



Handreiking modelleren volgens CNOSSOS-EU

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 030 274 91 11
info@rivm.nl

Auteur
Arnaud Kok

1. Inleiding

In 2022 loopt de volgende ronde voor het maken van geluidkaarten voor Agglomeraties, hoofdwegen en spoorwegen en grote vliegvelden. In deze ronde zal voor het eerst gerekend worden met de rekenmethode CNOSSOS¹. Deze rekenmethode wijkt af van de eerder gebruikte Nederlandse methodes. Hierdoor zullen rekenresultaten geproduceerd in de vorige ronde geluidkaarten niet noodzakelijkerwijs vergelijkbaar zijn met de komende ronde. Naast verschillen in overdrachtsformules is er ook een verschil in benodigde data.

Dit document betreft een omschrijving van de aanvullende databehoeftes voor CNOSSOS en hoe hier mee om kan worden gegaan. Het doel van dit document is om uitvoerders handvaten te geven over hoe om te gaan met de rekenmethode wat betreft modellering en databehoeftes. Eerst wordt iets over de CNOSSOS methode zelf gepresenteerd. Daarna wordt het kwaliteitskader van CNOSSOS uitgelicht. Voor veel onderwerpen is dit kwaliteitskader een richtsnoer voor keuzes die gemaakt kunnen worden ten aanzien van modellering en daarbij horende inspanning voor het vergaren van data en het modelleren zelf.

Vervolgens worden een groot aantal onderwerpen behandeld die een handvat bieden bij modelering. Ieder onderwerp eindigt met een kort advies over dat onderwerp. Al deze adviezen zijn in de bijlage opgenomen. Voor de context is het hoofddocument nodig.

¹ Bijlage II uit EU richtlijn omgevingslawaaier 2002/49/EC

2. CNOSSOS in het kort

De rekenmethode CNOSSOS is voor wegverkeers-, railverkeers- en industrielawaai opgenomen in Bijlage VII van het Reken en meetvoorschrift geluid 2012 en in bijlage XXXIII van de Omgevingsregeling. Net als de rekenmethodes SRMII voor weg- en railverkeer en methode II uit de HMRI is het een empirische rekenmethode. De gehanteerde formules voor schermwerking, bodemdemping en dergelijke zijn wel anders. Hierdoor kan een kaart geproduceerd met CNOSSOS niet direct vergeleken worden met een kaart geproduceerd met SRM2. In het kader van een later op te stellen actieplan kan het nodig zijn om voor 2022 tevens een kaart met SRM2 op te stellen, om het effect van de gewijzigde rekenmethode te kunnen scheiden van de daadwerkelijke ontwikkeling van de blootstelling aan omgevingsgeluid.

Naast de overdracht zijn er ook verschillen ten aanzien van de bepaalde emissiekentallen van voertuigen en de benodigde databehoeft. Uiteindelijk is er ook een verschil in de wijze waarop aantallen blootgestelden geteld moet worden.

Voor luchtvaart is de rekenmethode niet opgenomen in een (bijlage van een) AMvB of regeling, maar wordt rechtstreeks verwezen naar bijlage II van de EU-richtlijn Omgevingslawaa¹. Gekozen is om de luchtvaartonderdelen uit bijlage II niet een-op-een te kopiëren als een verwijzing volstaat. Voordat berekeningen kunnen worden gemaakt, moeten echter per luchthaven een groot aantal onderdelen worden onderzocht.

In dit document wordt ingegaan op aspecten die relevant zijn voor de modellering. De achterliggende formules worden in software verwerkt en is voor het praktische gebruik van de methode niet relevant.

3. Kwaliteitskader CNOSSOS

CNOSSOS kent een zogenaamd kwaliteitscriterium. Die geeft aan wanneer men bepaalde zaken mag verwaarlozen. Aan de hand van dit kwaliteitskader worden handvatten gegeven hoe om te gaan met modelleringskeuzes onder CNOSSOS.

In het voorschrift staat:

“Nauwkeurigheid van invoerwaarden

Alle invoerwaarden die het emissieniveau van een bron beïnvloeden, worden bepaald met ten minste de nauwkeurigheid die overeenkomt met een onzekerheid van $\pm 2\text{dB(A)}$ in het emissieniveau van de bron. Daarbij blijven alle andere parameters ongewijzigd.

Gebruik van standaardwaarden

Bij de toepassing van de in dit hoofdstuk weergegeven methode geven de invoergegevens het werkelijke verbruik weer. Er wordt geen gebruik gemaakt van standaard invoerwaarden of veronderstellingen, tenzij de verzameling van werkelijke gegevens met onevenredig hoge kosten gepaard gaat.”

Dit houdt in dat invoergegevens die het emissieniveau slechts beperkt (minder dan 2dB) beïnvloeden verwaarloosd mogen worden. Ook is er een clausule dat wanneer er een onevenredige inspanning nodig is er van standaard veronderstellingen uit mag worden gegaan. Een voorbeeld van een standaard veronderstelling zou kunnen zijn dat wegen in Nederland geen helling hebben of dat er van ongeregelde kruisingen wordt uitgegaan.

Voor luchtvaart geldt iets vergelijkbaars.

“Bij de toepassing van de methode geven de invoergegevens het werkelijke verbruik weer. Er wordt in het algemeen niet uitgegaan van standaardinvoerwaarden of veronderstellingen. Vliegbanen worden bepaald met gebruikmaking van radargegevens, voor zover deze bestaan en van voldoende kwaliteit zijn. Indien aan de verzameling van werkelijke gegevens onevenredig hoge kosten zijn verbonden mogen standaardinvoerwaarden en veronderstellingen worden gebruikt voor gemodelleerde vliegbanen in plaats van vliegbanen die van radargegevens zijn afgeleid.”

4. Handreiking per onderwerp

4.1 Onderwerpen in deze handreiking

De volgende onderwerpen komen in deze handreiking aan bod

- Bodem
- Kruispuntcorrectie pagina 5
- Hellingcorrectie pagina 10
- Gemotoriseerde tweewielers pagina 13
- Bronnen in agglomeraties pagina 14
- Booggeluid pagina 15
- Retrodiffractie pagina 18
- Bepalen aantal blootgestelden pagina 19
- Bepalen geluidbelast oppervlak en contouren pagina 26
- Adresgegevens pagina 28
- Definitie geluidbelastingklassen pagina 29
- Luchtvaart pagina 30

4.2 Bodem

In het Reken- en meetvoorschrift geluid is sprake van een reflecterende bodem of een absorberende bodem (bodefactor 0 of 1), waarbij bij industrie soms ook voor gebieden met wisselende bodem een factor 0,5 wordt gehanteerd. In CNOSSOS is deze verdeling anders en als volgt:

Beschrijving	Type	(kPa · s/m ²)	Bodemfactor
Zeer zacht (sneeuw of mosachtig)	A	12,5	1
Zachte bosgrond (kort, dicht heideachtig of dik mos)	B	31,5	1
Niet-compacte, losse grond (veen, gras, losse aarde)	C	80	1
Normale niet-compacte grond (bosbodem, weiden)	D	200	1
Compact land en grind (compacte gazons, parkland)	E	500	0,7
Compacte dichte grond (grindweg, parkeer- plaats)	F	2 000	0,3
Harde oppervlakken (veelal normaal asfalt, beton)	G	20 000	0
Zeer harde en dichte oppervlakken (dicht asfalt, beton, water)	H	200 000	0

Te zien is dat er twee bodemtypes E en F zijn met afwijkende bodemfactor. Het onderscheidt tussen compact land en grind of compacte dichte grond is niet goed uit databestanden te halen. Het BGT kent wel het fysiek voorkomen 'half verhard' voor een weg, een ondersteunend wegdeel en een onbegroeid terrein. Voor deze gebieden zou gekozen kunnen worden voor een bodemfactor 0,3. Dezelfde BGT objecten kennen

ook het fysiek voorkomen onverhard. Hiervoor kan een factor 0,7 worden gehanteerd.

Voor de overige bodemgebieden (0 en 1) kan gebruik worden gemaakt van het 3d basisbestand geluid.

Cnossos kent extra bodemfactoren van 0,7 voor compacte land en grind en 0,3 voor compacte dichte grond. Het RMG kent dat onderscheidt niet.

Advies:

Maar gebruik van het bodembestand van het 3d basisbestand geluid (te vinden op PDOK.nl) en pas die aan voor de volgende BGT objecten:

Weg, ondersteunend wegdeel en onbegroeid terrein met als fysiek voorkomen haf verhard: Bodemfactor 0,3

Weg, ondersteunend wegdeel en onbegroeid terrein met als fysiek voorkomen onverhard: Bodemfactor 0,7

4.3 Kruispuntcorrectie

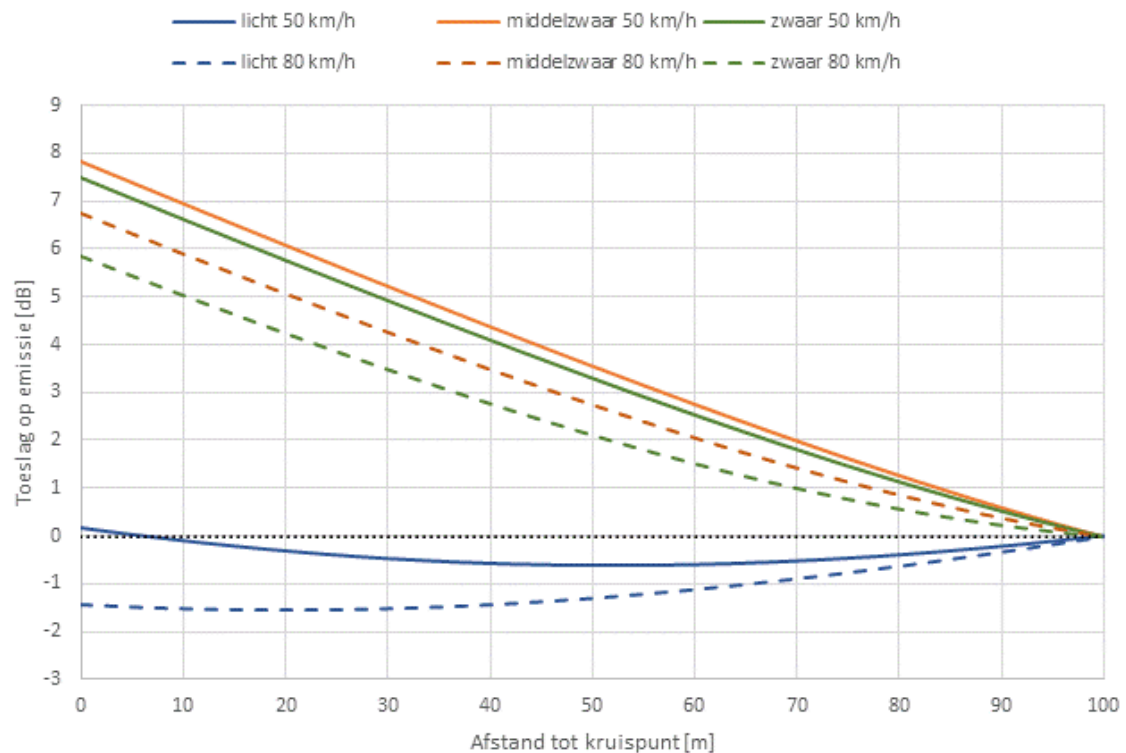
Het verzamelen van gegevens over kruispunten kan complex zijn. Dit kan aanleiding zijn om in sommige situaties kruispuntcorrecties buiten beschouwing te willen laten. Dit stuk kwantificeert het effect en is bedoeld als ondersteuning bij een keuze hoe om te gaan met kruispuntcorrecties.

