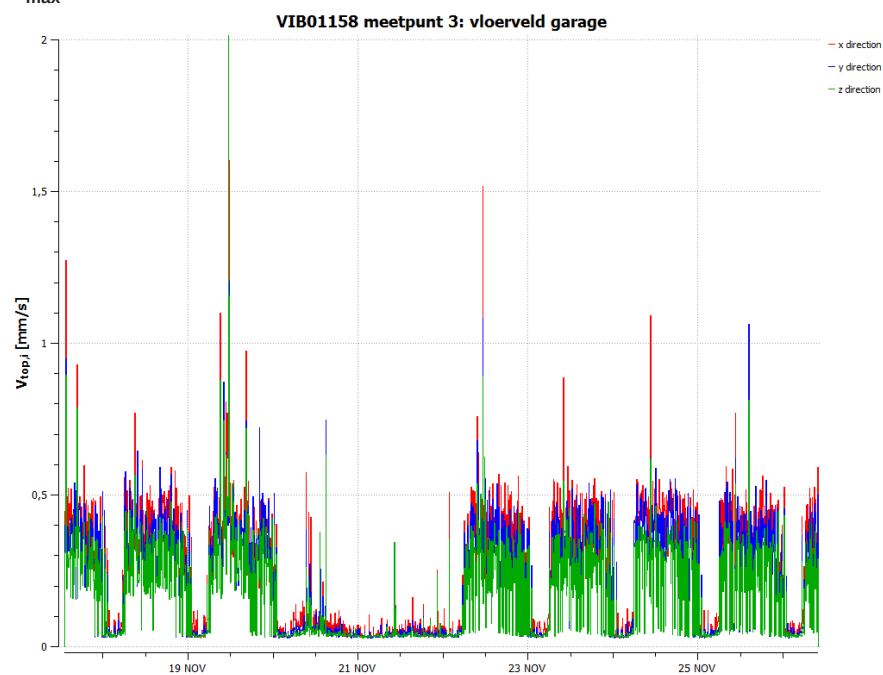


Dominante frequentie

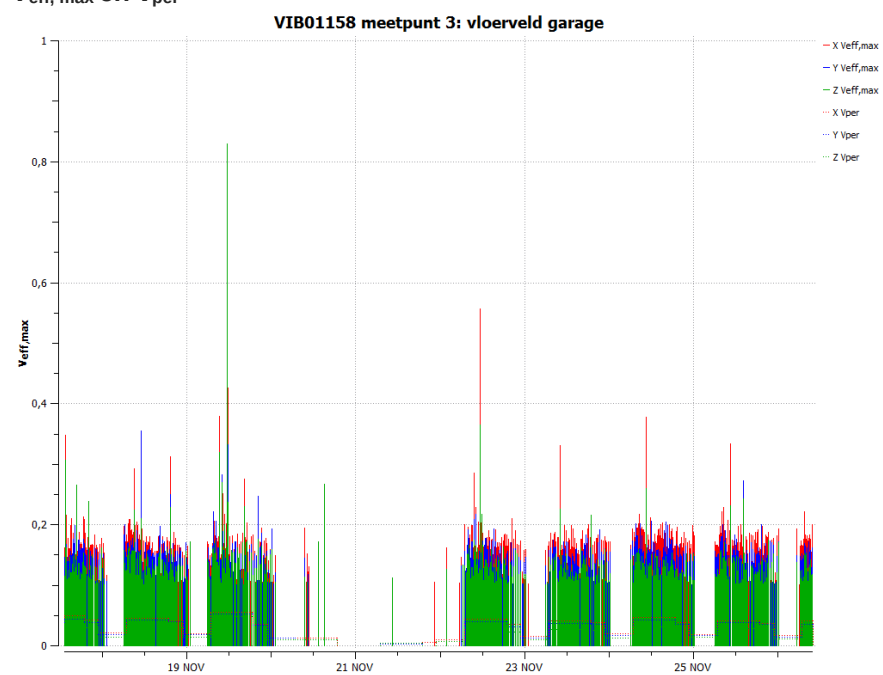


Meetpunt 3: vloerveld garage buren

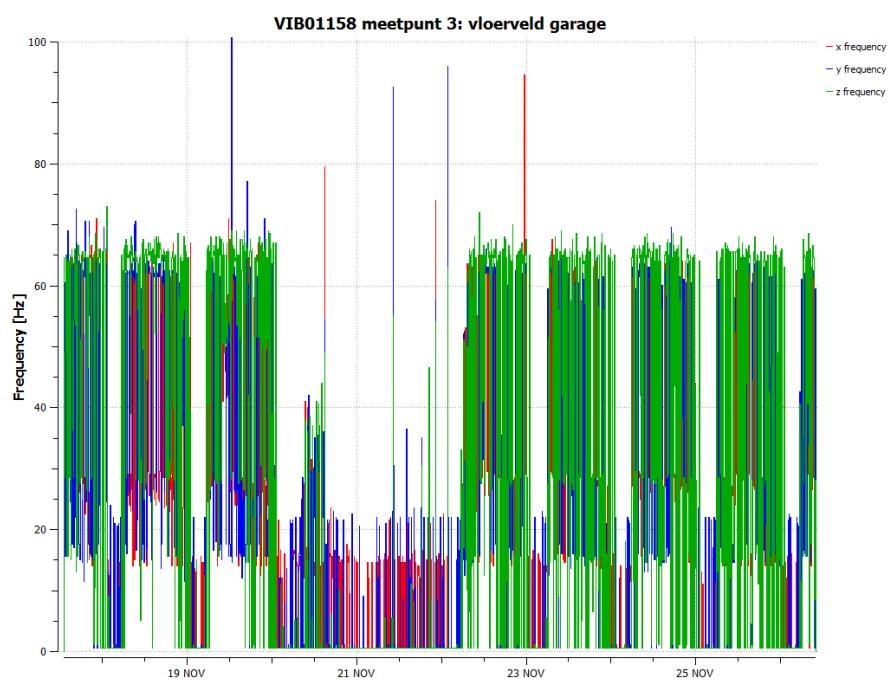
V_{max}



V_{eff, max} en V_{per}

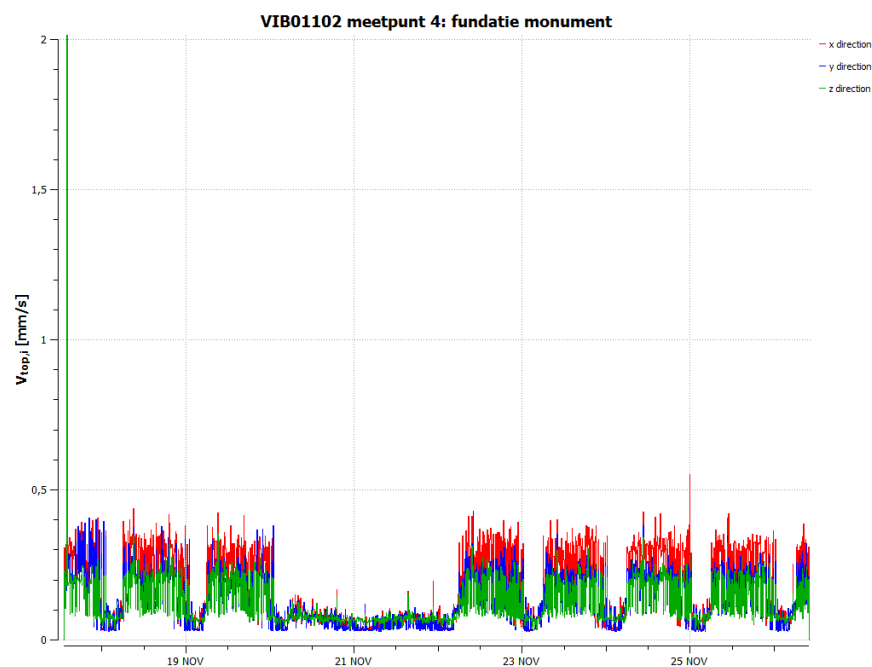


Dominante frequentie

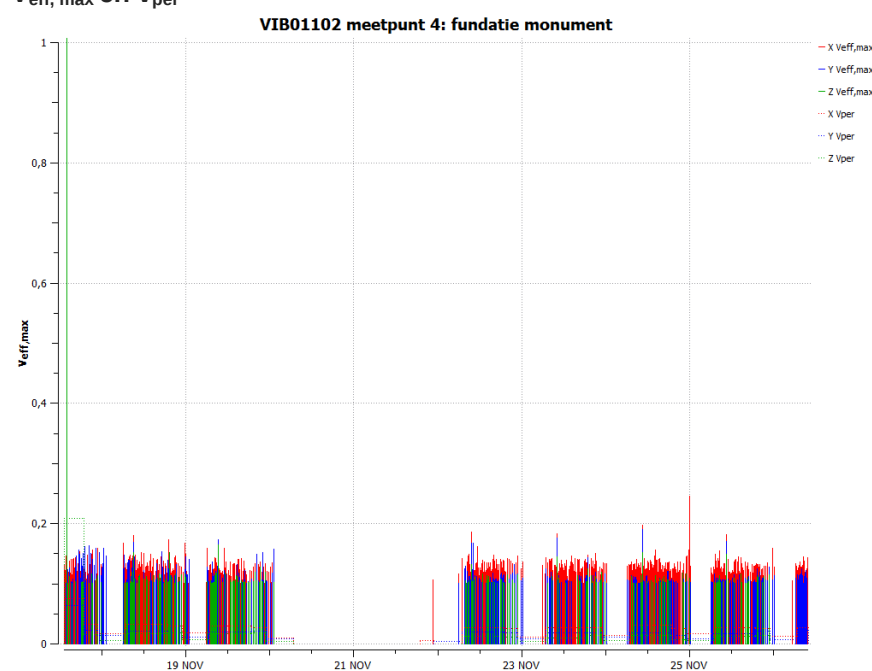


Meetpunt 4: op fundatie monument

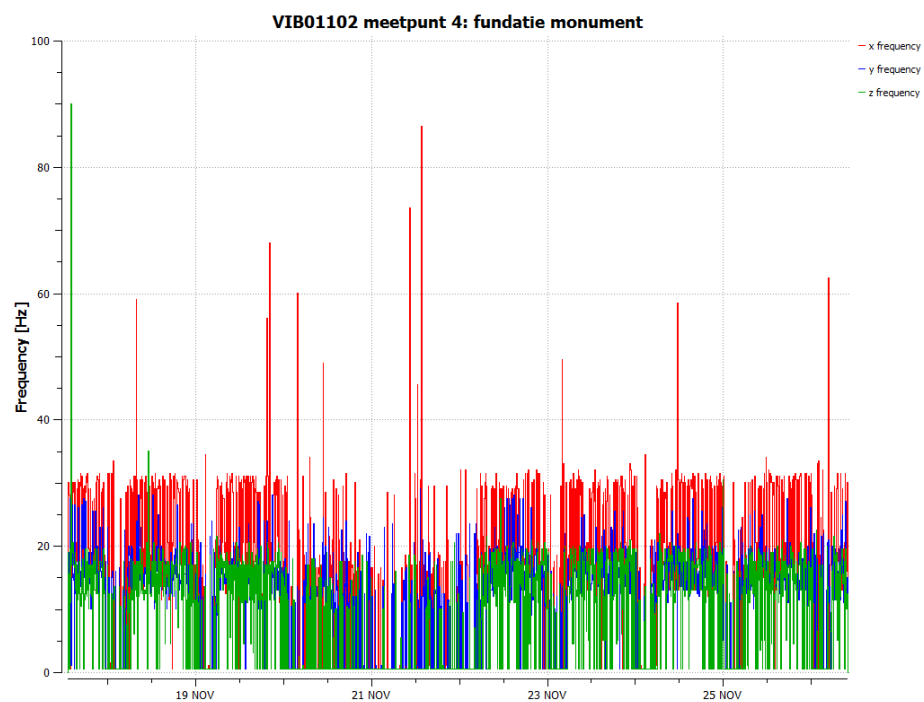
$V_{\max}$



