

INDICATOR: L_{den} VERBONDEN MET HET WEGVERKEER

THEMA: LAWAAI

1 BELANG VAN DE INDICATOR EN ELEMENTEN VOOR DE INTERPRETATIE

Vraag achter de indicator:

Hoe is de ruimtelijke verdeling van de globale geluidsniveaus (L_{den}) die samenhangen met het wegverkeer in ruimtelijke zin?

Context van de indicator:

- Door de indicator ondersteunde milieuproblematiek: beheer van geluidsoverlast die samenhangt met het wegverkeer en afbakening van de probleemzones.
- Keuze van de indicator: de keuze van de indicator hangt nauw samen met een op het niveau van de Europese Unie doorgevoerde harmonisering die de uitwisseling en vergelijking van gegevens moet vergemakkelijken.
- Brusselse context: deze problematiek wordt behandeld in het kader van de planning in het BHG, zie specifiek het plan QUIET.BRUSSELS (derde geluidsplan, goedgekeurd in 2019). De L_{den}-indicator voor het wegverkeer werd voor het eerst opgesteld in 2000, en vervolgens voor de referentiejaar 2006 (naar aanleiding van het verschijnen van de "geluidsatlas" van het vervoer te land), 2016 en laatste 2021.

Gezien de grote verschillen tussen de toegepaste methodes en instrumenten dient bij de vergelijking van de resultaten de grootste voorzichtigheid aan de dag te worden gelegd: modelleringsmethode (CNOSSOS in 2021, NMPB - Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit - in 2016 en daarvoor), akoestische classificatie van voertuigen (5 voertuigcategorieën in CNOSSOS vs 2 categorieën in NMPB), andere structuur dan het brongegevensmodel Musti voor wegen en verkeer.

Te bereiken kwantitatieve doelstellingen en, desgevallend, statuut van de streefdoelen:

- Wereldgezondheidsorganisatie: Niet-bindende richtwaarden (die overeenstemmen met een bepaald kwaliteitsdoel van de geluidsomgeving waarnaar het Gewest moet streven om een bevredigende akoestische situatie te bereiken), werden herzien in 2018. Voor het weglawaai zijn deze gedefinieerd voor de buitenkant van gebouwen, aan de gevel:
 - Over 24 uur stemt een L_{den} van 53 dB(A) overeen met de drempel waarboven schadelijke gevolgen voor de gezondheid worden verwacht;
 - 's Nachts verstoort een L_n van 45 dB(A) waarschijnlijk de slaap.
- Op niveau van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest:
Toepassing van de interventiedrempel voor het globale geluidsniveau, d.i. voor alle geluidsbronnen zonder onderscheid (niet-bindende drempelwaarde waarbij de akoestische situatie van de bewoners beschouwd wordt als volstrekt onduelbaar en een ingreep van de overheid vergt om de overschrijding en de ruimtelijke verbreiding te beperken): L_{den} openlucht van 68 dB(A) en L_n van 60 dB(A)
Deze globale geluidsniveaus zijn van toepassing voor het doorgaans dominerend weglawaai dat een relatief stabiel en continu karakter vertoont wat typisch is voor een achtergrondlawaai.
- Op Europees niveau:
De Europese Richtlijn 2002/49/EG inzake de evaluatie van omgevingslawaai stelt **rapporteringsdrempels** vast: 55 dB(A) voor L_{den} en 50 dB(A) voor L_n. Maar deze drempelwaarden zijn geen kwantitatieve doelstellingen.

Andere commentaren:

- De beoordeling van de geluidsoverlast door het wegverkeer stemt overeen met een modellering die de voorschriften volgt van de Europese richtlijn 2002/49/EG inzake het omgevingslawaai.
- De uitvoering van deze richtlijn berust op het in kaart brengen volgens gemeenschappelijke methodes, van de blootstelling aan lawaai. De aandacht moet prioritair gaan naar de grote



agglomeraties, de grote verkeers- en spoorwegassen alsook de grote luchthavens. Voor het opstellen van de strategische geluidskaarten moeten geharmoniseerde geluidsbelastingindicatoren worden aangewend: L_{den} (day-evening-night equivalent level), om de ondervonden geluidshinder te beoordelen, en L_n (night equivalent level), om de slaapstoornissen te beoordelen. In dit verband formuleerde de Richtlijn 2002/49/EG aanbevelingen voor de modelleringsmethodes (Bijlage II, herzien bij Richtlijn 2015/996).

