

CNOSSOS

De nieuwe rekenmethode voor geluidkartering

Vanaf 2022 rekt heel Europa met de nieuwe rekenmethode geluid. Wat zijn de verbeteringen, verschillen en aandachtspunten? Zijn de resultaten wel toepasbaar voor strategisch beleid?

Door: Tim Vergoed en Rob Witte

Over de auteurs:

Tim Vergoed is werkzaam bij DGMR als adviseur geluid en trillingen. Rob Witte was dit tot voor kort ook.

INLEIDING

In 2002 is de Europese richtlijn 2002/49/EG, ook wel bekend als de European Noise Directive, ingevoerd. Deze stelt dat vanaf 2006 alle lidstaten strategische geluidsbelastingskaarten (populair: geluidskarten) op moeten stellen. Daarnaast moeten overheden actieplannen opstellen waarin gereflecteerd wordt op al genomen acties en welke acties ondernomen gaan worden om de geluidsbelasting (verder) te beperken.

Tot 2020 mochten landen hun eigen rekenmethode toepassen. Bij gebrek aan een eigen rekenmethodiek waren interim-methoden toegestaan: ISO 9613-2 voor industrielawaai, NPMPB-Routes-96 (Frans) voor wegverkeerslawaai en de Nederlandse rekenmethode voor railverkeer (RMG-96). Voor het tellen van het aantal geluidsbelaste woningen en inwoners werden verschillende methoden gebruikt.

Uit een vergelijking tussen de verschillende lidstaten, die op basis van deze aangeleverde geluidsinformatie mogelijk werd, volgt dat Nederland op het gebied van stedelijk wegverkeerslawaai met 19% boven 55 dB redelijk in de middenmoot scoort; zie figuur 1 (blz. 16).¹ Duitsland scoort met 7% evenwel veel beter op dit vlak.

HARMONISATIE

Door de grote verschillen in reken- en telmethoden tussen de lidstaten werd de wens steeds groter om een gezamenlijke rekenmethode in te voeren. De eerste poging tot harmonisatie van de rekenmethode was de rekenmethodiek HARMONOISE met als aanvulling voor industrielawaai IMAGINE. Deze rekenmethode was een vereenvoudigde versie gebaseerd op de Parabolic-Equation-methode van TNO die als de gouden standaard werd gebruikt. Uiteindelijk is wegens angst voor lange rekentijden en het gebruik van imaginaire getallen het project niet doorgezet.

Na een lange periode van discussie is gekozen voor een methode gebaseerd op de Franse rekenmethode voor wegverkeerslawaai NPMP-Routes-2002. Deze rekenmethode is binnen het project CNOSSOS aangevuld en vervolgens opgenomen als Annex 2 van de genoemde Europese richtlijn.

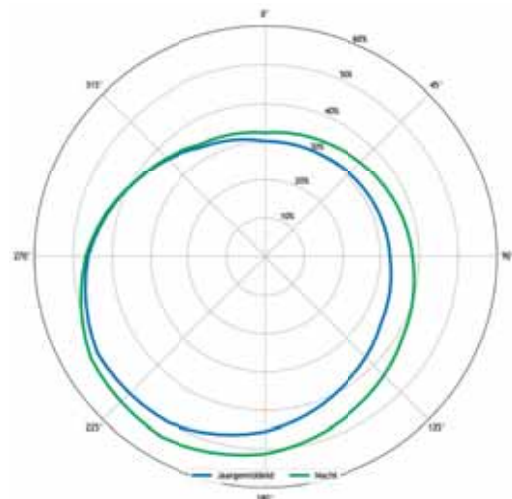
OVERDRACHTSMODEL

De rekenmethode heeft een vergelijkbare opbouw als de bestaande rekenmodellen. De overdrachts-termen voor geometrische uitbreiding, bodem-demping, schermwerking en reflecties worden van het bronvermogen afgetrokken om een langtijdgemiddeld geluidsniveau per periode te bepalen. Vervolgens wordt hieruit de geluidsbelasting in L_{den} bepaald.

