

RAPPORT

Dijkversterking Neder-Betuwe

Akoestisch onderzoek

Klant: Waterschap Rivierenland

Referentie: WATRC_BF6777-115-102_R0101_76864_f4.0

Status: Definitief/4.0

Datum: 30 september 2022

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Dijkversterking Neder-Betuwe

Sub titel: Akoestisch onderzoek
Referentie: WATRC_BF6777-115-102_R0101_76864_f4.0
Status: 4.0/Definitief
Datum: 30 september 2022
Projectnaam: Dijkversterking Neder-Betuwe
Projectnummer: BF6777-115-102
Auteur(s): Bertus van 't Wout

Classificatie

Project gerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	2
2	Wettelijk kader	3
2.1	Algemeen	3
2.2	Omvang geluidzones	3
2.3	Geluidgevoelige bestemmingen	4
2.4	Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 en geluidbelasting	4
2.5	Aftrek conform art. 110g Wgh	4
2.6	Sanering	5
2.7	Reconstructie	5
3	Uitgangspunten akoestisch onderzoek	7
3.1	Akoestisch rekenmodel	7
3.2	Verkeersgegevens	7
3.3	Wijziging snelheidsregime	7
3.4	Ontwerpgegevens	9
3.4.1	Wegprofiel	9
3.4.2	Verschuiving wegas	9
3.5	Obstakels	10
3.6	Emissie grasbetontegels	10
3.7	Modellering verkeer over de stroken	11
4	Resultaten	12
4.1	Factoren met invloed op de geluidbelasting	12
4.2	Toets aan wettelijk kader	13
4.3	Geluidbelastingen in de huidige situatie	13
4.4	Geluidbelastingen in de toekomstige situatie	13
4.4.1	Effect op de gemiddelde geluidbelasting	14
4.4.2	Verwachte hinder door de grasbetontegels	14
5	Conclusies	15
Bijlagen		
A1	Gehanteerde verkeersintensiteiten	
A2	Verschil geluidbelasting na dijkversterking t.o.v. huidige situatie	
A3	Rapportage CPX-meting grasbetontegels	

1 Inleiding

Het dijktraject Neder-Betuwe is opgenomen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma als een project met hoge prioriteit. Het dijktraject voldoet niet meer aan de veiligheidsnormen voor Nederlandse primaire waterkeringen en moet worden versterkt. Om de dijkversterking mogelijk te maken moet een Projectplan Waterwet worden opgesteld. Hierin is een beschrijving opgenomen van het waterstaatswerk (in dit geval hoe de versterkte dijk eruit komt te zien) en de wijze waarop het project zal worden uitgevoerd. Ter onderbouwing van het Projectplan Waterwet wordt een milieueffectrapport (MER) opgesteld dat inzicht geeft in de mogelijke (negatieve) effecten van de dijkversterking op milieuthema's zoals natuur, waterkwaliteit en landschap.

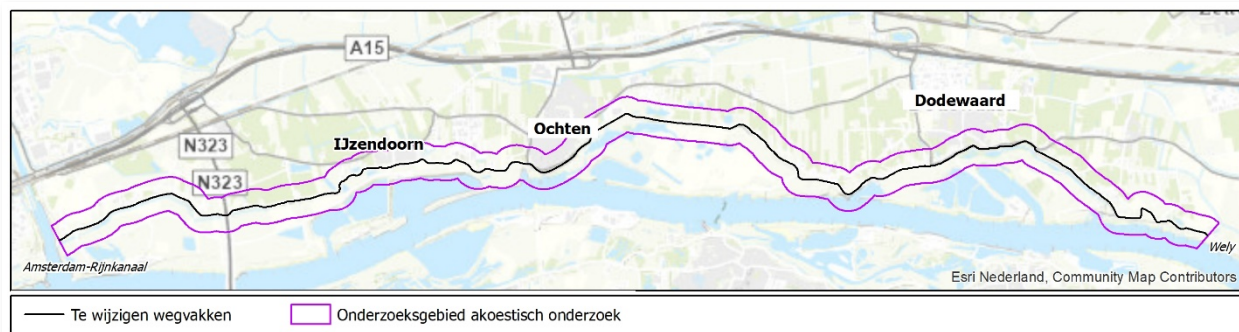
Ten behoeve van dit MER en het Projectplan Waterwet is een akoestisch onderzoek uitgevoerd naar de effecten van de dijkversterking en de daarmee gepaard gaande aanpassing van de weg over de dijk. Daarin zijn de volgende aspecten onderzocht:

- Leiden de wijzigingen tot een toename van de geluidbelasting met 1,50 dB of meer en zijn er in dat geval geluidbeperkende maatregelen te treffen om deze toename ongedaan te maken;
- De ontwikkeling van het aantal gehinderden in de toekomstige situatie, vergeleken met de autonome situatie, die gelijk is aan de huidige situatie.

In dit akoestisch onderzoek zijn de resultaten van de drie varianten voor de lengte van de 30 km/u-zone beschreven.

In onderstaande afbeelding is het onderzoeksgebied van de Waalbandijk weergegeven, globaal gelegen tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en Wely.

Figuur 1 – Overzicht onderzoeksgebied



Omgevingswet

Per 1 januari 2023 zal naar verwachting de Omgevingswet in werking treden. Op dit moment is dit wettelijk kader en de bijbehorende rekenmethodes nog niet volledig vastgelegd. Voorliggend onderzoek is daarom uitgevoerd onder het wettelijk kader van de Wet geluidhinder en zal in een volgende fase van het project worden geactualiseerd op basis van het wettelijk kader van de Omgevingswet.

Leeswijzer

In dit rapport is in hoofdstuk 2 het wettelijk kader beschreven en in hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten voor het onderzoek weergegeven. In hoofdstuk 4 zijn de resultaten vermeld en getoetst. Ten slotte volgt in hoofdstuk 5 de conclusies.

2 Wettelijk kader

2.1 Algemeen

De Wet geluidhinder (Wgh) stelt eisen aan de ten hoogste toelaatbare geluidbelasting op bestaande geluidgevoelige objecten ten gevolge van de wijziging aan een weg.

Op grond van afdeling 4 van hoofdstuk VI van de Wgh moet onderzoek worden verricht naar de te wijzigen weg(vakken). Van deze wegen moet de geluidbelasting vóór de wijziging aan de bestaande wegen en de toekomstige geluidbelasting na wijziging aan deze wegen worden onderzocht.

Het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 (Rmg2012) stelt de regels voor het bepalen van de geluidbelastingen. Uitgangspunt voor het bepalen van de toekomstige geluidbelasting is volgens het Rmg2012 het zogenoemde maatgevende jaar. In beginsel is dit het 10^{de} jaar na realisatie van de wijziging aan de weg. De toekomstige geluidbelasting is bepalend voor het treffen van eventuele geluidmaatregelen. Ten aanzien van de wijziging aan de bestaande wegen dient ook de heersende geluidbelasting te worden bepaald. Dit is één jaar vóór de wijziging aan de weg.

De Wet geluidhinder is alleen van toepassing voor zover het gaat om geluidgevoelige bestemmingen binnen de geluidzone van de wegen. Binnen deze zones wordt de geluidbelasting getoetst aan de grenswaarden. De grenswaarden zijn opgenomen in de Wgh en Besluit geluidhinder (Bg).

2.2 Omvang geluidzones

In art. 74 Wgh zijn de geluidzones gedefinieerd. De geluidzones zijn te beschouwen als aandachts- of onderzoeksgebieden. Zones zijn van rechtswege aanwezig. Dat wil zeggen dat er geen apart besluit nodig is om ze in te stellen. Op het moment dat het aantal rijstroken van de weg zodanig wordt gewijzigd dat daar een andere wettelijke zonebreedte bij hoort, is die nieuwe zonebreedte automatisch van kracht.

De wettelijke breedte van de geluidzone wordt bepaald door het aantal rijstroken van de weg, en het binnen- of buitenstedelijke karakter van de omgeving langs de weg. In de volgende tabel zijn de wettelijke zonebreedten opgesomd die de Wgh kent.

Tabel 2-1: Zonebreedte wegverkeer

Aantal rijstroken	Breedte van de geluidzone	
	Buitenstedelijk gebied	Stedelijk gebied
1 of 2	250 m	200 m
3 of 4	400 m	350 m
5 of meer	600 m	350 m

In art. 1 Wgh zijn de definities opgenomen van stedelijk en buitenstedelijk gebied. Deze definities luiden:

- Buitenstedelijk: het gebied buiten de bebouwde kom (bepaald door borden komgrens) en het gebied (binnen en buiten de bebouwde kom) binnen de zone van een autoweg of autosnelweg;
- Stedelijk: het gebied binnen de bebouwde kom met uitzondering van de gebieden binnen de zone van een autoweg of autosnelweg.

In dit onderzoek is zowel sprake van stedelijk als buitenstedelijk gebied, daarom is voor het gehele onderzoek een zonebreedte van 250 meter gehanteerd.

Wegen met een maximumsnelheid van 30 km/u hebben van rechtswege geen geluidzone en daarom is de Wet geluidhinder op deze wegvakken niet van toepassing.

In dit onderzoek zijn de effecten langs deze wegvakken in het kader van een goede ruimtelijke ordening wel in beeld gebracht.

2.3 Geluidgevoelige bestemmingen

Onder geluidgevoelige bestemmingen worden in de Wet geluidhinder (art. 1) verstaan: woningen, andere geluidgevoelige gebouwen (o.a. onderwijs- en gezondheidszorggebouwen) en geluidgevoelige terreinen. De grenswaarden van de Wet geluidhinder zijn van toepassing op de geluidgevoelige objecten voor zover deze liggen binnen de geluidzone van een weg.

Binnen het onderzoeksgebied liggen voornamelijk woningen, enkele onderwijsgebouwen en enkele gezondheidszorggebouwen.

2.4 Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 en geluidbelasting

Reken en meetvoorschrift geluid 2012

In het Reken- en meetvoorschrift geluid 2012 (Rmg2012) is bepaald hoe de geluidbelastingen op geluidgevoelige objecten moeten worden bepaald. Daarbij geldt dat in het rapport de te toetsen geluidbelastingen als afgeronde waarden moeten worden gepresenteerd. Verschillen tussen geluidbelastingen moeten echter worden berekend uit niet-afgeronde waarden, en pas daarna afgerond worden. Bij het afronden van geluidbelastingen of van verschillen tussen geluidbelastingen wordt een waarde die precies op 0,50 eindigt afgerond naar het dichtstbijzijnde even getal (art. 1.3 RMG2012).