2 METHODOLOGISCHE FUNDERINGEN

Definitie:

De indicator L_{den} (day-evening-night, namelijk dag-avond-nacht) stemt overeen met een gewogen geluidsniveau over een periode van 24 u, bekomen aan de hand van de equivalente geluidsniveaus L_d (day, 7u-19u), L_e (evening, 19u-23u) en L_n (night, 23u-7u) die onafhankelijk werden berekend. De niveaus van 's avonds (L_e) en 's nachts (L_n) worden met respectievelijk 5 en 10 dB(A) vermeerderd, omdat ze door de blootgestelde personen als hinderlijker worden ervaren, zoals gedefinieerd in de volgende formule:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left[12 * 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_e + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_n + 10}{10}} \right]$$

De indicator wordt over een kalenderjaar voor verschillende referentieperiodes berekend: "globaal jaar", "weekdagen" en "weekend".

Eenheid:

dB(A)

Berekeningswijze en aangewende gegevens:

- De "akoestische modellering" stemt overeen met een geheel van computerberekeningen die uitgaande van digitale gegevens de geluidsniveaus ramen die op ieder punt van het model (gemeten bij de immissie, m.a.w. bij de ontvangst) worden ervaren. De bekomen resultaten worden cartografisch weergegeven ("geluidskadaster of strategische geluidsbelastingkaart van het wegverkeer").
- De modellering werd verwezenlijkt met behulp van de software CadnaA XL (versie 2015), volgens de CNOSSOS-methode (versie 2020) aanbevolen door richtlijn 2002/49/EG voor alle lidstaten.**
- Deze modellering werd uitgevoerd op basis van een raster van 10 m bij 10 m, op een hoogte van 4 m boven de grond en op een afstand van 2 m van de gevels. Daarvoor werd het geluidsniveau in het midden van iedere maas berekend en toegekend aan de volledige maas.
- De gemodelleerde zone komt overeen met het Brussels Gewest, uitgebreid met 1 tot 3 km om rekening te houden met de akoestische impact van geluidsbronnen die zich buiten de gewestgrens bevinden.
- Aan de hand van een steekproef van akoestische metingen van lange duur (5 dagen op 5 locaties) en korte duur (30 min op 3 tot 4 locaties), die specifiek werden uitgevoerd in het kader van het geluidskadaster van het wegverkeer, kon het model worden vastgelegd en/of gevalideerd. Het gaat om dezelfde meetpunten als die welke in 2016 zijn bemonsterd tijdens het vorige kadaster of metingen die onder vergelijkbare omstandigheden zijn uitgevoerd (dezelfde weg en dezelfde afstand tot de weg).
- De cartografie gebeurde met QGIS (3.10). De waarden van de indicator worden (conform de richtlijn) **getoond in stappen van 5 dB(A)**, waarbij de uiterste klassen overeenstemmen met geluidsniveaus lager dan 45 dB(A) voor de ondergrens en hoger dan 75 dB(A) voor de bovengrens. Leefmilieu Brussel paste de gebruikte kleurenschaal toe.
- Binnen dit soort modellering bestaat er een systematische graad van onnauwkeurigheid die te wijten is aan de databank van de aan de voertuigen gekoppelde geluidsemissies alsook aan de berekening van de akoestische voortplanting. De grootteorde van deze onnauwkeurigheden zou ± 3 dB(A) kunnen bedragen.

Bron van de aangewende gegevens:

- Geometrie van de gebouwen (ligging en hoogte) en wegetrajecten (ligging, ...): UrbIS database uit 2021 aangelegd door Paradigm (**Centrum** voor Informatica voor het Brussels Gewest). Om het model lichter te maken en de berekeningstijden te verkorten, werden kleine alleenstaande



gebouwen uitgesloten van het model (hoogte kleiner dan of gelijk aan 4 meter, oppervlakte minder dan 15 m²).

