

INDICATOR: BLOOTSTELLING VAN DE BEVOLKING AAN VERKEERSLAWAAI

THEMA: GELUID

1 BELANG VAN DE INDICATOR EN ELEMENTEN VOOR INTERPRETATIE

Vraag achter de indicator:

Welk percentage van de inwoners wordt potentieel blootgesteld aan geluidsniveaus (L_{den} en L_n) die samenhangen met het transport (weg-, lucht- en spoorverkeer)?

Context van de indicator:

- Door de indicator ondersteunde milieuproblematiek: beheer van geluidsoverlast die samenhangt met de lawaaihinder buiten de woningen door transport (weg-, lucht- en 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 geluidsplan QUIET.BRUSSELS (derde geluidsplan, goedgekeurd in 2019).

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

Het beperken van het aantal personen blootgesteld aan geluidsniveaus die gevolgen kunnen inhouden voor de gezondheid. De geluidsniveaus die niet mogen worden overschreden, zijn meer bepaald:

- Wereldgezondheidsorganisatie: Niet-bindende **richtwaarden van de WGO** - Regionaal bureau voor Europa (die overeenstemmen met een bepaald kwaliteitsdoel van het omgevingslawaai en moeten worden nagestreefd voor een bevredigende akoestische situatie), **die in 2018 werden herzien**. De **nieuwe richtlijnen** bevelen aan dat de volgende geluidsniveaus buiten de woning niet mogen overschreden worden:
 - 53 dB(A) in L_{den} en 45 dB(A) in L_n voor het lawaai afkomstig van het wegverkeer,
 - 54 dB(A) in L_{den} en 44 dB(A) in L_n voor het lawaai afkomstig van het spoorverkeer,
 - 45 dB(A) in L_{den} en 40 dB(A) in L_n voor het lawaai afkomstig van het luchtverkeer.De L_{den} -drempelwaarden stemmen overeen met niveaus waarboven "ernstige hinder" wordt ervaren binnen de woning; de L_n -drempelwaarden gelden als sterk slaapverstorend.
- 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.
- Op het niveau van het BHG:
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).

Andere commentaren:

- De blootstelling van de bevolking wordt bepaald aan de hand van de geluidsbronnen die voor het Brussels Gewest werden geïdentificeerd als zijnde de voornaamste. Het betreft meer bepaald het lawaai dat samenhangt met het transport (weg-, lucht- en spoorvervoer). Er wordt daarbij dus geen rekening gehouden met het industrieel lawaai, noch met buurlawaai.
- De beoordeling van de geluidsoverlast die samenhangt met de vervoersmodi stemt overeen met een **modellering die de voorschriften van de Europese richtlijn 2002/49/EG** aangaande het

omgevingslawaaai **naleeft**. In dit verband formuleerde de Richtlijn 2002/49/EG aanbevelingen voor de **modelleringsmethodes** (Bijlage II, herzien bij Richtlijn 2015/996).

- De uitvoering van deze richtlijn berust op het in kaart brengen volgens gemeenschappelijke methodes van de blootstelling aan lawaai, en, prioritair, voor de grote agglomeraties, van 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) en L_n (night equivalent level).
- **Sinds 2021 is CNOSSOS de nieuwe methode aanbevolen door de Richtlijn** zowel voor de geluidsbelastingkaarten als voor het berekenen van de blootstelling van de bevolking.
 - CNOSSOS wordt toegepast voor de geluidsbelastingkaarten van het weg- en spoorwegverkeer van 2021 en voor die van het luchtverkeer sinds 2023. Door een gebrek aan beschikbare gegevens werd echter de oude methode aanbevolen door de Richtlijn - ECAC 2^{de} editie - gebruikt voor de strategische geluidsbelastingkaart voor luchtverkeer voor 2021.
 - CNOSSOS wordt sinds 2021 ook gebruikt voor de berekeningen van de blootstelling van de bevolking. Ze verdeelt geluidsniveaus **over de hele gevel van het woongebouw, op verschillende ontvangtpunten**. In de oude methode waren de geluidsniveaus die voor een bepaald gebouw in aanmerking werden genomen, de niveaus die werden beoordeeld voor de meest blootgestelde gevel, op één enkel ontvangtpunt.
- Voor het lawaai verbonden aan het luchtverkeer werden de L_{den} en L_n indicatoren ook voor de weekends en voor de werkdagen berekend.

