

ONDERWERP
Memo Beoordeling van Trillingen Loyolalaan Vught

ONZE REFERENTIE
083755947 A.1

DATUM
11 maart 2019

VAN
Saeed Hosseinzadeh

AAN
Rob Crul (Jansen de Jong BV)

KOPIE AAN
Agnes van Uiter

Inleiding

Op de locatie van het voormalige verzorgingscentrum de Braacken aan de Loyolalaan te Vught zijn 35 grondgebonden woningen gepland. Ten behoeve van de bouw van de woningen is er een wijziging in het bestemmingsplan benodigd. De nieuwbouw locatie is gelegen aan de noordzijde en langs de sporen Tilburg – 's-Hertogenbosch (zie figuur 1). Om die reden zal ten behoeve van de bestemmingsplan wijziging het thema trillingen nader moeten worden beschouwd. Spoortrillingen kunnen namelijk tot hinder voor personen in de bebouwing leiden.



Figuur 1 Locatie van het project [ref 1]

In voorliggende memo is een prognose gemaakt van de spoorgebonden trillingen ter plaatse van de toekomstige woningen aan de Loyolalaan en wordt getoetst of dit, uitgaande van een gangbare constructie voor de nieuwbouw, tot trillingsniveaus beneden de streefwaarden voor hinderbeleving zal leiden.

In de omgeving van de Loyolalaan zijn vijf trillingsmetingen uitgevoerd ten behoeve van het Ontwerp tracé besluit (OTB) PHS Meteren Boxtel. Het prognose model dat Arcadis ten behoeve van het OTB PHS Meteren Boxtel heeft opgesteld is, met toestemming van ProRail, gebruikt om een prognose op te stellen voor de nieuw te realiseren woningen aan de Loyolalaan. Voor een nadere toelichting op het gehanteerde model wordt kortheidshalve verwezen naar de OTB rapporten voor het aspect Trillingen [ref 4]

Aanpak

Om de trillingssterkte ter plaatse van de nieuwbouw aan de Loyolalaan te kunnen bepalen is een stapsgewijze aanpak gehanteerd. Allereerst zijn er voor het kalibreren van trillingssterkte in het prognosemodel trillingsmetingen benodigd op de locatie of in de omgeving van de locatie. Voor het OTB PHS Meteren Boxtel zijn er in de omgeving van de locatie aan de Loyolalaan vijf trillingsmetingen uitgevoerd volgens de Bts-methodiek. Hierbij is gemeten in de grond voor de woningen, aan de fundering van de woningen en op twee maatgevende vloeren van de woningen, om zo de v_{max} (piekwaarde trillingssterkte op de maatgevende vloer van een gebouw) te bepalen. Deze metingen zijn ten behoeve van een prognose aan de Loyolalaan ingevoerd in het prognosemodel.

Naast metingen van de trillingsterkte zijn er meer uitgangspunten verzameld, zoals de afstand tussen de toekomstige bebouwing en de sporen en het verwachte grondoppervlak van de geplande woningen. Vervolgens zijn alle uitgangspunten opgenomen in het prognosemodel. Doordat dit model verschillende frequentie afhankelijke overdrachtsfactoren kent voor de overdracht van de trilling van grond naar de vloer, is de v_{max} , Bts frequentie afhankelijk te bepalen, zodat op basis van de metingen de trillingssterkte berekend kan worden op de afstand waar de toekomstige bebouwing is gepland.

Daarnaast is het mogelijk dat door het verwijderen van de wissels ter plaatse van aansluiting Vught de rijsnelheid van de goederentreinen wordt verhoogd. Voor de toekomstige situatie is middels het model het effect hiervan op de trillingssterkte bepaald.

Uiteindelijk zijn de geprognosticeerde trillingssterktes ter plaatse van de toekomstige woningen getoetst aan de grenswaarden uit de SBR-richtlijn Trillingen deel B Hinder voor personen in gebouwen.