In het RMG wordt een kruispuntcorrectie toegepast op het immissieniveau van een waarneempunt. Deze correctie is afhankelijk van de afstand van het waarneempunt tot het kruispunt en de orde van het kruispunt. Voor kartering van 2016 en eerder werd de kruispuntcorrectie expliciet uitgesloten (art 7.3 van het toen vigerende Reken en meetvoorschrift geluid).

Bij CNOSSOS wordt er wel een toeslag gehanteerd op het emissieniveau van de lijnbronnen. De toeslag is afhankelijk van de afstand van het lijnsegment (puntbron in de sectorhoek) tot het kruispunt. Deze toeslag loopt tot 100 meter van de snijpunten van lijnbronnen (ofwel het kruispunt).

Bij CNOSSOS wordt bij een kruispunt een negatieve toeslag gehanteerd voor rolgeluid en een positieve voor motorgeluid. Er gelden verschillende toeslagen voor geregelde kruisingen en voor rotondes. Voor ongeregelde kruispunten geldt geen toeslag.

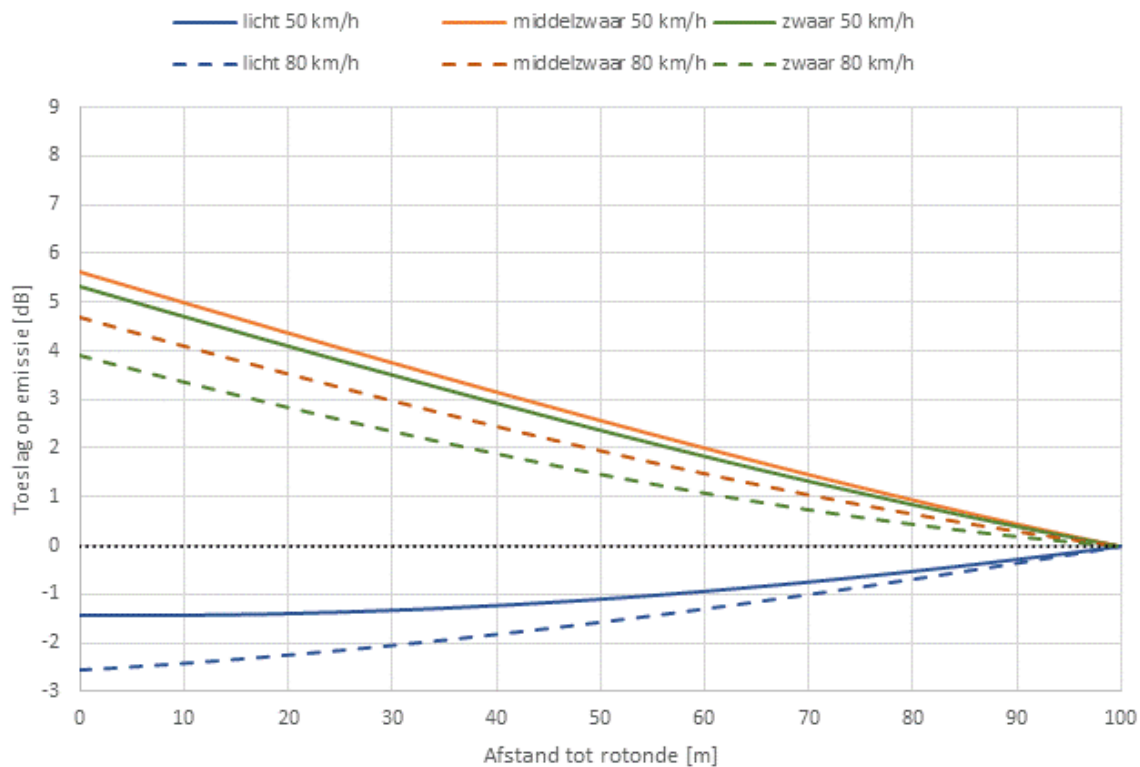
Het netto-effect van een kruispunt is in onderstaande figuren weergegeven voor wegen bij 50 en bij 80 km/u:



Figuur 1: Toeslag op emissie voor de drie voertuig categorieën bij een kruispunt bij een rijksnelheden van 50 en 80 km/u

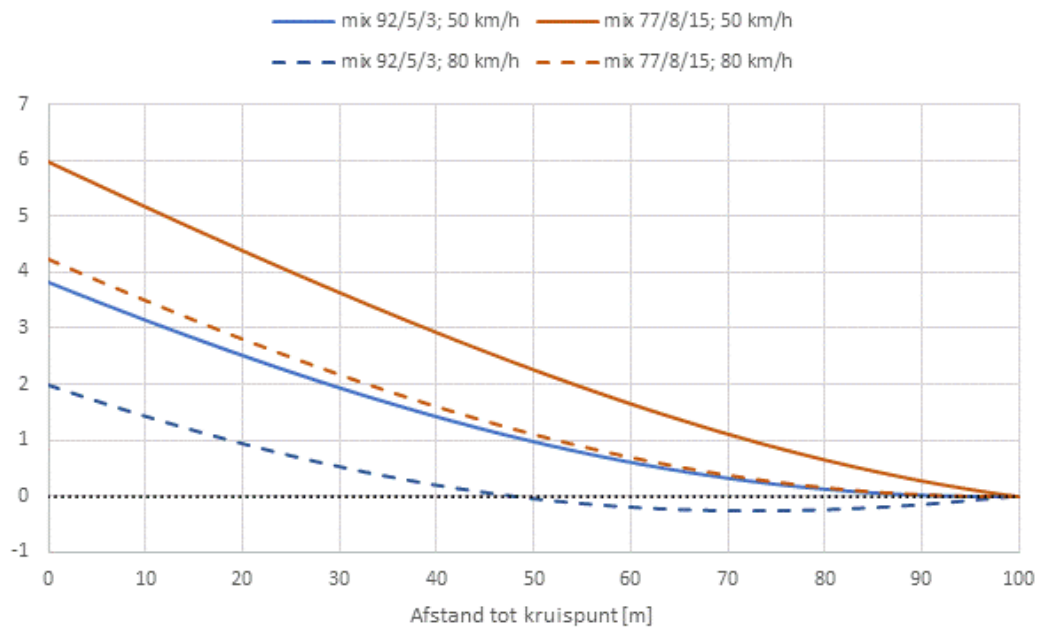
In de figuren is te zien dat alleen voor middelzwaar en zwaar verkeer er een relevante toeslag is.

Bij een rotonde is de toeslag op motorgeluid kleiner. Het effect van een rotonde is weergegeven in onderstaande figuur:

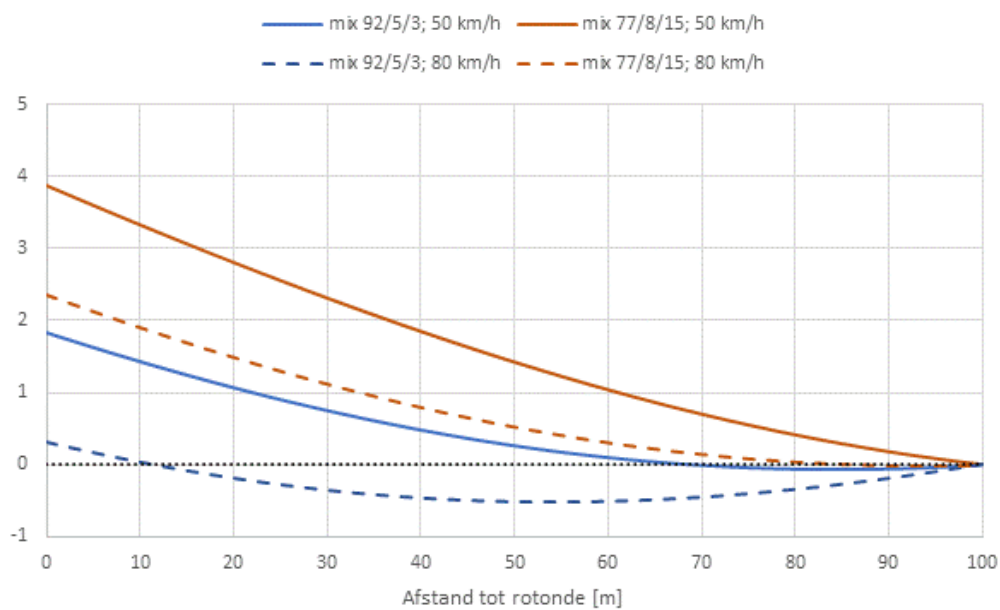


Figuur 2: Toeslag op emissie voor de drie voertuig categorieën bij een rotonde bij 50 en 80 km/u

In onderstaande figuren is hetzelfde weergegeven voor twee voertuigverdelingen (92% lichte motorvoertuigen, 5% middelzwaar en 3% zwaar en 77% licht, 8% middelzwaar en 15% zwaar)



Figuur 3: Toeslag op emissie voor de twee voertuigverdelingen bij een kruispunt bij 50 en 80 km/u



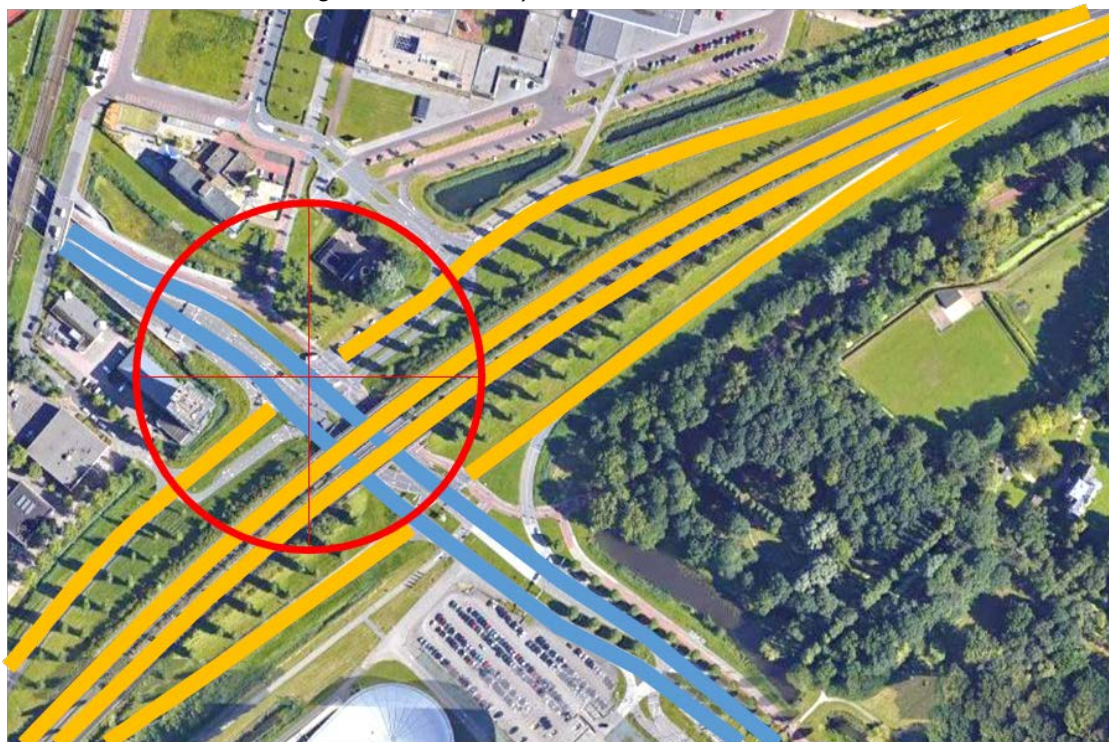
Figuur 4: Toeslag op emissie voor de twee voertuigverdelingen bij een rotonde bij 50 en 80 km/u

Op dit moment is het niet duidelijk op welke wijze kruispuntcorrectie in software geïmplementeerd kan worden. Een ontwikkelaar heeft

aangegeven dit op vergelijkbare wijze te doen als het RMG en dat kruispunten en rotondes als polygonen moeten worden gemodelleerd.

