

RAPPORT

Geluidsonderzoek N307 Bovenkarspel - Stede Broeck

Geluidmetingen en berekeningen
met GeluidVangrail

Versie: 1

Status: Vrijgegeven

Datum: 18-01-2023

Kenmerk: C60-SVO-HS-RAP-
22009522

Inhoudsopgave

Inleiding	1
1 Onderzoekslocatie	2
2 Geluidsmetingen	3
2.1 Doel van de geluidsmetingen	3
2.2 Meetlocatie	3
2.3 Meetdoorsnede en resultaat	4
3 Geluidsberekeningen	6
3.1 Geluidsberekeningen	6
3.2 Reken- en meetvoorschrift	6
3.3 Uitgangspunten geluidsmodel	6
3.3.1 Geluidsemissie	6
3.4 Resultaat op meetlocatie	7
3.5 Berekend resultaat op woningen	7
4 Conclusies meten en rekenen	10
Colofon	11
Bijlage 1 : Meetrapport M+P	12

Inleiding

De gemeente Stede Broec heeft in juli 2022 te Bovenkarspel langs de N307 GeluidVangrails laten plaatsen. Dit zijn lage geluidschermen die gerealiseerd worden door geleiderails aan de onderzijde dicht te maken zodat het geluid er niet meer onderdoor kan en gereflecteerd wordt naar de geluidsabsorberende bodem.

De N307, de verbinding tussen de A7 en Lelystad ligt grotendeels op maaiveld behalve bij Bovenkarspel nabij de Broekerhaven in de gemeente Stede Broec. De weg ligt daar op de Zuiderdijk, circa 4 meter boven maaiveld. Op deze locatie liggen de woningen relatief dicht op de weg. Geluidhinder van het wegverkeer wordt hier ervaren door de hoeveelheid verkeer, het aandeel zwaar vrachtverkeer daarin maar ook vanwege de hoogteligging en geometrie van de weg.

Het akoestisch leefklimaat heeft de aandacht van de gemeente Stede Broec. Daartoe zijn naast de plaatsing van de GeluidVangrail geluidsberekeningen en geluidsmetingen uitgevoerd. Het aspect beleving van geluidhinder is niet specifiek onderzocht maar wordt wel kwalitatief beschouwd.

In dit rapport wordt het gehele onderzoek beschreven. In hoofdlijnen gaat het om de volgende onderdelen:

- **Beschrijving locatie**
- **Uitvoeren geluidsmetingen**
- **Uitvoeren geluidsberekeningen**
- **Conclusie**

1 Onderzoekslocatie

De gemeente Stede Broec heeft in juli 2022 te Bovenkarspel over een lengte van 335 meter langs de N307 GeluidVangrails laten plaatsen. Ter hoogte van het Nassaupark is een geluidsscherm aanwezig van 85m lengte en een hoogte van 1 meter ten opzichte van de weg en op 3 meter afstand van de rand van de verharding. Aanvullend heeft de gemeente een innovatief geluidsscherm geplaatst, de GeluidVangail.

De geleiderail die hier al aanwezig was staat op een afstand van 1 meter van de rand van de verharding. Door de geleiderail dicht te maken met geluidvangrailplanken ontstaat er een geluidsscherm dat dicht op de weg staat dan het bestaande scherm, dit is gunstiger voor de afschermende werking.

De onderzoekslocatie en de schermen zijn weergegeven in onderstaande figuur. De precieze meetlocatie is in het volgende hoofdstuk opgenomen.



Figuur 1: Onderzoekslocatie N307 Broekerhaven

2 Geluidsmetingen

Het meten van geluidsreductie is complex, in die zin dat niet overal kwalitatief goed genoeg gemeten kan worden, tevens zijn het momentopnames die weersafhankelijk zijn. Om het effect van de GeluidVangrail te meten is het belangrijk een locatie te hebben waar zo min mogelijk bijkomende factoren invloed hebben op de metingen. De voorkeursopstelling waarbij gelijktijdig met en zonder scherm gemeten kan worden was niet goed realiseerbaar langs dit deel van de weg. Hierdoor is ervoor gekozen om te meten voordat de GeluidVangrail geplaatst werd en na plaatsing om zodoende die twee meetdagen te vergelijken. De eerste meting is uitgevoerd op 24 maart, de tweede meting op 3 oktober.

De metingen zijn uitgevoerd door een extern adviesbureau gespecialiseerd in geluidsmetingen. In dit hoofdstuk zijn de geluidsmetingen kort beschreven en de meetresultaten opgenomen. Het meetrapport met een detailverslag is als bijlage bij dit rapport gevoegd.

2.1 Doel van de geluidsmetingen

In de praktijk van geluidsonderzoeken wordt het geluid op specifieke locaties voorspeld met behulp van geluidsmodellen. Geluidsmetingen dienen normaliter alleen ter verificatie van het Reken- en meetvoorschrift, voor geluidsschermen vanaf 1 meter hoogte en hoger worden dan ook normaal gesproken geen specifieke metingen uitgevoerd.

Lagere schermen dan 1m zijn een bijzonderheid, zo ook de GeluidVangrail met zijn specifieke vorm en eigenschappen. Geluidsmetingen zijn daarom een belangrijk onderwerp van onderzoek omdat hiermee meer inzicht ontstaat in de werking en de relatie met geluidsberekeningen en hinderbeleving die beter gelegd moet kunnen worden. De metingen hebben als doel om de afscherpende werking van de GeluidVangrail met passerend verkeer vast te kunnen stellen. Aangezien er al op een drietal locaties GeluidVangrail zijn gemeten (zie hoofdstuk 3) is hier sprake van herhaalde beoordeling van die gegevens.

2.2 Meetlocatie

De gekozen proeflocatie ligt aan de dijk tussen de N307 en de woning Zuiderdijk 2 (zie figuur 2). Aan een kant van de weg komt 133 meter GeluidVangrail te staan ten dele waar een kort geluidsscherm staat. Belangrijk gegeven in deze situatie is dat bij de referentiesituatie wel een geleiderail staat. Dit beïnvloedt de geluidsmetingen en met name het gemeten verschil.

Op de gekozen locatie zijn de metingen realiseerbaar, achtergelegen bebouwing kan via reflecties metingen verstoren, dit effect wordt als verwaarloosbaar verondersteld.

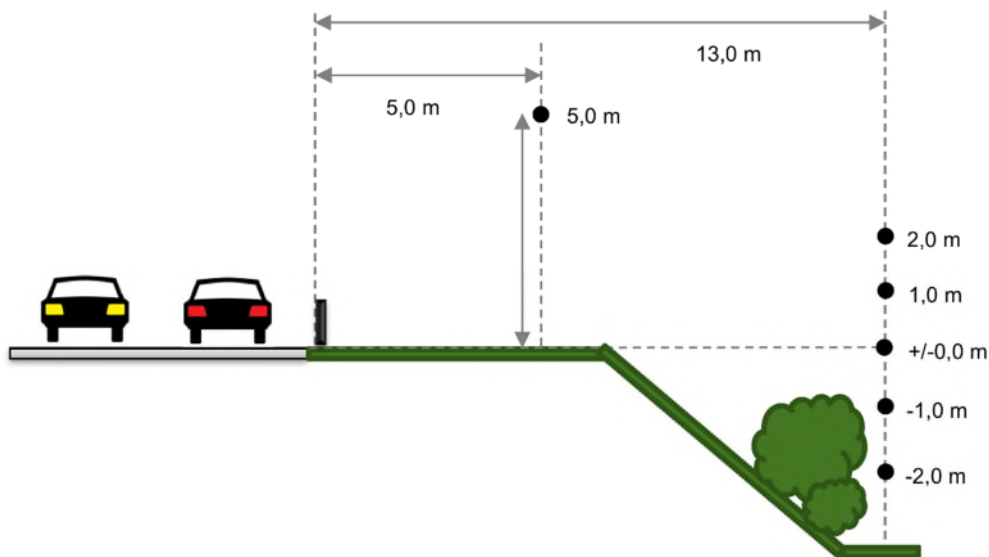


Figuur 2: Meetdoorsnede N307 Bovenkarspel (oranje: bestaande geluidsscherm, blauw: GeluidVangrail)

2.3 Meetdoorsnede en resultaat

Op de meetlocatie is op twee afzonderlijke dagen gemeten. Een dwarsdoorsnede van de meetopstelling is weergegeven in figuur 3. De getoonde meethoogte +5m dicht nabij de weg is van belang om de twee afzonderlijke meetdagen te kunnen vergelijken. Bijvoorbeeld verschillen in verkeersdrukten kunnen hiermee gecorrigeerd worden zodat een vergelijkbare situatie ontstaat. De overige meethoogten zijn afgestemd op de achterliggende bebouwing maar dienen ook om de gemeten geluidsreductie in relatie tot de geluidsberekeningen te kunnen vaststellen.