De geometrische uitbreiding is net als in de bekende rekenmodellen $10 \lg(4\pi r^2)$. De lucht-demping is gebaseerd op ISO 9613-1 uitgaande van een gemiddelde temperatuur van 15°C en 70% RV (relatieve luchtvochtigheid). Lidstaten mogen hier van afwijken.

De bodemdemping, reflecties en afscherming worden op een geheel andere manier uitgevoerd. Deze drie termen worden berekend bij zowel gunstige als neutrale meteorologische omstandigheden. Daarbij wordt bij gunstige condities met kromme geluidsstralen gewerkt en bij neutrale condities met rechte stralen.

De rekenresultaten onder beide condities worden bij elkaar opgeteld met verwerking van de kans dat de betreffende conditie optreedt. De methode specificeert echter niet hoe deze kansen moeten worden bepaald. TNO heeft de windroos voor Nederland bepaald op basis van weersgegevens van het KNMI. De kans is zowel richtings- als dagperiode-afhankelijk, zie figuur 2.

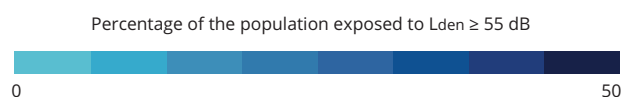


FIGUUR 2: RICHTINGSAFHANKELIJKE KANS IN PROCENTEN OP GUNSTIGE CONDITIES (ONTVANGER STAAT IN HET CENTRUM, 0 GRADEN IS NOORD)

	Inside urban areas				Outside urban areas		
	Road	Rail	Air	Industry	Road	Rail	Air
Austria	24.2	6.6	0.1	0.1	8.2	5.7	0.1
Belgium	14.0*	1.0*	0.6*	0.2*	8.6	2.2	0.6*
Bulgaria	28.8*	0.6*	0.1*	0.0*	1.5		
Croatia	7.7	0.6	0.0	0.0	2.8	0.0	
Cyprus	49.2*	3.2*	0.9*	1.0*	4.7*		
Czechia	16.7	0.7	0.1	0.0	6.9	1.8	0.1
Denmark	18.5	0.5*	0.1*	0.0*	5.0	1.5	0.0*
Estonia	22.7	0.5	0.2	0.5	0.5		
Finland	8.8	1.6	0.1*	0.0*	2.1	0.6	0.4
France	23.5*	3.6*	0.7*	0.2*	9.8	3.9	0.0*
Germany	6.9*	3.7	0.7	0.1*	3.3	4.0	0.4
Greece	7.9*	1.3*	0.4*	0.1*	0.2*	0.0*	0.0*
Hungary	16.4	1.3	0.0	0.0	1.8	0.9	0.3
Iceland	16.6		0.5*	0.2			0.5
Ireland	14.4	0.6	0.4**		4.8	0.3	0.0**
Italy	13.7*	0.9*	0.7*	0.1*	12.0*	3.3	0.3*
Latvia	27.0	2.0	0.0	0.7	1.2	0.1	0.1
Liechtenstein					11.4*		
Lithuania	26.3	0.4	0.4	0.3	0.8	0.0	
Luxembourg	24.5	1.5	10.1	0.0	11.2	3.3	1.1
Malta	22.4		1.9	0.0	3.7		
Netherlands	19.3	1.3	0.4	0.3	1.0	0.5	0.0
Norway	15.2*	2.2*	0.2*	0.0*	2.6*	0.2	0.1*
Poland	11.6	0.6*	0.1	0.1*	5.7	0.5	0.0
Portugal	5.2	0.4	0.9	0.0	8.6*	1.0	1.3
Romania	13.3*	1.5*	0.2*	1.2*	1.6*	0.1*	0.0*
Slovakia	6.7*	2.4*	0.0*	0.0*	2.9*	2.0*	
Slovenia	9.8	1.2		0.0	5.5	1.1	
Spain	24.8*	1.1*	0.2*	0.2*	4.2*	0.7*	0.3
Sweden	12.3	2.9	0.2*	0.0	3.3	2.7	0.2
Switzerland	30.6	3.4	1.1	0.2*	5.1	2.4	0.0
United Kingdom	14.5	1.9	1.5	0.2	6.5	0.7	0.2*