Geautomatiseerde toepassing van de correcties op basis van (de afstand tot) de kruising van rijlijnen lijkt op het eerste gezicht eenduidig te implementeren in rekensoftware, maar daarbij treden de volgende complicaties op:

1. Binnen een afstand van 100m kunnen ook rijlijnen liggen die geen invloed ondervinden van het kruispunt of de rotonde. Dit is bijvoorbeeld het geval bij toe- en afritten, waarbij de hoofdrijbaan ongelijkvloers kruist met het onderliggend wegennet (zie onderstaande afbeelding als voorbeeld)



2. Bij de kartering van de rijkswegen maakt het onderliggend wegennet geen onderdeel uit van het model. Er is daardoor in het model geen sprake van een kruising van rijlijnen.
3. Rijlijnen die bedoeld zijn om exact op elkaar aan te sluiten, kunnen elkaar gaan kruisen bij heel kleine geometrische afwijkingen. Daarmee kan onbedoeld een kruispuntcorrectie in rekening gebracht worden.

Modellering zal derhalve handmatig plaats moeten vinden.

Binnen het standaard kwaliteitskader van CNOSSOS mogen de meeste kruispunten en rotondes bij wegen met een rijksnelheid van 80 verwaarloosd worden. Het maximale effect op emissie is minder dan 2dB. Bij wegen met een rijksnelheid van 50 km/u geldt hetzelfde voor de meeste rotondes.

Voor wegen met veel zwaar verkeer of kruisingen bij wegen met een rijsnelheid van 50 km/u mogen deze ook verwaarloosd worden als het verzamelen of modelleren van kruisingen tot onevenredige inspanning leidt. Hierbij kan men er rekening mee houden dat het effect op immissie kleiner zal zijn vergeleken met het maximale effect op de emissiepunten in de figuren.

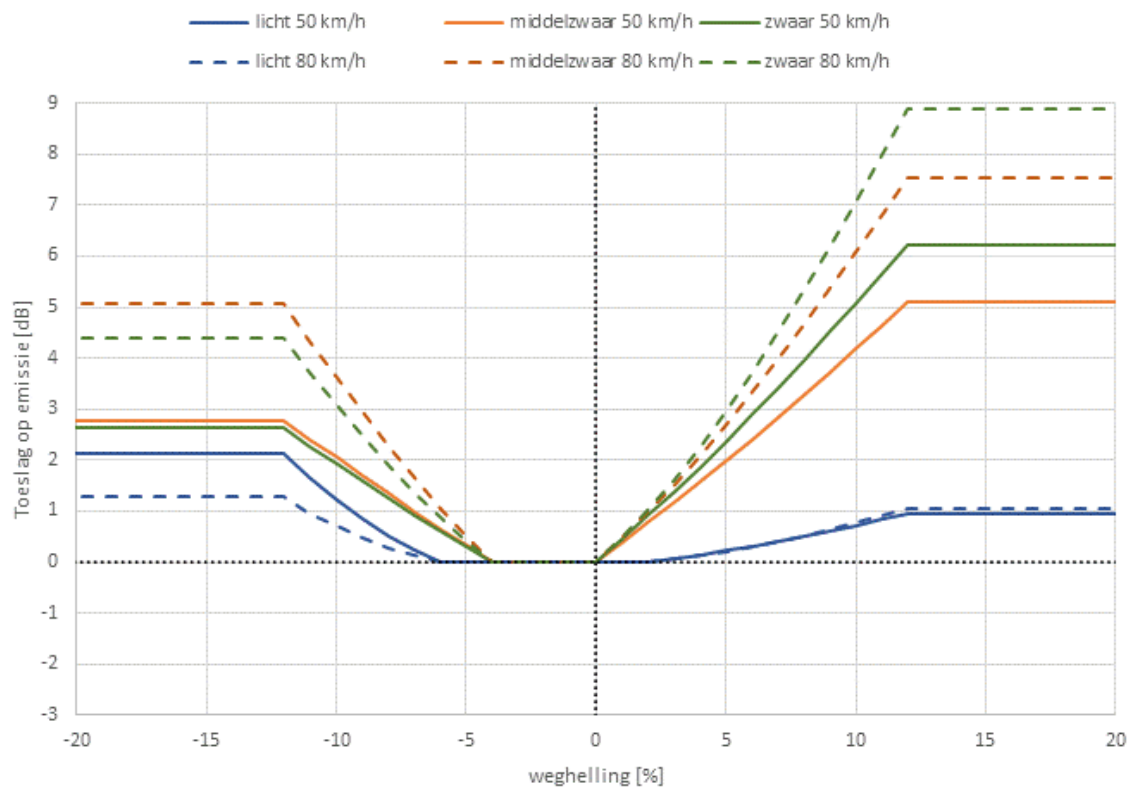
Advies:

Toepassing van de kruispuntcorrectie is optioneel. Voor wegnetwerken waar de maximumsnelheid veelal 80 km/uur of hoger is kan de kruispuntcorrectie geheel buiten beschouwing gelaten worden. Met name in stedelijke situaties kunnen kruispunten en rotondes tot een relevante verhoging van de geluidbelasting leiden. Het is aan het bevoegd gezag om daar een inschatting van te maken op basis van de informatie in deze handreiking.

4.4 Hellingcorrectie

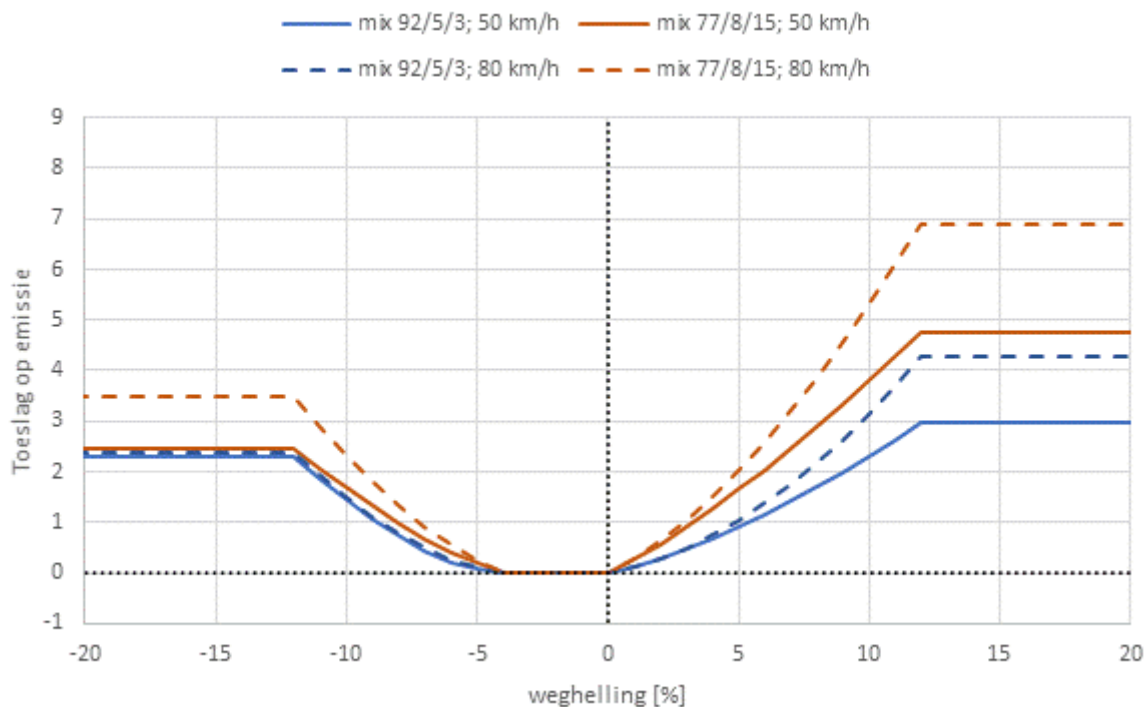
Voor de hellingcorrectie geldt dat deze niet zonder meer uit geometrie van een rekenmodel gehaald kan worden. Dit betekent dat er bepaalde keuzes gemaakt moeten worden hoe om te gaan met de hellingcorrectie. Dit stuk geeft een aantal opties waarbij ook gekeken wordt in hoeverre hellingcorrectie verwaarloosd mag worden.

De hellingcorrectie is een correctie op het aandrijfgeluid voor het rijden op wegen met een weghelling. In de karteringsrondes tot nu toe werd hellingcorrectie uitgesloten van de berekening, maar in CNOSSOS wordt dit wel meegenomen. Bij CNOSSOS geldt voor zowel stijgende wegen (vanaf 0%) en dalende wegen (vanaf 4%) een toeslag.



Figuur 5: Toeslag op emissie als functie van weghelling (negatief is dalende weg) bij 50 en 80 km/u.

Voor gemengd verkeer ziet dit er als volgt uit:



Figuur 6: Toeslag op emissie als functie van weghelling (negatief is dalende weg) bij 50 en 80 km/u voor twee verkeersverdelingen.

Uit de figuur valt op te maken dat de hellingcorrectie voor wegen met zeer veel zwaar verkeer boven 2dB uitkomt wanneer de helling groter is dan 5%. Er zijn in Nederland weinig wegen met een hellingspercentage hoger dan dit getal.

Bij het modelleren van een hellingcorrectie dient er rekening mee gehouden te worden dat de toeslag anders is voor stijgend en dalend verkeer. Afhankelijk van de software implementatie zouden de volgende twee wijze van modellering/implementatie gebruikt kunnen worden:

- 1) Wegdelen "vlaggen" waarop hellingcorrectie wel/niet van toepassing is door middel van codering, en de weghelling vervolgens ontleen aan de 3D geometrie van de rijlijn. Bijvoorbeeld:
 - a) 0 = geen hellingcorrectie toepassen.
 - b) 1 = wel hellingcorrectie, rijlijn voor beide rijrichtingen (verkeer: 50% stijgend en 50% dalend).
 - c) 2 = wel hellingcorrectie, digitaliseerrichting rijlijn is gelijk aan rijrichting.
 - d) 3 = wel hellingcorrectie, digitaliseerrichting rijlijn is niet gelijk aan rijrichting.
- 2) De gemiddelde weghelling van een rijlijn buiten de geluidberekeningssoftware bepalen en als eigenschap aan de rijlijn toekennen.