Referenties

1. Tekening PDF 181001 Locatie De Braacken Vught.
2. Tekening Janssen de Jong Projectontwikkeling BV, De Braacken, Vught bestaande bomen (181011 De Braacken – 35 woningen), 20 juli 2018.
3. Arcadis, PHS Meteren-Boxtel OTB rapport – Trillingen deel 1 (MB21404-02), 15 december 2017, versie 2.0 definitief.
4. Arcadis, PHS Meteren-Boxtel OTB rapport – Trillingen deel 2 (MB21404-03), 15 december 2017, versie 2.0 definitief.

Toetsingskader

De SBR-richtlijn Trillingen deel B Hinder voor personen in gebouwen geeft streefwaarden voor trillingshinder voor personen in gebouwen. Deze streefwaarden kunnen in drie categorieën worden opgesplitst, namelijk:

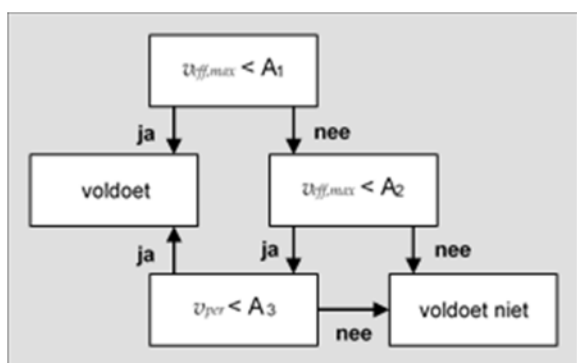
Categorie	
Wonen	Woonhuizen, gezondheidszorggebouwen.
Werken	Kantoor-, onderwijs- en bijeenkomstgebouwen.
Kritische werkruimte	Bepaalde ruimten in laboratoria, operatiekamers, studiezalen.

Tabel 1, Gebouwfuncties verdeeld over drie categorieën

De SBR-Richtlijn Trillingen deel B geeft drie verschillende streefwaarden A_1 , A_2 en A_3 voor trillingen per categorie op.

Tijdens gebruik moet worden voldaan aan streefwaarde A_1 of een combinatie van A_2 en A_3 , waarbij A_1 de onderste streefwaarde, A_2 de bovenste streefwaarde en A_3 de gemiddelde streefwaarde over een bepaalde periode is.

Het volgende stroomschema geeft een overzicht van de beoordelingsprocedure van de trillingssterkte op basis van streefwaarden.



Figuur 2, Stroomschema toetsing trillingen conform SBR-richtlijn Trillingen deel B

A_1 en A_2 wordt op basis van de trillingssterkte $v_{eff,max}$ beoordeeld en A_3 op basis van v_{per} .

- Hierbij is $v_{eff,max}$ de 95%-overschrijdingskans van de trillingssterkte in de beoordelingsperiode.
- De v_{per} is de gemiddelde trillingssterkte over de beoordelingsperiode en als zodanig een functie van de effectieve waarde van de trilling, de tijdsduur dat een trillingsbron in bedrijf is en de totale tijdsduur van de beoordelingsperiode.

In de twee navolgende weergegeven tabellen 2 en 3 zijn de te hanteren streefwaarden vermeld in verband met herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd, zoals railverkeer, voor respectievelijk een aanpassing van een bestaande situatie en de aanleg van een nieuwe situatie voor de gebouwfuncties wonen/gezondheidszorg en onderwijs/kantoor, weergegeven.

Er wordt bij de streefwaarden onderscheid gemaakt tussen de dag-/avondperiode (7.00 tot 23.00 uur) en de nachtperiode (23.00 tot 7.00 uur). De streefwaarden in een nieuwe situatie zijn 50% van de streefwaarden voor een bestaande situatie.

Gebouwfunctie	dag en avond			nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
Gezondheidszorg	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Onderwijs en kantoor	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07

Tabel 2, Grens- en streefwaarden voor een nieuwe situatie.