Door het uitvoeren van geluidsmetingen kan het effect aangetoond worden voor wat betreft het toevoegen van een GeluidVangrail aan een geleiderail. De situatie zonder geleiderail kan niet gemeten worden omdat er al een geleiderail staat. De bestaande geleiderailplank zal namelijk ook een beetje geluid afschermen met name op meetpunten dicht achter de geleiderail. Echter hoe groter de meetafstand hoe beperkter de invloed van de bestaande geleiderail is. De meetafstand bedraagt hier 13 meter zodat de invloed van de geleiderail mee-gemeten wordt.



Figuur 3: Meetdoorsnede N307, posities microfoons

Het meetrapport is opgenomen in de bijlage en bevat naast het eindresultaat een verslag van meetproces dat niet verder besproken wordt in dit rapport.

Als resultaat van de geluidsmetingen is een effect vastgesteld van 0.3 tot 0.8 dB op 13 meter achter de GeluidVangrail waarbij in specifieke frequentiebanden de reductie oploopt tot 7 dB, dit zijn met name de hogere frequentiebanden.

Ten opzichte van eerder uitgevoerde geluidsmetingen aan de GeluidVangrail blijft de geluidsreductie sterk achter. Opmerkelijk daarbij is dat er een relatief groot afschermend effect van de geleiderail zonder GeluidVangrail gemeten is (meten in 'geluidschaduw'). Op een afstand van 13m zou dit effect vrij beperkt moeten zijn. De afscherming van de GeluidVangrail is niet specifiek laag maar de situatie met alleen geleiderail toont relatief veel afscherming, daardoor is het verschil relatief klein. Dit is afwijkend ten opzichte van eerdere metingen. Daar zijn diverse mogelijke invloeden aan te wijzen:

- Er is sprake van een relatief groot aandeel vrachtverkeer, het motorgeluid ligt dan hoger boven de weg en hoger dan de GeluidVangrail. Dit geluid wordt minder afgeschermd en beperkt de geluidreductie.
- De bodemdemping is hoger dan gemiddeld door hoog gras en begroeiing in het overdrachtsgebied. Het afdichten van de ruimte onder de geleiderail is dan minder van invloed. In de meet situatie vóór plaatsing van de GeluidVangrail waar vooraf het gras gemaaid zou zijn zou er meer geluid onder de geleiderail zijn doorgekomen. Die variatie die gedurende het seizoen optrad is niet meer aanwezig door de GeluidVangrail.
- De meetomstandigheden, de windkracht en windrichting zijn van invloed en hebben een sterk negatief effect op de vergelijking. Op de eerste meetdag was er sprake van tegenwindconditie (windrichting NNO), op de tweede dag westenwind. Meten met tegenwind is ongebruikelijk.
- De kromming van de weg is specifiek op de meetlocatie ongunstig.

Binnen de kaders van dit onderzoek is het niet mogelijk om deze effecten nader te kwantificeren.

In het algemeen verschilt de situatie voor elk bron/ontvanger combinatie, dat geldt met name voor een situatie met afscherming en de mate waarin de geluidreductie waarneembaar is in de omgeving. Bijvoorbeeld moet bedacht worden dat het geluid van alle bronnen ook in de lengterichting steeds een verschillende mate van afscherming hebben ten opzichte van een vast meetpunt bij een woning, het is dan ook per woning verschillend welk geluidsreducerend effect er optreedt van de maatregel. De microfoons staan dicht bij de weg waardoor de bestaande geleiderail effectief lijkt te zijn, hoe groter de afstand hoe kleiner dit effect is¹.

¹ Zie meetrapport "rapport M+P.MOVA.20.01.1 rev.1 Geluidmetingen aan de GeluidVangrail langs de N512.pdf" revisie 1 d.d. 14 juli 2020.

3 Geluidsberekeningen

3.1 Geluidsberekeningen

De proeflocatie is met een nauwkeurig geluidsmodel gesimuleerd. Het doel is om de geluidsreductie van de getroffen geluidsmaatregel op de meetlocatie te kunnen vertalen naar het effect op de achtergelegen woningen.

In het geval van lage geluidsschermen zoals de GeluidVangrail is bekend dat geluidsberekeningen² een onderschatting geven ten opzichte van gemeten waarden. Een geluidsmodel gaat uit van geluidsbronnen op 75 cm boven het wegdek, gelijk aan de hoogte van de GeluidVangrail. Hierdoor wordt de afscherming van een laag geluidsscherm onderschat, dit is gebleken bij drie eerder uitgevoerde metingen waaronder de eerste proef met de GeluidVangrail in Noord-Holland langs de N512³. Tevens is in opdracht van Rijkswaterstaat eind 2020 door TNO een onderzoek gedaan met simulaties waarbij is aangetoond dat een laag scherm door het Rmg wordt onderschat.

Met geluidsberekeningen is de proeflocatie nagebootst. Dit geeft inzicht in het gemeten effect ten opzichte van het berekende effect. Vervolgens is berekend worden hoeveel reductie er op woningniveau te verwachten is.

3.2 Reken- en meetvoorschrift

De geluidsberekeningen zijn uitgevoerd conform het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012, Bijlage III (wegverkeersgeluid). In het gelijknamige voorschrift zijn regels opgenomen die gehanteerd zijn bij het opstellen van het geluidsmodel voor dit onderzoek. Met behulp van de geluidsoftware Geomilieu versie 2022.4 is de weg en de meetlocatie nauwkeurig gemodelleerd.

3.3 Uitgangspunten geluidsmodel

De meetopstelling is in het vorige hoofdstuk weergegeven. De weg en de omgeving zijn 3D gesimuleerd. Het wegprofiel is gelijk over de gehele lengte bij de proeflocatie en bestaat uit twee rijbanen, een per richting. Deze weg is gedetailleerd in het model ingevoerd waarbij de hoogte met behulp van het zogenaamde AHN3 is toegevoegd. De hoogte van de geleiderail is 75 cm boven de rand van de verharding. Dit is ingevoerd als 75 cm hoog geluidsscherm, de reflectiefactoren van het scherm zijn ingevoerd op 50%. De bodem betreft grasland (ongemaaid), dit wordt gemodelleerd conform het modelleringsvoorschrift als volledig absorberend. De wegen en waterpartijen (de Kolk) zijn gemodelleerd als reflecterende bodemgebieden.

3.3.1 Geluidsemissie

De metingen zijn uitgevoerd in 4 sessies van 15 minuten. Doordat de tijdstippen en de tijdsduur per sessie nauwkeurig is vastgelegd is het ook mogelijk om dit te relateren aan de verkeersgegevens die door de Provincie Zuid Holland zijn geleverd (telgegevens per minuut per richting). De aantallen zijn in tabel 1 opgenomen.

De telgegevens zijn per rijbaan in een geluidsmodel ingevoerd. Daarbij is rekening gehouden met de gemiddelde snelheid⁴ en het asfalt type dicht asfaltbeton (DAB).