2 METHODOLOGISCHE FUNDERINGEN

Definitie:

De indicator is een raming van het **aantal bewoners** van gebouwen (het gaat m.a.w. om de residerende bevolking) **blootgesteld** aan verschillende gamma's geluidsniveaus (geleverd voor de indicatoren L_{den} en L_n)

Eenheid:

Percentage bewoners (= aantal personen die in blootgestelde woningen leven op het totaal aantal bewoners)

Opmerking: het aantal bewoners wordt op het dichtste honderdtal afgerond.

Berekeningswijze en aangewende gegevens:

- **Conform de Europese richtlijn 2002/49/EG kan de blootstelling van de Brusselse bevolking aan de hand van de geluidsbelastingkaarten worden geraamd.**

De geluidsbelastingkaarten zijn het resultaat van een modellering van de geluidsniveaus op het Brusselse grondgebied en worden voorgesteld als een regelmatig raster (mazen van 10 x 10 m voor het weg- en spoorlawaai, en van 100 x 100 m voor het geluid van luchtverkeer).

De geluidsniveaus werden onder meer geëvalueerd op basis van de geluidsindicator L_{den} (day-evening-night, namelijk dag-avond-nacht), uitgedrukt in dB(A), wat overeenstemt 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. De L_{den} indicator wordt als volgt berekend:

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

De "akoestische modellering" stemt overeen met een **raming van de geluidsniveaus die op ieder punt van het model** worden ervaren (het gaat dus om immissiewaarden, m.a.w. ervaring bij de ontvangst), op een hoogte van 4 m boven de grond, en voor het weg- en spoorweglawaai, op een afstand van 2 m van een gevel. **De onzekerheidsmarge die met deze modellering samenhangt, werd geraamd op ± 3 dB(A) voor het weg- en het spoorweglawaai en op ± 2 dB(A) voor het luchtverkeerslawaai.**

- **De voor huisvesting bestemde gebouwen** werden bepaald door een kruising tussen de lokalisatie van de gebouwen en de ruimtelijke verdeling van de bevolking (per coördinaten XY).



De bevolkingspunten die geen gebouw overlappen werden aan het dichtstbijzijnde gebouw verleend. Bevolkingspunten die geen gevoelig gebouw (zoals een ziekenhuis of school) kruisten, werden uitgesloten van de analyse van de strategische geluidsbelastingkaarten voor het weg- en spoorwegverkeer in 2021. Ze worden daarentegen wel opgenomen in de analyse van de kaarten voor luchtverkeerslawaai.

Voor woningen die aan weg- en spoorlawaai blootgesteld zijn wordt bovendien beroep gedaan op de concepten van "**meest blootgestelde gevel**" en "**rustige gevel**". De "meest blootgestelde gevel" wordt omschreven als de buitengevel die zich het dichtst bij de specifieke geluidsbron bevindt (conform de richtlijn). Men stelt dat een woning een "rustige" gevel heeft wanneer het verschil in geluidsniveaus tussen de twee gevels groter is dan 20 dB(A). In het geval van geluid van luchtverkeer zijn deze concepten niet pertinent omdat het gebouw in zijn geheel wordt overvlogen.

- De methode die sinds 2021 wordt gebruikt om **de blootstelling van de bevolking** te beoordelen is de CNOSSOS-methode: deze **verdeelt de geluidsniveaus over alle gevels en op meerdere ontvangtpunten per blootgestelde gevellengte**, zodra deze meer dan 5 meter lang is. Het aantal bewoners dat aan een ontvangtpunt wordt toegewezen, wordt gewogen met de lengte van de gevel: het totale aantal ontvangtpunten komt dus overeen met het totale aantal bewoners in het gebouw.
- CNOSSOS maakt het mogelijk om rekening te houden met de verdeling van geluidsniveaus over de hoogte van gebouwen. Omdat het aantal verdiepingen van gebouwen echter niet bekend is, worden alle inwoners van een gebouw toegewezen aan de 1^{ste} verdieping (op een hoogte van 4 meter).

