



## **Nieuwbouw Murmelliusstraat te Deventer**

*Vervolgonderzoek trillingen vanwege treinverkeer*

*Concept*



## **Nieuwbouw Murmelliusstraat te Deventer**

*Vervolgonderzoek trillingen vanwege treinverkeer*

*Concept*

opdrachtgever      Bouwbedrijf Van Pijkeren B.V.  
rapportnummer      OA 16722-2-RA-001  
datum                20 juli 2023  
referentie            EdV/EdV//OA 16722-2-RA-001  
verantwoordelijke   ing. E. de Vries  
opsteller             ing. E. de Vries  
                             +31 24 3570763  
                             e.devries@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 85 822 86 00, mook@peutz.nl, www.peutz.nl  
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – eindhoven – düsseldorf – dortmund – berlijn – nürnberg – leuven – parijs – lyon

## Inhoudsopgave

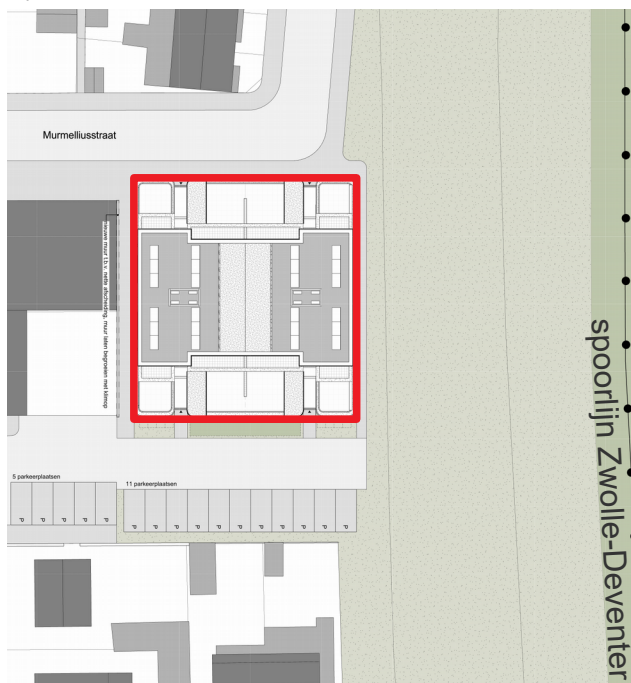
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>5</b>
2.1	Ontwerp	5
2.2	Bodemeigenschappen	5
2.3	Streefwaarden	5
<b>3</b>	<b>Dynamische analyse</b>	<b>7</b>
3.1	Algemeen	7
3.2	Bepaling bronspectrum aanstoting	7
3.3	3D model	11
3.4	Optredende trillingen	11
<b>4</b>	<b>Conclusies</b>	<b>14</b>

## 1 Inleiding

In opdracht van Bouwbedrijf Van Pijkeren is een onderzoek verricht inzake te verwachten trillingniveaus vanwege railverkeer in geprojecteerde woningen van een nieuwbouwplan aan de Mummelliusstraat te Deventer.

De geprojecteerde woningen zijn gesitueerd tot op ca. 30 m afstand van de spoorlijn spoorlijn Zwolle-Deventer (enkelspoor) en ligt daarmee binnen het standaard aandachtsgebied waar conform de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen van het Ministerie van I & W van mei 2019 nader onderzoek naar trillinghinder wenselijk is. Het plan bestaat uit de ontwikkeling van acht woningen. Figuur 1.1 toont het plan.

f1.1 Nieuwbouwplan



In februari 2022 is een vooronderzoek uitgevoerd door Peutz bv waarbij op basis van onder andere langdurige trillingmetingen in één meetlocatie ter plaatse een eerste beoordeling is gegeven. De bevindingen van dat onderzoek zijn vastgelegd in rapport O16722-2 d.d. 15 februari 2022.

Om inzicht te krijgen in de te verwachten trillingen in de woningen is een Eindige Elementen Methode (EEM) rekenmodel opgesteld van de woningen inclusief bodem. Hierbij is het model gebaseerd op het ontwerp van juni 2023.

