

SVRZ Servicecentrum
t.a.v.: dhr. Rocco Rentmeester
Postbus 100
4330 AC Middelburg

Betreft: Trillingsonderzoek *nieuwbouw zorgcomplex Canadalaan*
Kenmerk: LA.180202.M01

Datum: 12 maart 18
Behandeld door: Arnold Koopman

MEMO

Verwacht trillingsniveau aan de fundering

ProRail heeft bij de bestemmingsplanwijziging die nodig is om aan de Canadalaan een zorgcomplex te bouwen een zienswijze ingediend waarin wordt aangeraden om het aspect trillingshinder af te wegen in het bestemmingsplan. Omdat een goederenspoorlijn in de nabijheid ligt van het beoogde zorgcomplex kan er mogelijk hinder optreden door trillingen.

SVRZ heeft opdracht gegeven aan Level Acoustics & Vibration om dit te onderzoeken aan de hand van *SBR trillingsrichtlijn B : hinder voor personen in gebouwen*.

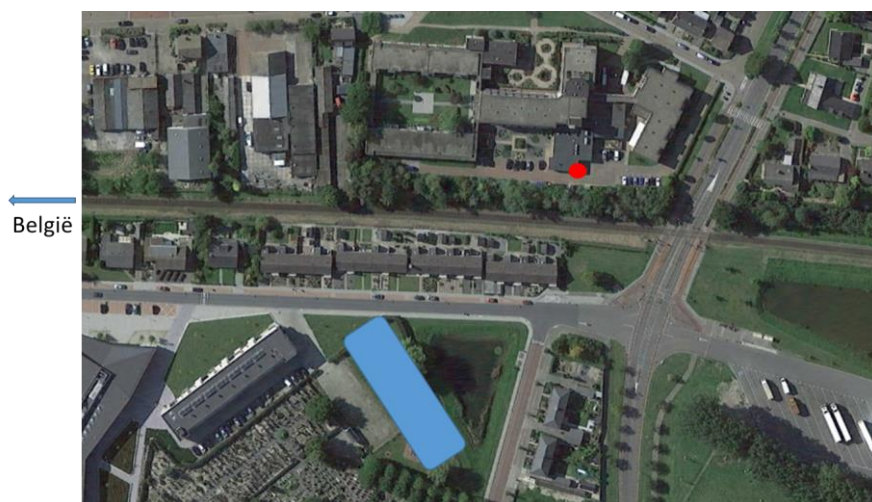
Doel

Prognose van het trillingsniveau waaraan het gebouw bloot zal staan.

Werkwijze

De goederenspoorlijn is in regulier gebruik en er zijn in de toekomst geen grote veranderingen te verwachten wat betreft type goederentreinen, treinsnelheid en treinaantallen. De toekomstige blootstelling kan dus in de tegenwoordige tijd door middel van metingen worden vastgesteld.

De locatie van de nieuwbouw is nu onbebouwd en de status van de toplaag (in hoeverre geroerd, etc.) is onduidelijk. In verband met de grote spreidingen die trillingsmetingen op een dergelijk maaiveld opleveren is er voor gekozen te meten op een fundering van een vergelijkbaar pand: de oudbouw van het zorgcentrum. Die fundering zal een middelende werking hebben die de fundering van de nieuwbouw ook zal vertonen. Een bijkomend voordeel is dat in het verdere onderzoek geen berekeningen meer hoeven te worden gedaan aan de overdracht van maaiveld naar fundering.