$V_{\text{eff, max}}$ en v_{per}



Dominante frequentie



Bijlage III

Foto's



Meetpunt 1, achter meetpunt de spoorlijn



Meetpunt 2, in het veld nabij schuur



Links meetpunt 2, rechts meetpunt 1



Meetpunt 3, vloerveld garage buren



Meetpunt 4, fundatie monument



Meetpunt 4, monument



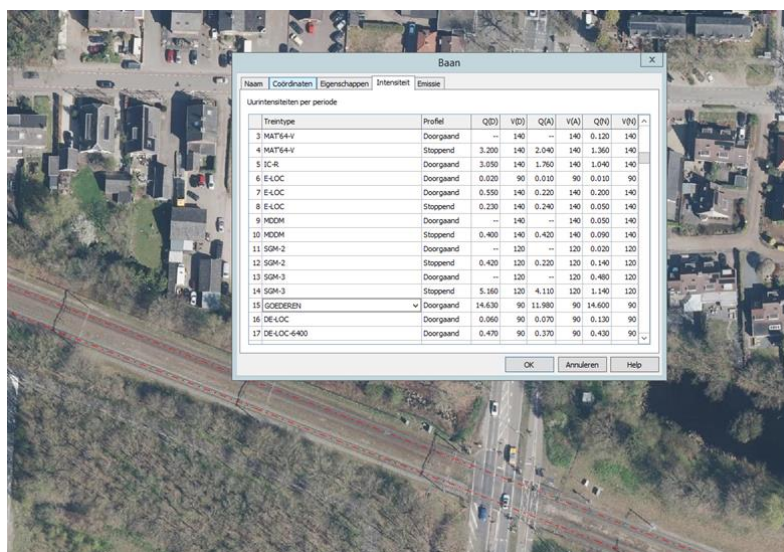
Spoor met aan de rechterkant ,na de spoorwegovergang, het te bouwen woon-zorgcomplex



