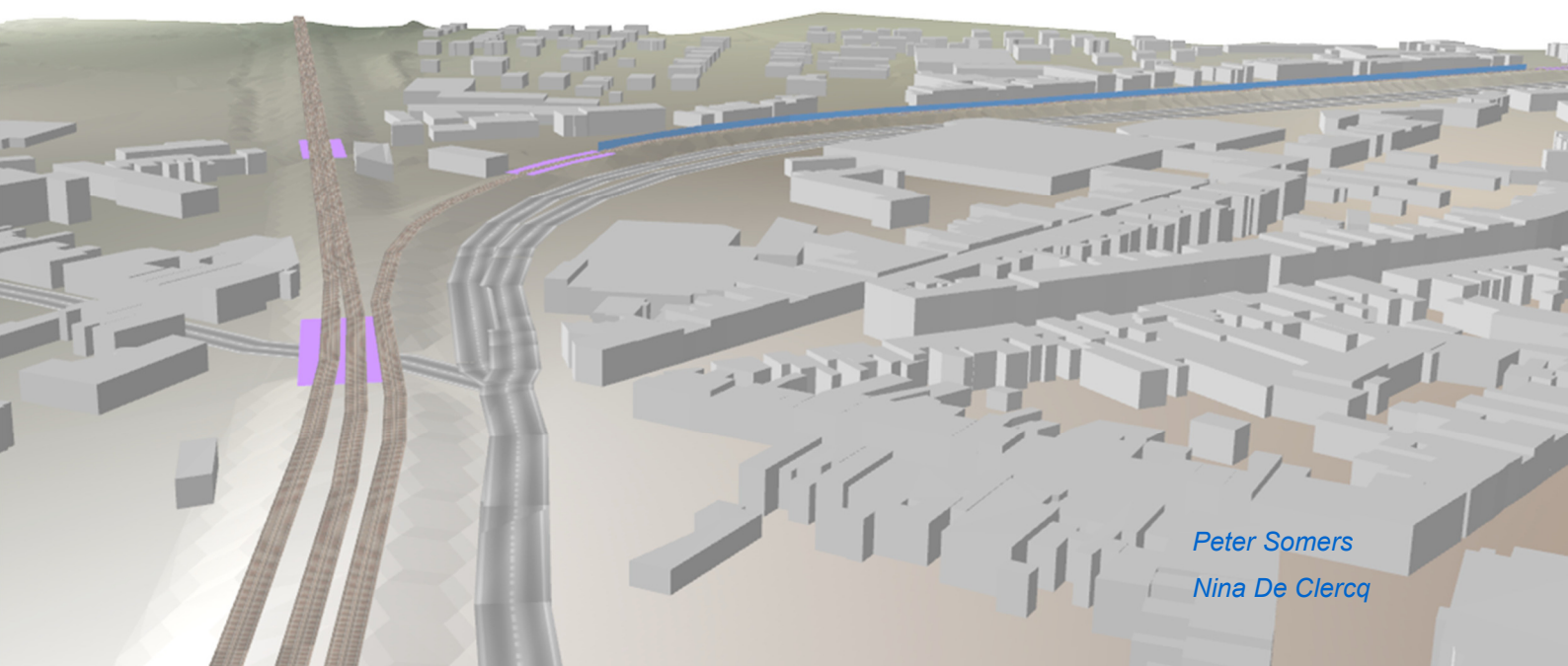




Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

Eindrapport



Peter Somers
Nina De Clercq



VINÇOTTE nv

Maatschappelijke zetel: Jan Olieslagerslaan 35 • 1800 Vilvoorde • België
BTW BE 0462.513.222 • RPR Brussel • BNP Paribas Fortis: BE24 2100 4113 6338 • BIC: GEBABEBB

Jan Olieslagerslaan 35 • 1800 Vilvoorde • België • tel: +32 2 674 57 11 • brussels@vincotte.be

- Onze gegevens

Referentie: 60604967-004-2 (eindrapport).docx

Contactpersoon: Peter Somers

- Uw gegevens

Referentie: LNE/LHRMG/OL201500070

Contactpersoon: Sandra Geerts

- In samenwerking met

G.I.M. nv

Vlaamse Overheid – Departement Omgeving

**Afdeling Beleidsontwikkeling & Juridische
Ondersteuning**

Team Milieuhinder

tav Sandra Geerts

- Inlichtingen document

Datum : 02/02/2018

Aantal bladzijden: 182

Bijlage(n) : 4

**OPMAAK GELUIDSKAARTEN 3^{DE} RONDE
WEG- EN SPOORVERKEER**

Eindrapport

Document 60604967-004-2

Inhoudstabel

Inleiding	5
Deel 1A: Analyse data & structuur	7
A Dataverzameling en -analyse	7
A.1 Verzameling van de noodzakelijke gegevens	7
A.2 Analyse van aangeleverde gegevens	8
A.3 Grensoverschrijdende effecten.....	13
B Definitie datastructuur	14
B.1 De IMMI ArcGIS interface.....	14
B.2 Structuur per elementtype	15
C Verificatie treincategorieën	16
C.1 Meetsites & data	16
C.2 Voorgestelde correcties	19
C.3 Opbouw IMMI modellen.....	20
C.4 Vergelijking resultaten	21
C.5 Conclusies	25
D Definitie aannames	28
D.1 Emissie wegverkeer	28
D.2 Emissie spoorverkeer	36
D.3 Gebouwen	41
D.4 Geluidsschermen.....	44
D.5 Bruggen	44
D.6 Bodemeffect.....	45
E Identificatie te beschouwen netwerken	47
E.1 Identificatie wegennetwerk	47
E.2 Identificatie spoornetwerk.....	51
Deel 1B: Testgebieden & dataverwerking	55
F Analyse van nauwkeurigheid	55
F.1 Nauwkeurigheid van de rekenmethode	55
F.2 Nauwkeurigheid van de implementatie van de rekenmethode in de software	55
F.3 Nauwkeurigheid van de berekening	55
F.4 Nauwkeurigheid van de invoergegevens	56
F.5 Beoordeling van nauwkeurigheid in de praktijk	56
H Vergelijking metingen - berekeningen	57
H.1 Afbakening testgebieden	57
H.2 Meetcampagnes	60
H.3 Opbouw modellen.....	60
H.4 Initiële berekening	60
H.5 Waarnemingen & verklaringen	65
H.6 Vergelijking na correcties	68
H.7 Conclusies	74
I Berekende resultaten testgebieden	76
I.1 Rasterberekeningen	76
I.2 Gevelberekeningen	78
J Dataverwerking en -voorbereiding	80
Deel 2: Berekening & vergelijking	81
K Opbouw modellen	81

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

K.1	Meerdere modellen.....	81
K.2	Structuur van de modellen.....	82
K.3	Invoer gegevens & opbouw modellen	83
K.4	Kwaliteitscontroles – bijkomende verwerking.....	84
K.5	Grensoverschrijdende effecten.....	85
L	Berekening van geluidsbelastingskaarten.....	86
L.1	Berekening van geluidsbelastingskaarten in rastervorm.....	86
L.2	Berekening van gevelbelastingskaarten incl. afgeleide gegevens blootstelling.....	87
L.3	Technologie	89
L.4	IMMI versie & rekeninstellingen.....	89
L.5	Uitvoer	91
L.6	Transformatie van rasterbestanden naar geluidscontouren.....	92
M	Resultaten.....	93
M.1	Geluidsbelastingskaarten	93
M.2	Gevelbelastingskaarten	95
N	Modelvalidatie & betrouwbaarheidsanalyse	97
N.1	Provincie West-Vlaanderen	98
N.2	Provincie Oost-Vlaanderen.....	99
N.3	Provincie Antwerpen.....	100
N.4	Provincie Vlaams-Brabant.....	101
N.5	Provincie Limburg.....	102
N.6	Conclusies	103
O	Vergelijking met resultaten 2^{de} ronde	104
O.1	Beperkingen van de vergelijking.....	104
O.2	Vergelijking van het emissieniveau	104
O.3	Vergelijking van het immissieniveau	110
O.4	Vergelijking van de blootstelling	124
O.5	Conclusies	127
P	Vergelijking met CNOSSOS rekenmethode	130
P.1	Emissie wegverkeer	130
P.2	Emissie spoorverkeer	133
P.3	Opbouw referentiemodellen	141
P.4	Vergelijking propagatie	148
P.5	Conclusies	172
DEEL 3: Eindproducten.....		174
Q	Aanmaak & aflevering eindproducten	174
Q.1	Hardcopy	174
Q.2	Digitale drager	174
R	INSPIRE conformiteit & metadata	175
R.1	INSPIRE conformiteit.....	176
R.2	Metadata.....	176
S	Software.....	178
T	Gegevens voor rapportage aan de Europese Commissie.....	179

**Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen**

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Bijlagen

<u>Bijlage 1</u>	Definitie datastructuur – beschrijving invoer- en uitvoerbestanden
<u>Bijlage 2</u>	Meetcampagnes testgebieden
<u>Bijlage 3</u>	Dataverwerking en -voorbereiding
<u>Bijlage 4</u>	Geluidsbelastingskaarten

INLEIDING

De Europese richtlijn 2002/49/EG van 25 juni 2002 'inzake de evaluatie en beheersing van omgevingslawaai' (omgezet in deel 2 van VLAREM II via het BVR van 22 juli 2005) verplicht de lidstaten om voor belangrijke wegen, spoorwegen en luchthavens en voor agglomeraties van meer dan 100.000 inwoners geluidskaarten op te stellen volgens gemeenschappelijke methodes (voor geluidsindicator en berekening), geluidsactieplannen uit te werken voor de meest belaste situaties op basis van limieten die door de lidstaten worden bepaald en het publiek voor te lichten.

In bovenstaande richtlijn wordt aan de lidstaten eveneens opgelegd om aan de Europese Commissie een aantal gegevens te leveren aangaande de blootstelling aan lawaai door de verschillende bovengenoemde bronnen. Voor het bepalen van deze gegevens dienen eerst de strategische geluidsbelastingskaarten te worden aangemaakt waarna de bijhorende gegevens hieruit dienen te worden afgeleid.

Het doel van de opdracht is de opmaak van geluidsbelastingskaarten en de berekening van afgeleide gegevens over de blootstelling van de belangrijke wegen (> 3 miljoen voertuigpassages per jaar) en de belangrijke spoorwegen (> 30 000 treinpassages per jaar) voor Vlaanderen. Dit gebeurt op de wijze uiteengezet in de Europese Richtlijn omgevingslawaai 2002/49/EG, omgezet via het Besluit van de Vlaamse regering van 22/07/2005 inzake de evaluatie en de beheersing van het omgevingslawaai en tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende de algemene sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne (BS 31/08/2005).

De opdracht voor het ontwikkelen van de geluidsbelastingskaarten is beschreven in het bestek met referentie LNE/LHRMG/OL201500070 en is ingedeeld in vier grote onderdelen.

- Deel 1A : Analyse data & structuur
- Deel 1B : Toepassing testgebieden & dataverwerking
- Deel 2 : Berekening & vergelijking
- Deel 3 : Eindproducten

Deel 1A omvat de inzameling, analyse en evaluatie van de beschikbare gegevens en hun kwaliteit. Daarnaast wordt eveneens de structuur gedefinieerd waarin deze gegevens zullen ingepast worden om ze geschikt te maken voor de toepassing van strategische geluidskartering. Daarbij wordt uiteengezet welke bijkomende aannames daarbij noodzakelijk zijn om die structuur mogelijk te maken en eventueel ontbrekende gegevens aan te vullen.

Vervolgens wordt een verificatie gedaan van een aantal voorgestelde aanpassingen aan de emissiefactoren voor verschillende types van treinmaterieel door vergelijking van de in de IMMI software gemodelleerde (reeksen van) treinpassages met de gemeten geluidsniveaus.

Er wordt eveneens nagegaan in welke mate de in het verleden gebruikte methodes voor dataverwerking moeten geactualiseerd worden om te passen binnen de eisen en mogelijkheden van deze specifieke opdracht. Ook belangrijk is tot slot het definiëren van een éénduidig en transparant spoor- en wegennetwerk zoals dat voor deze opdracht zal beschouwd worden.

In Deel 1B van de opdracht wordt toegelicht wat de verwachte nauwkeurigheid is van dit soort toepassingen van geluidskartering in de praktijk door vergelijking van gemeten met berekende geluidsniveaus op een aantal specifieke meetpunten in 5 verschillende testgebieden.

Daarna wordt gedocumenteerd op welke wijze de basisgegevens verwerkt worden tot een databank die beantwoordt aan de gedefinieerde datastructuur en die in grote mate afgewerkt is voor de berekening van strategische geluidsbelastingskaarten.

In Deel 2 komt aan bod welke resterende verwerkingsstappen er nog noodzakelijk zijn in de IMMI software, welke problemen kunnen voorkomen bij de in het akoestisch model samengestelde gegevens en welke kwaliteitscontroles er daartoe voorzien zijn. Vervolgens wordt toegelicht op welke wijze de geluidsbelastingskaarten berekend zijn, samen met een voorstelling van de resultaten in rastervorm en als gevelbelastingskaarten. Er wordt ook een analyse gedaan van de betrouwbaarheid van de resultaten.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Daarnaast is er ook een vergelijking voorzien van de resultaten voor wegverkeer en spoorverkeer met de resultaten voor de 2^{de} ronde, zowel wat betreft de emissie, de immissie als de blootstelling en tot slot ook nog een vergelijking van de wijze van berekenen volgens de in deze opdracht toegepaste Nederlandse SRM II rekenmethodes met de toekomstige CNOSSOS rekenmethodes.

Deel 3 tenslotte beschrijft de aflevering van alle tijdens de opdracht aangemaakte resultaten en de bijhorende software.

DEEL 1A: ANALYSE DATA & STRUCTUUR

A DATAVERZAMELING EN -ANALYSE

A.1 Verzameling van de noodzakelijke gegevens

Op basis van de in bijlage IV.3 van het bestek opgenomen lijst van aangeleverde invoergegevens, de bijkomende voorstellen die in onze offerte werden gedaan en andere gegevens die aan deze lijst zijn toegevoegd in de loop van het proces, zijn de gegevens opgevraagd bij de verschillende leveranciers en afgeleverd aan de opdrachtnemer. Onderstaande lijst geeft een idee van de datasets die afgeleverd zijn en die waar nodig onderzocht werden op hun volledigheid, geschiktheid en kwaliteit.

Grenzen	<ul style="list-style-type: none">• Referentiebestand gemeentegrenzen, toestand 29/01/2016
Terrein	<ul style="list-style-type: none">• Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II, regelmatig raster 1m, versie 2014.01• Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II, regelmatig raster 5m, versie 2014.01• Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II, regelmatig raster 25m, versie 2014.01• Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II, regelmatig raster 100m, versie 2014.01
Geluidsemis- sie wegverkeer	<ul style="list-style-type: none">• Routesysteem gewestwegen Vlaanderen, netwerkgeometrie, originele versie• Routesysteem gewestwegen, bewerkte versie, lineaire hercalibratie• Resultaten verkeersmodel PROMOVIA• Intensiteitsgegevens verkeersmodel als herprojectie op routesysteem• Databank snelheidslimieten• Databank CPX meetresultaten• Databank wegverhardingen 'aanleg'• Databank wegverhardingen '2^{de} ronde'• Databank wegverhardingen 'geoloket'• Wegenregister, versie 15/12/2016
Geluidsemis- sie spoorverkeer	<ul style="list-style-type: none">• Lijst belangrijke spoorlijnen• NMBS / Infrabel databank intensiteiten per baanvak• Infrabel geometrie baanvakken• Infrabel geometrie sporen• Infrabel geometrie knooppunten• Omzettingstabel treinmaterieel – (sub)categorieën RMR / SRM II• Databank stopplaatsen – percentage stoppende treinen• Snelheidsprofiel geluidskartering 1^{ste} fase• Ligging sporen bovenbouwconstructie 'bb13'
Gebouwen	<ul style="list-style-type: none">• 3D GRB, versie 2.0.0• Datasets adrespunten, aantal inwoners & woningen, bewerking ACD• Datasets gevoelige gebouwen, puntenlagen scholen, ziekenhuizen & kinderopvang
Geluidsschermen	<ul style="list-style-type: none">• Bestand geluidsschermen wegverkeer AWV• Bestanden geluidsschermen spoorverkeer Infrabel
Bruggen	<ul style="list-style-type: none">• Grootchalig ReferentieBestand, versie 11/11/2016• Wegenregister, versie 15/12/2016• TOP10v-GIS databank NGI• Databank kunstwerken Infrabel
Bodemeffect	<ul style="list-style-type: none">• CORINE LandCover versie 2006 v17• Urban Atlas versie 2012 (m.u.v. Brugge & Gent, versie 2006)

Daarnaast zijn ook alle bestanden en documenten ter beschikking die betrekking hebben op de opdracht tot geluidskartering 2^{de} ronde voor weg- en spoorverkeer.

A.2 Analyse van aangeleverde gegevens

A.2.1 Grenzen

De grenzen van de gemeenten – en daaruit volgend ook die van de provincies en het Vlaams Gewest – zijn noodzakelijk om de gebieden af te bakenen waarbinnen de geluidsniveaus moeten berekend worden. De grenzen van de gemeenten zijn ook noodzakelijk om de agglomeraties Antwerpen, Gent en Brugge af te bakenen die binnen de latere berekeningen en analyses deels afzonderlijk beschouwd worden.

A.2.2 Terrein

Meerdere versies van het Digitaal Hoogtemodel II Vlaanderen werden opgevraagd. Er zal in principe gebruik gemaakt worden van de regelmatige rasters met tussenafstand 1m, 5m en 25m in functie van de relevante nauwkeurigheid op kleinere of grotere afstanden van de beschouwde wegen en rekening houdend met wat haalbaar is binnen de opbouw van de IMMI modellen.

Het regelmatig raster 1m is behoorlijk nauwkeurig, maar niet bruikbaar om de ganse modelzone mee te beschouwen. Ze omvat voor gans Vlaanderen immers ca 18 miljard individuele punten, waar er in de IMMI software een beperking geldt tot 6 miljoen hoogtepunten per model. Het gebruik van dit fijne raster zal dus beperkt blijven tot op korte afstanden van de (spoor)weg waar deze relevant zijn om scherpe terreinranden, kleine taluds e.d. mee te nemen in de modellen. Er zal bovendien een filter worden toegepast voor punten die weinig bijdragen aan de nauwkeurigheid van het terreinmodel. De regelmatige rasters 5m, 25m en eventueel 100m zijn verdere generalisaties van het terreinmodel en zullen dan, eveneens na filtering, worden ingezet op grotere afstanden van de (spoor)wegen om de terreinvarianties verder vorm te geven waar deze een beperktere invloed hebben op de geluidspropagatie.

A.2.3 Emissie wegverkeer

Routesysteem gewestwegen, originele versie

De netwerkgeometrie van de gewestwegen is een belangrijk instrument om de andere emissieparameters aan vast te haken. In essentie bevat deze dataset de geometrie van de wegen met voor elke weg een unieke identificatie op basis van het wegnummer – 'IDENT8' – en een implementatie van de kilometerpunten als een derde zogeheten 'M' coördinaat. Databanken die informatie bevatten over deze wegidentificatie en de kilometerpunten waarop een bepaalde eigenschap van toepassing is, kunnen dan aan dit routesysteem gekoppeld worden, terwijl ze toch als een losstaande databank beheerd kunnen worden. De originele versie wordt hier vooral gebruikt om de databanken die aangeleverd worden en gebaseerd zijn op dezelfde kalibratie van kilometerpunten – bv snelheidslimieten, wegverhardingen – te kunnen situeren in de ruimte.

Routesysteem gewestwegen, bewerkte versie

Voor de correcte koppeling van de intensiteiten van het verkeersmodel aan het routesysteem is een alternatieve versie aangemaakt die enerzijds hier en daar geometrisch aangepast is en anderzijds een lineaire herkalibratie heeft ondergaan van de kilometerpunten op basis van de originele begin- en eindwaarden voor de kilometerpunten voor de verschillende (delen van) routes. Deze versie zal verder gebruikt worden als basis voor de koppeling van alle emissieparameters, aangezien ze als de meest relevante mag beschouwd worden en de belangrijkste emissieparameters, met name de intensiteiten, reeds overeenkomstig deze versie (kilometerpunten) gecodeerd zijn.

Resultaten verkeersmodel PROMOVIA

Alle intensiteitsgegevens – en een indicatie van de snelheid onder de vorm van Vfreeflow – zijn afgeleid van deze dataset(s). Het betreft een shapefile met alle links tussen de verschillende knooppunten, met daarnaast ook informatie over het totaal aantal voertuigpassages per jaar, afzonderlijk voor lichte, middelzware en zware voertuigen en daarnaast een geschatte verdeling voor elke voertuigcategorie afzonderlijk voor het aantal voertuigpassages over respectievelijk de ochtendspits, restperiode, avondspits, avondperiode en nachtperiode. De ochtendspits, restperiode en avondspits vertegenwoordigen daarbij samen de dagperiode van 7u tot 19u.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Andere parameters betreffen de eigenschappen van de links die relevant zijn in het verkeersmodel zoals het linktype, de urbanisatiegraad e.d.

Het verkeersmodel is geometrisch niet bijzonder precies en dus ongeschikt voor gebruik als geometrie voor de te beschouwen wegen. Door het team Milieuhinder is reeds een koppeling uitgevoerd door voor de relevante segmenten de correcte 'IDENT7' waarde te coderen en de begin- en eindpunten van die segmenten te projecteren op het routesysteem om events te creëren met de juiste kilometerpunten. De ruwe resultaten van het verkeersmodel dienen dus enkel als achtergrondinformatie om bij probleemgevallen of twijfel een aantal verificaties te kunnen doen.

Intensiteitsgegevens

Het resultaat van de projectie van het verkeersmodel op het routesysteem is de shapefile 'routesysteem_LRS_v21.shp' en dient als basis voor de verdere verwerking van de voertuigintensiteiten voor wegverkeer. De databank met events bevat informatie over alle parameters uit het verkeersmodel die reeds hierboven beschreven werden, en daarnaast ook informatie over het totaal aantal voertuigpassages om te bepalen of het al dan niet een belangrijke weg betreft en een indicatie of het een weg betreft die beschouwd werd in de 2^{de} ronde van geluidskartering.

De aangeleverde intensiteitsparameters moeten nog herrekend worden om te komen tot uurwaarden in functie van de beoordelingsperiode – dag, avond, nacht – en het voertuigtype – lichte, middelzware en zware voertuigen. Verder zijn er controles uitgevoerd op de volledigheid en het logisch aansluiten van kilometerpunten langsheen de verschillende beschouwde routes.

In § D.1 zal verder verduidelijkt worden op welke manier deze gegevens zijn behandeld om tot een globaal wegennetwerk te komen.

Databank snelheidslimieten

Een andere databank die betrekking heeft op de geluidsemisatie en op een gelijkaardige manier aan het routesysteem kan gekoppeld worden, is deze betreffende de snelheidslimiet voor voertuigen op de verschillende wegsecties. Een belangrijk element is dat deze databank gecodeerd is voor kilometerpunten volgens het originele routesysteem en er moet dus een transformatie gebeuren om deze aan de bewerkte versie van het routesysteem te kunnen koppelen. Dit introduceert een aantal andere problemen die verderop in § D.1 beschreven zullen worden.

Daarnaast werden een aantal problemen waargenomen die, voor zover ze niet het gevolg zijn van de transformatie van kilometerpunten, ook reeds aanwezig zijn in de aangeleverde databanken:

- kilometerpunten die niet altijd mooi aansluiten,
- soms dubbel voorkomende of overlappende wegsecties,
- wegsecties die nét niet doorlopen tot aan het einde van de weg of tot aan de grens met een ander land of gewest,

In § D.1 zal beschreven worden op welke manier hiermee is omgegaan.

Databank CPX meetresultaten

Voor de hoofdwegen werden door AWW vooraf aan de opdracht een hele reeks CPX metingen uitgevoerd waarbij het rolgeluid van een gestandaardiseerde band wordt geregistreerd per 20m segment over een hele wegsectie. De resultaten werden geaggregeerd per 220m segmenten waarbij de individuele CPX waarden werden uitgemiddeld. De resulterende lijninformatie werd geprojecteerd op de bewerkte versie van het routesysteem om ze om te vormen tot events die kunnen gecombineerd worden met de andere emissieparameters. De spectrale 1/3 octaafband geluidsniveaus worden voor de toepassing als emissiecorrectie omgezet naar verschilwaarden tov een referentie in octaafbanden. Het belangrijkste probleem met deze dataset is dat er heel wat hiaten in zitten: heel wat meetwaarden werden uitgefilterd omdat de voertuigsnelheid op het moment van de meting niet representatief was of er te veel stoorgeluid was van bv een passerende vrachtwagen. In § D.1 zal beschreven worden op welke manier hiermee wordt omgegaan.

Databank wegverhardingen 'aanleg'

De hierboven vermelde CPX meetresultaten zijn de primaire bron voor het inschatten van de invloed van de wegverharding op de geluidsemisatie. Daarnaast is er nog een databank aangeleverd met een inventarisatie van alle wegverhardingen die in de afgelopen jaren zijn aangelegd en vernieuwd. Problemen die zich met deze

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

databank voordoen zijn gelijkaardig aan die voor de databank met snelheidslimieten. De kilometerpunten moeten immers getransformeerd worden om bruikbaar te zijn voor de bewerkte versie van het routesysteem en er treden eveneens problemen op met kilometerpunten die niet altijd aansluiten en soms overlappen. In § D.1 zal beschreven worden op welke manier hiermee wordt omgegaan.

Databank wegverhardingen '2^{de} ronde'

Als alternatief voor de twee voorgaande datasets om het effect van de wegverharding op de geluidsemisatie te beschrijven, wordt gebruik gemaakt van dezelfde databank zoals die opgebouwd is voor de 2^{de} ronde van geluidskartering, die zelf een combinatie is van inventarisaties, oude informatie en aanvullende informatie uit het geoloket. Ook hier zijn de problemen met kilometerpunten gelijkaardig, hier voornamelijk geïntroduceerd door de transformatie van kilometerpunten aangezien deze dataset bij de 2^{de} ronde van geluidskartering reeds een reeks controles en correcties heeft gekregen.

Databank wegverhardingen 'geoloket'

Tot slot is er nog een databank aangeleverd met een meer algemene classificatie van wegverhardingen die kan gebruikt worden voor die wegsegmenten waar alle voorgaande databanken – recent of voor de 2^{de} ronde zoals hoger vermeld – geen informatie heeft opgeleverd. Waar nodig zal deze databank dus mogelijk van pas komen als reserve in een combinatie van de verschillende databanken zoals beschreven in § D.1.10. Problemen met kilometerpunten zijn gelijkaardig als die voor de andere datasets.

Wegenregister

In het bestek wordt gevraagd om voor de geometrie het Wegenregister als referentie te nemen. Daarom behoort het ook tot de gebruikte gegevens, al heeft dat dus in de eerste plaats met de geometrie te maken. De bedoeling is om de opgebouwde wegenlaag adhv het routesysteem en al zijn events met de verschillende emissieparameters aan te passen zodat de geometrie overeenstemt met die van de overeenkomstige wegen in het Wegenregister. De wegsegmenten bevatten een zekere informatie over de overeenkomstige 'IDENT8' waarden, maar deze is zeker niet 100% betrouwbaar, noch volledig.

A.2.4 Emissie spoorverkeer

Lijst belangrijke spoorlijnen

Als basis voor de identificatie van de belangrijke spoorwegen werd vertrokken van een Excel bestand met daarin een oplijsting van lijnummers, aanduidingen van de begin- en eindpunten, een benaderende lengte en het aantal treinpassages per jaar. De aangegeven XY coördinaten van begin- en eindpunten waren niet altijd even nauwkeurig maar werden aangepast om waar relevant overeen te stemmen met de spoorwegen zoals ze tijdens de 2^{de} ronde van geluidskartering beschouwd werden.

Daarnaast werden een aantal 'aanvullende' spoorwegen toegevoegd die niet meer als belangrijke spoorweg te beschouwen zijn wegens net onder de grens van 30000 treinpassages per jaar, maar die bij de 2^{de} ronde van geluidskartering wel in aanmerking genomen werden en ook hier zullen opgenomen worden in het model. De bedoeling is evenwel om de zones rond deze aanvullende spoorwegen buiten beschouwing te laten bij bv de blootstellingsgegevens die moeten gerapporteerd worden aan de Europese Commissie.

NMBS / Infrabel databank intensiteiten per baanvak

Deze databank bevat alle informatie met betrekking tot het treinverkeer over het beschouwde spoornetwerk. Alle voertuigbewegingen zijn opgenomen voor een groot aantal baanvakken, waarbij het aantal treineenheden per uur voor 20 verschillende types treinmaterieel zijn weergegeven en dat voor de 3 beoordelingsperiodes afzonderlijk. Daarnaast is onder meer informatie aanwezig over het baanvak, het bijhorende begin- en eindpunt, het totaal aantal treinpassages per jaar, de maximale snelheid op het baanvak, ... Via een koppeling met de geometrie van de baanvakken over het treinverkeer kunnen deze op het netwerk gesitueerd worden en heeft deze ook als basis gediend om de voorgaande lijst van belangrijke spoorwegen op te stellen.

Er werden vooraf door het team Milieuhinder enkele aanvullingen en correcties doorgevoerd in de databank om het mogelijk te maken om voor enkele baanvakken waarvoor obv het baanvaknummer geen relatie kon gelegd worden met een geschikte baanvakgeometrie, deze toch aan het netwerk vast te hangen door deze toe te voegen aan de intensiteitsgegevens van een of meerdere vergelijkbare baanvakken.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

NMBS / Infrabel geometrie baanvakken

Dit is een netwerkgeometrie die het treinverkeer op het spoornetwerk voorstelt door benaderende lijnen tussen een begin- en eindpunt die niet altijd het werkelijke spoor benaderen. Ze zijn evenwel de beste manier om de link te leggen tussen de intensiteitsdatabank enerzijds en de werkelijke spoorgeometrieën anderzijds. In die zin zijn ze een hulpmiddel en zal in § D.2 toegelicht worden hoe deze gebruikt zijn.

Infrabel geometrie sporen

Deze dataset betreft de werkelijke sporen met een veelal zeer nauwkeurige geometrie en codering van de spoorlijnen, waarbij de meeste lijnen voorgesteld worden door twee (quasi) parallelle sporen. De uiteindelijke bedoeling is om de intensiteitsinformatie van alle baanvakken aan deze spoorgeometrieën te koppelen door de link te leggen tussen beide op basis van lijnummers en begin- en eindpunten van de baanvakgeometrieën. Toch is deze netwerkgeometrie niet altijd even volledig, zo ontbreken er ter hoogte van enkele stations soms delen van een spoorlijn en zijn regelmatig ook sporen die eerder als zijsporen kunnen beschouwd worden – vaak voor goederenverkeer – volledig afwezig in de netwerkgeometrie. In § D.2 zal verder toegelicht worden hoe het verband tussen baanvakken en spoorgeometrieën gelegd is en hoe er omgegaan werd met de daarbij optredende problemen.

Infrabel geometrie knooppunten

Dit is een datalaag die de verschillende knooppunten zoals splitsingen en treinstations op het Infrabel netwerk situeert. Het is voornamelijk een laag die dient als achtergrondinformatie om specifieke begin- en eindpunten van baanvakken te kunnen situeren en verifiëren, daarnaast wordt ze ook gebruikt om de databank met stopplaatsen te kunnen verbinden met de overeenkomstige locaties op het spoornetwerk.

Omzettingstabel treinmaterieel

Deze omzettingstabel legt het verband tussen het treinmaterieel zoals het gecodeerd is in de intensiteitsdatabank en de treincategorieën zoals ze gedefinieerd zijn in het emissiemodel van de rekenmethode RMR / SRM II, aangevuld met de bijkomende informatie en de subcategorieën – onder de vorm van ruwheidscorrecties – zoals ze volgen uit de voorstudie van Infrabel / TNO / Departement Omgeving.

Voor een deel gaat het nog om oude aannames op basis van de ervaring van de NMBS waarbij gesteund wordt op eigenschappen zoals aandrijf- en remsystemen van het beschouwde treinmaterieel, voor andere types zijn in de reeds vermelde voorstudie effectieve metingen verricht op een aantal meetsites waarbij het verband is gelegd met de individuele treinpassages om geschikte emissiefactoren en emissiecorrecties te kunnen afleiden. De omzettingstabel bevat ook informatie over de maximale snelheid per type treinmaterieel.

Databank stopplaatsen – percentage stoppende treinen

De snelheden van treinen worden beperkt door een maximale snelheid per treintype enerzijds en per baanvak anderzijds. Daarnaast is het ook zo dat treinen soms stoppen ter hoogte van de in de dienstregeling voorziene haltes en de werkelijke snelheid daarom flink lager kan liggen dan de vermelde maxima. Daarom is een dataset afgeleverd die zo veel mogelijk stopplaatsen langs het spoornetwerk omvat, met daaraan gekoppeld tabellen die aangeven voor elk van de relevante treintypes, overeenkomstig met de treintypes in de intensiteitsdatabank, welk percentage van de treinen – met waarden van 0 tot 100% - stopt in de beschouwde stopplaats.

Deze gegevens zijn in zekere zin minder nauwkeurig dan de data zoals voor de 2^{de} ronde van geluidskartering, waar elke individuele treinrelatie werd beschouwd met zijn bijhorende stopplaatsen. Aangezien hier gewerkt wordt met globale intensiteiten en percentages stoppende treinen per type treinmaterieel is het niet meer mogelijk om individuele treinen en hun effectieve haltes te volgen langsheen het netwerk. Alhoewel in specifieke gevallen de treinsnelheid daardoor mogelijk minder nauwkeurig bepaald zal kunnen worden, vallen hier wellicht geen grote effecten te verwachten op het uiteindelijke resultaat. Daartegenover staat bovendien dat de samenstelling van de treinen voor de intensiteiten nauwkeuriger bepaald werd.

Snelheidsprofiel geluidskartering 1ste fase

Om de benaderende snelheid van de trein te kennen, is enerzijds kennis nodig over de haltes maar anderzijds ook over de snelheid die een trein kan halen in de omgeving van de halte. Daartoe is in de 1^{ste} fase van geluidskartering een snelheidsprofiel opgesteld dat ifv de afstand – in stappen van 100m, tot maximaal 6 km – voor elke type trein aangeeft wat de snelheid is van optrekkende en afremmende treinen, los van andere snelheidsbeperkingen op bv het baanvak. Daarbij wordt een minimum snelheid aangehouden van 40 km/u. Het beschouwde snelheidsprofiel zal in het kader van deze opdracht hergebruikt worden en is weergegeven in § D.2.4.

Ligging sporen bovenbouwconstructie 'bb13'

Langsheen het spoornetwerk zijn verschillende types van rails, railpads e.d. gemonteerd doorheen de jaren die een effect kunnen hebben op de geluidsemmissie. In de periode 2005 tot 2016 zijn soepeler railpads gemonteerd met een enigszins verhoogde geluidsemmissie tot gevolg. Voor de sporen met dit type van opbouw is een specifiek type van bovenbouwconstructie gedefinieerd met een bijhorende emissiecorrectie. Om deze sporen te kunnen onderscheiden van de andere, is een shapefile aangeleverd met de precieze ligging van deze spoorsegmenten. Voor de andere, veelal oudere spooropbouwtypes is een ander type 'standaard' bovenbouwconstructie gedefinieerd met eveneens een bijhorende emissiecorrectie die afwijkt van de referentie bovenbouwconstructie volgens de Nederlandse RMR / SRM II.

A.2.5 Gebouwen

Als basis voor de gebouwen wordt vertrokken van de gebouwpolygonen aanwezig in de 3D GRB data laag. Het voordeel hiervan is dat in vele gevallen ook een goede indicatie van de gebouwhoogte opgenomen is. Het is wel belangrijk op te merken dat de gebouwhoogte eerder een idee geeft van de nokhoogte, terwijl voor eerdere opdrachten voornamelijk werd gesteund op 3D-line van het NGI waar de gebouwhoogtes eerder een voorstelling zijn van de 'dakrand'. In functie van het type entiteit wordt er een screening voorzien van welke polygonen relevant zijn als gebouw.

De datasets met adrespunten zijn het resultaat van een bewerking van ACD waarbij een relatie gelegd wordt tussen adressen en adrespunten met een respectievelijk aantal inwoners en woningen enerzijds en de Gbg entiteiten van het 3D GRB anderzijds. Voor het overgrote deel is de rechtstreekse link met 3D GRB geslaagd en kan de koppeling rechtstreeks uitgevoerd worden. Daarnaast is een tweede, veel kleinere dataset aangeleverd met een beperkt aantal adrespunten, waarvoor de koppeling met een 3D GRB gebouw minder evident was. In § D.3.5 wordt beschreven op welke wijze deze adrespunten met de daaraan gekoppelde inwoners alsnog aan de gebouwenlaag gekoppeld zijn.

Daarnaast zijn er nog puntenlagen aangeleverd om gevoelige geluidsbestemmingen te kunnen lokaliseren in de gebouwenlaag. Het gaat om lagen voor respectievelijk scholen, ziekenhuizen en kinderopvang waarvan de informatie eveneens zal gekoppeld worden aan de gebouwen om deze informatie indien gewenst in de blootstellingsanalyse te kunnen gebruiken.

A.2.6 Geluidsschermen

Voor schermen langs wegen is een bijgewerkte data laag aangeleverd die alle relevante schermen voorstelt. Deze zal gebruikt worden om de bestaande laag met schermen voor wegverkeer grotendeels te vervangen: enkel een deel van de reeds bestaande schermen op bruggen zal na verificatie hergebruikt worden.

Voor schermen langs spoorwegen zijn een aantal nieuwe bestanden opgemaakt en aangeleverd die de schermtoppen in 3D coördinaten en een indicatie van de gebruikte materialen bevatten. Deze omvatten een deel van de beschouwde spoorwegen waar er in het verleden nog geen dergelijke informatie beschikbaar was of die relatief nieuw zijn. Daarnaast zal ook gebruik gemaakt worden van de datasets die reeds bij de 2^{de} ronde van geluidskartering aangemaakt en beschouwd werden.

A.2.7 Bruggen

De TOP10v-GIS dataset bevat een zekere informatie over de locatie van bruggen voor zowel weg- als spoorverkeer maar de extractie daaruit van de relevante brugelementen in een vorm die geschikt is voor een IMMI omgeving is een omslachtig en tijdrovend proces en is bovendien onwerkbaar in meer complexe situaties. Wel geeft deze dataset een goede indicatie van de locaties waar er brugelementen nodig zijn. Relatief goede en volledige informatie over de aanwezigheid van bruggen, zowel voor wegverkeer als spoorverkeer, is terug te vinden in het GRB, onder de vorm van kunstwerken. Daarnaast bevat ook het Wegenregister informatie over ongelijkgrondse kruisingen en tunnels en heeft Infrabel puntenlagen aangeleverd die informatie bevatten met de benaderende locatie van een hele reeks kunstwerken. Het is de bedoeling om op basis van al deze informatie en een hele reeks controles en verificaties een zo volledig mogelijke bruggenlaag aan te maken die beantwoordt aan de verwachtingen in de IMMI omgeving.

A.2.8 Bodemeffect

De best geschikte dataset om toe te passen voor geluidskartering op Vlaams niveau is de CORINE LandCover dataset. Deze dataset bevat vrij globale polygonen zonder overbodige detaillering met een type-indeling op basis van een aantal klassen van bodemgebruik.

Voor de stedelijke gebieden is deze dataset aangevuld met de Urban Atlas gegevens die een hogere geometrische nauwkeurigheid kennen voor een hele reeks uitgebreide stedelijke gebieden en daarnaast een ietwat afwijkende classificatie omvatten die rekening houdt met de specifieke eigenschappen van deze gebieden. In § D.6.1 zal aangegeven worden op welke manier deze classificatie zal omgezet worden naar benaderende bodemfactoren die aangeven in welke mate de bodem absorberend dan wel reflecterend is.

A.3 Grensoverschrijdende effecten

Voor de berekening van de geluidsniveaus in het Vlaams Gewest dient ook rekening te worden gehouden met de invloed van emissie- en overdrachtsparementen die buiten het Vlaams Gewest kunnen gelegen zijn. In de dataverwerking wordt hiermee rekening gehouden door reeds aanwezige relevante informatie buiten Vlaanderen indien mogelijk mee te nemen. In de basisgegevens is dergelijke informatie echter niet altijd beschikbaar. Hieronder wordt voor elk van de basisgegevens opgelijst over welke informatie we reeds beschikken, welke informatie ontbreekt en wat de relevantie ervan is.

Terrein	<ul style="list-style-type: none">• Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen beschikbaar voor Vlaams Gewest, Brussel en een zone rondom Vlaanderen
Geluidsemis sie wegverkeer	<ul style="list-style-type: none">• Emissiegegevens enkel beschikbaar voor Vlaams Gewest, maar ook Brusselse Ring in Brussels Gewest• Informatie ligging van belangrijke wegen over grenzen is zeer belangrijk• Bij voorkeur betere emissiegegevens net over grenzen, maar ook op te lossen door emissiesituatie in Vlaanderen voor grensoverschrijdende wegen door te trekken over grenzen heen op basis van ligging wegen
Geluidsemis sie spoorverkeer	<ul style="list-style-type: none">• Emissiegegevens beschikbaar voor Vlaams Gewest, maar waar relevant ook voor Brussel en Wallonië• Informatie ligging van belangrijke spoorwegen over grenzen is zeer belangrijk• Bij voorkeur betere emissiegegevens net over grenzen, maar ook op te lossen door emissiesituatie in Vlaanderen voor grensoverschrijdende spoorwegen door te trekken over grenzen heen op basis van ligging spoorwegen
Gebouwen	<ul style="list-style-type: none">• 3D GRB enkel beschikbaar voor Vlaams Gewest• Aanvulling van gebouwenlaag op basis van beschikbare – eventuele oudere – gebouwenlagen voor bv Brussel & Wallonië
Geluidsschermen	<ul style="list-style-type: none">• Opgemeten geluidsschermen enkel beschikbaar voor Vlaams Gewest, enkele schermen net over de gewestgrens met Brussel en Wallonië• Weinig relevant voor buurgewesten en -landen
Bruggen	<ul style="list-style-type: none">• GRB enkel beschikbaar voor Vlaamse Gewest• Wegenregister en TOP10v-GIS beschikbaar voor Vlaams Gewest en Brussel• Kunstwerken Infrabel beschikbaar voor Vlaamse Gewest, Brussel en Wallonië• Weinig relevant voor andere buurgewesten en -landen
Bodemeffect	<ul style="list-style-type: none">• CORINE landcover en Urban Atlas ook beschikbaar voor buurgewesten en -landen

Verder in dit rapport zal aangegeven worden op welke wijze ontbrekende gegevens zijn opgevangen.