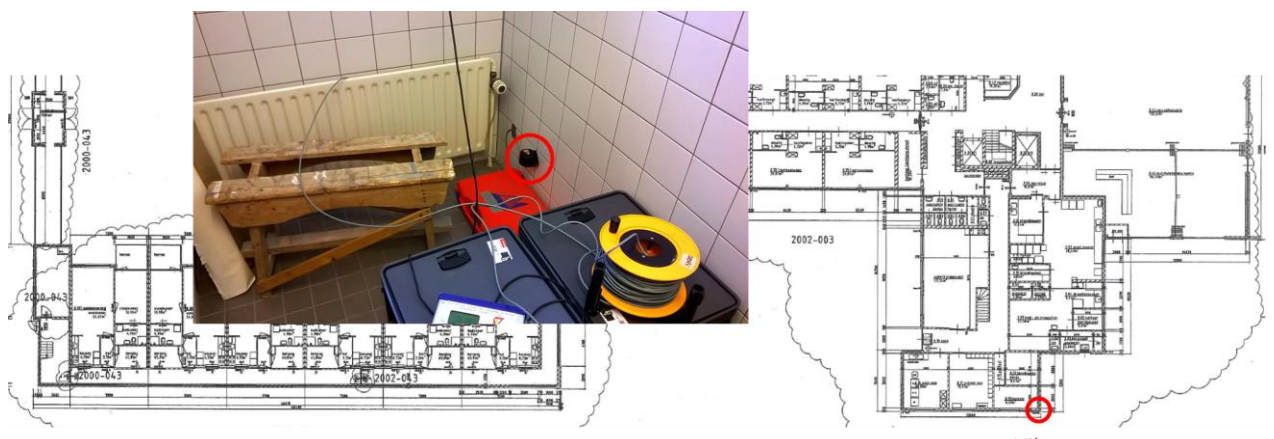


Figuur 1: overzicht van de situatie; blauw is de locatie van de nieuwbouw, rood is de positie van het trillingsmeetpunt

Deze aanpak kent wel een prijs: de oudbouw staat aan de andere kant van het spoor, waar bodemcondities en dus bodemoverdracht mogelijk iets anders zijn, en de oudbouw staat dicht bij het spoor, wat betekent dat een afstandsverzwakking in rekening moet worden gebracht. Deze onzekerheden worden in rekening gebracht door het hanteren van een conservatief ingeschatte afstandsverzwakking. Bovendien is er bij de nieuwbouw sprake van een rij woningen tussen spoor en gebouw. Deze hebben mogelijk een wat dempende werking op de bodemtrillingen. Dit is niet in rekening gebracht omdat daar geen empirische of analytische rekenregels voor beschikbaar zijn.

Meetopzet

Een trillingsmonitorsysteem (Vibra+ van het merk Profound) is geplaatst “aan de fundering” van de oudbouw, zo dicht mogelijk bij het spoor. Dat betekent in dit geval: in een hoek van het gebouw, in een vertrek, onderaan een wand.