Geluidbelasting

De geluidbelasting wordt berekend als het gemiddelde van een geheel jaar. Overeenkomstig art. 1 Wgh wordt onder de L_{den} -waarde verstaan het energetisch en naar de tijdsduur van de beoordelingsperiode gemiddelde van de volgende drie waarden:

- Het equivalente geluidniveau gedurende de dagperiode L_{day} (van 07:00 uur tot 19:00 uur);
- Het equivalente geluidniveau gedurende de avondperiode $L_{evening}$ (van 19:00 uur tot 23:00 uur) vermeerderd met 5 dB;
- Het equivalente geluidniveau gedurende de nachtperiode L_{night} (van 23:00 uur tot 07:00 uur) vermeerderd met 10 dB.

Op de berekende de L_{den} -waarden wordt overeenkomstig art. 110g Wgh een aftrek toegepast bij wegverkeerslawaai.

2.5 Aftrek conform art. 110g Wgh

Bij de beoordeling van geluid van wegen mag er rekening worden gehouden met de verwachting dat het wegverkeer in de toekomst stiller wordt. Bij de toetsing aan de grenswaarden in de Wgh dient volgens art. 110g Wgh de berekende geluidbelasting vanwege het wegverkeer te worden gecorrigeerd. De maximumsnelheid op de wegen in het onderzoeksgebied bedraagt 60 km/u, zodat op basis van art. 3.4, lid 1 RMG2012 is bepaald dat de aftrek conform art. 110g Wgh voor alle wegen in het onderzoeksgebied 5 dB bedraagt.

In dit onderzoek is daarom op de geluidbelasting voor zowel de huidige situatie als de situatie na de dijkversterking een aftrek van 5 dB toegepast op de berekende waarde.

2.6 Sanering

Er is alleen sprake van een saneringsgeval indien deze bij het Ministerie van Infrastructuur en Milieu is gemeld vóór 1 januari 2009 en nog niet is afgehandeld als sanering. In het onderzoeksgebied bevinden zich geen aangemelde saneringsgevallen.

2.7 Reconstructie

In art. 1 Wgh is de volgende definitie van een reconstructie van een weg opgenomen:

“Eén of meer wijzigingen op of aan een aanwezige weg ten gevolge waarvan uit akoestisch onderzoek als bedoeld in art. 77, eerste lid, onder a, en art. 77, derde lid, blijkt dat de berekende geluidbelasting vanwege de weg in het toekomstig maatgevende jaar zonder het treffen van maatregelen ten opzichte van de geluidbelasting die op grond van art. 100 dan wel het bepaalde krachtens art. 100b, aanhef en onder a, als de ten hoogste toelaatbare geluidbelasting geldt met 2 dB of meer wordt verhoogd.”

Er is sprake van “reconstructie” als aan de volgende twee voorwaarden wordt voldaan:

- Er moet sprake zijn van een fysieke wijziging op of aan de weg. Het gaat dan bijvoorbeeld om een wijziging aan het profiel, de wegbreedte, de hoogteligging, het wegdek, het aantal rijstroken, de aanleg van kruispunten of rotondes, de aanleg van aansluitingen, op- en afritten, het verhogen van de maximumsnelheid.
- Ten gevolge van de wijziging(en) en de verwachte groei van het verkeer in de eerste tien jaar na de wijziging(en) moet er sprake zijn van een toename van de geluidbelasting ten opzichte van de grenswaarde met (afgerond) 2 dB of meer. Om dit te kunnen bepalen moet dus eerst voor elke geluidgevoelig object de geldende “grenswaarde” worden bepaald. Vervolgens wordt bezien of deze grenswaarde in de toekomstige situatie, doorgaans het 10^e jaar na openstelling van de gewijzigde weg, afgerond met tenminste 2 dB wordt overschreden.

Bepalen grenswaarde

Om de grenswaarde te kunnen bepalen, is het allereerst van belang om te weten of sprake is van een in het verleden vastgestelde hogere waarde voor de ten hoogste toelaatbare geluidbelasting (in het vervolg van dit rapport kortweg “hogere waarde” genoemd).

Als geen sprake is van een eerder vastgestelde hogere waarde, is de grenswaarde gelijk aan de heersende geluidbelasting (dat is de geluidbelasting één jaar voor de wijziging aan de weg). Hierbij geldt conform de Wet geluidhinder dat een geluidbelasting van 48 dB of lager altijd is toegestaan.

Vervolgens wordt bezien of deze grenswaarde in de toekomstige situatie, het 10^e jaar na openstelling van de weg, en zonder geluidmaatregelen, met 2 dB (onafgerond 1,50 dB) of meer wordt overschreden.

Bepalen toename

Of er sprake is van “reconstructie” in de zin van de Wet geluidhinder wordt per geluidgevoelig object bepaald. Het kan dus zo zijn dat voor het ene object wel sprake is van reconstructie en voor het andere object niet.

Bepalen maatregelen

Indien er sprake is van reconstructie in de zin van de Wet geluidhinder moet worden onderzocht of er maatregelen kunnen worden getroffen om de overschrijding van de grenswaarde ongedaan te maken.

Het doel daarbij is om de toekomstige geluidbelasting zo veel mogelijk terug te brengen tot de grenswaarde. Daarbij wordt eerst gekeken naar maatregelen bij de bron (stiller wegdek) en vervolgens naar maatregelen in de overdracht (geluidschermen of -wallen). Hierbij is niet alleen van belang of het technisch mogelijk is om dergelijke maatregelen te treffen, ook het kostenaspect is van belang. Naast het kostenaspect kunnen ten slotte nog bezwaren van stedenbouwkundige, verkeerskundige, vervoerskundige of landschappelijke aard bestaan tegen het realiseren van bepaalde geluidmaatregelen.

Als maatregelen niet mogelijk zijn of stuiten op bezwaren moet een hogere grenswaarde voor de ten hoogste toelaatbare toekomstige geluidbelasting worden vastgesteld.

3 Uitgangspunten akoestisch onderzoek

3.1 Akoestisch rekenmodel

Op basis van openbaar beschikbare digitale gegevens is in eerste instantie een model opgesteld van de huidige situatie van de dijk en de bebouwde omgeving binnen het onderzoeksgebied (zie Figuur 1). In dit model zijn de wegen ingevoerd conform de huidige wegligging, met de verkeersgegevens van die situatie: snelheden, verharding en intensiteit.

Voor de toekomstige situatie is de ligging van de dijk conform het ontwerp van de dijkversterking in een kopie van dat rekenmodel ingebracht en is de ligging van de rijlijnen conform dat ontwerp aangepast. De verkeersgegevens zijn conform het ontwerp aangepast. Het gaat hierbij met name om een aanpassing van de snelheid, de verkeersintensiteiten zijn niet aangepast.

Voor alle geluidgevoelige objecten in het onderzoeksgebied is vervolgens de maatgevende geluidbelasting in de verschillende situaties bepaald en is de toets aan het wettelijk kader uitgevoerd.

In de volgende paragrafen worden de gehanteerde uitgangspunten nader toegelicht.

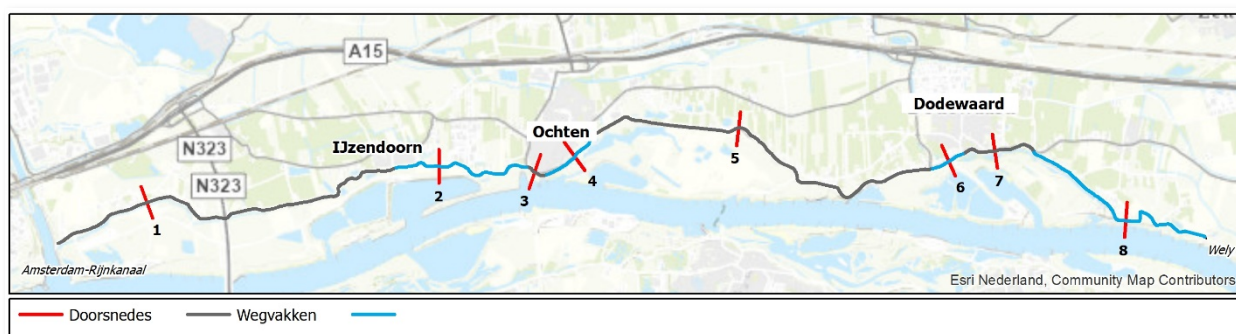
3.2 Verkeersgegevens

Voor zowel de huidige als de toekomstige situatie zijn dezelfde verkeersintensiteiten gehanteerd. Uit informatie van de gemeente Neder-Betuwe en het Waterschap Rivierenland is gebleken dat er in de komende jaren geen toename van het verkeer wordt verwacht.

Deze verkeersgegevens zijn ontleend aan meest recente tellingen die beschikbaar zijn voor de wegen in het onderzoeksgebied.

In onderstaande afbeelding is de ligging van de onderzochte wegvakken weergegeven, in bijlage A1 zijn de verkeersintensiteiten van deze wegvakken opgenomen.

Figuur 2 – Overzicht ligging wegvakken onderzoeksgebied



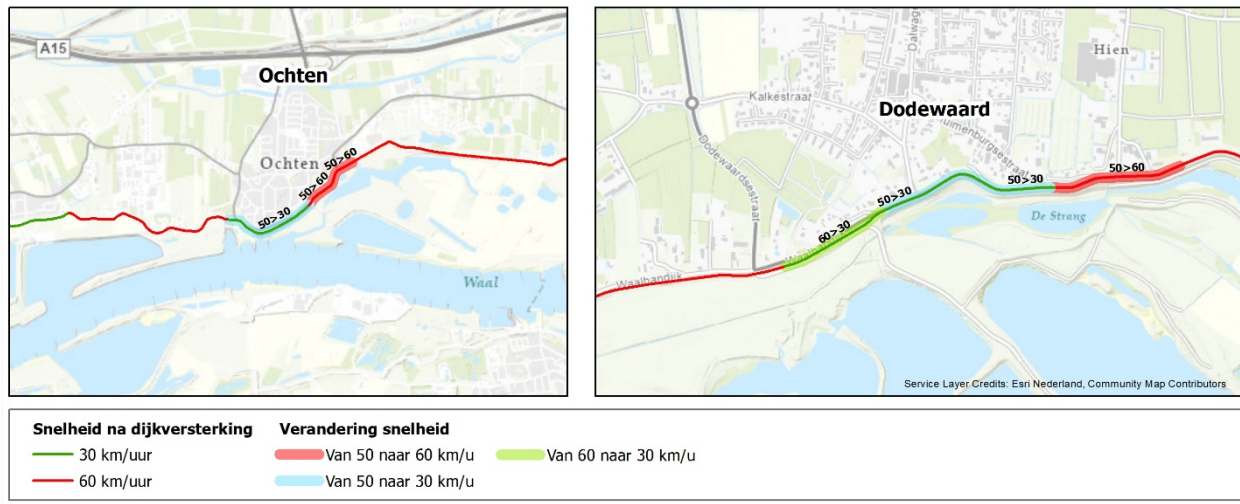
3.3 Wijziging snelheidsregime

Bij de kernen Ochten en Dodewaard wordt maximumsnelheid teruggebracht van 60 of 50 naar 30 km/u. Ter hoogte van de kern IJzendoorn blijft de maximumsnelheid ongewijzigd 30 km/u.