B DEFINITIE DATASTRUCTUUR

B.1 De IMMI ArcGIS interface

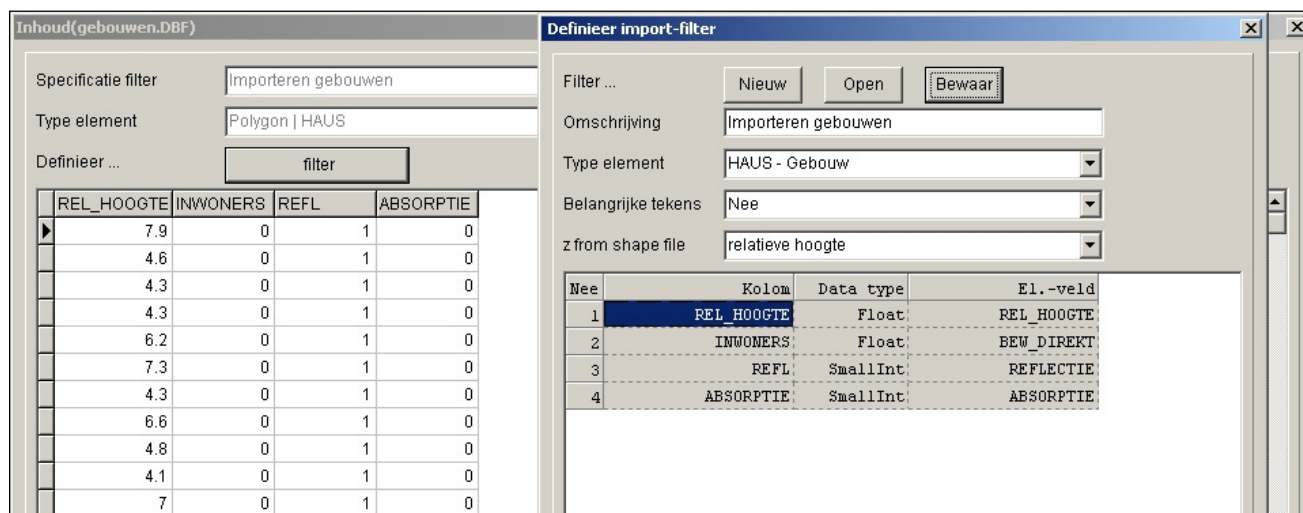
IMMI ondersteunt de uitwisseling van gegevens – zowel import als export – met het ArcView / ArcGIS softwarepakket op basis van het shapefile formaat. Daartoe dienen de shapefiles te worden georganiseerd volgens thema waarbij elk thema overeenkomt met een specifiek type IMMI element. Elke shapefile bestaat daarbij uit 3 relevante subbestanden:

- *.shp bestanden die de eigenlijke geometrische gegevens – of shapes – bevatten,
- *.dbf dBase bestanden die de toepasselijke eigenschappen / attributen bevatten georganiseerd in kolommen en waarbij elke rij overeenkomt met een welbepaald geometrisch element,
- *.shx index bestanden die de shape en dBase bestanden aan elkaar koppelen.

Bij het importeren van shapefiles worden zowel de geometrische gegevens als de attributen beschouwd. De geometrische gegevens dienen daarbij gedefinieerd te zijn volgens een Cartesiaans coördinatenstelsel met x en y waarden in een vlak met als eenheid 'meter' en – indien van toepassing – een z-as die loodrecht staat op beide andere assen. Voor dit project wordt gewerkt met het Belgische Lambert72 coördinatensysteem. Het kan afhankelijk van het type element gaan over punten, polylijnen of polygonen, maar IMMI elementen kunnen maximaal 500 knooppunten bevatten zodat geometrieën met een hoger aantal vereenvoudigd worden bij het importeren en een waarschuwing aan de gebruiker getoond wordt. Elementen die in de shapefiles bestaan uit meerdere onderdelen – zogenaamde 'multipart features', maar ook 'interior rings' – worden bij het importeren automatisch opgesplitst mits ook hier het waarschuwen van de gebruiker. Dergelijke situaties moeten echter worden vermeden aangezien het ook vaak tot onjuistheden in de ingevoerde gegevens kan leiden.

Het importeren van de attributen uit de bijhorende databanken is niet zo eenvoudig als het importeren van louter geometrische gegevens. Deze gegevens moeten immers vertaald worden naar IMMI formaat, waarvoor gebruik gemaakt wordt van specifieke filters. Deze kunnen door de gebruiker aangemaakt, gewijzigd en opgeslagen worden en bieden een grote mate van flexibiliteit. Het bewaren van deze invoerfilters geeft de mogelijkheid om op een gestandaardiseerde manier gegevens in te voeren. Om de invoer van de gegevens op een gestructureerde manier te laten verlopen, zal verder voor elk type element een overzicht gegeven worden van de benodigde attributen, inclusief de geprefereerde benaming en een beschrijving.

Figuur B-1 Beeld IMMI ArcGIS interface



Gegevens over de hoogte van elementen kunnen op een aantal verschillende manieren ingevoerd worden, namelijk door het gebruik van de z coördinaten uit de shapefile als absolute of relatieve hoogte, of door het gebruiken van een attribuut met de relatieve of absolute hoogte. Verder zal expliciet aangegeven worden welke methode van toepassing is voor elk van de relevante elementtypes.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Tenslotte kan de datastructuur extra attributen omvatten die niet mee naar de IMMI omgeving worden overgedragen maar die louter informatief zijn ter identificatie van de verschillende elementen in de GIS omgeving.

B.2 Structuur per elementtype

In Bijlage 1. is voor elk relevant elementtype zoals wegen, gebouwen, bruggen, e.d. een tabel opgenomen met de attributen die er van toepassing zijn. Voor elk type is uiteindelijk een bestand aangemaakt in het ArcGIS shapefile formaat waarvan de datatabel de vermelde attributen zal bevatten.

In de beschrijving in bijlage is waar van toepassing ook aangegeven welk type waarde er verwacht wordt bij invoer en eventueel welke waarden mogelijk zijn. Aldus krijgt elk element een waarde voor elk van de vermelde eigenschappen die bij invoer meteen mee wordt overgebracht van de GIS omgeving naar de IMMI software en rechtstreeks vertaald wordt naar de juiste eigenschap.

Tenslotte is de IMMI ArcGIS interface bidirectioneel en laat deze ook toe om de elementen vanuit de IMMI omgeving op dezelfde manier ook te exporteren naar het shapefile formaat. Het document in Bijlage 1. beschrijft eveneens de structuur van de uitvoerbestanden, die in een beperkt aantal gevallen licht kan afwijken van de invoerbestanden.

C VERIFICATIE TREINCATEGORIEËN

De strategische geluidskaarten voor spoorverkeer worden berekend volgens de Standaard Rekenmethode II – SRM II – zoals beschreven in het Reken- en Meetvoorschrift Geluid 2012. Er is echter een aanpassing voorzien aan de Vlaamse situatie: in plaats van het bestaande rollend materieel simpelweg te categoriseren in één van de bestaande Nederlandse emissie categorieën is er vooraf een analyse uitgevoerd van de werkelijke emissies die vervolgens moet resulteren in betere, Belgische emissie categorieën.

Daartoe werd er een voorstudie uitgevoerd door Infrabel, TNO en Departement Omgeving waarbij er een meetcampagne is opgezet op 3 locaties in het Infrabel netwerk waarbij treinpassages werden geregistreerd en geverifieerd. Uit de verwerking van alle meetgegevens is een nieuwe set treincategorieën gecompileerd die de reële emissies van het Belgisch rollend materieel beter zouden moeten weerspiegelen dan de standaard SRM II categorieën. De bedoeling is om de gemeten waarden te toetsen aan de berekende waarden van enkele eenvoudige modellen in de IMMI software die de meetsites en de relevante treinpassages beschrijven.

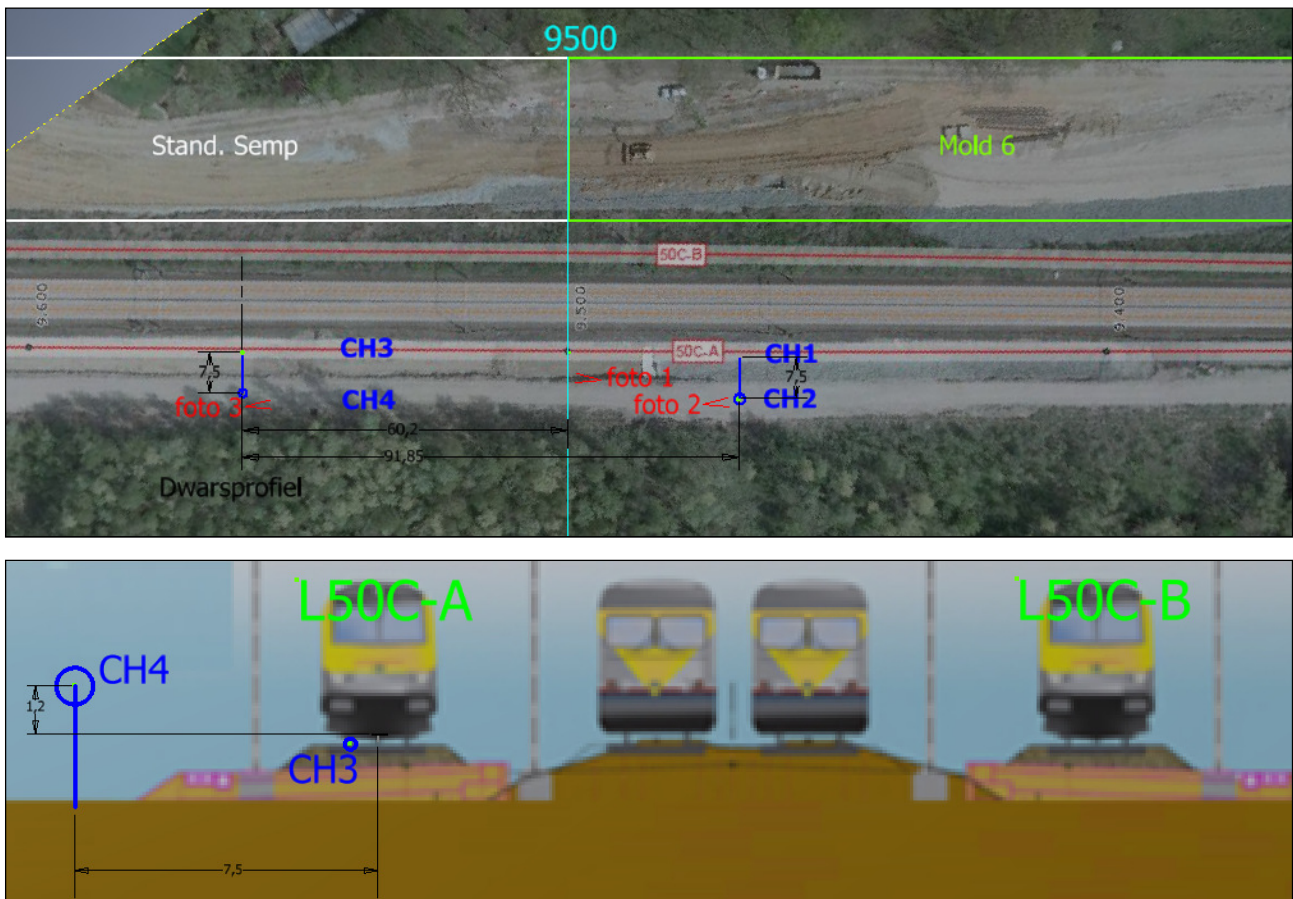
C.1 Meetsites & data

Er zijn verschillende meetsites bestudeerd op drie locaties langs het spoornetwerk:

- S1 : Sint-Anna-Pede - lijn 50C - spoor A - kilometerpunt 9500
- S2 : Varsenare - lijn 50A - spoor A - kilometerpunt 100470
- S3 : Belsele - lijn 59 - spoor B - kilometerpunt 27400

Voor elke site geldt dat er een overgang is tussen 2 types spooropbouw met verschillende types railpads en er werden telkens 2 microfoons geïnstalleerd – 1 voor elk type spooropbouw – op 7.5 m afstand van de centerlijn van het spoor en op 1.2 m hoogte ten opzichte van de bovenkant van de rail. Een voorbeeld van de meetopstelling van site S1 is weergegeven in onderstaande figuren.

Figuur C-1 Illustratie meetopstelling site S1



Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

De microfoon op kanaal 2 – ‘CH2’ – is daarbij steeds geïnstalleerd langs het spoorsegment met nieuwe, stijvere railpads – ‘bb01’ – terwijl de microfoon op kanaal 4 – ‘CH4’ – zich telkens langs het spoorsegment met soepeler railpads – ‘bb13’ – bevindt.

Voor de 3 sites samen werden in totaal 7 databestanden aangeleverd – in tekstformaat – en daarnaast ook lijsten met geïdentificeerde treinpassages die als geverifieerd mogen beschouwd worden. De databestanden bevatten informatie over het geregistreerde event, het treinmaterieel, de geregistreerde geluidsniveaus, de duur van de treinpassage en de snelheid. De structuur van de bestanden is weergegeven in onderstaande afbeelding.

Figuur C-2 Illustratie structuur databestanden geluidsmetingen treinpassages

pos	file	date	time	type	leqtp1	leqtp2	leqtp3	leqtp4	lmax1	lmax2	lmax3	lmax4	SEL1	SEL2	SEL3	SEL4	ttot	tp	speed
E:_WERK	SVAN0004	19/09/2016	15:32:58	1X3BREAK+1X3BREAK	104.5	98.75	108.2	103.2	112.1	101.4	112.5	107.1	112.4	106.6	116.1	111.1	6.169	4.174	133.5
E:_WERK	SVAN0005	19/09/2016	15:35:19	1X3DESIRO+1X3DESIRO	88.45	83.04	93.34	86.87	97.26	86.42	98.6	90.8	96.25	90.84	101.1	94.67	6.026	4.133	140.7
E:_WERK	SVAN0006	19/09/2016	15:44:02	T18+M6+T18(B)	87.24	84.5	92.36	87.51	96.65	89.36	97.01	89.96	95.99	93.25	101.1	96.26	7.506	5.812	157.3
E:_WERK	SVAN0007	19/09/2016	15:47:25	1X3AM96+1X3AM96+1X3AM96	99.85	96.74	104.3	99.19	109	100.7	110.4	103.5	109.1	106	113.5	108.4	8.402	6.42	134.5
E:_WERK	SVAN0008	19/09/2016	16:00:37	1X3AM96+1X3AM96+1X3AM96	97.04	94.13	101.7	97.4	105.5	97.66	106.9	100.3	107.2	104.2	111.8	107.5	10.29	7.845	109
E:_WERK	SVAN0009	19/09/2016	16:03:53	T19+M6+T19+M6(10)	87.2	85.94	92.75	88.58	99.29	99.91	100.3	91.9	97.1	95.84	102.7	98.49	9.793	7.886	139.7
E:_WERK	SVAN0010	19/09/2016	16:06:52	T21+M4(7)	105.3	99.28	109.6	104.1	113.5	102.2	114.5	108.8	113.7	107.7	118	112.5	6.945	4.994	136.5
E:_WERK	SVAN0012	19/09/2016	16:11:41	T18+M4(9)	105.4	99.43	109.4	103.8	114.4	104.6	115.6	107.1	114	108.1	118.1	112.5	7.345	5.613	153.8
E:_WERK	SVAN0013	19/09/2016	16:17:26	T18+M4(11)(12)	88.77	85.83	94.47	89.52	97.48	90.93	101.7	94.1	98.56	95.62	104.3	99.31	9.549	7.831	155.1
E:_WERK	SVAN0014	19/09/2016	16:20:48	T18+M4(10)	105.4	99.49	110.2	103.7	114.6	102.8	116.1	106.7	114.7	108.8	119.5	113.1	8.621	6.733	141.1
E:_WERK	SVAN0016	19/09/2016	16:24:16	T18+M4(11)	105.2	99.74	110.3	103.7	112.5	103.3	116.4	107.6	114.3	108.9	119.4	112.8	8.211	6.51	156.6
E:_WERK	SVAN0017	19/09/2016	16:28:30	M6+T18(B)	87.85	84.45	93.87	87.67	97.17	89.51	101.1	91.82	96.81	93.41	102.8	96.56	7.879	6.146	153.8
E:_WERK	SVAN0018	19/09/2016	16:33:52	T18+M5(10)	90.36	83.76	96.37	88.38	108.7	94.88	111.4	99.81	100.3	93.7	106.3	98.32	9.854	7.827	131.5
E:_WERK	SVAN0019	19/09/2016	16:37:44	T19+M6(9)	88.35	84.38	93.79	87.46	95.26	89.32	100.3	91	97.45	93.48	102.9	96.56	8.127	6.328	148.1
E:_WERK	SVAN0020	19/09/2016	16:40:12	1X3DESIRO+1X3DESIRO+1X3DESIRO	88.13	81.95	93.62	86.2	95.46	85.8	97.41	89.65	97.4	91.22	102.9	95.47	8.458	6.469	134
E:_WERK	SVAN0021	19/09/2016	16:42:16	T18+M4(9)	104.8	98.33	109.5	103.5	113.3	100.9	116	106.4	114	107.5	118.7	112.7	8.258	6.366	135.8
E:_WERK	SVAN0022	19/09/2016	16:49:13	M6+T18(B)	88.12	85.37	94.53	88.55	95.27	91.13	99.92	94.39	96.99	94.23	103.4	97.42	7.708	6.006	156.6
E:_WERK	SVAN0023	19/09/2016	16:51:54	T27+M4(10)	107.3	99.9	111	104.2	117	104.3	118.7	108.5	116.5	109.2	120.3	113.5	8.475	6.467	132.6
E:_WERK	SVAN0024	19/09/2016	16:56:32	T18+M4(11)	106	100.6	110.8	103.7	115	104.2	116.9	107.1	115.2	109.8	120	112.9	8.361	6.654	156.1
E:_WERK	SVAN0025	19/09/2016	17:01:10	T18+M6+T18(B)	86.17	84.65	91.98	87.73	92.85	90.13	97.37	90.74	94.94	93.41	100.7	96.5	7.546	5.842	156.4
E:_WERK	SVAN0026	19/09/2016	17:04:11	T19+M6+T19+M6(10)	90.45	87.7	96.44	90.91	106	95.67	109.7	99.37	99.88	97.13	105.9	100.3	8.796	7.097	156.8
E:_WERK	SVAN0027	19/09/2016	17:06:51	T18+M4(10)	108.5	99.83	111	103.8	120.2	104	117	107.6	117.6	108.9	120.1	112.9	8.097	6.335	151.2
E:_WERK	SVAN0028	19/09/2016	17:09:26	1X3BREAK+1X3BREAK+1X3BREAK+1X3BREAK	105.6	100.3	110.3	104.4	112.5	105.5	115.4	107.6	115	109.8	119.7	113.9	8.844	7.13	155.4
E:_WERK	SVAN0029	19/09/2016	17:11:59	T18+M4(9)	107.2	101.6	112.3	105	114.7	105.4	118.2	107.6	115.8	110.2	120.9	113.6	7.234	5.541	157.4
E:_WERK	SVAN0030	19/09/2016	17:15:49	T18+M5(10)	87.38	82.2	94.19	87.36	101.4	88.43	106.9	95.9	97.5	92.31	104.3	97.48	10.29	8.181	126
E:_WERK	SVAN0031	19/09/2016	17:19:13	T18+M4(11)(12)	89.02	85.94	95.18	89.57	102	93.02	104.4	94.17	98.73	95.66	104.9	99.29	9.392	7.708	158.2
E:_WERK	SVAN0032	19/09/2016	17:22:20	T18+M4(10)	106.4	101	111.2	104.5	114.9	104.6	116.8	107.8	115.4	110	120.2	113.5	7.963	6.22	152.8
E:_WERK	SVAN0033	19/09/2016	17:27:54	T18+M4(11)	105.8	100	110.8	103.8	113.1	103.6	117.8	106.9	114.6	108.9	119.7	112.7	7.717	6.027	157.6
E:_WERK	SVAN0034	19/09/2016	17:32:34	M6+T18(B)	86.55	83.58	92.79	86.75	97.3	88.62	105.9	90.62	95.55	92.58	101.8	95.75	7.961	6.207	151.9
E:_WERK	SVAN0035	19/09/2016	17:38:14	T19+M6(9)	86.57	86.02	95.42	89.69	97.54	90.68	103.9	95.93	97.42	94.87	104.3	98.54	7.682	5.995	157.9
E:_WERK	SVAN0036	19/09/2016	17:40:43	T18+M4(9)	108.5	101.1	111.9	104.8	114.5	104.3	118.1	107.5	114.9	109.5	120.3	113.3	7.036	5.374	160.3
E:_WERK	SVAN0037	19/09/2016	17:43:03	1X3DESIRO+1X3DESIRO+1X3DESIRO	89.69	85.12	95.19	88	98.3	89.15	101.8	92.2	98.38	93.82	103.9	96.69	7.418	5.672	152.5
E:_WERK	SVAN0038	19/09/2016	17:45:18	T18+M6+T18(B)	87.39	85.67	93.34	88.37	95.38	90.86	99.53	93.1	96.05	94.34	102	97.03	7.366	5.707	160.5
E:_WERK	SVAN0039	19/09/2016	17:47:51	T19+M6(9)	92.11	89.75	99.29	92.5	108.9	100.2	114.9	101.5	101.1	98.72	108.3	101.5	7.905	6.165	153.1
E:_WERK	SVAN0040	19/09/2016	17:51:26	T18+M4(10)	104.3	99.09	109.7	103.3	111.9	102.9	116.1	105.7	113.4	108.3	118.9	112.5	8.261	6.448	146.9
E:_WERK	SVAN0041	19/09/2016	17:53:54	T18+M4(9)	105.3	99.96	109.9	103.2	114.3	103.3	115.3	106.4	113.9	108.5	118.4	111.7	7.183	5.487	157.1
E:_WERK	SVAN0042	19/09/2016	17:57:41	T19+M6+T19+M6(10)	86.94	83.77	92.41	86.87	102.8	98.98	99.83	91.41	96.85	93.68	102.3	96.78	9.813	7.927	141.2
E:_WERK	SVAN0043	19/09/2016	18:00:56	1X3BREAK+1X3BREAK+1X3BREAK	103.4	98.26	108.8	103.4	110.9	101.6	114.1	107.8	112.5	107.3	117.8	112.4	8.009	6.066	137.1
E:_WERK	SVAN0045	19/09/2016	18:07:44	T21+M4(8)	109	97.49	108.5	102.8	113	100.5	114.4	106.1	112.2	106.7	117.7	112	8.282	6.098	121.9
E:_WERK	SVAN0046	19/09/2016	18:15:12	T18+M4(11)(12)	90.05	87.34	97.14	90.94	106.3	96.88	111	100.6	100.1	97.36	107.2	101	10.05	8.244	147.1
E:_WERK	SVAN0047	19/09/2016	18:24:42	1X3BREAK+1X3BREAK+1X3BREAK	107.2	102.1	112.6	105.6	113.5	105.1	119.1	109.6	115.7	110.6	121.1	114.1	7.053	5.339	155.5
E:_WERK	SVAN0048	19/09/2016	18:31:38	1X3BREAK+1X3BREAK+1X3BREAK	104.9	100	110.5	104.4	111.8	103.3	116.7	108.1	113.6	108.7	119.2	113.1	7.378	5.584	148.5
E:_WERK	SVAN0049	19/09/2016	18:34:25	1X3DESIRO	90.74	85.1	96.45	88.28	97.4	87.61	101.8	91.11	96.21	90.58	101.9	93.75	3.527	1.829	156.9
E:_WERK	SVAN0050	19/09/2016	18:43:15	T18+M6+T18(B)	86.47	84.59	93.35	87.9	93.38	89.61	98.91	92.16	95.22	93.34	102.1	96.65	7.499	5.806	157.4
E:_WERK	SVAN0051	19/09/2016	18:46:13	1X3BREAK+1X3BREAK	104.8	99.17	109.7	103.4	113.9	102.7	114.4	107.4	112.3	106.7	117.3	111	5.718	3.868	144
E:_WERK	SVAN0052	19/09/2016	18:58:26	1X3AM96+1X3AM96+1X3AM96	102.2	98.84	108.2	101	109.8	103.3	115	105.4	110.8	107.4	116.8	109.6	7.251	5.544	156.1
E:_WERK	SVAN0053	19/09/2016	19:02:29	1X3BREAK+1X3BREAK	102.3	97.27	107.6	102	110.2	100.8	112.3	104.9	110.4	105.5	115.8	110.2	6.588	4.454	124.9
E:_WERK	SVAN0054	19/09/2016	19:17:00	T18+M4(11)(12)	88.96	88.44	95.64	89.74	102.7	93.27	109	95.42	98.74	98.22	105.4	99.51	9.5	7.791	155.9
E:_WERK	SVAN0055	19/09/2016	19:25:49	1X3BREAK+1X3BREAK	106.4	100.6	111.5	104.1	116.4	104.2	118.3	107	113.7	107.9	118.8	111.4	5.38	3.638	152.9
E:_WERK	SVAN0056	19																	

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voor de sites S1 en S2 zijn er slechts enkele treinpassages die als geverifieerd gemarkeerd werden, maar uiteindelijk niet weerhouden werden obv de controle op treinlengte. Voor de site S3 is het aantal niet weerhouden passages groter, wat te maken heeft met een relatief groot aantal 'geverifieerde' treinpassages die als 'FREIGHT/OTHER' aangeduid werden maar waar het onmogelijk was om de correcte 'inhoud' van de treinpassage en de bijhorende treinlengte af te leiden.

De events kunnen verdeeld worden over verschillende types van treinmaterieel waarvoor emissiecorrecties bepaald zijn met behulp van de gegevens over de gemeten treinpassages. Sommige types treinmaterieel komen enkel op bepaalde sites voor, andere zijn dermate courant dat ze op alle sites frequent voorkomen. De verdeling van de geanalyseerde treinpassages ifv het type treinmaterieel en de meetsite is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel C-2 Verdeling aantal treinpassages per type treinmaterieel

Type	Site S1	Site S2	Site S3
AM08	219	122	82
AM75	0	0	37
AM80	351	67	33
AM86	0	0	23
AM96	234	62	54
I10	161	185	0
I11	38	8	0
M4	164	15	4
M5	21	0	0
M6	418	106	31
TOTAAL	1606	565	264

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

C.2 Voorgestelde correcties

Uit het eindrapport¹ van de voorstudie door Infrabel, TNO en Departement Omgeving en de aangeleverde informatie van Infrabel volgen een aantal voorstellen voor correcties in de Belgische context voor zowel typische bovenbouwconstructies voor het spoornetwerk als ruwheidscorrecties voor verschillende types treinmaterieel. De onderstaande tabel vat de correcties samen voor de bovenbouwconstructies.

Tabel C-3 Voorgestelde correcties bovenbouwconstructie

Type bovenbouwconstructie	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
bb13	-1	-2	1	3	6	1	1	1
bb14	-0.5	-1	0.5	1.5	3	0.5	0.5	0.5

De eerste bovenbouwconstructie – ‘bb13’ – betreft de laagdempende railpads die tussen 2005 en 2016 op het Infrabel netwerk geïnstalleerd werden en de bijhorende correctie is overgenomen uit het vermelde eindrapport waar deze als gemiddelde bepaald werd op basis van het verschil ten opzichte van de referentie. De tweede bovenbouwconstructie – ‘bb14’ – komt niet voor op de beschouwde meetsites maar werd door Infrabel zelf voorgesteld voor de delen van het spoornetwerk met oudere standaard railpads. De correctiewaarden liggen halfweg tussen ‘bb01’ – de Nederlandse referentie die overeenkomt met de nieuwe hoogdempende railpads die vanaf 2017 geïnstalleerd zullen worden – en ‘bb13’.

Daarnaast zijn er ook ruwheidscorrecties gedefinieerd voor de verschillende types treinmaterieel door deze te beschouwen als subcategorieën van reeds bestaande SRM II categorieën. Onderstaande tabel vat de correcties samen als functie van de golfengte. Voor de overeenkomst van deze subcategorieën met de verschillende types treinmaterieel kunnen verwijzen naar Tabel D-5 in § D.2.3.

Tabel C-4 Voorgestelde ruwheidscorrecties subcategorieën

Categorie	1.2m	0.63m	0.32m	0.16m	0.08m	0.04m	0.02m	0.01m	0.005m	0.0025m	0.0013m	0.0006m
2A	0	0	0	-4	-5	2	2	0	0	0	0	0
2B	0	0	0	-11	-10	-2	0	-6	0	0	0	0
8A	0	0	0	-8	-8	-9	-6	-8	-4	-4	-3	0
8B	0	0	0	-9	-9	-9	-5	-7	-3	-3	-2	0
8C	0	0	0	-8	-8	-9	-10	-9	-7	-4	-3	0
8D	0	0	0	-2	-3	-3	-3	-3	0	0	0	0
9A	0	0	0	-8	-8	-9	-6	-8	-4	-4	-3	0
11A	0	0	0	-4	-5	-2	-5	-5	0	0	0	0

In het algemeen is op basis van deze correcties bij de standaard Nederlandse bovenbouwconstructie ‘bb01’ (sub)categorie 2A ca 1 dB(A) luider dan categorie 2, terwijl (sub)categorie 2B ca 2 dB(A) stiller is dan categorie 2. Voor de (sub)categorieën 8A, 8B, 8C en 8D geldt dat ze respectievelijk ongeveer 7 dB(A), 7 dB(A), 9 dB(A) en 3 dB(A) stiller zijn dan de reguliere categorie 8. De voorgestelde correctie voor categorie 9A maakt deze 4 à 6 dB(A) stiller dan de standaard SRM II categorie 9. Voor de bovenbouwconstructie met laagdempende railpads – ‘bb13’ – liggen de resulterende geluidsniveaus ca 3 dB(A) hoger en wordt bijvoorbeeld voor de subcategorieën 8A, 8B, 8C en 8D het verschil met de standaard geluidsemisatie voor categorie 8 ongeveer 3 dB(A) kleiner.

¹ TNO rapport 2017 R10151 - Geluidsemisatiegegevens en bovenbouwcorrectie in SRM II voor Belgisch rollend materieel

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

C.3 Opbouw IMMI modellen

Voor elke site werden in de IMMI software eenvoudige modellen opgesteld die de nabije omgeving beschrijven: het ballastbed, bodemabsorptie en de meetmicrofoons op 7.5 m afstand van de centerlijn van het spoor. De bodemabsorptie wordt daarbij gelijk genomen aan deze die voor de analyse tijdens de voorstudie toegepast werd: $G = 0.0$ voor site S1 en $G = 0.5$ voor site S2 en S3. Er werd een standaard ballastbed ingetekend met een hoogte van 60cm en de bronlijn in het center van het spoor op 20 cm hoogte boven dat ballastbed. Gezien de eenvoudige situatie met een rechtstreekse propagatie tussen bron en ontvanger heeft dat laatste echter nauwelijks een effect op de in de IMMI software berekende geluidsniveaus.

De gegevens van de individuele treinpassages – type, aantal eenheden, snelheid, emissiecategorie en subcategorie als emissiecorrectie – kunnen gekoppeld worden aan de spoorsegmenten – 2 segmenten met verschillende bovenbouw – van de overeenkomstige site en op die manier kan het resulterende geluidsniveau berekend worden op de 2 overeenkomstige meetpunten op korte afstand van het beschouwde spoor voor de meetsite.

De 'intensiteit' van de individuele treinpassages wordt daarbij ingevoerd als uurwaarde, zodat om een correcte vergelijking van de gemeten en berekende waarden te bekomen ook de gemeten equivalente geluidsniveaus $L_{Aeq,tp}$ dienen te worden omgezet naar $L_{Aeq,1u}$. De gemeten – omgezette – waarden voor de individuele treinpassages kunnen dan gesommeerd worden per type treinmaterieel, per site en uiteraard per meetkanaal. Het resultaat van de totale – fictieve – $L_{Aeq,1u}$ die overeenstemt met de in 1 uur samengebalde treinpassages per type treinmaterieel en per meetsite is voorgesteld in onderstaande tabel.

Tabel C-5 Gesommeerd equivalent gemeten geluidsniveau $L_{Aeq,1u}$ in dB(A)

Type	Site S1 – $L_{Aeq,1u}$		Site S2 – $L_{Aeq,1u}$		Site S3 – $L_{Aeq,1u}$	
	CH2	CH4	CH2	CH4	CH2	CH4
AM08 (8C)	77.6	80.6	77.3	79.9	73.3	76.6
AM75 (2A)	-	-	-	-	76.4	81.2
AM80 (2A)	95.8	99.3	86.2	88.5	76.0	82.2
AM86 (8D)	-	-	-	-	64.8	67.9
AM96 (2B)	92.9	94.7	85.0	86.7	85.1	87.8
I10 (8B)	81.3	84.7	85.5	87.3	-	-
I11 (8B)	74.0	77.3	71.4	73.2	-	-
M4 (2A)	93.7	97.6	82.2	85.0	75.2	80.8
M5 (8A)	70.3	75.0	-	-	-	-
M6 (8A)	84.0	87.1	81.0	83.3	69.8	72.9
TOTAAL	99.3	102.6	91.6	93.7	86.8	90.4

Gemiddeld bedraagt het verschil in geluidsniveau tussen de 2 meetkanalen – en dus tussen de 2 beschouwde bovenbouwconstructies – ongeveer 3 dB(A). De installatie van de nieuwere, stijvere railpads vanaf 2017 – 'bb01' – zal dus een reductie opleveren van gemiddeld 3 dB(A) tov een spooropbouw met de soepeler railpads die tussen 2005 en 2016 – 'bb13' – werden geïnstalleerd.

In sommige gevallen – voor een aantal types treinmaterieel – kan het verschil wat groter worden en voor site S2 is het verschil eerder wat kleiner – in de grootte-orde van 2 dB(A) – wat mogelijk te maken heeft met het feit dat de referentie railpad daar naar verluidt van een wat oudere productiebatch is.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

C.4 Vergelijking resultaten

Er wordt hier niet zozeer gefocust op de individuele treinpassages, dan wel op een vergelijking van de gemiddelde geluidsemisatie per type treinmaterieel. De opgebouwde modellen laten toe om het geluidsniveau te berekenen per individuele treinpassage op de beschouwde meetpunten, maar we zullen hier voornamelijk de gesommeerde resultaten beschouwen die een situatie beschrijven met een hele reeks treinpassages, weliswaar afzonderlijk per type treinmaterieel. Het equivalent van de voorgaande tabel met gemeten waarden is in de onderstaande tabel afgebeeld, maar dan wel voor de met de IMMI software berekende waarden.

Tabel C-6 Gesommeerd berekend specifiek geluidsniveau Lsp,1u in dB(A)

Type	Site S1 – Lsp,1u		Site S2 – Lsp,1u		Site S3 – Lsp,1u	
	CH2	CH4	CH2	CH4	CH2	CH4
AM08 (8C)	76.2	80.0	74.0	77.7	70.5	74.2
AM75 (2A)	-	-	-	-	76.5	80.6
AM80 (2A)	96.1	99.5	87.7	90.8	76.3	80.5
AM86 (8D)	-	-	-	-	64.7	68.4
AM96 (2B)	91.6	94.5	84.3	87.0	83.0	86.3
I10 (8B)	81.0	84.0	80.4	83.4	-	-
I11 (8B)	74.3	77.4	66.6	69.5	-	-
M4 (2A)	94.6	98.0	84.0	87.1	75.8	79.6
M5 (8A)	70.3	73.5	-	-	-	-
M6 (8A)	83.9	87.2	76.3	79.5	68.4	71.8
TOTAAL	99.5	102.8	91.1	94.2	85.4	89.0

Op basis van de gemeten en berekende waarden kan een identieke tabel afgeleid worden die per type treinmaterieel en per meetsite het verschil voorstelt. De onderstaande tabel bevat de verschilwaarden van de berekende min de gemeten waarden: negatieve waarden betreffen dus een onderschatting van de gemeten waarden, positieve waarden zijn een overschatting.

Tabel C-7 Verschil berekende vs gemeten geluidsniveaus in dB(A)

Type	Site S1 – verschil		Site S2 – verschil		Site S3 – verschil	
	CH2	CH4	CH2	CH4	CH2	CH4
AM08 (8C)	-1.4	-0.6	-3.4	-2.2	-2.8	-2.3
AM75 (2A)	-	-	-	-	0.1	-0.6
AM80 (2A)	0.4	0.3	1.5	2.3	0.3	-1.7
AM86 (8D)	-	-	-	-	-0.1	0.4
AM96 (2B)	-1.3	-0.2	-0.7	0.3	-2.2	-1.5
I10 (8B)	-0.3	-0.7	-5.1	-3.9	-	-
I11 (8B)	0.3	0.1	-4.8	-3.7	-	-
M4 (2A)	0.9	0.4	1.8	2.1	0.7	-1.2
M5 (8A)	0.0	-1.5	-	-	-	-
M6 (8A)	-0.1	0.0	-4.7	-3.8	-1.5	-1.1
TOTAAL	0.2	0.2	-0.5	0.4	-1.4	-1.4

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Wat betreft de resultaten voor site S1 mogen we stellen dat de berekende resultaten behoorlijk tot zeer goed overeenkomen met de gemeten waarden: in het overgrote deel van de gevallen ligt het verschil binnen een bereik van 1 dB(A). Voor de andere sites kunnen voor een aantal types treinmaterieel de verschillen beduidend hoger oplopen.

De voorgaande resultaten geven enkel het resultaat en de verschillen weer van de globale sommatie van alle treinpassages per type treinmaterieel en per site. Om een idee te geven van de spreiding van de verschillen, zijn de treinpassages ook afzonderlijk berekend en geanalyseerd en kunnen een aantal statistische parameters berekend worden. De onderstaande tabel geeft – eveneens per type treinmaterieel en per site – de afzonderlijke verschillen weer uitgedrukt als een interval tussen percentiel 10 en percentiel 90, tzt het interval waarin zich 80% van de verschillen tussen berekende en gemeten waarden bevindt zonder rekening te houden met de extremen.

Tabel C-8 Interval [P10 | P90] vd verschillen berekende en gemeten waarden in dB(A)

Type	Site S1 – [P10 P90]		Site S2 – [P10 P90]		Site S3 – [P10 P90]	
	CH2	CH4	CH2	CH4	CH2	CH4
AM08 (8C)	[- 2.0 - 0.4]	[- 1.2 + 0.4]	[- 4.0 - 2.6]	[- 2.8 - 1.1]	[- 3.4 - 2.0]	[- 3.3 - 1.4]
AM75 (2A)	-	-	-	-	[- 0.6 + 0.4]	[- 1.8 + 0.2]
AM80 (2A)	[- 0.6 + 1.5]	[- 0.9 + 1.6]	[+ 0.3 + 2.7]	[+ 1.1 + 4.0]	[- 0.8 + 1.8]	[- 2.6 - 0.4]
AM86 (8D)	-	-	-	-	[- 1.6 + 1.8]	[- 0.6 + 3.0]
AM96 (2B)	[- 2.4 - 0.1]	[- 1.2 + 1.2]	[- 1.7 + 0.8]	[- 0.7 + 1.8]	[- 3.1 - 1.4]	[- 2.3 - 0.7]
I10 (8B)	[- 1.7 + 0.4]	[- 1.9 + 0.3]	[- 5.5 - 4.7]	[- 4.4 - 3.4]	-	-
I11 (8B)	[- 0.4 + 1.0]	[- 0.5 + 0.7]	[- 5.4 - 4.4]	[- 4.1 - 3.3]	-	-
M4 (2A)	[+ 0.0 + 1.7]	[- 0.5 + 1.3]	[+ 1.2 + 2.5]	[+ 1.5 + 2.6]	[+ 0.2 + 1.2]	[- 1.6 - 0.8]
M5 (8A)	[- 0.8 + 0.9]	[- 2.1 - 0.9]	-	-	-	-
M6 (8A)	[- 0.8 + 1.1]	[- 0.8 + 1.3]	[- 5.4 - 3.9]	[- 4.3 - 3.0]	[- 2.5 - 0.2]	[- 2.5 + 0.6]

In de meeste gevallen mag men stellen dat dit interval ca 2 dB(A) breed is. Er zijn een aantal situaties waar het interval beduidend kleiner is, veelal voor situaties waar het aantal treinpassages beperkt is en in enkele gevallen – bijvoorbeeld voor type AM86, met nochtans ook een beperkt aantal geanalyseerde treinpassages – wordt het interval wat groter. De resultaten liggen evenwel in dezelfde lijn als voor analyse van de gesommeerde resultaten.

De conclusie blijft dat de resultaten voor site S1 behoorlijk tot zeer goed overeenkomen met de gemeten waarden en dat voor de andere sites de verschillen beduidend hoger kunnen oplopen voor een aantal types treinmaterieel. Het rapport van de voorstudie reikt daartoe een aantal verklaringen aan: zo hebben zeker site S2 maar ook site S3 een hogere railruwheid dan site S1: voor die laatste site voldoet de railruwheid en valt deze onder de ISO 3095 grenscurve.