Gebouwfunctie	dag en avond			nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
Gezondheidszorg	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1
Wonen	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1
Onderwijs en kantoor	0,3	1,2	0,15	0,3	1,2	0,15

Tabel 3 Grens- en streefwaarden voor (een wijziging van de) bestaande situatie.

Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- De kortste afstand tussen de woningen en het spoor is op basis van figuur 3 bepaald op 65 m uit het dichtstbij gelegen spoor. Uitgangspunt is dat de toekomstige bebouwing met een woonfunctie op minimaal 65 m uit de sporen is gelegen.



Figuur 3 Locatie van de toekomstige woningen [ref 2]

- De nieuwe woningen hebben een vloer oppervlakte op de begane grond tussen 75 m² en 100 m². Hierbij wordt wel opgemerkt dat de bebouwing het dichtst bij het spoor mogelijk als zelfbouw kavels worden verkocht en hier het te besteden vloer oppervlak (begane grond) dus nog niet kan worden ingeschat. In het prognose model is van twee mogelijke vloer oppervlakten uitgegaan waarbij de eventuele patio of bijgebouwen niet zijn meegenomen, namelijk:

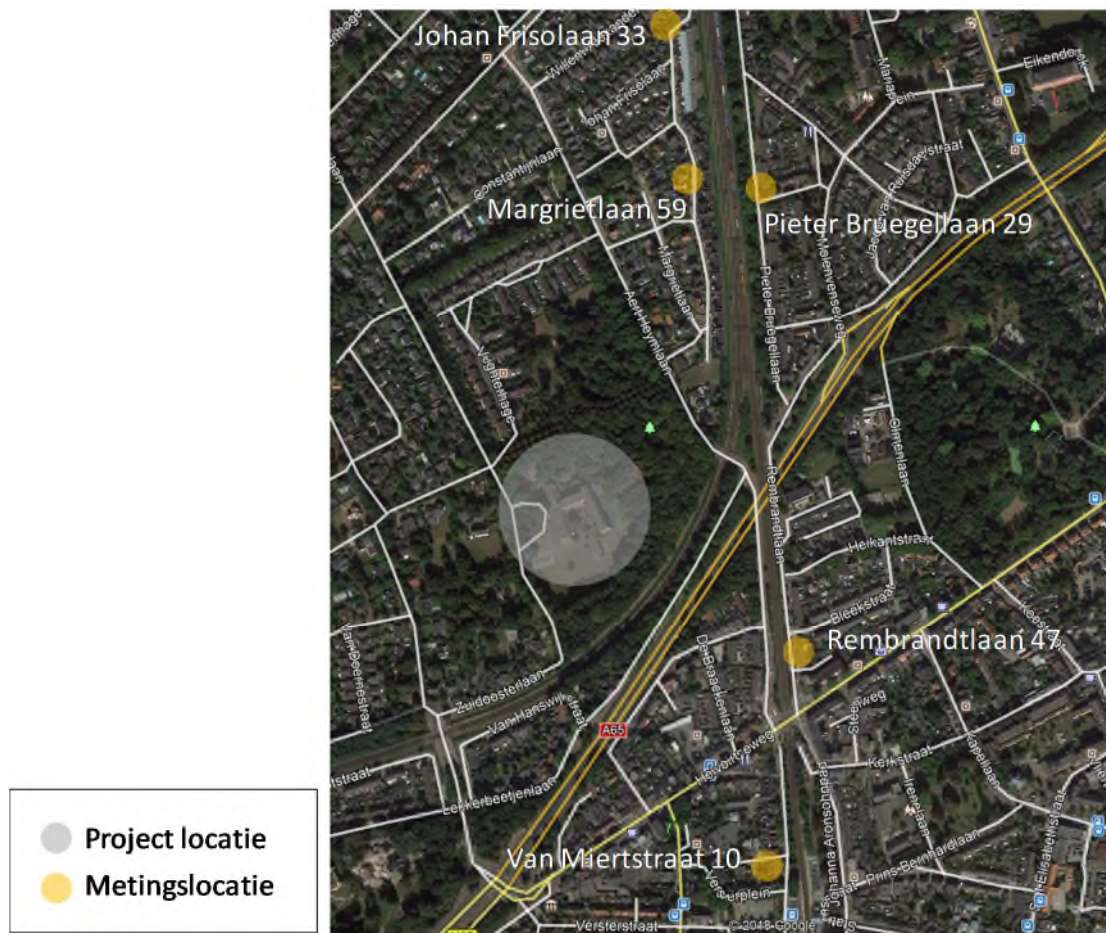
- Betonnen vloer van 60 m² tot 80 m²
- Betonnen vloer van 80 m² tot 100 m²