- Topografie (2021): hoogtelijnen met een onderlinge afstand van 2m in het Brussels Gewest & DTM (Digital Terrain Model) en DSM (Digital Surface Model) in het Vlaams Gewest
- Ligging van groene ruimten en watergebieden (2021): Leefmilieu Brussel.
- Geometrie en ligging van tunnels en bruggen: UrbIS, Leefmilieu Brussel (2021), OpenStreetMap (2022). Aan de hand van het DTM en DSM is een nabewerking uitgevoerd om een hoogte toe te kennen aan de wegen die over bruggen of viaducten lopen, waar de topografische gegevens dat toelieten.
- Ligging en geometrie van de geluidswerende muren of bestaande akoestische barrières (2016): Leefmilieu Brussel
- Eigenschappen van de wegen (2021): breedte, rijrichting, hellingen, maximaal toegestane snelheden (MuSti model van Brussel Mobiliteit)
- Wegdekken (2021): UrbIS, Leefmilieu Brussel, gegevens bijgewerkt door Stratec op basis van GoogleStreetView
- Voertuigen worden ingedeeld in 4 categorieën: (1) licht, (2) middelzwaar, (3) zwaar, (4) gemotoriseerde tweewielers. CNOSSOS heeft nog een andere categorie – ‘open categorie’ – die niet is gebruikt.
- De gemodelleerde wegen beperken zich tot deze van het multimodaal strategisch verplaatsingsmodel (MuSti 2021) van Brussel Mobiliteit. Dit zijn de wegen met een relatief intensief gebruik: het gaat om het geheel van de snelwegen, de grootstedelijke wegen, de hoofdassen, een groot deel van de wegen die de wijken onderling verbinden en bepaalde lokale wegen. In de modelleringssoftware kunnen wijzigingen zijn aangebracht in de hoogte of lengte van de wegen, maar niet in hun aanlegbreedte.
- **De verkeergegevens die voor de akoestische modellering werden gebruikt, zijn afkomstig van het MuSti model van Brussel Mobiliteit, gebaseerd op telgegevens van 2018 en geëxtrapoleerd naar de situatie van 2021 (Musti 2021)**, overeenkomend met een gedeeltelijke uitvoering van het Good Move-plan (limiet van 30 km/u op de meeste wegen). Voor elk gemodelleerd traject, per uur en per rijrichting, geeft het Musti-model het volgende weer: de gemiddelde verkeersvolumes van lichte voertuigen (categorieën 1+4) en middelzware tot zware voertuigen (categorieën 2+3), de gemiddelde snelheden van auto's, het aandeel zware voertuigen (categorie 3) en gemotoriseerde tweewielers (categorie 4). Uit deze uurstromen werden de verkeersstromen voor de perioden (dag, avond, nacht) van de akoestische indicatoren afgeleid.
Op secundaire wegen zijn aanzienlijke correcties doorgevoerd (het verloop van het verkeer werd vlotter gemaakt): het verkeer dat in Musti 2021 is gemodelleerd, was soms erg laag in vergelijking met dat in Musti 2018 (ook al is het gebaseerd op dezelfde telgegevens) of met de tellingen die door ASM Acoustics zijn uitgevoerd. Het Musti 2021-model zou daarom het werkelijke verkeer op secundaire wegen onderschatten, door de verschuiving van het verkeer met betrekking tot de Stad 30 van lokale wegen naar hoofdwegen te overschatten.
Er zijn ook correcties aangebracht op secundaire wegen waarvoor zonder duidelijke reden zeer aanzienlijke verschillen in stroom tussen secties werden waargenomen.
- Continue geluidsmetingen op 6 vaste stations in het geluidsmetnet van het BHG (waarvan in 2021 vier stations rechtstreeks de invloed van het lawaai van het wegverkeer ondervonden): Leefmilieu Brussel
- Doelgerichte akoestische en meteorologische metingen op het terrein op 8 tot 9 testlocaties in 2022: ASM Acoustics
- Absorptiecoëfficiënt van de bodem: coëfficiënt tussen 0 voor perfect reflecterende bodems (wateroppervlakken, kale bodems en wegen) en 1 voor perfect absorberende bodems (groene ruimtes van meer dan 5 ha). Er is ook een coëfficiënt van 1 toegekend aan het spoorwegnet, in overeenstemming met het Vlaamse en Waalse Gewest, hoewel het CNOSSOS-model 0,3 aanbeveelt. Voor alle andere bodems werd een standaardcoëfficiënt van 0 overwogen.
- Absorptiecoëfficiënt van de gevel: forfaitaire coëfficiënt voor gladde muren (0,21)
- Meteorologische statistieken van 2011 tot 2021, gebruikt voor de geluidsverspreidingscondities in het model: KMI (Koninklijk Meteorologisch Instituut)