Vervolgens zijn de te verwachten trillingniveaus getoetst aan de in dit kader algemeen gehanteerde richtlijn SBR B teneinde een goed woon- en leefklimaat te garanderen.

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Ontwerp

De dynamische berekeningen zijn gebaseerd op de tekeningenset met projectnummer 23.757-155 van 1 juni 2023 van B&Z Bouwtechniek.

### 2.2 Bodemeigenschappen

Ten behoeve van de dynamische berekeningen zijn o.a. de bodemeigenschappen benodigd ter plaatse van de nieuwbouw. Door Koops Mechanica zijn ter plaatse sonderingen uitgevoerd (vastgelegd in rapport met projectnummer 7751 d.d. 11 mei 2023). Deze sonderingen zijn benut voor het EEM rekenmodel.

Bij de nieuwbouw wordt een paalfundering toegepast. Deze paalfundering is ook opgenomen in het rekenmodel.

### 2.3 Streefwaarden

Om een 'goed woon- en leefklimaat' te garanderen is bij de beoordeling aansluiting gezocht bij de richtlijn B 'Hinder voor personen in gebouwen' van de Stichting Bouwresearch (SBR B). Dit sluit overigens aan bij de streefwaarden die worden voorgesteld in de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen van het Ministerie van I & W van mei 2019.

Tabel 2.1 toont de van toepassing zijnde streef- en grenswaarden conform de SBR B (nieuwe situaties, herhaald voorkomende trillingen).

t2.1 Overzicht streefwaarden conform SBR B

	dag en avond			nacht		
	A <sub>1</sub> [-]	A <sub>2</sub> [-]	A <sub>3</sub> [-]	A <sub>1</sub> [-]	A <sub>2</sub> [-]	A <sub>3</sub> [-]
woning	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

Volgens de SBR dient de maximale trillingssterkte  $V_{\max}$  in eerste instantie getoetst te worden aan  $A_1$ . Indien hieraan voldaan wordt is sprake van een acceptabele situatie. Indien niet wordt voldaan aan  $A_1$  dient de maximale trillingssterkte getoetst te worden aan  $A_2$ .

Bij overschrijding van  $A_2$  is sprake van een conform de SBR hinderlijke situatie. In het geval dat wordt voldaan (de maximale trillingsterkte ligt dan tussen  $A_1$  en  $A_2$ ), dient vervolgens de gemiddelde trillingssterkte voor de betreffende ruimte ( $V_{\text{per}}$ ) nog getoetst te worden aan  $A_3$ . Bij overschrijding van  $A_3$  is wederom sprake van een conform de SBR hinderlijke situatie.



Opgemerkt wordt dat de streefwaarden van de SBR in principe geen wettelijke grenswaarden zijn.

Volledigheidshalve nog de kanttekening dat het voldoen aan de streefwaarden van de SBR niet inhoudt dat geen sprake zal zijn van voelbare trillingen. De waarde van 0,1 wordt normaliter gezien als de voelbaarheidsgrens. Een streefwaarde van  $V_{\max}$  van 0,2 in woningen sluit derhalve niet uit dat bepaalde passages voelbaar kunnen zijn.

## 3 Dynamische analyse

### 3.1 Algemeen

Op basis van de genoemde uitgangspunten is een Eindig Elementen Methode (EEM) model van de woningen opgesteld in 3D met het softwarepakket ANSYS. Met dit model is een uitgebreide dynamische analyse uitgevoerd.

Deze dynamische analyse is in eerste instantie uitgevoerd op basis van een aantal worst case aannamen voor wat betreft onder andere de aanstoting.

Het model is zodanig opgesteld dat alle kritische overspanningen worden gezien. Voorts betreft het lineaire rekenmodellen; verondersteld is derhalve dat de optredende verplaatsingen zodanig klein zijn dat het gedrag rond een belastingsituatie gelineariseerd kan worden. Hoewel de modellering een vereenvoudiging weergeeft van de werkelijkheid, kan met een dergelijk model een voldoende nauwkeurige prognose worden gegeven van de te verwachten trillingniveaus.