Wanneer een dubbele kavel wordt aangekocht en een pand met een groter vloer oppervlak op de begane grond wordt gerealiseerd zal een nader onderzoek naar trillingen uitgevoerd moeten worden tijdens de ontwerpfase. Zo nodig kunnen we aanvullende maatregelen getroffen worden in het ontwerp zoals bijvoorbeeld het verstijven of verzwaren van het pand doormiddel van bijvoorbeeld kleinere overspanningen of massieve betonvloeren.

- De toekomstige woningen aan de Loyolalaan zullen worden voorzien van 'standaard' betonnen vloeren (bijvoorbeeld Massieve plaatvloeren voor de begane grond en breedplaatvloeren voor de verdiepingen). Opgemerkt wordt dat een zeer lichte volledig uitgenutte vloer, op deze locatie niet geschikt is gezien hier een grotere kans op opslingering is van de vloer door de trilling. Om deze reden is een dergelijke vloer niet in de modelering opgenomen.

- In de omgeving van de Loyolalaan zijn op de volgende vijf locaties trillingsmetingen uitgevoerd, alle bij en in woningen langs het spoor Boxtel-'s-Hertogenbosch (metingen zijn toegelicht in [ref. 3] en samengevat in tabel 4):
 - Joris Frisolaan 33, gelegen aan de westzijde van het spoor;
 - Margrietlaan 59, gelegen t aan de westzijde van het spoor;
 - Pieter Bruegellaan 29, gelegen t aan de oostzijde van het spoor;
 - Rembrandtlaan 47, gelegen aan de oostzijde van het spoor;
 - Van Miertstraat 10, gelegen aan de westzijde van het spoor.

Deze locaties zijn in het kader van de toenmalige studie gekozen om voor Vught een overzicht van de trillingen langs het spoortracé te verkrijgen. De locaties van de bovengenoemde panden zijn in de onderstaande figuur 4 weergegeven:



Figuur 4 Locatie van de metingen uit [ref 3 en 4]

In tabel 4 zijn de waarden voor $v_{max,Bts}$ en v_{per} weergegeven. Hierin is de $v_{max,Bts}$ de piekwaarde van de trillingssterkte met een kans van overschrijden van 5%. De $v_{max,Bts}$ is specifiek voor planstudies zoals (Ontwerp) Tracé Besluiten, echter is deze vergelijkbaar met de $v_{eff,max}$ uit de SBR-richtlijn, die ook de piekwaarde van de trilling betreft en aan dezelfde streef- en grenswaarden worden getoetst. De v_{per} is de gemiddelde trillingssterkte over de tijd. De reproduceerbaarheid R is het steeds opnieuw kunnen bereiken van een vergelijkbaar resultaat wanneer dezelfde trillingsmetingen (uitgevoerd volgens dezelfde procedure) worden herhaald.