Bij het geautomatiseerd toekennen van de weghelling aan rijlijn (segmenten) is de rijrichting relevant. In het algemeen is er geen vaste relatie tussen de rijrichting van het verkeer en de richting waarin de rijlijn is gedigitaliseerd. Als praktische oplossing kan ervoor gekozen worden om in de rekensoftware de verkeersstroom van een rijlijn waarvan de te splitsen er van uit te gaan voor 50% stijgend en 50% dalend. Voor wegen met gescheiden rijbanen (veelal, maar niet uitsluitend rijkswegen) wordt met die werkwijze een fout geïntroduceerd.

Binnen het kwaliteitskader van CNOSSOS mag voor de Nederlandse situatie de hellingcorrectie verwaarloosd worden. De keuze is aan de bevoegde gezagen hoe hier mee om te gaan.

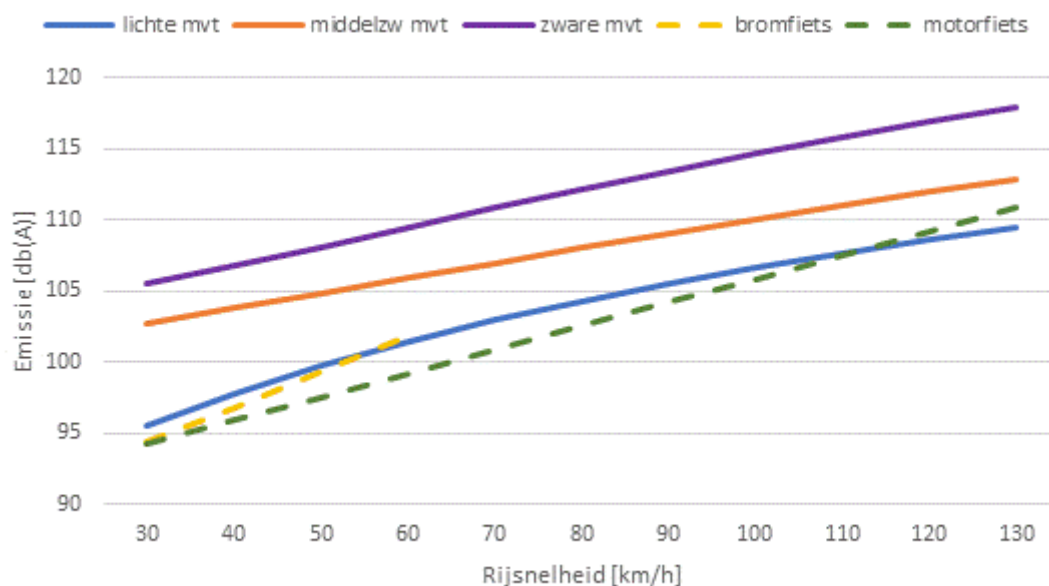
Advies:

Gebruik hellingcorrectie alleen als dit een voldoende significante bijdrage heeft op de blootstelling bij geluidgevoelige bestemmingen.

4.5 Gemotoriseerde tweewielers

Vaak is het aandeel gemotoriseerde tweewielers op een weg niet bekend. Dit stuk geeft aan in hoeverre dit als aparte categorie in de berekening mee moet worden genomen.

CNOSSOS kent twee categorieën voor gemotoriseerde tweewielers. Dat zijn bromfietsen en motorfietsen. In het Nederlandse rekenvoorschrift worden deze vaak verwaarloosd omdat de geluidbijdrage op de L_{den} nihil is en er onvoldoende goede data beschikbaar is. Om te beoordelen of dit voor CNOSSOS ook kan is gekeken naar de emissies van gemotoriseerde tweewielers en andere voertuigen. Dit is weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7: Emissies van verschillende voertuigcategorieën in CNOSSOS..

In de figuur is te zien dat de gemiddelde emissies van gemotoriseerde tweewielers in de CNOSSOS rekenmethode over het algemeen lager is dan die van lichte motorvoertuigen. Hoewel er individuele motoren zijn die meer geluid maken leidt het meenemen van gemotoriseerde tweewielers niet tot een wezenlijk ander resultaat. Het is daarmee gerechtvaardigd om deze categorie voertuigen te verwaarlozen of in te delen bij lichte motorvoertuigen.

Binnen het kwaliteitskader is het toegestaan om gemotoriseerde tweewielers te verwaarlozen of in te delen bij lichte motorvoertuigen.

Advies:

Beschouw gemotoriseerde tweewielers niet apart, maar als onderdeel van lichte motorvoertuigen.

4.6 Bronnen in Agglomeraties

Tot nu toe werd er verschillend omgegaan met welke wegen er in een gemeente of agglomeraties werden meegenomen. Met dit stuk wordt toelichting gegeven op de eisen uit Europa en wordt een eenduidige werkwijze voorgesteld.

De Europese richtlijn stelt een grens voor een minimale verkeersintensiteit voor hoofdwegen, hoofdspoorwegen en grote vliegvelden. Bij agglomeraties wordt echte gesproken over geluid van wegen, spoorwegen en luchtvaart. Er is geen ondergrens gesteld voor de intensiteit van deze bronnen. Ook is er geen ondergrens voor de rijsnelheid. In sommige kaarten zijn eerder te weinig wegen meegenomen. Om die reden is deze bepaling opgenomen in CNOSSOS:

“Voor het wegen spoorwegverkeer in agglomeraties wordt het A-gewogen gemiddelde geluidsniveau op lange termijn bepaald op basis van de bijdragen daaraan van de daarin gelegen weg- en spoorwegsegmenten, met inbegrip van de grote wegen en de grote spoorwegen.”

De Europese richtlijn stelt dus dat alle wegen, spoorwegen en luchtvaart meegenomen moet worden bij het berekenen van geluid van agglomeraties. Dit zouden dan ook woonerven en dergelijke kunnen zijn. Hiervoor zijn veelal geen gegevens beschikbaar. Omdat geluidsniveaus vanaf 55 dB gerapporteerd worden kan gesteld worden dat alle bronnen die niet tot een dergelijk geluidsniveau leiden verwaarloosd mogen worden.

Bij een weg met asfalt, een rijsnelheid van 50 km/u en een etmaalintensiteit van 1000 lichte motorvoertuigen per etmaal ligt de 55dB L_{den} contour op ca 15 meter uit de rijlijn². Een ondergrens van 1000 mvt/etmaal is derhalve reëel. Bij dichte stedelijke netwerken met bebouwing dicht op de weg kan een lagere ondergrens noodzakelijk zijn.

² Berekend met SRMII uit bijlage III van het Nederlandse RMG. Cnossos zal vergelijkbare resultaten geven op deze afstanden.

Voor luchtvaart geldt dat aannemelijk moet zijn dat de geluidbelasting buiten het luchthavengebied hoger moet zijn dan 55dB. (zie ook specifiek onderdeel luchtvaart)

Een aandachtspunt is er voor bronnen die invloed hebben op het geluid in een agglomeratie maar zelf niet in een agglomeratie liggen. Het is belangrijk om rekening te houden met bronnen en het gebied rond een agglomeratie om de niveaus binnen de agglomeratie goed te kunnen berekenen. Ditzelfde geldt voor kaarten van individuele gemeentes. Afhankelijk van de emissie van de bron is het aan te bevelen een gebied van 200-800 meter rond de agglomeratie mee te nemen in het rekenmodel. Voor grote wegen en spoorwegen (zoals gedefinieerd in de richtlijn omgevingslawaaï) kan het nodig zijn om de bronnen en afscherpende voorzieningen langs die bronnen tot op grotere afstand van een agglomeratie mee te nemen.

In principe moeten allen wegen (binnen en buiten de gemeente/agglomeratie) die kunnen bijdragen aan een 55 dB contour in de agglomeratie meegenomen worden.

Advies:

Het advies is om minimaal de wegen mee te nemen met een verkeersintensiteit van meer dan 1000 mvt/etmaal en voldoende rekening te houden met wegen buiten de gemeente en agglomeratie. Dit gebied zal afhankelijk van de emissie van de bronnen 200 tot 800 meter bedragen.

4.7 Booggeluid

Booggeluid is iets wat niet in het Reken- en meetvoorschrift is opgenomen, maar wel in CNOSSOS. In dit stuk wordt aangegeven hoe om te gaan met het booggeluid en het modelleren van booggeluid.

Booggeluid is het geluid dat veroorzaakt wordt als treinen en trams door krappe bochten of wisselbogen rijden, bovenop het reguliere rolgeluid. Voor booggeluid wordt een toeslag op de emissie gehanteerd. In het rekenvoorschrift staat:

Booggeluid is een bijzondere bron die alleen relevant is voor bogen en is daarom een lokaal effect. Booggeluid hangt in het algemeen af van boogkromming, wrijvingscondities, treinsnelheid, rail-wielgeometrie en -dynamiek. Omdat het aanzienlijk kan zijn, is een passende beschrijving vereist. Op locaties waar booggeluid optreedt, meestal in bogen en wisselbogen (in afbuigende richting bereden), moeten geschikte spectra voor overmatig geluidsvermogen worden toegevoegd aan het bronvermogen. De geluidtoeslag kan specifiek zijn voor elk type rollend materieel, aangezien bepaalde wiel- en draaisteltypen aanzienlijk minder gevoelig zijn voor booggeluid dan andere. Als er metingen van de geluidtoeslag beschikbaar zijn die voldoende rekening houden met het stochastische karakter van het booggeluid, kunnen deze worden gebruikt.

Als er geen geschikte metingen beschikbaar zijn, kan een eenvoudige benadering worden gevolgd. Bij deze benadering wordt het booggeluid in aanmerking genomen door de volgende toeslagen aan de geluidsvermogensspectra van rolgeluid voor alle frequenties toe te voegen.

<i>Trein</i>	<i>5 dB voor bogen met $300\text{ m} < R \leq 500\text{ m}$ en $l_{\text{track}} \geq 50\text{ m}$ 8 dB voor bogen met $R \leq 300\text{ m}$ en $l_{\text{track}} \geq 50\text{ m}$ 8 dB voor wisselbogen met $R \leq 300\text{ m}$ 0 dB anders</i>
<i>Tram</i>	<i>5 dB voor bogen en wisselbogen met $R \leq 200^3\text{ m}$ 0 dB anders</i>

waarbij l_{track} de lengte van het spoor langs de boog is en R de straal van de boog.

De toepasbaarheid van deze geluidsvermogensspectra of overvloedige waarden wordt normaal gesproken ter plaatse gecontroleerd, met name voor trams en voor locaties waar bogen of wisselbogen worden behandeld met maatregelen tegen booggeluid.