Het effect van een snelheidsverlaging van 60 of 50 km/u naar 30 km/u is een verlaging van de geluidemissie met ongeveer 5 respectievelijk 3,5 dB. De verhoging van de snelheid van 50 naar 60 km/u leidt tot een verhoging van de emissie met 1,5 dB.

In Figuur 3 is aangegeven op hoe de snelheid op de wegvakken bij deze kernen wordt gewijzigd.

Figuur 3 – Wegvakken Ochten en Dodewaard met aanpassing snelheden



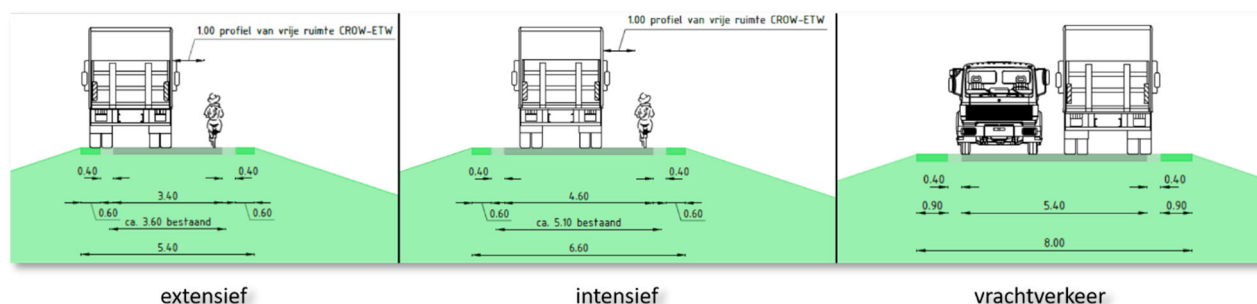
3.4 Ontwerpgegevens

3.4.1 Wegprofiel

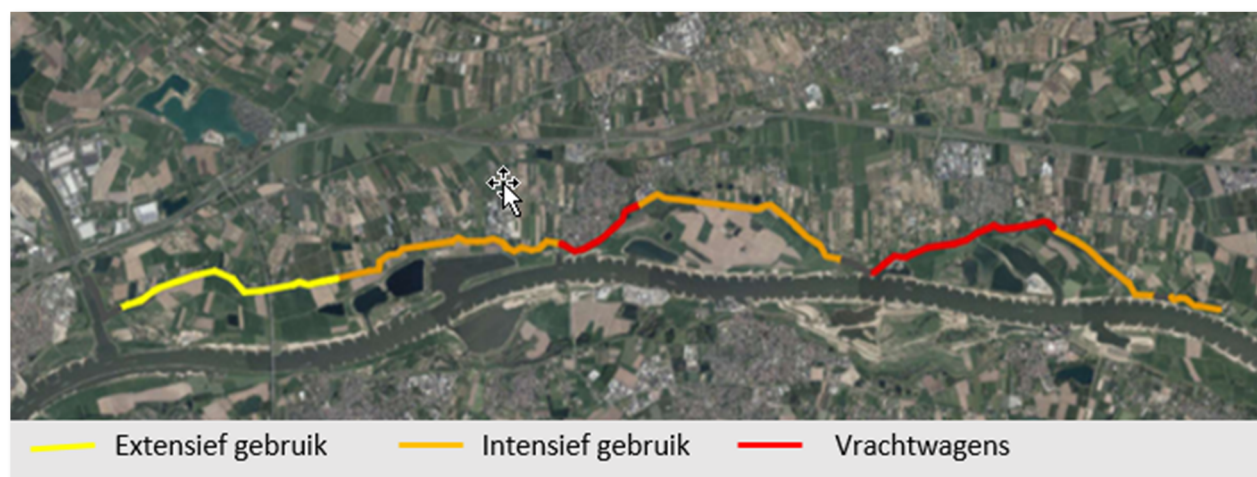
Afhankelijk van het gebruik van de dijk wordt voor de verschillende wegvakken een smaller of een breder profiel voorgesteld na verbreding van de dijk:

- Het middelste deel van de weg bestaat uit asfaltbeton, afhankelijk van het gebruik in breedte variërend van 3,40 tot 5,40 meter breed;
- Aan de rivierzijde wordt een strook gebezemd beton aangelegd met een breedte van 0,40 meter;
- Aan de landzijde wordt een strook grasbetontegels aangelegd met een breedte van 0,40 meter.

Figuur 4 – Wegprofielen op basis van gebruik



In onderstaande afbeelding is aangegeven waar de verschillende profielen worden toegepast.



Ter hoogte van de 30 km/u-zone langs de kern van Ochten worden aan weerszijden voetpaden aangelegd en bestaat de verharding over de volledige breedte uit asfalt. Daar is geen sprake van stroken aan weerszijden van de weg.

3.4.2 Verschuiving wegass

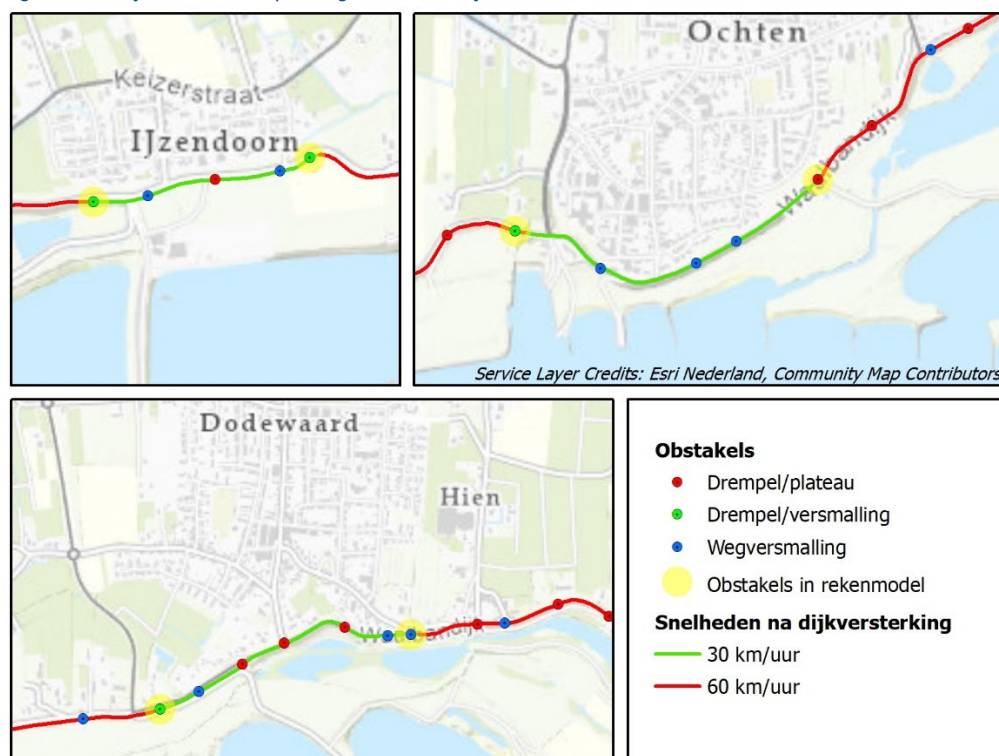
Bij een verzanding van het dijklichaam vindt in de meeste gevallen een verplaatsing van de kruin in de richting van de rivier plaats. Daarmee komt de weg verder van de geluidgevoelige objecten te liggen en is er sprake van een verlaging van de geluidbelasting bij de nabijgelegen woningen.

3.5 Obstakels

Uit het oogpunt van verkeersveiligheid worden over de gehele lengte van de dijk snelheid verminderende maatregelen aangelegd: verhoogde plateaus, wegversmallingen of een combinatie van die twee. In het Rmg2012 is aangegeven dat het effect van dergelijke obstakels op de geluidbelasting in rekening moeten worden gebracht als er sprake is van ten minste een halvering van de snelheid. In dit onderzoek zijn daarom alleen de obstakels gemodelleerd bij de overgangen van 60 en 50 km/u naar een 30 km/u-zone.

In onderstaande afbeelding is de ligging van de obstakels in de variant met de korte 30 km/u-zone opgenomen, de met geel aangeduide obstakels zijn tevens opgenomen in het rekenmodel.

Figuur 5 – Trajecten met aanpassing snelheden bij korte variant 30 km/u zone



3.6 Emissie grasbetontegels

Bij de dijkversterking wordt over de gehele lengte van de dijk, met uitzondering van de 30 km/u-zone in Ochten, aan de landzijde een strook grasbetontegels aangelegd. Deze grasbetontegels zijn vanuit het waterschap vereist in het kader van waterveiligheid, maar hebben ook een signaleringsfunctie vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid. Bij het overrijden van deze tegels ontstaat een afwijkend geluid en zal een automobilist zijn voertuig normaal gesproken weer in het juiste spoor brengen.

Om te bepalen hoeveel meer geluid deze grasbetontegels maken dan een verharding van dicht asfaltbeton, is een zgn. CPX-meting uitgevoerd door het bureau M+P¹ (zie bijlage A3). Hierbij is met een aanhangwagen meerdere keren met één wiel in een geluidsdichte kast een meting uitgevoerd van zowel de geluidemissie van de grasbetontegels als van dicht asfaltbeton. Op basis van deze metingen is vastgesteld dat de extra geluidemissie van grasbetontegels ten opzichte van dicht asfaltbeton 3,6 dB bedraagt voor personenauto's en 4,5 dB voor vrachtverkeer.

¹ Rapportage Geluidmeting aan grasbetonblokken t.b.v. akoestisch rekenmodel, M+P, 21 maart 2022, ref. M+P.WSRL.22.01.1

Trekkers vallen onder deze categorie, mogelijk zal de extra geluidemissie van trekkers hoger zijn dan die van vrachtverkeer. Het effect op de gemiddelde geluidbelasting daarvan zal, vanwege de lage intensiteit, verwaarloosbaar zijn.

3.7 Modelling verkeer over de stroken

De stroken aan weerszijden van de dijk worden alleen overreden in het geval van tegenliggers. Bij een smal wegprofiel is de kans op overrijden door één of beide voertuigen veel groter dan bij een breed wegprofiel. In een eerder onderzoek van M+P² is een inschatting gemaakt van het aantal passages dat per periode zal plaatsvinden, afhankelijk van het type profiel. Hieruit bleek dat de meeste passages optreden bij het smalle profiel: in de dagperiode rijdt 39% van het verkeer over de stroken, in de avondperiode 15% en in de nachtperiode zijn er geen passages over de stroken.