² Berekeningen met een geluidsmodel conform het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012

³ “Adviesrapport GeluidVangrail, praktijkproef N512, Egmond aan den Hoef” met kenmerk C60-SVO-KA-2000016 d.d. 15-01-2021 v1.0

⁴ Tijdens de metingen is de snelheid met radar gemeten, het gemiddelde over de 4 metingen is gehanteerd in het geluidsmodel. De gemiddelde snelheid is 62 km/u.

Tabel 1: Aantallen motorvoertuigen (mvt) tijdens metingen o.b.v. lengteregistratie⁵

Meting: 1 tm 4	Aantal		
	(Kort) Lichte mvt + motoren	(Middellang) Middelzware mvt	(Lang) Zware mvt
Meetdag 1 (referentie)			
Richting oost	416	65	45
Richting west	375	68	31
Meetdag 2 (met GeluidVangrail)			
Richting oost	406	48	43
Richting west	390	36	39

3.4 Resultaat op meetlocatie

De bovengenoemde intensiteiten zijn ingevoerd in het geluidsmodel. De resultaten zijn in tabel 2 weergegeven. Bij de interpretatie is het van belang de volgende aspecten in acht te nemen:

- In de referentiesituatie is een geleiderail aanwezig, dit kan niet gemodelleerd worden met standaard software. Omdat er sprake is van een schaduw effect als gevolg van meten kort achter de geleiderail ontstaan er afwijkingen tussen meten en rekenen. Op grote afstand is dit schaduw effect nihil omdat geluid onder de geleiderail door kan.
- Bij berekeningen wordt geen rekening gehouden met de dagelijkse variaties in weersomstandigheden, een model gaat uit van een gemiddelde invloed onder meewindcondities zodat geluidsbelastingen niet onderschat worden. Dit heeft dus geen invloed op een verschilberekening tussen twee varianten. Bij meten op verschillende meetdagen treden deze verschillen wel op.

Tabel 2: Berekende versus gemeten geluidreductie van de geluidVangrail ten opzichte van de situatie met geleiderail.

Meethoogte	Geluidreductie t.o.v. geleiderail in dB(A)		
	Afstand 5m		
	Berekend	Gemeten	Vershil
-2	2.1	0.5	-1.6
-1	4.8	0.5	-4.3
0	4.4	1	-3.4
1	3.4	0.2	-3.2
2	2.0	1	-1

Zoals in het vorige hoofdstuk aangegeven is er veel minder effect gemeten dan verwacht kan worden van de GeluidVangrail, dit verschil loopt op tot ruim 4 dB(A).

3.5 Berekend resultaat op woningen

Er zijn de geluidsberekeningen op woningniveau uitgevoerd voor de eerste lijnsbebouwing en enkele daarachter. De resultaten zijn grafisch weergegeven in de onderstaande figuren en in tabel 3.

De berekening wijst uit dat er op de begane grond 2 tot 6 dB reductie te verwachten is en 3 dB op de 1^e verdieping.

⁵ De classificatie op lengte is niet precies te relateren aan motoren, lichte motorvoertuigen, middelzware en zware motorvoertuigen, echter de afwijking die dit veroorzaakt zal gering zijn en is niet nauwelijks van invloed.



Figuur 4: Geluidbelasting in dB, situatie zonder GeluidVangrail (met bestaand scherm)



Figuur 5: Geluidreductie in dB, situatie met GeluidVangrail en bestaand scherm)

Tabel 3: Berekende versus gemeten geluidreductie op enkele woningen langs de N307

Adres	Hoogte wnp	Geluidbelasting in dB		Reductie in dB
		Zonder maatregel	Met maatregel	
Achter 't Rad 1	1,5	56	53	3
Achter 't Rad 1	4,5	60	58	2
Achter 't Rad 1	7,5	63	62	1
Kleine Kaai 12	1,5	62	57	5
Kleine Kaai 12	4,5	64	62	2
Nassaupark 23	1,5	54	51	3
Nassaupark 23	4,5	56	53	3
Nassaupark 25	1,5	54	50	4
Nassaupark 25	4,5	56	53	3
Nassaupark 27 westgevel	1,5	54	51	3
Nassaupark 27 westgevel	4,5	57	54	3
Nassaupark 27 zuidgevel	1,5	55	53	2
Nassaupark 27 zuidgevel	4,5	59	57	2
Zuiderdijk 2	1,5	61	55	6
Zuiderdijk 2	4,5	63	60	3
Zuiderdijk 8	1,5	60	54	6
Zuiderdijk 8	4,5	63	60	3

4 Conclusies meten en rekenen

Dit rapport beschrijft zowel geluidsmetingen als berekeningen rondom het plaatsen van de GeluidVangrail onder de bestaande geleiderail.

De invloed van de GeluidVangrail ten opzichte van de referentiesituatie voor plaatsing is niet goed af te leiden uit de geluidsmetingen. Er zijn te veel onzekerheden die niet voldoende te kwantificeren zijn. Door deze onzekerheden is de vertaling naar het effect op woningniveau slechts door traditionele geluidsberekeningen uitvoerbaar gebleken. Er is geen aanleiding te veronderstellen dat geluidsberekeningen niet correct zijn aangezien de rekenmethodieken ook veelvuldig met metingen worden gevalideerd. Een invloed die geluidsmodellen niet kunnen berekenen is de invloed van de geleiderail. Hoeveel invloed dit heeft op de geluidreductie is niet bekend.

Een ander relevant aspect is dat een geluidsbelasting een gemiddelde is over een tijdsperiode en dus niet gelijk is aan het geluidsniveau tijdens passages van voertuigen. Dit zogenaamde momentane geluidniveau of passageniveau is hoger dan het berekende gemiddelde. Voor een verschilmeting of -berekening is dit geen factor. De reducties van een geluidsscherm werkt in gelijke mate door in het gemiddelde en in het passageniveau.

Uit de berekeningen volgt dat er op de begane grond reducties zijn gerealiseerd van 2 dB achter het bestaande geluidsscherm voor Nassaupark 27 tot maximaal 6 dB voor Zuiderdijk 2. Op de verdieping is dit 2 á 3 dB. Dit zijn relevante reducties waarbij hoorbare effecten optreden. Uit hinderonderzoeken blijkt evenwel dat een dergelijke reductie erg verschillend wordt ervaren, de voornaamste oorzaak is hierbij het karakter van de geluidhinderbron waar men specifiek last van heeft. Het continuegeluid van passerend verkeer heeft een andere invloed dan gedragsafhankelijk geluid zoals optrekkende vrachtwagens, auto's of motoren met extra lawaaige uitlaten of asociaal rijgedrag. De reductie van een geluidsscherm is directer hoorbaar voor het continue geluid en minder opvallend voor geluidhinder door gedrag- of voertuigafhankelijk geluid.

Colofon

OPDRACHTGEVER	Gemeente Stede Broec
UITGAVE	Movares Nederland B.V. Daalseplein 100 Postbus 2855 3500 GW Utrecht
TELEFOON	+31 (0)30 - 265 5555
ONDERTEKENAAR	Voeten SP (Stefan) stefan.voeten@movares.nl
PROJECTNUMMER	MN003687
KENMERK	C60-SVO-HS-RAP-22009522

© 2022, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

Bijlage 1 : Meetrapport M+P



M+P | Onderdeel van
Müller-BBM groep
Mensen met oplossingen



Rapport

Geluidmetingen aan de GeluidVangrail langs de N307 bij Bovenkarspel

Colofon

Opdrachtnemer M+P raadgevende ingenieurs BV

Opdrachtgever Movares
Daalseplein 100
3511 SX UTRECHT

Opdrachtnummer 06214

Titel Geluidmetingen aan de GeluidVangrail langs de N307 bij Bovenkarspel

Rapportnummer M+P.MOVA.22.01.1

Revisie 0

Datum 1 februari 2023

Aantal pagina's 17

Auteurs ing. Mark Mertens
ir. Jan Hooghwerff

Contactpersoon ing. Mark Mertens | 073-6589050 | vught@mp.nl

M+P Wolfskamerweg 47 | 5262 ES Vught
Visserstraat 50 | 1431 GJ Aalsmeer

www.mp.nl | onderdeel van de Müller-BBM groep | Lid NLIingenieurs | ISO 9001 gecertificeerd

Copyright © M+P raadgevende ingenieurs BV | Niets van deze rapportage mag worden gebruikt voor andere doeleinden dan is overeengekomen tussen de opdrachtgever en M+P (DNR 2011 Artikel 46).