Aangezien de voorgestelde ruwheidscorrecties een gecombineerd effect voorstellen van zowel de wielruwheid als de railruwheid, kan deze laatste een relatief belangrijke invloed hebben, zeker voor de types treinmaterieel die een relatief lage geluidsemissie hebben. Dat is ook zichtbaar in de resultaten voor site S2 waar voor de types treinmaterieel van categorie 2 de verschillen relatief beperkt blijven, maar deze voor types treinmaterieel van categorie 8 beduidend hoger zijn.

Uit het rapport van de voorstudie blijkt dat de voorgestelde ruwheidscorrecties grotendeels gebaseerd zijn op de resultaten voor site S1, behalve voor het type AM86 (categorie 8D) waar enkel metingen beschikbaar zijn voor site S3. De verschillen voor site S2 en in mindere mate S3 tonen dus aan dat de werkelijke ruwheidscorrecties in zekere mate afhankelijk blijven van de lokale spoorconditie.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

In de voorstudie zijn ook voor de andere sites S2 en S3 waar relevant specifieke ruwheidscorrecties bepaald, dus het is interessant om na te gaan of de toepassing van deze specifieke correcties voor de beschouwde sites maakt dat de resultaten een betere overeenkomst vertonen, wat de relatief grote verschillen op site S2 en S3 voor bepaalde types treinmaterieel zou verklaren.

In de onderstaande tabel volgt een vergelijking van de verschillen die resulteren uit de voorgestelde ruwheidscorrecties zoals eerder gepresenteerd en de ruwheidscorrecties specifiek voor site S2, zoals gedocumenteerd in het rapport van de voorstudie.

Tabel C-9 Vergelijking verschillende voorgestelde vs specifieke ruwheidscorrectie site S2 in dB(A)

Type	Site S2 – verschil voorgestelde ruwheidscorrectie		Site S2 – verschil specifieke ruwheidscorrectie S2	
	CH2	CH4	CH2	CH4
AM08 (8C)	-3.4	-2.2	-1.9	-1.3
AM75 (2A)	-	-	-	-
AM80 (2A)	1.5	2.3	-1.1	-0.2
AM86 (8D)	-	-	-	-
AM96 (2B)	-0.7	0.3	-0.7	0.3
I10 (8B)	-5.1	-3.9	-0.1	0.7
I11 (8B)	-4.8	-3.7	0.1	0.9
M4 (2A)	1.8	2.1	-0.8	-0.4
M5 (8A)	-	-	-	-
M6 (8A)	-4.7	-3.8	-0.9	-0.3
TOTAAL	-0.5	0.4	-0.7	0.1

Uit de vergelijking blijkt duidelijk dat de ruwheidscorrecties die specifiek voor site S2 bepaald zijn ook beter passen: de railruwheid speelt dus wel degelijk nog een relevante rol in de geluidsemisatie. Zoals eerder ook al aangegeven heeft deze factor het grootste effect op de geluidsemisatie van de relatief stille types treinmaterieel die tot categorie 8 behoren. Dat betekent echter ook dat voor de globale mix van treinpassages – waarvan het resultaat op de onderste rij van de tabel weergegeven is – het effect niet zo groot is: de stillere types treinmaterieel hebben immers een beperktere bijdrage in de globale geluidsemisatie.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

We kunnen dezelfde oefening maken voor site S3 waar gelijkaardige effecten spelen, weliswaar in mindere mate. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel. Ook daar blijken de ruwheidscorrecties specifiek voor site S3 in een aantal gevallen duidelijk beter te passen om de gemeten en berekende waarden met elkaar te vergelijken.

Tabel C-10 Vergelijking verschillende voorgestelde vs specifieke ruwheidscorrectie site S3 in dB(A)

Type	Site S3 – verschil voorgestelde ruwheidscorrectie		Site S3 – verschil specifieke ruwheidscorrectie S3	
	CH2	CH4	CH2	CH4
AM08 (8C)	-2.8	-2.3	0.3	0.8
AM75 (2A)	0.1	-0.6	0.5	-0.2
AM80 (2A)	0.3	-1.7	0.6	-1.4
AM86 (8D)	-0.1	0.4	-0.1	0.4
AM96 (2B)	-2.2	-1.5	-1.0	0.0
I10 (8B)	-	-	-	-
I11 (8B)	-	-	-	-
M4 (2A)	0.7	-1.2	1.1	-0.6
M5 (8A)	-	-	-	-
M6 (8A)	-1.5	-1.1	-0.5	-0.1
TOTAAL	-1.4	-1.4	-0.4	-0.2

C.5 Conclusies

Aan de hand van de analyse van een groot aantal treinpassages zijn nieuwe correctietermen voorgesteld voor enerzijds de bovenbouwconstructies en anderzijds globale ruwheidscorrecties voor verschillende types treinmaterieel.

Het opzet van de meetcampagne laat toe om voor verschillende types spooropbouw het effect ervan relatief goed te vergelijken. Voor de bovenbouwconstructie 'bb13' blijkt de verhouding tot de standaard 'bb01' gemiddeld genomen aan de werkelijkheid te beantwoorden, het verschil bedraagt ongeveer 3 dB(A). Als we de resultaten voor beide meetkanalen onderling vergelijken voor verschillende types treinmaterieel, dan past de berekende waarde uiteraard soms beter voor het ene type spooropbouw dan voor het andere, maar dat heeft te maken met het feit dat moet gezocht worden naar een zo goed mogelijke gemiddelde verhouding die in alle situaties behoorlijk past. Het blijkt in ieder geval dat de nieuwe railpads een verlaging van de geluidsemisatie tot gevolg zullen hebben van gemiddeld 3 dB(A) tov de huidige standaard 'bb13'.

We hebben geen specifieke gegevens ontvangen om op een gelijkaardige manier de voorgestelde correctie voor de bovenbouwconstructie 'bb14' te toetsen, maar de aangeleverde grafieken mbt raildemping tonen aan dat de oudere railpads, met uiteraard ook een zekere variatie, gemiddeld genomen tussen 'bb01' en 'bb13' presteren. In die zin is de keuze voor de voorgestelde correctieterm voor 'bb14' te verantwoorden.

De gepresenteerde resultaten tonen aan dat de voorgestelde ruwheidscorrecties in een eenvoudig model de gemeten waarden behoorlijk goed kunnen voorspellen. Uiteraard kunnen er bepaalde kanttekeningen geplaatst worden die ook zijn opgenomen in het rapport van de voorstudie.

Zo zijn er een groot aantal metingen geanalyseerd, maar hebben deze voornamelijk betrekking op een nogal smal snelheidsgebied bij relatief hoge snelheden. Voor lagere snelheden is het aantal treinpassages beperkt en is niet altijd voldaan aan de inpassingscriteria van de Technische Regeling Emissiemeetmethoden 2006 waarop de analyse gebaseerd is. Dat maakt dat bijvoorbeeld de bijdrage van tractiegeluid bij lagere snelheden mogelijk minder correct wordt ingeschat.

Daarnaast blijkt duidelijk dat de invloed van de railruwheid in specifieke omstandigheden niet te onderschatten is: zo blijken de berekende resultaten voor sommige stillere treintypes op site S2 beduidend af te wijken van de gemeten waarden. De voorgestelde ruwheidscorrecties zijn immers vooral afgestemd op de railruwheid voor site S1 waar sprake is van het sinds enkele jaren ingevoerde railslijpregime van Infrabel, wat zeker voor site S2 minder van toepassing lijkt te zijn. De voorgestelde ruwheidscorrecties zijn dus in zekere zin ook een keuze voor een specifieke spoorconditie die voldoende representatief geacht wordt voor de rest van het spoornetwerk.

Anderzijds moet het belang van de railruwheid in de actuele context ook niet overdreven worden. Het blijkt immers zo te zijn dat er voornamelijk een effect is op de geluidsemisatie bij de relatief stillere types treinmaterieel in categorie 8. In een realistische situatie met een mix aan treinpassages hebben deze veelal slechts een beperkte bijdrage aan de globale geluidsemisatie, zo blijkt ook uit de resultaten voor de verschillende sites: voor de globale analyse van het geheel van alle treinpassages over de verschillende types treinmaterieel heen is het verschil tussen meting en berekening nergens echt groot. Dat heeft te maken met het feit dat de ruwheidscorrecties voor de relatief luidere types treinmaterieel van categorie 2 beduidend kleiner zijn en dus wellicht ook in mindere mate beïnvloed worden door de railruwheid.

Ter illustratie van het effect van de voorgestelde ruwheidscorrecties is het ook interessant om de berekende resultaten en de optredende verschillen even te bekijken indien er geen ruwheidscorrectie op de geluidsemisatie zou worden toegepast. Daaruit blijkt dat er voor de types treinmaterieel in categorie 8 inderdaad een behoorlijk effect is: de resultaten voor de berekeningen mét ruwheidscorrectie scoren beduidend beter dan voor de resultaten in Tabel C-11 zónder ruwheidscorrectie, verschilwaarden van 6 tot 8 dB(A) zijn geen uitzondering. Voor de types treinmaterieel in categorie 2 geeft de vergelijking een wat meer gemengd beeld: daar hangt het vaak af van de specifieke site en dus wellicht ook spoorconditie e.d. Sowieso zijn de ruwheidscorrecties voor de subcategorieën 2A en 2B in absolute termen een stuk beperkter.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Tabel C-11 Verschil berekende (zonder ruwheidscorrectie) vs gemeten geluidsniveaus in dB(A)

Type	Site S1 – verschil		Site S2 – verschil		Site S3 – verschil	
	CH2	CH4	CH2	CH4	CH2	CH4
AM08 (8C)	7.4	8.2	5.5	6.7	6.2	6.6
AM75 (2A)	-	-	-	-	-0.7	-1.8
AM80 (2A)	-0.7	-0.7	0.4	1.4	-0.4	-2.9
AM86 (8D)	-	-	-	-	2.7	3.3
AM96 (2B)	0.7	2.3	1.2	2.8	-0.2	0.6
I10 (8B)	7.0	7.4	2.1	4.0	-	-
I11 (8B)	7.6	8.1	2.4	4.3	-	-
M4 (2A)	-0.2	-0.6	0.6	1.1	-0.5	-2.6
M5 (8A)	7.5	6.6	-	-	-	-
M6 (8A)	7.5	8.1	2.8	4.3	6.0	6.7
TOTAAL	0.9	1.1	1.6	3.0	0.6	0.6

Het geheel van bijdragen van de verschillende types treinmaterieel aan de globale mix van treinpassages maakt in ieder geval dat er bij toepassing van de voorgestelde ruwheidscorrecties in het algemeen weliswaar een verbetering optreedt van de globale vergelijking van gemeten en berekende geluidsniveaus maar dat de effecten niet zo groot zijn als men in eerste instantie op basis van de correctiewaarden voor categorie 8 zou verwachten. Veel hangt bovendien af van de samenstelling van het spoorverkeer.

Wel zal het belang van kwalitatief goede ruwheidscorrecties in de toekomst alleen maar toenemen: door de vervanging van veelal ouder treinmaterieel, vaak van categorie 2, en de tendens naar stiller treinmaterieel zal de bijdrage van dat stiller treinmaterieel verhoudingsgewijs toenemen en mag men aannemen dat de effecten op de globale geluidsemissie ook steeds belangrijker worden. Hetzelfde kan daardoor ook gezegd worden van de railruwheid, waarbij lokale afwijkingen van de aangenomen standaard spoorconditie, zoals we hier bijvoorbeeld gezien hebben voor site S2, steeds grotere effecten kunnen hebben op de vergelijking tussen metingen en berekeningen. Het zal belangrijk zijn om ook in de toekomst voldoende kennis te blijven opbouwen over de werkelijke geluidsemissies om de onmiskenbare emissieverbeteringen die het gevolg zijn van een combinatie van de nieuwe railpads, verbeterde spoorconditie door het aangepaste slijpregime en het stillere treinmaterieel correct in te schatten.

De voorgestelde ruwheidscorrectie 9A voor hogesnelheidstreinen werd niet geverifieerd binnen het kader van deze opdracht omdat daartoe geen specifieke informatie werd aangeleverd. Deze ruwheidscorrectie is op gelijkaardige manier tot stand gekomen als de andere ruwheidscorrecties in overleg tussen Infrabel en TNO, maar werd niet gedocumenteerd in het rapport van de voorstudie.

Wel zijn er een aantal berekeningen voorgelegd van de analyse door Infrabel van enkele treinpassages op lijn 2 van een Thalys aan 250 tot 270 km/u, waarbij de resultaten aan de hand van een gelijkaardig model in de IMMI software vergeleken werden met de gemeten geluidsniveaus. Deze vertonen een goede overeenkomst en er mag dus aangenomen worden dat deze ruwheidscorrectie past in het rijtje van de andere correcties. Wel kan men zich de vraag stellen of het opportuun is om deze ruwheidscorrectie dan ook meteen door te trekken naar andere types hogesnelheidstreinen zonder enige verificatie aan de hand van metingen, maar anderzijds valt het wellicht te verkiezen om alle types hogesnelheidstreinen op dezelfde wijze te behandelen en zijn die andere types wellicht voldoende vergelijkbaar.

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voor goederenverkeer vermeldt het rapport van de voorstudie dat er geen ruwheidscorrectie gedefinieerd is voor categorie 4 met betrekking tot standaard of stillere wagons. Nochtans is het duidelijk dat voor een deel van het goederenverkeer de geluidsemissie beduidend lager ligt, aangezien een deel van de goederenwagons reeds een zogenaamde 'retrofit' heeft gekregen.

Op basis van analyses van Infrabel waarbij op een specifieke locatie in het netwerk gedetecteerd wordt welke wagons al dan niet een retrofit hebben gekregen, blijkt het aantal geretrofite assen op het spoornetwerk ongeveer 40% te bedragen. Voor deze goederenwagons mét retrofit is in de Nederlandse SRM II een specifieke categorie voorzien – categorie 11 – die de geluidsemissie van deze goederenwagons zou moeten benaderen. Op basis van de geluidsemissie voor deze categorie zou deze een geluidsemissie moeten hebben die ongeveer 4 tot 5 dB(A) lager ligt ivm een standaard goederenwagon. Op basis van metingen en eerdere discussies, bijvoorbeeld bij de opmaak van de actieplannen, blijkt het effect echter eerder in de grootte-orde van 8 dB(A) te liggen.

Gelijkaardige analyses van Infrabel voor een 250-tal goederentreinen op de meetsite langs lijn 27A - Luchtbal, 'bb01', railruwheid conform ISO 3095 – wijzen uit dat voor goederentreinen zonder retrofit de berekende waarden op basis van SRM categorie 4 goed overeenkomen met de gemeten geluidsniveaus van de treinpassages. Voor goederentreinen met meer dan 95% geretrofite assen is een ruwheidscorrectie 11A – weergegeven in Tabel C-4 – bepaald en geverifieerd door Infrabel bovenop categorie 11 op dezelfde manier zoals dat voor andere types treinmaterieel gebeurd is in de voorstudie. Net zoals de ruwheidscorrectie 9A voor hogesnelheidstreinen werd deze evenwel niet geverifieerd binnen het kader van deze opdracht omdat daartoe geen specifieke informatie werd aangeleverd.

De ruwheidscorrectie heeft een globale reductie tot gevolg van net iets minder dan 4 dB(A) tov de standaard categorie 11. Het gezamenlijke effect van de retrofit van de goederenwagons komt dan op een reductie van ca. 8 dB(A) tov een standaard goederenwagon in categorie 4, wat overeenkomt met de waarnemingen op het terrein en aannames die ook in het verleden al gemaakt werden.

D DEFINITIE AANNAMES

Af en toe vertonen de aangeleverde gegevens problemen op het vlak van kwaliteit. Ook ontbreken er soms bepaalde parameters en is een aanname nodig die de werkelijkheid zo goed mogelijk benadert. In wat volgt worden voor elk van de relevante elementtypes de verschillende problemen of hiaten aangehaald, met een passende oplossing en/of aanname om een oplossing te bieden. Voor een aantal aannames wordt daarbij gesteund op de zogenaamde 'Good Practice Guide' ¹.

D.1 Emissie wegverkeer

D.1.1 Relatieve hoogte

De relatieve hoogte van wegen wordt gelijk gesteld aan 0, wat betekent dat alle vertices exact dezelfde hoogte zullen krijgen als het terreinmodel. Waar deze aanname niet klopt, met name ter hoogte van bruggen, zal dit bijgewerkt worden bij het opbouwen van de IMMI modellen, de software beschikt daartoe over een aantal hulpmiddelen. In het IMMI model wordt de bronlijn daarna op de juiste hoogte geplaatst in functie van de bepalingen van de rekenmethode RMW / SRM II.

D.1.2 Verificatie intensiteitsdatabank

Het resultaat van de projectie van het verkeersmodel op het routesysteem is de shapefile 'routesysteem_LRS_v21.shp' en dient als basis voor de verdere verwerking van de voertuigintensiteiten voor wegverkeer. Daarbij werd voornamelijk nagegaan in hoeverre de opeenvolging van events met bijhorende kilometerpunten langsheen de routes een logisch geheel vormen. Daarbij kwamen nog een beperkt aantal problemen naar voren die op basis van de beschikbare gegevens zo goed mogelijk gecorrigeerd werden. Een aantal typische situaties:

- door een ontbrekende IDENT7 waarde werden een aantal relevante segmenten van het verkeersmodel niet op het routesysteem geprojecteerd en waren deze dus afwezig in de aangeleverde intensiteitsdatabank die in die zin aangevuld werd,
- zeer korte segmenten in de intensiteitsdatabank met quasi identieke kilometerpunten voor het begin en einde van het segment – wat soms voorkomt door het projecteren van (korte) segmenten uit het verkeersmodel die om bepaalde redenen (quasi) loodrecht op de geometrie van het routesysteem staan – werden indien irrelevant verwijderd,
- in sommige situaties – vaak ter hoogte van verkeerswisselaars – werden segmenten uit het verkeersmodel soms op de verkeerde rijrichting van het routesysteem geprojecteerd, wat meestal snel tot uiting komt in de opeenvolging van kilometerpunten en wat waar nodig aangepast werd.

Daarnaast werden in beperktere mate – door de aard van de gegevens – nog een reeks problemen vastgesteld met de opeenvolging van kilometerpunten die typisch voorkomen in de aangeleverde databanken met events zoals ook verderop al omschreven in § D.1.4.

D.1.3 Transformatie kilometerpunten

Voor de correcte koppeling van de intensiteiten van het verkeersmodel aan het routesysteem is door het Departement Omgeving een alternatieve versie aangemaakt van datzelfde routesysteem die enerzijds hier en daar geometrisch aangepast is en anderzijds een lineaire herkalibratie heeft ondergaan van de kilometerpunten op basis van de originele begin- en eindwaarden voor de kilometerpunten voor de verschillende (delen van) routes.

Aangezien deze versie verder als referentie zal gebruikt worden en ook de andere emissieparameters gecombineerd moeten worden met bijvoorbeeld intensiteitswaarden om de dynamische segmentatie mogelijk te maken, zijn er een reeks databanken waarin de originele kilometerpunten moeten getransformeerd worden

¹ European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN): 'Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure', version 2, August 2007 en hierna aangeduid als 'Good Practice Guide'

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

om de combinatie mogelijk te maken. Het gaat in het bijzonder om de databanken met de snelheidslimieten, wegverhardingen 'aanleg', wegverhardingen '2^{de} ronde' en wegverhardingen 'geoloket'.

Door de kleine verschillen tussen de geometrie en de kalibratie van beide versies van het routesysteem gaat er op sommige locaties een deel van de data verloren en ontstaan er hiaten in de data, voornamelijk aan het begin en einde van een reeks routes. In § D.1.4 wordt beschreven op welke wijze deze zaken zo veel mogelijk worden verholpen, analoog aan oplossingen voor andere problemen die reeds in de aangeleverde gegevens vervat zijn.

D.1.4 Correcties kilometerpunten in databanken

In de databanken met events – voor intensiteiten, snelheden en wegverhardingen – werden bij kwaliteitscontrole, afhankelijk van de oorsprong en de aard van de gegevens, in mindere of meerdere mate een aantal problemen waargenomen. In onderstaand overzicht is aangegeven op welke manier deze gecorrigeerd zijn:

- | | |
|--|---|
| • niet aansluitende kilometerpunten | kleine correcties – typisch tot enkele honderden meters, vaak minder – werden gemaakt aan de kilometerpunten om deze te laten aansluiten |
| • dubbel voorkomende of overlappende wegsecties | op basis van de waarden van de aansluitende wegsecties werd een keuze gemaakt voor de meest logische intensiteit, snelheid of wegverharding omwille van de continuïteit |
| • net niet tot aan de grens of het einde van de weg doorlopende wegsecties | kleine hiaten zijn het gevolg van afrondingen en onzuiverheden in de weergegeven kilometerpunten en werden bijgestuurd |

Zeker voor de databanken waarvoor vooraf een transformatie van de kilometerpunten werd uitgevoerd, kwamen er relatief vaak problemen voor met niet aansluitende kilometerpunten of onvolledige wegsecties aan het begin of einde van een weg. Specifiek voor de geaggregeerde gegevens met de CPX waarden waren er frequente problemen met ontbrekende segmenten die inherent zijn aan de meetmethode, daar werden hiaten opgevuld met de waarden van de aanliggende wegsegmenten tot een lengte van maximaal ca 500m. De meeste uitgevoerde correcties zullen slechts een kleine invloed hebben op het eindresultaat maar wel voor een meer coherent geheel zorgen.

D.1.5 Verhoudingen intensiteitswaarden voor beoordelingsperiodes en/of voertuigtypes

De bekomen intensiteitsdatabank omvat een hele reeks intensiteitswaarden met een onderscheid tussen 2 belangrijke groepen waarden: enerzijds de jaarintensiteiten met het aantal voertuigpassages voor een gans jaar en dit voor personenwagens, lichte en zware vrachtwagens afzonderlijk, anderzijds de gemiddelde verdeling van de gemiddelde etmaalintensiteit over de ochtendspits, restperiode, avondspits, avondperiode en nachtperiode, eveneens voor de 3 voertuigcategorieën afzonderlijk. Het probleem is dat de resultaten van beide groepen door de gebruikte afleidingsmethode in het verkeersmodel niet steeds compatibel zijn: sommatie van de waarden voor beide groepen levert niet steeds hetzelfde resultaat op.

Er werd voor geopteerd om de jaarintensiteiten als basis te nemen en deze te verdelen over de dag-, avond- en nachtperiode op basis van de verdeling van de etmaalintensiteiten. Daarbij werd voor elk segment het aandeel – als een percentage – berekend van de dag-, avond- en nachtperiode in de totale etmaalintensiteit en dat voor de 3 voertuigcategorieën afzonderlijk als volgt:

- voertuigintensiteit dagperiode = 'OSP' + 'RST' + 'ASP'
- voertuigintensiteit avondperiode = 'EVE'
- voertuigintensiteit nachtperiode = 'NCH'
- voertuigintensiteit etmaal = 'OSP' + 'RST' + 'ASP' + 'EVE' + 'NCH'

Voor een klein deel van de records was dat echter niet mogelijk omdat soms (een deel) van de waarden gelijk was aan 0, met alle gevolgen vandien voor de berekening van de verhoudingen. Er werden voor de records waar er wel een behoorlijke verhouding kon bepaald worden gemiddelden berekend ifv het type weg, met name

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

het linktype en de urbanisatiegraad uit het verkeersmodel. Deze standaard verhoudingen zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel D-1 Gemiddelde verhoudingen dag, avond, nacht en lichte, middelzware, zware voertuigen

LINKTYPE	URBANISATIE	Verhouding dag PW	Verhouding avond PW	Verhouding nacht PW	Verhouding dag LV	Verhouding avond LV	Verhouding nacht LV	Verhouding dag ZV	Verhouding avond ZV	Verhouding nacht ZV
1	0	74.7%	14.6%	10.7%	76.2%	7.0%	16.9%	72.0%	9.5%	18.5%
1	1	74.7%	14.6%	10.7%	76.9%	6.7%	16.3%	71.1%	9.7%	19.2%
1	2	74.5%	14.7%	10.8%	74.3%	7.2%	18.5%	69.6%	10.0%	20.3%
1	3	74.2%	14.8%	10.9%	75.4%	7.1%	17.5%	71.0%	9.8%	19.3%
2	0	76.0%	14.1%	9.8%	80.0%	5.4%	14.6%	76.8%	7.3%	15.8%
2	1	77.9%	12.4%	9.7%	79.9%	5.7%	14.5%	75.8%	7.6%	16.7%
2	2	78.1%	12.2%	9.6%	79.7%	5.5%	14.8%	75.4%	7.5%	17.1%
2	3	76.3%	13.8%	9.9%	79.9%	5.5%	14.6%	76.6%	7.4%	16.1%
3	1	78.6%	11.8%	9.6%	79.7%	5.5%	14.7%	75.1%	7.4%	17.4%
3	2	78.7%	11.7%	9.6%	79.9%	5.5%	14.6%	75.4%	7.3%	17.2%
3	3	77.9%	11.5%	10.6%	78.1%	5.8%	16.2%	76.8%	6.7%	16.5%
4	1	79.3%	11.4%	9.3%	77.5%	6.8%	15.7%	76.4%	6.7%	16.9%
4	2	78.7%	11.7%	9.6%	80.3%	5.4%	14.3%	75.2%	7.4%	17.4%
4	3	78.1%	11.4%	10.5%	78.7%	5.6%	15.7%	77.2%	6.6%	16.3%
5	1	78.8%	11.7%	9.5%	79.9%	5.5%	14.6%	75.4%	7.4%	17.2%
5	2	78.8%	11.7%	9.5%	80.1%	5.4%	14.4%	75.5%	7.3%	17.1%
5	3	78.1%	11.4%	10.5%	78.3%	5.8%	15.9%	76.8%	6.7%	16.6%
6	1	79.3%	11.4%	9.3%	80.4%	5.3%	14.2%	76.0%	7.2%	16.8%
6	2	78.9%	11.6%	9.5%	80.4%	5.4%	14.2%	75.5%	7.4%	17.1%
6	3	78.1%	11.4%	10.5%	78.5%	5.8%	15.8%	76.8%	6.7%	16.5%
7	1	79.2%	11.5%	9.4%	79.8%	5.6%	14.6%	75.9%	7.2%	16.9%
7	2	78.6%	11.8%	9.6%	80.3%	5.4%	14.3%	75.4%	7.3%	17.3%
7	3	77.9%	11.5%	10.6%	78.0%	5.9%	16.1%	76.3%	6.9%	16.8%
8	1	80.3%	10.8%	8.9%	81.4%	5.1%	13.5%	76.8%	6.4%	16.8%
8	2	78.8%	11.7%	9.5%	79.7%	5.7%	14.7%	74.3%	7.6%	18.1%

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Waar er records geïdentificeerd werden waarvoor geen realistische verhouding kon bepaald worden voor de dag-, avond- en nachtperiode, werd de standaard verhouding van de overeenkomstige wegcategorie toegepast. Voor personenwagens was dit het geval voor ca 0.3% van de records, veelal kleinere wegen die mogelijk niet eens de finale selectie van belangrijke of aanvullende wegen zullen halen, voor lichte en zwarte vrachtwagens ging het telkens om ongeveer 3.5% van de records.

De resulterende verhoudingen werden dan voor elk record afzonderlijk en per voertuigcategorie toegepast op de jaarintensiteiten om de gemiddelde uurwaarden te bekomen voor de dag-, avond- en nachtperiode.

D.1.6 Minieme verschillen intensiteitswaarden

In de data mbt de verkeersintensiteiten, in essentie afgeleid van het verkeersmodel, zitten regelmatig zeer kleine verschillen tussen opeenvolgende wegsegmenten. Soms betreft het een verschil van slechts enkele voertuigeenheden per jaar of een verschil voor slechts één van de beschouwde voertuigcategorieën. Regelmatig hebben die verschillen een effect die in de uurwaarden voor de intensiteiten slechts zichtbaar zijn in het decimale gedeelte van de getallen.

Om te vermijden dat de segmentatie van het wegennetwerk te sterk zou oplopen waar dat eigenlijk weinig relevantie heeft, zijn segmenten met sterk gelijkende intensiteitswaarden samengevoegd in de databank. Daartoe werd een grens gehanteerd van 2 % verschil tussen opeenvolgende segmenten: in die gevallen waar voor **alle** intensiteitswaarden – zowel de jaartotalen als de waarden per voertuigcategorie en beoordelingsperiode – het verschil kleiner is dan 2%, werden de intensiteiten als gelijk aangenomen en de bijhorende aanliggende wegsegmenten samengevoegd.

D.1.7 Snelheid op verkeerswisselaars en op- en afritten

Door vergelijking van de informatie over de freeflowsnelheid uit het verkeersmodel en de snelheidslimieten werd opgemerkt dat er voor een hele reeks op- en afritten en (delen van) verkeerswisselaars een maximum snelheid van toepassing is van 120 km/u, waar dat in realiteit vaak een stuk lager zal liggen door hun bochtige parcours of de weefbewegingen van het verkeer. Aangezien de snelheidslimieten gebruikt worden als primaire bron om de voertuigsnelheden af te leiden, werden in volgende situaties aanpassingen aangebracht aan de snelheidslimieten:

- voor alle op- en afritten met een hogere snelheidslimiet werd de snelheid beperkt tot 90 km/u (linktype = 2 of lager, wegindex <> 000),
- er zijn ook een hele reeks wegsegmenten met gelijkaardige eigenschappen zonder een bekende snelheidslimiet, waarvoor in lijn met het voorgaande in specifieke gevallen (linktype = 2, lt2soort < 3, wegindex <> 000) eveneens een snelheidslimiet van 90 km/u aangenomen werd.

D.1.8 Ontbrekende snelheidslimieten

De aangeleverde gegevens mbt tot snelheidslimieten zijn relatief volledig, maar desondanks is er nog een deel van het netwerk met een gekende voertuigintensiteit, maar zonder bekende snelheidslimiet. In eerste instantie werden de gegevens op volgende wijze zo logisch mogelijk aangevuld:

- aan het begin en eind van wegsegmenten met onbekende snelheid werd de snelheid van de aansluitende wegsectie doorgetrokken, typisch voor segmenten tot maximaal enkele honderden meters,
- voor ontbrekende tussenstukken tot maximaal enkele honderden meters werd de snelheid overgenomen van de 2 aansluitende wegsecties indien de snelheidslimiet voor beiden gelijk was,
- indien er voor de tegenovergestelde rijrichting wel een bekende snelheid is, werd deze overgenomen,
- in alle andere gevallen werd de snelheidslimiet oningevuld gelaten.

Van de totale 13233 km met een gekende voertuigintensiteit zijn er uiteindelijk nog 545 km zonder bekende snelheidslimiet. Voor die laatste wegen is gebruik gemaakt van de freeflow snelheid die vervat is in de gegevens van het verkeersmodel. Daarbij werd de snelheidslimiet ingeschat aan de hand van de freeflow snelheid, afgerond naar het dichtstbijzijnde tiental.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

D.1.9 Snelheden zwaar verkeer

De algemene snelheidslimiet is slechts een deel van de oplossing voor het benaderen van de voertuigsnelheden. Daarom worden uit de snelheidslimiet de snelheden voor de verschillende voertuig-categorieën bepaald op basis van volgende tabel:

Tabel D-2 Aannames snelheden zwaar verkeer

Snelheidslimiet (SL)	Snelheid lichte voertuigen	Snelheid middelzware voertuigen	Snelheid zware voertuigen
91 - 120 km/u	SL	= min (SL, 100 km/u)	90 km/u
71 – 90 km/u	SL	SL	= max (SL – 10 km/u, 70 km/u)
0 – 70 km/u	SL	SL	SL

D.1.10 Combinatie van verschillende databanken wegverhardingen

Het beschouwde wegennetwerk is behoorlijk uitgebreid, zodat het niet mogelijk is om alle wegverhardingen over dat netwerk te gaan inventariseren. Om zo veel mogelijk informatie te verzamelen over de wegverhardingen van het te beschouwen wegennetwerk, werden meerdere databanken gecombineerd. Als basis voor de opmaak van een globale en zo volledig mogelijke databank werd gebruik gemaakt van de 4 hieronder vermelde databanken waarbij de wegverharding conform het bestek werd geselecteerd ifv de onderstaande rangorde:

1. de CPX meetgegevens zoals deze opgemeten werden op de hoofdwegen,
2. de databank met een registratie van alle nieuw aangelegde wegverhardingen tijdens de laatste jaren,
3. de oudere databank met de inventarisatie ifv de geluidskartering 2^{de} ronde, die zelf een samenstelling is van verschillende databanken die beschikbaar werden gesteld bij die opdracht,
4. de databank met een meer algemene classificatie van wegverhardingen afkomstig van het geoloket.

De records met onbekende wegverharding uit databank 3 werden daarbij vervangen door meer accurate informatie uit de daaropvolgende databank waar dat mogelijk was. Dit was bijvoorbeeld het geval bij de wegsegmenten uit databank 3 die werden aangeduid als 'stedelijk / gemeentelijk beheerd' of 'onbekend'.

D.1.11 Aannames wegdekcorrecties

Elk van de bovenvermelde databanken heeft zijn eigen specifieke eigenschappen wat betreft classificatie. Er is een algemene classificatie opgemaakt die elk van de mogelijke typebeschrijvingen voor wegverharding omvat. Nadien is in overleg met de opdrachtgever tot een consensus gekomen met welke wegdekcorrectie elk van deze klassen overeenkomt. Deze wegdekcorrectietermen steunen daarbij op de volgende tabel, grotendeels het resultaat van CPX meetcampagnes op het Vlaamse wegennetwerk. De laatste 3 wegdekcorrecties zijn berekend op basis van de onderlinge verhoudingen van een aantal verschillende, vaak minder voorkomende types wegverhardingen. De onderstaande tabel geeft de resulterende wegdekcorrectietermen voor lichte voertuigen weer.

Tabel D-3 Wegdekcorrectietermen lichte voertuigen

NR	Omschrijving	globale correctie dLm	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	snijcorrectie bn	snelheids correctie
263	2016 AGT	- 2.92	+ 0.00	+ 0.00	- 0.80	- 1.80	- 3.50	- 3.00	- 3.00	+ 0.00	- 0.90	
264	2016 NGCS	- 1.77	+ 0.00	+ 0.00	+ 4.30	- 1.10	- 2.00	- 3.50	- 3.10	+ 0.00	+ 0.00	
265	2016 SMA-D	- 1.76	+ 0.00	+ 0.00	- 0.90	- 2.00	- 2.30	- 1.30	- 0.70	+ 0.00	- 0.41	

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

NR	Omschrijving	globale correctie dlm	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz	8 KHz	snelheids correctie bm
266	2016 DGB CU 2-laags	- 0.20	+ 0.00	+ 0.00	+ 2.00	+ 0.10	- 0.60	- 0.20	+ 0.70	+ 0.00	+ 0.00
267	2016 SMA-C	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.00
268	2016 SMA-B	+ 1.03	+ 0.00	+ 0.00	+ 0.30	+ 0.90	+ 1.20	+ 1.10	- 0.20	+ 0.00	+ 0.00
269	2016 beton CU	+ 1.24	+ 0.00	+ 0.00	+ 4.20	+ 2.70	+ 1.20	+ 0.20	+ 1.00	+ 0.00	+ 0.00
270	2016 AB-4C	+ 1.14	+ 0.00	+ 0.00	+ 1.80	+ 2.10	+ 1.40	+ 0.40	+ 0.30	+ 0.00	+ 0.00
271	2016 ZOA	+ 1.71	+ 0.00	+ 0.00	+ 4.80	+ 7.50	+ 1.30	- 4.10	- 3.90	+ 0.00	+ 0.00
272	2016 AB-2C	+ 2.10	+ 0.00	+ 0.00	+ 5.00	+ 5.10	+ 2.30	- 0.40	+ 0.30	+ 0.00	- 1.58
273	2016 platenbeton	+ 3.17	+ 0.00	+ 0.00	+ 7.90	+ 5.50	+ 2.90	+ 1.60	+ 2.00	+ 0.00	+ 2.37
274	2016 beton dwarsgegroefd	+ 3.70	+ 0.00	+ 0.00	+ 7.90	+ 5.80	+ 3.90	+ 1.60	+ 1.70	+ 0.00	+ 1.14
275	2016 klinkerbestrating	+ 2.06	+ 0.00	+ 0.00	+ 5.40	+ 2.70	+ 1.90	+ 1.40	+ 2.70	+ 0.00	+ 0.00
276	2016 kasseien	+ 8.03	+ 0.00	+ 0.00	+14.10	+12.10	+ 7.20	+ 5.20	+ 6.10	+ 0.00	+ 0.00
X01	2016 langsgegroefd beton	+ 3.18	+ 0.00	+ 0.00	+ 6.88	+ 5.05	+ 3.40	+ 1.39	+ 1.48	+ 0.00	+ 0.00
X02	2016 gebezemd beton	+ 2.83	+ 0.00	+ 0.00	+ 6.16	+ 4.52	+ 3.04	+ 1.25	+ 1.33	+ 0.00	+ 0.00
X03	2016 gefreesd beton	+ 1.24	+ 0.00	+ 0.00	+ 2.83	+ 2.07	+ 1.40	+ 0.57	+ 0.61	+ 0.00	+ 0.00

Ook voor de categorieën die reeds bij de 2^{de} ronde van geluidskartering beschouwd werden, is een selectie gemaakt van een van de bovenstaande 'nieuwe' wegdekcorrectietermen om deze in overeenstemming te brengen met de bij deze opdracht toegevoegde categorieën. Het resultaat is samengevat in de hierna volgende tabel waarbij telkens het indexnummer is aangegeven en een beschrijving die ook in de IMMI omgeving zichtbaar zal zijn. Daarnaast wordt ook vermeld welke wegdekcorrectie – cfr de voorgaande tabel – daarbij zal horen en wat de respectievelijke globale correcties zullen zijn bij 50, 90 en 120 km/u.

Tevens wordt in de tabel ook aangegeven wat de weglengte is die onder de beschouwde categorieën valt van de totale 13233 km met een gekende voertuigintensiteit. Daarbij is al rekening gehouden met de correcties en aanvullingen die in de eerdere paragrafen werden toegelicht. Er moet tevens worden vermeld dat in deze tabel het aandeel van de wegsegmenten met wegdekcorrectie op basis van een effectieve – geaggregeerde – CPX meting niet vervat zit: het gaat om ongeveer 1717 km aan wegen, goed voor ca 13% van de wegsegmenten met een gekende voertuigintensiteit.