In het akoestisch rekenmodel is uitgegaan van deze worst-case situatie en zijn in het rekenmodel extra rijlijnen met de bijbehorende extra geluidemissie opgenomen voor deze stroken. Aangezien er met één wiel over de stroken wordt gereden, zijn deze rijlijnen gemodelleerd met 19,5% van de totale intensiteit in de dagperiode en 7,5% in de avondperiode. Er is dus van uitgegaan dat over de gehele lengte van de dijk overdag 19,5% van het verkeer met de maximumsnelheid met één rij wielen over de grasbetontegels rijdt. In de avond is dat 7,5%, in de nacht zijn geen passages voorzien.

Daarbij is voor de rijlijnen met grasbetontegels de toeslag in rekening gebracht die door M+P is gemeten bij een snelheid van 50 km/u en voor de rijlijnen met gebezemd beton is de toeslag volgens het Rmg2012 gehanteerd. In de toekomstige situatie is gerekend met de maximumsnelheid op het wegvak gedurende het gehele etmaal. In werkelijkheid zal bij een passage van twee tegenliggers de snelheid lager zijn.

² Rapportage Akoestisch onderzoek Noordelijke Waaldijk, M+P, 1 november 2021, ref. M+P.MEGA.21.04.1

4 Resultaten

4.1 Factoren met invloed op de geluidbelasting

Het effect van de reconstructie van de weg over de Waalbandijk is bepaald door met een akoestisch rekenmodel de geluidbelasting in zowel de huidige situatie als in de toekomstige situatie bij de geluidgevoelige objecten te bepalen. Het verschil tussen deze twee geluidbelastingen is de toename die door de reconstructie van de weg wordt veroorzaakt. Hieronder zijn de factoren die in dit onderzoek een rol spelen nader toegelicht.

Verkeersomvang

In het onderzoek is ervan uitgegaan dat het verkeer in de toekomst niet zal toenemen. Er treedt daarom bij de geluidgevoelige objecten in het onderzoeksgebied geen toename op van de geluidbelasting ten gevolge van de groei van het verkeer.

Verplaatsing van de weg

Over grote delen van het onderzoeksgebied wordt de kruin van de dijk, en daarmee de weg, verlegd in de richting van de rivierzijde. Dat leidt tot een beperkte afname van de geluidbelasting bij de woningen die achter de dijk liggen, omdat de afstand van de woningen tot de weg groter wordt.

Wijziging snelheid

Ter hoogte van de kernen Ochten en Dodewaard is een 30 km/u-zone voorzien, waardoor de geluidemissie van de weg met 3,5 tot 5 dB wordt verlaagd. Op een aantal delen wordt in de korte variant de snelheid van 50 naar 60 km/u verhoogd, dat leidt plaatselijk tot een verhoging van de emissie met 1,5 dB.

Obstakels

Als snelheid verminderende voorzieningen worden op diverse plekken obstakels aangelegd: plateaus, wegversmallingen of een combinatie van deze voorzieningen. Wettelijk gezien hoeven deze obstakels pas in rekening worden gebracht, als er sprake is van ten minste een halvering van de snelheid. In het onderzoek zijn daarom alleen obstakels in beschouwing genomen bij de overgangen van 60 en 50 km/u naar de 30 km/u-zone. Het effect van een obstakel is afhankelijk van de afstand van een woning tot het obstakel, maar in dit onderzoek nergens meer dan 0,5 dB.

Stroken aan weerszijden

Aan de rivierzijde wordt een strook van gebezemd beton aangelegd, aan de landzijde een strook van grasbetontegels. De emissie van gebezemd beton is ongeveer 2 dB hoger dan dicht asfaltbeton, de emissie van de grasbetontegels is voor personenauto's ongeveer gemiddeld 3,6 dB hoger dan dicht asfaltbeton, voor vrachtverkeer ongeveer 4,4 dB. Aangezien een groot deel van het verkeer over het grootste deel van het etmaal over het asfalt rijdt, leidt het verkeer over de stroken nauwelijks tot een verhoging van de gemiddelde geluidbelasting over het etmaal.

De asfaltverharding in de toekomstige situatie is gelijk aan die in de huidige situatie, dicht asfaltbeton.

4.2 Toets aan wettelijk kader

Het wettelijk kader dat in dit onderzoek wordt gehanteerd is de Wet geluidhinder (Wgh). Dit wettelijk kader is gebaseerd op de gemiddelde geluidbelasting over een gemiddelde weekdag. Deze gemiddelde geluidbelasting is het gewogen gemiddelde van het geluid dat het verkeer in de dag-, avond en nachtperiode veroorzaakt.

In de berekening wordt het geluid van personenauto's en vrachtwagens betrokken, motoren worden niet in de berekening betrokken omdat ze een relatief kleine bijdrage aan de totale geluidbelasting leveren. Trekkers vallen in de categorie zwaar vrachtverkeer en worden niet apart benoemd.

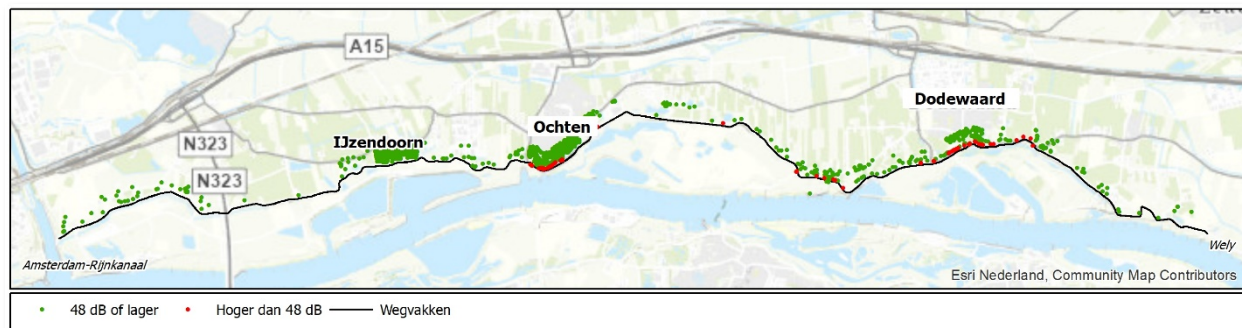
Na de berekening van deze geluidbelasting, is hierop de wettelijk aftrek van 5 dB conform art. 110 Wgh (zie paragraaf 2.5) toegepast.

In de Wet geluidhinder is sprake van een voorkeursgrenswaarde van 48 dB. Dat betekent dat een geluidbelasting van 48 dB of lager altijd toelaatbaar is.

4.3 Geluidbelastingen in de huidige situatie

Vanwege met name de lage verkeersintensiteit over de Waalbandijk is het aantal woningen met een geluidbelasting die hoger is dan 48 dB gering: het gaat om ongeveer 70 woningen die vlakbij de dijk liggen. In onderstaande afbeelding is globaal aangegeven om welke locaties het gaat.

Figuur 6 – Woningen met een geluidbelasting hoger dan 48 dB in de huidige situatie



4.4 Geluidbelastingen in de toekomstige situatie

In de toekomstige situatie zijn het effect van de snelheidswijziging, de ligging van de obstakels en het effect van de stroken aan weerszijden van de weg meegenomen in de geluidbelasting.

In bijlage A1 is een kaart opgenomen met daarop weergegeven het verschil tussen de geluidbelasting in de situatie na de dijkversterking en de huidige situatie. In deze kaarten zijn ook toe- en afnames getoond bij geluidgevoelige bestemmingen die een geluidbelasting hebben die onder de wettelijke voorkeursgrenswaarde van 48 dB ligt.

Bij alle varianten blijkt dat er de toename van de geluidbelasting in de toekomstige situatie ten opzichte van de huidige situatie niet hoger is dan 1,50 dB. Er is daarom geen aanleiding om een onderzoek in te stellen naar geluidbeperkende maatregelen.

De strook met grasbetontegels heeft een andere oppervlaktestructuur dan het naastgelegen asfalt. Als het verkeer bij tegenliggers moet uitwijken, zal één rij wielen over deze tegels rijden. Gedurende de duur van de passage zal er tijdelijk sprake zijn van een verhoogd geluidniveau. Door de veranderingen in het spectrum van het geluid zal de aard van het geluid bovendien anders worden en duidelijk als afwijkend herkenbaar zijn.

4.4.1 Effect op de gemiddelde geluidbelasting

Bij de toetsing aan het wettelijk kader, dat gebaseerd is op de gemiddelde geluidbelasting van het etmaal, is worst-case gerekend. Er is van uitgegaan dat over de gehele lengte van de dijk overdag 20% van het verkeer met de maximumsnelheid met één rij wielen over de grasbetontegels aan de landzijde rijdt en met één rij wielen over de betonstrook aan de rivierzijde rijdt. In de avond is dat 7,5%, in de nacht zijn geen passages voorzien.

Uit het onderzoek blijkt dat het effect dat door de grasbetontegels op de gemiddelde geluidbelasting gering is. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de middeling van het geluid dat over de verschillende stroken rijdt en anderzijds door de geringe hoeveelheid verkeer over de stroken in de avond- en nachtperiode: deze periodes tellen zwaarder mee bij de berekening van de gemiddelde geluidbelasting (zie paragraaf 2.4).

4.4.2 Verwachte hinder door de grasbetontegels

Dit is een overschatting van het effect, aangezien de duur van de passages kort is en de voertuigen. Als het verkeer over de strook met grasbetontegels rijdt, zal er gedurende kortere periode sprake zijn van een verhoogd geluidniveau. Er is dan tijdelijk sprake van een verhoogde geluidbelasting.

Uit metingen is gebleken dat de emissie van één voertuig over de grasbetonstroken 3,6 dB hoger is dan de emissie van één voertuig over dicht asfaltbeton. In werkelijkheid zullen bij een passage altijd twee voertuigen betrokken zijn, zodat de gemiddelde toename van de emissie ca. 2 dB zal zijn.

De hinder wordt echter niet veroorzaakt door de toename van de geluidbelasting, maar door het hoorbare effect van het overrijden van de stroken. Als een voertuig moet uitwijken, zal het geluid van een voertuig over asfalt voor een korte periode worden onderbroken door een luidruchtiger geluid met andere kenmerken. Deze kortstondige verandering van het geluid op willekeurige momenten kan als hinderlijk worden ervaren.

5 Conclusies

Ten behoeve van de onderbouwing van de effecten voor geluid in het MER is een akoestisch onderzoek uitgevoerd naar de effecten van de dijkversterking Neder-Betuwe. De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in het MER-rapport.

