

INDICATOR: L_{den} VERBONDEN MET HET SPOORVERKEER

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 spoorverkeer in ruimtelijke zin?

Context van de indicator:

- Door de indicator ondersteunde milieuproblematiek: Beheer van geluidsoverlast die samenhangt met het spoorverkeer 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 spoorverkeer werd voor het eerst opgesteld in 1993, en vervolgens voor de referentiejaar 2006, 2016 en laatst 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, SRMII in 2016 en daarvoor), modelleringssoftware (CadnaA in 2021 en 2006 vs IMMI in 2016), akoestische classificatie van het rollend materiaal (afkomstig van de CNOSSOS-classificatie in 2021, van de Belgische classificatie in 2016 en van die van Nederland in 2006), rekening houdend met de gemiddelde 'echte' treinsnelheden in 2021 in plaats van de voorheen toegestane maximumsnelheden ...

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 spoorweglawaai zijn deze gedefinieerd voor de buitenkant van gebouwen, aan de gevel:
 - Over 24 uur stemt een L_{den} van 54 dB(A) overeen met de drempel waarboven schadelijke gevolgen voor de gezondheid worden verwacht;
 - 's nachts verstoort een L_n van 44 dB(A) waarschijnlijk de slaap.
- Op niveau van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest:
 - Toepassing van de drempelwaarden eigen aan het spoorweglawaai, gedefinieerd aan de buitenkant van gebouwen in het verlengde van gevels en vastgelegd in de overeenkomst betreffende geluid en trillingen van de spoorweg tussen Infrabel en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, ondertekend op 30 juni 2023. Deze drempelwaarden hebben een bindend karakter:
 - Dringende interventiewaarden: L_{den} van 76 dB(A) en L_n van 68 dB(A)
 - Drempelwaarden die niet mogen worden overschreden: L_{den} van 73 dB(A) en L_n van 65 dB(A)
- Op Europees niveau:
De Europese Richtlijn 2002/49/EG inzake de evaluatie van omgevingslawaai stelt **rapporтерingsdrempels** 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 spoorverkeer 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 geluidskarten moeten geharmoniseerde geluidsbelastingindicatoren worden aangewend: L_{den} (day-evening-night equivalent level), om de ondervonden hinder te evalueren, 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:

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

De indicator wordt over een kalenderjaar voor de referentieperiode "globaal jaar" berekend.

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 de spoorweg").
- **De modellering werd verwezenlijkt met behulp van de software CadnaA XL (versie 2022), 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.
- Met uitzondering van de tunnelgedeelten (15 km) werd het volledige Brusselse spoorwegnet gemodelleerd (162 km spoorwegen en 12 lijnen).
- Aan de hand van een steekproef van akoestische metingen kon het model worden vastgelegd en/of gevalideerd.
- 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 treinen 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): UrbIS database (2021) aangelegd door Paradigm (Centrum voor Informatica voor het Brussels Gewest). Om het model lichter te maken en de berekeningstijden te verkorten, werden kleine geïsoleerde 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.
- Ligging en geometrie van tunnels, kunstwerken en bruggen: UrbIS, Leefmilieu Brussel & Infrabel (2021), OpenStreetMap (2022). Aan de hand van het DTM en DSM is een nabewerking uitgevoerd om een hoogte toe te kennen aan de kunstwerken die als bruggen of bovengrondse overgangen zijn opgenomen.
- Ligging en geometrie van de geluidswerende muren of bestaande akoestische barrières (2021): Infrabel, NMBS en Leefmilieu Brussel. Deze geluidsschermen zijn in het model akoestisch onderverdeeld in 3 klassen.
- Inventaris van gedeelten van spoorweglijnen en hun maximaal toegestane snelheid (2021): Infrabel
- Inventaris van operationele punten van het spoorweganet (2021): Infrabel
- Eigenschappen van de sporen in 2021 (geometrische beschrijving – sommige in 3D - en bekleding van de sporen): Infrabel. De geometrische beschrijving van de sporen is het onderwerp geweest van talrijke correcties.
- Inventaris en typologie van de spooraanleg (onderlegplaten en dwarsliggers) (2021): Infrabel. Deze gegevens zijn ingedeeld volgens de CNOSSOS-categorieën die specifiek zijn voor onderlegplaten enerzijds en dwarsliggers anderzijds.
- De typologie van treinen per samenstelling en per gedeelte is opgesomd volgens de akoestische classificatie van de CNOSSOS-methode (2021): Infrabel. Voor passagierstreinen was de correspondentie tussen CNOSSOS en CadnaA perfect. Voor goederentreinen was dat voor 87% van de treinen. Voor de overige 13% werden standaardwaarden toegewezen.
- Verkeersgegevens die representatief zijn voor het jaar 2021 voor het passagiers- en het vrachtvervoer (stroom en **werkelijke gemiddelde snelheid van treinen**, per treintype en per baansectie): NMBS en Infrabel
- Continue geluidsmetingen op 6 vaste stations in het geluidsmetnet van het BHG (waarvan in 2021 3 stations de rechtstreekse impact ondergaan van het lawaai van het spoorverkeer): Leefmilieu Brussel
- Doelgerichte akoestische en meteorologische metingen op het terrein op 8 testlocaties in 2022: Tractebel
- 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 spoorweganet, 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
- 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 voorbijrijdende trein 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).
- Alvorens vergelijkingen te maken in tijd en ruimte moet vooraf de samenhang van de gebruikte methodes en werkhypothesen worden nagegaan.