De vloeren en wanden zijn gemodelleerd met zogenaamde shell elementen. De kolommen en liggers zijn gemodelleerd met zogenaamde beam elementen. De bodem en het fundament zijn gemodelleerd met zogenaamde solid elementen.

Daarbij is een zogenaamde 'harmonische analyse' uitgevoerd waarbij ter plaatse waar de treinen rijden de bodem met een kracht is aangestoten. Op basis hiervan is de responsie van het gebouw berekend

### 3.2 Bepaling bronnspectrum aanstoting

Het bronnspectrum van de treinen is gebaseerd op de resultaten van het vooronderzoek. In dat onderzoek zijn op basis van meting gedurende ca. 1 week de hoogst optredende trillingniveaus vanwege passerende treinen inzichtelijk gemaakt.

De op basis van het vooronderzoek hoogst optredende trillingniveaus zijn benut bij de nu verrichte berekeningen.

Teneinde de (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode ( $V_{per}$ ) te kunnen berekenen is het gemiddelde van de gemeten maximale trillingsterktes bepaald.

De metingen zijn verricht op één locatie zoals aangegeven in figuur 3.1.

## f3.1 Ligging meetlocatie



Hierbij is in de twee horizontale richtingen, aangeduid met X (parallel aan het spoor) en Y (loodrecht op het spoor), en de verticale richting, aangeduid met Z, gemeten.

Tabel 3.1 toont de gemeten maximale trillingsterkte in de bodem als gevolg van de vijf maatgevende treinpassages. De trillingsterkte is gegeven voor de horizontale X-, Y- en verticale Z-richting.

### t3.1 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem op de meetlocatie

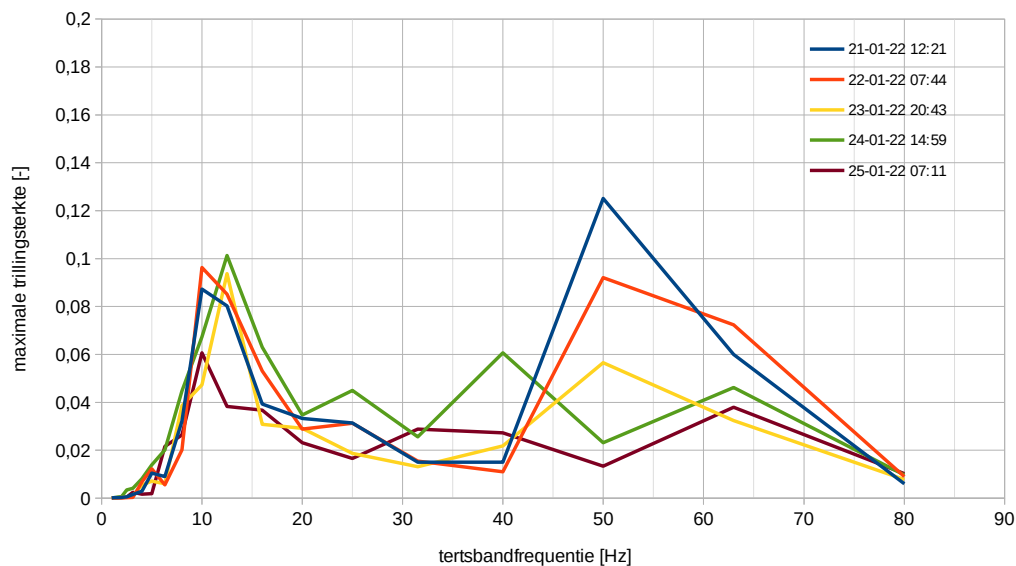
Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
21-01-22 12:21	0,20	0,21	0,13
22-01-22 07:44	0,19	0,21	0,12
23-01-22 20:43	0,14	0,20	0,11
24-01-22 14:59	0,18	0,21	0,21
25-01-22 07:11	0,11	0,21	0,08



