



29. GELUID EN TRILLINGEN TE WIJTEN AAN HET SPOORWEGVERKEER

1. Context

Voor hetzelfde geluidsniveau veroorzaakt het spoorwegverkeer minder overlast dan het weg- en het luchtverkeer (Europese Commissie, 2002 – zie factsheet nr.3). Dit kan worden verklaard door het verschil in frequentiesamenstelling van het geluid en door de stille periodes tussen de gebeurtenissen die het lawaai veroorzaken (de Vos, 1997). Anderzijds blijkt uit het kadaster van het spoorweggeluid (zie factsheet nr.7) dat een in verhouding klein deel van de bevolking in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest hinder ondervindt van het railverkeerslawaai.

Niettemin is het belangrijk om aandacht te besteden aan dit probleem, onder meer omwille van:

- de gewenste vervanging van wegverkeer door railverkeer in het kader van het mobiliteitsbeleid;
- de levensduur van het rollend materieel. De technische aanpassingen met betrekking tot de geluidsbeperking kunnen niet zo snel worden doorgevoerd als voor het wegverkeer;
- de nabijheid van de gebouwen in een stadsomgeving;
- het feit dat de treinen hoofdzakelijk aan de zijde van de stille gevels rijden.

De fiche geeft een overzicht van de oplossingen, voorgesteld door 2 studies die in opdracht van Leefmilieu Brussel werden uitgevoerd (D2S, 1998 en Technum, 2002). Zij presenteert ook de wetgevende initiatieven van de Europese Commissie en de maatregelen van de NMBS met betrekking tot het (Belgisch) aanbod van spoorwegverkeer.

2. Emissie van geluid en trillingen

Het geluid bij de emissie wordt beïnvloed door de kenmerken van het rollend materieel en van de spoorweginfrastructuur en door lokale omstandigheden die zelf het gevolg zijn van de exploitatie en het beheer van het spoorwegverkeer.

Om het geluid te beschrijven, moet een onderscheid worden gemaakt tussen "luchtgeluid" en "contactgeluid".

2.1. Luchtgeluid

Het luchtgeluid verspreidt zich via de lucht.

Het via de lucht verspreid rijgeluid afkomstig van het spoorwegverkeer wordt veroorzaakt door:

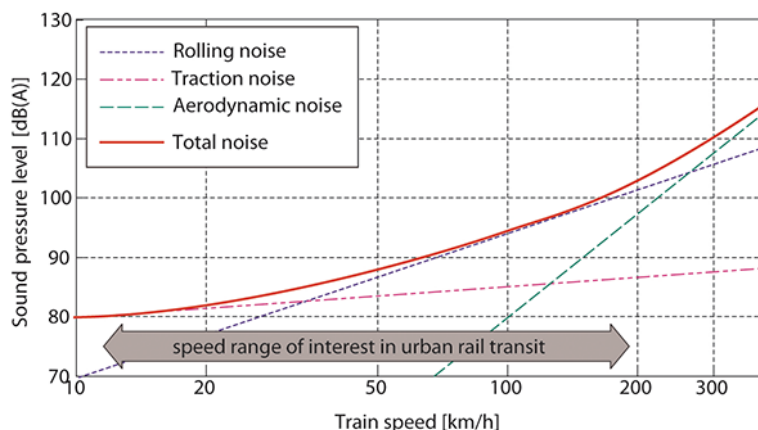
- het contact wiel-rail;
- de motor;
- hulpuitrusting zoals compressoren, generatoren, ventilatie;
- de aerodynamische eigenschappen van de treinen
- de geluidsafstraling van andere structuren zoals metalen bruggen.

Afhankelijk van de snelheid kan de één of andere geluid veroorzakende factor, sterker doorwegen. Wanneer de snelheid minder dan 20 km/u bedraagt, overheerst het geluid van de motor en de hulpuitrusting. Tussen 50 en 150 km/u is vooral het geluid veroorzaakt door het contact wiel/rail hoorbaar. Voor snelheden boven 200 km/u overheerst het aerodynamische geluid.