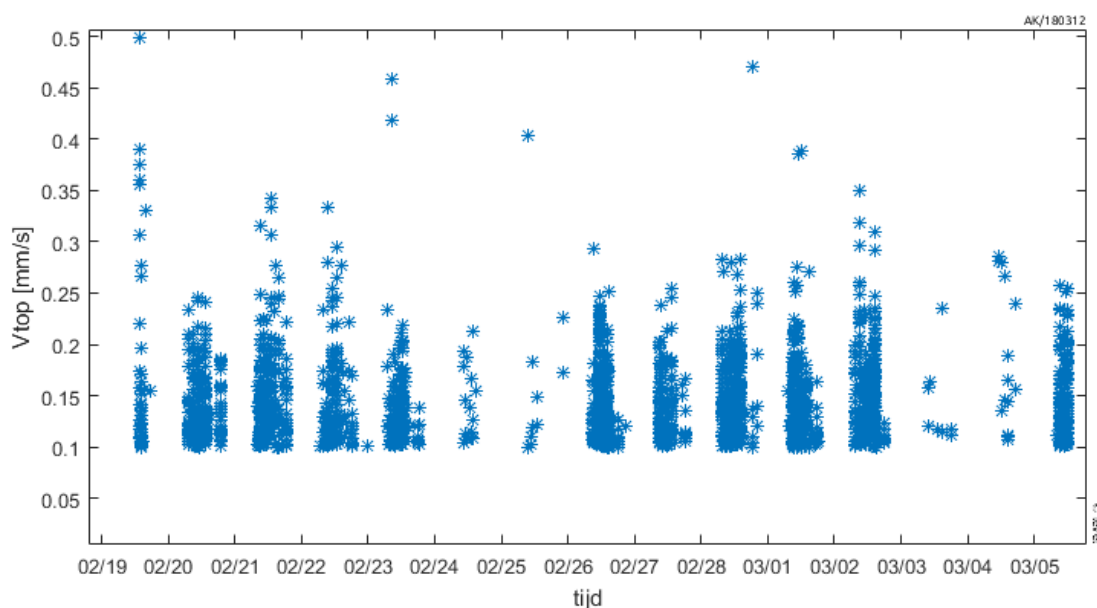


Figuur 2: locatie van de sensor

Er is gedurende 14 dagen gemeten: van maandag 19 februari t/m maandag 5 maart. Deze lange tijdsduur is nodig om een representatieve waarde voor de beoordelingsgrootte V_{max} te kunnen bepalen. *SBR trillingsrichtlijn B : hinder van personen in gebouwen* stelt bij spoorverkeer als bron tenminste 1 week moet worden gemeten. Intussen is bekend uit de praktijk dat bij goederenverkeer meer weken nodig zijn voor een resultaat dat voldoende betrouwbaar is. De logger heeft per seconde de grootheden van de SBR richtlijnen A en B vastgelegd: $V_{eff,max}$, V_{top} en f_{dom} . Elk uur is van de sterkste gebeurtenis (een trein, indien in dat uur een trein passeerde) 2 seconden ruwe data vastgelegd ten behoeven van nadere analyse. Hier kunnen bijvoorbeeld "spectra" uit worden bepaald die nodig zijn om de reactie van het gebouw te berekenen.

Meetresultaten

Onderstaande grafiek toont de resultaten voor V_{top} (de grootte in verband met schade aan gebouwen). De hoogst gemeten waarde is 0,5 mm/s, wat ruim onder de grenswaarden van *SBR trillingsrichtlijn A : Schade aan bouwwerken* ligt. Te zien is dat er een duidelijk dag-nacht ritme en een week ritme aanwezig is. Tussen 23:00 en 07:00 zijn geen treinen gesignaleerd, wat van belang is voor de beoordeling.



Figuur 3: trillingsniveau (V_{top} , volgens SBR trillingsrichtlijn A) in de loop van 2 weken; niveaus onder de 0,1 mm/s worden niet geregistreerd omdat deze mogelijk achtergrondruis betreft i.p.v. treinen

De metingen zijn uitgewerkt volgens drie methoden:

- SBR trillingsrichtlijn B
- Beleidsregel Trillingshinder Spoor (welke voor de bepaling van V_{max} "Level memo" LA.131001a.M04 aanwijst)
- De conceptversie van een nieuwe methode (" V_{rms} ", ref.: LA.160620.R01)

Alle drie leveren ze een waarde voor V_{max} op, de hoogste waarde in een week, welke getoetst kan worden aan de streefwaarden van SBR trillingsrichtlijn B.

De laatste twee methodes leveren ook een betrouwbaarheidsparameter op: R. Deze representeert de onzekerheidsband rond V_{max} , in verband met de variatie tussen goederentreinen.

De resulterende waardes staan in de volgende tabel.

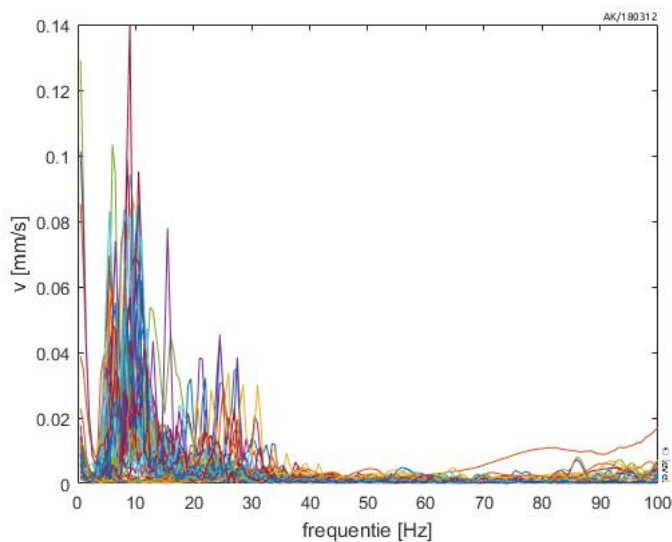
Tabel 1: Vmax, volgens de drie bestaande methoden; # is het aantal treinen waarop Vmax is gebaseerd