* Data totally or partially estimated

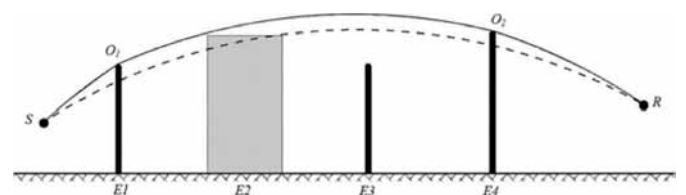
** Ireland resubmitted aircraft exposure data after 1/1/2019. The new data is considered in this figure.



FIGUUR 1: VERGELIJKING POPULATIE $L_{DEN} \geq 55$ DB (2017)¹

De kans op gunstige condities varieert van globaal 30 tot 50 procent waarbij in de avond- en nachtperiode de kans op een gunstige situatie hoger is dan in de dagperiode.

De Nederlandse rekenmethoden gaan doorgaans uit van één maatgevend scherm, met uitzondering van de HMRI die onder bepaalde omstandigheden met maximaal twee schermen kan rekenen. CNOSSOS rekent echter met meervoudige diffractie, waarbij elk scherm in het geluidspad (figuur 3) voor afscherming zorgt.

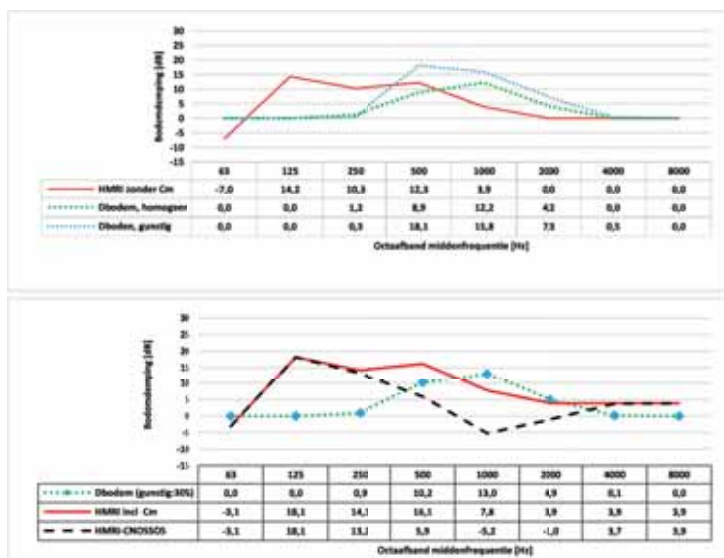


FIGUUR 3: SCHERMWERKING MET GEKROMDE STRALEN⁴

Het bodemeffect volgt een volledig andere methode van berekenen dan de Nederlandse rekenmethoden. De bodemgesteldheid wordt

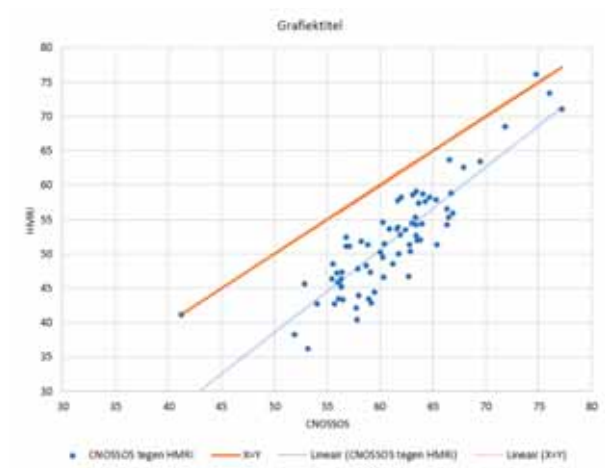
over het hele overdrachtspad gemiddeld. Bij gunstige overdrachtscondities wordt gerekend met een verhoogde bron en ontvanger waardoor het bodemeffect verkleind wordt. Het bodemeffect is de grootste bron van verschillen tussen de Nederlandse rekenmethoden, ISO 9613 en CNOSSOS.