Tabel D-4 Aannames wegdekcorrectietermen

Index	IMMI omschrijving	Weglengte in km	Equivalenten correctieterm	Index	Correctie bij x km/u		
					50	90	120
201	2008 DAB - SMA	539.5	2016 SMA-C	267	+ 0.0	+ 0.0	+ 0.0
202	2008 AB type 2	218.6	2016 AB-2C	272	+ 2.4	+ 2.0	+ 1.8
203	2008 SMA D	31.2	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
204	2008 ZOA	10.1	2016 ZOA	271	+ 1.7	+ 1.7	+ 1.7
205	2008 dwarsgegroefd beton	30.1	2016 beton dwarsgegroefd	274	+ 3.5	+ 3.8	+ 3.9
206	2008 langsgegroefd beton	0.0	2016 langsgegroefd beton	X01	+ 3.2	+ 3.2	+ 3.2
207	2008 chemisch uitgewassen beton	34.4	2016 beton CU	269	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
208	2008 gebezemd beton	73.1	2016 gebezemd beton	X02	+ 2.8	+ 2.8	+ 2.8
209	2008 gefreesd/afgeslepen beton	5.7	2016 gefreesd/afgesl. beton	X03	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
210	2008 betonstraatstenen	11.5	2016 klinkerbestrating	275	+ 2.1	+ 2.1	+ 2.1
211	2008 keien	10.0	2016 kasseien	276	+ 8.0	+ 8.0	+ 8.0
212	2008 AB gemiddeld	0.0	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
213	2012 AB-O	738.2	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Index	IMMI omschrijving	Weglengte in km	Equivalente correctieterm	Index	Correctie bij x km/u		
					50	90	120
214	2012 AB-A	25.4	2016 AB-2C	272	+ 2.4	+ 2.0	+ 1.8
215	2012 AB-B	242.0	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
216	2012 AB-C	234.0	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
217	2012 AB-D	4.1	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
218	2012 SMA-O	900.5	2016 SMA-C	267	+ 0.0	+ 0.0	+ 0.0
219	2012 SMA-A	6.1	2016 SMA-B	268	+ 1.0	+ 1.0	+ 1.0
220	2012 SMA-B	203.2	2016 SMA-B	268	+ 1.0	+ 1.0	+ 1.0
221	2012 SMA-C	849.7	2016 SMA-C	267	+ 0.0	+ 0.0	+ 0.0
222	2012 SMA-D	23.1	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
223	2012 ZOA-O	9.8	2016 ZOA	271	+ 1.7	+ 1.7	+ 1.7
224	2012 ZOA-B	2.3	2016 ZOA	271	+ 1.7	+ 1.7	+ 1.7
225	2012 gietasfalt	22.5	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
226	2012 gewapend beton dwarsgegroefd	8.9	2016 beton dwarsgegroefd	274	+ 3.5	+ 3.8	+ 3.9
227	2012 gewapend beton langsgegroefd	2.9	2016 langsgegroefd beton	X01	+ 3.2	+ 3.2	+ 3.2
228	2012 gewapend beton chem.uitgew. - O	60.6	2016 beton CU	269	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
229	2012 gewapend beton chem.uitgew. - A	0.0	2016 beton CU	269	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
230	2012 gewapend beton chem.uitgew. - C	8.2	2016 DGB CU 2-laags	266	- 0.2	- 0.2	- 0.2
231	2012 gewapend beton gebezemd	61.7	2016 gebezemd beton	X02	+ 2.8	+ 2.8	+ 2.8
232	2012 gewapend beton gefreesd/afgeslepen	11.7	2016 gefreesd/afgesl. beton	X03	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
233	2012 platenbeton dwarsgegroefd	78.3	2016 beton dwarsgegroefd	274	+ 3.5	+ 3.8	+ 3.9
234	2012 platenbeton langsgegroefd	22.0	2016 langsgegroefd beton	X01	+ 3.2	+ 3.2	+ 3.2
235	2012 platenbeton chem.uitgew. - O	71.1	2016 beton CU	269	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
236	2012 platenbeton chem.uitgew. - C	4.6	2016 DGB CU 2-laags	266	- 0.2	- 0.2	- 0.2
237	2012 platenbeton gebezemd	420.6	2016 gebezemd beton	X02	+ 2.8	+ 2.8	+ 2.8
238	2012 platenbeton gefreesd/afgeslepen	36.3	2016 gefreesd/afgesl. beton	X03	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
239	2012 betonstraatstenen	7.3	2016 klinkerbestrating	275	+ 2.1	+ 2.1	+ 2.1
240	2012 keien	20.0	2016 kasseien	276	+ 8.0	+ 8.0	+ 8.0
241	2012 slemlaag	5.9	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
242	2012 met split begrind asfalt	7.2	2016 AB-2C	272	+ 2.4	+ 2.0	+ 1.8
243	2012 bestrijking	30.7	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
244	2012 toplaag/begrinding	47.8	2016 AB-2C	272	+ 2.4	+ 2.0	+ 1.8
245	2012 AVS	0.0	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
246	2012 APO	0.0	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
247	2012 stedelijk/gemeentelijk beheer	2.6	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
248	2012 ALG asfaltbeton	2413.2	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
249	2012 ALG asfalt onbekend	1049.8	2016 SMA-C	267	+ 0.0	+ 0.0	+ 0.0
250	2012 ALG splitmastiekasfalt	0.0	2016 SMA-C	267	+ 0.0	+ 0.0	+ 0.0
251	2012 ALG zeer open asfalt	5.7	2016 ZOA	271	+ 1.7	+ 1.7	+ 1.7
252	2012 ALG betonstraatstenen	31.4	2016 klinkerbestrating	275	+ 2.1	+ 2.1	+ 2.1
253	2012 ALG betontegels	0.0	2016 klinkerbestrating	275	+ 2.1	+ 2.1	+ 2.1
254	2012 ALG keien	0.0	2016 kasseien	276	+ 8.0	+ 8.0	+ 8.0
255	2012 ALG mozaiekkieken	0.0	2016 kasseien	276	+ 8.0	+ 8.0	+ 8.0
256	2012 ALG bestrating onbekend	25.9	2016 klinkerbestrating	275	+ 2.1	+ 2.1	+ 2.1
257	2012 ALG doorgaand gewapend beton	6.0	2016 beton CU	269	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
258	2012 ALG beton onbekend	106.9	2016 beton CU	269	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
259	2012 ALG platenbeton	337.7	2016 platenbeton	273	+ 2.7	+ 3.3	+ 3.6
260	2012 ALG bestrijking	0.0	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
261	2012 ALG slemlaag	0.0	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
262	2012 ONBEKEND	0.0	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
263	2016 AGT	0.0	2016 AGT	263	- 2.7	- 3.0	- 3.1
264	2016 NGCS	0.0	2016 NGCS	264	- 1.8	- 1.8	- 1.8
265	2016 SMA-D	0.0	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
266	2016 DGB CU 2-laags	0.0	2016 DGB CU 2-laags	266	- 0.2	- 0.2	- 0.2
267	2016 SMA-C	0.0	2016 SMA-C	267	+ 0.0	+ 0.0	+ 0.0
268	2016 SMA-B	0.0	2016 SMA-B	268	+ 1.0	+ 1.0	+ 1.0
269	2016 beton CU	0.0	2016 beton CU	269	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
270	2016 AB-4C	0.0	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
271	2016 ZOA	0.0	2016 ZOA	271	+ 1.7	+ 1.7	+ 1.7
272	2016 AB-2C	0.0	2016 AB-2C	272	+ 2.4	+ 2.0	+ 1.8
273	2016 platenbeton	0.0	2016 platenbeton	273	+ 2.7	+ 3.3	+ 3.6

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Index	IMMI omschrijving	Weglengte in km	Equivalente correctieterm	Index	Correctie bij x km/u		
					50	90	120
274	2016 beton dwarsgegroefd	0.0	2016 beton dwarsgegroefd	274	+ 3.5	+ 3.8	+ 3.9
275	2016 klinkerbestrating	0.0	2016 klinkerbestrating	275	+ 2.1	+ 2.1	+ 2.1
276	2016 kasseien	0.0	2016 kasseien	276	+ 8.0	+ 8.0	+ 8.0
277	2016 aanleg - AB-1B	20.6	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
278	2016 aanleg - AB-4C	166.6	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
279	2016 aanleg - AB-4D	4.1	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
280	2016 aanleg - APT-C	2.0	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
281	2016 aanleg - SMA-B	39.0	2016 SMA-B	268	+ 1.0	+ 1.0	+ 1.0
282	2016 aanleg - SMA-C	1082.8	2016 SMA-C	267	+ 0.0	+ 0.0	+ 0.0
283	2016 aanleg - SMA-D	108.6	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
284	2016 aanleg - ZOA-B	0.1	2016 ZOA	271	+ 1.7	+ 1.7	+ 1.7
285	2016 aanleg - gietasfalt	26.3	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
286	2016 aanleg - tweelaagse bestrijking	22.4	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
287	2016 aanleg - DGB	8.1	2016 beton CU	269	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
288	2016 aanleg - platenbeton	0.4	2016 platenbeton	273	+ 2.7	+ 3.3	+ 3.6
289	2016 aanleg - beton onbekend	94.8	2016 platenbeton	273	+ 2.7	+ 3.3	+ 3.6
290	2016 ALG asfaltbeton	11.0	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1
291	2016 ALG splitmastiekasfalt	0.0	2016 SMA-C	267	+ 0.0	+ 0.0	+ 0.0
292	2016 ALG zeer open asfalt	0.0	2016 ZOA	271	+ 1.7	+ 1.7	+ 1.7
293	2016 ALG betonstraatstenen	0.0	2016 klinkerbestrating	275	+ 2.1	+ 2.1	+ 2.1
294	2016 ALG betontegels	0.0	2016 klinkerbestrating	275	+ 2.1	+ 2.1	+ 2.1
295	2016 ALG keien	0.0	2016 kasseien	276	+ 8.0	+ 8.0	+ 8.0
296	2016 ALG mozaiekkeien	0.0	2016 kasseien	276	+ 8.0	+ 8.0	+ 8.0
297	2016 ALG doorgaand gewapend beton	0.0	2016 beton CU	269	+ 1.2	+ 1.2	+ 1.2
298	2016 ALG platenbeton	0.0	2016 platenbeton	273	+ 2.7	+ 3.3	+ 3.6
299	2016 ALG bestrijking	0.0	2016 SMA-D	265	- 1.7	- 1.8	- 1.8
300	2016 ONBEKEND	819.8	2016 AB-4C	270	+ 1.1	+ 1.1	+ 1.1

De klassen met index 201 tem 211 komen daarbij overeen met gegevens over de wegverharding afkomstig uit de inventarisatie van de 1^{ste} fase. De klassen 213 tem 247 zijn de meer gedetailleerde klassen zoals geïnventariseerd voor de 2^{de} ronde van geluidskartering. De klassen met index 248 tem 261 tenslotte zijn de meer algemene categorieën afkomstig uit de databank van het geoloket, eveneens gebruikt bij de 2^{de} ronde van geluidskartering. Nieuwe categorieën zijn toegevoegd op basis van de databank met aangelegde wegverhardingen – klassen 277 tem 289 – en de nieuwe versie van de databank uit het geoloket – klassen 290 tem 299. De laatste klasse 300 zal gebruikt worden voor alle wegsegmenten waar in geen enkele van de 3 databanken enige indicatie van de wegverharding terug te vinden is. Het gaat om nog ongeveer 820 km van de in totaal 13233 km aan wegen met gekende voertuigintensiteit.

D.2 Emissie spoorverkeer

D.2.1 Relatieve hoogte

De relatieve hoogte van spoorwegen wordt gelijk gesteld aan 0.20m, wat betekent dat alle vertices een hoogte krijgen van 20cm om de bovenkant van de rails te benaderen ten opzicht van het ballastbed waarvan we aannemen dat deze geïntegreerd is in het terreinmodel. Waar deze aanname niet klopt, met name ter hoogte van bruggen, zal dit bijgewerkt worden bij het opbouwen van de IMMI modellen, de software beschikt daartoe over een aantal hulpmiddelen. In het IMMI model worden de verschillende bronlijnen daarna op de juiste hoogte geplaatst in functie van de bepalingen van de rekenmethode RMR / SRM II.

D.2.2 Koppeling baanvakken – sporen

De intensiteitsdatabank bevat alle informatie met betrekking tot treinverkeer over het beschouwde spoornetwerk, met name het aantal treineenheden per uur voor elk van de verschillende types treinmaterieel, het bijhorende begin- en eindpunt, het totaal aantal treinpassages per jaar, de maximale snelheid op het baanvak, enz. Via een koppeling met de geometrie van de baanvakken kan de informatie over het treinverkeer op het netwerk gesitueerd worden. De geometrie van de baanvakken stelt echter slechts de benaderende lijnen voor tussen begin- en eindpunt die niet altijd overeenkomen met het werkelijke spoor, laat staan de 2 parallelle sporen die veelal samen het traject van het baanvak uitmaken.

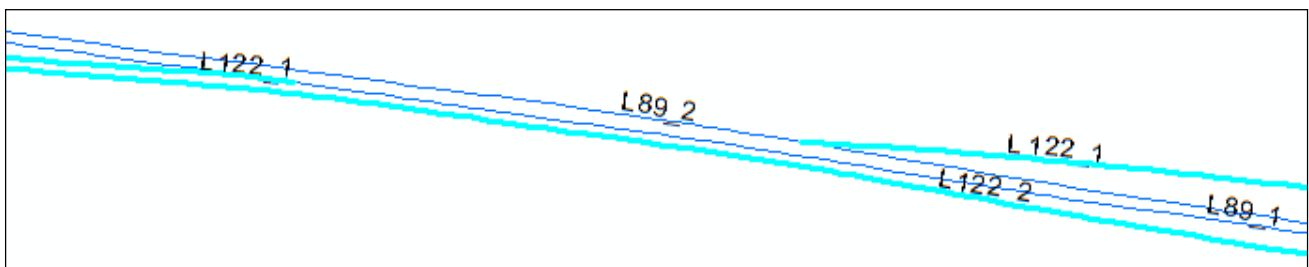
Daarom werd er gewerkt aan een koppeling met de netwerklaag die de werkelijke sporen beschrijft: deze hebben een veelal zeer nauwkeurige geometrie en codering van de spoorlijnen, waarbij de meeste spoorlijnen voorgesteld worden door twee (quasi) parallelle sporen. De uiteindelijke bedoeling is om de intensiteitsinformatie van alle baanvakken aan deze spoorgeometrieën te linken op basis van lijnummers en begin- en eindpunten van de baanvakgeometrieën. Daarom werden voor elk baanvak de overeenkomstige (delen van) sporen geïdentificeerd en gecodeerd met het baanvaknummer om een rechtstreekse koppeling mogelijk te maken.

Omdat de netwerkgeometrie met sporen niet altijd even volledig is, waren er daarbij ook enkele aanvullingen noodzakelijk. Zo ontbreken er ter hoogte van enkele stations soms delen van een spoorlijn en zijn regelmatig ook sporen die eerder als zijsporen kunnen beschouwd worden – vaak voor goederenverkeer – volledig afwezig in de netwerkgeometrie. In wat volgt worden kort enkele typische situaties beschreven.

D.2.2.1 Onderbroken sporen

De spoorlijnen stellen veelal lange trajecten voor, maar kruisen mekaar ook af en toe en/of sluiten op mekaar aan. Daarbij komt het regelmatig voor dat sporen deels hetzelfde traject volgen en vaker wel dan niet wordt het traject daarbij slechts door één van beide sporen voorgesteld. In het afgebeelde voorbeeld – ten zuiden van het station van Zottegem – komen spoorlijnen 89 en 122 samen tot een enkele spoorbundel. In de figuur is te zien dat spoor 1 van lijn 122 onderbroken is en in het 'ontbrekende' gedeelte wellicht grotendeels het traject van spoor 2 van lijn 89 volgt.

Figuur D-1 Illustratie onderbroken sporen

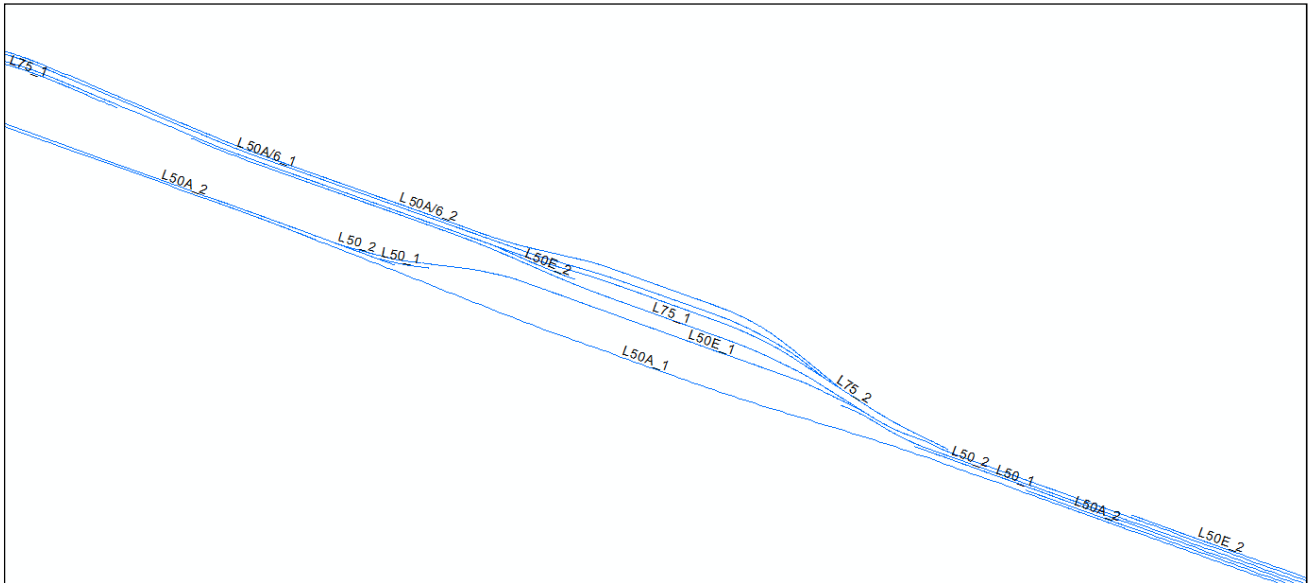


Om het baanvak dat hier door spoorlijn 122 moet voorgesteld worden te vervolledigen, is het traject – rekening houdend met luchtfoto's als beeldmateriaal en de andere aanwezige sporen als hulpmiddel – verder ingetekend zodat ook spoor 1 van lijn 122 het volledige traject van het overeenkomstige baanvak voorstelt.

D.2.2.2 Onvolledige spoorlijnen – complexe stationssituaties

Soms zijn spoorlijnen onvolledig in die zin dat ze niet helemaal doorlopen tot aan het veronderstelde station of eindpunt. Onderstaande figuur is een beeld van de omgeving van het station Gent Sint-Pieters waar sommige spoorlijnen onderbroken zijn, zowel aan de ene als de andere zijde van het station abrupt stoppen of op een andere manier onvolledig zijn. Om het gehele baanvak – en de bijhorende intensiteiten – correct te kunnen voorstellen, zijn aanvullingen noodzakelijk.

Figuur D-2 Illustratie onvolledige spoorlijnen



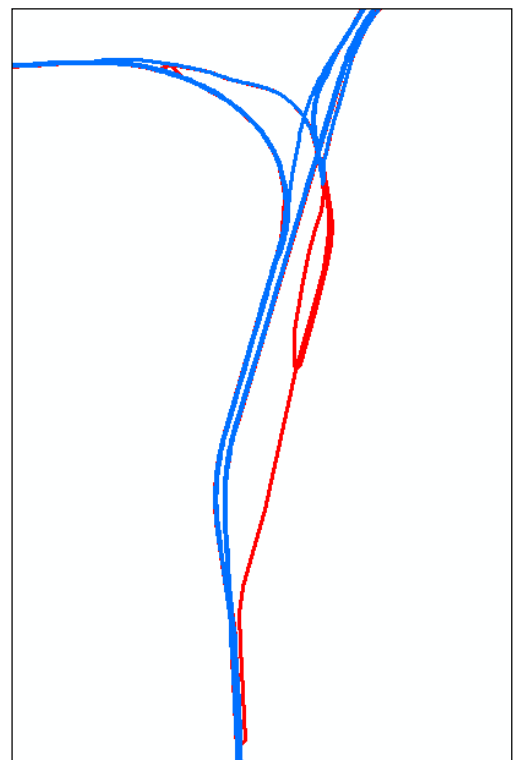
Net als in het voorgaande voorbeeld is deze vervollediging gebeurd door een aangenomen traject te volgen, gebaseerd op de reële op luchtfoto's zichtbare wissels en sporen en waar relevant de andere in de netwerklaag aanwezige sporen als hulpmiddel.

D.2.2.3 Ontbrekende spoorlijnen

Voor sommige baanvakken blijkt er geen overeenkomst te vinden tussen het bijhorende gecodeerde nummer van de spoorlijn en de lijnummers in de netwerklaag met spoorgeometrieën. Soms is dat een lokaal fenomeen, soms is er in de gehele sporenlaag geen enkele lijn te vinden met hetzelfde lijnummer.

In de afgebeelde figuur is bij wijze van voorbeeld duidelijk zichtbaar dat er voor een reeks baanvakken – in het rood, op de achtergrond – ten noorden van Gent Dampoort in de richting van de Gentse haven geen equivalent is in de sporenlaag – in het blauw, op de voorgrond – en ook op basis van het lijnummer is er in deze zone geen overeenkomstige spoorgeometrie te vinden.

Deze situatie doet zich regelmatig voor bij kleinere zijsporen, goederenlijnen, vormingsstations e.d. In deze gevallen is er, indien er alsnog representatieve sporen aanwezig zijn in de nabije omgeving van de baanvakgeometrie, een traject gekozen over die specifieke sporen van een spoorlijn met een gelijkaardig of ander lijnummer. Indien er, zoals in de afgebeelde figuur, helemaal geen overeenkomstige sporen in de nabijheid aanwezig zijn, is de baanvakgeometrie zelf als basis genomen voor de spoorgeometrie en is deze aangepast op basis van luchtfoto's zodat deze overeenkomen met een realistisch spoortraject.



Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

D.2.3 Overeenkomst treinmaterieel en categorieën RMR / SRM II

De intensiteitsdatabank bevat voor 20 verschillende types aan treinmaterieel de overeenkomstige intensiteiten voor de dag-, avond- en nachtperiode. Het emissiemodel van de rekenmethode RMR / SRM II beschrijft de gemiddelde geluidsemissie van een aantal treincategorieën die ingedeeld zijn op basis van een aantal eigenschappen zoals aandrijf- en remsystemen, waarop in het kader van een voorstudie door Infrabel / TNO / Departement Omgeving voor specifieke treintypes een aantal emissiecorrecties voorgesteld zijn die kunnen begrepen worden als subcategorieën van de standaard categorieën in de rekenmethode.

De onderstaande omzettingstabel legt het verband tussen het Belgische treinmaterieel en de geluidsemissie en is het resultaat van enerzijds het behoud van oude aannames op basis van de eigenschappen van het treinmaterieel zoals type aandrijving en remsystemen en anderzijds een reeks nieuwe subcategorieën met bijhorende emissiecorrecties, gebaseerd op werkelijke metingen van treinpassages.

Tabel D-5 Overeenkomst treinmaterieel

CODE	Korte omschrijving	Type materieel	Emissie treincategorie
T18	HLE18/19	elektrische loc	8A
HLE	HLE_HKV	elektrische loc	2
HLD	HLD	diesel loc	5
M4	M4	rijtuig	2A
M5	M5	rijtuig	8A
M6	M6	rijtuig	8A
I11	I11	rijtuig	8B
I10	I10	rijtuig	8B
00	AM00	gemotoriseerd	2
80	AM80	gemotoriseerd	2A
86	AM86	gemotoriseerd	8D
75	AM75	gemotoriseerd	2A
96	AM96	gemotoriseerd	2B
08	AM08	gemotoriseerd	8C
EUR	HST Eurostar	gemotoriseerd	9A
TGV	HST PBA/PBKA	gemotoriseerd	9A
41	MW41/AR41	gemotoriseerd diesel	5
ICE	HST ICE	gemotoriseerd	9A
HKM¹	HKM	rijtuig	4
HKM²	HKM	rijtuig	11A
HLM	HLE_HKM	elektrische loc	2

Op basis van analyses van Infrabel waarbij op een specifieke locatie in het netwerk gedetecteerd wordt welke wagons al dan niet een retrofit hebben gekregen, blijkt het aantal geretrofite assen op het spoornetwerk ongeveer 40% te bedragen. Voor deze goederenwagons mét retrofit is in de Nederlandse SRM II een specifieke categorie voorzien – categorie 11 – die de geluidsemissie van deze goederenwagons zou moeten benaderen. Op basis van de geluidsemissie voor deze categorie zou deze een geluidsemissie moeten hebben die ongeveer 4 tot 5 dB(A) lager ligt ivm een standaard goederenwagon.

¹ Goederenwagons zónder retrofit

² Goederenwagons mét retrofit

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Op basis van metingen en eerdere discussies, bijvoorbeeld bij de opmaak van de actieplannen, blijkt het effect echter eerder in de grootte-orde van 8 dB(A) te liggen. Daartoe werd in wat vooring reeds een ruwheidscorrectie 11A gedefinieerd om het waargenomen effect beter te benaderen.

Om de verdeling tussen goederenwagons mét en zónder retrofit op te nemen in de modellen, worden de totale aangeleverde intensiteitswaarden voor goederenwagons – type 'HKM' – in de dataverwerking dan ook als volgt opgesplitst, uniform over het ganse beschouwde spoornetwerk:

- 60% van de intensiteit wordt toegewezen aan SRM II categorie 4,
- 40% van de intensiteit wordt toegewezen aan SRM II categorie 11 mét toepassing van ruwheidscorrectie 11A.

D.2.4 Aannames snelheden, stopplaatsen en (niet-)remmende treinen

De intensiteiten van het treinverkeer per baanvak en voor de verschillende types treinmaterieel zijn rechtstreeks af te leiden uit de intensiteitsdatabank. Dat ligt enigszins anders voor de treinsnelheden en het feit of deze treinen al dan niet aan het remmen zijn. Beide factoren kunnen conform het emissiemodel van de rekenmethode RMR / SRM II ook hun invloed hebben op de geluidsemissie.

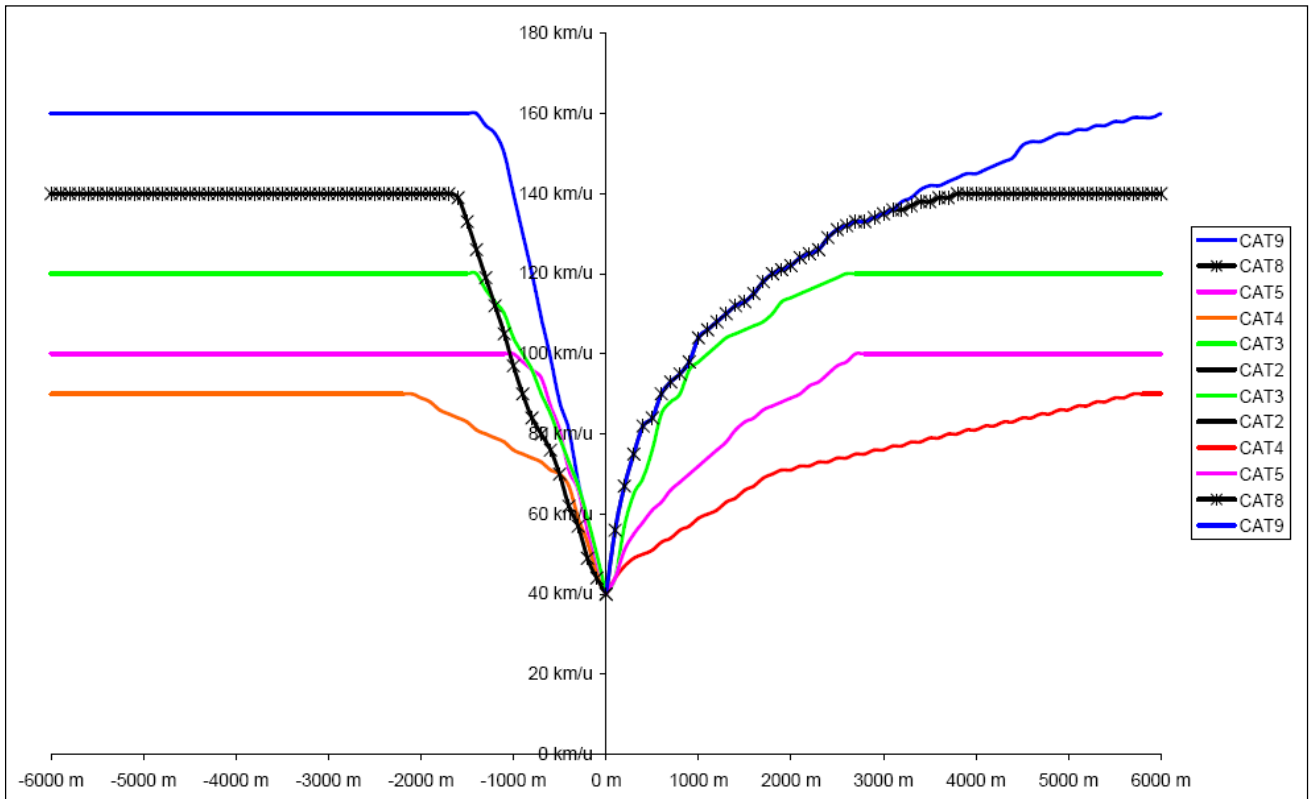
De treinsnelheid is afhankelijk van 3 factoren : de maximale snelheid van het treinmaterieel, de maximaal toegelaten snelheid op het baanvak en de snelheid die de bewuste trein op elke locatie kan halen rekening houdend met het feit dat een trein op bepaalde locaties stopt en dus ook moet afremmen en weer optrekken.

De eerste factor zit vervat in de aangeleverde tabel voor de omzetting van het treinmaterieel waar voor elk type een maximale snelheid is aangegeven. Voor goederentreinen wordt naar analogie met de 2^{de} ronde van geluidskartering een maximale snelheid van 90 km/u aangehouden. De tweede factor zit vervat in de intensiteitsdatabank waar voor respectievelijk spoor 1 en spoor 2 een maximale snelheid opgegeven is, die in de meerderheid van de gevallen gelijk is.

Om rekening te kunnen houden met de 3^{de} factor is een bijkomende tabel aangeleverd met voor zo veel mogelijk stopplaatsen langs het netwerk en voor elk van de beschouwde types treinmaterieel welk percentage van de treinen – met waarden van 0 tot 100% – stopt in de beschouwde stopplaats. Voor bijvoorbeeld goederentreinen is dit percentage in alle stopplaatsen nul en anderzijds zijn er een aantal belangrijke stopplaatsen waar alle treinen stoppen en voor alle treintypes – muv goederentreinen – waarde 1 voorkomt.

Voor de bepaling van de snelheid in functie van de afstand tot de dichtstbijzijnde halte wordt gebruik gemaakt van het snelheidsprofiel dat ook voor de 1^{ste} fase en 2^{de} ronde van geluidskartering toegepast werd. Dit snelheidsprofiel bestaat uit een tabel met tot op een afstand van 6 km – in stappen van 100m – de optrek- en afremsnelheid voor elk van de verschillende treincategorieën. Visueel kan dit snelheidsprofiel voorgesteld worden als in de hierna volgende figuur.

Figuur D-3 Snelheidsprofiel geluidskartering 1^{ste} fase en 2^{de} ronde geluidskartering



Men kan opmerken dat voor elk van de beschouwde treincategorieën een verschillend snelheidsprofiel geldt – dat gebaseerd is op de vermelde hoofdcategorie in de eerder weergegeven omzettingstabel – en dat bovendien de optrek- en afremsnelheid niet symmetrisch is ifv de afstand. Verder wordt uitgegaan van een minimum snelheid van 40 km/u. Door de stappen van 100m in het snelheidsprofiel ligt het voor de hand dat dit ook per spoorsegment van 100m op het spoornetwerk zal toegepast worden. Dit alles heeft belangrijke gevolgen voor de dataverwerking en in Bijlage 3 wordt hierop verder ingegaan. Verder zal ook behandeld worden op welke manier rekening zal gehouden worden met remmende treinen, want het ligt voor de hand dat in zones waar de afremsnelheid lager ligt dan maximale snelheid van materieel en baanvak, minstens een deel van de passerende treinen een ingeschakeld remsysteem kan hebben.

D.2.5 Aanname bovenbouwconstructie

Er zijn 2 'nieuwe' types bovenbouwconstructies gedefinieerd die enerzijds overeenkomen met sporen met soepeler railpads die gemonteerd zijn in de periode 2005 tot 2016 – 'bb13' – en anderzijds spoorsegmenten met oudere 'standaard' railpads – 'bb14'. Om het onderscheid te maken tussen beide is een datalaag aangeleverd die alle sporen voorstelt van het type 'bb13'. Aangezien het soms om zeer korte stukken gaat van enkele meters die niet altijd relevant zijn, zal voor dezelfde 100m segmenten die ook voor de evaluatie van de snelheid toegepast worden, nagegaan worden wat de overwegende bovenbouwconstructie is. De bijhorende correctiewaarden werden reeds voorgesteld in § C.2.

D.3 Gebouwen

D.3.1 Type gebouwen

In principe worden de gebouwen overgenomen die vervat zijn in het 3D GRB, die bestaat uit de belangrijke Gbg entiteiten en daarnaast ook de Gba en Knw entiteiten. Bij de Gbg entiteiten worden wel de gebouwen van het type 'gebouw afgezoomd met virtuele gevels' buiten beschouwing gelaten: het betreft vaak relatief open structuren, inritten van ondergrondse garages e.d. Er werd een uitzondering gemaakt voor Gbg entiteiten van dit type waar er in de voorafgaande bevolkingsanalyse – zie § D.3.5 – inwoners aan gekoppeld werden, maar het gaat slechts om 9 gevallen. In de Gba entiteiten zitten eveneens een deel gebouwen van het type 'afdak' als gebouwaanhorigheden. Beide types kunnen moeilijk beschouwd worden als massieve afschermdende elementen en worden daarom – op de vermelde uitzondering na – buiten beschouwing gelaten in de gebouwenlaag. Het betreft respectievelijk ongeveer 0.02% en 3.9% van het totaal aantal gebouwen in het 3D GRB.

D.3.2 Minimum oppervlakte gebouwen

In functie van de relevantie voor het model worden gebouwen kleiner dan 10 m² verder niet beschouwd. Deze gebouwen zijn veelal te klein om een relevante impact te hebben. Het betreft ongeveer 2.5% van het aantal gebouwen in het 3D GRB.

D.3.3 Onrealistische relatieve hoogte gebouwen

De informatie over de hoogte van gebouwen is reeds aanwezig in 3D GRB, waarbij gebruik gemaakt wordt van het attribuut 'HN_P99'. Daarnaast is er een kwaliteitsindicator 'H_KWAL' die aangeeft in welke mate de hoogte-informatie als betrouwbaar mag beschouwd worden.

Een fenomeen dat af en toe voorkomt zijn gebouwen die een erg kleine – of geen – gebouwhoogte toegewezen krijgen die weinig realistisch is. Zo heeft bijvoorbeeld ongeveer 5% van de gebouwen in 3D GRB een hoogte kleiner dan 2m en is bijkomend voor 7% van de gebouwen in 3D GRB de hoogte weliswaar groter dan 2m maar de kwaliteit van de hoogte-informatie gecatalogeerd als 'middelmatig' of 'slecht'.

Om voornamelijk deze te lage, onrealistische gebouwhoogtes te corrigeren worden volgende bijkomende regels toegepast in de hieronder vermelde volgorde.

- voor gebouwen met een grondoppervlakte kleiner dan 18 m² en een hoogte kleiner dan 2m, wordt, ongeacht de kwaliteitsindicator, een standaard hoogte toegekend van 2m, een hoogte die realistisch kan zijn voor garages, tuinhuizen e.d., dit is het geval voor 2.38% van de 3D GRB gebouwen,
- voor grotere gebouwen – meer dan 18m² – met een hoogte kleiner dan 2m en goede kwaliteit voor de hoogte-informatie, wat het geval is voor 0.12% van de 3D GRB gebouwen, wordt alsnog de minimum hoogte toegekend van 2m,
- tot slot blijven er dan nog een reeks gebouwen over – 2.12% van het aantal 3D GRB gebouwen – die groter zijn dan 18m², een hoogte hebben kleiner dan 2m en een kwaliteitsindicator 'middelmatig' of 'slecht' voor de hoogte-informatie: daarvoor wordt een aanneme gemaakt die in lijn ligt met wat tijdens de 2^{de} ronde van geluidskartering werd toegepast met een onderscheid naar bewoonde / onbewoonde gebouwen (cfr. § D.3.5):
 - onbewoonde gebouwen krijgen een standaard hoogte toegewezen van 4m,
 - bewoonde gebouwen krijgen een standaard hoogte toegewezen van 5m.

D.3.4 Identificatie gevoelige gebouwen

Er zijn 3 datalagen ter beschikking gesteld om respectievelijk scholen, ziekenhuizen en faciliteiten voor kinderopvang te identificeren in de gebouwenlaag. Voor de gevoelige locaties van het type 'ziekenhuis' worden de records van het subtype 'Samenwerkingsverbanden beschut wonen' en 'Thuiszorg' evenwel niet in beschouwing genomen. Daarnaast werden ook datarecords verwijderd met een Brusselse postcode aangezien 3D GRB geen gebouwen beschrijft in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en deze anders verkeerdelijk gekoppeld zouden worden aan gebouwen in Vlaanderen.

Het betreft puntenlagen op basis waarvan de overeenkomstige gebouwpolygonen moeten geïdentificeerd worden in de gebouwenlaag. Daarbij wordt een methodologie gehanteerd in verschillende stappen:

- voor punten die binnen een gebouwcontour gelegen zijn die geen Knw entiteit voorstelt worden de bijhorende eigenschappen meteen gekoppeld aan het desbetreffende gebouw, in het algemeen is dit bij scholen, ziekenhuizen en kinderopvang het geval voor respectievelijk 39%, 75% en 94% van de puntlocaties,
- in de praktijk en rekening houdend met het feit dat verschillende puntlocaties dubbel of meer voorkomen (zo komen locaties van basisonderwijs vaak 3 maal voor met identieke gegevens: eenmaal als kleuteronderwijs, eenmaal als lager onderwijs en eenmaal als basisonderwijs) worden:
 - 58.1% van de puntlocaties gekoppeld aan het gebouw waarbinnen het gelegen is en dat hetzelfde adres heeft,
 - 16.6% van de puntlocaties gekoppeld aan het gebouw waarbinnen het gelegen is en dat een verschillend adres heeft,
- voor de resterende punten wordt getracht een match te vinden met een gebouw op basis van adresinformatie (postcode, straatnaam, huisnummer), wat lukt voor 16.0% van de puntlocaties, waarbij indien meerdere 3D GRB gebouwen met hetzelfde adres gevonden worden een koppeling gemaakt wordt met een gebouw op basis van onderstaande prioriteiten:
 - koppeling aan grootste Gbg hoofdgebouw binnen zelfde perceel met zelfde adres,
 - koppeling aan grootste Gbg bijgebouw binnen zelfde perceel met zelfde adres,
 - koppeling aan dichtstbijzijnde Gbg gebouw met zelfde adres,
- voor de overblijvende punten zonder match obv adresinformatie worden volgende regels toegepast:
 - koppeling aan gebouw binnen hetzelfde perceel waarin puntlocatie zich bevindt:
 - koppeling aan grootste Gbg hoofdgebouw binnen hetzelfde perceel (6.1%),
 - koppeling aan grootste Gbg bijgebouw binnen hetzelfde perceel (1.6%),
 - koppeling aan grootste Gba gebouw binnen hetzelfde perceel (0.1%),
 - koppeling aan gebouw binnen perceel op minder dan 20m afstand van puntlocatie:
 - koppeling aan grootste Gbg hoofdgebouw binnen dat perceel,
 - koppeling aan grootste Gbg bijgebouw binnen dat perceel,
 - koppeling aan grootste Gba gebouw binnen dat perceel,
 - koppeling aan dichtstbijzijnde Gbg gebouw (1.5%).

Wel zijn er een reeks gebouwen geïdentificeerd waaraan meerdere puntlocaties konden gekoppeld worden, los van de eerder reeds beschreven meervoudig voorkomende vermeldingen. Het aantal gebouwen dat op basis van de koppeling verschillende hoofdfuncties – school, ziekenhuis of kinderopvang – zou hebben is evenwel beperkt en bestaat in het overgrote deel van de gevallen uit de combinatie van een school met kinderopvang (buitenschoolse of groepsopvang). Om in alle voorgaande en deze specifieke gevallen te bepalen van welke gevoelige locatie de eigenschappen moeten overgenomen worden, werd de hierna volgende prioriteitenlijst opgesteld.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Tabel D-6 Prioriteitenlijst functies gevoelige gebouwen

Prioriteit	Korte omschrijving	Type materieel
1	Ziekenhuis	Algemene ziekenhuizen
2	Ziekenhuis	Psychiatrische ziekenhuizen
3	Ziekenhuis	Psychiatrische verzorgingstehuizen
4	Ziekenhuis	Ouderenvoorzieningen
5	School	Vestigingsplaatsen buitengewoon basisonderwijs
6	School	Vestigingsplaatsen buitengewoon secundair onderwijs
7	School	Vestigingsplaatsen gewoon basisonderwijs
8	School	Vestigingsplaatsen gewoon kleuteronderwijs
9	School	Vestigingsplaatsen gewoon lager onderwijs
10	School	Vestigingsplaatsen gewoon secundair onderwijs
11	School	Vestigingsplaatsen van centra deeltijds beroepssecundair onderwijs
12	School	Vestigingsplaatsen van academies deeltijds kunstonderwijs
13	School	Centra voor volwassenenonderwijs
14	Kinderopvang	Groepsopvang baby's en peuters
15	Kinderopvang	Buitenschoolse opvang
16	Kinderopvang	Gezinsopvang baby's en peuters
17	Ziekenhuis	Centra geestelijke gezondheidszorg

D.3.5 Onderscheid bewoonde – onbewoonde gebouwen

De informatie over bevolking is vervat in een adrespuntenlaag – met daaraan gekoppeld een aantal inwoners en geschat aantal woningen – die vooraf gekoppeld is aan de Gbg entiteiten van het 3D GRB. Het betreft een dataset met 2 090 559 (gesommeerde) records die in totaal 2 501 886 woningen en 6 121 709 inwoners vertegenwoordigen en gelinkt zijn met een specifieke 'OIDN' waarde van een Gbg entiteit in het 3D GRB. Deze koppeling verloopt dus rechtstreeks en het onderscheid tussen bewoonde en onbewoonde gebouwen is dus relatief eenduidig, namelijk afgeleid uit het feit of er tijdens de koppeling al dan niet inwoners aan de bewuste gebouwen toegewezen zijn.

Voor een beperkt deel van de adrespunten was er echter geen koppeling mogelijk, zodat daarvoor een alternatieve methode toegepast is. Veelal heeft dit te maken met het feit dat in 3D GRB soms een aantal gebouwen ontbreken. Het gaat om nog een resterende 36 360 adrespunten die in totaal 85 298 inwoners vertegenwoordigen. De methodologie wordt daarbij overgenomen van de koppeling van de gevoelige gebouwlocaties. Uiteraard kon daarbij geen enkel adrespunt gekoppeld worden aan een gebouw obv zijn locatie binnen een gebouw of obv een match met adresinformatie. Als resultaat daarvan wordt:

- ca 48% van de adrespunten gekoppeld aan het grootste Gbg hoofdgebouw op het perceel waarbinnen het adrespunt gelegen is,
- ca 19% van de adrespunten gekoppeld aan het grootste Gbg bijgebouw op het perceel waarbinnen het adrespunt gelegen is,
- ca 33% van de adrespunten gekoppeld aan het dichtstbijzijnde Gbg bijgebouw, aangezien het adrespunt niet binnen of kortbij een perceel gelegen is.

D.3.6 Reflecties gebouwen

Gebouwen zullen standaard als reflecterend worden uitgevoerd met een absorptiewaarde van 1 dB. Dit komt overeen met de in de 'Good Practice Guide' gesuggereerde absorptiecoëfficiënt van 0.2 voor vlakke bakstenen muren.

D.4 **Geluidsschermen**

D.4.1 Absorptie geluidsschermen

De meeste geluidsschermen langs gewestwegen zijn langs de kant van de weg absorberend uitgevoerd, enkele uitzonderingen niet te na gesproken. In IMMI betekent dit dat de reflecties op het scherm moeten ingeschakeld worden, waarbij een reflecterend scherm een absorptiewaarde krijgt van 1 dB en een absorberend scherm een absorptiewaarde van 8 dB. De eerste waarde komt overeen met de in de 'Good Practice Guide' gesuggereerde absorptiecoëfficiënt van 0.2 voor reflecterende geluidsschermen en de laatste zou de eis zijn in het bestek voor het plaatsen van nieuwe geluidsschermen langs gewestwegen. Voor de achterzijde van het scherm zal steeds een reflecterende constructie met een absorptiewaarde van 1 dB aangenomen worden.