Figuur n°29.1: Overzicht van de luchtgeluidsbronnen afhankelijk van de snelheid van de trein

Bron: K. Vogiatzis & G. Kouroussis, 2017



Indien het loopvlak van wielen en rails perfect glad zou zijn, zou er bij het rollen geen rolgeluid optreden, overigens zou remmen of versnellen dan ook uiterst moeilijk worden. Dit oppervlak vertoont oneffenheden (1 tot enkele tientallen micrometer); deze veroorzaken tijdens het rijden van de trein trillingen van wiel en rail die aan de oorsprong liggen van het luchtgeluid.

Dit via de lucht verspreide rolgeluid voegt zich bij dat van de lokale geluidsbronnen die potentieel aanzienlijk kunnen zijn: het piepen in bochten, het botsen van wagens op rangeerterreinen, typische stationsgeluiden (zoals het remgeluid, omroepen en fluitsignalen) of het geluid van overwegbellen (de Vos, 1997).

2.2. Contactgeluid en trillingen

Het contactgeluid verspreidt zich via vaste lichamen (bodem, gebouwen, ...).

De doortocht van een trein veroorzaakt trillingen in het spoor. Die worden door de bodem overgebracht naar de belendende gebouwen waarvan de muren gaan trillen en, door contact met de omgevingslucht, een contactgeluid voortbrengen. Het contactgeluid is enkel dominant ten opzichte van het luchtgeluid in bijzondere gevallen, nl. bij ondergrondse treinen of in lokalen onder de grond of binnen in gebouwen. De trillingen op zich kunnen hinderlijk zijn voor personen en bij een hoog niveau zelfs schade berokkenen aan gebouwen.

De overbrenging van de trillingen en hun omzetting in contactgeluid in het lokaal zijn complexe verschijnselen die via diverse koppelingen verlopen:

- de koppeling spoorstaaf – bodem;
- de koppeling bodem – gebouw;
- de transmissie en de verstrooiing binnen het gebouw;
- de afstralingsefficiëntie van de wanden.

3. Het geluid van het spoorwegverkeer verminderen

3.1. Technische oplossingen

Er zijn 3 methoden om de geluidsemissies van het spoorwegverkeer te verminderen:

- de ruwheid van de rails en/of van de wielen verminderen;
- de reactie van de rails en/of van de wielen verminderen;
- het geluid afkomstig van de motor van het rollend materieel verminderen.

3.1.1. Ruwheid

Op het spoor is ruwheid zeer lokaal aanwezig in de vorm van zogenaamde golfslijtage, waarbij een zeer karakteristieke golflengte optreedt. Deze ruwheid wordt weggeslepen om een gladder oppervlak te verkrijgen en zo het geluid en andere problemen te bestrijden, maar kan na korte tijd terugkeren. Infrabel meet de draagwijdte van die slijtage om te bepalen op welke trajecten men prioritair de spoorstaven moet gladslijpen.



Door het remmen met gietijzeren remblokken op stalen wielen ontstaan op het loopvlak van de wielen beschadigingen. Door het gebruik van schijfremmen in plaats van blokremmen (eventueel aangevuld met andere remsystemen zoals een electro-dynamische rem of een magneetrem, zie Janssen, 1996) blijven de wielen langer glad en wordt de karakteristieke ruwheid (en dus ook de geluidsproductie) met ongeveer 10 dB(A) verminderd, ook al keert ze later terug (de Vos, 1997).

3.1.2. Reactie van de combinatie spoorstaaf-wiel

Men zou de demping van de wielen kunnen verhogen maar deze maatregel is weinig efficiënt. Een andere maatregel op de wagen zelf is het aanbrengen van schermen (zogenaamde schorten) rondom de draaistellen. Deze ingreep is evenmin erg doeltreffend (geluidsreductie van minder dan 2 dB(A)).