Toetsing aan Wet geluidhinder

Uit de toetsing is gebleken dat kan worden voldaan aan de normen uit het wettelijk kader van de Wet geluidhinder en er geen geluidbeperkende maatregelen behoeven te worden getroffen:

- Het overgrote deel van de geluidgevoelige bestemmingen langs de dijk heeft na de dijkversterking een geluidbelasting die 48 dB of lager;
- Voor de geluidgevoelige bestemmingen met een geluidbelasting die na de dijkversterking hoger is dan 48 dB is geen sprake van een toename van 1,50 dB of meer ten opzichte van de huidige situatie;
- Er is daarom geen aanleiding om geluidbeperkende maatregelen te onderzoeken.

Effect op totaal aantal geluidgehinderden

Uit het onderzoek is gebleken dat de dijkversterking leidt tot een geringe afname van het aantal geluidgehinderden in het onderzoeksgebied. De belangrijkste oorzaken zijn gelegen in de verlaging van de snelheid bij enkele kernen en de verschuiving van de weg in de richting van de rivier.

Hinder door stroken

Uitgangspunt van het ontwerp voor de dijkversterking is dat aan weerszijden van de dijk uit het oogpunt van veiligheid stroken aangelegd. Aan de rivierzijde is dat een strook van gebezemd beton en aan de landzijde een strook van grasbetontegels. De bijdrage van deze stroken aan de gemiddelde geluidbelasting is gering, maar tijdens een passage met twee tegenliggers zal er extra geluidhinder optreden. Dit wordt met name veroorzaakt door de kortdurende verandering van het geluid als de wielen over de strook rijden.

Aangezien de toepassing van de grasbetontegels vanuit het oogpunt van waterveiligheid wordt vereist vanuit het waterschap en vanwege verkeersveiligheid vanuit de gemeente, is het onvermijdelijk dat op willekeurige plaatsen en momenten enige tijd hinder ontstaat door voertuigen die over deze tegels rijden.

Wettelijk kader Omgevingswet

Per 1 januari 2023 zal naar verwachting de Omgevingswet in werking treden. Het is op dit moment nog niet helemaal duidelijk hoe dit wettelijk kader eruit komt te zien en hoe dit geïnterpreteerd moet worden. In een volgende fase van het project zal het akoestisch onderzoek moeten worden geactualiseerd aan de hand van het dan geldende wettelijk kader van de Omgevingswet. Vanwege de lage verkeersintensiteiten zal de geluidbelasting in het grootste deel van het onderzoeksgebied ook dan lager zijn dan de dan geldende standaardwaarde, maar het is niet uit te sluiten dat er onder het wettelijk kader vanwege een gewijzigde normstelling op een aantal locaties overschrijdingen gaan optreden. Een onderzoek naar geluidbeperkende maatregelen zal dan moeten uitwijzen of er doelmatige maatregelen getroffen kunnen worden om deze overschrijdingen weg te nemen.

A1 Gehanteerde verkeersintensiteiten

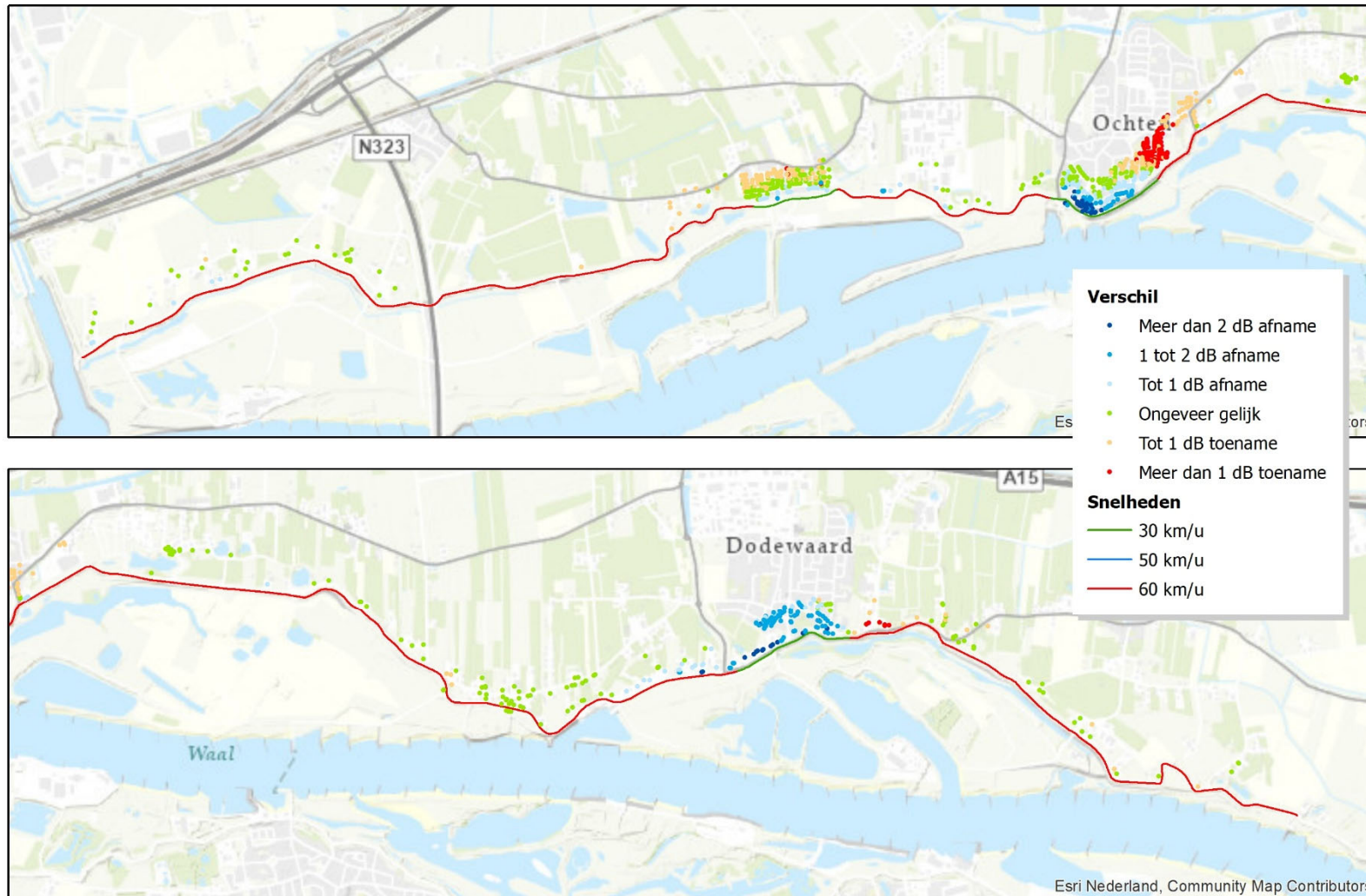
Verdeling van het verkeer procentueel

Wegvak	Etmaalintensiteit	Percentage maatgevend uur			Percentage licht verkeer			Percentage middelzwaar verkeer			Percentage zwaar verkeer		
		Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
1	400	6.5	3.6	0.9	75.8	85.5	69.4	8.9	5.1	9.0	15.3	9.4	21.6
2	700	6.6	3.5	0.8	86.7	92.3	81.9	3.2	1.8	3.4	10.1	5.9	14.7
3	2000	6.6	3.5	0.8	88.9	93.8	85.7	5.3	2.9	5.7	5.8	3.3	8.6
4	1500	6.7	3.2	0.9	70.8	82.2	64.8	15.2	9.0	15.5	14.0	8.8	19.7
5	1000	6.6	3.6	0.8	88.8	93.8	85.7	5.9	3.2	6.4	5.3	3.0	7.9
6	1300	6.7	3.4	0.8	78.3	87.4	73.9	13.5	7.7	14.2	8.2	4.9	11.9
7	2500	6.6	3.5	0.8	85.0	91.5	81.5	8.7	4.8	9.3	6.3	3.7	9.2
8	300	6.6	3.6	0.8	93.7	96.6	92.0	3.8	2.0	4.2	2.5	1.4	3.8

Aantallen voertuigen per uur

Wegvak	Etmaalintensiteit	Aantal lichte voertuigen per uur			Aantal middelzware voertuigen per uur			Aantal zware voertuigen per uur		
		Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
1	400	19.8	12.3	2.5	2.3	0.7	0.3	4.0	1.4	0.8
2	700	40.3	22.6	4.6	1.5	0.4	0.2	4.7	1.5	0.8
3	2000	118.1	65.7	13.7	7.0	2.0	0.9	7.7	2.3	1.4
4	1500	70.8	39.5	8.8	15.2	4.3	2.1	14.0	4.2	2.7
5	1000	58.6	33.8	6.9	3.9	1.2	0.5	3.5	1.1	0.6
6	1300	67.9	38.6	7.7	11.7	3.4	1.5	7.1	2.2	1.2
7	2500	141.1	80.1	16.3	14.4	4.2	1.9	10.5	3.2	1.8
8	300	18.6	10.4	2.2	0.8	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1

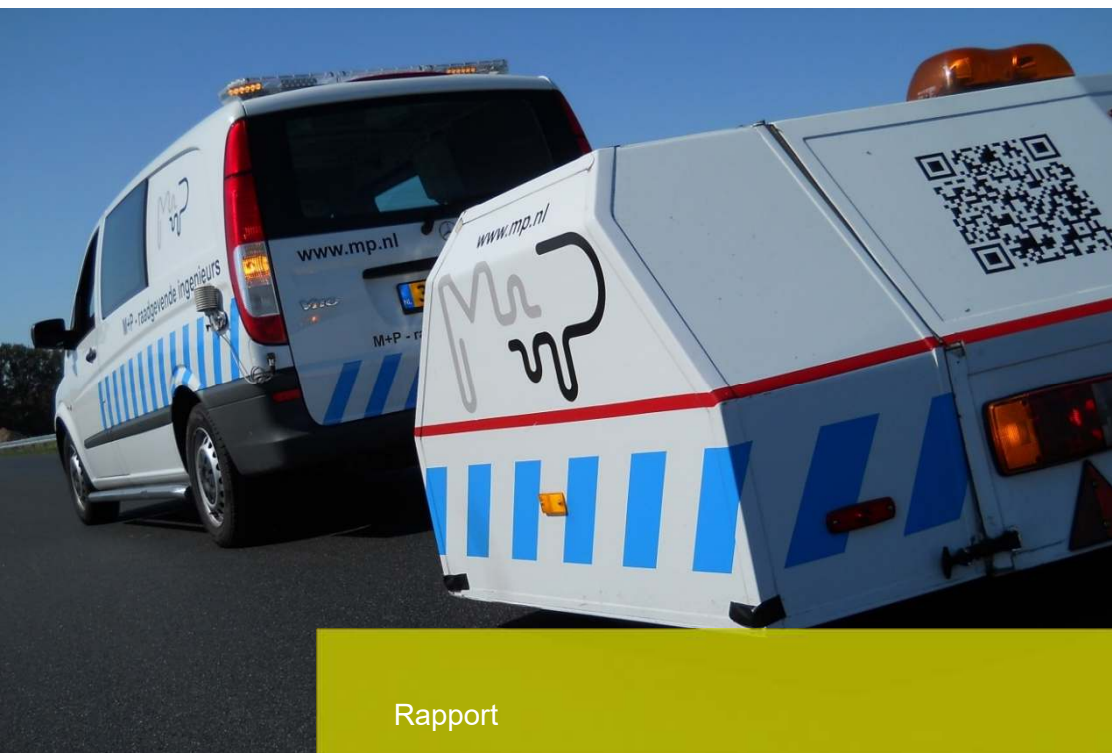
A2 Verschil geluidbelasting na dijkversterking t.o.v. huidige situatie