Bron van de aangewende gegevens:

- Modellering van de geluidsniveaus L_{den} en L_n voor het **weg- en het spoorweglawaai** voor het **referentiejaar 2021**: ASM Acoustics, Tractebel & Stratec (2023)
- Modellering van de geluidsniveaus L_{den} en L_n voor het **luchtverkeerslawaai** voor het jaar **2024**: Leefmilieu Brussel (2025)
- Jaarlijkse modellering van de geluidsniveaus L_{den} en L_n voor het geluid van het luchtverkeer sinds 2009: Leefmilieu Brussel
- Geometrie van de gebouwen (ligging en hoogte): UrbIS database uit 2021 aangelegd door Paradigm (Centrum voor Informatica voor het Brussels Gewest)
- Bevolking: Statbel, **aantal inwoners per coördinaten XY** op 31/12/2021 voor het weg- en het spoorweglawaai, op 31/12/2023 voor het luchtverkeerslawaai

Aanbevolen periodiciteit voor het bijwerken van de indicator:

Afhankelijk van de bijwerking van de geluidskadasters (desgevallend voorziet de Europese richtlijn 2002/49/EG een **periodiciteit van 5 jaar**). 2006, 2011, 2016 en 2021 zijn referentiejaar in de zin van de richtlijn. De evolutie van de toestand in het BHG in 2011 voor het weg- en spoorwegverkeer was onvoldoende relevant om een actualisering van het kadaster te rechtvaardigen.

Voor het lawaai verbonden aan het luchtverkeer wordt het kadaster elk jaar sinds 2009 bijgewerkt, met uitzondering van 2022.

3 COMMENTAAR AANGAANDE DE METHODOLOGIE OF DE INTERPRETATIE VAN DE INDICATOR

Beperking van de indicator en gebruiksvoorzorgen:

- De geraamde blootstelling stemt overeen met een **potentiële blootstelling** en niet met de werkelijke blootstelling; men baseert zich nl op de "bewoners" van de panden en niet op de personen die zich overdag werkelijk ter plaatse bevinden. Bovendien is die blootstelling **overschat**, omdat het totaal aantal bewoners van een bepaald gebouw wordt beschouwd als zijnde wonend op de 1^{ste} verdieping.
- Het gemodelleerde lawaai is het **(immissie)lawaai waargenomen buiten de gebouwen**. Het houdt dus geen rekening met de verschillende strategieën die op het niveau van de woningen worden toegepast ter bestrijding en ter voorkoming van lawaai (vb. akoestische isolatie van de gebouwen) en die de binnenshuis waargenomen geluidshinder kunnen milderen.
- We vestigen ook de aandacht op het feit dat het gebruik van de voorgestelde resultaten moet rekening houden met het subjectieve karakter van de **geluidsperceptie** door de inwoners. De wijze waarop de inwoners omgevingslawaai beleven, hangt immers ook af van andere parameters dan de blootstelling: de bronnen van het lawaai, het tijdstip van de dag maar o.a. ook de persoonlijke eigenschappen van de bewoners en de toestand van hun woning beïnvloeden de perceptie van lawaai. Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (2018) zou bij een identiek



geluidsniveau (en boven 55 dB(A)) het lawaai van vliegtuigen door de bevolking als het meest hinderlijk worden ervaren, gevolgd door het spoorweglawaai en tot slot het weglawaai. Bovendien wordt bij een identiek geluidsniveau nachtlawaai als hinderlijker ervaren dan lawaai 's avonds en overdag. Tot slot blijkt uit een onderzoek (Bron: de milieubarometer van Leefmilieu Brussel, 2017) dat bij een gelijke omgeving, jongeren, personen die in een huis wonen doorgaans iets minder kritisch zijn ingesteld. De geografische locatie van hun woning beïnvloedt ook hun perceptie.