Aanbevolen periodiciteit voor het bijwerken van de indicator:

Desgevallend voorziet de Europese richtlijn 2002/49/EG een periodiciteit van 5 jaar voor het updaten.



3 COMMENTAAR AANGAANDE DE METHODOLOGIE OF DE INTERPRETATIE VAN DE INDICATOR

Beperking van de indicator en gebruiksvoorzorgen:

- De indicator L_{den} stemt overeen met een "globale" indicator op jaarbasis die een begrip van "gemiddelde" blootstelling, gewogen over 24u, uitdrukt. Deze indicator is een weergave van de hinder na weging over een volledige dag. Het geluid van een voorbijrijdend voertuig is daarentegen sterker dan het geluid berekend volgens die indicator.
- De opgestelde modellering vormt een referentiesysteem voor de overheid; de schaal en de graad van nauwkeurigheid laten slechts een globale (gewestelijke) lezing toe, die representatief is voor de jaarsituatie (2021 in dit geval).
- Zoals eerder al aangegeven werden enkel de wegen met een relatief intensief verkeer gemodelleerd: het geheel van snelwegen, grootstedelijke wegen, hoofdassen, een groot deel van de wegen die de wijken onderling verbinden en bepaalde lokale wegen. Het veeleer lokale en minder dichte verkeer op de overige wegen heeft immers een minder ingrijpende akoestische impact op gewestelijk niveau. Vanuit plaatselijk standpunt zou het evenwel verkeerd zijn om ervan uit te gaan dat er op die wegen geen lawaai is.
- Wegdekgegevens worden als onvolledig of onzeker beschouwd: standaardgegevens zijn toegepast.
- Gegevens over geluidsmuren op de weg worden als onvolledig beschouwd.
- Sommige secundaire wegen hebben een gemodelleerde verkeersstroom die lager is dan de werkelijkheid: dit zijn wegen waarvan de doorstroming over de hele lijn wordt onderschat, waarmee geen rekening kon worden gehouden bij de correctie van het model.
- Alvorens vergelijkingen te maken in tijd en ruimte moet vooraf de samenhang van de gebruikte methodes en werkhypothesen worden nagegaan.
- **De CNOSSOS-methodologie verschilt in het bijzonder op drie niveaus van de eerdere NMPB-methode:**
 - **Enerzijds om geluidsbronnen te identificeren en te karakteriseren:** elk voertuig wordt vertegenwoordigd door één enkel geluidsemmissiepunt, waarvan de locatie verschilt afhankelijk van de methode; de classificatie van voertuigen is meer gedetailleerd, met een onderscheid tussen zware voertuigen en het ontstaan van een categorie die specifiek is voor tweewielers (4 voertuigcategorieën vs 2 categorieën vroeger).
 - **Anderzijds om rekening te houden met het wegdek.**
 - **En tot slot, in vergelijking met geluidsvoortplantingsformules en -berekeningen:** de invloed van weersomstandigheden is groter dan bij andere methoden.
- **Er is een belangrijke beperking van de CNOSSOS-methode naar voren gebracht: CNOSSOS is niet representatief voor de werkelijke akoestische voortplanting bij harde wind, gaande van de ontvanger naar de geluidsbron:** het geluidsniveau op grote afstand van de bron wordt dan overschat.

Een vergelijking van de modelleringsresultaten toonde aan dat de CNOSSOS-methode verder van de hoofdwegen geluidsniveaus gaf die 2 tot 5 dB(A) hoger waren dan de NMPB-methode in sterk verstedelijkte gebieden. Omgekeerd gaf het niveau van 2 tot 5 dB(A) lager in de meer open gebieden (bv. in het noorden en zuidoosten van het Gewest).
- Enkel het lawaai aan de oppervlakte werd gemodelleerd. De geluidskadasters houden geen rekening met ondergronds lawaai en trillingen.
- Hoewel de voorstelling van de resultaten zich beperkt tot het Brusselse grondgebied, werd de modellering op een groter gebied toegepast waardoor de randeffecten ter hoogte van de grens met Vlaanderen konden verduidelijkt worden.