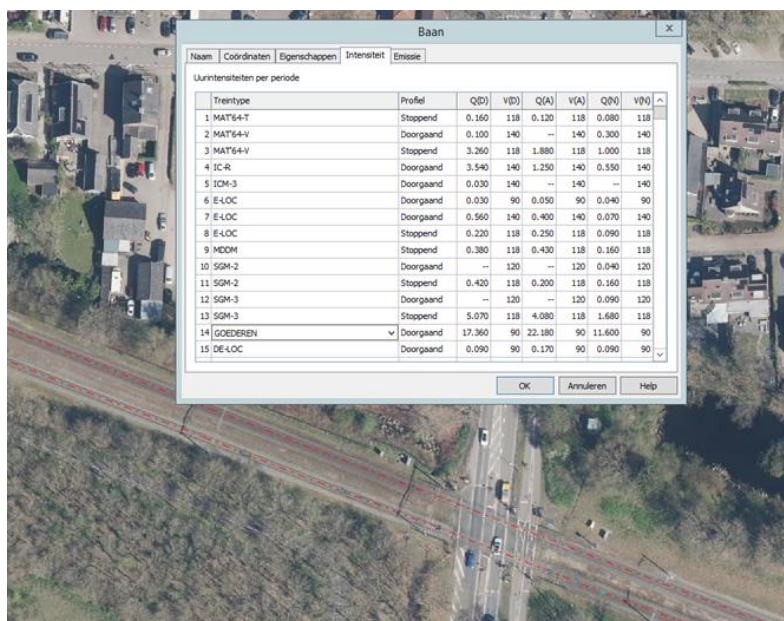
Bijlage IV

Uitgangspunten geluidregister met betrekking tot het gebruik van het spoor

Vanuit het geluidregister spoor en ingezoomd op het stukje spoor nabij het project. Het geluidregister geeft aan dat er zowel op de noordelijke als de zuidelijke spoorbaan goederen rijden. In de figuren is ook de informatie van het spoorverkeer weergegeven. Het geluidregister geeft aan dat er vooral goederen over de spoorlijn nabij het te transformeren gebouw gaat, zie figuur IV.1 en IV.2.



Figuur IV.1
Situatie noordelijke spoorbaan



Figuur IV.2
Situatie zuidelijke spoorbaan

Dit register geeft niet de actuele situatie weer, zo rijden bijvoorbeeld geen MAT`64 treinen meer rond.

Q(D) geeft de uurintensiteit voor de dagperiode.

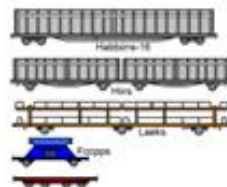
V(D) geeft de snelheid in de dagperiode.