Samenvatting

De GeluidVangrail is een innovatieve geluidmaatregel, het is een geluidscherm dat onder een conventionele geleiderail wordt aangebracht. De GeluidVangrail buigt het geluid van wegverkeer naar beneden af waar het door de onderliggende berm geabsorbeerd kan worden. Zo komt er minder geluid op de gevel van de achterliggende woningen. De provincie Noord-Holland heeft langs de N307 bij Bovenkarspel de GeluidVangrail laten plaatsen.

M+P heeft in opdracht van Movares geluidmetingen uitgevoerd in twee situaties:

- een reguliere geleiderail voorafgaand aan de installatie van de GeluidVangrail (referentiesituatie);
- dezelfde locatie na installatie van de GeluidVangrail.

Het effect van de GeluidVangrail is bepaald door in beide situaties op zes posities het equivalente geluidniveau te meten van het passerende verkeer. Het effect van de GeluidVangrail volgt uit het verschil tussen de resultaten van de geluidmetingen in de verschillende situaties. De microfoons staan op 5 m afstand vanaf de rand van de wegverharding op één meethoogte en op 13 m afstand op vijf hoogten.

Het effect van de GeluidVangrail langs de N307 verschilt per microfoonpositie. In een breed frequentiegebied is invloed op de geluidniveaus geregistreerd, met name boven de dominante frequenties van het wegverkeersgeluid. Het effect op het overall geluidniveau is voor de gemeten ontvangerposities 0,3 tot 0,8 dB ten opzichte van de referentiesituatie met enkel de reguliere geleiderail.

Het vastgestelde effect van de GeluidVangrail is een totaaleffect voor de weg en situatie zoals die bij de meetlocatie langs de N307 is. Het toegevoegde effect van de GeluidVangrail bij de N307 is kleiner dan we op andere locaties vastgesteld hebben. Een verklaring hiervoor kan gezocht worden in het feit dat er op twee verschillende dagen gemeten is bij verschillende omstandigheden. Daarnaast heeft de aanwezige grasberm mogelijk een reducerende werking heeft op het geluid dat onder de geleiderail door gaat. Dit brengt extra onzekerheden met zich mee voor dit onderzoek, waardoor we mogelijk het werkelijke effect van de GeluidVangrail op deze locatie onderschatten.

Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Onderzoeksvraag en aanpak	5
1.3	Leeswijzer	5
2	Aanpak	6
2.1	Meetlocatie	6
2.2	Meetmethode	6
2.3	Analysemethode	9
2.4	Meetapparatuur	9
3	Meetresultaten en analyse	10
3.1	Meetresultaten	10
3.1.1	Verkeerssamenstelling	10
3.1.2	Bronniveau	12
3.2	Analyse	13
3.3	Effect van de GeluidVangrail	14
4	Conclusies	17

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De GeluidVangrail is een innovatieve geluidmaatregel bedacht door Movares en op de markt gebracht door Saferoad. Het is een geluidscherm dat onder een conventionele geleiderail wordt aangebracht. De GeluidVangrail buigt het geluid van wegverkeer naar beneden af waar het door de onderliggende berm geabsorbeerd kan worden. Op deze manier komt er minder geluid bij bijvoorbeeld achterliggende woningen en wordt daar (extra) geluidreductie gerealiseerd.

Langs de N307 bij Bovenkarspel heeft de provincie Noord-Holland de GeluidVangrail aan de noordzijde aan laten brengen.

1.2 Onderzoeksvraag en aanpak

Movares heeft M+P gevraagd om het akoestische effect van de Geluidvangrail op deze locatie vast te stellen. Hiertoe zijn geluidmetingen uitgevoerd in twee situaties:

- een reguliere geleiderail voorafgaand aan de installatie van de GeluidVangrail (referentiesituatie);
- dezelfde locatie na installatie van de GeluidVangrail.

Om het effect van de GeluidVangrail te bepalen, zijn equivalente geluidniveaumetingen uitgevoerd aan het passerende verkeer. In beide situaties is op zes posities tegelijkertijd het geluid gemeten. Het effect van de GeluidVangrail volgt uit het verschil tussen de resultaten van de geluidmetingen in de verschillende situaties.

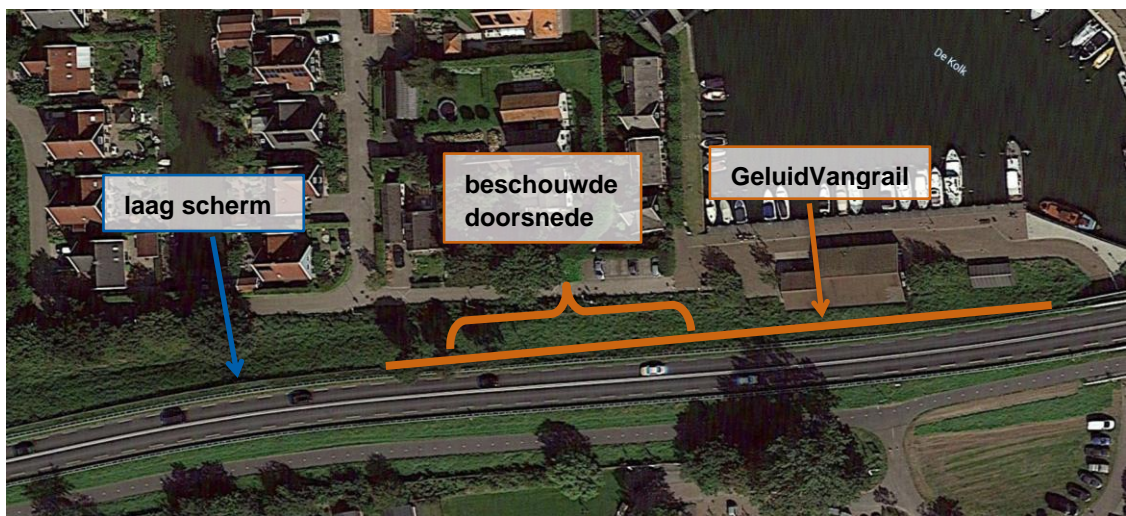
1.3 Leeswijzer

De aanpak en meetlocaties worden beschreven in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 behandelt de meetresultaten en de toegepaste analyses. Tot slot worden de conclusies gegeven in hoofdstuk 4.