Moeilijkheden eigen aan de methodologie:

Beschikbaarheid en nauwkeurigheid van de in het model ingevoerde gegevens

4 VERBANDEN MET ANDERE INDICATOREN OF GEGEVENS (UIT HET RAPPORT OVER DE STAAT VAN HET LEEFMILIEU)

- Berekenende L_{den} -indicatoren voor de overige geluidsbronnen (spoorweg- en luchtverkeer) en voor alle transportgeluidsbronnen (multiblootstelling)
- Blootstelling van de bevolking aan verschillende geluidsbronnen (weg, vliegtuigen, spoorweg)



5 VOORNAAMSTE INSTELLINGEN BETROKKEN BIJ DE ONTWIKKELING VAN GELIJKAARDIGE INDICATOREN (EUROPESE UNIE, BELGIE, ANDERE INDIEN PERTINENT)

- Gezien de Europese richtlijn, tal van instellingen in Europa.
- In België: departement Omgeving van de Vlaamse overheid (Vlaanderen) en Service Public de Wallonie - SPW (Wallonië)

6 BIBLIOGRAFISCHE REFERENTIES (METHODOLOGIE, INTERPRETATIE)

- LEEFMILIEU BRUSSEL, februari 2018. Factsheet Geluid nr. "8. Kadaster van het wegverkeersgeluid in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest". 11 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_8
- LEEFMILIEU BRUSSEL, april 2018. Factsheet Geluid nr. "37. De in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gebruikte geluids- en trillingswaarden". 14 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_37
- LEEFMILIEU BRUSSEL, juli 2018. Factsheet Geluid nr. "41. Brussels wettelijk kader inzake geluidshinder". 10 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid%2041
- LEEFMILIEU BRUSSEL, april 2024. Factsheet Geluid nr. "49. Doelstellingen en methodologie van de geluidskadasters in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest". 20 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_49
- ASM ACOUSTICS, TRACTEBEL & STRATEC, 2023. "Cadastre et cartographie stratégique 2021 du bruit des transports pour la Région de Bruxelles-Capitale". Studie in opdracht van Leefmilieu Brussel. 167 pp (+63 pp bijlagen). Enkel in het Frans. Beperkte verspreiding
- ASM ACOUSTICS & STRATEC, 2018. "Rapport sur la cartographie du bruit du trafic routier en Région de Bruxelles-Capitale – Année 2016". Studie in opdracht van Leefmilieu Brussel. 165 pp. Beperkte verspreiding
- RICHTLIJN (EU) 2015/996 VAN DE COMMISSIE van 19 mei 2015 tot vaststelling van gemeenschappelijke bepalingsmethoden voor lawaai overeenkomstig Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad. PB L 168 van 1.7.2015. 823 pp. p.1-823. Beschikbaar op: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L0996>
- RICHTLIJN 2002/49/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 25 juni 2002, inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai. PB L 189 van 18.07.2002. 14 pp. p.12-25. Beschikbaar op: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049>
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) – Regional Office for Europe, 2018. "Environmental Noise Guidelines for the European Region – Executive summary". 8 pp. Beschikbaar op: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/WHO-EURO-2018-3287-43046-60243>
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) – Regional Office for Europe, 2018. "Environmental Noise Guidelines for the European Region". 181 pp. Beschikbaar op: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>

7 DEKKING IN TIJD EN RUIMTE

Beschikbare tijdreeks:

2006, 2016, 2021

Ruimtelijke dekking van de gegevens:

Het volledige Brussels Hoofdstedelijk Gewest, per maas van 10 m x 10 m

Opmerking: Kadasters op gemeentelijk niveau zullen ook voor 2021 worden opgesteld en aan de betrokken administraties bezorgd.

Datum waarop de indicator voor het laatst werd bijgewerkt:

April 2024

Datum waarop deze methodologische fiche voor het laatst werd bijgewerkt:

Februari 2024