- **In het bijzonder verschilt de CNOSSOS-methodologie op twee niveaus van eerdere methoden:**
 - **Enerzijds om geluidsbronnen te identificeren en te karakteriseren:** emissiehoogtes variëren afhankelijk van de fysieke bron van het geluid (rollen, tractie, aerodynamica, impact, piepen ...); de classificatie van voertuigen is zeer gedetailleerd (er wordt met name rekening gehouden met het type rem en de ruwheid van het wiel), evenals de classificatie van sporen (waarbij rekening wordt gehouden met de ruwheid van de rail, van het type onderlegplaat ...).
 - **Aan de andere kant, in vergelijking met geluidsvoortplantingsformules en -berekeningen:** de invloed van weersomstandigheden is groter dan bij andere methoden.
- **Er zijn twee belangrijke beperkingen van de CNOSSOS-methode naar voren gebracht:**
 - In de eerste plaats **modelleert CNOSSOS snelheden onder de 50 km/u slecht:** voor de betrokken gedeelten, zoals de omgeving van stations, bevatten de resultaten van de modellering dus fouten.
 - Ten tweede **is CNOSSOS 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.
- Enkel het lawaai aan de oppervlakte werd gemodelleerd. In de geluidskadasters zijn het ondergrondse lawaai en de trillingen niet opgenomen.

Moeilijkheden eigen aan de methodologie:

Beschikbaarheid en nauwkeurigheid van de in het model ingevoerde gegevens

Aanvullende of alternatieve indicatoren ("ideale" indicator):

Om de hinder weer te geven die wordt ervaren door een geluid dat hoofdzakelijk door "geluidspieken" wordt gekenmerkt en samenhangt met gebeurtenissen (voorbijrijdende treinen) is het nuttig om daarnaast te beschikken over een "eventindicator" die de frequentie van de overschrijdingen en/of de amplitude van deze gebeurtenissen weergeeft. Er bestaan 3 types: de maximale geluidspiek (bijvoorbeeld L_{Amax}), het aantal geluidspieken afkomstig van het restgeluid of het aantal gebeurtenissen boven een bepaald geluidsniveau (zoals NAT70, aantal kortstondige gebeurtenissen die een waarde van 70 dB(A)) overschrijden. Raadpleeg voor bijkomende bijzonderheden de specifieke bibliografische gegevens van geluidshinder door het spoorverkeer.

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

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

5 VOORNAAMSTE INSTELLINGEN BETROKKEN BIJ HET ONTWIKKELEN 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, maart 2024. Factsheet Geluid nr. "6. Kadaster van het spoorweggeluid in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest". 14 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_6
- 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%2037
- 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". 19 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
- TRACTEBEL, 2018. “Rapport sur la cartographie du bruit du trafic ferroviaire en Région de Bruxelles-Capitale – Année 2016”. Studie in opdracht van Leefmilieu Brussel. 128 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), 1999. “Guidelines for community noise, Geneva”. 161 pp. Beschikbaar op: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>
- 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:

Maart 2024