Op het niveau van de rails kan men wel door een soepele spoorconstructie (demping van de trillingen) een geluidsreductie bekomen. De trillingen veroorzaakt door het contact tussen sporen en wielen, verspreiden zich in de sporen. De trillingen in de sporen brengen een kenmerkend geluid voort vóór de trein aankomt. De keuze van de spoorconstructie beïnvloedt niet alleen de demping van de trillingen maar kan ook de geluidsabsorptie in de directe omgeving van het spoor verhogen (door het gebruik van ballast). De techniek van de soepele spoorconstructie wordt door Infrabel steeds meer gebruikt omdat hij ook de levensduur van de ballast verlengt. De volgende tabel geeft voor de diverse spoorconstructies een overzicht van de verhoging van het geluidsniveau van de sporen en opzichte van de referentie "betonnen dwarsligger met ballast", zoals gedefinieerd door de nationale berekeningsmethode van Nederland, "StandaardRekenmethode II" (SRMII) uit 1996. Richtlijn 2002/49/EG beveelt de SRMII-methode aan voor het onderzoek van het spoorweggeluid.

Tabel 29.2:

Invloed van de spoorconstructie op het geluidsniveau in de omgeving	
Bron: Standaard rekenmethode II, 1996 (Nederland)	
Type spoorconstructie	Gemiddelde correctieterm
betonnen dwarsligger met ballast	0 dB(A)
houten dwarsligger met ballast	+ 1,5 dB(A)
directe plaatsing op beton, bedekt met ballast	+ 3,0 dB(A)
zone met wissel, met ballast	+ 3,5 dB(A)
directe plaatsing op beton, zonder ballast	+ 6,0 dB(A)

Een andere oplossing bestaat in het beperken van het aantal assen of draaistellen. Bij de TGV bijvoorbeeld worden twee rijtuigbakken op één draaistel geplaatst. Het nut van die aanpak wordt echter beperkt door de maximumbelasting per as en per wiel.

3.1.3. De motoren van het rollend materieel

De Europese Commissie ijvert voor een Europese homologatienorm voor locomotieven. Zij heeft een wetgevend initiatief genomen om het geluid aan de bron te beperken door het opleggen van productnormen voor het nieuwe rollende spoorwegmaterieel of voor het bestaande materieel als dat wordt omgebouwd met het oog op een noodzakelijke nieuwe certificering (DG Milieu, 2010, p. 451): "Die TSI (Technische Specificatie Interoperabiliteit) van het conventionele trans-Europese spoorwegsysteem beperkt het geluid van locomotieven, elektrische motorstellen, met diesel aangedreven treinstellen, goederenwagons en -stellen. Er zijn geluidslimieten gespecificeerd voor het lawaai bij het stoppen, het vertrekken, tijdens het rijden en in de stuurcabine. De geleidelijke vernieuwing van het rollend materieel en de spoorweginfrastructuur zal het treinverkeer op termijn stiller maken."

3.2. Technische oplossingen voor de trillingen

De mogelijkheden om de productie van trillingen aan de bron te verminderen, zijn dezelfde als de in de vorige paragraaf opgesomde mogelijkheden voor geluidsreductie.

Er kan ook worden ingegrepen op het niveau van de overdrachtsweg van de trillingen, door:

- isolatie tussen de rail en de dwarsligger: de mogelijkheden zijn beperkt gezien de stabiliteitseisen die aan de rails gesteld worden;



- isolatie tussen de dwarsligger of het spoor en de bodem: er bestaan verschillende isolatieproducten voor onder de dwarsligger en voor onder de sporen (ballastmatten);
- isolatie tussen de fundering en het gebouw: door het gebruik van "vlottende gebouwen".

Deze maatregelen moeten op het ogenblik van de aanleg zelf genomen worden, gezien de hoge kosten is het praktisch onmogelijk om deze nadien nog aan te brengen.