In het algemeen zullen geen geluidmetingen beschikbaar zijn en zal gebruik moeten worden gemaakt van de generieke toeslagen van 5 of 8 dB. Dit heeft een significante invloed op geluidniveaus in de omgeving en kan niet zomaar verwaarloosd worden. Indien aannemelijk is dat maatregelen tegen booggeluid effectief zijn kan voor die boog het booggeluid buiten beschouwing gelaten worden. In een eerder onderzoek is gekeken naar de aanwezigheid van bogen met een beperkte boogstraal en wisselbogen. De locaties zijn te zien in Figuur 8.

³ In Bijlage VII van het RMG staat nog abusievelijk 300 meter bij trambogen.



Figuur 8: Locaties met bogen en wisselbogen. [bron: dBvision rapport CNOSSOS railverkeer - Bronkentallen en adviezen voor implementatie van rekenmethode CNOSSOS voor railverkeer in Nederland, dec 2017]

Booggeluid zal gemodelleerd worden als eigenschap van de baan. Dit betekent dat de gebruiker zelf de bogen moet identificeren en aangeven welk type boog het is.

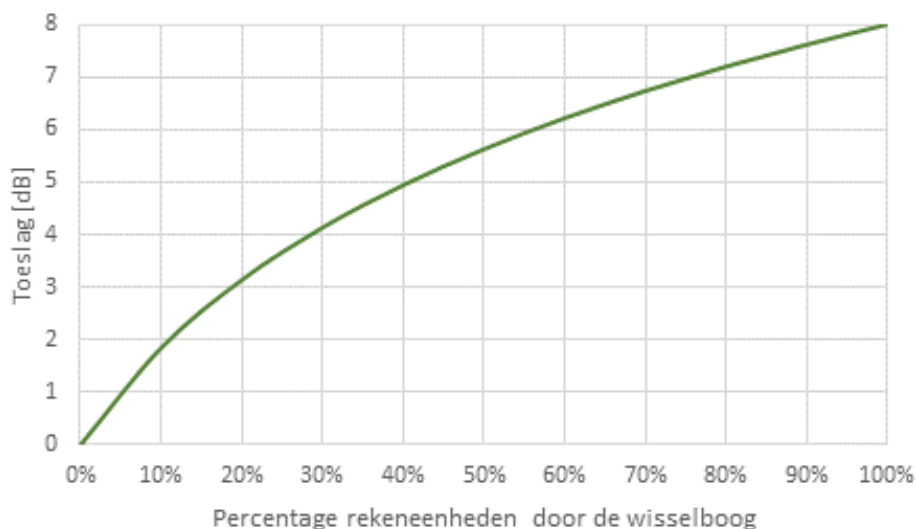
Voor wisselbogen geldt dat de toeslag alleen geldt voor het gedeelte van het treinverkeer dat door een wisselboog rijdt. Voor het rechtdoorgaande spoorverkeer over een wissel geldt geen toeslag. Indien dit niet bekend is of zeer complex te achterhalen is kunnen dergelijke wisselbogen met een beroep op het kwaliteitscriterium verwaarloosd worden. Men moet er rekening mee houden dat bij wisselstraten dit wel tot een onderschatting van geluidniveaus in de omgeving zal leiden. Het is ook mogelijk om, indien bekend, gebruik te maken van een vuistregel aan de hand van het percentage treinen dat over de wisselboog heen rijdt.

Een voorbeeld is onder weergegeven:



Figuur 9: Voorbeeld van een wisselboog.

Wanneer er geen intensiteit op de wisselboog (rode lijn) bekend is kunnen de gedeeltes A en B een toeslag krijgen op basis van het percentage treinen dat door de wisselboog rijdt.



Figuur 10: Toeslag als functie van percentage treinen dat door de wisselboog rijdt

Bogen zijn niet verwaarloosbaar binnen het kwaliteitscriterium. Deze zullen geïnventariseerd moeten worden en booggeluid zal eraan toegekend moeten worden. Voor wisselbogen geldt dat als er meer dan 10% van de treinen er overheen rijdt er een toeslag is van meer dan 2dB. De meeste wisselbogen zullen binnen het kwaliteitscriterium verwaarloosd mogen worden.

Advies:

Neem booggeluid altijd mee voor normale bogen op basis de geometrie van het spoor en verwaarloos deze voor wisselbogen tenzij bekend is dat meer dan 10% van de treinen gebruik maakt van de wisselboog.

4.8 Retrodiffractie

Retrodiffractie is iets wat niet in het Reken- en meetvoorschrift is opgenomen, maar wel in CNOSSOS. In dit stuk wordt aangegeven wat dit is en hoe dit te interpreteren bij modellering.

Retrodiffractie wordt gebruikt bij spoorverkeer om het effect van (meerdere) weerskaatsingen van geluid tussen een reflecterend scherm en de trein vast te stellen. In het reken en meetschrift geluid wordt gebruik gemaakt van een alternatieve schermhoogte. Bij CNOSSOS wordt dit effect berekend en vervolgens (per punt-bron combinatie) verwerkt in een toeslag op de emissie.

Het is van belang om te constateren dat dit effect alleen bedoeld is voor reflecterende afschermende objecten vlak langs het spoor. Wanneer de afstand te groot wordt dan is er geen sprake meer van meerdere weerkaatsingen die een significant effect kan hebben.

Retrodiffractie zal softwarematig berekend worden. Dit is alleen relevant voor reflecterende schermen langs het spoor en wanden van tunnelbakken.

Advies:

Heb aandacht bij modelleren of retrodiffractie goed wordt meegenomen.

4.9 Bepalen aantal blootgestelden

Algemeen

De bepaling van het aantal blootgestelden is fundamenteel anders vergeleken met eerdere rondes. In hoofdstuk 2.6 van bijlage VII van het rekenvoorschrift zijn de bepalingsmethodes opgenomen.

In eerdere rondes werd het aantal geluidgevoelige bestemmingen in een bepaalde geluidklasse bepaald door een confrontatie van adrespunten met contouren of werd de hoogst berekende geluidbelasting op de gevel van een gebouw gebruikt. Nu is men (voor wegverkeer, railverkeer en industrie) verplicht om gebruik te maken van gevelbelastingen. Afhankelijk van het type gebouw wordt of de hoogst berekende waarde per gebouw gebruikt of worden bewoners verdeeld over waarneempunten rond een gebouw. Er zijn dan ook een aantal regels voor het plaatsen van waarneempunten rond een gebouw en het vervolgens toedelen van geluidbelastingen aan inwoners.

Dit stuk geeft handvatten over hoe het aantal blootgestelden op een uniforme manier vastgesteld kan worden.

Waarneempunten op gebouwen

Waarneempunten dienen te allen tijde op 4 meter boven het maaiveld gemodelleerd te worden waarbij het invallend geluidniveau wordt berekend. Bij gebouwen lager dan 4 meter kan waarneempunt boven het gebouw uitsteken.

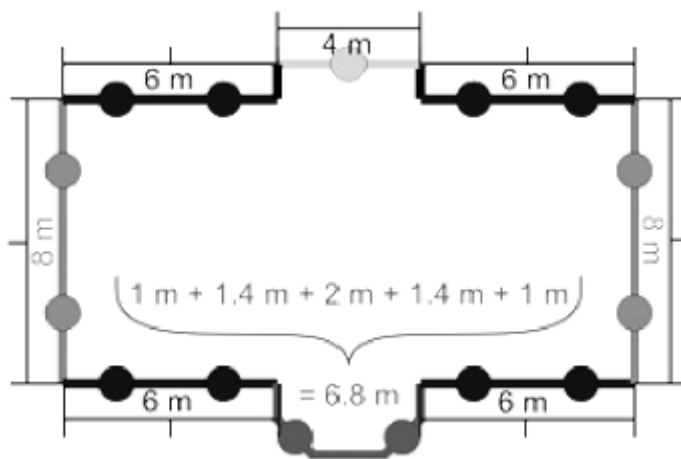
Voor het plaatsen van waarneempunten rond gebouwen zijn twee mogelijkheden:

- 1) Gevels worden in regelmatige intervallen verdeeld en in het midden van ieder interval komt een waarneempunt.
- 2) Om het gebouw wordt om de vijf meter een waarneempunt geplaatst

Voor 1 wordt het volgende gedaan:

- a) Segmenten van meer dan 5 m lengte worden verdeeld in regelmatige intervallen met de langst mogelijke lengte, maar minder dan of gelijk aan 5 m. Waarneempunten worden in het midden van elk regelmatig interval geplaatst.

- b) Overige segmenten van meer dan 2,5 m lengte worden door één waarneempunt in het midden van elk segment weergegeven.
- c) Overige aangrenzende segmenten met een totale lengte van meer dan 5 m worden als polylijn-objecten behandeld op een wijze die vergelijkbaar is met die welke onder a) en b) wordt beschreven.



Figuur 11: Voorbeeld positionering waarneempunten op de gevel bij procedure 1.

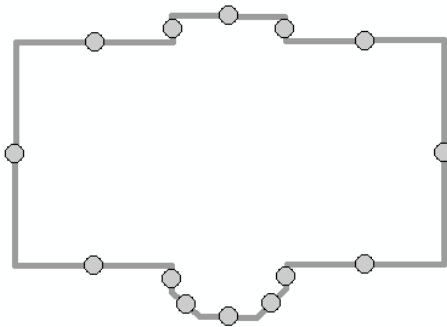
In Figuur 9 is te zien dat gevel segmenten worden gemaakt voor gevels langer dan 5 meter (de gevels van 6 en 8 meter in het voorbeeld). Bij 5 tot 10 meter zijn dat twee segmenten, bij 10-15 meter zijn dat er drie etc. Een kort segment korter dan 5, maar langer dan 2.5 meter krijgt in het midden een waarneempunt (segment van 4 meter in het voorbeeld). De hele korte aansluitende segmenten van minder dan 2.5 meter, maar samen meer dan 5 meter worden als 1 gevel gezien en opgedeeld (gedeelte van 6.8 meter in het voorbeeld)

Voor 2 wordt het volgende gedaan.

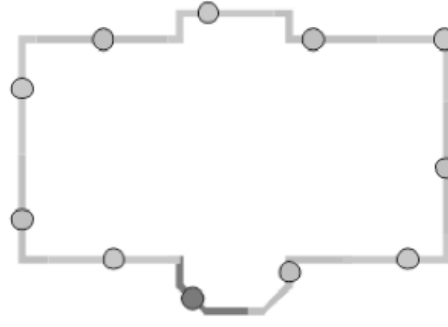
1. Gevels worden afzonderlijk beschouwd of vanaf de startpositie om de 5 m verdeeld, waarbij een waarneempositie halverwege de gevel of het 5m-segment wordt geplaatst.
2. Het waarneempunt van het resterende deel bevindt zich in het middelpunt daarvan.

Er zijn binnen situatie 2 dus twee mogelijkheden:

- I. De gevels worden afzonderlijk beschouwd. Ieder gevel deel krijgt (onafhankelijk van lengte) een waarneempunt in het midden.
- II. De gevels worden beschouwd als polylijn met om de vijf meter een waarneempunt. De startpositie is niet gedefinieerd en is dus willekeurig.



Figuur 12: Voorbeeld positionering waarneempunten op de gevel bij procedure 2.I



Figuur 13: Voorbeeld positionering waarneempunten op de gevel bij procedure 2.II

In bovenstaande figuur zijn de toegestane opties weergegeven.