A3 Rapportage CPX-meting grasbetontegels



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



Rapport

Geluidmeting aan grasbetonblokken ten behoeve van akoestisch rekenmodel

Colofon

Opdrachtnemer M+P raadgevende ingenieurs BV

Opdrachtgever Waterschap Rivierenland
Postbus 599
4000 AN Tiel

Opdrachtnummer -

Titel Geluidmeting aan grasbetonblokken ten behoeve van akoestisch rekenmodel

Rapportnummer M+P.WSRL.22.01.1

Revisie 0

Datum 21 maart 2022

Aantal pagina's 19

Auteurs ing. Mark Mertens
ir. Judith Doorschot

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

In opdracht van Waterschap Rivierenland is door M+P een onderzoek uitgevoerd naar de geluidtechnische eigenschappen van een grasbetonblok voor het project 'Gastvrije Waaldijk'. In het ontwerp voor het traject van de Gastvrije Waaldijk is dit type grasbetontegel opgenomen als overgang tussen de rijbaan (asfalt) en de berm. Deze strook van grasbetontegels wordt bereiden als verkeer op de dijk elkaar moet passeren, daarom wordt dit ook opgenomen in het akoestische model.

Van dit type grasbetontegel zijn nog geen akoestische gegevens bekend. Om hier inzicht in te krijgen, is een geluidmeting uitgevoerd volgens de CPX-methode. Dit type grasbetontegel ligt ook langs de Lekdijk in Tull en 't Waal. Hier zijn CPX-metingen uitgevoerd rijdend op het conventionele asfalt en rijdend met het rechter wiel over de grasbetontegel. Het resultaat van de meting op de grasbetontegel wordt vergeleken met de resultaten van het naastgelegen asfalt. Hieruit volgt de geluidtoeslag van de tegel.

In onderstaande tabel zijn de gemiddelde resultaten gepresenteerd. Hierbij moet opgemerkt worden dat op enkele delen van het traject de CPX-waarde op de grasbetontegels ca. 1,5 dB hoger was dan de gemiddelde waarde voor de tegels.

Gemiddelde CPX-geluidniveaus voor lichte motorvoertuigen bij 50 km/h

wegdek	CPXP-niveau [dB(A)]
conventioneel asfalt (DAB / SMA)	90,4
grasbetontegel	94,0 ^{*)}
toeslag grasbetontegel [dB(A)]	3,6

^{*)} op enkele locaties is de CPX-waarde op de grasbetontegels ca. 1,5 dB hoger dan de gemiddelde waarde

Op basis van de CPX-meetresultaten is een spectrum opgesteld in de vorm van een wegdekcorrectie. Deze kan toegepast worden in het rekenmodel. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de gemiddelde toeslag en de maximale toeslag die tijdens de CPX-meting vastgesteld is.

Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding en onderzoeksvraag	5
1.2	Aanpak	5
2	Meetmethode	6
2.1	Metten van de akoestische eigenschappen van wegdekken	6
2.2	CPX-methode	6
2.3	Temperatuurcorrectie	6
2.4	Kwaliteitsborging	7
3	Resultaten CPX-meting	8
4	Input voor het rekenmodel	10
5	Literatuur	11
bijlage A	CPX-meting	12

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en onderzoeksvraag

In het ontwerp voor het traject van de Gastvrije Waaldijk is een grasbetontegel opgenomen als overgang tussen de rijbaan (asfalt) en de berm. Deze strook van grasbetontegels wordt bereden als verkeer op de dijk elkaar moet passeren, daarom moet deze strook ook opgenomen worden in het akoestische model. Van de gekozen grasbetontegel zijn nog geen akoestische gegevens bekend. Om hier inzicht in te geven, worden de akoestische eigenschappen van de tegels door middel van geluidmetingen vastgelegd. Vervolgens wordt een vertaling gemaakt van de meetresultaten naar een spectrum in de vorm van een wegdekcorrectie, om te gebruiken in het rekenmodel. M+P heeft opdracht gekregen van Waterschap Rivierenland om het onderzoek uit te voeren.

1.2 Aanpak

Om de akoestische eigenschappen van de grasbetontegel te kunnen bepalen, zijn er geluidmetingen uitgevoerd volgens de Close-Proximity (CPX)-methode [1].

Dit type grasbetontegel ligt langs de Lekdijk in Tull en 't Waal. Hier zijn CPX-metingen uitgevoerd, rijdend op het conventionele asfalt en rijdend met het rechter wiel over de grasbetontegel. Het resultaat van de meting op de grasbetontegel wordt vergeleken met de resultaten van het naastgelegen asfalt. Hieruit volgt de geluidtoeslag van de tegel.

We maken vervolgens een vertaling van de meetresultaten naar een spectrum in de vorm van een wegdekcorrectie, om te gebruiken in het rekenmodel.

2 Meetmethode

2.1 Meten van de akoestische eigenschappen van wegdekken

Voor het meettechnisch vaststellen van het rolgeluidniveau of voertuiggeluidniveau op verschillende wegdektypen zijn binnen de Internationale Organisatie voor Standaardisatie (ISO) twee meetmethoden ontwikkeld. Dit betreffen de:

- *Close-Proximity (CPX)*-methode (ISO 11819-2) [1]
- *Statistical Pass-By (SPB)*-methode (ISO 11819-1) [2]

Beide methoden kunnen worden gebruikt voor de bepaling van de akoestische eigenschappen van wegdekken. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de CPX-methode.

2.2 CPX-methode

De CPX-methode bestaat uit een systeem waarbij op korte afstand het geluid van een set van banden gemeten wordt wanneer deze over het wegdek rollen. Deze meting met een 'geluidmeettrailer' geeft inzicht over het verloop van het geluidniveau over de gehele wegvaklengte.



figuur 1 M+P CPX-trailer gedurende een meting

De metingen worden uitgevoerd met twee verschillende standaardbanden. De meetband P1 is representatief voor het geluid van lichte motorvoertuigen. Het resultaat wordt weergegeven als *CPXP*. De tweede band is de meetband H1. Het resultaat wordt weergegeven als *CPXH* en wordt geacht representatief te zijn voor het geluid van zware motorvoertuigen. In bijlage A wordt de CPX-methode uitvoerig beschreven.

2.3 Temperatuurcorrectie

De meetresultaten zijn afhankelijk van de temperatuur. Dit wordt toegeschreven aan het zachter worden van het rubber van de band en van het wegdek bij hogere temperaturen. De metingen

worden uitgevoerd binnen een temperatuurgebied van 5 tot 30 °C en dienen voor een van 20 °C afwijkende luchttemperatuur gecorrigeerd te worden (zie Bijlage A).

2.4 **Kwaliteitsborging**

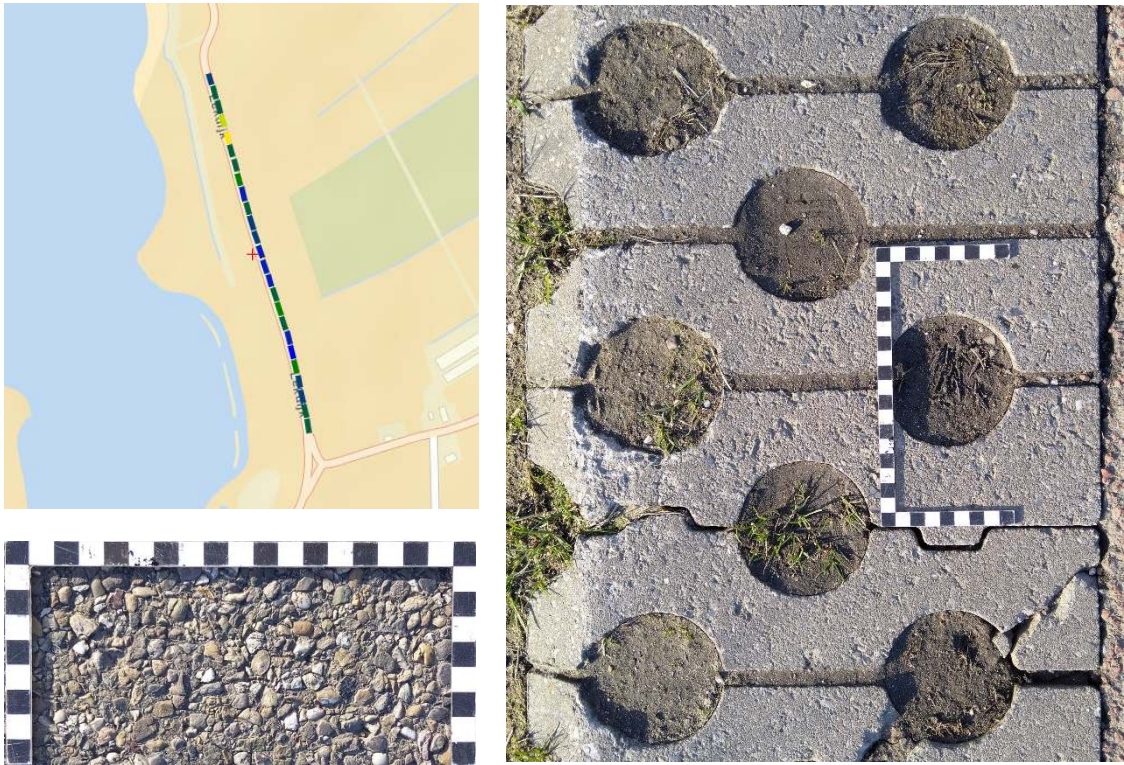
De gebruikte apparatuur voldoet aan type I volgens IEC 61672-1:2002 (microfoons) en aan “class I” volgens IEC 80942 (ijkbronnen). Microfoons worden twee keer per jaar intern gecontroleerd. Periodiek wordt de apparatuur extern gekalibreerd. Eén keer per jaar vindt een trailervergelijk plaats waarbij eventuele verschillen tussen de M+P CPX-trailers worden vastgelegd.

Van de gebruikte CPX-systemen is een kalibratierapport beschikbaar. Tevens heeft het M+P-systeem deelgenomen aan het CPX-ringonderzoek van CROW [4].