3.3. Andere oplossingen

Naast het gebruik van minder lawaaiërende treinstellen en baanconstructies kan men het lawaai aan de bron ook beperken door verkeersmaatregelen. Het gaat dan over het beperken van het aantal treinen per uur en het beperken van de snelheid. Het verschuiven van vervoer in de nachtperiode naar vervoer in de avond en de dag kan de ondervonden nachtelijke hinder ook sterk verminderen. Deze maatregelen zijn natuurlijk moeilijk te combineren met een zo rendabel mogelijke benutting van de (dure) infrastructuur (de Vos 1997).

De maatregelen met betrekking tot de overbrenging van het geluid en de trillingen berusten op het handhaven van een zekere afstand tussen het spoor en de woningen, wat moeilijk uitvoerbaar is in een dichtbevolkte stedelijke omgeving zoals het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, of in het plaatsen van beschermende voorzieningen zoals schermen (absorberende schermen langs het spoor) en berm (minder interessant op het vlak van de benutting van de ruimte).

Ten slotte kan men, als laatste redmiddel, op het niveau van de ontvanger (van het geluid) ingrijpen door middel van gevelisolatie. Omdat railverkeerslawaai een andere spectrale samenstelling heeft dan wegverkeerslawaai kan een bepaalde gevelconstructie (suskast, dubbel glas) soms voor railverkeerslawaai een hogere geluidswering vertegenwoordigen dan voor wegverkeerslawaai (de Vos 1997).

Bij de nieuwe infrastructuurprojecten wordt er meer aandacht besteed aan de geluidsaspecten. Zo wordt een nieuwe TGV-lijn bv. ingeplant naast een autosnelweg. Dit is het geval voor de lijn tussen Brussel en Antwerpen en deze tussen Brussel en Luik. Ook tunnels en geluidsschermen worden regelmatig toegepast.

3.4. Wetgeving, regelgeving en overeenkomsten

De Europese Unie is bevoegd voor de productnormen die tot doel hebben de geluidsemisatie te beperken. Maatregelen om de geluidsimmissie te beperken daarentegen, maken deel uit van het milieubeheer en zijn in België dus een bevoegdheid van de gewesten.

Door middel van de Technische Specificaties voor Interoperabiliteit (TSI) introduceerde de Europese Unie grenswaarden voor geluidsemisatie, zowel voor het nieuwe als voor het gemoderniseerde materieel, met inbegrip van de goederentreinen. Er werden diverse waarden vastgesteld voor verschillende types van rollend materieel (wagons, locomotieven, aaneengekoppelde stellingen, rijdende enz.) en voor verschillende exploitatievormen (geluid bij de doortocht van de voertuigen, geluid bij stilstand, geluid bij het starten en geluid in de voertuigen enz.) (Europese Commissie, 2005). Voor het conventionele spoor zijn de grenswaarden voor het geluid bij doortocht van de voertuigen in juni 2006 van kracht geworden. De TSI conventioneel spoor bevat grenswaarden voor de geluidsemisatie van wagons die voorzien werden van nieuwe remsystemen. In 2002 werd een HS TSI van kracht. Die bevat voorschriften met betrekking tot het geluid. De TSI's moeten om de drie jaar herzien worden. De richtlijn 2008/57/EG van 17 juni 2008 stelt de voorwaarden vast waaraan moet worden voldaan om in het spoorwegstelsel van de Gemeenschap de interoperabiliteit te verwezenlijken.

Het beheerscontract met de Belgische Staat bevat regels en voorwaarden die de NMBS-Holding moet naleven bij de uitvoering van de hem toevertrouwde dienststopdrachten (krachtens artikel 156 van de wet van 21 maart 1991 betreffende de hervorming van sommige economische overheidsbedrijven). Het beheerscontract 2008-2012 legt onder meer eisen vast die betrekking hebben op de eerbiediging van het milieu (p. 35-38) en meer in het bijzonder op de beperking van geluid en trillingen: "De NMBS-Holding werkt mee aan de toepassing van de Europese richtlijn 2002/49/EG die de blootstelling aan omgevingslawaai wil beperken. Daartoe zullen de nodige gegevens over het spoorvervoer aan de bevoegde overheden bezorgd worden en zal met de gewesten overlegd worden over de opmaak van een actieplan. In het bijzonder overlegt de NMBS-Holding met de Staat, Infrabel en de van het Infrabel-net gebruik makende operatoren voor goederenvervoer over de mogelijkheden om de financiering voor het geluidssarmer maken van de bestaande goederenwagons te ondersteunen. Dit zal gebeuren in het kader van de door de Europese Commissie genomen initiatieven." De FOD Mobiliteit en Vervoer