	SBR B	Bts	Vrms
Vmax	0,2054	0,1686	0,2111
R	n.v.t.	7,9%	10,4%
#	1	13	34

Van deze drie naverwerkingsmethoden wijkt de Bts het meest af. Aangezien de Vrms methode ontwikkeld is omdat de Bts juist in dit soort situaties (weinig spoorverkeer) uitkomsten geeft die van week tot week sterker kunnen variëren dan verwacht (op grond van R) ligt het in de rede de waarde volgens Vrms als uitgangspunt in dit onderzoek te hanteren.

Vmax=0,2111 (R=10,4%)

Voor de prognose is van belang welke frequenties domineren. De volgende grafiek toont dat de werkelijk hoge niveaus steeds frequenties betreffen rond de 9 Hz.



Figuur 4: frequentiespectra van de treinpassages, alle passages over elkaar heen geplot

Prognose

De afstand van het meetpunt tot het spoor bedraagt ongeveer 20 meter. De afstand van de nieuwbouw tot het spoor ongeveer 40 meter. Er dient dus een vertaling te worden gemaakt van de gemeten waarde voor Vmax op 20 meter naar de te voorspellen waarde op 40 meter. Die vertaling wordt gedaan met het rekenmodel voor spoortrillingen SRM-T.

De afstandsverzwakking is bodemafhankelijk en de bodem in Sas van Gent is, voor trillingen, te kenschetsen als "gelaagd", met lagen zand, kleiige zand en klei. Dit komt overeen met het bodemprofiel "Tiel" van SRM-T. De

afstandsverzwakking in de 8 Hz octaafband bedraagt daar volgens het model een factor 0,4 (zanderige bodems hebben een waarde van 0,6 of 0,7). De variatiecoëfficiënt is 50%. Een conservatieve schatting van de afstandsverzwakking is daarom 0,6.

Het trillingsniveau op de fundering van de nieuwbouw, op 40 meter van het spoor, bedraagt, conservatief ingeschat:

$V_{max}=0,13$ (R=10%)

Op 60 meter afstand (dus verderop in het gebouw) is de waarde voor V_{max} verder gezakt naar 0,08.

Conclusie en aanbevelingen

Op de locatie van de beoogde nieuwbouw bedraagt V_{max} , de grootte voor trillingshinder, ten hoogste **0,13**. Dit geldt voor een fundering op de rand van de locatie, 40 meter van het spoor. Verder van het spoor neemt het trillingsniveau af (met minimaal 40% reductie per 20 meter).

N.B.: deze waarde is niet de waarde die door personen in een gebouw ervaren zullen worden. Een gebouw zal in de regel namelijk de trillingen versterken door opslinging van vloeren en het slingeren van de draagconstructie. De streefwaarde voor woonfuncties in nieuwe situaties bedraagt, op vloeren, 0,4.

Een waarde van 0,13 aan de fundering betekent dat de locatie niet trillingsvrij is en trillingshinder bij het ontwerp van het gebouw in ogenschouw moet worden genomen. Draagconstructie en vloeren dienen zo te worden ontworpen dat zij de trillingen niet te sterk doen opslingeren.

Een waarde van 0,13 is wel dermate laag dat in principe geen bijzondere constructies nodig zijn, zoals het afveren van het gebouw, om te voldoen aan de SBR trillingsrichtlijn B.

Tot slot is vastgesteld dat op deze locatie de grenswaarden van *SBR trillingsrichtlijn A : Schade aan bouwwerken* niet wordt overschreden. Op het meetpunt op 20 meter afstand van het spoor bedraagt V_{top} 0,5 mm/s, hetgeen ruim onder de onderste rekenwaarden voor de grenswaarden ligt voor metingen aan de fundering (>1 mm/s).

- EINDE -