Specifiek voor geluidsschermen mbt spoorverkeer is voor de nieuw aangeleverde data wat betreft de absorptiekenmerken een onderscheid gemaakt tussen 3 klassen:

- klasse 1 : reflecterende schermen bv plexiglas al dan niet gecombineerd met beton elementen,
- klasse 2 : semi-absorberende schermen bv prefab betonelementen gevuld met aarde,
- klasse 3 : absorberende schermen met houtvezelcementplaten of minerale wol.

Voor elk van deze klassen is een gemiddeld reflectiespectrum aangeleverd dat gebaseerd is op in-situ metingen van een reeks geluidsschermen volgens de standaard CEN/TS 1793-5:2003. Dat spectrum werd voor een reeks in werkelijkheid voorkomende emissiespectra voor spoorverkeer herrekend naar een globale absorptiewaarde in dB(A) – zoals voor de aangenomen absorptiewaarden voor wegverkeer – die zal worden toegepast voor de voorzijde van de geluidsschermen. Afgerond naar het dichtstbijzijnde gehele getal bedraagt de absorptie voor klasse 1 gemiddeld 2 dB(A), voor klasse 2 globaal 4 dB(A) en voor klasse 3 bedraagt de reductie 5 dB(A). Voor de achterzijde van geluidsschermen blijft de bestaande aanname van 1 dB(A) reductie behouden.

Voor de reeds bestaande geluidsschermen voor spoorverkeer – overgenomen uit de data van de 2^{de} ronde van geluidskartering – die in het verleden als reflecterend beschouwd werden, zal de overeenkomstige absorptiewaarde van klasse 1 beschouwd worden, voor absorberende schermen zal klasse 3 toegepast worden.

D.5 **Bruggen**

D.5.1 Relatieve hoogte

De relatieve hoogte van bruggen wordt gelijk gesteld aan 0, wat betekent dat de begin- en eindvertices exact dezelfde hoogte zullen krijgen als het terreinmodel. Specifiek voor brugelementen wordt de hoogte van de tussenliggende vertices in de IMMI software lineair geïnterpoleerd tussen begin- en eindpunt, zodat de overspanning boven het terrein toch kan waargemaakt worden als een goede digitalisatie gebruikt wordt.

D.5.2 Breedte brugelement

Omdat voor de aanmaak van de bruggenlaag in hoofdzaak gebruik gemaakt wordt van de kunstwerken Knw van het type 'overbrugging' in het GRB, biedt dit de mogelijkheid om op een relatief betrouwbare manier ook een inschatting te maken van de overeenkomstige breedte van het brugelement.

De polygonen van de geselecteerde elementen worden daarbij eerst omgezet naar de correcte centerlijn om het brugelement te beschrijven, waarna de gemiddelde afstand van deze centerlijn tot de evenwijdige randen van de brugpolygoon wordt gebruikt om de geschatte breedte van het brugelement te bekomen.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voor brugelementen die op basis van een andere databron worden geïdentificeerd, bijvoorbeeld obv de kunstwerkenlaag van Infrabel die enkel bestaat uit benaderende puntlocaties, moet er sowieso na verificatie een overeenkomstig lijnelement worden ingetekend en wordt bij die gelegenheid ook een schatting gemaakt van de breedte van de brug obv een luchtfoto.

D.5.3 Reflecties brugelement

Reflecties en absorptiewaarden zullen – omwille van de mogelijkheid van schermen op de rand van het brugelement – op dezelfde manier behandeld worden als voor geluidsschermen. Bij afwezigheid van schermen op de rand van het brugdek zal het brugelement worden beschouwd als reflecterend.

D.6 Bodemeffect

D.6.1 Bodemfactor landgebruiksklassen

De CORINE LandCover en Urban Atlas datasets bestaan uit polygonen, ingedeeld volgens het type landgebruik. Onderstaande tabel geeft de verschillende landgebruiksklassen weer, waarbij telkens een bodemfactor G is geschat op basis van een vergelijking van een aantal willekeurige polygonen per klasse met luchtfoto's. Sommige landgebruiksklassen kunnen zowel absorberende als reflecterende karakteristieken hebben of een gemengde invloed, waardoor de voorkeur gegeven is aan een gemiddelde waarde van 0.5. Meer absorberende landgebruiksklassen hebben een waarde van 1 gekregen, reflecterende landgebruikstypes een waarde van 0.2. Het aantal verschillende waarden is beperkt gehouden zodat in de dataverwerking de mogelijkheid bestaat dat grotere globale zones met een gelijkaardige bodemfactor ontstaan. Op deze manier zal de afgewerkte data laag het model in de IMMI omgeving niet onnodig zwaar beladen met een groot aantal kleine polygonen met licht verschillende bodemfactoren.

In de tabel is de volledige legende van de datasets overgenomen, maar uit de omschrijvingen van de klassen zal wel blijken dat niet alle types in Vlaanderen zullen voorkomen: hier werd voor de volledigheid een schatting toegevoegd.

Tabel D-7 Aannames bodemfactoren ifv landgebruiksklasse

Code CORINE LandCover	Code Urban Atlas	Landgebruiksklasse	Bodemfactor G
111	11100	Continue bebouwde zone	0.2
112	112##	Discontinu bebouwde zone	0.5
-	11300	Geïsoleerde structuren	0.5
121	12100	Industriële en commerciële zones	0.5
122	122##	Wegen- en spoornetwerken en bijhorende percelen	0.5
123	12300	Havengebieden	0.5
124	12400	Luchthavens	0.5
131	13100	Ontginningszones	0.5
132	-	Stortplaatsen	1
133	13300	Bouwwerven	0.5
-	13400	Tijdelijk ongebruikte zones, overgangsgebieden	0.5
141	14100	Stedelijke groene zones	1
142	14200	Sport- en vrijetijdsfaciliteiten	1
211	-	Onbesproeid akkerland	1
212	-	Permanent besproeid akkerland	1

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Code CORINE LandCover	Code Urban Atlas	Landgebruiksklasse	Bodemfactor G
213	-	Rijstvelden	0.5
221	-	Wijngaarden	1
222	-	Boomgaarden en bessenplantages	1
223	-	Olijfgaarden	1
231	-	Weilanden	1
241	-	Jaarlijkse en permanente gewassen	1
242	-	Complexe culturen	1
243	-	Land voornamelijk voor landbouw met significante vegetatie	1
244	-	Gemengde landbouw – bosbouw gebieden	1
-	2####	Landbouwgebieden, semi-natuurlijke gebieden en draslanden	1
311	-	Loofbos	1
312	-	Naaldbos	1
313	-	Gemengd bos	1
321	-	Natuurlijke graslanden	1
322	-	Heidelandschap	1
323	-	Struikgewassen	1
324	-	Overgangszone bos - struikgewassen	1
331	-	Stranden, duinen, zand	1
332	-	Rotsen	0.2
333	-	Weinig begroeide gebieden	0.5
334	-	Verbrande gebieden	0.5
335	-	Gletsjers en permanente sneeuw	0.5
-	3####	Bosgebieden, graslanden, heide, stranden, duinen, zand, ...	1
411	-	Moerassen	1
412	-	Turfmoerassen/Venen	1
421	-	Zoutmoerassen	1
422	-	Zoutpannen	1
423	-	Getijdenvlaktes	0.5
-	40000	Draslanden	1
511	-	Waterlopen	0.2
512	-	Wateroppervlakken	0.2
521	-	Kust lagunes	0.2
522	-	Estuaria	0.2
523	-	Zeeën en oceanen	0.2
-	50000	Wateroppervlakken	0.2

E IDENTIFICATIE TE BESCHOUWEN NETWERKEN

Voor het verdere verloop van de opdracht is het erg belangrijk dat de wegen- en spoornetwerken die moeten beschouwd worden, zo correct mogelijk worden geïdentificeerd. Dit gebeurt voor beide thema's aan de hand van de netwerkgeometrieën en daarnaast op basis van een inschatting van de intensiteiten op deze netwerken. Immers, de belangrijke wegen en spoorwegen zijn deze waarover jaarlijks respectievelijk meer dan 3 miljoen voertuigen en 30000 treinen passeren. Hoe deze netwerken zijn geïdentificeerd, wordt in wat volgt voor beide thema's afzonderlijk uiteengezet.

E.1 Identificatie wegennetwerk

Voor de identificatie van het te beschouwen wegennetwerk is een wat verschillende aanpak toegepast dan voor de 2^{de} ronde van geluidskartering aangezien de basisgegevens – de resultaten van het verkeersmodel – ook enigszins verschillen van wat in het verleden gebruikt werd. In essentie komt het echter op hetzelfde neer. De identificatie van belangrijke wegen gebeurt rechtstreeks op basis van de totale jaarintensiteit die volgt uit de aangeleverde intensiteitsgegevens en het feit of deze al dan niet boven de drempel ligt zoals gedefinieerd in de Europese Richtlijn 2002/49/EG, met name 3 miljoen voertuigpassages per jaar. In het bestek horend bij de opdracht was reeds een lijst opgenomen van belangrijke wegen met een schatting van de totale lengte van het wegennetwerk van belangrijke wegen, daarbij steunend op intensiteitsgegevens voor het jaar 2014. In se komt de identificatie van het wegennetwerk neer op exact dezelfde oefening, maar dan met recentere gegevens.

E.1.1 Gebruikte basisgegevens

Het wegennetwerk dat dient te worden beschouwd ontstaat door koppeling van 2 afzonderlijke datalagen: enerzijds het routesysteem van genummerde wegen en anderzijds een tabel die voor een bepaald deel van wegsegmenten, geïdentificeerd aan de hand van wegnummers en kilometerpunten, de relevante intensiteitswaarden weergeeft. Hoe deze koppeling gebeurt, wordt reeds beschreven in Bijlage 3 bij de beschrijving van de dataverwerking.

Voor de intensiteitsdata wordt gebruikt gemaakt van de gegevens van het Promovia verkeersmodel die daarbij steunen op telgegevens en modelberekeningen. Het verkeersmodel is geometrisch niet bijzonder precies en dus ongeschikt voor gebruik als geometrie voor de te beschouwen wegen. Door het Departement Omgeving is reeds een koppeling uitgevoerd door voor de relevante segmenten de correcte 'IDENT7' waarde te coderen en de begin- en eindpunten van die segmenten te projecteren op het routesysteem om events te creëren met de juiste kilometerpunten.

Voor de correcte koppeling van de intensiteiten van het verkeersmodel aan het routesysteem is daartoe bovendien een alternatieve versie aangemaakt die enerzijds hier en daar geometrisch aangepast is en anderzijds een lineaire herkalibratie heeft ondergaan van de kilometerpunten op basis van de originele begin- en eindwaarden voor de kilometerpunten voor de verschillende (delen van) routes. Het resultaat van de projectie van het verkeersmodel op het routesysteem is de shapefile 'routesysteem_LRS_v21.shp' en dient als basis voor de verdere verwerking van de voertuigintensiteiten voor wegverkeer.

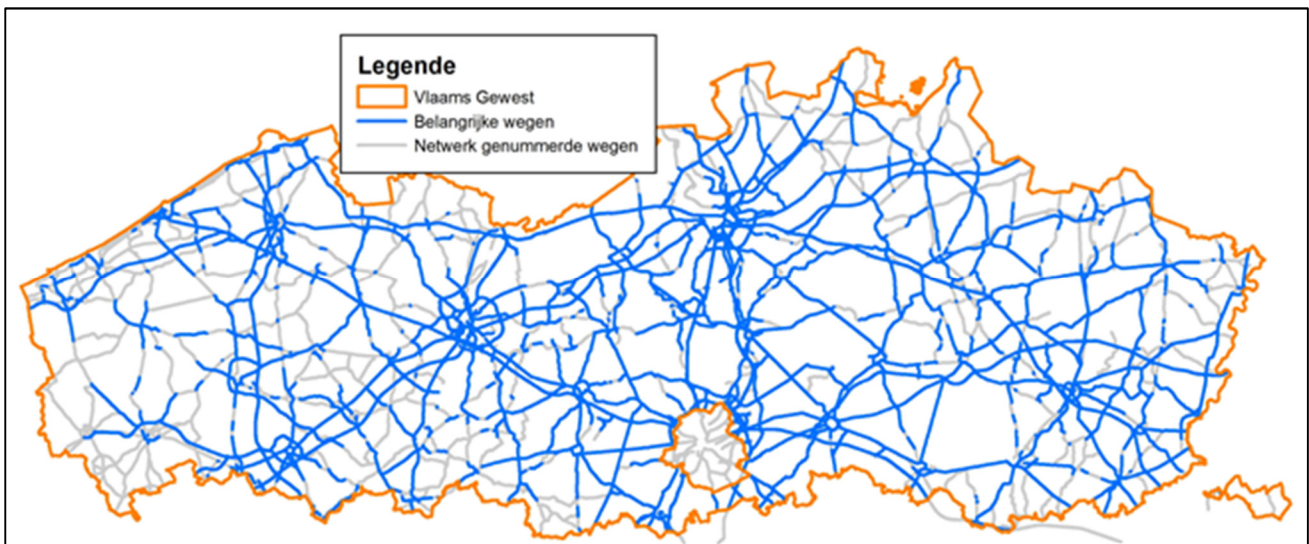
De databank met events bevat informatie over alle parameters uit het verkeersmodel en daarnaast ook informatie over het totaal aantal voertuigpassages om te bepalen of het al dan niet een belangrijke weg betreft en een indicatie of het een weg betreft die beschouwd werd in de 2^{de} ronde van geluidskartering. Deze databank werd gecontroleerd en gecorrigeerd op volledigheid en het logisch aansluiten van kilometerpunten langsheen de verschillende beschouwde routes.

E.1.2 Selectie van belangrijke wegen

De databank omvat een indicatie over het al dan niet belangrijk zijn van een weg door het totaal aantal voertuigpassages per jaar weer te geven en – waar relevant – ook de som van deze waarden voor beide rijrichtingen waar deze in het verkeersmodel geometrisch identiek zijn, tzt dezelfde 2 knooppunten verbinden. Het is die laatste parameter die toelaat om rechtstreeks af te leiden welke wegsegmenten te beschouwen zijn als belangrijke wegen, met name deze waar de totale jaarintensiteit hoger ligt dan 3 miljoen voertuigen. Dit wijkt enigszins af van de methode bij voorgaande geluidskaracteringen, waar het totaal aantal voertuigpassages voor de 2 rijrichtingen samen steeds werd afgeleid door voor de wegsegmenten met dezelfde IDENT7 en kilometerpunten de som te maken van het aantal voertuigen. Dat is met de beschreven methode niet helemaal hetzelfde voor die wegen waar in het verkeersmodel de rijrichtingen geometrisch gescheiden zijn.

Daarom werd een bijkomende screening gedaan van het totaal aantal voertuigen op basis van de overeenkomstige events voor IDENT7 en de beschouwde kilometerpunten, zoals dat in het verleden het geval was. In de praktijk blijkt het weinig verschil te maken, aangezien de meeste wegen met gescheiden rijrichtingen vaak zeer drukke wegen zijn en dus reeds als belangrijke wegen geselecteerd zijn. Er werd bijkomend nog ongeveer 36 km aan belangrijke wegen geïdentificeerd. Door koppeling van de geselecteerde events met het routesysteem ontstaat dan een wegennetwerk van belangrijke wegen dat afgebeeld is in onderstaande figuur.

Figuur E-1 Selectie belangrijke wegen



Het afgebeelde netwerk vertegenwoordigt een totale lengte van 8303 km aan belangrijke wegen zoals gedefinieerd in de Europese Richtlijn 2002/49/EG. Indien men enkel rijrichting 1 beschouwt, wordt dat een totale lengte van 4257 km aan belangrijke wegen. Deze weglengte ligt iets lager dan de in het bestek geschatte 4298 km.

E.1.3 Selectie van aanvullende wegen

Zoals aangegeven in het bestek vormen de wegen waarop jaarlijks meer dan drie miljoen voertuigen passeren – definitie volgens 2002/49/EG – geen aansluitend geheel. In het bestek wordt dan ook gevraagd om een methodiek om het te beschouwen wegennetwerk aan te vullen tot een min of meer aansluitend geheel. Het is perfect mogelijk om voor die bijkomende wegdelen een identieke berekening te doen, die dan wel afzonderlijk moet gebeuren van de originele berekening voor belangrijke wegen. De analyse van de blootstelling van de bevolking gebeurt immers enkel op basis van de impact van de belangrijke wegen. De databestanden worden dan op een dergelijke manier ingedeeld en gestructureerd opdat het onderscheid tussen “belangrijke wegen” en bijkomend te berekenen wegdelen duidelijk is.

Omdat de benaming “bijkomende wegdelen” niet zo éénvoudig is, werd door de opdrachtnemer in het plan van aanpak een voorstel uitgewerkt voor de selectie van de bijkomend te berekenen wegdelen dat nadien nog in beperkte mate werd bijgewerkt op basis van de wensen van de opdrachtgever. De bedoeling is te komen tot

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

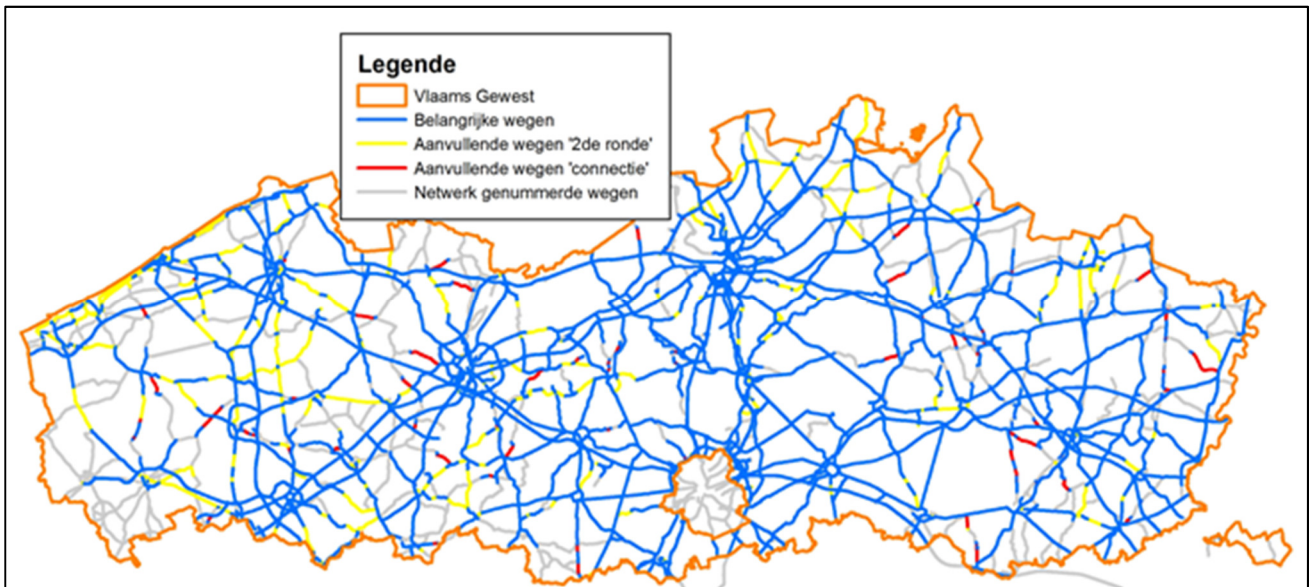
60604967-004-2 (eindrapport).docx

een wegennetwerk waarvan de totale lengte zo dicht mogelijk aansluit bij het in het bestek vooropgestelde maximum van 25% van de totale weglengte voor belangrijke wegen. Het gaat om de volgende criteria:

- alle wegen beschouwd in de 2^{de} ronde van geluidskartering die in ronde 3 niet meer voldoen aan het criterium > 3 miljoen voertuigpassages per jaar, daartoe werd in de door de opdrachtgever aangeleverde intensiteitsgegevens reeds een markering toegevoegd waarvan gebruik gemaakt werd voor de selectie,
- alle afgezonderde weggedelen van belangrijke wegen zullen via de kortst mogelijke route via het netwerk van genummerde wegen (routesysteem) met hetzelfde (of eventueel een gelijkaardig) wegnummer aangesloten worden op het globale wegennetwerk en alle tussenliggende weggedelen die daarbij doorlopen worden zullen deel uitmaken van de bijkomend te berekenen weggedelen zodat in principe één aansluitend wegennetwerk ontstaat,
- alle op- en afritten, verkeerswisselaars en klaverbladen in alle situaties waarbij de connecterende wegen ook beschouwd worden als belangrijke of aanvullende weg ingevolg een van de voorgaande criteria,
- een aantal bijkomend in beschouwing te nemen weggedelen die ertoe kunnen bijdragen om voor Vlaanderen tot een visueel realistisch beeld van een geluidsbelastingskaart te komen waarbij de bijkomende totale weglengte onder a), b), c) en d) zo dicht mogelijk aansluit bij het in het bestek vooropgestelde maximum van 25% van de totale weglengte voor belangrijke wegen.

De wegen die onder criterium (a) vallen, met name de wegen die in de 2^{de} ronde van geluidskartering beschouwd werden, maken reeds een belangrijk deel zullen uitmaken van de bijkomend te beschouwen weggedelen: het gaat in totaal om een kleine 700 km. Daarnaast werden voor criterium (b) de tussenliggende weggedelen geselecteerd die ervoor zorgen dat eventuele 'losse eindjes' in het wegennetwerk blijven doorlopen om ook elders op het globale wegennetwerk aan te sluiten. Dat blijkt niet altijd mogelijk te zijn, omdat sommige routes dermate geïsoleerd zijn van de rest van het wegennetwerk dat er geen aansluiting voorzien kan worden. Het resultaat van de selectie van belangrijke wegen en de bijkomende weggedelen onder criteria (a) en (b) is visueel weergegeven in onderstaande figuur.

Figuur E-2 Selectie belangrijke en aanvullende wegen criteria (a) en (b)



Daarnaast werden nog een reeks bijkomende weggedelen geselecteerd op basis van criterium (c) waarbij het gaat om alle op- en afritten, (delen van) verkeerswisselaars en klaverbladen die niet als belangrijke weg te beschouwen zijn en niet onder één van de voorgaande criteria vallen en dat voor zover ze een verbinding maken met een belangrijke of aanvullende weg ingevolge een van de voorgaande criteria. De totale netwerk lengtes voor de belangrijke wegen en de criteria (a), (b) en (c) zijn weergegeven in Tabel E-1.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Tabel E-1 Netwerklengtes belangrijke en aanvullende wegen

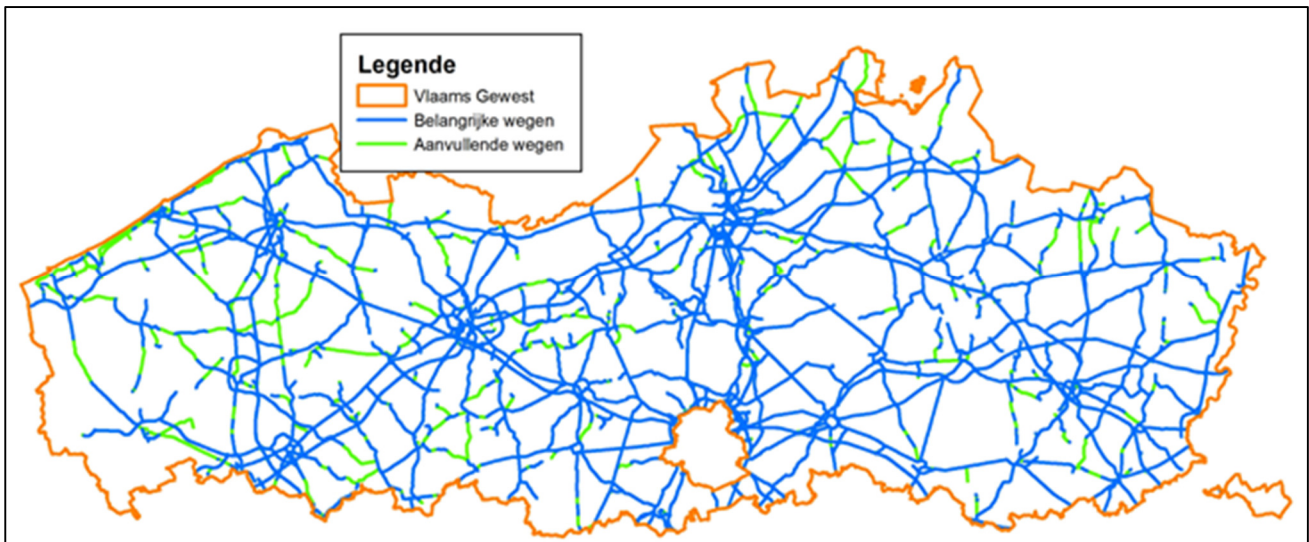
Criterion	Netwerklengte R1	Percentage belangrijke wegen
belangrijke wegen	4257 km	100.0 %
'2de ronde' (a)	696 km	16.3 %
'connectie' (b)	156 km	3.7 %
'op- & afritten' (c)	224 km	5.3 %

De totale lengte aan bijkomend te beschouwen wegdelen bedraagt daarmee ongeveer 1076 km of 25.3% van de totale lengte aan belangrijke wegen. Er blijft dus geen marge meer over om criterium (d) in te vullen. Omdat er desondanks nog een redelijk aantal tussenliggende wegdelen overblijven die niet geselecteerd zijn en het soms om relatief korte stukken gaat, werden de kortste tussenstukken op dezelfde weg met een lengte kleiner dan 1 km tussen 2 geselecteerde wegdelen alsnog aan de selectie toegevoegd. Het gaat bijkomend om ongeveer 14 km of 0.3% van de totale lengte aan belangrijke wegen.

Van de totale lengte aan wegsegmenten – 2574 km – waarvoor nog intensiteitsgegevens beschikbaar zijn, werd uiteindelijk nog ongeveer 1090 km geselecteerd als aanvullende weg. Het totale te beschouwen wegennetwerk wordt daardoor 10189 km lang indien de beide rijrichtingen afzonderlijk worden beschouwd en 5347 km indien enkel rijrichting 1 in rekening wordt gebracht.

In onderstaande figuur wordt het globale beschouwde wegennetwerk nogmaals voorgesteld zonder achterliggend netwerk van gewestwegen. Het is visueel duidelijk dat er ondanks de selectie van aanvullende wegen nog heel wat 'losse eindjes' overblijven. Daarnaast is er zelfs een beperkt aantal wegsegmenten zonder connectie op het globale geïdentificeerde wegennetwerk.

Figuur E-3 Beschouwde wegennetwerk



E.2 Identificatie spoornetwerk

De werkwijze voor de identificatie van het spoornetwerk verschilt in een aantal opzichten van deze voor wegen, wat onder meer te maken heeft met het feit dat er uiteraard fysische verschillen zijn tussen weg- en spoorverkeer, dat deze netwerken anders zijn opgebouwd en dat dat ook geldt voor de aangeleverde basisgegevens.

De basisvraag bij de identificatie moet zijn: hoeveel treinen rijden er over deze spoorweg en zijn er dat meer of minder dan 30 000 per jaar? Waar dat voor wegverkeer relatief snel kan afgeleid worden uit de intensiteitsgegevens, is dat minder evident voor spoorverkeer. Een spoorweg kan immers bestaan uit een enkel baanvak met 1 of 2 sporen, maar op bepaalde locaties ook een hele spoorbundel omvatten met meerdere – gedeeltelijk – parallel lopende baanvakken. Deze parallelle baanvakken zijn echter zelden met mekaar in verband te brengen op attribuutniveau. Het verband is louter geometrisch en zelfs dat is verre van vanzelfsprekend. Daarom is vooraf door de opdrachtgever afgetoetst op welke locaties langsheen het spoornetwerk de totale intensiteit – de optelsom van de intensiteiten op de afzonderlijke baanvakken en sporen waar deze samenlopen – de drempel van 30000 treinen per jaar overschreden wordt en is daarvan een lijst opgemaakt.

Daarnaast moet rekening gehouden worden met het feit dat de strategische geluidskaarten van spoorverkeer voor de 1^{ste} fase en 2^{de} ronde ook meer spoorwegen beschouwd hebben dan strikt de belangrijke spoorwegen. Dat heeft te maken met het feit dat door de specifieke structuur van het spoornetwerk een baanvak niet noodzakelijk eindigt waar de belangrijke spoorlijn eindigt. Dat maakt dat in de voorgaande opdrachten voor geluidskartering ook heel wat zijtakken van belangrijke spoorwegen zijn beschouwd die binnen de beschouwde zone gelegen waren, net als de uiteinden van de belangrijke spoorwegen die in meerdere gevallen nog een flink eind verder beschouwd zijn. Het is evident dat spoorwegen die in de 2^{de} ronde van geluidskartering beschouwd zijn, in deze opdracht moeilijk achterwege kunnen gelaten worden. Daarom is ook dit een factor van betekenis bij de identificatie van het spoornetwerk.

In wat volgt zullen we, rekening met het voorgaande, stap voor stap aangeven welk deel van het spoornetwerk beschouwd zal worden in deze 3^{de} ronde.

E.2.1 Lijst van belangrijke spoorwegen

In het bestek is een lijst opgenomen van belangrijke spoorwegen, gelijkaardig aan degene weergegeven in onderstaande tabel. Bij aanvang van de opdracht werd door de opdrachtgever een nieuwe tabel opgemaakt op basis van de meest recente intensiteitsgegevens. Deze lijst omvat ongeveer 791 km aan spoorwegen, wat ca 10% meer lijkt dan bij de 2^{de} ronde van geluidskartering, maar de structuur verschilt enigszins waardoor hier sommige trajecten dubbel geteld worden. Het is wel zo dat er in tussentijd enkele lijnen bij gekomen zijn. Bovendien zijn er enkele trajecten waar het aantal treinpassages tov de 2^{de} ronde van geluidskartering net onder de grens van 30000 passages per jaar gedaald is, maar die toch onderaan de lijst opgenomen zijn. Op vraag van de opdrachtgever worden deze alsnog meegenomen als ‘aanvullende’ spoorweg.

Tabel E-2 Lijst belangrijke spoorwegen

Lijn	Van	Tot	Lengte in km	Aantal treinen
12	Y.Luchtbal	Essen	23.9	31735 - 36618
124	<i>gewestgrens</i>	<i>gewestgrens</i>	5.8	66235 - 66239
12L/1	Y.Antwerpen-Schijnpoort	Y.Holland	1.6	30872 - 30872
15	Y.Drabstraat	Y.Kruisberg	29	44959 - 89988
16	Y.Nazareth	Y.Noord Driehoek Aarschot	23.6	42374 - 42385
161	<i>gewestgrens</i>	<i>gewestgrens</i>	4.8	59322 - 59322
21A	Y.Noord Driehoek Hasselt	Y.Zonhoven	1.6	31230 - 31230
25	<i>gewestgrens</i>	Y.Luchtbal	41.2	51909 - 83489
25N	<i>gewestgrens</i>	Y.Machelen-Zuid	1.2	47767 - 47767
27	Y.Machelen	Antwerpen-Centraal	32.4	31134 - 81180

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Lijn	Van	Tot	Lengte in km	Aantal treinen
27A	Y.Krijgsbaan	Y.Schijn	15.9	32642 - 44602
34	<i>gewestgrens</i>	Hasselt	31	38648 - 49608
35	Hasselt	Leuven	53.6	44626 - 69098
36	<i>gewestgrens</i>	Landen	52.6	39474 - 79626
36C	Y.Zaventem	Y.Brucargo	4.1	40820 - 72440
36C/1	Y.Nossegem	Y.Luchthaven	1.3	31620 - 31620
36C/2	Y.Machelen-Zuid	Y.Brucargo	1.6	52832 - 52832
36N	<i>gewestgrens</i>	Leuven	22.5	35010 - 66861
50	Denderleeuw	Gent-Sint-Pieters	33.9	33649 - 84830
50A	Y.Sint-Katherina-Lombeek	Oostende	96.5	31606 - 76574
50A/2	Y.Sint-Katherina-Lombeek	Denderleeuw	4.4	54029 - 54029
50A/5	Y.Oostkamp	Brugge	5.4	45748 - 46096
50C	<i>gewestgrens</i>	Y.Sint-Katherina-Lombeek	10.5	105080 - 105080
50E	Y.West Driehoek Ledeberg	Gent-Sint-Pieters	2.8	62570 - 62570
51	Brugge	Y.Blauwe Toren	5.4	50599 - 50599
51A	Y.Blauwe Toren	Y.Dudzele	2.3	35753 - 35753
53	Schellebelle	Leuven	64.4	30541 - 49112
58	Y.Noord Driehoek Ledeberg	Gent-Dampoort	3.3	65411 - 65411
58/1	Y.West Driehoek Ledeberg	Y.Noord Driehoek Ledeberg	0.7	55824 - 55824
59	Y.West Berchem	Gent-Dampoort	55.7	42482 - 69453
59/1	Antwerpen-Centraal	Y.West Berchem	2.5	58628 - 83038
60	<i>gewestgrens</i>	Dendermonde	25	33076 - 33077
66	Y.Kortrijk-West	Kortrijk	1.6	40634 - 41814
75	Gent-Sint-Pieters	Kortrijk	41.5	37761 - 65620
90	Y.Nederboelare	Geraardsbergen	1.1	37381 - 37381
94	Y.Noord Halle	<i>gewestgrens</i>	7.6	44335 - 52788
96	<i>gewestgrens</i>	<i>gewestgrens</i>	12.4	60940 - 89873
96N	<i>gewestgrens</i>	Y.Noord Halle	7.1	30164 - 30967
66+73	inrit Lichtervelde	uitrit Lichtervelde	1.2	40229 - 40229
86+89	inrit Oudenaarde	uitrit Oudenaarde	1.5	40035 - 40035
89	Denderleeuw	Zottegem	20.3	26557 - 26557
139	Leuven	<i>gewestgrens</i>	11	29329 - 29329
24	Voerstreek	Voerstreek	9.7	26191 - 26191
21A	Y.Zonhoven	Boksbergheide	9.4	20467 - 20467
51A	Y.Dudzele	Zeebrugge-Vorming	5.9	18607 - 18607

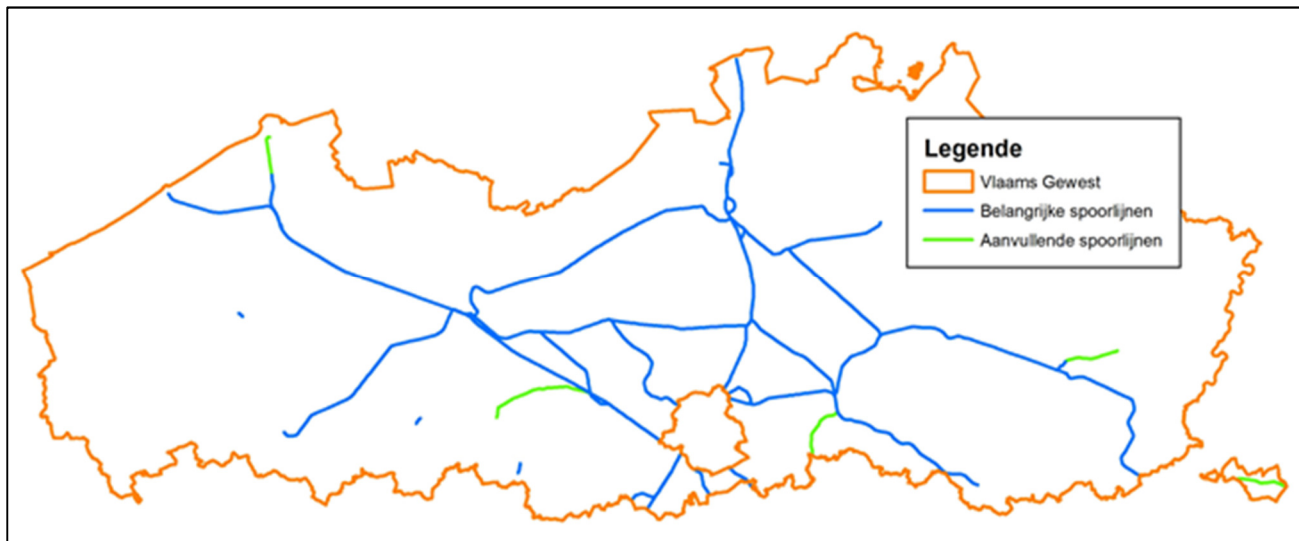
Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

De start- en eindpunten uit de aangeleverde tabel werden uitgezet in een GIS omgeving en met mekaar verbonden dmv polylijnen die de beschouwde spoorlijn volgen. Waar relevant werden de beschouwde spoorlijnen ook in overeenstemming gebracht met de spoorlijnen zoals ze in de 2^{de} ronde van geluidskartering beschouwd werden. Het resultaat ziet er dan uit zoals in onderstaande figuur weergegeven is. De totale lengte van het spoornetwerk bedraagt op deze manier ongeveer 798 km, waarvan ongeveer 60 km aan aanvullende spoorwegen.

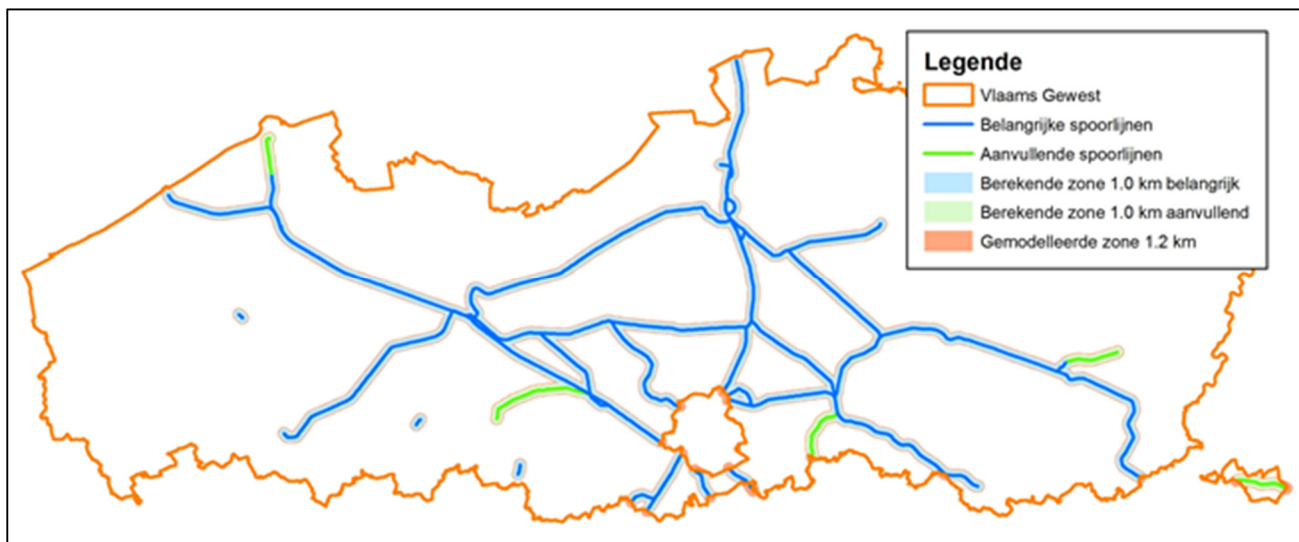
Figuur E-4 Weergave belangrijke en aanvullende spoorwegen



E.2.2 Beschouwde zone

Er wordt bij deze opdracht dezelfde methodiek aangehouden als bij de 2^{de} ronde van geluidskartering die destijds werd opgezet om een gelijkaardig netwerk te beschouwen als bij de 1^{ste} fase van geluidskartering. Dat gebeurt door de zone rondom de belangrijke – of aanvullende – spoorwegen tot op 1 km afstand te beschouwen als het te berekenen gebied, uiteraard voor zover deze binnen Vlaanderen gelegen is. Om te vermijden dat er aan de rand van deze zone ongewenste effecten ontstaan waar geluidsbronnen maar net tot aan deze rand beschouwd zijn, wordt de te modelleren zone iets groter genomen, met name tot op 1.2 km afstand van de belangrijke of aanvullende spoorwegen zoals in § E.2.1 bekomen. Beide zones zijn weergegeven in onderstaande figuur.

Figuur E-5 Weergave beschouwde zone spoorwegen



Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

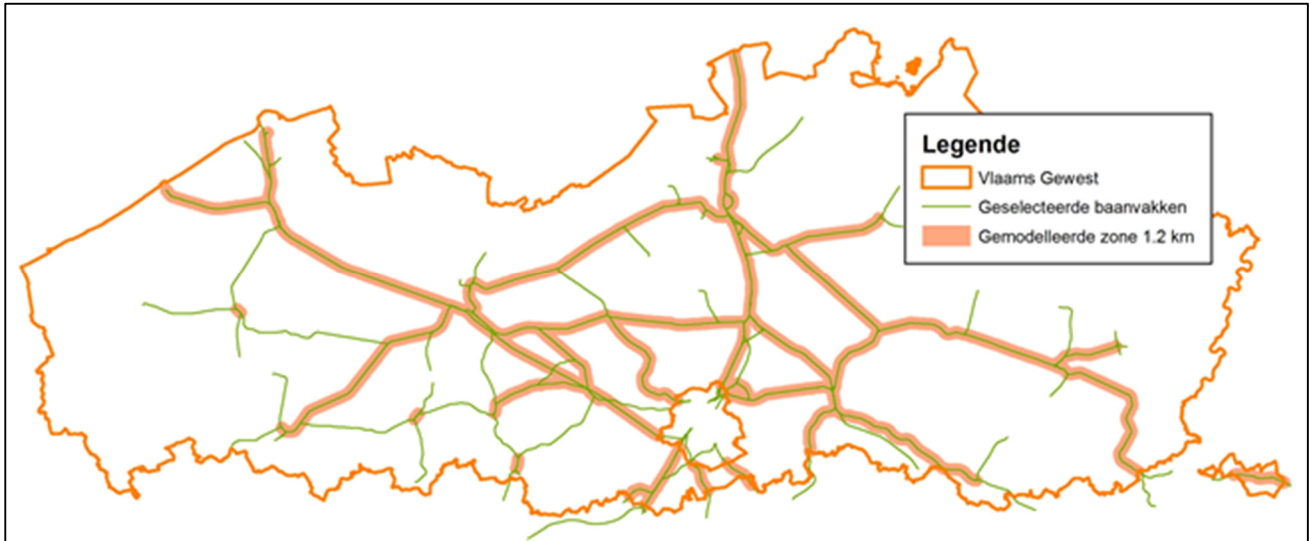
60604967-004-2 (eindrapport).docx

Er wordt een onderscheid gemaakt bij de te berekenen zone naargelang het een zone betreft die al dan niet rond een aanvullende spoorweg ligt. Dit zal later bij de verwerking van de resultaten een rol spelen.