Er zijn verschillende positioneringsopties van waarneempunten mogelijk die tot verschillende resultaten zullen leiden bij de telling van het aantal blootgesteld. Het uniformeren hiervan leidt er toe dat kaarten en getallen met elkaar vergeleken kunnen worden.

Advies:

Het advies is gebruik te maken van methode 1. In tegenstelling tot methode 2.II is die niet afhankelijk van een willekeurig gekozen startpunt (digitalisering van de gebouwen). En is tegenstelling tot methode 2.I krijgen grote gebouwen voldoende waarneempunten. Dit is relevant voor het toekennen van inwoners aan geluidbelastingen (zie hierna)

Toedelen inwoners aan berekende geluidbelastingen

De richtlijn omgevingslawaai heeft als uitgangspunt dat de geluidbelasting van de hoogst belaste gevel wordt gehanteerd. Bij bijvoorbeeld flats met meerder woningen is niet altijd duidelijk waar die gevel is. Om hier mee om te gaan zijn aanvullende voorschriften in de rekenmethode opgenomen voor het toedelen van inwoners aan berekende geluidbelastingen. Daarbij wordt onderscheidt gemaakt tussen drie situaties.

1. Het gebouw omvat een enkele woning of er is sprake van gestapelde woningen
2. Het gebouw omvat meerdere woningen met daarin onderscheidt:
 - a. Enkelzijdig georiënteerde woningen
 - b. Meerzijdig georiënteerde woningen

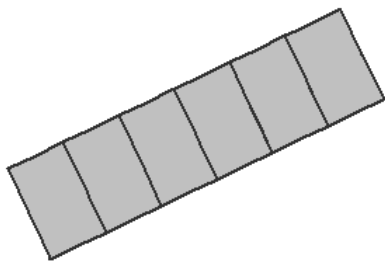
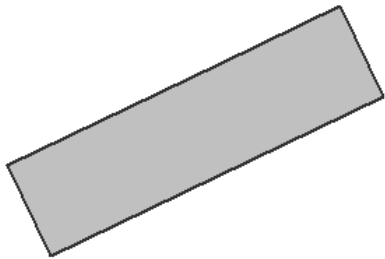
Type 1	Type 2a	Type 2b
 [bron: Google streetview]	 [bron: Google streetview]	 [bron: Google streetview]
<i>Figuur 14:</i> Gebouw met boven en beneden woningen.	<i>Figuur 15:</i> Appartementen gebouw met eenzijdig georiënteerde woningen (evt hoekwoning)	<i>Figuur 16:</i> Galerijappartementen. Iedere woning heeft zowel aan de voor als achterzijde een gevel.

Voor **situatie 1** geldt dat alle adressen worden toegekend aan de hoogst berekende geluidniveau op de gevels. Dit onder de voorwaarde dat er hier sprake is van 1 enkel BAG object met één woonadres of maximaal 1 adres per verdieping.

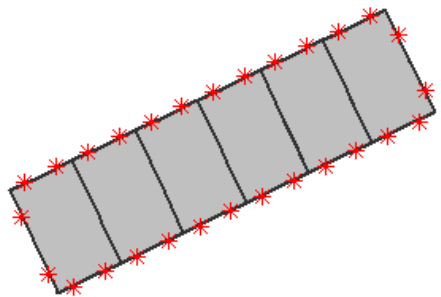
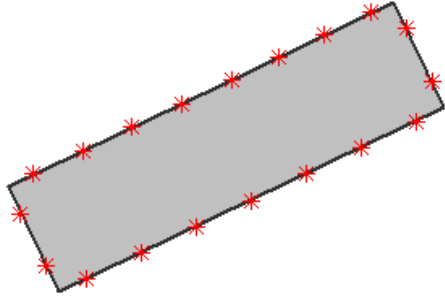
Voor **situatie 2a** geldt dat de adressen evenredig worden verdeeld over alle waarneempunten op alle gevels.

Voor **situatie 2b** geldt iets vergelijkbaars als onder 2a, maar worden de waarneempunten eerst verdeeld tot de helft met laagst berekende geluidniveaus en de helft met de hoogst berekende geluidniveaus. Daarna worden de adressen verdeeld over de helft met hoogst berekende geluidniveaus. Bij een oneven aantal waarneempunten wordt die met de laagste geluidbelasting buiten beschouwing gelaten.

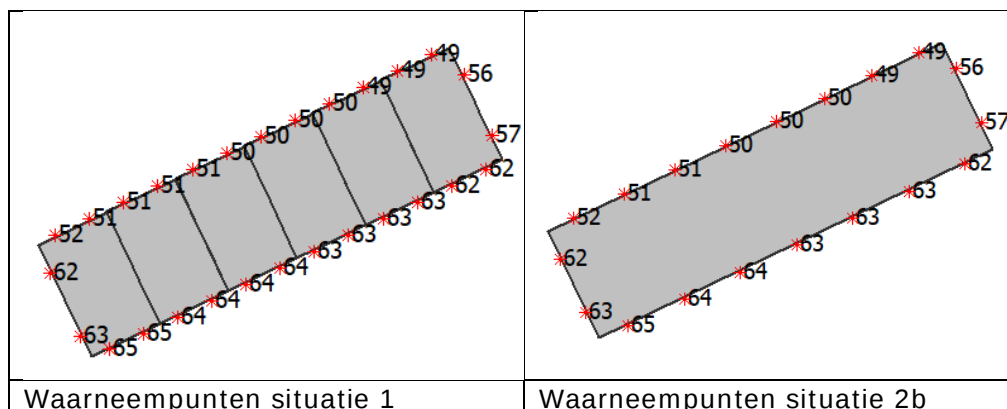
Een voorbeeld van een verschil tussen situatie 1 en situatie 2b is onder weergegeven:

	
<i>Situatie 1: Zes grondgebonden woningen. Ieder eigen gebouw in BAG (rode stippellijn is een lijnbron)</i>	<i>Situatie 2b: Zes grondgebonden woningen, maar slechts één BAG gebouw. (rode stippellijn is een lijnbron)</i>

Er wordt eerst per gebouw conform één van de twee genoemde procedures boven waarneempunten voord de gevel geplaatst. In onderstaande voorbeeld is de geval 1 procedure gevolgd.

	
Waarneempunten situatie 1	Waarneempunten situatie 2b

Te zien is dat de voorgevel van het opgedeelde blok per woning meer is dan vijf meter waardoor 2 waarneempunten nodig zijn. Bij het blok rechts wordt er om de vijf meter een waarneempunt geplaatst. De berekende geluidbelastingen (fictief) is het volgende:



Er zijn zes woningen, conform recente CBS gegevens zijn er gemiddeld 2.14 mensen per huishouden. Voor de twee situaties worden derhalve het volgende aantal blootgestelden berekend

Geluidniveau	aantal blootgestelden	
	Situatie 1	Situatie 2b
62	2.14	2.85
63	4.28	5.71
64	4.28	2.85
65	2.14	1.43

Voor situatie 2 zijn er 19 waarneempunten. De inwoners ($6 \times 2.14 = 12.84$) worden verdeeld over de hoogst berekende helft van deze waarneempunten. Omdat er een oneven aantal waarneempunten is valt de laagste waarde eerst af. De bovenste helft in bovenstaande figuur zijn de negen waarneempunten op de hele west en zuidgevel. Dan komt de waarde 65 dB één keer voor. Het aantal blootgestelden is daarmee $(1/9) \times 12.84 = 1.43$. De waarde 63 komt vier keer voor. Het aantal blootgestelden bij 63 dB is daarmee $(4/9) \times 12.84 = 5.71$.

Het zou ook mogelijk zijn dat hier sprake is van eenzijdige woningen, zoals in onderstaande voorbeeld



Er zijn hier zes eenzijdige woningen. Nu worden alle inwoners evenredig verdeeld over alle waarneempunten. Dit leidt tot het volgende aantal blootgestelden:

Geluidniveau	aantal blootgestelden		
	Situatie 1	Situatie 2b	Situatie 2a
49	0	0	1.35
50	0	0	2.03
51	0	0	1.35
52	0	0	0.68
56	0	0	0.68
57	0	0	0.68
62	2.14	2.85	1.35
63	4.28	5.71	2.70
64	4.28	2.85	1.35
65	2.14	1.43	0.68

Veelal is niet bekend of er sprake is van eenzijdige woningen of niet. Het rekenvoorschrift schrijft niet voor hoe hier mee om te gaan. Dit is bewust omdat soms wel bekend is of er bij een meerderheid sprake is van eenzijdige woningen of juist niet. Voor Nederland zou een praktische aanpak het volgende kunnen zijn:

- 1) Er is 1 BAG-adres per BAG-pand: Situatie 1;
- 2) Er zijn meerder adressen per BAG-pand, maar het oppervlak van het pand is relatief klein: Situatie 1;
- 3) Er zijn meerder adressen per bag pand en het oppervlak van het BAG-pand is relatief groot: Situatie 2b

Hiermee zal als default situatie 2a (eenzijdige georiënteerde appartementen) niet gebruikt worden. Uiteraard kan van bovenstaande

methodiek afgeweken worden indien gegevens over de woningindeling bekend is of bijvoorbeeld doordat van bepaalde gebieden bekend is dat er veel eenzijdige woningen zijn.

Voor het toedelen van inwoners aan nwaarneempunten zijn meerdere varianten mogelijk die afhangen van de indeling van woningen in een gebouw. Dit is niet altijd goed bekend waardoor een default keuze gemaakt kan worden.

Advies:

Hanteer de volgende methodes afhankelijk van de gegevens uit de BAG.

- 1) Er is 1 BAG-adres per BAG-pand: Gebruik Situatie 1;
- 2) Er zijn meerdere adressen per BAG-pand, maar het oppervlak van het pand is $\leq 60\text{m}^2$: Situatie 1;
- 3) Er zijn meerder adressen per bag pand en het oppervlak van het BAG-pand is $> 60\text{m}^2$: Situatie 2b

Wijk zo nodig af als bekend is dat er veel eenzijdig georiënteerde bebouwing is (methode 2a)

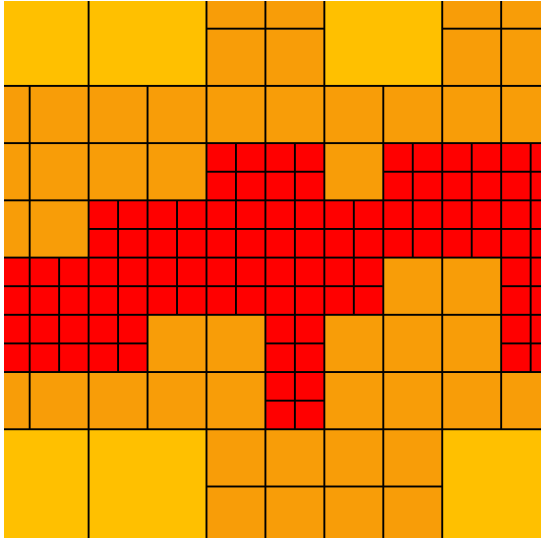
4.10 Bepalen geluidbelast oppervlak en contouren

Er zijn regels voor het bepalen van het geluidbelast oppervlak, deze zijn hier toegelicht. Daarnaast wordt een uniforme wijze voor het bepalen van contouren voorgesteld.