verzorgt de opvolging van de investeringsprojecten van de NMBS-groep en ontvangt jaarlijks van de Begeleidingscommissie voor milieukwesties een verslag over het leefmilieu en de duurzame ontwikkeling. In België is er geen wetgeving betreffende de geluidsimmissie van de treinen. De NMBS en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ondertekenden echter een milieuovereenkomst (24 januari 2001) om de overlast van het spoorwegverkeer te beperken en te controleren. De drempelwaarden van deze overeenkomst worden aangegeven in factsheet nr.37.

De overeenkomst tussen de NMBS en het BHG voorziet bovendien in de ondertekening van specifieke overeenkomsten bij alle door de NMBS uitgevoerde infrastructuurwerken. Voor de trillingen wordt feitelijk de norm DIN 4150-2 toegepast (meer informatie in de factsheets nr. 37, 52 en 56).

4. Situatie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

4.1. Aard van de spoorbaanconstructie

Aangezien het belangrijkste ontstaansmechanisme van het railverkeerslawaaï het contact tussen rail en wiel is, is het type van spoorbaanconstructie een belangrijke parameter van het railverkeerslawaaï (zie tabel 29.2). In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn alle spoorbanen uitgevoerd met ballast, uitgezonderd lokaal ter hoogte van wissels, stations en metalen bruggen. Hierdoor wordt de voortplanting van de trillingen gedempt en wordt de weerkaatsing van het geluid beperkt ten opzichte van andere spoorconstructies.

4.2. Type treinen en spoorwegverkeer

In heel Europa lijken de treintypes zeer sterk op elkaar. Vanuit akoestisch oogpunt kan men samenvattend stellen dat:

- treinen met blokremmen luider zijn dan treinen met schijfremmen (bij 100 km/u en op 25 m afstand bedraagt het verschil tussen 4 en 8 dB(A));
- goederentreinen luider zijn dan passagierstreinen (bij lage snelheden zelfs tot 9 dB(A) luider);
- het toekomstig rollend materieel van het GEN stiller zal zijn dan het bestaande rollend materieel: "In 2006 was ongeveer 12% van het spoorwegmaterieel van de NMBS voor het vervoer van reizigers van het stille type. Met de injectie van de 305 bestelde treinstellen van de serie 08, die zullen worden gebruikt voor het Gewestelijk Expresnet rond Brussel en de verdere indienststelling van wagons met twee verdiepingen van het type M6, zal dit percentage in 2015 bijna 40% bedragen" (DG Milieu, 2010, p. 451).

4.3. Geluidsschermen

Na de ondertekening van de milieuovereenkomst tussen de NMBS en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest vroeg Infrabel diverse stedenbouwkundige vergunningen aan om het GEN-project ten uitvoer te leggen. De afgeleverde vergunningen voorzien, op sommige plaatsen langs de spoorwegen, in de plaatsing van geluidsschermen om aan de voorwaarden van deze specifieke overeenkomsten te voldoen (zie factsheet nr.6).

Bronnen

1. EUROPESE COMMISSIE, februari 2002. « Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance ». 40 pp. Beschikbaar op: <http://www.noiseineu.eu/en/2928-a/homeindex/file?objectid=2705&objectypeid=0>
2. BESCHIKKING VAN DE COMMISSIE 2006/66/EG van 23 december 2005 betreffende de technische specificaties voor interoperabiliteit inzake het subsysteem "rollend materieel – geluidsemisies" van het conventionele trans-Europese spoorwegsysteem. Kennisgeving geschied onder nummer C(2005) 5666. PB L 37 van 8.02.2006. 49 pp. p.1-49. Beschikbaar op: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:037:0001:0049:NL:PDF>
3. RICHTLIJN 2002/49/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 25 juni 2002, inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaaï. PB L 189 van 18.07.2002. 14 pp. p.12-25. Beschikbaar op: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0025:NL:PDF>