E.2.3 Beschouwde sporen / baanvakken

Om het te beschouwen spoornetwerk ondubbelzinnig te definiëren, is het basisidee dat alle sporen / baanvakken die zich binnen de te modelleren zone bevinden opgenomen worden in het model.

Figuur E-6 Weergave beschouwde baanvakken spoorverkeer



De geselecteerde baanvakken die – geheel of gedeeltelijk – in de te modelleren zone liggen zijn weergegeven in de voorgaande figuur. Er werd een uitzondering gemaakt voor enkele zijsporen, parallelle sporen of sporen aan de rand van de beschouwde modelzone met beperkte intensiteit – typisch tot een duizendtal treinen per jaar – die nauwelijks bijdragen aan het geheel, tenzij ze ook bij de 2^{de} ronde van geluidskartering beschouwd werden. Het betreft veelal goederenlijnen of nevensporen met beperkte intensiteit.

Om redenen van dataverwerking zijn de volledige baanvakken behouden, ook waar deze tot ver buiten de te modelleren zone lopen. Op een later moment zullen deze beperkt worden tot de beschouwde zone en zullen ze een totale lengte aan sporen vertegenwoordigen van ongeveer 2060 km.

DEEL 1B: TESTGEBIEDEN & DATAVERWERKING

F ANALYSE VAN NAUWKEURIGHEID

Wie het wil hebben over de nauwkeurigheid van geluidsniveauberekeningen in het algemeen en berekeningen op dergelijke grote schaal in het bijzonder, mag daarbij een aantal belangrijke elementen niet uit het oog verliezen omdat dit een erg complex gegeven is. De totale nauwkeurigheid van de berekende waarden / geluidsniveaus is immers afhankelijk van heel wat verschillende factoren:

- Nauwkeurigheid van de rekenmethode
- Nauwkeurigheid van de implementatie van de rekenmethode in de software
- Nauwkeurigheid van de berekening
- Nauwkeurigheid van de invoergegevens

F.1 Nauwkeurigheid van de rekenmethode

De rekenmethode wordt opgelegd door de randvoorwaarden waarbinnen de Europese Richtlijn 2002/49/EG in de Vlaamse context geïmplementeerd is en impliceert het gebruik van volgende rekenmethodes:

- voor wegverkeer: de Nederlandse RMW / SRM II methode – versie 2002,
- voor spoorverkeer: de Nederlandse RMR / SRM II methode – versie 2012.

De vermelde rekenmethodes bestaan reeds lang en kunnen beschouwd worden als robuuste en relatief nauwkeurige rekenmethodes. Maar alle rekenmethodes hebben ook hun beperkingen die mogelijk tot lokale onnauwkeurigheden kunnen leiden. Het is echter niet altijd mogelijk om in de praktijk exact na te gaan in welke mate de (on)nauwkeurigheid van de rekenmethodes bijdraagt tot afwijkingen in het berekende eindresultaat.

F.2 Nauwkeurigheid van de implementatie van de rekenmethode in de software

Om de rekenmethode te kunnen gebruiken moet deze omgezet worden in een software toepassing. De kwaliteit van de software heeft een invloed op de kwaliteit en nauwkeurigheid van de resultaten. Softwareontwikkeling voor akoestische rekenmethodes is een complexe taak: de methodes zijn beschreven als een geheel van uiteenlopende wiskundige semi-empirische vergelijkingen en beschrijvende teksten. Het is mogelijk dat verschillende interpretaties leiden tot afwijkingen op de resultaten. Om dit uit te sluiten zijn voor sommige rekenmethodes standaard situaties voor modellen uitgewerkt waarvoor de berekende waarden op welbepaalde gedefinieerde punten binnen bepaalde limieten moeten vallen. De IMMI software heeft in het verleden reeds bewezen dat het voor bepaalde Duitse rekenmethodes aan dergelijke eisen voldoet, voor de hier gebruikte methodes bestaan er echter geen uitgewerkte testmethodes.

F.3 Nauwkeurigheid van de berekening

Een strikte toepassing van de rekenmethode zou onrealistisch lange reketijden opleveren voor berekeningen van de omvang zoals hier van toepassing zal zijn. Het beeld van een geluidsbron aan de ene zijde van Vlaanderen waarvan de impact moet bepaald worden op een ontvangerpunt aan de andere zijde van de Vlaanderen, vele kilometers verderop, maakt meteen duidelijk dat een strikte toepassing van de rekenmethode niet aan de orde is. Akoestische prognosesoftware beschikt daarom over heel wat verschillende technieken om de rekensnelheid te verhogen met een beperkte invloed op de nauwkeurigheid van het eindresultaat.

Enkele voorbeelden van dergelijke technieken:

- het niet in rekening brengen van geluidsbronnen die op een afstand groter dan een bepaalde te definiëren waarde van het beschouwen ontvangerpunt gelegen zijn,
- het beperken van het opsplitsen in deelbronnen van lijnbronnen en vlakke bronnen,
- beperking van de afstand waarop reflecties werkzaam zijn,

• ...

Al deze technieken staan ter beschikking van de akoestisch expert als gebruiker die met kennis van zaken moet weten welke invloed de instelling van deze optimalisatie parameters kan hebben op het eindresultaat. In het verleden hebben we reeds meerdere malen testen gedaan met dergelijke instellingen. In het bestek van de opdracht zijn de rekeninstellingen vastgelegd in die zin dat deze van de 2^{de} ronde van geluidskartering behouden blijven.

Wel is er een kleine aanpassing noodzakelijk omdat er ook in de rekeninstellingen van de software in recentere versies een aantal wijzigingen aangebracht zijn. Dit wordt verder gedocumenteerd in § L.4.2.

F.4 Nauwkeurigheid van de invoergegevens

De beste rekenmethode, de beste software en de meest strikte toepassing van de rekenmethode kunnen fouten of onnauwkeurigheden die in de invoergegevens vervat zijn niet compenseren. Fouten en onnauwkeurigheden in de invoergegevens kunnen bovendien cumulatief op de resultaten inwerken: een compensatie van fouten door andere fouten kan niet uitgesloten worden. Uiteindelijk blijkt de nauwkeurigheid van de invoergegevens bijna altijd de belangrijkste factor te zijn van onnauwkeurigheden in het eindresultaat. Op welke wijze deze fouten in de invoergegevens zich vertalen in het eindresultaat hangt af van de gevoeligheid van de rekenmethode. Het voordeel van bijvoorbeeld de logaritmische schaal is dat een fout van 100% in de emissiegetallen nodig is om een verschil van 3 dB(A) op het resultaat te veroorzaken. Anderzijds heeft een fout in de overdrachtsweg een meer directe invloed: correcties op de overdrachtsweg werken vaak meer aritmetisch.

Het vaststellen van onnauwkeurigheden in de invoergegevens is uiteraard mogelijk door uitvoerige kwaliteitscontroles en correcties van de gegevens zelf, wat in de dataverwerking ingebouwd is. Voor modellen van grote omvang is dat in de praktijk al moeilijker doordat het onmogelijk wordt om elk cijfer, elk punt individueel te controleren en wordt overgestapt op allerhande hulpmiddelen, plausibiliteitstesten, visuele controles e.d. De echte controle op het eindresultaat gebeurt dan ook door het uitvoeren van steekproefgewijze geluidsmetingen zodat de globale nauwkeurigheid bij benadering kan vastgesteld worden. **Hierin zit echter ook de – ongekende – invloed van de andere factoren verrekend.**

F.5 Beoordeling van nauwkeurigheid in de praktijk

Uit het voorgaande volgt dat het geen evidente zaak is om de nauwkeurigheid te evalueren. De rekenmethode dient men als een vaststaand feit te beschouwen en er is geen mogelijkheid om een duidelijke invloed vast te stellen van de rekenmethode op de nauwkeurigheid. Het maakt deel uit van de globale nauwkeurigheid die geëvalueerd wordt door vergelijking met gemeten waarden. Iets vergelijkbaars geldt voor de software waarvan men kan aannemen dat deze ondertussen al door honderden gebruikers geverifieerd is en als betrouwbaar mag geacht worden. Bij twijfel bestaat er nog steeds de mogelijkheid om de berekening tot in detail te verifiëren, al is ook dat niet evident in het geval van lijnbronnen waarbij de impact van vele deelsegmenten moet gecumuleerd worden.

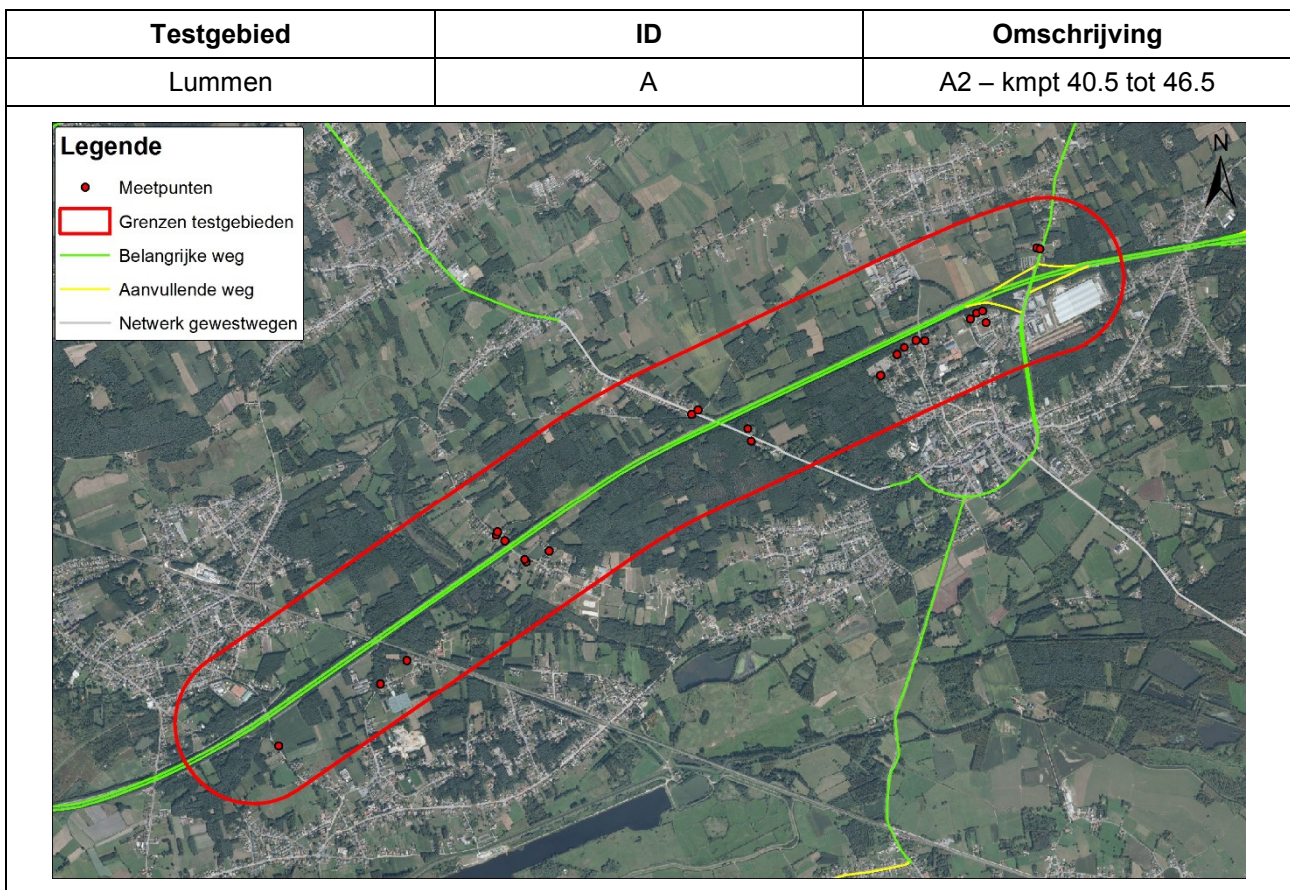
Wat betreft de invoergegevens kan de nauwkeurigheid enkel globaal bestudeerd worden aan de hand van een vergelijking met de uitgevoerde metingen. Het aantal beschouwde meetpunten per testgebied varieert van 1 tot meer dan 20, maar in het algemeen is het aantal punten te beperkt om deze vergelijking op een zinvolle manier statistisch te benaderen. Belangrijk is vooral dat de verschillen tussen gemeten en berekende geluidsniveaus gemiddeld in de buurt van 0 dB(A) blijven, wat betekent dat positieve en negatieve afwijkingen elkaar in evenwicht houden.

H VERGELIJKING METINGEN - BEREKENINGEN

H.1 Afbakening testgebieden

Een van de deelopdrachten is om de voorgestelde methodiek voor modellering en berekening te toetsen door de berekende waarden in een aantal zones en op een aantal locaties te toetsen aan werkelijk gemeten waarden. De te beschouwen testgebieden zijn vastgelegd door de opdrachtgever in overleg met de opdrachtnemer en worden hierna visueel afgebeeld. In totaal werden 5 gebieden afgebakend waarbij 3 gebieden gericht zijn op wegverkeer en 2 gebieden op spoorverkeer.

In essentie gaat het om een zone van 500m rond enkele gedefinieerde (spoor)wegsegmenten. Voor de afbakening van de testgebieden voor wegverkeer – A, B en C – werden de relevante wegsegmenten geselecteerd in functie van de ligging van de verschillende meetpunten waarbij de grenzen werden bepaald op basis van de ligging van de uiterste meetpunten. Voor de testgebieden voor spoorverkeer – D en E – werd een stuk spoor afgebakend dat binnen een straal van 1km rondom het meetpunt gelegen is teneinde een spoorsegment van ca 2km te bekomen. Voor alle testgebieden werd rond het geselecteerde netwerk een buffer van 500m beschouwd teneinde alle meetpunten te omvatten en voldoende marge te behouden om de invloed van randeffecten te minimaliseren.

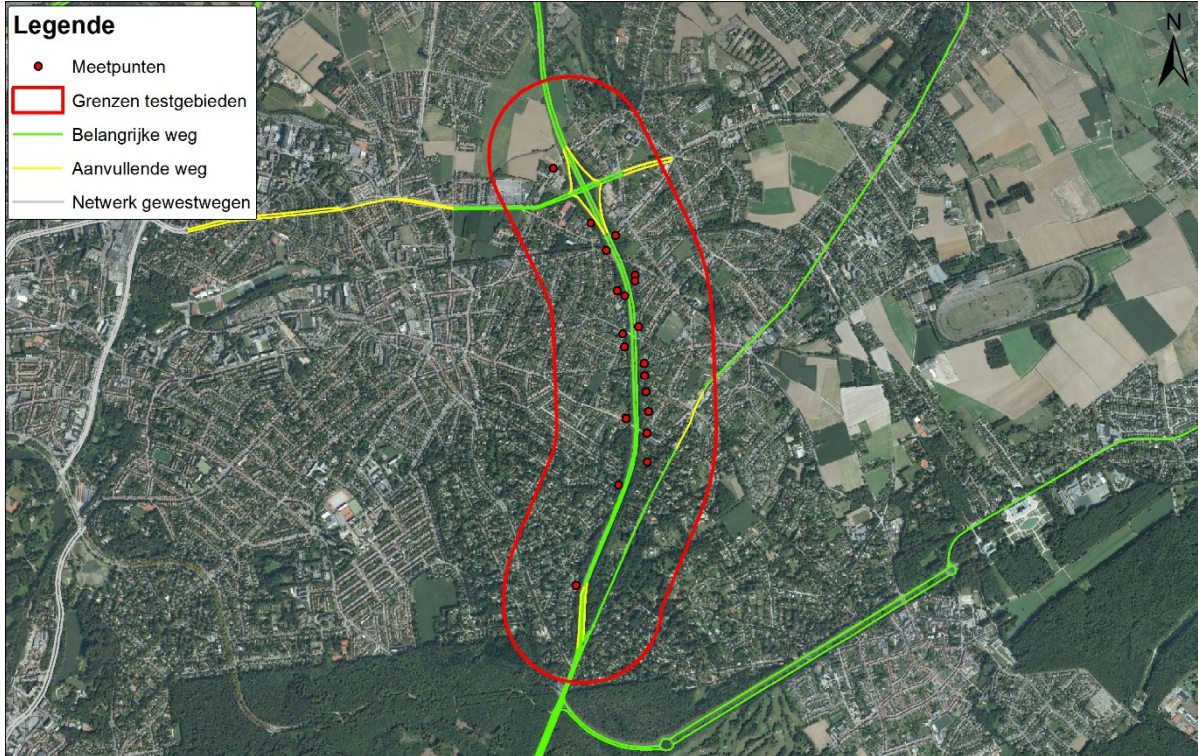


Strategische Geluidsbelastingskaarten

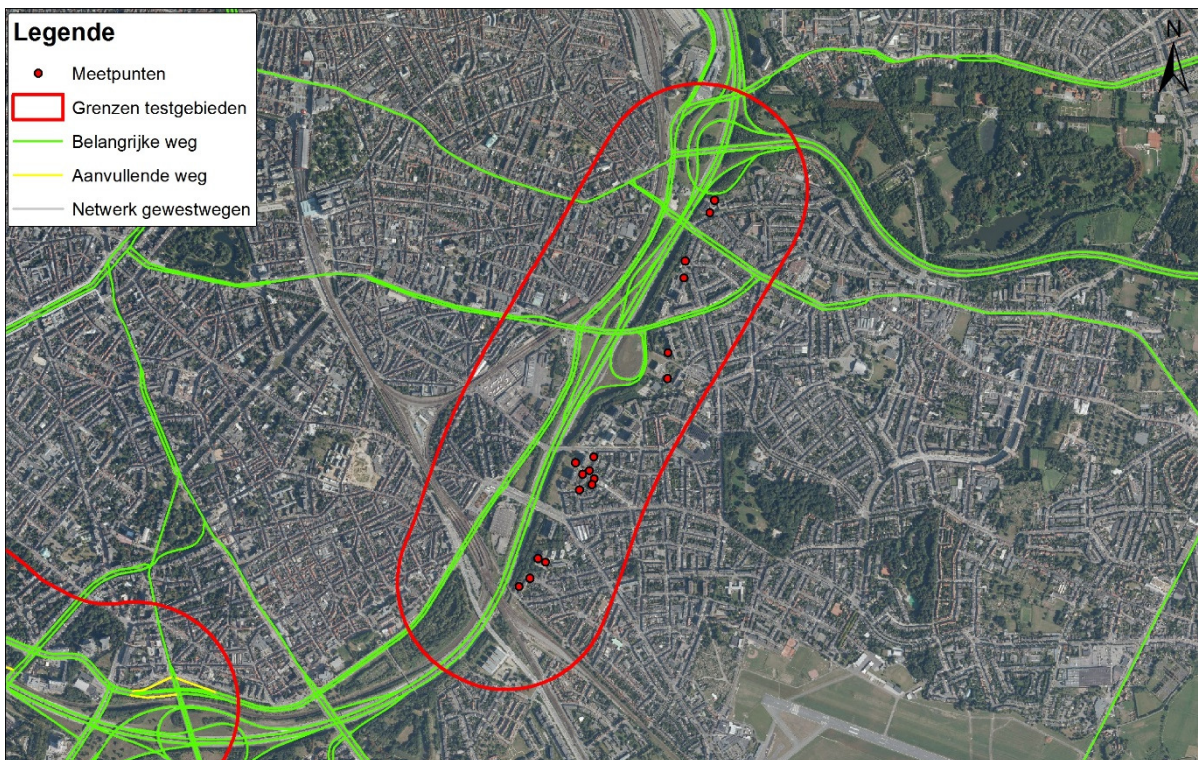
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Testgebied	ID	Omschrijving
Wezembeek-Oppem	B	R0 – kmpt 25.0 tot 28.0



Testgebied	ID	Omschrijving
Antwerpen - Oost	C	R1 – kmpt 6.5 tot 8.6



Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Testgebied	ID	Omschrijving
Antwerpen-Zuid	D	lijn 59 – baanvak 643



Testgebied	ID	Omschrijving
Heist-op-den-Berg	E	lijn 16 – baanvak 1035



H.2 Meetcampagnes

De modellen van de testgebieden zullen getoetst worden aan de realiteit aan de hand van de resultaten van korteduurmetingen voor testgebieden A, B en C en van langeduurmetingen voor testgebieden C, D en E. Deze korteduurmetingen van testgebied A, B en C werden uitgevoerd door de Afdeling Wegenbouwkunde van het Agentschap Wegen & Verkeer. De langeduurmetingen voor testgebieden C, D en E werden uitgevoerd door het team Milieuhinder van het Departement Omgeving.

Testgebied A omvat een zone rond de A2/E314 Maasmechelen-Leuven tussen kmpt 40.5 en 46.5. In dit testgebied werden 3 meetcampagnes uitgevoerd in 2013 en 2015 ter hoogte van, gespreid over de 3 campagnes, in totaal 24 meetpunten. Testgebied B omvat een zone rond de R0 ter hoogte van Wezembeek-Oppeem tussen kmpt 25.0 en 28.0. In dit testgebied zijn er in de loop van 2015 2 meetcampagnes uitgevoerd ter hoogte van in totaal 20 meetpunten. Testgebied C omvat een zone rond het oostelijk deel van de R1 tussen kmpt 6.5 en 8.6. In dit testgebied werden er in 2014 en 2015 3 meetcampagnes uitgevoerd. De 3de meetcampagne betreft een langdurige geluidsmeting door het team Milieuhinder van het Departement Omgeving ter hoogte van 2 meetpunten gedurende een maand in 2015.

De testgebieden D en E hebben betrekking op spoorverkeer waarbij telkens op 1 meetpunt langdurig gemeten werd door het team Milieuhinder. Voor testgebied D langs lijn 59 in de buurt van Antwerpen-Zuid werd zowel in 2015 als 2016 gemeten gedurende ruim een maand. In testgebied E langs lijn 16 in Heist-op-den-Berg gaat het om een permanente meetpost.

De meest relevante resultaten van de meetcampagnes zijn samen met figuren waarop de ligging van de meetpunten is afgebeeld opgenomen in Bijlage 2.

H.3 Opbouw modellen

Voor de modellen van de testgebieden is dezelfde methodiek toegepast zoals die later voor de globale modellen voor wegverkeer en spoorverkeer gehanteerd zal worden, zowel wat betreft globale structuur van het model als de toegepaste kwaliteitscontroles. We verwijzen hiervoor naar de verdere uitvoering van de opdracht en meer bepaald § K verderop in dit eindrapport.

H.4 Initiële berekening

In de hierna volgende tabellen wordt telkens de vergelijking weergegeven tussen de gemeten geluidsniveaus ter hoogte van de meetpunten en de initieel berekende geluidsniveaus. Voor deze initiële berekening werd er uitgegaan van de datasets (wegdekcorrectie, verkeersintensiteit, gebouwhoogtes,...) zoals deze werden aangeleverd voor het volledige project. Er werden bijgevolg in eerste instantie geen wijzingen aangebracht met betrekking tot verkeersintensiteit en/of wegdekcorrectie op basis van de waarnemingen in de rapporten van de hiervoor beschreven meetcampagnes.

Verder geven de tabellen reeds een aantal belangrijke parameters weer zoals de hoogte van de meetpunten en de afstand tot de meest nabije relevante bronlijn.

Om duidelijk visueel de optredende verschillen aan te duiden, is er gebruik gemaakt van volgende kleurcode: < 2 dB(A): **groen**; < 4 dB(A): **oranje**; > 4 dB(A): **rood**.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

H.4.1 Testgebieden C, D en E – langeduursmetingen

In onderstaande tabel wordt de vergelijking weergegeven tussen de initieel berekende geluidsniveaus en de gemeten geluidsniveaus van testgebied C (wegverkeer) en testgebied D & E (spoorverkeer). Voor testgebied D en E werden 2 berekeningen uitgevoerd. Eén berekening uitgaande van de jaargemiddelde intensiteitsniveaus welke zal vergeleken worden met de gemeten geluidsniveaus op basis van event triggering tijdens de meetcampagnes (..._JG) en een tweede berekening uitgaande van de intensiteitsniveaus gekoppeld aan de geselecteerde events van de meetcampagnes in 2016 (..._EV) en de bijhorende geluidsniveaus zoals beschreven in Bijlage 2.

Tabel H-1 Initiële berekening - vergelijking met langeduursmetingen

MTP	Afstand tot bron	H (m)	Gemeten waarde in dB(A)				Berekende waarde in dB(A)				Verschil in dB(A)			
			Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden
C3_MP2	76 m	4.0	68.1	67.8	64.7	72.1	70.5	67.7	65.1	72.9	2.4	-0.1	0.4	0.8
C3_MP4	230 m	4.0	61.4	60.3	58.6	65.6	65.9	63.2	60.4	68.3	4.5	2.9	1.8	2.7
D_MP5_JG	47 m	4.0	61.0	60.2	58.4	65.4	60.3	62.0	58.6	65.8	-0.7	1.8	0.2	0.4
D_MP5_EV	47 m	4.0	54.8	53.0	53.6	60.1	53.7	51.2	51.9	58.5	-1.1	-1.8	-1.7	-1.6
E_MP1_JG	160 m	5.0	54.9	55.5	55.8	62.1	54.3	55.1	52.1	59.3	-0.6	-0.4	-3.7	-2.8
E_MP1_EV	160 m	5.0	50.3	51.0	49.0	55.9	50.5	51.1	49.2	56.0	0.2	0.1	0.2	0.1

Uit de tabel blijkt dat voor testgebied C de berekende geluidsniveaus eerder boven de gemeten geluidsniveaus liggen, voornamelijk tijdens de dagperiode. In de aangeleverde datasets met betrekking tot de snelheid, is de snelheidslimiet van de R1 vastgelegd op 120 km/u. De digitale signalisatie op de R1 geeft evenwel steeds maximaal 100 km/u aan op de Antwerpse ring. Bovendien is tijdens de dag- en de avondperiode, door de hoge verkeersdruk, de werkelijke gemiddelde snelheid aanzienlijk lager en een lagere snelheid heeft een lagere geluidsemissie tot gevolg. Bijgevolg zal de maximale snelheid van 120 km/u, zoals deze initieel in het model werd opgenomen, naar alle waarschijnlijkheid een overschatting van de werkelijke geluidsemissie van het wegverkeer inhouden. Dit zou een gedeeltelijke verklaring kunnen zijn voor de hoge berekende geluidsniveaus ten opzichte van de gemeten geluidsniveaus. Ook verschillen in verkeersintensiteit kunnen mede aan de basis liggen. Voor langeduursmetingen zou men immers verwachten dat er vergelijkbare verhoudingen zouden teruggevonden worden in de verschillen voor de verschillende periodes waar in deze berekeningen toch een afwijkend verschil wordt vastgesteld voor de dag-, avond- en nachtperiode.

Voor testgebied D wordt over het algemeen een relatief goede overeenkomst gevonden. Voor de berekening op basis van de events wordt systematisch een lichte onderschatting vastgesteld. Dat kan meerdere redenen hebben, maar het verschil is zeker niet overdreven en loopt gelijk voor de verschillende beoordelingsperiodes. Een mogelijke verklaring zou een lokaal afwijkende spoorconditie kunnen zijn wat met de nabijheid van een spoorwissel vlakbij het meetpunt niet ondenkbaar is.

Voor testgebied E wordt eveneens over het algemeen een relatief goede overeenkomst waargenomen. Gezien de onderschatting voor parameters Ln en Lden niet wordt waargenomen in de berekening obv de events, zullen de verschillen vastgesteld voor de berekeningen uitgaande van jaargemiddelde intensiteitsniveaus te wijten zijn aan een verschil tussen de werkelijke intensiteit tijdens de metingen en de jaargemiddelde intensiteiten. Aangezien deze meetgegevens dateren van 2011 en de in het model opgenomen jaargemiddelde intensiteiten de situatie anno 2015 / 2016 weergeven, zijn verschillen bijgevolg niet onwaarschijnlijk.

In § H.5 zal elk testgebied apart worden bestudeerd teneinde een verklaring te kunnen vinden voor de vastgestelde verschillen.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

H.4.2 Testgebieden A, B en C – korteduursmetingen

In onderstaande tabellen wordt de vergelijking weergegeven tussen de initieel berekende geluidsniveaus en de gemeten geluidsniveaus voor testgebieden A, B & C. Deze korteduursmetingen betreffen enkel wegverkeer.

H.4.2.1 Testgebied A

Tabel H-2 Initiële berekening - vergelijking met korteduursmetingen testgebied A

MTP	Afstand tot bron	H (m)	Gemeten waarde LAeq in dB(A)	Berekende waarde in dB(A)				Verschil in dB(A)
				Ld	Le	Ln	Lden	
A1_1b	77 m	5.0	60.0	60.0	57.2	54.0	62.1	0.0
A1_2b	57 m	5.0	63.4	64.0	61.2	57.9	66.0	0.6
A1_3b	53 m	5.0	65.3	65.8	63.0	59.7	67.8	0.5
A1_4b	124 m	5.0	50.1	50.4	47.5	44.3	52.4	0.3
A1_5b	59 m	5.0	59.9	58.7	56.0	52.6	60.8	-1.2
A1_6b	88 m	5.0	65.2	64.8	62.0	58.7	66.8	-0.4
A1_7b	58 m	5.0	59.2	60.3	57.5	54.2	62.4	1.1
A1_8a	101 m	1.2	57.6	56.4	53.6	50.3	58.4	-1.2
A1_9b	171 m	5.0	54.7	53.9	51.0	47.8	55.9	-0.8
A2_1b	24 m	5.0	61.5	52.8	49.5	46.3	54.6	-8.7
A2_2b	10 m	5.0	69.6	69.4	65.7	62.6	70.9	-0.2
A2_3b	24 m	5.0	63.4	64.9	61.4	58.3	66.6	1.5
A2_4b	12 m	5.0	64.3	65.1	61.6	58.4	66.7	0.8
A2_5b	37 m	5.0	65.5	72.0	69.2	65.9	74.0	6.5
A2_6b	92 m	5.0	58.8	64.6	61.8	58.5	66.7	5.8
A2_7b	103 m	5.0	60.6	66.0	63.2	60.0	68.1	5.4
A3_1b	33 m	5.0	61.8	61.9	58.7	55.5	63.7	0.1
A3_2b	25 m	5.0	62.4	61.2	57.6	54.4	62.8	-1.2
A3_3b	163 m	5.0	59.9	62.3	59.5	56.2	64.3	2.4
A3_4b	134 m	5.0	61.9	64.1	61.3	58.0	66.1	2.2
A3_5b	117 m	5.0	65.8	66.8	64.0	60.7	68.8	1.0
A3_6b	219 m	5.0	57.5	61.5	58.8	55.5	63.6	4.0
A3_7b	265 m	5.0	56.0	60.6	57.8	54.5	62.6	4.6
A3_8b	196 m	5.0	62.5	63.9	61.2	57.8	66.0	1.4

Voor testgebied A zijn de afwijkingen nogal wisselend. Gezien de korte meetduur en de grote variatie in de ligging van de meetpunten is de grotere spreiding in de resultaten evenwel niet onverwacht.

Voor meetcampagne A1 is wordt een zeer goede correlatie vastgesteld tussen metingen en berekeningen. De gemiddelde afwijking bedraagt 0.1 dB(A), de gemiddelde absolute afwijking bedraagt 0.7 dB(A).

De resultaten voor de meetcampagne A2 vertonen een vrij grote spreiding met aanzienlijke afwijkingen ter hoogte van de punten A2_1b, 5b, 6b en 7b. De gemiddelde afwijking bedraagt 1.6 dB(A), de gemiddelde absolute afwijking bedraagt 4.1 dB(A).

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

De resultaten voor de meetcampagne A3 vertonen een minder grote spreiding met de grootste afwijkingen ter hoogte van de punten 6b en 7b. De gemiddelde afwijking bedraagt 1.8 dB(A), de gemiddelde absolute afwijking bedraagt 2.1 dB(A).

H.4.2.2 Testgebied B

Tabel H-3 Initiële berekening - vergelijking met korteduursmetingen testgebied B

MTP	Afstand tot bron	H (m)	Gemeten waarde LAeq in dB(A)	Berekende waarde in dB(A)				Verschil in dB(A)
				Ld	Le	Ln	Lden	
B1_1b	43 m	5.0	73.9	73.6	71.1	67.9	75.9	-0.3
B1_2b	56 m	5.0	71.9	66.1	63.8	60.5	68.5	-5.8
B1_3b	56 m	5.0	64.4	65.2	62.8	59.6	67.5	0.8
B1_4c	42 m	7.2	69.5	66.9	64.5	61.3	69.3	-2.6
B1_5c	55 m	7.2	65.6	70.4	68.1	64.8	72.8	4.8
B1_6b	59 m	5.0	64.2	64.7	62.3	59.1	67.0	0.5
B1_7a	53 m	1.2	63.1	62.6	60.2	57.1	65.0	-0.5
B1_8b	78 m	5.0	64.1	60.2	57.8	54.6	62.6	-3.9
B1_9b	57 m	5.0	67.0	68.6	66.3	63.0	71.0	1.6
B1_10c	81 m	7.5	60.7	59.3	56.9	53.7	61.7	-1.4
B2_1b	98 m	5.0	64.8	69.1	66.7	63.5	71.5	4.3
B2_2b	36 m	5.0	73.9	73.5	71.1	67.9	75.9	-0.4
B2_3b	36 m	5.0	79.5	75.2	72.8	69.6	77.6	-4.3
B2_4b	62 m	5.0	67.6	65.6	63.2	60.0	68.0	-2.0
B2_5c	30 m	7.2	78.7	75.8	73.5	70.2	78.2	-2.9
B2_6c	61 m	7.2	68.9	66.9	64.5	61.3	69.2	-2.0
B2_7b	52 m	5.0	67.3	66.3	63.8	60.6	68.6	-1.0
B2_8b	58 m	5.0	64.3	63.2	60.7	57.5	65.5	-1.1
B2_9b	34 m	5.0	66.5	62.2	59.8	56.6	64.6	-4.3
B2_10b	42 m	5.0	70.1	73.4	70.7	67.6	75.6	3.3

Voor testgebied B wordt een vrij grote spreiding op de resultaten vastgesteld. Analoog als voor testgebied A is, door de korte meetduur en de grote variatie in de ligging van de meetpunten, een dergelijke variatie in de resultaten niet geheel onverwacht.

Voor meetcampagne B1 bedraagt de gemiddelde afwijking -0.7 dB(A) en de gemiddelde absolute afwijking 2.2 dB(A). Voor meetcampagne B2 bedraagt de gemiddelde afwijking -1.0 dB(A) en de gemiddelde absolute afwijking 2.6 dB(A).

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

H.4.2.3 Testgebied C

Tabel H-4 Initiële berekening - vergelijking met korteduurmetingen testgebied C

MTP	Afstand tot bron	H (m)	Gemeten waarde LAeq in dB(A)	Berekende waarde in dB(A)				Verschil in dB(A)
				Ld	Le	Ln	Lden	
C1_1b	221 m	5.0	59.8	55.8	53.0	50.5	58.2	-4.0
C1_1c	221 m	7.2	59.2	57.2	54.5	52.0	59.8	-2.0
C1_2b	225 m	5.0	56.2	55.8	53.0	50.6	58.3	-0.4
C1_3c	176 m	7.2	64.0	62.4	59.7	57.2	64.9	-1.6
C1_4c	184 m	7.2	62.3	60.0	57.2	54.8	62.5	-2.3
C1_5b	190 m	5.0	61.4	59.6	56.9	54.4	62.1	-1.8
C1_6b	178 m	5.0	61.5	59.4	56.6	54.1	61.9	-2.1
C2_1a	72 m	1.2	65.9	62.5	59.9	57.4	65.1	-3.4
C2_1b	72 m	5.0	72.0	74.0	71.4	68.8	76.5	2.0
C2_2b	96 m	5.0	66.4	69.9	67.3	64.7	72.4	3.5
C2_3b	155 m	5.0	61.7	65.4	62.7	60.2	67.9	3.7
C2_4b	103 m	5.0	69.8	72.0	69.3	66.7	74.5	2.2
C2_4c	103 m	7.2	70.5	73.2	70.6	67.9	75.7	2.7
C2_5a	135 m	1.2	66.5	62.1	59.4	56.8	64.6	-4.4
C2_5b	135 m	5.0	67.9	66.8	64.1	61.5	69.3	-1.1
C2_5c	135 m	7.2	68.4	69.3	66.7	64.1	71.9	0.9
C2_6c	122 m	7.2	61.6	62.0	59.3	56.6	64.4	0.4
C2_7b	129 m	5.0	66.4	65.8	63.1	60.5	68.2	-0.6
C2_8c	87 m	7.2	73.2	73.9	71.3	68.6	76.4	0.7
C2_9b	80 m	5.0	67.2	64.8	62.0	59.4	67.2	-2.4

Voor testgebied C wordt opnieuw een vrij grote variatie op de resultaten vastgesteld, doch enigszins beperkter dan bij testgebieden A en B. Opvallend is wel dat voor testgebied C1 de berekende geluidsniveaus systematisch lager zijn dan het gemeten geluidsniveau.

Voor meetcampagne C1 bedraagt de gemiddelde afwijking -2.0 dB(A) en de gemiddelde absolute afwijking 2.0 dB(A). Voor meetcampagne C2 bedraagt de gemiddelde afwijking 0.3 dB(A) en de gemiddelde absolute afwijking 2.2 dB(A).

H.5 Waarnemingen & verklaringen

H.5.1 Testgebied A

De geluidsmetingen welke werden uitgevoerd in testgebied A zijn allen korteduurmetingen. Per meetpunt werden er, voor de duur van de meetperiode (15 minuten), verkeerstellingen uitgevoerd. Deze verkeerstellingen zijn derhalve momentopnames en zullen bijgevolg niet noodzakelijk steeds vergelijkbaar zijn met de verkeersintensiteiten op basis van jaargemiddelden zoals deze werden aangeleverd voor het gehele project. Voor testgebied A waren de jaargemiddelde intensiteiten echter wel voldoende vergelijkbaar met de tellingen en werden er bijgevolg geen aanpassingen uitgevoerd met betrekking tot de intensiteiten.

In een eerste stap werd daarom op basis van waarnemingen ter plaatse enerzijds en luchtfoto's anderzijds de ligging en de hoogte geverifieerd van de woningen ter hoogte van dewelke de metingen werden uitgevoerd en van de naburige woningen die als scherm kunnen fungeren in het model, alsook de ligging van de meetpunten ten opzichte van de gebouwen. Waar nodig werden aanpassingen doorgevoerd met betrekking tot de ligging van het meetpunt ten opzichte van de bijhorende woningen of de hoogtes van de gebouwen en/of bijgebouwen. Het meest uitgesproken voorbeeld is dat van meetpunt A2_1b dat aan de achterzijde van een woning gesitueerd is waarbij de achtergelegen aangebouwde schuur zich tussen de autosnelweg en het meetpunt bevindt. Omdat de modelgegevens het gebouw als een geheel beschouwen met een nokhoogte van bijna 10m, wordt het meetpunt op 5m hoogte in het model in belangrijke mate afgeschermd, terwijl de schuur in werkelijkheid maar een goede 3m hoog is.

Ook werd de respectievelijke oriëntatie van het zadeldak, waar van toepassing, ten opzichte van het meetpunt en de weg geëvalueerd. In het model worden de gebouwen immers als massieve blokken met een plat dak opgenomen waardoor een zadeldak als een verticaal gevelvlak in het model verwerkt is én worden gebouwen reflecterend verondersteld. Een zadeldak dat zich parallel met de geluidsbron bevindt en waarbij het meetpunt zich tussen de woning en de weg bevindt, zal het geluid in werkelijkheid evenwel niet naar het meetpunt – dat veelal op 5m of hoger gelegen is - reflecteren zoals bij een werkelijke vlakke gevel het geval zou zijn. Voor woningen waar een dergelijke situatie van toepassing was, werd de reflectie voor deze naastgelegen woningen uitgeschakeld.

Hoewel testgebied A een vrij landelijk gebied is, is op een aantal plaatsen de toegepaste bodemfactor deze voor een woongebied met gemengde bodem (absorptiefactor 0.5). Uit luchtfoto's en waarnemingen ter plaatse blijkt evenwel duidelijk dat een belangrijk aandeel van de percelen tussen de woningen en de meetpunten uit grasland en/of akkerland bestaat. Voor een aantal zones is een bodemabsorptiefactor van 0.8 bijgevolg gerechtvaardigd.

De aanpassingen met betrekking tot ligging punten, hoogte en reflecties gebouwen en bodem brachten de gemiddelde absolute afwijking voor meetcampagne A2 van 4.1 dB(A) naar 2.0 dB(A). Voor de meetcampagne A3 werd de gemiddelde absolute afwijking teruggebracht tot 1.4 dB(A).