2 Aanpak

2.1 Meetlocatie

De meetlocatie voor de GeluidVangrail bevindt zich langs de N307 bij Bovenkarspel in westelijke rijrichting ter hoogte van km. 47,0. De GeluidVangrail is daar aan de noordzijde aangebracht tussen een laag bestaand scherm (westzijde) en de barrier op het kunstwerk (oostzijde). Om het effect van de GeluidVangrail te kunnen bepalen, zijn geluidmetingen achter de geluidmaatregel vergeleken met de doorsnede met een reguliere geleiderail (referentie). In figuur 1 is een satellietbeeld gegeven van de meetlocatie.



figuur 1 Satellietfoto van de meetlocatie (bron: GoogleEarth)

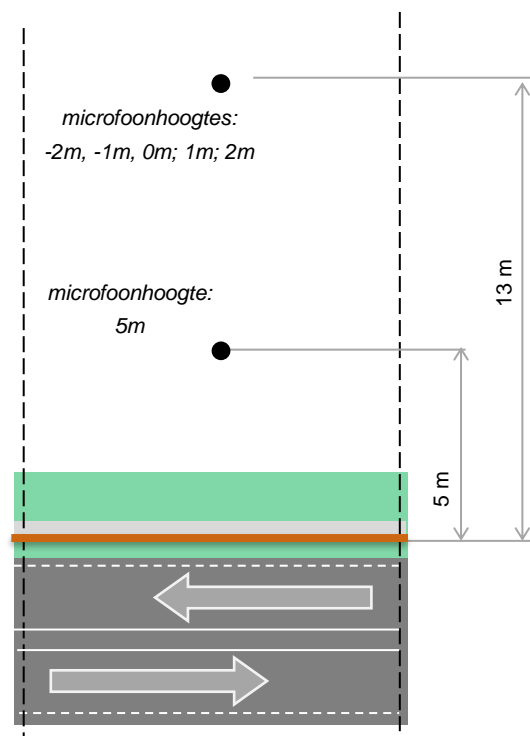
De hoogte van de geleiderail en GeluidVangrail is gelijk: 70 cm boven het lokale maaiveld. Het lokale maaiveld ligt op gelijke hoogte met de weg. Naast de weg is de berm eerst enkele meters vrij vlak en loopt daarna sterk af naar beneden. Naast de weg ligt gras, onderaan het talud is begroeiing in de vorm van struiken. De weg bestaat ter plaatse per rijrichting uit één rijstrook.

2.2 Meetmethode

Het effect van de maatregel wordt op verschillende meethoogtes vastgesteld. De microfoons zijn ten opzichte van de voorzijde van de geleiderail geplaatst op afstanden van 5 m en 13 m. Op 5 m afstand bedroeg de meethoogte 5 m ten opzichte van de weg. Op 13 m afstand waren de microfoons gemonteerd op hoogtes van -2,0 m, -1,0 m, +/-0,0 m, 1,0 m en 2,0 m ten opzichte van de hoogte van de wegverharding.

De microfoon op 5 m afstand heeft als doel om de onverstoorte bronniveaus vast te leggen. Figuur 2 toont een schematische weergave van de meetopstelling.

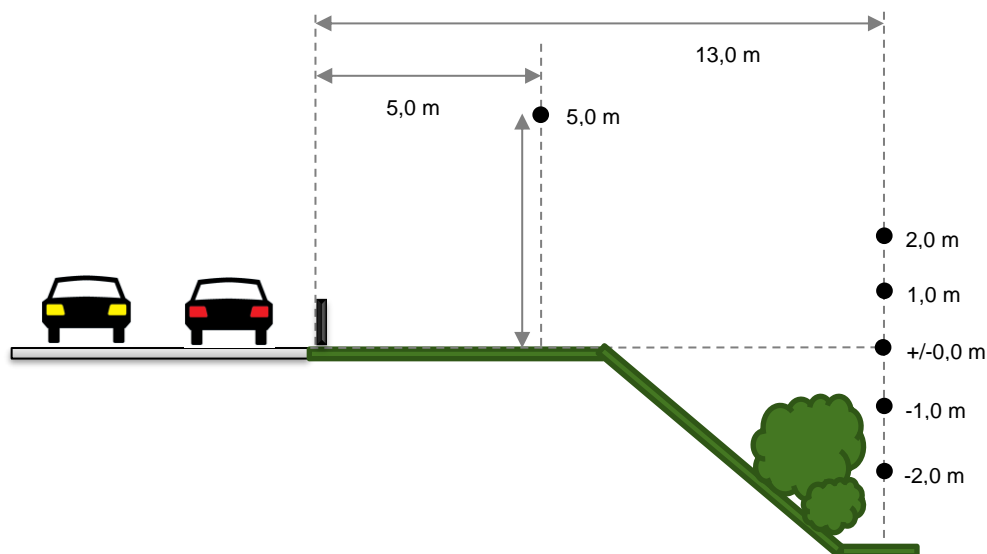
referentie geleiderail / GeluidVangrail



figuur 2

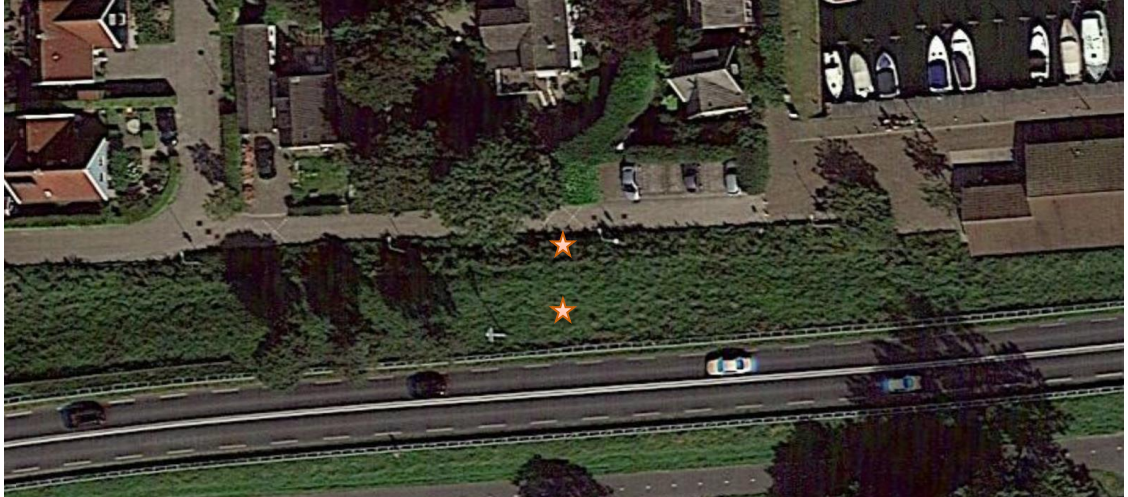
Schematische weergave van de meetopstelling voor de geluidmetingen

De lokale ligging van de rijbaan is het uitgangspunt voor het bepalen van de meetposities. In figuur 3 is een schematische dwarsdoorsnede gegeven. In figuur 4 zijn de meetposities op een satellietfoto ingetekend. Figuur 5 toont enkele foto's van de meetlocatie en meetopstelling.



figuur 3

Schematische dwarsdoorsnede van de meetopstelling



figuur 4 Satellietfoto's met hierin aangegeven een indicatie van de meetposities (bron GoogleEarth)



figuur 5 Foto van de meetopstelling met daarin aangegeven de microfoonposities (rode cirkels)



Van het passerende verkeer is in beide situaties vier keer vijftien minuten het equivalente geluidniveau ($L_{A,eq}$) gemeten. Dit betekent dat de niveaus energetisch gemiddeld worden, hogere niveaus dragen sterker bij aan de gemiddelde waarde dan lagere niveaus. De geluidniveaus worden gemeten in tertsbanden van 63 Hz tot 16 kHz. De metingen zijn gelijktijdig op alle doorsneden op alle microfoonposities uitgevoerd.

Tijdens de metingen is genoteerd wanneer eventuele verstorende geluiden opgetreden zijn die een negatieve invloed kunnen hebben op de resultaten. Denk dan bijvoorbeeld aan: een passerend vliegtuig, claxonnerende voertuigen, voertuigen met afwijkend uitlaatgeluid (“brulpijp”), luide omgevingsgeluiden en dergelijke.

2.3 Analysemethode

Het effect van de GeluidVangrail wordt uit de data verkregen door enkele analysestappen te nemen:

- verstorende geluiden worden uitgesloten van de analyse en worden dus niet meegenomen bij het bepalen van het equivalente geluidniveau;
- per situatie worden de resultaten van de vier equivalente geluidniveaumetingen gemiddeld. Dit gebeurt voor alle microfoons afzonderlijk en per tertsband;
- uit de tertsbandsniveaus wordt per microfoon het overall-niveau bepaald;
- het effect per microfoonpositie volgt uit het verschil tussen de resultaten van de doorsneden. Het effect van de GeluidVangrail wordt per microfoonpositie berekend in tertsbanden en voor het overall-niveau.