- Merk ook op dat de potentiële blootstelling hier **per geluidsbron** (van het transport) wordt voorgesteld. De beoordeling van het omgevingslawaai is vaak een gevolg van meerdere geluidsfactoren die zich eventueel kunnen samenvoegen ("multiblootstelling"). Binnen deze lawaafactoren wordt buurlawaai (dat hier niet aan bod komt) vaak als hinderlijker ervaren dan lawaai van bepaalde transportmodi.
- Het concept van de "rustige gevel" moet omzichtig worden geïnterpreteerd; een gevel kan immers "rustig" zijn ten aanzien van een specifieke geluidsbron, maar dan weer "gevoelig" voor andere geluidsbronnen.
- De indicator L_{den} stemt overeen met een "globale" indicator die een begrip van "gemiddelde" blootstelling uitdrukt, gewogen over 24u. 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 in dit geval representatief is voor de jaarsituatie. Enkel het lawaai aan de oppervlakte werd gemodelleerd. De geluidskadasters sluiten dus trillingen en ondergronds lawaai uit.
- Alvorens vergelijkingen te maken in tijd en ruimte moet vooraf de samenhang van de gebruikte methodes en werkhypothesen worden nagegaan. In het bijzonder **moet grote zorgvuldigheid worden betracht bij het vergelijken van de blootstelling aan weg- en spoorweggeluid tussen 2021 en 2016**: zowel de methoden voor het modelleren van geluidsniveaus als de methode voor het berekenen van de blootstelling van de bevolking verschillen. **Hetzelfde geldt voor de blootstelling aan luchtverkeerslawaai vóór, tijdens en na 2021**: de methode voor de beoordeling van de blootstelling van de bevolking is in 2021 gewijzigd, terwijl de methode voor het modelleren van geluidsniveaus sinds 2023 is gewijzigd.

Moeilijkheden eigen aan de methodologie:

Beschikbaarheid en nauwkeurigheid van de in het model ingevoerde gegevens om de kadasters op te stellen

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

- Berekende en in kaart gebrachte L_{den} - en L_n -indicatoren voor de grondgebieden die aan transportlawaai worden blootgesteld (weg-, spoor- en luchtverkeer)

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)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
- LEEFMILIEU BRUSSEL, april 2025. "Cartographie du bruit des avions – Année 2024". 10 pp. Beschikbaar op (enkel in het Frans): https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/NOT_202504_CartoBAV2024
- LEEFMILIEU BRUSSEL, februari 2024. "Cartographie du bruit des avions – Année 2021". 65 pp. Beschikbaar op (enkel in het Frans): https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/RAP_202403_CadastreBtAv2021.pdf



- 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 (enkel in het Frans)
- 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 (enkel in het Frans)
- LEEFMILIEU BRUSSEL, januari 2018. “Cartographie du bruit du trafic aérien en Région de Bruxelles-Capitale – Année 2016”. 67 pp. Beschikbaar op (enkel in het Frans): https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/RAP_20180115_CadastreBtAv2016.pdf
- LEEFMILIEU BRUSSEL, maart 2018. Factsheet Geluid nr. “1. Perceptie van de geluidsoverlast in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest”. 25 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_1
- LEEFMILIEU BRUSSEL, februari 2024. Factsheet Geluid nr. “7. Blootstelling van de Brusselse bevolking aan het geluid afkomstig van de spoorwegen”. 10 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_7
- LEEFMILIEU BRUSSEL, februari 2024. Factsheet Geluid nr. “9. Blootstelling van de Brusselse bevolking aan het wegverkeersgeluid”. 12 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_9
- LEEFMILIEU BRUSSEL, januari 2025. Factsheet Geluid nr. “37. De in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gebruikte geluidswaarden”. 16 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_37
- LEEFMILIEU BRUSSEL, januari 2025. Factsheet Geluid nr. “41. Brussels wettelijk kader inzake geluidshinder en trillingen”. 11 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_41
- LEEFMILIEU BRUSSEL, november 2023. Factsheet Geluid nr. “46. Blootstelling van de Brusselse bevolking aan het geluid afkomstig van het luchtverkeer”. 12 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_46
- LEEFMILIEU BRUSSEL, april 2024. Factsheet Geluid nr. “49. Doelstellingen en methodologie van de geluidskadasters in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest”. 18 pp. Beschikbaar op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Geluid_49
- 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 (ook in het Frans): <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 en 2021 voor het weg- en spoorweglawaai
- 2006 en 2009-2021 en 2023-2024 voor het luchtverkeerslawaai

Ruimtelijke dekking van de gegevens:

Globale indicator voor het volledige Brussels Gewest (unieke waarde)

Meest recente bijwerking van de indicator:

Oktober 2025

Meest recente bijwerking van de methodologische fiche:

Oktober 2025