Geluidbelast oppervlak

Voor het bepalen van het geluidbelast oppervlak is het verplicht gebruik te maken van een raster. Ieder rasterpunt representeert een oppervlak die wordt bepaald door de resolutie van het raster. Bij een raster van 10x10 meter geldt dat ieder rasterpunt een oppervlak representeert van 100 m^2 . Het bepalen van het geluidbelast oppervlak vindt plaats door het aantal rasterpunten in een bepaalde geluidklasse te vermenigvuldigen met het oppervlak dat die rasterpunten representeren. Het bepalen van geluidbelast oppervlak is alleen verplicht de grote wegen, spoorwegen en luchtvaarterreinen en niet voor kaarten voor agglomeraties.

De tekst in CNOSSOS impliceert dat er gebruik kan worden gemaakt van een gedifferentieerde rasterresolutie, zodat er gerekend wordt in een fijnmazig raster in de omgeving van de geluidsbronnen, en in een grover raster op grotere afstand van de geluidsbronnen zoals in onderstaande voorbeeld is weergegeven.



Figuur 17: Gebieden met hogere en lagere rasterresolutie (in dit voorbeeld 10x10 meter, 20x20 meter en 40x40 meter).

Wanneer een rasterpunt binnen een gebouw ligt wordt voor dat rasterpunt geen waarde berekend. Annex II van de richtlijn schijft voor dat in dat geval alle rasterpunten in dat gebouw een waarde krijgen die gelijk is aan de laagste waarde van de rasterpunten rond een gebouw. Praktisch gezien kan met een buffer rond een gebouw met een stand gelijk aan de rasterresolutie gezocht worden naar het rasterpunt met de laagst berekende waarde. Alle punten in dat gebouw krijgen dan die lage waarde toegekend.

Geluidbelast oppervlak moet bepaald worden op basis van een berekening met een regelmatig raster. Niet berekende waarneempunten binnen een gebouw krijgen een waarde toegekend die gelijk is aan de laagste waarde rond een gebouw. Geluidbelast oppervlak hoeft niet bepaald te worden voor agglomeraties.

Advies:

Gebruik rond bronnen en in bebouwd gebied een fijnmazig raster van 10x10 meter. Daarbuiten kan, afhankelijk van afstand tot een bron een grover raster worden gehanteerd. Een richtwaarde is een resolutie niet grover dan 20% van de kortste afstand tot een bron. Bijvoorbeeld 10x10 voor 0-100 meter, 20x20 voor 100-200 meter etc.

Voor het vullen van gegevens van punten binnen en gebouw wordt een buffer rond het gebouw gemaakt gelijk aan de rasterresolutie. Het waarneempunt met de laagste berekende waarde binnen dat gebied wordt toegekend aan de waarneempunten in het gebouw. Waarneempunten binnen aansluitende gebouwen worden buiten beschouwing gelaten tenzij er geen berekende waarneempunten binnen het zoekgebied liggen. Hierbij wordt ieder BAG object beschouwd als één gebouw en krijgen alle waarneempunten binnen dat gebouw dezelfde waarde ook als is het gebouw in het akoestische rekenmodel opgedeeld in meerderde polygonen.

Contouren

Voor het bepalen van contouren zijn geen algemene regels opgenomen in CNOSSOS. Vanuit de rapportageverplichting naar Europa moeten contourvlakken of contourlijnen worden geleverd. Om goede contouren te genereren mogen aanvullende rasterpunten worden toegevoegd of alternatieve punten worden gebruikt. Bijvoorbeeld een rasterpunten op vaste afstanden van een geluidbron nabij een geluidbron. Dit laatste voorkomt al te grillige contouren rond een lijnbron. Bij interpolatie naar contourvlakken moeten gridpunten in een gebouw buiten beschouwing worden gelaten. Dit in tegenstelling tot de procedure voor geluidbelast oppervlak. Dit voorkomt de kans op een groot aantal contourlijnen of vlakken vlak voor het gebouw waardoor de indruk gewekt kan worden dat het geluidniveau voor een gebouw relatief laag is.

Op basis van de resultaten op berekende punten (regelmatig raster en/of losse punten) wordt lineair getrianguleerd tussen de waarden in dB om contourlijnen en vlakken te bepalen.

Belangrijk om te realiseren is dat het geluidbelast oppervlak dat op basis van een regelmatig raster wordt berekend niet gelijk zal zijn aan het oppervlak van de contourvlakken.

Voor contourlijnen en vlakken zijn geen strikte regels opgenomen wel heeft het de aanbeveling dit op vergelijkbare manieren te doen.

Advies:

Bereken geluidniveau op een onregelmatig raster dicht rond wegen en een regelmatig raster daarbuiten. Negeer waarneempunten binnen een gebouw en trianguleer de dataset voor het bepalen van een contour.

4.11 Adresgegevens

Het is niet altijd duidelijk welke bestemmingen, naast woonfunctie, meegenomen moeten worden en hoe. Dat is hier nader toegelicht.

De richtlijn is van toepassing op omgevingslawaai onder andere nabij scholen, ziekenhuizen en andere voor lawaai gevoelige objecten (art 2 lid 1 van de Richtlijn omgevingslawaai). Een minimumeis⁴ van de geluidbelastingkaarten is:

“het geschatte aantal woningen, scholen en ziekenhuizen in een bepaald gebied dat blootgesteld is aan specifieke waarden van een geluidsbelastingsindicator”

Ziekenhuizen en scholen hoeven echter niet verplicht gerapporteerd⁵ te worden aan Europa. Er is bij de EEA een voorziening om dit wel te doen.

Vanuit de BAG is alleen woonfunctie, onderwijsfunctie en gezondheidszorgfunctie bekend. Dit is breder dan scholen en

⁴ Bijlage IV van de Richtlijn omgevingslawaai

⁵ Bijlage VI van de Richtlijn omgevingslawaai

ziekenhuizen. Er zal onderscheid moeten worden gemaakt tussen een zorgfunctie die geluidgevoelig is en die dat niet is. Hiervoor kan een koppeling gemaakt worden met de risicokaart, die voor externe veiligheid gebruikt worden.

4.12 Definitie geluidbelastingklassen

Het rapporteren van geluid wordt gedaan in verschillende geluidklassen. In onderstaand overzicht staan de verplicht aan Europa te leveren klassen. Daarboven op mogen aanvullende klassen worden geleverd.

Tabel 1: Overzicht te leveren gegevens volgens de richtlijn.

Type gegeven	Geluidklassen	
	Grote bronnen	Agglomeraties
Contourlijnen*	L _{den} 55, 65 dB	L _{den} 60, 65, 70, 75dB
Contourvlakken*	55-65 en >65 dB	60-65, 65-70, 70-75 en >75 dB
Geluidbelast oppervlak	L _{den} >55, >65, >75 dB	Niet verplicht
Aantal blootgesteld (buiten agglomeraties voor grote bronnen)	L _{den} 55-59, 60-64, 65-69, 70-74 en >75 L _{night} 50-54, 55-59, 60-64, 65-69 en >70	
Aantal blootgesteld (inclusief agglomeraties)	L _{den} >55, >65, >75 dB ⁶	nvt (boven al genoemd)

*Er mag volgens de richtlijn gekozen worden tussen het rapporteren van contourlijnen en contourvlakken

Het Besluit geluid milieubeheer wijkt op punten iets af van bovenstaande tabel door bijvoorbeeld alleen het hogere detailniveau te eisen.

Tabel 2: Overzicht te leveren gegevens volgens het Besluit geluid milieubeheer

Type gegeven	Geluidklassen	
	Grote bronnen	Agglomeraties
Contourlijnen*	L _{den} 60, 65, 70, 75dB	
Contourvlakken*	60-65, 65-70, 70-75 en >75 dB	
Geluidbelast oppervlak	L _{den} >55, >65, >75 dB	Niet verplicht
Aantal blootgesteld (per gemeente voor grote bronnen)	L _{den} 55-59, 60-64, 65-69, 70-74 en >75 L _{night} 50-54, 55-59, 60-64, 65-69 en >70	

*Er mag volgens de richtlijn gekozen worden tussen het rapporteren van contourlijnen en contourvlakken

Voor contourvlakken en lijnen of telling van blootgesteld is het soms onduidelijk wat de grenzen moeten zijn. Is een contour (of aantal blootgesteld) van 55-59 gelijk van 54.51 tot 58.50 of van 55.00 tot 59.99. Hierover is advies gevraagd aan de EEA die een kort onderzoekje

⁶ Het Beluid Geluid milieubeheer geeft aan dat per gemeente aantallen per 5dB klasse moet worden geleverd.

heeft gedaan naar de gangbare praktijk in de EU. Hieruit blijkt dat hun advies zal zijn de exacte waarden (.00) te hanteren. Daarnaast is er soms onduidelijkheid over te hanteren grenzen voor contouren en tellingen

Dit jaar zal, net als in voorgaande rondes, gerapporteerd moeten worden conform het Besluit geluid milieubeheer. Deze heeft op enkele punten iets meer detail vergeleken met de vereisten uit de richtlijn.

Op advies van de EEA adviseren wij om gebruik te maken van exacte dB grenzen. Dus de 60-65 dB contour is van 60.00 tot 65.00. Ook het aantal blootgestelden loopt dan van 55.00 tot 59.99.

4.13 Luchtvaartgeluid binnen agglomeratiegrenzen

Dit stuk beoogt te verduidelijken of luchtvaart meegenomen moet worden en welke bronnen bij een luchtvaarterrein betrokken moet worden.

Bijlage IV van de richtlijn omgevingslawaai schrijft voor dat rekening moet worden gehouden met lawaai van luchthavens. Dit houdt in dat alle geluidbronnen op, van en naar het luchthavengebied moeten worden meegenomen. Stilstaande bronnen (zoals het proefdraaien van vliegtuigmotoren) op het luchthavengebied worden gemodelleerd volgens de methode industriellawaai uit bijlage II van de richtlijn; Wegverkeerslawaai en spoorwegverkeerslawaai op het luchthavengebied moeten worden gemodelleerd volgens de voorschriften hierover uit bijlage II van de richtlijn; Vliegtuigen (en helikopters) worden gemodelleerd volgens bijlage II van de richtlijn dat gaat over vliegtuiglawaai. Aangezien vliegtuiglawaai vaak dominant is over de eerder genoemde geluidbronnensoorten buiten het luchthavengebied - en de werkingssfeer richtlijn geldt buiten het luchthavengebied - moet een afweging worden gemaakt hoe zinvol het is wegverkeerslawaai, spoorweglawaai, industriellawaai te modelleren.

In de artikelen van de richtlijn staan alleen vliegtuigen genoemd als lawaaibron. Bijlage II van de richtlijn zoals deze voor 1 januari 2019 gold ging alleen in op vliegtuiggeluid. In bijlage II zoals die per 1 januari 2019 geldt, is dit uitgebreid tot lawaai-veroorzakende activiteiten in verband met luchthavenexploitatie. Die activiteiten kunnen omvatten: helikopters, taxiën, proefdraaien en het gebruik van hulpaggregaten.