4. RICHTLIJN 2008/57/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 17 juni 2008, betreffende de interoperabiliteit van het spoorwegsysteem in de Gemeenschap (herschikking). PB L 191 van 18.07.2008. 45 pp. p.1-45. Beschikbaar op: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:191:0001:0045:NL:PDF>
5. Milieuovereenkomst tussen het BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST en de NMBS, 24 januari 2001. Milieuovereenkomst betreffende het geluid en de trillingen afkomstig van de spoorwegen. 17 pp. Beschikbaar op: http://document.leefmilieu.brussels/opac_css/electfile/conventionEnviro_RBC_et_SNCB_24jan2001_bilingue.PDF?langtype=2067
6. NMBS-HOLDING, 2008. "Beheerscontract 2008-2012" tussen de Staat en de NMBS Holding. 278 pp. Beschikbaar op: <http://www.belgianrail.be/nl/corporate/entreprise/gestion/-/media/4375C05CA5284123B626B7CA93720666.ashx>
7. FOD GEZONDHEID, VEILIGHEID VAN DE VOEDSELKETEN EN LEEFMILIEU - DG LEEFMILIEU, 10 nov. 2010. "Federaal Milieurapport 2004-2008". 548 pp. Beschikbaar op: https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/19102815/Rapport_RFE_NL.pdf
8. DE VOS P.H., 1997. "Beheersing van railverkeersgeluid", in Colloquium Verkeer, Milieu en Techniek (RIVM), Bilthoven, 24 septembre 1997.
9. D2S INTERNATIONAL NV, 1998. "Prescriptions administratives et techniques pour la préparation d'éléments de planification en matière de lutte contre le bruit - Lot 6: Les transports publics". Studie in opdracht van Leefmilieu Brussel.
10. TECHNUM, april 2002. "Intégration orientée vers l'environnement des mesures visant à limiter le bruit du trafic ferroviaire dans la Région de Bruxelles-Capitale". Studie in opdracht van Leefmilieu Brussel.
11. VOGIATZIS KONSTANTINOS & KOUROUSSIS GEORGES, 2017. « Airborne and ground-borne noise and vibration from urban rail transit systems, Urban Transport Systems, Dr. Hamid Yaghoubi (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/66571. Beschikbaar op: <https://www.intechopen.com/books/urban-transport-systems/airborne-and-ground-borne-noise-and-vibration-from-urban-rail-transit-systems>
12. VROM, augustus 2009. "Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006 – bijlage III Standaard rekenmethode II (SRMII) 1996". Beschikbaar op: https://www.infomil.nl/publish/pages/101997/1_2_bijlage_iii_versie_aug_2009_bij_rmv_2006.pdf

Andere fiches in verband hiermee

Thema "Geluid"

- 3. Impact van lawaai op overlast, levenskwaliteit en gezondheid
- 6. Kadaster van het spoorweggeluid in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- 7. Blootstelling van de Brusselse bevolking aan het geluid afkomstig van de spoorwegen
- 17. De procedure van de effectenstudie (geluidsaspecten) toegelicht aan de hand van het voorbeeld van het GEN-project
- 27. Publiek bussenpark en geluidshinder
- 28. Lawaai van metro en tram
- 37. De in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gebruikte geluids- en trillingswaarden
- 52. Perceptie en verspreiding van het geluid binnen gebouwen
- 56. De trillingen : normen en regelgevingskader in het Brussels Gewest



Auteur(s) van de fiche

Jean-Laurent SIMONS, Katrien DEBROCK, Marie POUPE, Georges DELLISSE, Catherine LECOINTRE

Update: Benoit FAUVILLE, Jean-Laurent SIMONS

Herlezing: Sandrine DAVESNE

Datum van update: Maart 2018