Woning	Afstand tot spoor [m]	VmaxBts-	Vper	R [%]	Zijde t.o.v. spoor
Johan Frisolaan 33	24	0,20	0,01	5	West
Margrietlaan 59	17	0,36	0,04	12	West
Pieter Bruegellaan 29	35	0,33	0,04	8	Oost
Rembrandtlaan 47	21	0,69	0,04	9	Oost
Van Miertstraat 10	28	1,09	0,08	6	West

Tabel 4, Samenvatting meetresultaten trillingsmetingen in Vught

- Het bouwjaar, type vloer en afstand tot spoor zijn, voor de vijf woningen waar metingen zijn uitgevoerd, in de onderstaande tabel samengevat:

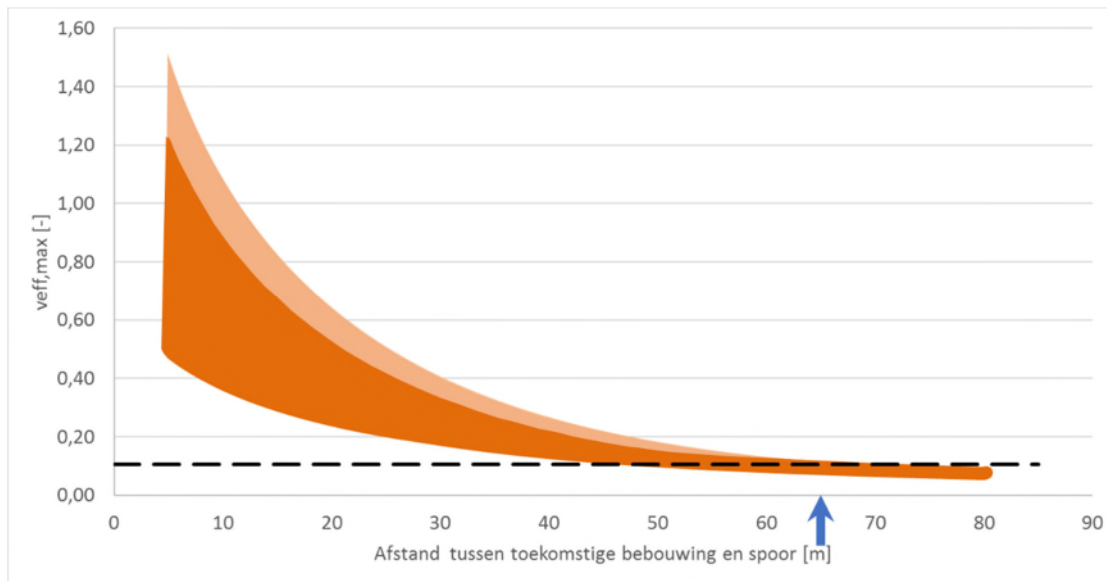
Woning	Bouwjaar	Typevloer	Grondoppervlakte [m ²]	Woonoppervlakte [m ²]
Johan Frisolaan 33	2006	Beton	94	154
Margrietlaan 59	2010	Beton	90	164
Pieter Bruegellaan 29	1954	Hout	42	97
Rembrandtlaan 47	1964	Hout	42	101
Van Miertstraat 10	1936	Hout	53	127

Tabel 5, Gebouwkenmerken van de woningen waar metingen zijn uitgevoerd

- Op basis van het grondonderzoek uit het Dinoloket van TNO en het grondonderzoek onderliggend aan het trillingenmodel (OTB). Betreft de globale grondopbouw in dit gedeelte van Vught een zandige grondopbouw, met siltige en/of lemige insluitingen. Een samenvatting hiervan is weergegeven in de bijlage.

Resultaat trillingsanalyse

Op basis van de verschillende metingen en de twee verschillende vloerafmetingen is een afschatting gemaakt van de trillingssterkte v_{max} in een nieuwe woning als functie van de afstand tot het nabijgelegen spoor. Het resultaat is weergegeven in figuur 5.