De gescheiden analyse van tertsbanden en overall-niveaus is nodig om in de analyse van de overall-niveaus de vorm van het gemeten verkeersgeluidsspectrum mee te laten wegen. De dominante frequenties van het verkeersgeluidsspectrum bevinden zich doorgaans in de 800, 1000 en 1250 Hz tertsbanden. Een reductie in deze tertsbanden zal van grotere invloed zijn op het overall-niveau dan in de tertsbanden waar het geluidniveau lager is.

2.4 Meetapparatuur

Bij het uitvoeren van deze metingen is gebruik gemaakt van de apparatuur uit tabel I.

tabel I *Meetapparatuur voor geluidmetingen aan de GeluidVangrail*

	fabrikant	type	aantal
microfoon ½”	Bruel & Kjør	4189	6
voorversterker	Bruel & Kjør	2671	6
ijkbron	B&K	4231	1
DAQ systeem	Müller-BBM VAS	PAK MKII	1
snelheidsradar	Gatso	Junior	1

De gebruikte apparatuur voldoet aan type I volgens IEC 61672-1:2002 (microfoons) en aan “class I” volgens IEC 80942 (ijkbronnen). Microfoons worden twee keer per jaar intern gecontroleerd. Periodiek wordt de apparatuur extern gekalibreerd.

3 Meetresultaten en analyse

De omstandigheden gedurende de metingen zijn gegeven in tabel II. De meteogegevens van het KNMI-weerstation bij Berkhout (stationnummer 249) zijn gebruikt om inzicht te krijgen in de meteorologische omstandigheden gedurende de metingen.

tabel II *Meteorologische omstandigheden gedurende de geluidniveaumetingen*

situatie	geleiderail (referentie)	GeluidVangrail
meetdatum	24-3-2022	3-10-2022
tijdvenster	11:29 – 12:45	12:19 – 13:25
windrichting gemiddeld	NNO	W
windsnelheid gemiddeld [m/s]	2,7	3,0
luchttemperatuur gemiddeld [°C]	16,6	17,1
neerslag	geen	geen
wegdek	droog	droog

3.1 Meetresultaten

3.1.1 Verkeerssamenstelling

De equivalente geluidniveaumetingen zijn vier keer gedurende vijftien minuten uitgevoerd. Er zijn meer metingen gestart, maar die zijn voortijdig afgebroken vanwege bijvoorbeeld een probleem met de meetapparatuur of langdurige verstoring. Daarom worden vier metingen gebruikt in de analyse.

Met behulp van meetlussen van de provincie Noord-Holland is het aantal passerende voertuigen gedurende de metingen vastgesteld. De lussen bevinden zich ter hoogte van km. 48,4.

Bij de verkeersstellingen is onderscheid gemaakt in de volgende categorieën:

- kort: korter dan of gelijk aan 5,6 meter
- middel: langer dan 5,6 meter en korter dan of gelijk aan 12,2 meter
- lang: langer dan 12,2 meter

Er is geen onderscheid gemaakt naar het type voertuig of naar het gewicht (bijvoorbeeld tractor versus stadsbus versus vrachtwagen).

tabel III

Voertuigaantallen en gemiddelde snelheden bij de meetlussen gedurende de equivalente geluidniveaumetingen aan de referentiesituatie met de reguliere geleiderail

aantal / gem. snelheid [km/h]	1 ^e meting		2 ^e meting		3 ^e meting		4 ^e meting	
oostelijke rijrichting								
kort ($\leq 5,6$ m)	90	73,5	88	75,1	132	76,7	106	73,1
middel ($5,6 < x \leq 12,2$ m)	18	55,1	16	44,0	17	54,5	14	50,2
lang ($> 12,2$ m)	12	38,1	18	56,9	6	29,2	9	30,8
westelijke rijrichting								
kort ($< 5,6$ m)	82	76,9	88	80,3	112	81,1	93	76,4
middel ($5,6 < x < 12,2$ m)	17	45,9	21	61,7	11	35,5	19	46,6
lang ($>12,2$ m)	7	30,3	7	25,1	8	32,3	9	33,9

tabel IV

Voertuigaantallen en gemiddelde snelheden bij de meetlussen gedurende de equivalente geluidniveaumetingen aan de situatie met de GeluidVangrail

aantal / gem, snelheid [km/h]	1 ^e meting		2 ^e meting		3 ^e meting		4 ^e meting	
oostelijke rijrichting								
kort ($\leq 5,6$ m)	105	76,5	97	70,1	101	75,7	100	72,6
middel ($5,6 < x \leq 12,2$ m)	7	35,3	10	31,3	21	55,0	10	28,5
lang ($> 12,2$ m)	12	41,3	10	45,6	12	40,3	9	30,5
westelijke rijrichting								
kort ($< 5,6$ m)	104	79,4	92	79,1	97	76,7	97	77,9
middel ($5,6 < x < 12,2$ m)	8	35,7	11	44,9	8	24,2	9	41,3
lang ($>12,2$ m)	7	29,5	10	28,7	13	43,6	9	27,2

De meetlussen bevinden zich circa 1,5 km van de meetlocatie, de hierboven gepresenteerde snelheden zijn daarom enkel representatief voor de locatie van de meetlussen. Bij de meetlocatie is met een radarsnelheidsmeter vastgesteld wat de gemiddelde rijsnelheid is van het passerende verkeer. De radar heeft de snelheden van voertuigen in beide rijrichtingen geregistreerd. De geregistreerde gemiddelde snelheden zijn gegeven in tabel V.

tabel V

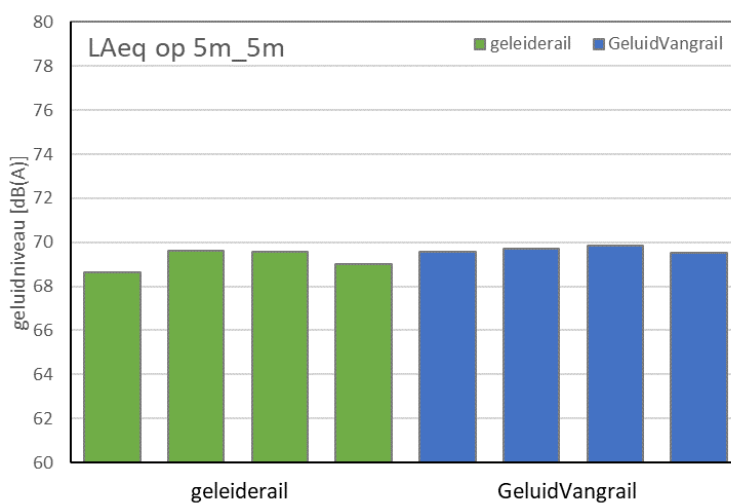
Voertuigsnelheden gedurende de equivalente geluidniveaumetingen

gemiddelde snelheid [km/h]	1 ^e meting	2 ^e meting	3 ^e meting	4 ^e meting
meting aan geleiderail (referentie)	74,1	75,9	77,3	75,5
meting aan GeluidVangrail	74,1	75,2	73,2	72,9

3.1.2 Bronniveau

Zoals beschreven in paragraaf 2.3 volgt het effect van de GeluidVangrail na enkele analysestappen. De analyse wordt voor spectrale gegevens en gesommeerde overall-niveau afzonderlijk uitgevoerd. Als eerste is per meting, per microfoonpositie het gemiddelde geluidniveau vastgesteld.