Q(A) geeft de uurintensiteit voor de avondperiode etc.

Dit betekent niet dat er 14,6 goederentreinen per uur over de noordelijke spoorbaan rijden. Zie het schemaatje hieronder hoe omgegaan wordt met het goederenmateriaal:

4 Spoorvoertuigcategorie 4: goederenmaterieel met gietijzeren blokkremmen:
– alle typen goederenmaterieel met gietijzeren blokkremmen.

Goederen



1
1
1
1
1

De categorie van goederenwagens hangt van het remsysteem af. Wagens met gietijzeren blokken vallen in categorie 4. Wagens met alternatieve (K- of LL-) blokkenrem of schijfremmen vallen in categorie 11.

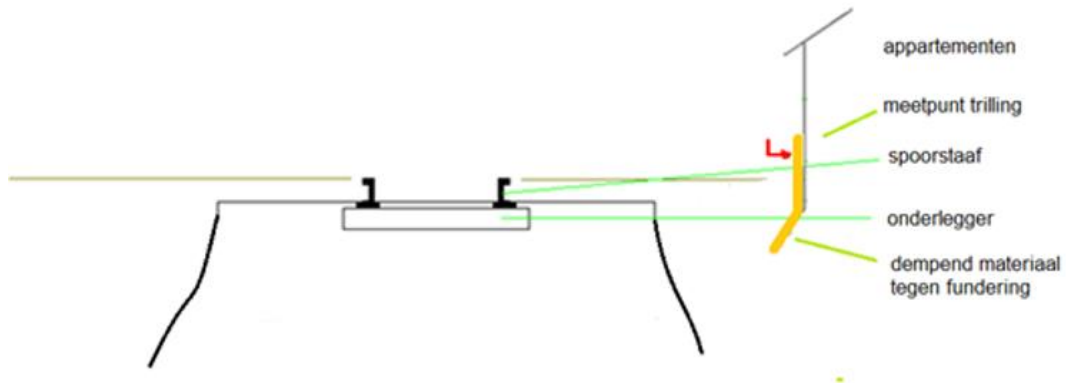
Sommige goederenwagens, zoals Hiirs en Laeks, hebben geledingen. Gelede goederenwagens lijken aparte wagens, maar rijden onder slechts één wagennummer en tellen als 1 rekeneenheid.