Voor meetcampagne A2 wordt na voorgaande aanpassingen enkel nog ter hoogte van de punten A2_5b/6b/7b een behoorlijke overschatting vastgesteld. Deze punten zijn allen gelegen in de Goeslaerstraat op korte afstand van de brug over de Goeslaerstraat. Door waarnemingen ter plaatse werd vastgesteld dat het asfalt scheuren vertoont ter hoogte van de brugovergangen welke reeds meermaals hersteld werden. Het is niet duidelijk hoe de actuele staat van het wegdek zich verhoudt tot deze op het moment van de CPX opname en tijdens meetcampagne A2 in 2014. Uit de CPX waarden die worden toegepast in het model blijkt dat deze correcties ter hoogte van het brugdek hoger liggen dan voor de standaard correctietermen voor SMA en AB, voornamelijk dan voor die laatste, maar daarmee weten we uiteraard niet of deze ook overeenstemmen met de situatie in 2014.

Om het effect in te schatten zijn ook de correctietermen voor het brugdek aangepast naar de standaard correctietermen voor de verhardingen zoals gedocumenteerd in het meetrapport, met name AB voor de rijrichting Maasmechelen en in SMA voor de rijrichting Leuven, wat een effect heeft in de grootte-orde van 0.5 dB(A) op de beschouwde meetpunten. Deze aanpassing heeft het gemiddelde voor meetcampagne A2 teruggebracht naar 1.2 dB(A) en het absolute gemiddelde naar 1.8 dB(A).

H.5.2 Testgebied B

In een eerste stap werden op basis van waarnemingen en luchtfoto's net als voor de testgebied A de ligging van meetpunten en hoogte / reflecties van gebouwen geverifieerd en werden waar nodig een aantal aanpassingen opgenomen in het model.

Hoewel testgebied B gelegen is langs de Brusselse ring, kent zeker het meest noordelijke deel van het testgebied een vrij groen karakter. De toegepaste bodemfactor is voor deze zone een bodemfactor voor een woongebied met gemengde bodem, maar uit luchtfoto's en waarnemingen ter plaatse blijkt duidelijk dat er bijvoorbeeld rond B2_1b een eerder residentiële wijk aanwezig is met vrij grote percelen met een belangrijk aandeel voor absorberende bodem waardoor een bodemfactor van 0.8 gerechtvaardigd is. Daarnaast werd in het model op de brug thv dit meetpunt een lage betonnen afscherming aangebracht aan de zijde van het meetpunt, zoals ook ter plaatse aanwezig is.

Uit observaties ter plaatse bleek dat op de grens van het perceel van de woning gelegen aan punt B2_10b een dicht begroeide berm was opgeworpen van ca 1.5m hoogte en dat de aangrenzende 2 percelen ten zuiden van dit punt voorzien zijn van een betonnen schutting parallel met de ring. Deze schermen werden eveneens in het model ingebracht.



De aanpassingen met betrekking tot ligging punten, reflecties gebouwen, bodem en het nieuwe scherm brachten de gemiddelde absolute afwijking voor meetcampagne B1 van 2.2 dB(A) naar 2.0 dB(A). Voor de meetcampagne B2 werd de gemiddelde absolute afwijking teruggebracht tot 2.2 dB(A).

De geluidsmetingen welke werden uitgevoerd in testgebied B zijn eveneens allen korteduurmetingen. Per meetpunt werden er, voor de duur van de meetperiode (15 minuten), verkeerstellingen uitgevoerd. Deze verkeerstellingen zijn steeds momentopnames en zullen bijgevolg niet noodzakelijk vergelijkbaar zijn met de verkeersintensiteiten op basis van jaargemiddelden zoals deze werden aangeleverd voor het gehele project. Daar de jaargemiddelde intensiteiten redelijk vergelijkbaar waren met de tellingen wordt de impact hiervan verwacht eerder beperkt zijn.

Omdat er toch enige, zij het beperkte verschillen werden vastgesteld m.n. in het (middel)zware verkeer, werd vervolgens alsnog de vastgestelde verkeersintensiteit op het moment van de metingen, gemiddeld over de gehele meetcampagne, opgenomen in het model. Deze aanpassing van de intensiteiten bracht de gemiddelde absolute afwijking voor meetcampagne B1 nog verder terug tot 1.9 dB(A) en voor meetcampagne B2 tot 2.0 dB(A).

H.5.3 Testgebied C

Op basis van waarnemingen ter plaatse enerzijds en luchtfoto's anderzijds konden geen specifieke afwijkingen of verschillen worden vastgesteld die aanpassingen aan de ligging van meetpunten en/of gebouwen, reflecties, schermen en/of bodem zouden rechtvaardigen.

De geluidsmetingen welke werden uitgevoerd in testgebied C tijdens meetcampagne C1 en C2 zijn eveneens korteduurmetingen. Per meetpunt werden er, voor de duur van de meetperiode (15 minuten), verkeerstellingen uitgevoerd. Deze verkeerstellingen zijn zoals eerder gesteld steeds momentopnames en bijgevolg niet noodzakelijk vergelijkbaar met de jaargemiddelde verkeersintensiteiten zoals deze werden aangeleverd voor het gehele project.

Omdat er toch enige verschillen werden vastgesteld tussen de jaargemiddelde intensiteiten en de verkeersintensiteit volgens de tellingen tijdens de meetcampagnes, en een verschil van factor 2 tussen de verkeerstelling en de aangeleverde verkeersintensiteiten resulteert in een verschil van 3 dB(A), werd vervolgens de vastgestelde verkeersintensiteit op het moment van de metingen, gemiddeld over de gehele meetcampagne, opgenomen in het model om zodoende eventuele afwijkingen gerelateerd aan verschillen in verkeersintensiteit te elimineren.

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Vervolgens werd de snelheidslimiet op de Antwerpse ring geëvalueerd. In de aangeleverde datasets met betrekking tot de snelheid, is de snelheidslimiet van de R1 vastgelegd op 120 km/u. De digitale signalisatie op de R1 geeft evenwel steeds maximaal 100 km/u aan op de Antwerpse ring. Bovendien werden de metingen uitgevoerd tussen 10u en 14u. Door de verkeersdrukke op de ring tijdens deze periode, is de werkelijk gemiddeld gereden snelheid mogelijk nog wat lager. Daar er evenwel geen informatie beschikbaar is over de werkelijke snelheid, werd de snelheid op de ring aangepast naar 100 km/u. Deze snelheidscorrectie werd toegepast voor de meetcampagnes van korte duur C1 en C2 alsook voor de langeduurmetingen van meetcampagne C3.

Ten gevolge van deze aanpassingen werd de gemiddelde absolute afwijking voor de meetcampagne C1 evenwel verhoogd van 2.0 dB(A) naar 2.4 dB(A). Voor meetcampagne C2 werd de gemiddelde absolute afwijking teruggebracht van 2.2 dB(A) naar 2.0 dB(A). Voor meetcampagne C3 werd de gemiddelde absolute afwijking teruggebracht van 3.5 dB(A) naar 3.0 dB(A). De reducties ten opzichte van het initiële verschil zijn bijgevolg zeer beperkt.

H.6 Vergelijking na correcties

H.6.1 Testgebieden C, D en E – langeduursmetingen

In onderstaande tabel worden de resultaten van de berekende geluidsniveaus, na implementatie van alle in § H.5 besproken aanpassingen en correcties, vergeleken met de gemeten geluidsniveaus.

Tabel H-5 Gecorrigeerde berekening - vergelijking met langeduursmetingen

MTP	Afstand tot bron	H (m)	Gemeten waarde in dB(A)				Berekende waarde in dB(A)				Verschil in dB(A)			
			Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden
C3_MP2	76 m	4.0	68.1	67.8	64.7	72.1	70.1	67.2	65.1	72.7	2.0	-0.6	0.4	0.6
C3_MP4	230 m	4.0	61.4	60.3	58.6	65.6	65.4	62.6	60.5	68.1	4.0	2.3	1.9	2.5
D_MP5_JG	47 m	4.0	61.0	60.2	58.4	65.4	60.3	62.0	58.6	65.8	-0.7	1.8	0.2	0.4
D_MP5_EV	47 m	4.0	54.8	53.0	53.6	60.1	53.7	51.2	51.9	58.5	-1.1	-1.8	-1.7	-1.6
E_MP1_JG	160 m	5.0	54.9	55.5	55.8	62.1	54.3	55.1	52.1	59.3	-0.6	-0.4	-3.7	-2.8
E_MP1_EV	160 m	5.0	50.3	51.0	49.0	55.9	50.5	51.1	49.2	56.0	0.2	0.1	0.2	0.1

Voor testgebied C zien we nog verhoogde afwijkingen, vnl ter hoogte van C3_MP4 tijdens de dag- en avondperiode. Enerzijds kan dit verklaard worden door de snelheidslimiet. De verkeersdrukke tijdens de ochtendspits en de avondspits maken dat de werkelijke gemiddelde snelheid op de ring vermoedelijk lager is dan de snelheidslimiet van 100 km/u, wat maakt dat de geluidsemissie tijdens de dag- en avondperiode in de realiteit lager zal zijn dan wat op heden in het model aanwezig is. Vermits deze werkelijke snelheid niet gekend is, kan deze evenwel niet opgenomen worden. Voor C3_MP2 klopt de vergelijking een stuk beter, wat mogelijk te maken heeft met het feit dat de invloed van de ring verhoudingsgewijs wat kleiner is door de nabijheid van de verkeerswisselaar met de E313.

Anderzijds kunnen ook verschillen in verkeersintensiteit mede aan de basis liggen. Voor langeduursmetingen zou men immers verwachten dat er, zonder rekening te houden met mogelijke verschillen in gemiddelde voertuigsnelheid, vergelijkbare verhoudingen zouden teruggevonden worden in de verschillen over de 3 periodes waar uit deze berekeningen toch ook verschillen blijken tussen de evaluatieperiodes onderling. Desondanks kan er evenwel gesteld worden dat dit testgebied een behoorlijke weergave biedt van de realiteit.

Voor testgebied D en testgebied E werden geen aanpassingen doorgevoerd vermits de verschillen zeer beperkt zijn en er bovendien geen elementen werden gevonden die een aanpassing zouden vereisen. Het hogere verschil voor de nachtperiode in testgebied E voor de berekeningen op basis van jaargemiddelde intensiteiten kan niet meteen verklaard worden, maar toont aan dat de overeenstemming met de aangeleverde intensiteitsgegevens en de gemeten geluidsniveaus niet altijd evident is. Men mag hier evenmin vergeten dat we vergelijken met meetresultaten van 2011 en dat het treinverkeer op die locatie ondertussen wijzigingen kan ondergaan hebben. Voor de berekeningen op basis van events kloppen de verhoudingen én de resultaten trouwens wel erg goed. De beperkte afwijkingen tonen in ieder geval aan dat het model op zich reeds een goede weergave is van de realiteit.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

H.6.2 Testgebieden A, B en C – korteduursmetingen

In onderstaande tabellen worden de resultaten van de berekende geluidsniveaus, na implementatie van alle in § H.5 besproken aanpassingen en correcties, vergeleken met de gemeten geluidsniveaus.

H.6.2.1 Testgebied A

Tabel H-6 Gecorrigeerde berekening - vergelijking met korteduursmetingen testgebied A

MTP	Afstand tot bron	H (m)	Gemeten waarde LAeq in dB(A)	Berekende waarde in dB(A)				Verschil in dB(A)
				Ld	Le	Ln	Lden	
A1_1b	77 m	5.0	60.0	60.0	57.2	54.0	62.1	0.0
A1_2b	57 m	5.0	63.4	64.0	61.2	57.9	66.0	0.6
A1_3b	53 m	5.0	65.3	65.8	63.0	59.7	67.8	0.5
A1_4b	124 m	5.0	50.1	50.4	47.5	44.3	52.4	0.3
A1_5b	59 m	5.0	59.9	58.7	56.0	52.6	60.8	-1.2
A1_6b	88 m	5.0	65.2	64.8	62.0	58.7	66.8	-0.4
A1_7b	58 m	5.0	59.2	60.3	57.5	54.2	62.4	1.1
A1_8a	101 m	1.2	57.6	56.4	53.6	50.3	58.4	-1.2
A1_9b	171 m	5.0	54.7	53.9	51.0	47.8	55.9	-0.8
A2_1b	24 m	5.0	61.5	59.8	56.6	53.3	61.6	-1.7
A2_2b	10 m	5.0	69.6	69.4	65.7	62.6	70.9	-0.2
A2_3b	24 m	5.0	63.4	64.9	61.4	58.3	66.6	1.5
A2_4b	12 m	5.0	64.3	65.1	61.6	58.4	66.7	0.8
A2_5b	37 m	5.0	65.5	69.0	66.2	62.9	71.1	3.5
A2_6b	92 m	5.0	58.8	61.8	59.1	55.7	63.9	3.0
A2_7b	103 m	5.0	60.6	62.3	59.5	56.2	64.3	1.7
A3_1b	33 m	5.0	61.8	61.9	58.7	55.5	63.7	0.1
A3_2b	25 m	5.0	62.4	61.2	57.6	54.4	62.8	-1.2
A3_3b	163 m	5.0	59.9	60.7	58.0	54.7	62.8	0.8
A3_4b	134 m	5.0	61.9	63.6	60.8	57.6	65.7	1.7
A3_5b	117 m	5.0	65.8	66.3	63.5	60.2	68.3	0.5
A3_6b	219 m	5.0	57.5	60.2	57.4	54.1	62.2	2.7
A3_7b	265 m	5.0	56.0	58.9	56.1	52.8	60.9	2.9
A3_8b	196 m	5.0	62.5	63.9	61.2	57.8	66.0	1.4

Voor de resterende afwijkingen ter hoogte van A2_5b/6b is niet meteen een duidelijke verklaring voorhanden. De meetpunten zijn gelegen vlakbij een brugdek maar bevinden zich op 5m hoogte, net onder het brugvlak dat op ca 6m hoogte gelegen is. De zijden van de brug zijn afgewerkt met vangrails, wat dus geen echte afscherming biedt die de overschatting van de geluidsniveaus zou kunnen verklaren. Voor de meest kortbij gelegen meetpunten kan eventueel het ontbreken van de aansluiting tussen terreinmodel en brugdek – die in de softwaremodellen niet kan beschouwd worden – een gedeeltelijke verklaring bieden.

De nog steeds wat hogere afwijkingen ter hoogte van de meetpunten A3_6b/7b hebben mogelijk deels te maken met het feit dat de rekenmethode geen rekening houdt met de invloed van vegetatie op de geluidsoverdracht.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voor deze punten en dan voornamelijk voor meetpunt A3_7b is er voor een groot deel van het gebied tussen het meetpunt en de E314 een relatief dichte bebossing met aanzienlijke ondergroei aanwezig.

De volgende tabel geeft per meetcampagne de gemiddelde en de gemiddelde absolute afwijking weer na de aanpassingen zoals omschreven in § H.5.

Tabel H-7 Gecorrigeerde berekening - gemiddelde afwijkingen testgebied A

Meetcampagne	Gemiddelde waarde LAeq	Gemiddelde waarde Lday	Gemiddelde absolute afwijking	
			Gemiddelde afwijking	Gemiddelde absolute afwijking
A1	59.5	59.4	-0.1	0.7
A2	63.4	64.6	1.2	1.8
A3	61.0	62.1	1.1	1.4

Rekening houdend met alle factoren kan er evenwel gesteld worden dat het model een behoorlijk representatieve weergave biedt van de te verwachten geluidsniveaus in de nabijheid van de E314 ter hoogte van Lummen.

H.6.2.2 Testgebied B

Tabel H-8 Gecorrigeerde berekening - vergelijking met korteduursmetingen testgebied B

MTP	Afstand tot bron	H (m)	Gemeten waarde LAeq in dB(A)	Berekende waarde in dB(A)				Verschil in dB(A)
				Ld	Le	Ln	Lden	
B1_1b	43 m	5.0	73.9	73.9	71.1	67.9	76.0	0.0
B1_2b	56 m	5.0	71.9	68.5	66.0	62.7	70.7	-3.4
B1_3b	56 m	5.0	64.4	66.0	63.3	60.2	68.2	1.6
B1_4c	42 m	7.2	69.5	67.1	64.6	61.4	69.4	-2.4
B1_5c	55 m	7.2	65.6	70.0	67.6	64.3	72.3	4.4
B1_6b	59 m	5.0	64.2	64.7	62.3	59.1	67.1	0.5
B1_7a	53 m	1.2	63.1	62.8	60.2	57.1	65.1	-0.3
B1_8b	78 m	5.0	64.1	61.0	58.4	55.3	63.3	-3.1
B1_9b	57 m	5.0	67.0	68.7	66.3	63.0	71.0	1.7
B1_10c	81 m	7.5	60.7	59.5	56.9	53.8	61.7	-1.2
B2_1b	98 m	5.0	64.8	68.7	65.5	62.3	70.5	3.9
B2_2b	36 m	5.0	73.9	74.5	71.1	67.9	76.2	0.6
B2_3b	36 m	5.0	79.5	75.8	72.8	69.6	77.8	-3.7
B2_4b	62 m	5.0	67.6	66.1	63.2	60.0	68.1	-1.5
B2_5c	30 m	7.2	78.7	76.4	73.5	70.2	78.3	-2.3
B2_6c	61 m	7.2	68.9	67.4	64.5	61.3	69.4	-1.5
B2_7b	52 m	5.0	67.3	66.7	63.8	60.6	68.7	-0.6
B2_8b	58 m	5.0	64.3	63.7	60.7	57.5	65.6	-0.6
B2_9b	34 m	5.0	66.5	62.7	59.8	56.6	64.7	-3.8
B2_10b	42 m	5.0	70.1	71.8	68.4	65.3	73.5	1.7

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voor de punten B1_2b, B1_5c en B1_8b worden nog steeds wat grotere afwijkingen vastgesteld. Ter hoogte van deze meetpunten is de terreinsituatie ter plaatse of op de overdrachtsweg tussen bron en ontvanger behoorlijk complex met veel variatie in terreinhoogte tussen het meetpunt en de ring. Hoewel op korte afstand van de geluidsbron met een behoorlijke nauwkeurigheid van het terrein gewerkt wordt, kunnen kleine verschillen in hoogte al snel resulteren in verschillen tussen metingen en berekeningen ten gevolge van diffractie over de randen van het terrein en het net wel of net niet in de geluidsschaduwzone van taluds aanwezig zijn van meetpunten.

Bovendien bevindt B1_2b zich in een relatief complexe situatie, gedeeltelijk omringd door de woning waarbij het punt gelegen is en is B1_5c gelokaliseerd vlakbij een brug over de R0 die, mede door de specifieke terreinconfiguratie ter plaatse, de verdiept aangelegde R0 in belangrijke mate afschermt op een manier die nauwelijks te benaderen valt in het softwaremodel.

Ter hoogte van het meetpunt B1_4c kan de onderschatting van het geluidsimmissieniveau door het model mogelijk deels verklaard worden door het geluidsscherm waarachter dit punt zich bevindt. Dit scherm bestaat uit aaneengesloten metalen korven met hierin geluidsabsorberend materiaal. Deze korven sluiten echter niet hecht op elkaar aan waardoor tussen de korven 'spleten' aanwezig zijn welke tevens geluidlekken zijn. Als gevolg hiervan is het afschermend effect in realiteit mogelijk wat lager dan de theoretische, volledige afscherming zoals aangenomen wordt voor een geluidswand in het model vermits er geen transmissie wordt verondersteld.



Voor het punt B2_1b kan een gedeeltelijke verklaring mogelijk worden teruggevonden in de invloed van de wegverharding. Onderstaande tabel geeft de wegdekcorrectie uitgaande van de CPX metingen zoals deze werden opgenomen in het model ter hoogte van het meetpunt. Daarnaast wordt ook de overeenkomstige 'standaard' wegdekcorrectie weergegeven uitgaande van de observatie tijdens de meetcampagne.

Tabel H-9 Weergave wegdekcorrectietermen - omgeving punt B2_1b

Omschrijving	Rijstrook	Type	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
CPX3271	Binnenring	LV/MV/ZV	0	0	5.04	1.01	1.45	2.76	5.58	0
CPX6461	Buitenring	LV/MV/ZV	0	0	4.32	1.52	1.05	0.64	2.33	0
2016 SMA-C	Binnenring Buitenring R	LV/MV/ZV	0	0	0	0	0	0	0	0
2016 AB-4C	Buitenring M+L	LV	0	0	1.8	2.1	1.4	0.4	0.3	0
		MV/ZV	0	0	0.6	0.6	0.3	0.3	0.4	0

Uit deze tabel blijkt dat de wegdekcorrectie op basis van de CPX metingen in het algemeen hoger ligt dan deze uitgaande van de correcties voor de, volgens observatie, aanwezige wegdekcategoryen. Bovendien wordt voor de CPX-metingen aangenomen dat dezelfde correctie dient te worden toegepast voor lichte, middelzware en zware voertuigen waar de correcties voor de standaard wegdekcorrectie voor asfaltbeton in ieder geval lager is voor middelzware en zware voertuigen. Hierdoor wordt de geluidsemissie van deze voertuigtypes, afhankelijk van het wegdek, behoorlijk verhoogd: voor de binnenring bedraagt het effect op de geluidsemissie ongeveer 2 dB(A) op basis van een vergelijking in de IMMI software van correctie 'CPX 3271' en correctie '2016 SMA-C' voor de lokale intensiteits- en snelheidswaarden. Het is niet mogelijk om na te gaan welke correctie nu meer of minder correct is. Tijdens de waarnemingen ter plaatse werden geen noemenswaardige zaken of opvallende wegdekschade vastgesteld die de toch enigszins hoge CPX-waarden zouden kunnen verklaren.

Voor de punten B2_3b/5c kan geen verklaring gegeven worden voor de afwijkingen. Deze punten zijn evenwel gelegen ter hoogte van één of meerdere brugelementen over de R0. Ook op andere plaatsen hebben we een aantal keer moet vaststellen dat er wat grotere afwijkingen mogelijk zijn in de buurt van brugelementen. Dit zijn zeer specifieke situaties en het is mogelijk dat effecten van afscherming en/of reflecties daar lokaal wat minder nauwkeurig kunnen ingeschat worden door beperkingen van de rekenmethode en de softwaremodellen.

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voor het punt B2_9b is de verklaring mogelijk eveneens te vinden in een minder correcte inschatting van de schermwerking. Ter hoogte van dit meetpunt is een erg steil, bijna verticaal terreinverschil aanwezig met daarbovenop aan de rand nog een bijkomend scherm. Er ontstaat daardoor een zeer belangrijk schermeffect, waarbij kleine verschillen in de hoogtes van meetpunt, scherm en terrein belangrijke effecten kunnen hebben op de berekende waarden. Gelet op het feit dat de bepaling van het schermeffect in de SRM II rekenmethode wel eens ter discussie gesteld wordt, zou dat een mogelijke verklaring kunnen zijn.

Volgende tabel geeft per meetcampagne de gemiddelde en de gemiddeld absolute afwijking weer na aanpassingen zoals omschreven in § H.5.

Tabel H-10 Gecorrigeerde berekening - gemiddelde afwijkingen testgebied B

Meetcampagne	Gemiddelde waarde LAeq	Gemiddelde waarde Lday	Gemiddelde absolute afwijking	
			Gemiddelde afwijking	Gemiddelde absolute afwijking
<i>in dB(A) re 20µPa</i>				
B1	66.4	66.2	-0.2	1.9
B2	70.2	69.4	-0.8	2.0

Rekening houdend met alle beperkingen kan er evenwel gesteld worden dat het model een behoorlijk representatieve weergave biedt van de te verwachten geluidsniveaus in de nabijheid van de Brusselse ring ter hoogte van Wezembeek-Oppem.

H.6.2.3 Testgebied C

Tabel H-11 Gecorrigeerde berekening - vergelijking met korteduurmetingen testgebied C

MTP	Afstand tot bron	H (m)	Gemeten waarde LAeq in dB(A)	Berekende waarde in dB(A)				Verschil in dB(A)
				Ld	Le	Ln	Lden	
C1_1b	221 m	5.0	59.8	55.5	52.2	50.0	57.8	-4.3
C1_1c	221 m	7.2	59.2	57.0	53.7	51.5	59.3	-2.2
C1_2b	225 m	5.0	56.2	55.5	52.2	50.1	57.8	-0.7
C1_3c	176 m	7.2	64.0	62.1	58.9	56.7	64.4	-1.9
C1_4c	184 m	7.2	62.3	59.4	56.2	54.0	61.7	-2.9
C1_5b	190 m	5.0	61.4	59.3	56.1	53.9	61.6	-2.1
C1_6b	178 m	5.0	61.5	59.1	55.8	53.6	61.4	-2.4
C2_1a	72 m	1.2	65.9	62.2	59.0	56.8	64.6	-3.7
C2_1b	72 m	5.0	72.0	73.6	70.5	68.2	75.9	1.6
C2_2b	96 m	5.0	66.4	69.5	66.4	64.1	71.9	3.1
C2_3b	155 m	5.0	61.7	65.0	61.9	59.6	67.4	3.3
C2_4b	103 m	5.0	69.8	71.5	68.4	66.1	73.9	1.7
C2_4c	103 m	7.2	70.5	72.7	69.7	67.3	75.1	2.2
C2_5a	135 m	1.2	66.5	61.9	58.6	56.3	64.1	-4.6
C2_5b	135 m	5.0	67.9	66.5	63.2	61.0	68.8	-1.4
C2_5c	135 m	7.2	68.4	69.0	65.8	63.5	71.3	0.6
C2_6c	122 m	7.2	61.6	62.5	58.6	56.1	64.2	0.9
C2_7b	129 m	5.0	66.4	66.4	62.3	59.9	68.0	0.0

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

MTP	Afstand tot bron	H (m)	Gemeten waarde LAeq in dB(A)	Berekende waarde in dB(A)				Verschil in dB(A)
				Ld	Le	Ln	Lden	
C2_8c	87 m	7.2	73.2	74.4	70.5	68.0	76.1	1.2
C2_9b	80 m	5.0	67.2	65.6	61.3	58.9	67.1	-1.6

Voor meetcampagne C1 blijven op een reeks punten de afwijkingen ten opzichte van de metingen relatief groot en vooral blijkt er een systematische onderschatting van het berekend geluid van de Antwerpse ring ten opzichte van de metingen. Het is moeilijk te zeggen waaraan dit precies te wijten is. Zo zou de gemiddelde snelheid op de ring tijdens de meetcampagne wat lager kunnen geweest zijn dan wordt aangenomen door het model, speelt er misschien een overschatting van het schermeffect door diffractie over het terrein of kunnen door de relatief grotere afstand waarop de punten gelegen zijn meteo-effecten een rol beginnen spelen.

Vermits de geluidsmetingen onder (lichte) meewindcondities werden uitgevoerd is een meteocorrectieterm immers eigenlijk niet van toepassing. In de rekenmethode wordt deze evenwel altijd toegepast aangezien langetermijngemiddelde geluidsniveaus worden berekend. Rekening houdend met bron- en ontvangerhoogtes en de afstand tussen beiden bedraagt de meteocorrectieterm voor deze meetpunten gemiddeld ongeveer 2 dB(A). Dat zou de berekende resultaten beduidend beter in overeenstemming brengen met de gemeten waarden. Het verschil in meteo-omstandigheden tussen metingen en berekeningen zou dus een deel van de verklaring kunnen zijn.

Ook voor meetcampagne C2 is de verbetering van de afwijking ten gevolge van een aanpassing van de intensiteiten en snelheden eerder beperkt en blijft de afwijking ter hoogte van 4 van de 13 meetpunten toch relatief groot. Met name voor de punten C2_1a/5a op lage meethoogte (1.2m) worden aanzienlijke afwijkingen vastgesteld, terwijl er voor de metingen op identieke locatie maar grotere hoogte een beduidend kleiner verschil is of zelfs een goede overeenkomst te zien is. Mogelijk speelt ook hier een overschatting van het schermeffect door de rekenmethode een rol. C2_1a is bijvoorbeeld gelegen vlak achter een afschermend talud waarop aanzienlijke begroeiing aanwezig is en dat op een locatie waar de Antwerpse Ring sowieso al verdiept aangelegd is tov de omgeving. Voor C2_5a/b/c is het dan weer opvallend dat het verschil tussen de gemeten waarden op de verschillende hoogtes nauwelijks 2 dB(A) bedraagt, terwijl het verschil in berekende waarden tussen het laagste en hoogste meetpunt ongeveer 7 dB(A) bedraagt. Het is onmiskenbaar dat dit te maken heeft met het feit waarop de diffractie over het terrein wordt beschouwd in de berekeningen.

Voor de punten C2_2b/3b is de terreinsituatie op de overdrachtsweg tussen bron en ontvanger behoorlijk complex met veel variatie in terreinhoogte tussen het meetpunt en de ring, net als voor heel wat andere meetpunten. Ook hier is ter hoogte van de niveauverschillen en in het algemeen tussen bron en ontvanger behoorlijk wat dichte vegetatie aanwezig. Bovendien werd het speelterrein ter hoogte van C2_2b recentelijk heraangelegd (opening speelterrein volgens omwonenden eind 2016) en zijn er op heden een aantal beperkte niveauverschillen en bermen aangebracht die vroeger niet aanwezig waren. Het is niet duidelijk of en hoe de chronologie van terreinwijzigingen, datacollectie terreinmodel en meetcampagne een effect kan hebben op de vergelijkbaarheid van de resultaten.

Tabel H-12 Gecorrigeerde berekening - gemiddelde afwijkingen testgebied C

Meetcampagne	Gemiddelde waarde LAeq	Gemiddelde waarde Lday	Gemiddelde afwijking	Gemiddelde absolute afwijking
C1	60.6	58.3	-2.4	2.4
C2	67.5	67.8	0.3	2.0

Rekening houdend met alle vermelde factoren en beperkingen kan er evenwel gesteld worden dat het model een behoorlijk representatieve weergave biedt van de te verwachten geluidsniveaus in de nabijheid van het oostelijk deel van de Antwerpse ring.

H.7 Conclusies

Indien we een vergelijking maken ter hoogte van 68 meetpunten tussen de initieel berekende geluidsniveaus en de berekende geluidsniveaus na alle wijzigingen zoals omschreven in § H.5, dan zien we dat de verschillen, een aantal uitzonderingen te na gelaten waar de afwijking meer dan 4 dB(A) bedraagt, niet echt groot zijn. Bovendien is in de meerderheid van de gevallen – ongeveer 2/3 – het verschil sowieso (beduidend) kleiner dan 2 dB(A). Voor de grotere afwijkingen zijn een aantal vermoedens geopperd die eerder te maken hebben met beperkingen van de rekenmethode, vergelijkbaarheid van berekeningen en metingen e.d.

We zien zoals steeds dat een aantal van de wijzigingen/verklaringen voor de verschillende testgebieden terugkomen:

- wat betreft de emissiegetallen blijkt dat hier en daar de snelheidslimiet niet altijd een erg goede benadering is voor de gemiddelde snelheid van voertuigen, het effect ervan blijft evenwel altijd binnen de perken, door de gewijzigde data invoer obv CPX metingen is het moeilijk geworden om de invloed van de wegdekcorrectie te verifiëren maar kan deze parameter in een aantal situaties mogelijk ook een deel van de verklaring zijn;
- de hoogtes van gebouwen die niet altijd correct ingeschat zijn, wat veelal te maken heeft met de complexiteit van gebouwen waarvoor het niet mogelijk is om met 1 hoogtewaarde het gebouw volledig correct voor te stellen;
- door het gebruik van de 'nokhoogte' ipv de 'dakrandhoogte', wat een belangrijk verschil is tov eerdere opdrachten, kunnen in specifieke situaties reflecties van gebouwen met een schuin dak, afhankelijk van de oriëntatie van het dak, tot kleine overschattingen leiden;
- de beperkingen van de rekenmethode en/of softwaremodellen met betrekking tot onder andere:
 - geluidsdempende effecten van vegetatie op de geluidsoverdracht die niet beschouwd worden;
 - het afscherpende effect van geluidsschermen (wanden of taluds), terrein en brugdekken, waarbij het vooral in complexere situaties met een combinatie van elementen soms moeilijker blijkt om de realiteit te benaderen;
- de systematiek van de rekenmethode SRM II die in se berekeningen uitvoert onder neutrale meteorologische omstandigheden en daardoor vergelijkingen met kortduursmetingen onder meewindcondities bemoeilijkt.

Voor geen van deze verklaringen bestaan echt structurele oplossingen:

- De snelheidslimiet kan onmogelijk op grote schaal vergeleken en gecorrigeerd worden naar de werkelijk gemiddelde gereden snelheid.
- De wegdekcorrectieterm is een gestandaardiseerd gegeven per type wegverharding. In functie van de staat en de ouderdom van een wegdek, kan er zich een afwijking voordoen ten opzichte van deze wegdekcorrectieterm. Voor de hoofdwegen is daarom een wat andere aanpak toegepast waar de invloed van de wegverharding effectief is opgemeten dmv een CPX meting die ook – na verwerking – zo mee opgenomen is de modellen. Dit kan evenwel niet op grote schaal toegepast worden en heeft eveneens een aantal beperkingen.
- De andere aanpak voor de hoofdwegen heeft bovendien ook een ander gevolg: de correcties op basis van CPX metingen laten geen identificatie van het type wegdekverharding op het moment van de CPX metingen toe. Dit maakt eventuele verschillen in wegdekverharding tijdens de CPX metingen enerzijds en tijdens de geluidsmee-campagnes anderzijds onmogelijk te achterhalen en beperkt bijgevolg ook het vermogen om te kunnen inschatten of afwijkingen en bijgevolg correcties mbt wegverharding aan de orde zijn.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

- De onnauwkeurigheden in de hoogte-informatie van gebouwen hebben een aantal redenen welke al eerder aangehaald zijn. Een regelmatig voorkomende reden is de complexiteit van gebouwen of gebouwblokken waarvoor één hoogtewaarde niet volstaat. De hoogte-informatie in het 3D GRB geeft daardoor in sommige gevallen een minder goede weergave van de feitelijke afscherming, maar ook van de reflecties indien op korte afstand van de gevel gemeten wordt, wat een beperking is van de gegevens zelf. De correcties van de gebouwen die daartoe voor de testgebieden zijn aangebracht zijn allen handmatig gebeurd op basis van waarnemingen op het terrein en het spreekt voor zich dat dit geen aanpak is die op grote schaal kan toegepast worden.
- De beperking van de rekenmethode SRM II met betrekking tot het dempend effect van vegetatie kan enkel door terug te koppelen naar de internationale norm ISO 9613-2 waarin dit effect wel behandeld wordt als facultatief in rekening te brengen factor bij de bepaling van de geluidsoverdracht. Binnen de huidige implementatie van de rekenmethode in de software is het echter onmogelijk om dit op grote schaal toe te passen.
- Ook in het verleden werd wel vaker geopperd dat de manier waarop de schermwerking wordt berekend in de rekenmethode SRM II niet altijd met de realiteit overeenstemt, wat aanleiding geeft tot afwijkingen tussen metingen en berekeningen. Er bestaat echter evenmin een pasklare oplossing tenzij de rekenmethode links te laten liggen. Maar sommige situaties zijn ook dermate complex door een combinatie van meerdere elementen, dat zelfs een rekenmethode met een mogelijk nauwkeuriger schermeffect daar op zijn grenzen zal botsen omdat het in de praktijk onmogelijk is om die situaties voldoende realistisch te kunnen modelleren.

De problematiek omtrent de meteorologische condities is minder prangend daar het uiteindelijke doel van de opdracht de bepaling van een gemiddelde geluidsbelasting op jaarbasis is en dat men impliciet aanneemt dat de gemiddelde meteorologische condities op jaarbasis de theoretische, neutrale meteorologische condities zoals deze in de rekenmethode worden verondersteld wellicht zullen benaderen. Bijgevolg is de problematiek rond meewindcondities inherent aan vergelijkingen tussen kortduursmetingen met meewind – of eender welke andere meteo-omstandigheden tijdens metingen van korte duur – en berekende geluidsniveaus obv SRM II en heeft dit geen invloed op de berekeningen van jaargemiddelde geluidsniveaus.

Naast de verklaringen voor een aantal afwijkingen waarvan werd aangetoond wat hun effect is, blijven er uiteraard verschillen bestaan waarvoor geen duidelijke verklaring kan worden geboden. Enerzijds moet men er zich bewust van zijn dat voor meetpunten die soms kortbij, soms ver van de geluidsbron gelegen zijn er zich vele effecten kunnen voordoen die op basis van de invoergegevens zelden écht nauwkeurig kunnen worden ingeschat of waar de rekenmethode zelf slechts een benadering van de werkelijkheid implementeert, bijvoorbeeld in de manier waarop de Nederlandse RMW / SRM II omgaat met het schermeffect. Anderzijds is het vooral belangrijk dat er geen grote systematische en onverklaarbare afwijkingen ontstaan doordat alle geluidsniveaus ofwel overschat ofwel onderschat worden.

Al bij al kan men stellen dat de effecten op de geluidsniveaus van deze onnauwkeurigheden relatief beperkt blijven. Bovendien doen de potentiële afwijkingen zich meestal in 2 richtingen voor, zodat gemiddeld genomen de waarheid voldoende dicht benaderd wordt en men zich niet blind moet staren op de absolute afwijkingen die zich onvermijdelijk voordoen. Het is immers zo dat er in de zoektocht naar verklaringen voornamelijk gefocust wordt op die situaties waar de berekende en gemeten waarden niet overeenkomen, terwijl er ook heel wat punten zijn waar – zelfs ondanks een zekere complexiteit – de berekende waarden de realiteit zeer goed benaderen.

Een goed voorbeeld daarvan zijn de resultaten voor meetcampagne A1 waar ondanks de afscherming door de verdiepte aanleg van de autosnelweg, de nabijheid van bruggen en een verkeerswisselaar, een bijkomend afschermend talud ter hoogte van de afrit met enkele meetpunten vlak daarachter en het feit dat enkele meetpunten zelfs voorbij de eerstelijnsbebouwing gelegen zijn, er toch een zeer goede overeenstemming is tussen metingen en berekeningen met een gemiddeld verschil van -0.1 dB(A) en een gemiddelde absolute afwijking van 0.7 dB(A). Het hoeft dus niet per definitie zo te zijn dat de meest complexe situaties ook de grootste afwijkingen opleveren.

I BEREKENDE RESULTATEN TESTGEBIEDEN

De berekende resultaten kunnen op vele manieren gevisualiseerd en geanalyseerd worden. De IMMI software biedt daartoe heel wat mogelijkheden, daarnaast is er ook uitwisseling mogelijk met de GIS omgeving voor bijvoorbeeld de visualisatie en verdere verwerking van geluidsbelastingskaarten buiten de IMMI omgeving. Uit de resultaten kunnen ook samenvattende tabellen worden afgeleid voor rapportering die op eenvoudige wijze naar Word of Excel kunnen geëxporteerd worden.

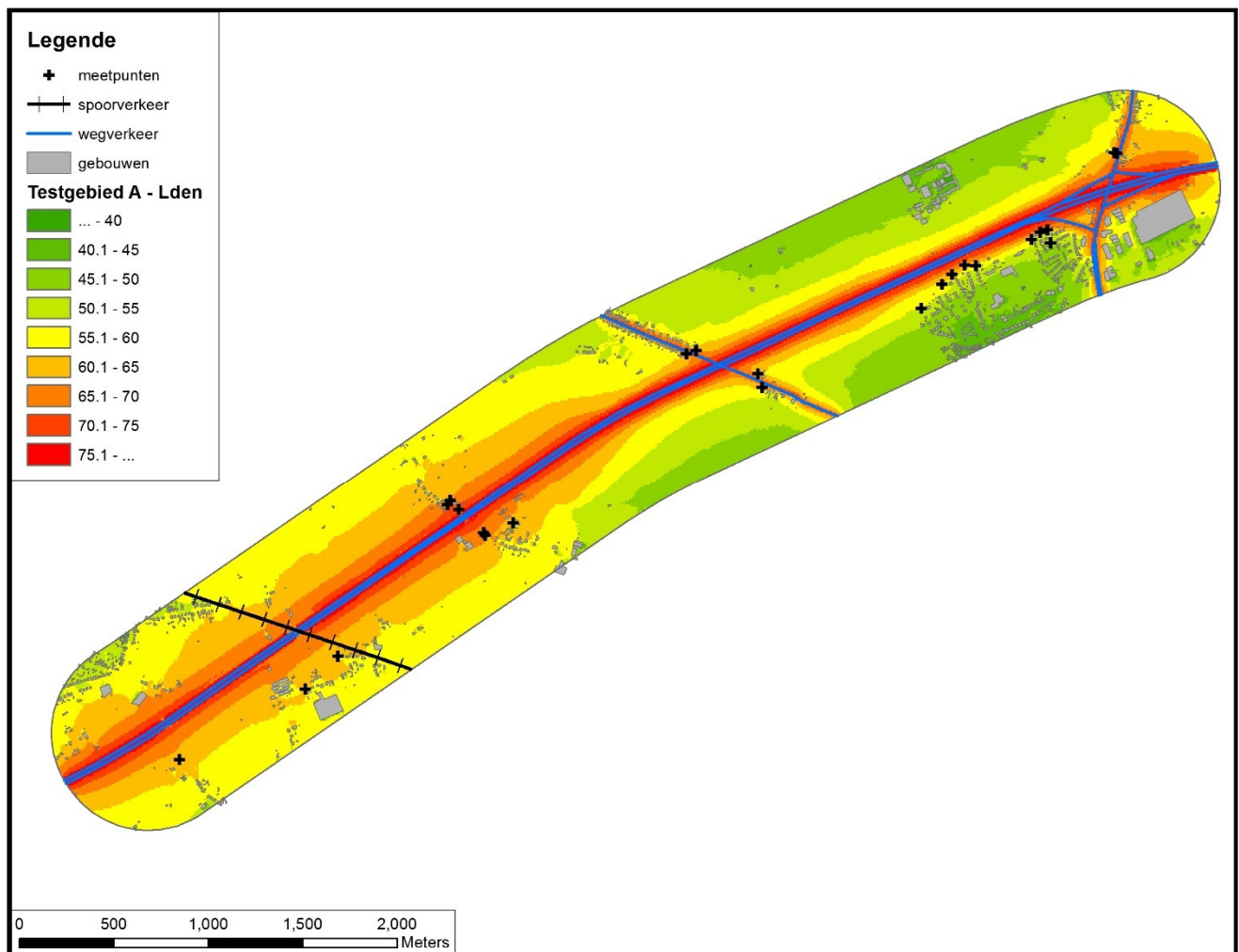
Wat betreft de resultaten wordt onderscheid gemaakt tussen rasterberekeningen / geluidsbelastingskaarten enerzijds en gevelberekeningen / gevelbelastingskaarten anderzijds.