Boven een harde bodem op korte afstand tussen bron en ontvanger zijn de verschillen met de huidige Nederlandse methode voor wegverkeer klein. De verschillen die er zijn worden vervolgens gecompenseerd door een lager bronvermogen voor wegverkeer in het Nederlandse bronmodel voor CNOSSOS. De situatie is geheel anders voor grotere afstanden en grotere bronhoogtes zoals bij industrielawaai, zie figuren 4.



FIGUUR 4: OVERDRACHT OVER ZACHTE BODEM, BRONHOOGTE 0,5 METER, ONTVANGERHOOGTE 4 METER, AFSTAND 200 METER..

Wat opvalt bij figuur 4 is dat bij de HMRI (en ook voor weg- en railverkeer) de interferentiedip tussen direct en tegen de bodem gereflecteerd geluid veel laagfrequentier optreedt. Waar het bronnspectrum een meer laagfrequentier karakter heeft of door luchtdemping laagfrequentier wordt, treden grote verschillen op in vergelijking met CNOSSOS. CNOSSOS berekent aanzienlijk hogere niveaus, zie figuur 5.



FIGUUR 5: VERGELIJKING INDUSTRIELAWAAI MET HMRI EN CNOSSOS.7

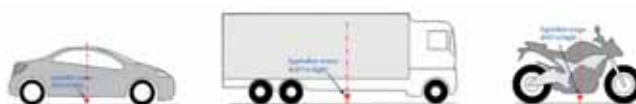
De typische dempingstermen in de HMRI voor terrein- en vegetatiedemping komen niet voor in CNOSSOS, al bestaat er een mogelijkheid om dit als lidstaat in te voeren. Daarnaast wordt ook de 31,5 Hz octaafband niet berekend. Dit laatste is over het algemeen van weinig invloed.⁶

BRONNENMODEL

CNOSSOS beschrijft het bronnenmodel voor wegverkeer als een samenstelling van aandrijfsgeluid en rolgeluid.

Het aandrijfsgeluid is een combinatie van het motorgeluid (lineair), optrekgeluid en eventueel een simpele correctie voor stille wegdekken. Daarnaast wordt ook een hellingcorrectie meegenomen in de berekening.

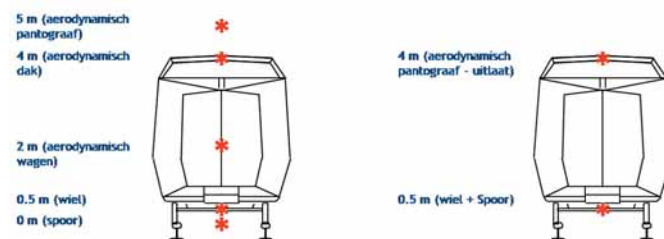
Het bandengeluid verloopt logaritmisch ten opzichte van de snelheid en kent een correctie voor spijkerbanden (studded-tires) en een wegdekcorrectie. De bronhoogte is verplaatst van 0,75 cm (RMG-2012) naar 0,05 cm (figuur 6). Dit kan consequenties hebben voor schermwerking, afscherming van taluds en bodemdemping.



FIGUUR 6: BRONHOOGTEN WEGVERKEER

Voor railverkeer wordt het geluid van vijf bronnen teruggebracht naar twee bronnen. Op 0,5 m BS (bovenkant spoorstaaf) en 4,0 m BS (zie figuur 7). In tegenstelling tot de Nederlandse rekenmethode is het bronnenmodel van CNOSSOS niet alleen directioneel in het horizontale vlak, maar ook in het verticale vlak.