Een belangrijk onderdeel van de CPX-methode zijn de meetbanden. Om de akoestische kwaliteit van de meetbanden te waarborgen, worden deze bewaard onder geconditioneerde omstandigheden volgens de daarvoor door het CROW opgestelde richtlijnen [5]. Jaarlijks worden de akoestische eigenschappen van de meetbanden geëvalueerd.

3 Resultaten CPX-meting

De CPX-meting is uitgevoerd op 28 februari 2022 bij een luchttemperatuur van 9 °C. Er is gemeten bij een rijsnelheid van 50 km/h. In figuur 2 zijn de meetlocatie en detailfoto's van het wegdek en het grasbetonblok weergegeven. De meetbladen zijn weergegeven in Bijlage A.



figuur 2 Meetlocatie en detailfoto's van het wegdek (linksonder) en de grasbetontegel (rechts)

Op de meetwaarden is een correctie voor de luchttemperatuur toegepast zoals beschreven in paragraaf 2.3. In tabel I staat een overzicht van de CPX-waarden. Hierbij wordt opgemerkt dat op enkele delen van het traject de CPX-waarde op de grasbetontegels ca. 1,5 dB hoger was dan de gemiddelde waarde voor de tegels.

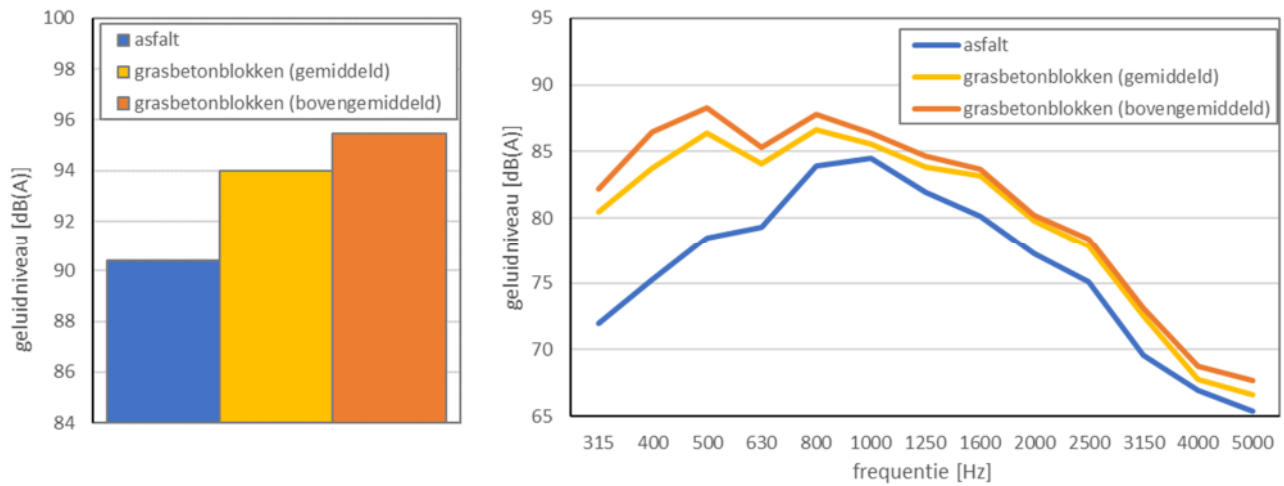
tabel I CPX-waarden op de Lekdijk bij Tull en 't Waal bij 50 km/h

wegdek	rijrichting	CPXP [dB(A)]
conventioneel asfalt (DAB / SMA)	noord	90,4
grasbetontegel	zuid	94,0 ^{*)}

^{*)} op enkele locaties is de CPX-waarde op de grasbetontegels ca. 1,5 dB hoger dan de gemiddelde waarde

Het geluidniveau is op de grasbetontegels gemiddeld 3,6 dB hoger dan op het conventionele asfalt. Op enkele delen van het traject liep dit verschil op tot ca. 5 dB. In figuur 3 zijn de resultaten grafisch

weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het gemiddelde resultaat van de grasbetonblokken en de resultaten van de delen met de bovengemiddeld-hoge geluidniveaus.



figuur 3 CPX-resultaten van het asfalt en de grasbetonblokken op overallniveau (links) en spectraal in frequentiebanden (rechts)

4 Input voor het rekenmodel

Met het rekenmodel voor de Gastvrije Waaldijk wordt getoetst of met het wegontwerp voldaan wordt aan de wettelijke verplichtingen voor wegverkeersgeluid. Op basis van de resultaten van de CPX-meting is een vertaalslag gemaakt naar spectra in de vorm van een wegdekcorrectie, die benodigd zijn voor het akoestische rekenmodel. Voor een akoestisch rekenmodel waarmee wettelijke toetsingen worden gedaan, is namelijk informatie nodig over het gehele frequentiespectrum (dat wil zeggen de verdeling van het geluid over lage en hoge tonen). Die informatie komt niet rechtstreeks uit een CPX-meting.

Voor dit frequentiespectrum van de akoestische correcties voor grasbeton is aangesloten bij de wegdekcorrecties van de categorie 'elementenverharding niet in keperverband'. Onder deze categorie vallen elementenverhardingen in halfsteensverband en bijvoorbeeld ook kinderkopjes. Deze categorie lijkt het meest op grasbeton, omdat het geluid ook daar wordt veroorzaakt door een profiel in de dwarsrichting van de weg. Dat zorgt voor een significante laagfrequente afstraling van het geluid.

Het resultaat is een akoestisch spectrum in octaafbanden, in de vorm van wegdekcorrectie. Deze is weergegeven in tabel II. Daarbij is zowel de gemiddelde gemeten waarde weergegeven, als ook de maximaal gemeten toeslag tijdens de CPX-meting.

De gepresenteerde waarden voor vrachtverkeer zijn indicatief; de toeslag die uit de CPX-meting volgt, geldt in principe voor lichte motorvoertuigen. Als aanname voor het spectrum voor vrachtverkeer is uitgegaan van de vorm van de wegdekcorrectie voor 'elementenverharding niet in keperverband' voor vrachtverkeer. Indien aandeel vrachtverkeer op de Noordelijke Waaldijk laag is, dan zal vrachtverkeer dat over het grasbeton rijdt weinig invloed hebben op de resultaten van het akoestische rekenmodel.

tabel II Correctiespectra voor het gemeten type grasbeton voor gebruik in het rekenmodel

type	voertuig-categorie	σ_m [dB]	correctiewaarde [dB] per octaafband [Hz]								T_m
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Gemeten grasbeton, gemiddeld	lv	3,6	9,8	9,4	7,2	4,6	4,6	0,3	2,2	2,0	2,9
	mv/zv	4,4	10,6	10,2	8,0	5,4	5,4	1,1	3,0	2,8	2,9
Gemeten grasbeton, maximale toeslag	lv	5,1	11,3	10,9	8,7	6,1	6,1	1,8	3,7	3,5	2,9
	mv/zv	5,9	12,1	11,7	9,5	6,9	6,9	2,6	4,5	4,3	2,9

5 Literatuur

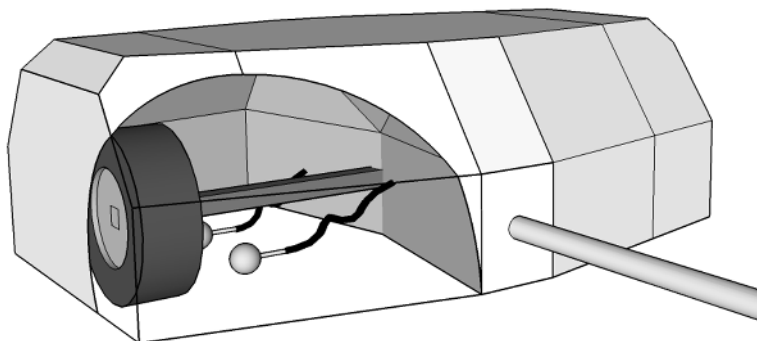
- [1] ISO 11819-2, “Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The Close-Proximity (CPX) method”;
- [2] ISO 11819-1, “Acoustics - Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: The Statistical Pass-By method”;
- [3] ISO/TS 11819-3: 2017 “Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise — Part 3: Reference tyres”;
- [4] “CPX trailer comparison, round robin test analysis”, CROW werkgroep “Protocol voor CPX-metingen”, Rapport D12-02, mei 2012;
- [5] “Aanvullende richtlijnen voor de uitvoering van band-wegdekgeluidmetingen met een CPX (Close-Proximity)-meetaanhanger, CROW werkgroep “Protocol voor CPX-metingen”, Rapport D12-02b 2012.

Bijlage A

CPX-meting

Close-Proximity (CPX)-methode

Met de Close-Proximity (CPX)-methode volgens ISO 11819-2 [1] wordt het geluidniveau dichtbij de band gemeten met twee microfoons over de lengte van een wegvak. De meting vindt plaats voor beide rijsporen. Tegelijkertijd wordt de voertuigsnelheid gemeten. De standaardbanden en de microfoons zijn in een trailer gemonteerd. In figuur 4 staat een schematisch overzicht van de M+P CPX-trailer. De “inner” microfoonposities zijn voorgeschreven volgens ISO 11819-2.



figuur 4 Opstelling ter bepaling van het geluidniveau volgens de CPX-methode

De metingen zijn uitgevoerd met twee verschillende standaardbanden volgens ISO/TS 11819-3 [3].



figuur 5 CPX-band volgens ISO/TS 11819-3: P1

Het gemiddelde A-gewogen geluidniveau wordt bepaald over het hele wegvak. Deze resultaten worden weergegeven als *CPXP*. *CPXP* geeft de resultaten die representatief zijn voor het band/wegdek geluid van lichte motorvoertuigen.

Meetapparatuur

Bij de CPX-meting is gebruik gemaakt van meetapparatuur uit tabel III.

tabel III

Gebruikte meetapparatuur

	fabrikant	type	aantal
microfoon 1/2"	Bruel & Kjør	4189	4
voorversterker	Bruel & Kjør	2671	4
ijkbron	Rion	NC-74	1
DAQ systeem	Müller-BBM VAS	PAK MKII	1
CPX-systeem	M+P	CPX-trailer	1

Correcties

Snelheid

De metingen zijn uitgevoerd bij de nominale snelheid van 50 km/h. De meetresultaten zijn gecorrigeerd voor de werkelijk gereden snelheden met C_v volgens:

(1) $C_v = -b \cdot \log(v / v_{ref})$

- met:
- C_v : snelheidscorrectie [dB(A)]
 - b : de snelheidsexponent [dB(A)]
 - v : de werkelijk gereden snelheid [km/h]
 - v_{ref} : de referentiesnelheid [km/h]

Hardheid meetbanden

Met het ouder worden van banden neemt de hardheid van het rubber toe. Om deze toename zoveel mogelijk te beperken worden meetbanden van M+P geconditioneerd opgeslagen. De hardheid van de meetbanden wordt frequent gemeten en gemonitord. Voor afwijkingen van de referentiehhardheid wordt gecorrigeerd overeenkomstig de ISO/TS 11819-3.