De richtlijn schrijft voor dat de waarden van L_{den} en L_{night} moeten worden bepaald volgens de in bijlage II van de richtlijn opgenomen methode. De bepalingmethode voor luchtvaartlawaai is nagenoeg een kopie van ECAC Doc29, vierde editie. Doc29 beschrijft een voor Europa geharmoniseerde methode om de geluidbelasting rondom civiele luchthavens te bepalen. In bijlage II is het toepassingsgebied van Doc29 uitgebreid met lichte vliegtuigen en helikopters.

In bijlage IV van de richtlijn staat dat bij het opstellen van strategische geluidsbelastingkaarten voor agglomeraties speciaal aandacht moet worden besteed aan lawaai van wegen, spoorwegen, luchthavens en

industrie. Er is voor agglomeraties geen onderscheidt tussen verschillende luchthavens. Alle luchthavens die, buiten het luchthaventerrein, tot een geluidbelasting van meer dan 55dB L_{den} of 50 dB L_{night} moeten worden meegenomen.

De richtlijn schrijft voor dat de waarden van L_{den} en L_{night} moeten worden bepaald volgens de in bijlage II van de richtlijn opgenomen methode. Het toepassingsgebied van bijlage II omvat onder andere lichte vliegtuigen en helikopters. Echter geluidemissiegegevens van slechts een beperkt aantal typen lichte vliegtuigen en helikopters zijn opgenomen in bijlage II. Als het luchthavenluchtverkeer grotendeels bestaat uit lichte vliegtuigen of helikopters, kan, vanwege het ontbreken van voldoende representatieve geluidemissiegegevens en bij toewijzing aan de vliegtuigtypen die wel in de rekenmethode beschikbaar zijn, een onder- of overschatting van de geluidbelasting ontstaan, met doorwerking in de geluidcontouren.

De richtlijn geeft aan dat lawaai veroorzakende activiteiten (specifiek genoemd zijn: helikopters, taxiën, proefdraaien en het gebruik van hulpaggregaten) die niet wezenlijk bijdragen aan de totale blootstelling van de bevolking aan vliegtuiglawaai en de bijbehorende geluidscontouren, kunnen worden uitgesloten.

Daarnaast geldt dat een luchthaven een L_{den} contour van 55 dB moet hebben die buiten het luchthavengebied en binnen de agglomeratie moet liggen, wil deze luchthaven relevant zijn voor de berekening.

Alle luchthavens, die een geluidcontour hebben van 55dB of meer buiten het luchthavengebied dienen te worden meegenomen in de kartering. Het is aan het bevoegd gezag om te beoordelen of het aannemelijk is dat dit het geval is en daarmee te beoordelen of luchtvaart geluid wel of niet wordt meegenomen. Samenwerking bij gemeenten is daarbij essentieel indien een luchthaven op of rond een gemeentegrens ligt.

Wanneer een luchthaven meegenomen wordt mogen lawaaibronnen die niet wezenlijk bijdragen aan de blootstelling van de bevolking buiten beschouwing worden gelaten.

Advies:

Beoordeel of een luchthaven tot een waarde boven de 55dB kan leiden buiten het luchthaventerrein. Is dit het geval beoordeel dan tevens of welke activiteiten buiten beschouwing gelaten kunnen worden omdat deze geen wezenlijke bijdrage op de contour leveren.

Bijlage 1: Beknopt overzicht adviezen

Bodemfactor

Cnossos (weg, rail en industrie) kent extra bodemfactoren van 0,7 voor compacte land en grind en 0,3 voor compacte dichte grond. Het RMG kent dat onderscheidt niet.

Advies:

Maar gebruik van het bodembestand van het 3d basisbestand geluid (te vinden op PDOK.nl) en pas die aan voor de volgende BGT objecten:

Weg, ondersteunend wegdeel en onbegroeid terrein met als fysiek voorkomen haf verhard: Bodemfactor 0,3

Weg, ondersteunend wegdeel en onbegroeid terrein met als fysiek voorkomen onverhard: Bodemfactor 0,7

Kruispuntcorrectie

Binnen het standaard kwaliteitskader van CNOSSOS mogen de meeste kruispunten en rotondes bij wegen met een rijsnelheid van 80 km/u verwaarloosd worden. Het maximale effect op emissie is minder dan 2 dB. Bij wegen met een rijsnelheid van 50 km/u geldt hetzelfde voor de meeste rotondes.

Voor wegen met veel zwaar verkeer of kruisingen bij wegen met een rijsnelheid van 50 km/u mogen deze ook verwaarloosd worden als het verzamelen of modelleren van kruisingen tot onevenredige inspanning leidt. Hierbij kan men er rekening mee houden dat het effect op immissie kleiner zal zijn vergeleken met het maximale effect op de emissiepunten in de figuren.

Advies:

Toepassing van de kruispuntcorrectie is optioneel. Voor wegnetwerken waar de maximumsnelheid veelal 80 km/uur of hoger is kan de kruispuntcorrectie geheel buiten beschouwing gelaten worden. Met name in stedelijke situaties kunnen kruispunten en rotondes tot een relevante verhoging van de geluidbelasting leiden. Het is aan het bevoegd gezag om daar een inschatting van te maken op basis van de informatie in deze handreiking.

Hellingcorrectie

Het is momenteel nog niet duidelijk hoe de hellingcorrectie in software geïmplementeerd wordt. Binnen het kwaliteitskader van CNOSSOS mag voor de Nederlandse situatie de hellingcorrectie verwaarloosd worden. De keuze is aan de bevoegde gezagen hoe hier mee om te gaan.

Advies:

Gebruik hellingcorrectie alleen als dit een voldoende significante bijdrage heeft op de blootstelling bij geluidgevoelige bestemmingen.

Gemotoriseerde tweewielers

Binnen het kwaliteitskader is het toegestaan om gemotoriseerde tweewielers te verwaarlozen of in te delen bij lichte motorvoertuigen.

Advies:

Beschouw gemotoriseerde tweewielers niet apart, als onderdeel van lichte motorvoertuigen.

Wegen in agglomeraties

In principe moeten allen wegen (binnen en buiten de gemeente/agglomeratie) die kunnen bijdragen aan een 55 dB contour in de agglomeratie meegenomen worden.

Advies:

Het advies is om minimaal de wegen mee te nemen met een verkeersintensiteit van meer dan 1000 mvt/etmaal en voldoende rekening te houden met wegen buiten de gemeente en agglomeratie.

Booggeluid

Bogen zijn niet verwaarloosbaar binnen het kwaliteitscriterium. Deze zullen geïnventariseerd moeten worden en booggeluid zal eraan toegekend moeten worden. Voor wisselbogen geldt dat als er meer dan 10% van de treinen er overheen rijdt er een toeslag is van meer dan 2dB. De meeste wisselbogen zullen binnen het kwaliteitscriterium verwaarloosd mogen worden.

Advies

Neem booggeluid altijd mee voor normale bogen op basis de geometrie van het spoor en verwaarloos deze voor wisselbogen tenzij bekend is dat meer dan 10% van de treinen gebruik maakt van de wisselboog.

Retrodiffractie

Retrodiffractie zal softwarematig berekend worden. Dit is alleen relevant voor reflecterende schermen langs het spoor en wanden van tunnelbakken.

Advies

Heb aandacht bij modelleren of retrodiffractie goed wordt meegenomen.

Waarneempunten op gebouwen

Er zijn verschillende positioneringsopties van waarneempunten mogelijk die tot verschillende resultaten zullen leiden bij telling van blootgestelden.

Advies

Het advies is gebruik te maken van methode 1. In tegenstelling tot methode 2.II is die niet afhankelijk van een willekeurig gekozen startpunt (digitalisering van de gebouwen). En is tegenstelling tot methode 2.I krijgen grote gebouwen voldoende waarneempunten. Dit is relevant voor het toekennen van inwoners aan geluidbelastingen (zie hierna)

Bepaling blootstelling

Voor het toedelen van inwoners aan waarneempunten zijn meerdere varianten mogelijk die afhangen van de indeling van woningen in een gebouw. Dit is niet altijd goed bekend waardoor een default keuze gemaakt kan worden.

Advies

Hanteer de volgende default methodes afhankelijk van de gegevens uit de BAG:

- 1) Er is 1 BAG-adres per BAG-pand: Gebruik Situatie 1;
- 2) Er zijn meerder adressen per BAG-pand, maar het oppervlak van het pand is $\leq 60\text{m}^2$: Situatie 1;
- 3) Er zijn meerder adressen per bag pand en het oppervlak van het BAG-pand is $> 60\text{m}^2$: Situatie 2b

Wijk zo nodig af als bekend is dat er veel eenzijdig georiënteerde bebouwing is (methode 2a)

Geluidbelast oppervlak

Geluidbelast oppervlak moet bepaald worden op basis van een berekening met een regelmatig raster. Niet berekende waarneempunten binnen een gebouw krijgen een waarde toegekend die gelijk is aan de laagste waarde rond een gebouw. Geluidbelast oppervlak hoeft niet bepaald te worden door agglomeraties.

Advies

Gebruik rond bronnen en in bebouwd gebied een fijnmazig raster van 10x10 meter. Daarbuiten kan, afhankelijk van afstand tot een bron een grover raster worden gehanteerd. Een richtwaarde is een resolutie niet grover dan 20% van de kortste afstand tot een bron. Bijvoorbeeld 10x10 voor 0-100 meter, 20x20 voor 100-200 meter etc.

Contouren

Voor contourlijnen en vlakken zijn geen strikte regels opgenomen wel heeft het de aanbeveling dit op vergelijkbare manieren te doen.

Advies

Bereken geluidniveau op een onregelmatig raster dicht rond wegen en een regelmatig raster daarbuiten. Negeer waarneempunten binnen een gebouw en trianguleer de dataset voor het bepalen van een contour.

Geluidbelastingklassen

Dit jaar zal, net als in voorgaande rondes, gerapporteerd moeten worden conform het Besluit geluid milieubeheer. Deze heeft op enkele punten iets meer detail vergeleken met de vereisten uit de richtlijn.

Daarnaast is er soms onduidelijkheid over te hanteren grenzen voor contouren en tellingen.

Advies

Op advies van de EEA adviseren wij om gebruik te maken van exacte dB grenzen. Dus de 60-65 dB contour is van 60.00 tot 65.00. Ook het aantal blootgestelden loopt dan van 55.00 tot 59.99.

Luchtvaart

Alle luchthavens, die een geluidcontour hebben van 55dB of meer buiten het luchthavengebied dienen te worden meegenomen in de kartering. Het is aan het bevoegd gezag om te beoordelen of het aannemelijk is dat dit het geval is en daarmee te beoordelen of luchtvaart geluid wel of niet wordt meegenomen. Samenwerking bij gemeenten is daarbij essentieel indien een luchthaven op of rond een gemeentegrens ligt.

Wanneer een luchthaven meegenomen wordt mogen lawaaibronnen die niet wezenlijk bijdragen aan de blootstelling van de bevolking buiten beschouwing worden gelaten.

Advies

Beoordeel of een luchthaven tot een waarde boven de 55dB kan leiden buiten het luchthaventerrein. Is dit het geval beoordeel dan tevens of welke activiteiten buiten beschouwing gelaten kunnen worden omdat deze geen wezenlijke bijdrage op de contour leveren.