Nieuw bij railverkeer is de toevoeging van booggeluid voor light en heavy rail. Als hier geen aanvullende metingen voor beschikbaar zijn, wordt (zonder onderbouwing) een 5 of 8 dB breedbandige toeslag opgenomen.



FIGUUR 7: BRONNEN RAILVERKEER. LINKS NL-METHODE, RECHTS CNOSSOS.

Door de grote verscheidenheid van industrielawaaibronnen is het onmogelijk een complete lijst van broninformatie op te nemen. In de rekenmethode is een zeer beperkt aantal voorbeelden van brongegevens gegeven. In de richtlijn staat dat de bronvermogens mogen bepaald worden conform de volgende ISO-normen:

- ISO-8297:1994
- EN-ISO-3744:1995
- EN-ISO-3746:1995

Deze methoden beschrijven de aangepast meetvlakmethode en de rondom (Stüber) methode. Wat opvalt is dat de geconcentreerde bronmethode hierin niet genoemd is. Dit is wel de meest gebruikte meetmethode van de HMRI [5].

In principe is de geconcentreerde bronmeting een sterk vereenvoudigde aangepast meetvlak-methode. De vraag kan gesteld worden of de resultaten met hierin onderdelen gebaseerd op de geconcentreerde bronmethode wel gebruikt mogen worden.

KWALITEITSKADER

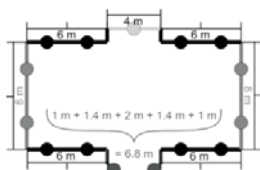
De rekenmethode schrijft voor dat elke parameter die meer dan 2 dB invloed heeft op de resultaten beschouwd moet worden. Dit betreft parameters die los op zichzelf staan. Er hoeft dus geen stapeling van parameters plaats te vinden.

Uit onderzoeken van DGMR³ volgt bijvoorbeeld dat hellingcorrecties in Nederland geen significante invloed hebben en dus niet beschouwd hoeven te worden.

TELLEN VAN WONINGEN

De richtlijn schrijft voor dat op vier meter hoogte gerekend moet worden, ook bij hoogbouw. In Nederland werd tot en met de laatste karteringsronde de maximale geluidsbelasting per gebouw gebruikt. Zo kregen bij een meersijdig georiënteerde flat alle woningen dezelfde hoge geluidsbelasting; ook als de woning alleen aan een stillere of zelfs geluidluwe gevel ligt. Hierdoor wordt het aantal gehinderde bewoners overschat. Om dit te voorkomen is een aangepaste methode, die door Duitsland ontwikkeld is, meegenomen.

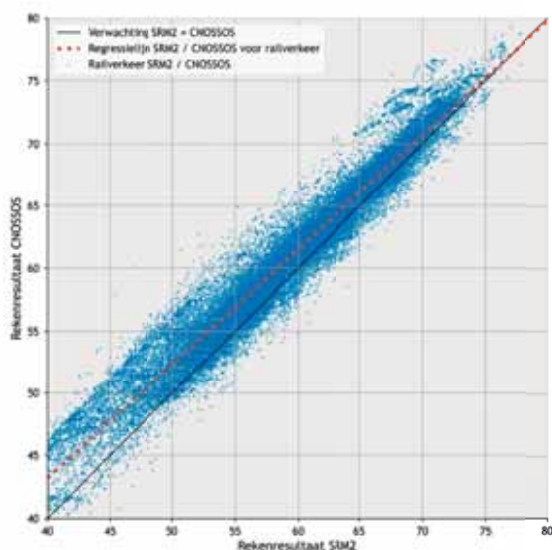
Bij CNOSSOS worden om elke vijf meter rekenpunten op de gevel geplaatst (zie figuur 8) op 4 meter hoogte. Vervolgens wordt het aantal inwoners verdeeld over de bovenste 50% van de rekenresultaten van het gebouw. Bijvoorbeeld: wanneer een flatgebouw 100 woningen bevat en 20 toetspunten op de gevel liggen, worden de 100 woningen verdeeld over de 10 toetspunten met de hoogste geluidsbelasting.