Bijlage V

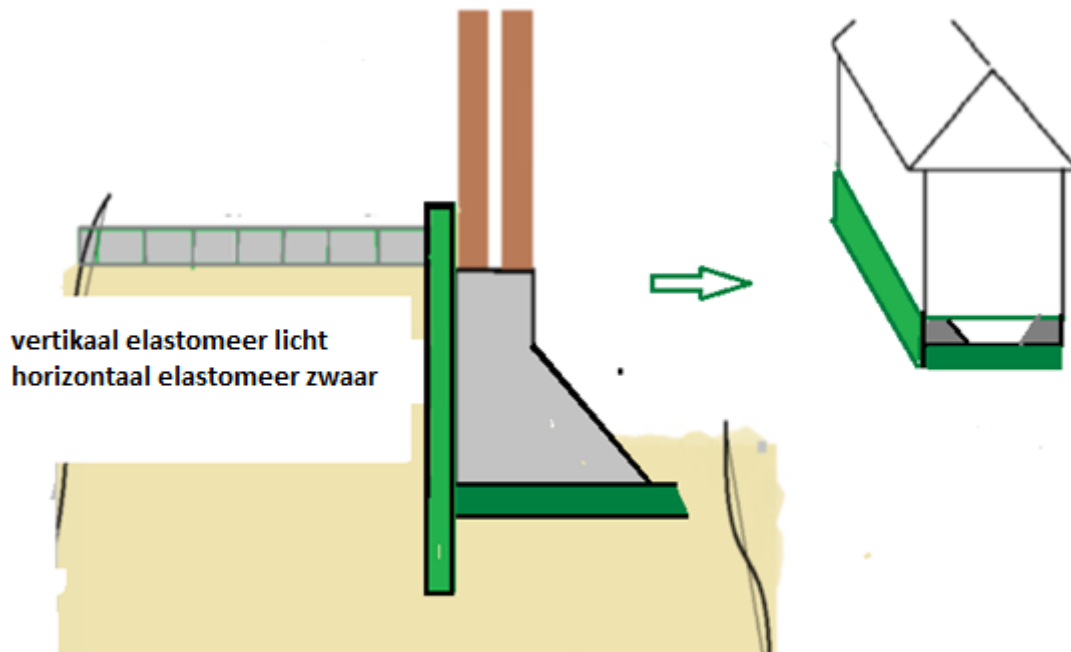
Toelichting maatregelen

Maatregel 2: aanbrengen laterale isolatie bij gevel gebouw

Principe laterale isolatie (akoestische rubberen stroken):



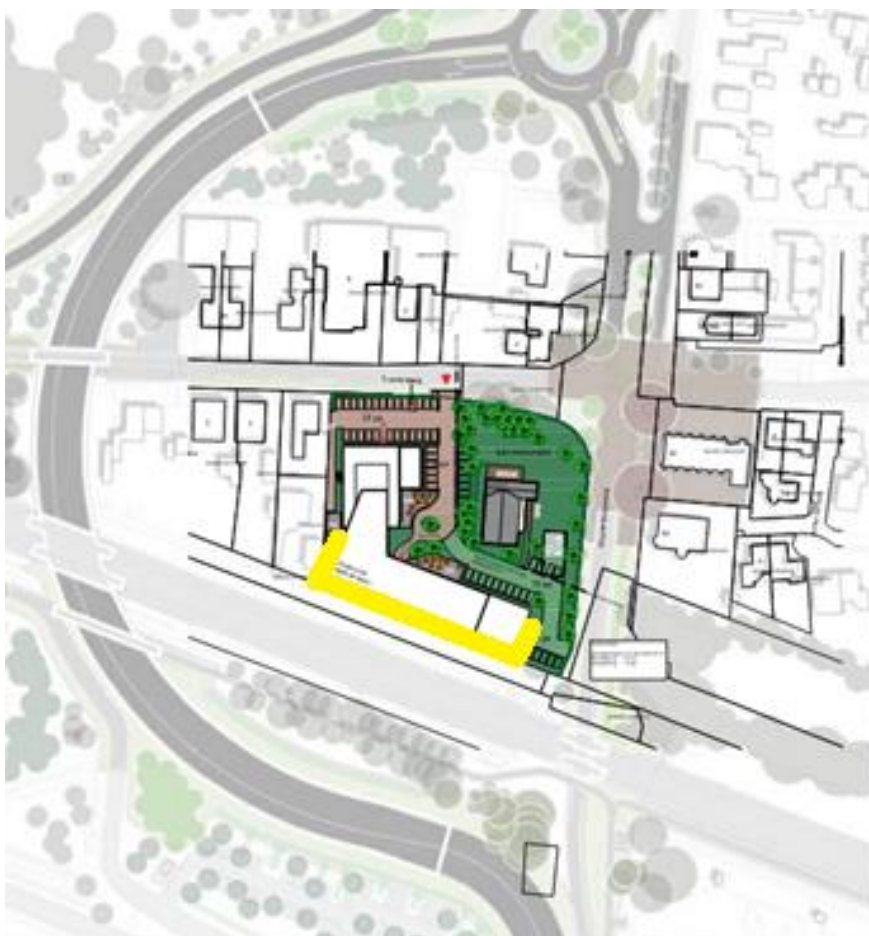
Principe laterale isolatie doorzetten van maaiveld tot 1 -2 m onderkant gevel/funderingsstrook en laterale isolatie onder de te storten vloer/fundering:



Dempende materialen

Materiaal dikte 50 mm	Vereiste of gegarandeerde duurzaamheid
CDM – (05) (delta-L)	- geen invloed van UV of ozon op de mechanische eigenschappen - waterabsorptie nihil (gesloten cellig) - bestand tegen olie en zuur - werking op de lange termijn moet gegarandeerd
Sylomer ATIS (SR 11) (Caldec / Atis)	
Of gelijkwaardig (Merford)	

Laterale isolatie ter plaatse van de gevel:



Let op: met het aanbrengen van alleen de laterale isolatie kan het naar verwachting een verbetering geven van 1 tot 3 dB.