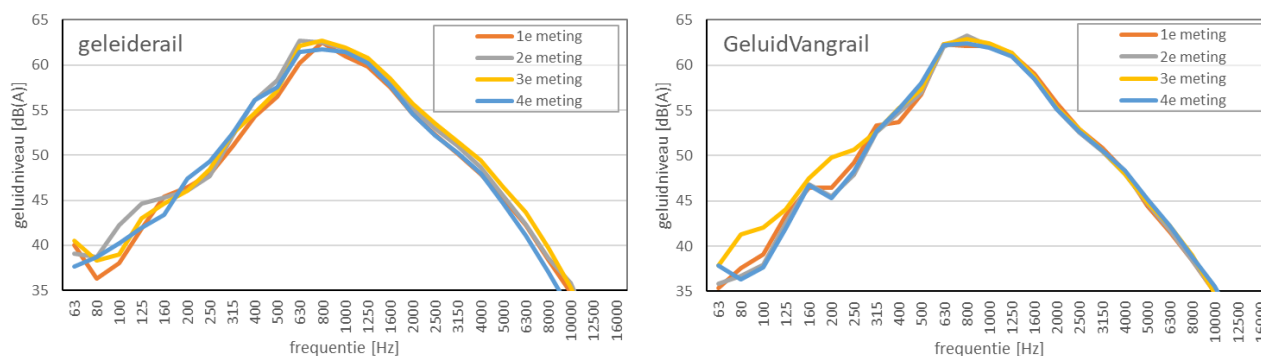
De microfoonpositie op 5 m afstand en 5 m hoogte wordt het minst beïnvloed door het overdrachtsgebied en geeft daarmee een indicatie voor de eventuele verschillen in het bronniveau tussen de metingen. De meetresultaten van de $L_{A,eq}$ -metingen op deze meetpositie zijn weergegeven in figuur 6.



figuur 6 Resultaten van de metingen op 5,0 m afstand en 5,0 m hoogte

Per situatie zijn er kleine verschillen tussen de resultaten. Dit is hoogstwaarschijnlijk een gevolg van het verschil in verkeerssamenstelling (tabel III). Het grootste verschil is gelijk aan 1,2 dB (min – max). Er is geen reden om één van deze metingen uit te sluiten van verdere analyse.

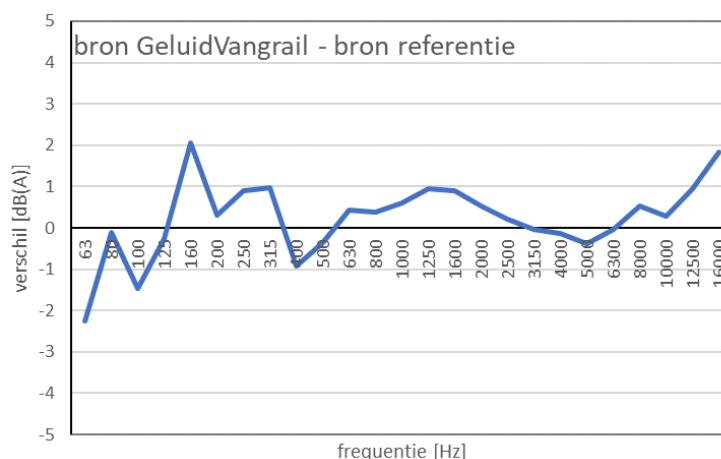
In figuur 7 zijn de spectra gegeven op dezelfde meetpositie: 5 m afstand en 5 m hoogte in de beide situaties. Afgezien van kleine verschillen in enkele lagere frequentiebanden komen deze resultaten ook goed overeen.



figuur 7 Gemiddelde spectra per meting, gemeten op 5,0 m afstand en 5,0 m hoogte bij de geleiderail (maart) en GeluidVangrail (oktober)

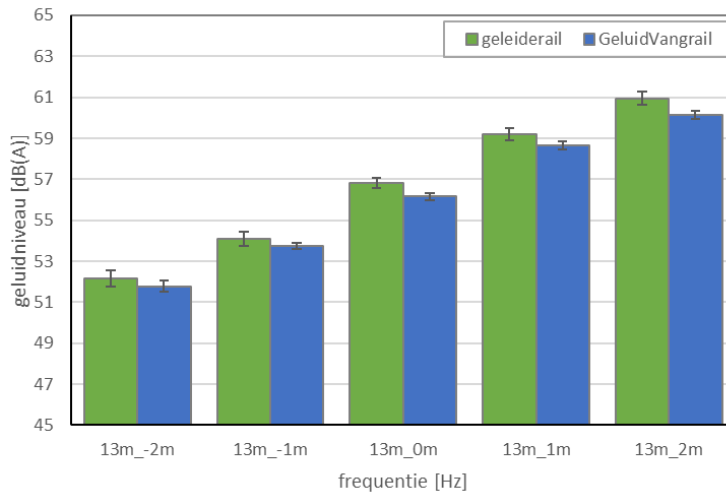
3.2 Analyse

Hoewel het verschil in bronniveau gering is, willen we niet dat dit doorberekend wordt aan het effect van de GeluidVangrail. Daarom worden de meetresultaten hiervoor spectraal gecorrigeerd. Hiertoe is bepaald wat het verschil is tussen de resultaten op de microfoonpositie op 5 m afstand en 5 m hoogte. De meetresultaten van de microfoons achter de GeluidVangrail zijn vervolgens gecorrigeerd voor dit verschil. In figuur 8 is het gemiddelde verschil voor de vier metingen spectraal weergegeven.

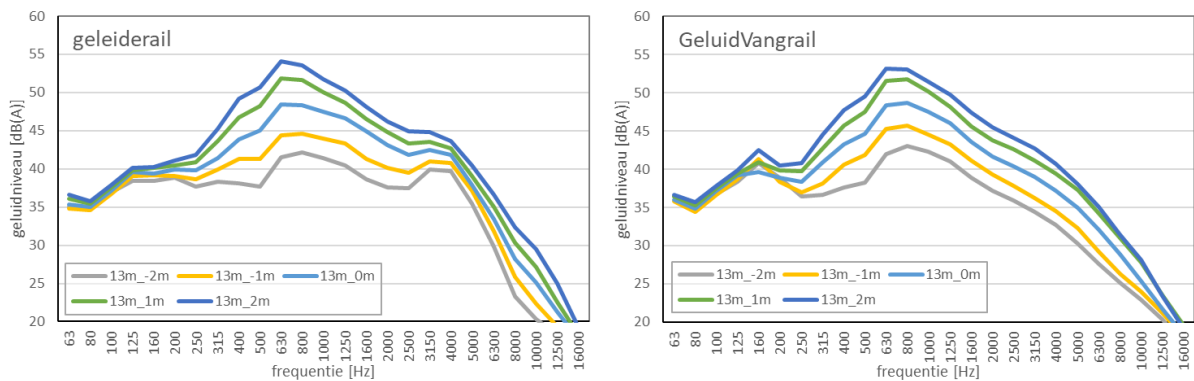


figuur 8 Verschil in brongeluidniveau tussen de situatie met de GeluidVangrail en de situatie met enkel de geleiderail (= referentie)

In de volgende stappen wordt de analyse voor spectrale gegevens en gesommeerde overall-niveau afzonderlijk uitgevoerd. Hiertoe is als eerste per meting uit de spectra per microfoonpositie het overall-niveau berekend. De gesommeerde geluidniveaus van de metingen zijn weergegeven in figuur 9. Hierin is tevens per microfoonpositie de standaarddeviatie aangegeven op basis van de overall-niveaus per meting. De spectrale gegevens staan in figuur 10.



figuur 9 Gemiddelde overall-niveau per microfoonpositie, per situatie inclusief standaarddeviatie



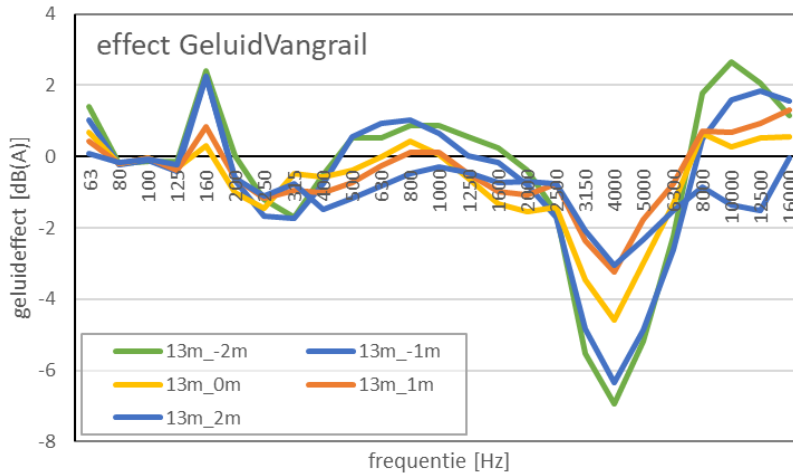
figuur 10 Gemiddelde spectrale geluidniveaus per microfoonpositie, per situatie

De kleine standaarddeviatie van de gemiddelde waarden toont aan dat er slechts kleine verschillen in geluidniveaus zijn. Dit komt door het beperkte verschil in verkeersaanbod.