CPX-trailer

De metingen zijn uitgevoerd met een CPX-trailer met gesloten omkasting. De invloed van de omkasting wordt ieder jaar vastgesteld overeenkomstig de ISO 11819-2. Op de meetresultaten is per 1/3 octaafband een correctie toegepast voor de invloed van de omkasting.

Temperatuurcorrectie

De correctie op de meetresultaten voor de temperatuur gebeurt volgens onderstaande formules:

(1) $L_{Aref} = L_{AT} + C_T$

- met:
- L_{Aref} : het A-gewogen geluidniveau bij de referentietemperatuur van 20°C [dB(A)]
 - L_{AT} : het A-gewogen geluidniveau bij temperatuur T [°C]
 - C_T : de correctie voor de temperatuur op de CPX-niveaus voor temperatuur T [dB]

De waarde voor de temperatuurcorrectie wordt als volgt bepaald:

(2) $C_T = -\gamma \cdot (T - T_{ref})$

- met:
- γ : numerieke waarde voor de temperatuurcorrectie [dB/°C]

T : de gemiddelde temperatuur gedurende de meting [°C]

T_{ref} : de referentietemperatuur = 20 °C

De numerieke waarde voor de temperatuurcorrectie is afhankelijk van het type wegdek en de nominale snelheid.

(3) $\gamma = -0,14 + 0,0006 \cdot v$ voor (semi-)dichte deklagen;

(4) $\gamma = -0,10 + 0,0004 \cdot v$ voor betonnen deklagen;

(5) $\gamma = -0,08 + 0,0004 \cdot v$ voor poreuze deklagen (> 18% holle ruimte).

met:

v : nominale rijnsnelheid [km/h]

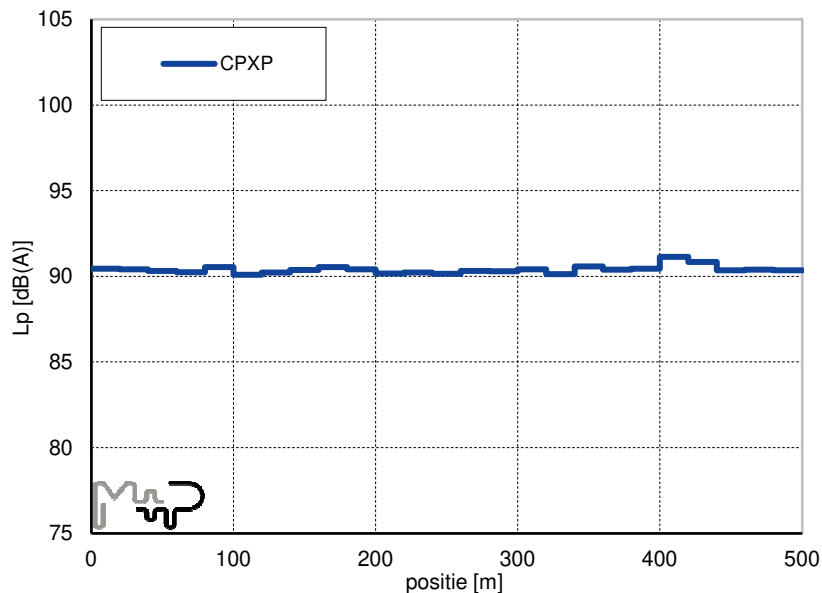
De luchttemperatuur wordt gedurende de meting geregistreerd. De bijbehorende correctie wordt vervolgens direct toegepast in de analyse.

ISO 11819-2:2017

Close Proximity

Locatie	Lekdijk, Tull en 't Waal		
Wegdek	DAB		
Lengte wegvak	500 m	Rijspoor	-
Richting	noord	Microfoonpositie	inner
Datum	28-2-2022	Snelheidscoëfficiënt	30

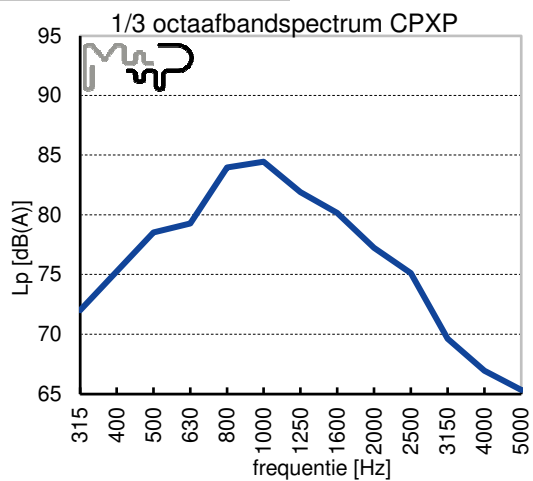
CPX waarden



band P1: ASTM F2493 (SRTT)
band H1: Avon AV4

v [km/h]	50
CPXP [dB(A)]	90.4
standaarddeviatie	0.2
CPXH [dB(A)]	-
standaarddeviatie	-
CPXI [dB(A)]	-
standaarddeviatie	-

Frequentie-analyse



Close Proximity (ISO 11819-2:2017)

Locatie	Lekdijk, Tull en 't Waal		
Wegdek	DAB	Uitgevoerd door	PBo - MBI
Lengte wegvak	500 m	Uitgewerkt door	PBo
Richting	noord	Software	CPXInspector.exe 2.3.2
Datum	28-2-2022		

Apparatuur

Trailer	M+P trailer 02
Type trailer	M+P two-wheeled trailer towed by car
Calibratie trailer	M+P.XAPPA.21.01.1 February 4, 2021
Data acquisitie	PAK Mobil Mk. II



banden		rijspoor				toegepaste hardheidcoëfficiënt	
		links		rechts		links	rechts
		dotcode	hardheid	dotcode	hardheid		
band P1	ASTM F2493 (SRTT)	2918	67	2918	67	0.12	0.12
band H1	Avon AV4						

Gegevens meting

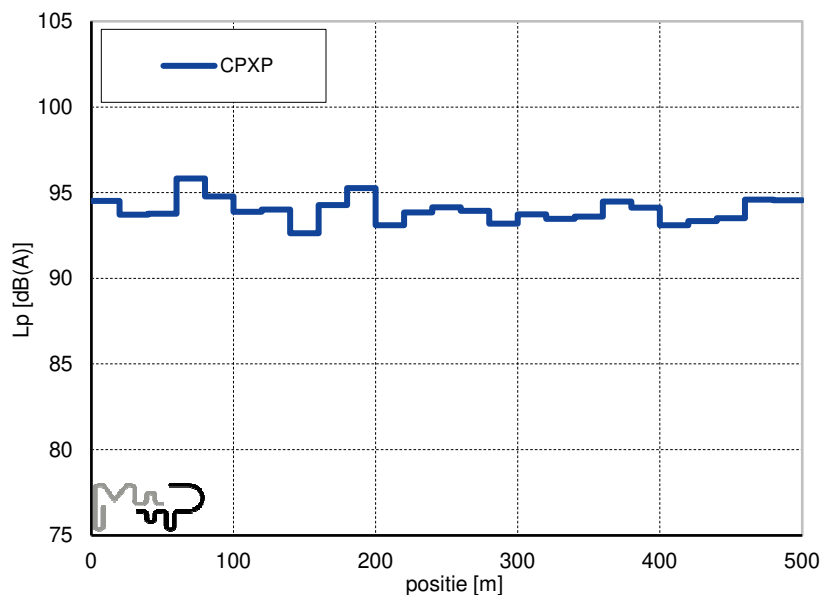
	temperatuur				snelheid		# runs
	T_{lucht}	T_{weg}	T_{band}	toegepaste correctie T_{lucht}	gem	stdev	
band P1	9	13	19	$(-0.14 + 0.0006 \cdot v) \cdot (T-20)$	50.4	0.2	3
band H1	-	-	-	-	-	-	-

ISO 11819-2:2017

Close Proximity

Locatie	Lekdijk, Tull en 't Waal		
	rechterrijspoor bermblokken		
Wegdek	Bermblokken		
Lengte wegvak	500 m	Rijspoor	right
Richting	zuid	Microfoonpositie	inner
Datum	28-2-2022	Snelheidscoëfficiënt	30

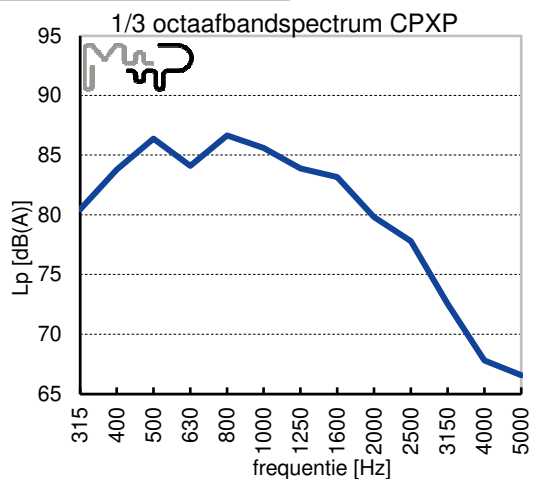
CPX waarden



band P1: ASTM F2493 (SRTT)
band H1: Avon AV4

v [km/h]	50
CPXP [dB(A)]	94.0
standaarddeviatie	0.7
CPXH [dB(A)]	-
standaarddeviatie	-
CPXI [dB(A)]	-
standaarddeviatie	-

Frequentie-analyse



Close Proximity (ISO 11819-2:2017)

Locatie	Lekdijk, Tull en 't Waal		
Wegdek	Bermblokken	Uitgevoerd door	PBo - MBI
Lengte wegvak	500 m	Uitgewerkt door	PBo
Richting	zuid	Software	CPXInspector.exe 2.3.2
Datum	28-2-2022		

Apparatuur

Trailer	M+P trailer 02
Type trailer	M+P two-wheeled trailer towed by car
Calibratie trailer	M+P.XAPPA.21.01.1 February 4, 2021
Data acquisitie	PAK Mobil Mk. II



banden		rijspoor				toegepaste hardheidcoëfficiënt	
		links		rechts		links	rechts
		dotcode	hardheid	dotcode	hardheid		
band P1	ASTM F2493 (SRTT)	2918	67	2918	67	0.12	0.12
band H1	Avon AV4						

Gegevens meting

	temperatuur				snelheid		# runs
	T_{lucht}	T_{weg}	T_{band}	toegepaste correctie T_{lucht}	gem	stdev	
band P1	9	14	19	$(-0.14 + 0.0006 \cdot v) \cdot (T-20)$	50.3	0.2	3
band H1	-	-	-	-	-	-	-