Figuur 5 Relaties tussen trillingssterkte in een nieuwbouwwoning en de afstand tot het spoor

Uit figuur 5 blijkt dat dichterbij het spoor een grotere spreiding in de trillingssterkte wordt geprognosticeerd. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de spreiding van de trillingssterkte tussen metingen en daarnaast door de spreiding van de trilling binnen het frequentie domein van de trillingen. Anderzijds zijn hier tevens de twee verschillende vloeroppervlaktes in opgenomen, afhankelijk van de dominante octaafband kan het verschil in trillingssterkte hierdoor tot circa 50% verschillen tussen de beide vloer typen. Met name in de hogere frequentie banden heeft dit effect waardoor de spreiding dichterbij het spoor groter is dan wanneer de afstand tot de bebouwing groter is.

Op een afstand van 65 m varieert de trillingssterkte v_{max} tussen 0,08 en 0,12 voor de huidige situatie (donkere oranje kleur in figuur 1). Na realisatie van het project Meteren Bختel plaatsvind zal de trillingssterkte kunnen stijgen doordat de inlegsnelheid (geplande snelheid van een trein in de dienstregeling) van de goederentreinen van 80 km/uur naar 100 km/uur wordt verhoogd. Hierdoor kan tevens de trillingssterkte worden verhoogd. Op basis van het model wordt ingeschat dat de trillingssterkte kan toenemen tot 0,10 à 0,14.

De streefwaarde A1 die geldt als voelbaarheidsgrens ligt bij een v_{max} van 0,1 voor een nieuwe situatie (zwarte stippellijn in figuur 5).

Voor de huidige situatie is de streefwaarde gelijk aan de gemiddelde te verwachten trillingssterkte. Wanneer een stijging van de rijsnelheid wordt opgenomen is de verwachte trillingssterkte gelijk of hoger dan de streefwaarde A1. Dan is er een toetsing benodigd aan de grenswaarden A2 en A3.

De grenswaarde A2 is 0,2 voor een nieuwe situatie in de nachtperiode. Geconcludeerd wordt dat er geen overschrijding is van de grenswaarde A2.

De gemiddelde trillingssterkte is in dit onderzoek niet nader onderzocht en kan daarmee niet getoetst worden aan de grenswaarde A3. Echter voor de bebouwing die is gelegen rondom de uitgevoerde metingen is op basis van het OTB PHS Meteren- Bختel nagegaan welke v_{per} hier optreedt bij v_{max} kleiner dan grenswaarde A2 ($v_{max} \leq 0,2$). De waarden van v_{per} bij deze v_{max} blijft overal onder de 0,04 en is daarmee kleiner dan de grenswaarde A3 = 0,05 voor een nieuwe situatie. Hierbij wordt opgemerkt dat in het gebied waar de v_{per} is ingeschat zowel de treinen van het traject 's-Hertogenbosch-Bختel en als de treinen van het traject 's-Hertogenbosch -Tilburg zijn gepasseerd, op basis waarvan verwacht wordt dat een v_{per} van 0,04 een overschatting vormt voor de nieuwbouwwoningen aan de Loyolalaan.

Op basis van de uitgevoerde analyse wordt verwacht dat bebouwing uitgevoerd met (robuuste) betonvloeren op een afstand van 100 m of meer geen overschrijding van de grenswaarden voor trillingshinder naar verwachting niet wordt overschreden.

Conclusie

Op het terrein van het voormalige verzorgingshuis De Braacken is nieuwbouw gepland. Ten behoeve van de nieuwbouw dient het bestemmingsplan gewijzigd te worden. Op basis van een modelmatige benadering (gelijk OTB PHS Meteren Boxtel), gebaseerd op 5 trillingsmetingen in de omgeving van de nieuwbouwlocatie is vastgesteld dat de trillingsniveaus op 65 m uit het spoor voor bebouwing met standaard betonnen vloeren de grenswaarde A2 en A3 uit de SBR-richtlijn Trillingen deel B Hinder voor personen in gebouwen niet worden overschreden.