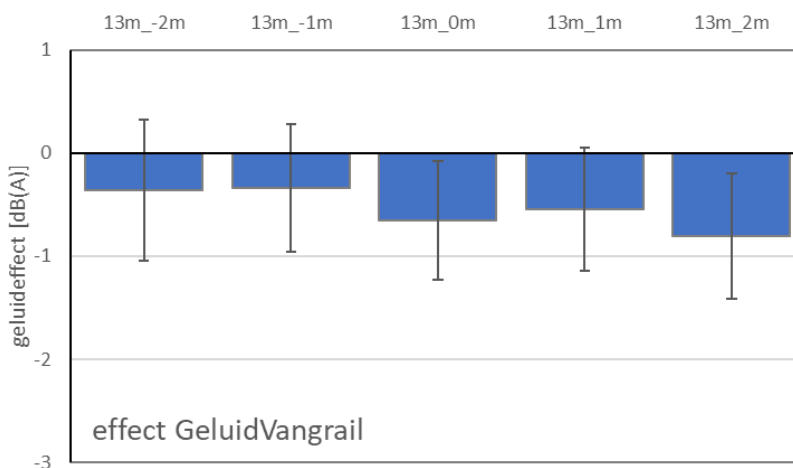
3.3 Effect van de GeluidVangrail

Voor de vijf meethoogtes op 13 m afstand is het effect van de GeluidVangrail berekend in tertsbanden en voor het overall-niveau. De foutbalken bij de overall-niveaus betreffen hier plus en min één keer de standaarddeviatie van de verschillen.

Figuur 11 toont het effect van de GeluidVangrail in tertsbanden voor de vijf ontvanger-microfoonposities. Figuur 12 toont het effect op de overall-niveaus bij deze meetposities. Een negatieve waarde betekent dat de GeluidVangrail een (extra) reducerend effect heeft op het geluid.



figuur 11 *Het effect van de GeluidVangrail langs de N307 in tertsbanden, een geluidreductie wordt aangegeven met een negatieve waarde*



figuur 12 *Het effect van de GeluidVangrail langs de N307 op overall-niveau met standaarddeviaties. Een geluidreductie wordt aangegeven met een negatieve waarde*

Het effect van de GeluidVangrail verschilt per microfoonpositie, zowel in frequentiebanden als op overall-niveau. De dominante frequentiebanden in het spectrum van het wegverkeersgeluid liggen tussen 800 Hz en 1600 Hz. Uit de spectrale resultaten blijkt dat het effect van de GeluidVangrail daarbuiten (voor de hogere frequenties) behoorlijk groot is. De verlaging van het geluidniveau in de frequentiebanden buiten de dominante frequentiebanden heeft echter weinig invloed op het overall-niveau.

De microfoonposities op 13 m afstand en -2 m en -1 m hoogte liggen op een positie waar je het grootste effect zou verwachten van de GeluidVangrail. Uit de resultaten blijkt echter dat deze posities het minste effect ondervinden van de GeluidVangrail: 0,3 en 0,4 dB. Op de andere microfoonposities is het effect van de GeluidVangrail iets groter: 0,5 tot 0,8 dB. De resultaten zijn in dezelfde orde van grootte als de standaarddeviatie in de metingen.

3.4

Onzekerheden

Bij de N307 zijn de metingen uitgevoerd voor en na plaatsing van de GeluidVangrail. Doordat er op twee aparte dagen gemeten is, brengt dit extra onzekerheden met zich mee voor het bepalen van het effect van alleen de GeluidVangrail. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste onzekerheden besproken. Binnen het huidige onderzoek kon de grootte hiervan niet bepaald worden.

Om te beginnen is de verkeersstroom op de meetdagen natuurlijk niet gelijk. In de analyse is gecorrigeerd voor het gemiddelde bronniveau zoals in hoofdstuk 3.2 is uitgelegd, maar niet voor het karakter van het geluid (hoogte en richtingseffect van de bron). De GeluidVangrail heeft vooral een effect op lage geluidbronnen. De gemiddelde hoogte van het brongeluid is niet bepaald, daarom kan niet ingeschat worden wat het effect hiervan is.

De meteorologische condities zijn op de meetdagen ook niet gelijk. De windsnelheid was op beide dagen gering en de meetafstanden waren beperkt, waardoor dit effect in theorie heel klein moet zijn. Desondanks is het niet uit te sluiten dat met name het verschil in windrichting een effect heeft op de resultaten van de metingen. Voorafgaand aan de plaatsing van de GeluidVangrail is gemeten met tegenwind (NNO), na plaatsing is gemeten met scherende wind (W). Hoewel de invloed in theorie beperkt is, is het niet ondenkbaar dat de afscherming ten westen van de meetpositie ook nog een (beperkte) rol speelt. Geluid dat daar niet naar de omgeving uit kan breiden, wordt wellicht enigszins door de wind naar de meetlocatie gedragen. In deze specifieke situatie zou een eventueel effect van de wind negatief uitwerken op de reducerende werking van de GeluidVangrail.

Tot slot is op de meetlocatie een brede berm aanwezig met redelijk hoog gras en hoge vegetatie. Het is niet ondenkbaar dat de brede berm en aanwezige vegetatie al een sterk geluidreducerend effect hebben op de gekozen meetposities. Het geluid dat in de oorspronkelijke situatie onder de geleiderail door ging, werd mogelijk al deels gereduceerd door de berm. In dat geval worden de geluidniveaus op de ontvangerposities met name bepaald door het geluid dat over de geleiderail heen gaat. De GeluidVangrail heeft alleen effect op het geluid dat onder de geleiderail door gaat.

We kunnen de genoemde effecten niet schatten in absolute zin, maar door deze onzekerheden kunnen we het effect van de GeluidVangrail op deze locatie onderschatten.

4 Conclusies

Uit de metingen volgt een geluidreducerend effect door de GeluidVangrail ten opzichte van de referentiedoorsnede met enkel een geleiderail. Het effect is voor gemeten ontvangerposities 0,3 tot 0,8 dB. In specifieke frequentiebanden is het geluidreducerende effect tot 7 dB. Deze frequentiebanden liggen hoger dan de dominante frequentiebanden van wegverkeer, daarom is het effect op het overall-niveau gering.

Het vastgestelde effect van de GeluidVangrail is een totaaleffect voor de weg en situatie zoals die bij de meetlocatie langs de N307 is. Het is niet ondenkbaar dat de condities tijdens de verschillende meetdagen en de situatie ter plaatse invloed hebben op het vastgestelde resultaat van de GeluidVangrail. Mogelijk is hierdoor het toegevoegde effect van de GeluidVangrail op de gekozen ontvangerposities kleiner dan we in eerdere onderzoeken vastgesteld hebben.

 **Movares** samen werkt het