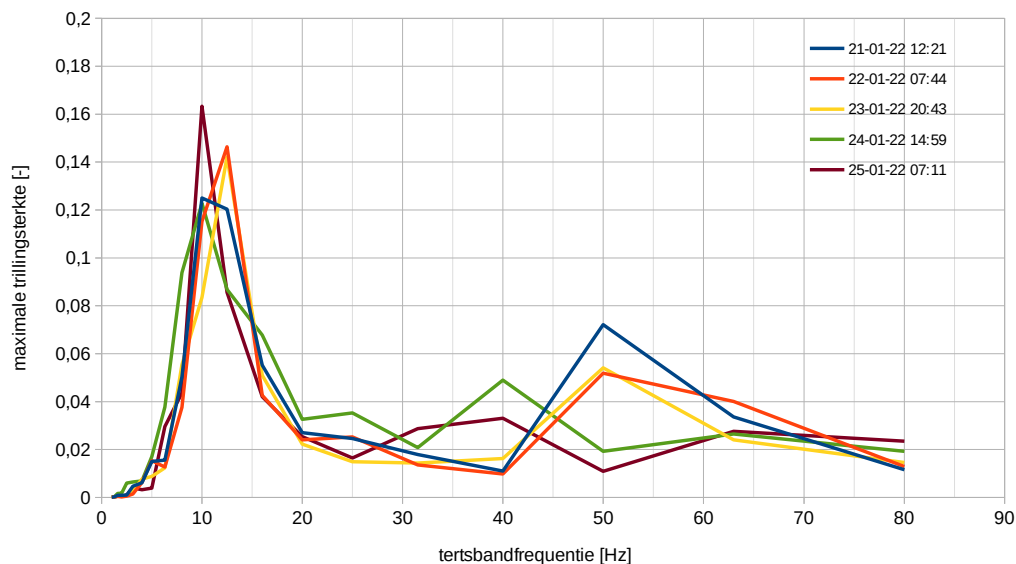
Ten behoeve van de berekeningen dient inzicht te worden verkregen in de spectrale inhoud van de optredende trillingsterktes.

Figuren 3.2, 3.3 en 3.4 tonen de spectrale verdeling van de 5 maatgevende treinpassages in meetlocatie 2. Figuur 3.2 toont de spectrale verdeling in de horizontale X richting, figuur 3.3 toont de spectrale verdeling in horizontale Y richting en figuur 3.4 toont de spectrale verdeling in verticale Z richting.

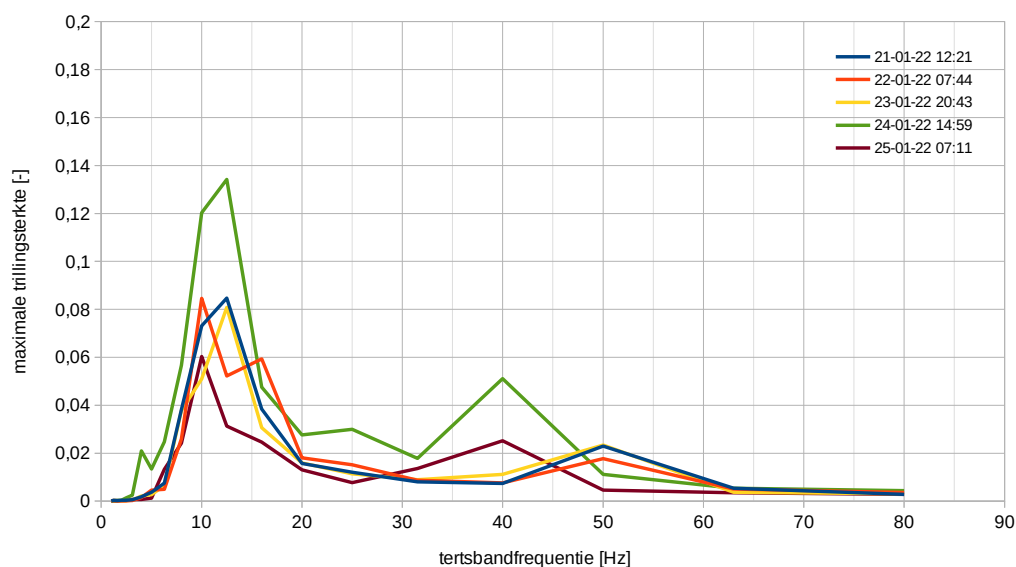
f3.2 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting)



f3.3 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale Y richting)



f3.4 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (verticale Z richting)



De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage in de horizontale X-richting sprake is van verhoogde trillingniveaus bij met name 50 Hz en in minder mate rond 10 Hz. In de horizontale Y-richting en verticale Z-richting is sprake van verhoogde trillingniveaus in een frequentiegebied tussen globaal 8 en 16 Hz.