FIGUUR 8: VERDELING REKENPUNTEN OVER EEN GEBOUW

VERSCHILLEN IN REKENRESULTATEN

In 2016 is in opdracht van het RIVM door verschillende ingenieursbureaus onder leiding van DGMR onderzoek gedaan naar de brede toepassing van CNOSSOS in Nederland. De vraag was of CNOSSOS het RMG-2012 en de HMRI kon vervangen.



FIGUUR 9: VERGELIJKING RAILVERKEER CNOSSOS (Y-AS) MET SRM-2 (X-AS) OP 30.000 GELUIDREFERENTIEPUNTEN

Eén van de grote verschillen tussen CNOSSOS en de Nederlandse rekenmethode wordt veroorzaakt door de bodemdemping. Met name voor de frequenties onder de 1000 Hz octaafband worden grote verschillen tot wel 18 dB gevonden zoals te zien in figuur 4. Dit heeft de grootste gevolgen voor goederen-lijnen van spoorwegen, industrie met laagfrequente bronnen en wegen met geluidschermen. Dit is in figuur 9 inzichtelijk gemaakt op de geluidsreferentiepunten van het hoofdspoor. In bijna alle gevallen ligt de, met CNOSSOS berekende geluidsproductie veel hoger dan verwacht (rode lijn).

STRATEGISCH BELEID MET CNOSSOS

Volgens de Europese richtlijn en daarmee hoofdstuk 11 van de Wet milieubeheer zijn beheerders verplicht de kartering en strategische actieplannen uit te voeren met CNOSSOS.

Door de verschillen in rekenresultaten en telmethoden zijn de geluidsbelastingskaarten moeilijk te vergelijken met voorgaande jaren. Voor de actieplannen is door de wijziging van de rekenmethode een vergelijking met voorgaande jaren eigenlijk niet mogelijk. Door de onzekerheid in de juistheid van de CNOSSOS-rekenmethode is het gebruik van de resultaten voor het beleid inzake actieplannen op zijn minst gezegd “spannend” te noemen.

VERGELIJKING KARTERINGSRONDEN

Door de wijziging van de rekenmethode en de methode waarop Door de wijziging van de rekenmethode en de methode waarop woningen geteld worden, is een vergelijking tussen de karteringsronden 2017 en 2022 binnen Nederland eigenlijk niet mogelijk. Het maken van een vergelijking is alleen mogelijk wanneer twee keer wordt gerekend (met interim-methoden en CNOSSOS) en 4 keer geteld wordt (voor beide rekenmethoden op de oude en nieuwe telmethode).

CONCLUSIE

Exact 20 jaar na de invoering van de European Noise Directive gaat heel Europa met dezelfde rekenmethode aan de slag. Dat biedt kansen om een betere vergelijking te maken tussen de lidstaten onderling.

Echter, het maken van een vergelijking tussen de karteringsronden 2017 en 2022 binnen Nederland is door de wijziging eigenlijk niet mogelijk.

Door de onzekerheid in de rekenmethode en de verschillen met onze eigen Nederlandse rekenmethoden is beleid maken op grond van CNOSSOS op grotere afstanden tussen bron en ontvanger over een zachte bodem niet verantwoord.

REFERENTIES

- 1 EEA: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/country-comparison-percentage-of-people>
- 2 van Leeuwen, Vergoed et al.: CNOSSOS-NL Evaluatie en validatie M.2016.0533.06.R001
- 3 2002/49/EG Annex II
- 4 Amendement voor directive 2002/49/EC Annex II (december 2020)
- 5 Witte, ten Kate: II.2 op grote industrieterreinen M.2016.0533.05.N006
- 6 Witte, ten Kate: Invloed 31,5 Hz octaafband M.2016.0533.05.N004
- 7 Witte: Vergelijking rekenen industrie M.2016.0533.06.N020
- 8 Kephelopoulou et al.: CNOSSOS-EU JRC (Report EUR 25379 EN)