Naast de maximale trillingniveaus is ook inzicht nodig in de gemiddelde trillingniveaus. Deze gemiddelde waarden zijn ook bepaald op basis van de metingen uit het vooronderzoek.

Tabel 3.2 toont het gemiddelde per etmaalperiode (dag, avond en nacht) en het aantal 'events'. Het aantal events komt overeen met het aantal momenten dat een trillingniveau is geregistreerd. Bijvoorbeeld een passage van een trein kan resulteren in 1 event.

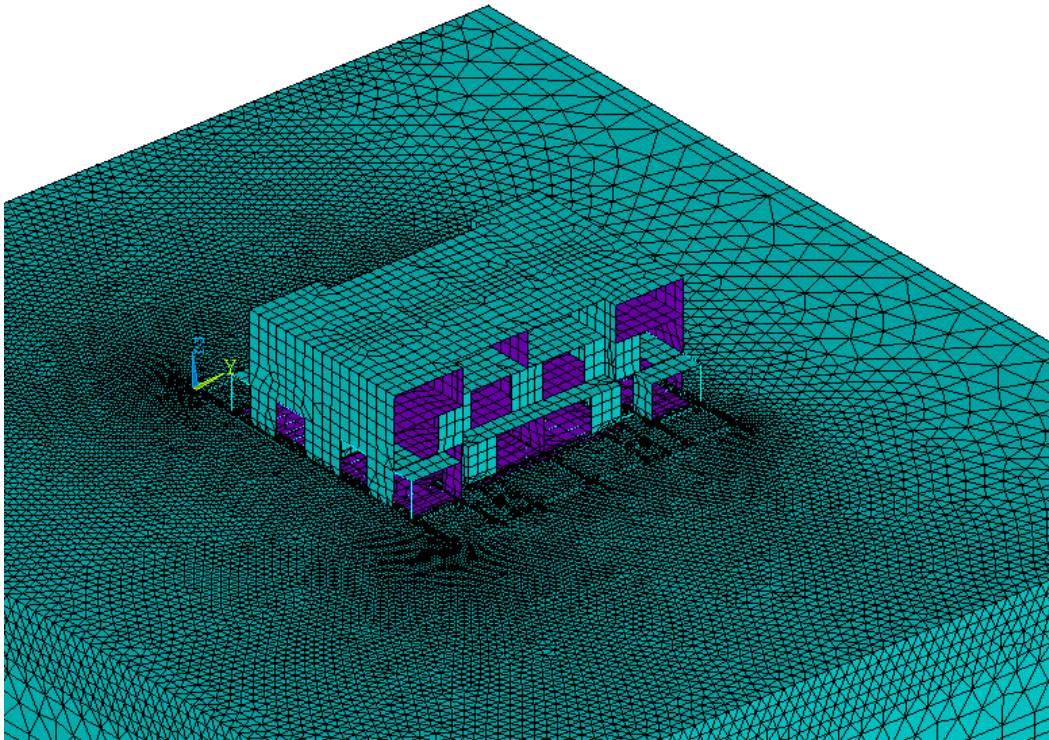
t3.2 Gemiddelde van de maximale trillingsterktes, in de bodem

		Aantal events	Trillingsterkte over de beoordelingsperiode (Vper,meet) in de bodem		
			X	Y	Z
meetlocatie	dag	405	0,025	0,046	0,020
	avond	178	0,015	0,031	0,013
	nacht	22	0,006	0,013	0,006

### 3.3 3D model

In het softwarepakket ANSYS is een 3D model opgesteld. In figuur 3.5 is het EEM model van de woningen weergegeven.

f3.5 EEM model woningen



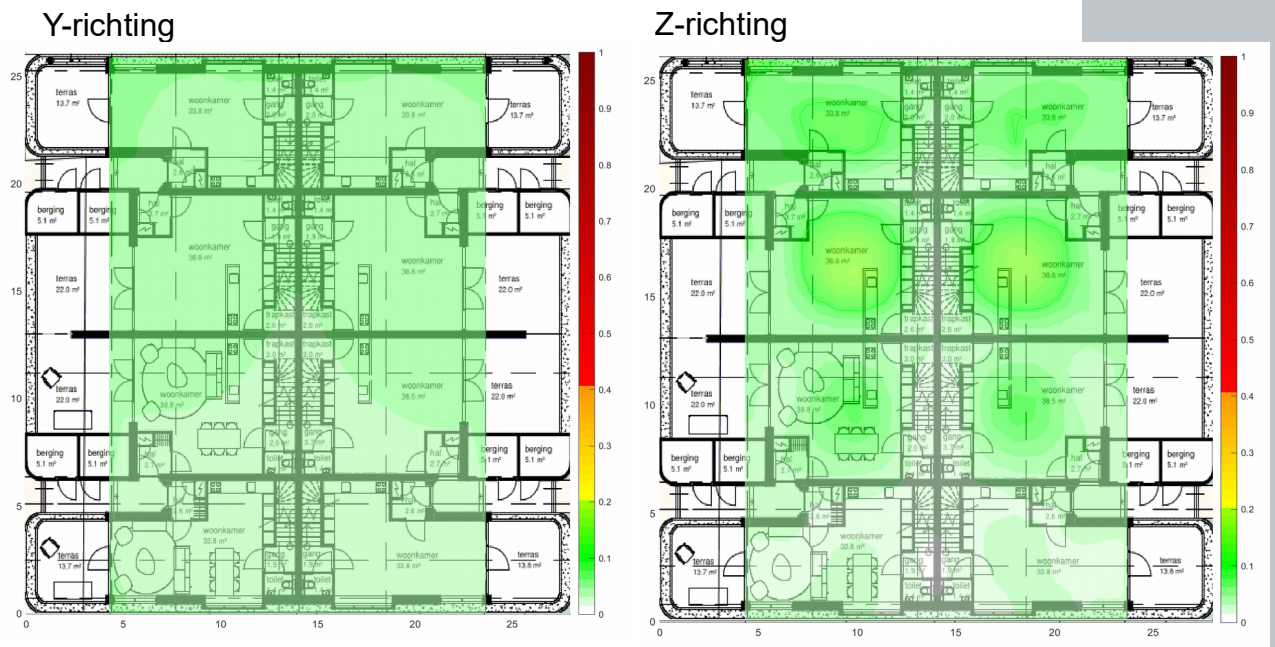
### 3.4 Optredende trillingen

In eerste instantie zijn de berekeningen uitgevoerd in de twee horizontale richtingen (X en Y) en de verticale richting. Daaruit kwam naar voren dat de horizontale Y-richting de maatgevende horizontale richting is.

Op basis van de resultaten volgt dat de hoogste trillingsterkten zijn aangetroffen op vloerniveau 1 (begane grond).

In figuur 3.6 zijn de contouren getoond van vloerniveau 1 voor de horizontale Y (loodrecht op het spoor) en Z richting.

f3.6 Maximale trillingsterkte contour, vloerniveau 1



Op basis van de berekeningen met het huidige ontwerp volgt dat sprake kan zijn van een maximale trillingsterkte tot  $<0,2$  in horizontale (Y) richting (maatgevende horizontale richting) en tot  $0,2$  in verticale (Z) richting als gevolg van passerende treinen.

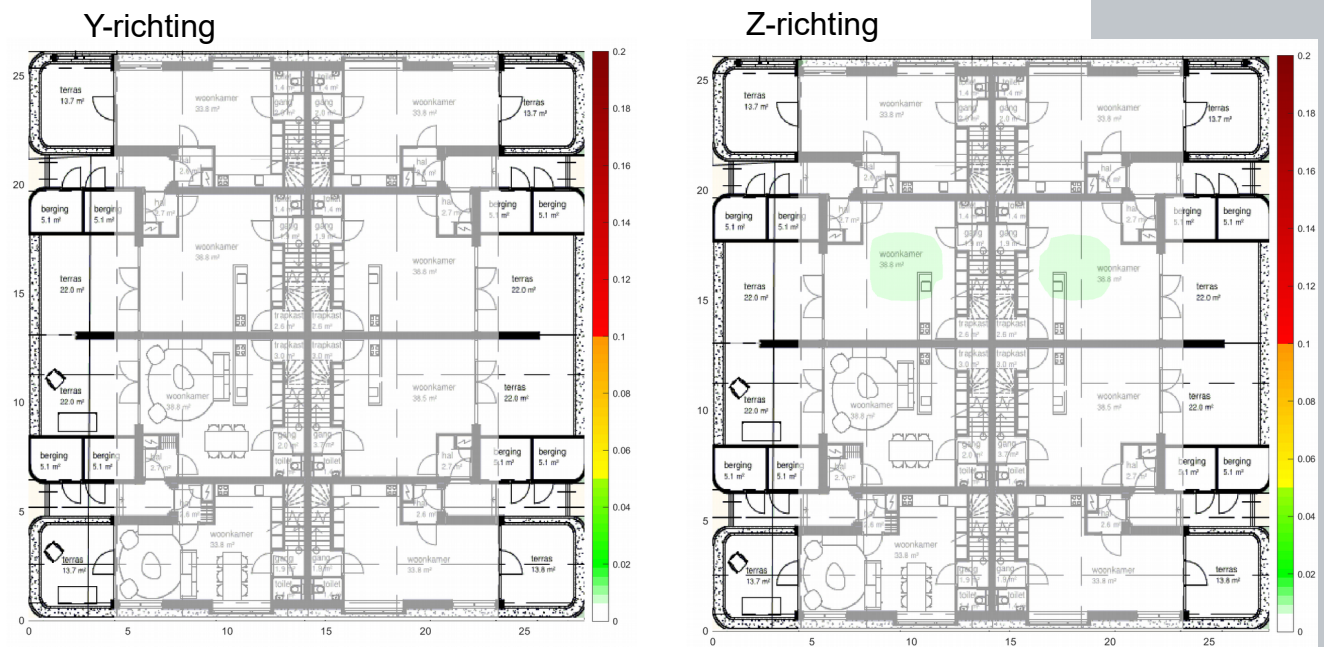
De streefwaarde  $A_2$  bedraagt voor nieuwe situaties  $0,2$  zodat wordt voldaan.

Volgens de systematiek van de SBR dient indien hoger dan streefwaarde  $A_1$  doch lager dan de streefwaarde  $A_2$  aanvullend te worden getoetst aan de streefwaarde  $A_3$ .  $A_1$  en  $A_2$  betreffen de maximale trillingsterkte,  $A_3$  de gemiddelde trillingsterkte.

Aangezien de streefwaarde  $A_1$  wordt overschreden maar aan de streefwaarde  $A_2$  wordt voldaan dient de gemiddelde trillingsterkte te worden beoordeeld.

In figuur 3.7 zijn de contouren getoond van vloerniveau 1 waar de hoogste gemiddelde trillingsterktes worden verwacht. De contouren zijn getoond voor de horizontale Y (loodrecht op het spoor) en Z richting.

f3.7 Maximale trillingsterkte contour, vloerniveau 1



Figuur 3.7 toont dat de gemiddelde trillingsterkte in de vloer maximaal 0,01 bedraagt waarmee wordt voldaan aan de streefwaarde  $A_3$  van 0,05.

Op basis hiervan volgt dat de 6 nieuwe woningen aan de streefwaarden van de SBR deel B voldoen.

## 4 Conclusies

Uitgaande van het beschouwde ontwerp, stand van zaken 1 juni 2023, worden in de toekomstige woningen van het plan aan de Mummelliusstraat te Deventer trillingniveaus verwacht die voldoen aan de streefwaarden van de SBR B aangaande hinder (nieuwe situaties).

Op basis van het voorliggende onderzoek kan worden gesteld dat in de beschouwde woningen als het gaat om trillinghinder door passerende treinen een goed woon- en leefklimaat kan worden gerealiseerd.

Mook,

Dit rapport bevat 14 pagina's