I.1 Rasterberekeningen

Rasterberekeningen voor strategische geluidskartering hebben onder meer tot doel een visuele voorstelling van het geluidsklimaat op te maken. Daartoe worden typisch berekeningen gemaakt op een regelmatig raster met een stapgrootte van 10m x 10m en op een standaard hoogte van 4m.

Het raster wordt dusdanig afgebakend dat enkel rasterpunten die effectief binnen de beschouwde zones gelegen zijn berekend worden. In de onderstaande figuren worden de berekende geluidskaarten voor de parameter Lden voor de 5 testgebieden afgebeeld. Ook voor de andere parameters Lday, Levening en Lnight zijn dezelfde resultaten beschikbaar.

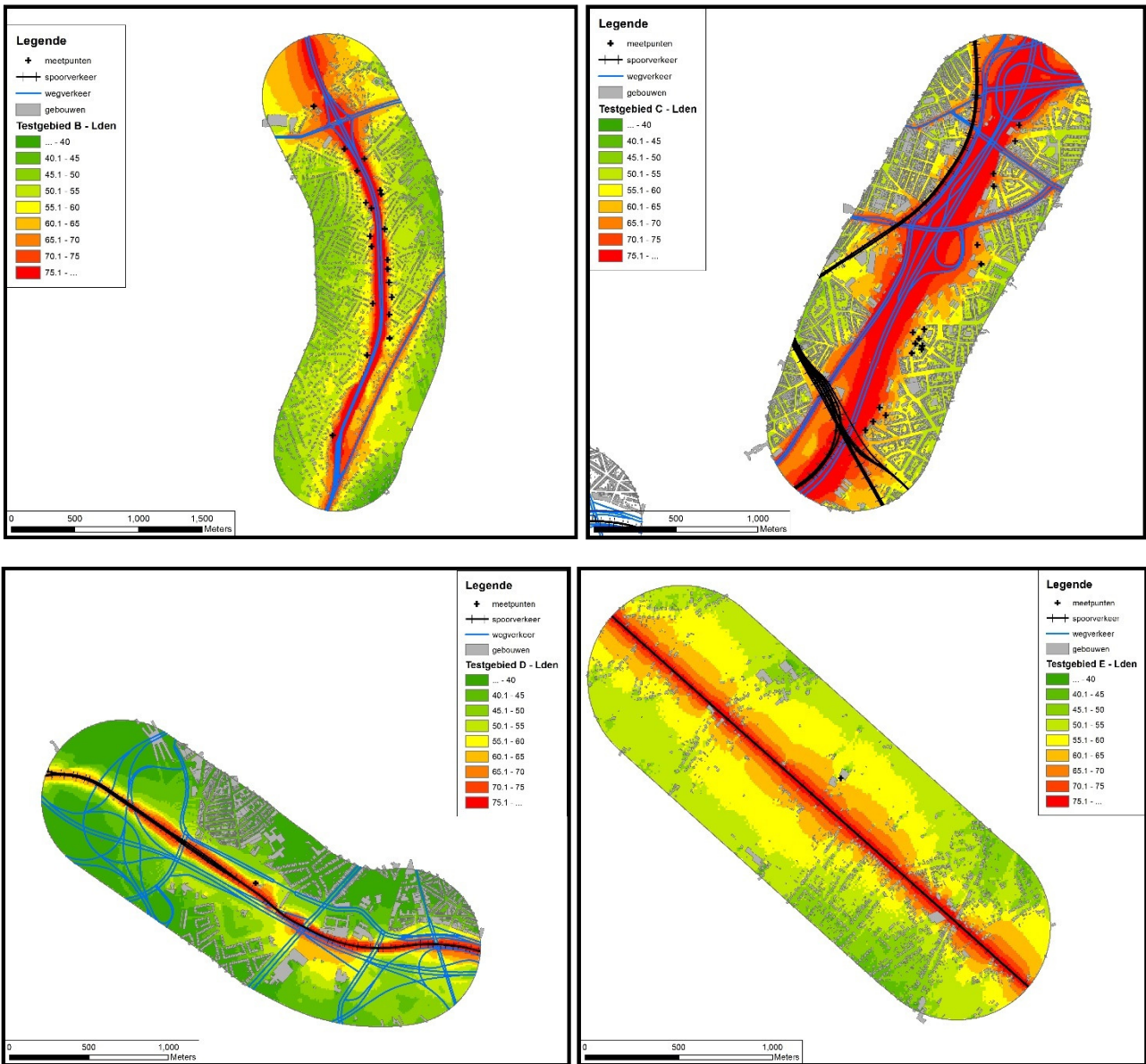
Figuur I-1 Geluidsbelastingskaart testgebied A



Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Figuur I-2 Geluidsbelastingskaarten testgebieden B, C, D en E



Op basis van dergelijke geluidsbelastingskaarten kan bijvoorbeeld nagegaan worden welke oppervlaktes van het grondgebied zich binnen vooropgestelde blootstellingsklassen bevinden. **Tabel I-1** vat deze samen voor alle uitgevoerde rasterberekeningen.

Tabel I-1 Samenvatting blootgestelde oppervlakte testgebieden in hectare

ZONE	PARAMETER	> ... - 35	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - 80	> 80 - ...
TESTGEBIED A	Lday	0.1	2.0	30.8	103.7	136.8	192.6	102.4	54.8	31.7	21.1	15.7
	Levening	0.6	11.3	80.3	108.8	195.8	134.0	72.5	41.7	19.8	24.2	2.9
	Lnight	3.9	49.3	107.8	163.8	169.4	91.2	48.5	25.6	21.8	10.7	0.0
	Lden	0.1	0.6	11.3	80.2	110.3	200.9	131.2	70.5	41.0	19.5	26.3

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

ZONE	PARAMETER	> ... - 35	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - 80	> 80 - ...
TESTGEBIED B	Lday	0.1	4.2	46.7	106.8	69.8	48.6	36.5	25.1	17.3	13.8	14.5
	Levening	1.8	14.2	88.6	98.3	53.4	41.4	30.6	19.5	15.6	9.6	10.4
	Lnight	5.5	57.1	108.7	65.1	47.3	35.0	23.3	16.3	12.1	10.4	2.7
	Lden	0.0	1.7	14.2	89.1	98.6	53.8	40.9	30.6	19.4	15.7	19.4
TESTGEBIED C	Lday	0.0	0.0	1.0	33.6	73.8	32.7	29.0	29.9	39.6	33.2	27.8
	Levening	0.0	0.1	10.9	70.2	47.8	29.7	29.5	35.3	38.4	19.3	19.5
	Lnight	0.0	1.4	38.3	71.9	32.3	30.0	32.4	40.2	27.5	13.0	13.7
	Lden	0.0	0.0	0.0	9.5	67.7	50.3	29.9	29.5	35.3	38.8	39.6
TESTGEBIED D	Lday	93.0	66.3	47.0	27.6	15.5	10.5	8.4	9.5	5.0	1.8	0.0
	Levening	80.5	70.5	45.1	32.4	18.8	11.5	7.8	9.5	5.4	3.0	0.0
	Lnight	139.3	45.3	38.8	22.7	12.2	7.6	8.3	6.4	4.0	0.0	0.0
	Lden	27.1	76.2	59.3	45.4	27.8	16.0	9.8	8.3	8.2	4.8	1.8
TESTGEBIED E	Lday	0.5	8.0	29.8	84.4	73.4	34.8	18.0	13.8	8.2	4.3	0.0
	Levening	0.4	3.9	26.8	77.3	80.8	38.7	19.2	14.2	9.0	5.2	0.0
	Lnight	1.3	16.8	48.5	96.8	52.8	24.6	15.2	11.4	6.1	1.9	0.0
	Lden	0.1	0.4	6.6	30.6	86.6	73.7	34.2	17.4	13.6	8.0	4.2

1.2 Gevelberekeningen

Voor het bepalen van de blootstellingscijfers van inwoners, woningen e.d. is een aanvullende, meer nauwkeurige berekening nodig die de geluidsniveaus nauwkeuriger bepaalt ter hoogte van de gevels. De IMMI software houdt zich op dat vlak zeer strikt aan de aanbevelingen in de 'Good Practice Guide' en berekent telkens het invallende geluidsniveau zonder rekening te houden met de reflectie op de gevel zelf. De tijd benodigd voor deze bijkomende berekening is voornamelijk afhankelijk van de dichtheid van bebouwing. In dichtbebouwde stadskernen zal deze berekening langer duren dan voor een geluidskaat over dezelfde oppervlakte in landelijk gebied.

Voor meer informatie over gevelberekeningen verwijzen we naar Deel 2 van de opdracht en meer bepaald § L.2 van dit eindrapport.

Uit deze zogenaamde gevelbelastingskaarten kunnen tabellen afgeleid worden met informatie over het aantal inwoners, het aantal inwoners in gebouwen met een stille gevel, het aantal woningen of andere gevoelige gebouwen dat bij de verschillende blootstellingsklassen hoort. Ook voor deze tabellen is eenvoudige export naar Word en Excel mogelijk.

De blootstelling wordt normaliter afgeleid op basis van de meeste belaste gevel per gebouw, een strikte toepassing van de 'Good Practice Guide', al wordt daar ook erkend dat dit bijvoorbeeld in het geval van appartementsgebouwen een overschatting met zich meebrengt.

De hierna volgende tabellen geven bij wijze van voorbeeld een samenvattende tabel voor een gevelbelastingskaart, telkens voor de parameters L_{den} en L_{night} voor testgebied B – thema wegverkeer – en testgebied E – thema spoorverkeer.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Tabel I-2 Samenvatting blootstelling inwoners testgebied B – wegverkeer

Blootstellingsgegevens in aantallen – parameter <i>Lden</i>									
CATEGORIE	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - ...
Inwoners	6	228	2116	2099	942	736	507	120	16
... met stille gevel	0	0	0	0	0	13	83	47	6
Woningen	1	76	726	726	329	254	172	37	7

Blootstellingsgegevens in aantallen – parameter <i>Lnight</i>									
CATEGORIE	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - ...	
Inwoners	1228	2597	1219	740	702	181	60	0	
... met stille gevel	0	0	0	7	75	37	30	0	
Woningen	429	878	443	243	249	54	20	0	

Tabel I-3 Samenvatting blootstelling inwoners testgebied E – spoorverkeer

Blootstellingsgegevens in aantallen – parameter <i>Lden</i>									
CATEGORIE	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - ...
Inwoners	0	86	337	429	334	153	145	109	36
... met stille gevel	0	0	0	16	15	10	44	54	27
Woningen	0	33	136	181	138	68	60	50	17

Blootstellingsgegevens in aantallen – parameter <i>Lnight</i>									
CATEGORIE	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - ...	
Inwoners	182	405	438	227	150	106	96	13	
... met stille gevel	0	2	18	11	38	29	55	13	
Woningen	73	167	184	92	66	47	43	7	

Naar aanleiding van de behandeling van de blootstellingsgegevens van de testgebieden is tevens nagegaan in hoeverre de toewijzing van inwoners aan gebouwen obv de aangeleverde adrespuntenlaag als realistisch mag worden beschouwd. Om extrema op te sporen is voor de testgebieden per gebouw het toepasselijke gebouwwolume per bewoner bepaald.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Lage gebouwvolumes per inwoner duiden op relatief kleine gebouwen waaraan hoge aantallen bewoners toegewezen zijn en bijgevolg op mogelijke fouten in toewijzing van adressen – en dus bewoners – aan gebouwen. Om een idee te krijgen: van de 10143 bewoonde gebouwen in de 5 testgebieden samen zijn er 8 waar het equivalente gebouwvolume per bewoner lager ligt dan 20 m³. Veelal betreft het situaties waar er inwoners zijn toegewezen aan zeer kleine gebouwen – soms kleiner dan 20 m² - en/of aan een deel van het werkelijke gebouw. Er bestaan geen wondermiddelen om dit soort situaties te voorkomen. Voor de strategische geluidskartering is het belangrijk dat de Vlaamse bevolking zo goed mogelijk gelocaliseerd wordt en gezien de toegepaste methodes en het beperkt aantal onrealistische situaties is dat wellicht ook het geval.

J DATAVERWERKING EN -VOORBEREIDING

De verwerking van alle aangeleverde gegevens maakt een belangrijk deel uit van de opdracht aangezien het eindresultaat de basis vormt voor de opmaak van het akoestisch model en de uiteindelijke berekeningen. Deze verwerking voor het ganse Vlaamse grondgebied is het sluitstuk voor Deel 1B van de opdracht, maar de meest relevante aanvullingen en aannames zijn reeds beschreven in § D van dit eindrapport. Voor meer achtergrondinformatie betreffende de dataverwerking en -voorbereiding verwijzen we naar Bijlage 3. waar de gevolgde methodiek voor de verschillende datalagen meer in detail beschreven is.

DEEL 2: BEREKENING & VERGELIJKING

K OPBOUW MODELLEN

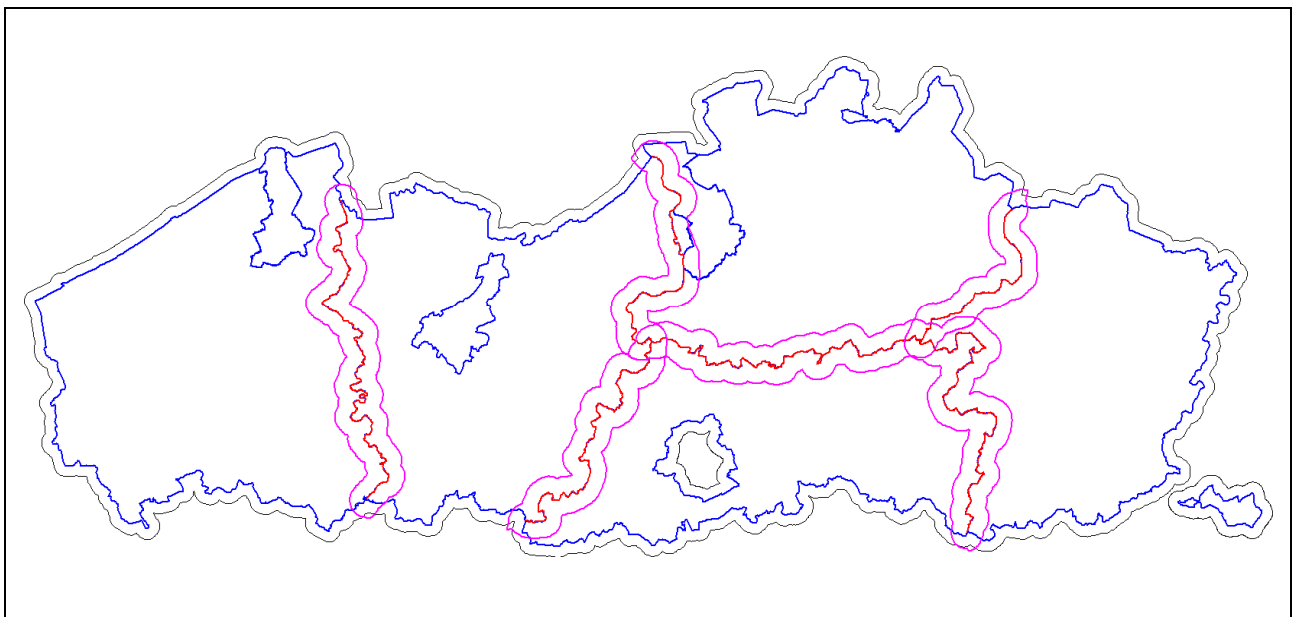
K.1 Meerdere modellen

Door de grote gebieden die beschouwd worden, moet het op te bouwen model grote hoeveelheden aan gegevens bevatten. De toegenomen datacomplexiteit en -nauwkeurigheid maakt dat zelfs tov de 2^{de} ronde van geluidskartering er nog een behoorlijke toename is. Dat maakt het onmogelijk om het model waarin alle datalagen bij elkaar worden gebracht voor de ganse zone handelbaar te houden. Bovendien vormen de te beschouwen gebieden bijna zonder uitzondering één grote aaneengesloten zone die het overgrote deel van Vlaanderen omvat, zodat het niet vanzelfsprekend is om de modellen op te splitsen in onafhankelijke deelmodellen.

Een bijkomend gegeven is dat wegverkeer en spoorverkeer op dezelfde manier moeten behandeld worden en dus ook met exact dezelfde gegevens. De daaruit opgebouwde modellen moeten bijgevolg in de beschouwde zones identiek zijn. De enige manier om dit 100% te garanderen is om van bij de start wegverkeer en spoorverkeer in identiek dezelfde omgeving en op dezelfde manier te behandelen.

Om al het voorgaande mogelijk te maken en toch een hanteerbare grootte van IMMI projectbestanden te bekomen, was het nodig om een model dat gans Vlaanderen beslaat in 5 delen op te splitsen, één per provincie. Uiteraard mogen daarbij geen discontinuïteiten ontstaan ter hoogte van de scheidingslijnen. Daartoe werden overlappende zones gedefinieerd waarvoor eerst alle datalagen werden ingevoerd en volledig geverifieerd, waarna het model kon worden opgesplitst en de resterende gebieden van de respectievelijke delen konden worden behandeld. Concreet bestaat het opgebouwde model dus uit 5 afzonderlijke IMMI projectbestanden met een voldoende grote gemeenschappelijke zone – buffer 3 km – zoals weergegeven in onderstaande figuur. De IMMI projectbestanden zijn benoemd als 'IMMI model XXX def.ipr' waarbij XXX vervangen is door 'WVL', 'OVL', 'ANT', 'VLB' of 'LIM' al naargelang het om het model voor de respectievelijke provincies West-Vlaanderen, Oost-Vlaanderen, Antwerpen, Vlaams-Brabant of Limburg gaat. De projectbestanden hebben daarbij een bestandsgrootte van 330 tot 570 MB.

Figuur K-1 Weergave indeling modellen



Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

K.2 Structuur van de modellen

Het Vlaamse gebied is in de modellen onderverdeeld in 8 verschillende zones: 5 provincies en 3 agglomeraties. Belangrijk te vermelden is dat bij de afbakening van deze zones gebruik gemaakt werd van het 'Voorlopig Referentiebestand Gemeentegrenzen' versie 2016 in tegenstelling tot bij de 2^{de} ronde van geluidskartering waar versie 2003 toegepast werd. Daardoor kan het dat de grenzen van agglomeraties, provincies en uiteindelijk ook Vlaanderen hier en daar licht afwijken. Ook werd na de 2^{de} ronde van geluidskartering de afbakening van de agglomeratie Antwerpen aangepast door de integratie van de deelgemeenten Berendrecht, Zandvliet en Lillo, waardoor de agglomeratiegrens nu overeenkomt met de grens van de stad Antwerpen.

Elk van deze zones wordt afzonderlijk berekend en indien nodig geanalyseerd. Daarom is voor elk van deze zones een raster / zone gedefinieerd:

Tabel K-1 Beschrijving beschouwde deelzones

Beschrijving zone	Type	Rasternaam
West-Vlaanderen	provincie	Grid pWVL
Brugge	agglomeratie	Grid aBRG
Oost-Vlaanderen	provincie	Grid pOVL
Gent	agglomeratie	Grid aGNT
Antwerpen	provincie	Grid pANT
Antwerpen	agglomeratie	Grid aANT
Vlaams-Brabant	provincie	Grid pVLB
Limburg	provincie	Grid pLIM

Elk raster heeft meerdere overeenkomstige varianten gedefinieerd om om te kunnen gaan met de verschillende verzamelingen van geluidsbronnen – belangrijke wegen, aanvullende wegen, spoorwegen – en de verschillende te berekenen zones die moeten beschouwd worden. De rekengebieden worden telkens gedefinieerd aan de hand van rechthoekige gebieden en daarnaast ook nog beperkt tot het oppervlak van de beschouwde zone, tot op respectievelijk 2 km en 1 km van wegen en spoorwegen.

Tabel K-2 Afbakening beschouwde deelerasters

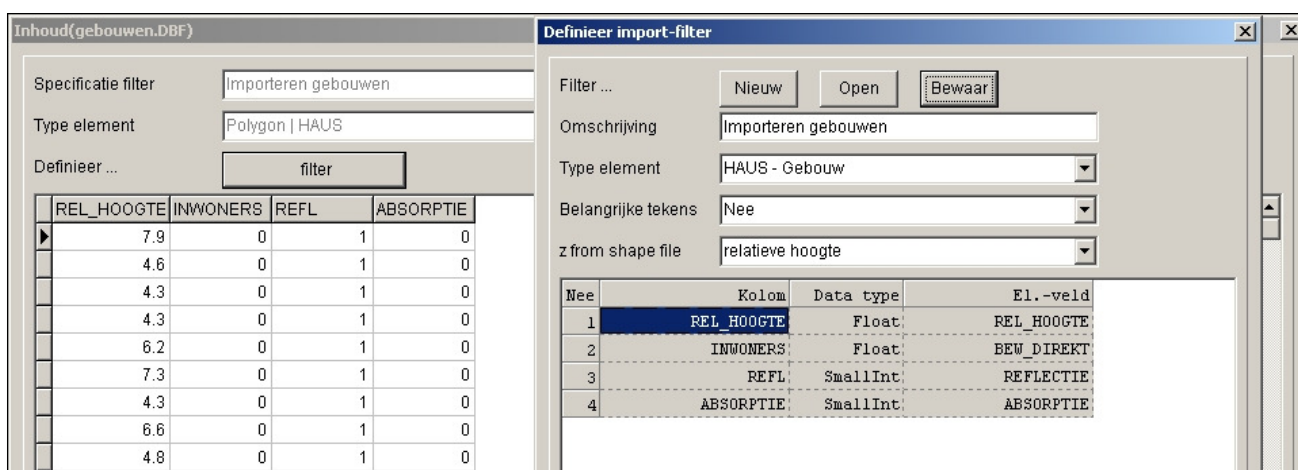
Naam	x min /m	x max /m	y min /m	y max /m	dx /m	dy /m	nx	ny	Relatieve hoogte /m
Grid pWVL	21990	90420	155910	229720	10	10	6844	7382	4.00
Grid aBRG	63630	76040	206030	228830	10	10	1242	2281	4.00
Grid pOVL	77330	147320	156970	227030	10	10	7000	7007	4.00
Grid aGNT	94650	113660	185680	208920	10	10	1902	2325	4.00
Grid pANT	136240	212520	186670	244050	10	10	7629	5739	4.00
Grid aANT	139400	159030	203690	229800	10	10	1964	2612	4.00
Grid pVLB	116090	207630	153040	193550	10	10	9155	4052	4.00
Grid pLIM	192880	258900	154140	221750	10	10	6603	6762	4.00

Daarnaast zijn alle elementen onderverdeeld in verschillende elementgroepen om de structuur van het model duidelijker te maken. Voor elk type van elementen is een afzonderlijke elementgroep gedefinieerd. Daarnaast zijn voor sommige elementtypes ook nog meerdere groepen gedefinieerd al naargelang de elementen in de gemeenschappelijke zone van de 2 of 3 modellen vallen of daarbuiten. Het meest belangrijke is dat afzonderlijke elementgroepen bestaan voor alle bronelementen zodat afzonderlijke varianten kunnen gedefinieerd worden voor de berekening van respectievelijke belangrijke wegen, aanvullende wegen en spoorwegen. Voor elk van de 8 zones – provincies en agglomeraties – zijn tenslotte dus 3 varianten gedefinieerd, zodat er concreet 24 verschillende berekeningsmodi zijn. Welke berekeningen precies noodzakelijk zijn, wordt verderop omschreven.

K.3 Invoer gegevens & opbouw modellen

De invoer van gegevens gebeurt op basis van het ArcGIS shapefile formaat. Daarbij worden zowel de geometrische gegevens als de attributen beschouwd. De attributen zijn daarbij georganiseerd op basis van de datastructuur gedefinieerd in Deel 1A van de opdracht en reeds weergegeven in § B. Via de IMMI ArcGIS interface en met behulp van invoer filters worden deze attributen dan op een gestructureerde manier vertaald naar het IMMI formaat, zodat voor elk elementtype alle relevante gegevens meteen in het IMMI project vervat zijn.

Figuur K-2 Beeld IMMI ArcGIS interface



Voor de meest omvangrijke gegevenslagen is de invoer beperkt tot de elementen gelegen binnen een afstand van 2 km (1.2 km) van de relevante (spoor)wegen, wat overeenstemt met de afstand – maximaal ingeschat – tot waarop mogelijk relevante geluidsniveaus te verwachten zijn. De berekening zal ook tot deze afstand beperkt worden. Deze beperking bij de invoer geldt met name voor het terrein en voor de gebouwen. Deze datalagen zijn dermate volumineus dat een volledige invoer de IMMI projectbestanden nóg minder handelbaar zou maken en de noodzaak zou opwerpen om deze nog verder op te splitsen.

Tot slot worden uiteraard alle modelparameters ingesteld op basis van de vereisten van de Europese Richtlijn 2002/49/EG en overeenkomstig de 2^{de} ronde van geluidskartering. In § L.4.2 worden een aantal rekenparameters nog verder gepreciseerd.

Figuur K-3 Beeld IMMI model

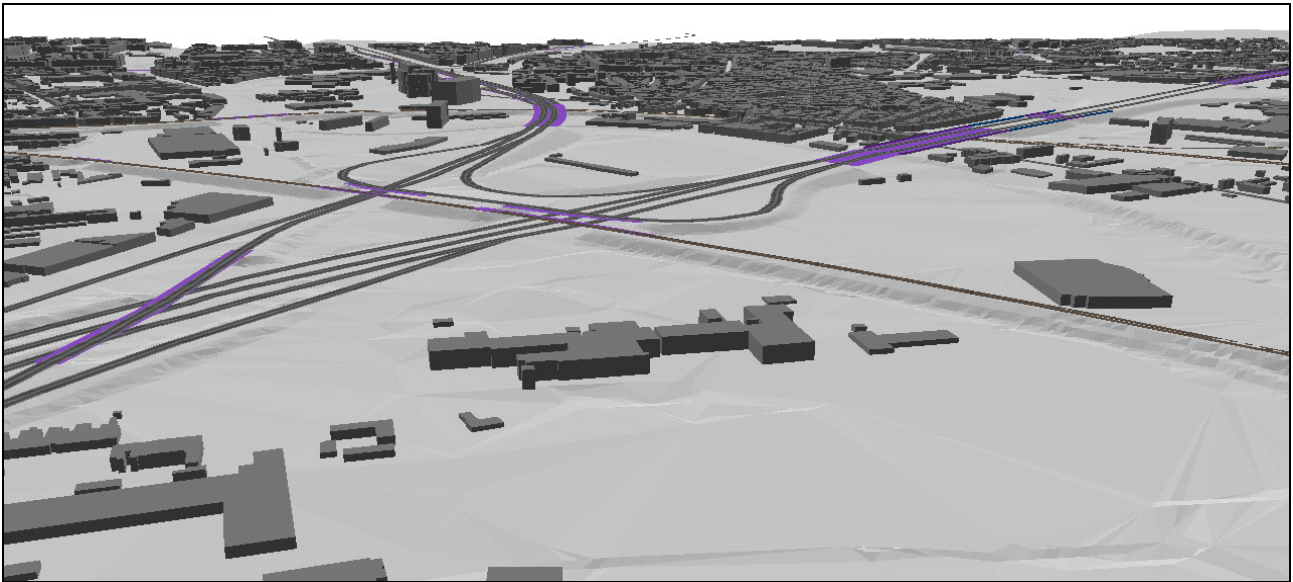


K.4 Kwaliteitscontroles – bijkomende verwerking

Daarnaast zijn ook alle kwaliteitscontroles een zéér belangrijk element van de opbouw van het model. Deze controles omvatten een aantal verschillende zaken die allen belangrijke consequenties zullen hebben voor de latere nauwkeurigheid van de berekende geluidsbelastingkaarten. Dit is dan ook een belangrijke stap in het proces en onderscheidt zich van zuivere dataverwerking in die zin dat er geen aanvulling of significante transformatie van de data meer gebeurt. Er worden voornamelijk correcties aangebracht waar nodig.

Vaak hebben deze correcties betrekking op de samenstelling van de verschillende datalagen in een 3D IMMI model, die bij eerdere controles op de kwaliteit van de afzonderlijke datathema's niet aan het licht konden komen. Dit is met name het geval voor de samenhang tussen bijvoorbeeld terreinmodel en bruggen, terreinmodel en schermen, wegen en gebouwen, etc. Al deze elementen moeten in het model een samenhangend en zo realistisch mogelijk geheel vormen.

Figuur K-4 Beeld 3D IMMI model



Concreter omvat de kwaliteitscontrole volgende elementen:

1. de geometrische optimalisatie van de invoergegevens zodat enkel de relevante gegevens in rekening worden gebracht en redundante gegevens niet onnodig rekentijd opsorpen, zoals bijvoorbeeld onnodig gedetailleerde geometrieën, voor zoverre deze optimalisatie niet is opgenomen in de eerder beschreven dataverwerking, gebeurt dit bij of kort na de invoer van de gegevens in het IMMI model,
2. de laatste verificaties die mogelijke fouten in de invoergegevens moeten opsporen door een aantal eenvoudige plausibiliteitscontroles, bv onrealistische gebouwhoogtes, verkeersassen met erg hoge intensiteitswaarden, enz. IMMI beschikt daartoe over een aantal handige tools die dergelijke ongerijmdheden eenvoudig en snel aan het licht brengen, al is het uiteraard niet mogelijk om hier alles in detail te gaan verifiëren, het gaat voor zover dat nog niet gebeurd is om een laatste visuele controle,
3. een aantal complexere plausibiliteitscontroles die te maken hebben met de samenstelling van de verschillende datalagen, bijvoorbeeld :
 - (spoor)wegen die gebouwen of schermen doorsnijden of erg kort naderen door geometrische onnauwkeurigheden,
 - de ligging van (spoor)wegen tov het terreinmodel, onder meer in het geval van (spoor)wegen op taluds,
 - schermen onder het terreinniveau of met onrealistisch kleine of grote relatieve hoogtes,in al deze gevallen wordt de vanuit akoestisch oogpunt meest geschikte en realistische correctie handmatig toegepast,

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

4. het handmatig verifiëren van de meest complexe situaties, veelal ter hoogte van bruggen, tunnels en schermen en hun wisselwerking met het terreinmodel en (spoor)wegen, in deze situaties kunnen afwijkingen optreden die een belangrijke invloed zullen hebben op de nauwkeurigheid van het eindresultaat, ook hier wordt de vanuit akoestisch oogpunt meest geschikte correctie handmatig toegepast.

Voor deze kwaliteitscontroles wordt gebruik gemaakt van heel wat verschillende functionaliteiten welke in deze fase van de opdracht bijna uitsluitend tot de IMMI software behoort. Indien nodig en mogelijk worden correcties aangebracht voor deze fouten / onnauwkeurigheden. Ondanks alles blijft deze verwerking in belangrijke mate een handmatig en dus ook relatief tijdrovend proces. Het is echter heel belangrijk voor de nauwkeurigheid van de latere berekeningen.

Het eindresultaat is een 3D model dat de akoestische omgeving van de beschouwde (spoor)wegen beschrijft. Dat betekent wel dat de uiteindelijk gebruikte gegevens en hun geometrie kunnen afwijken van de gegevenslagen die oorspronkelijk voorbereid zijn in de GIS omgeving. Maar ook de in de IMMI software aangebrachte correcties en aanpassingen kunnen naderhand overgebracht worden naar de GIS omgeving omdat de IMMI ArcGIS interface bidirectioneel is, zodat de bewerkte gegevens kunnen hergebruikt worden.

K.5 Grensoverschrijdende effecten

Waar mogelijk is bij de voorbereiding van de invoergegevens reeds rekening gehouden met grensoverschrijdende effecten, met name in gevallen waar de basislagen ook beschikbaar zijn buiten het Vlaamse grondgebied. Dat is bijvoorbeeld zo voor het terreinmodel en het bodemeffect maar bijvoorbeeld ook voor spoorwegen die in Brussel en Wallonië gelegen zijn.

Voor gebouwen buiten Vlaanderen die relevant zouden kunnen zijn voor de propagatie, wordt veelal beroep gedaan op de gebouwenlaag van de 2^{de} ronde van geluidskartering. In specifieke gevallen zijn een aantal relevante gebouwen manueel ingetekend. De voor berekening geselecteerde wegen die de grenzen van Vlaanderen kruisen worden in het IMMI project manueel doorgetrokken tot op een afstand van maximaal 2 km van de Vlaamse grenzen – met dezelfde emissieparameters van de laatste wegsectie binnen Vlaanderen – zodat ook de impact daarvan kan beschouwd worden voor de totale geluidsniveaus binnen Vlaanderen tgv het wegverkeer. Voor spoorverkeer is daarmee waar nodig al rekening gehouden bij de dataverwerking. De invloed op de totale geluidsniveaus binnen Vlaanderen van deze (spoor)wegen neemt uiteraard beduidend af ifv de afstand tot de grens.

L BEREKENING VAN GELUIDSBELASTINGSKAARTEN

De toepassing van de Europese Richtlijn 2002/49/EG en de bijhorende, aan de Europese Commissie toe te zenden gegevens, vraagt om resultaten onder verschillende vormen. Wat zeker relevant is, onder meer voor de communicatie naar de bevolking toe, is het opmaken van een visuele voorstelling van de geluidsbelasting ten gevolge van wegverkeer en spoorverkeer. Daartoe is een rasterberekening noodzakelijk.

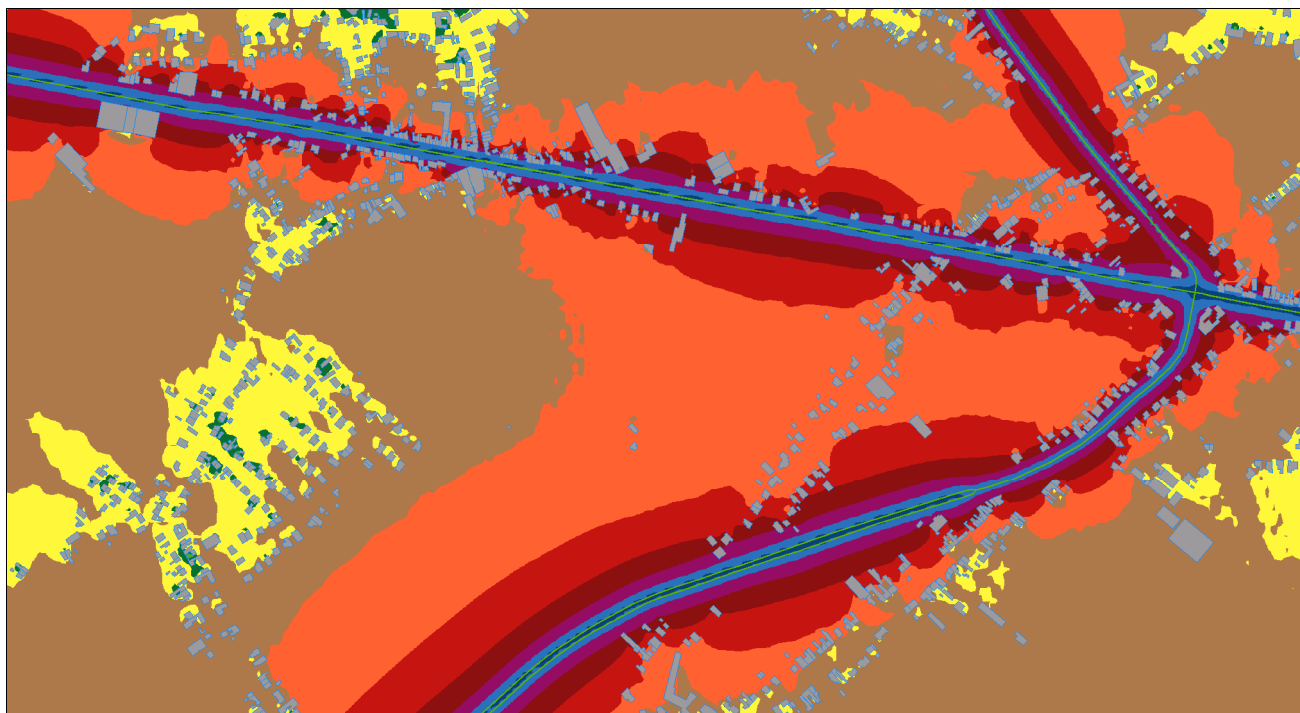
Naast een visuele voorstelling van de geluidsbelasting vraagt de Europese Richtlijn 2002/49/EG bovendien om meer concrete cijfers betreffende de blootstelling van de bevolking aan omgevingslawaai. In de dataverwerking is daarmee rekening gehouden door de Vlaamse bevolking toe te wijzen aan gebouwen. Informatie over blootstelling wordt dan afgeleid door het bepalen van de gevelbelasting in een afzonderlijke berekening.

L.1 Berekening van geluidsbelastingskaarten in rastervorm

Rasterberekeningen voor strategische geluidskartering worden typisch uitgevoerd op een regelmatig raster met een stapgrootte van 10m x 10m en op een standaard hoogte van 4m. Om latere afzonderlijke analyses mogelijk te maken wordt de impact van de belangrijke wegen en spoorwegen bepaald voor elke provincie en agglomeratie afzonderlijk. De rasters worden daartoe specifiek afgebakend tot de beschouwde zones binnen het Vlaamse grondgebied.

Daarnaast wordt er voor wegverkeer ook een identieke aanvullende berekening uitgevoerd om de impact te bepalen van de bijkomend geselecteerde wegdelen als omschreven in § E.1 van dit eindrapport. De geluidsbelastingskaart die resulteert uit het geheel van het globaal beschouwde wegennetwerk kan op eenvoudige wijze bekomen worden door sommatie van beide resultaten.

Figuur L-1 Beeld IMMI rasterberekening



Elke berekening gebeurt telkens gelijktijdig voor de 4 parameters L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} en L_{den} . De berekening gebeurt tot minstens de contouren van $L_{den} = 55$ dB en $L_{night} = 50$ dB. Op basis van deze rasterberekening is het perfect mogelijk om informatie af te leiden over de hoeveelheid oppervlakte die zich binnen elk van de gedefinieerde geluidsbelastingsklassen bevindt en dit voor om het even welke parameter.

Het te beschouwen gebied beslaat een zone die ongeveer 4257 km aan belangrijke wegen, ongeveer 1090 km aan aanvullende wegen en ruim 700 km aan spoorwegen omvat, waarvan ongeveer 60 km aan aanvullende spoorwegen. Dit betekent dat de totale te berekenen oppervlakte daardoor voor wegverkeer bijna 11 000 km² bedraagt of ongeveer driekwart van het Vlaamse grondgebied, voor spoorverkeer gaat het over ruim 1300 km².

L.2 Berekening van gevelbelastingskaarten incl. afgeleide gegevens blootstelling

Voor het bepalen van de blootstellingscijfers van inwoners, woningen e.d. is een aanvullende, meer nauwkeurige berekening nodig die de geluidsniveaus nauwkeuriger bepaalt ter hoogte van de gevels. De IMMI software houdt zich op dat vlak zeer strikt aan de aanbevelingen in de 'Good Practice Guide'. Eventueel bestaat de mogelijkheid om de gevelniveaus af te leiden door interpolatie van de berekende geluidskaart, maar zeker binnen dichtbebouwde gebieden verliest men daarbij in belangrijke mate aan nauwkeurigheid. De tijd benodigd voor deze bijkomende berekening is voornamelijk afhankelijk van de dichtheid van bebouwing. In dichtbebouwde stadskernen zal deze berekening iets langer duren dan voor een geluidskaart over hetzelfde gebied, daarbuiten veelal minder lang.

Figuur L-2 Beeld IMMI gevelberekening



De voorgaande figuur geeft een voorstelling van de berekende gevelpunten: enkel voor de blootgestelde gevels van gebouwen die relevant zijn voor blootstelling wordt de berekening gemaakt, dus bijvoorbeeld niet voor

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

onbewoonde gebouwen. De gebouwen worden, analoog met een berekende geluidskaart, ingedeeld in blootstellingsklassen op basis van de meest blootgestelde gevel en zo gevisualiseerd. De resultaten kunnen eveneens opgeslagen en later opnieuw opgehaald en geanalyseerd worden. In die zin is het enkel een zeer speciale versie van een berekende geluidskaart met onregelmatige gevelpunten ipv punten op een regelmatig raster.

Ook hier verloopt elke berekening gelijktijdig voor de 4 parameters L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} en L_{den} . Wat betreft de gevelbelasting gebeurt deze berekening enkel voor belangrijke wegen en spoorwegen.

Uit deze berekende gevelniveaus kunnen dan de relevante blootstellingsgegevens bepaald worden, waarvan een voorbeeld gegeven wordt in bijgevoegde figuur. In tabelvorm wordt informatie gegeven over het aantal inwoners, het aantal inwoners in gebouwen met een stille gevel ¹ en het aantal woningen dat bij de verschillende blootstellingsklassen hoort. De blootstelling wordt afgeleid op basis van de meeste belaste gevel per gebouw, een strikte toepassing van de 'Good Practice Guide', al wordt daar ook erkend dat dit bijvoorbeeld in het geval van appartementsgebouwen een overschatting met zich meebrengt. De totale beschouwde oppervlakte ligt in dezelfde grootte-orde als voor de rasterberekeningen, enkel de aanvullende wegen worden buiten beschouwing gelaten bij deze gevelberekeningen, alsook de modelzone rondom de aanvullende spoorwegen zoals in § E.2 gedefinieerd werd.

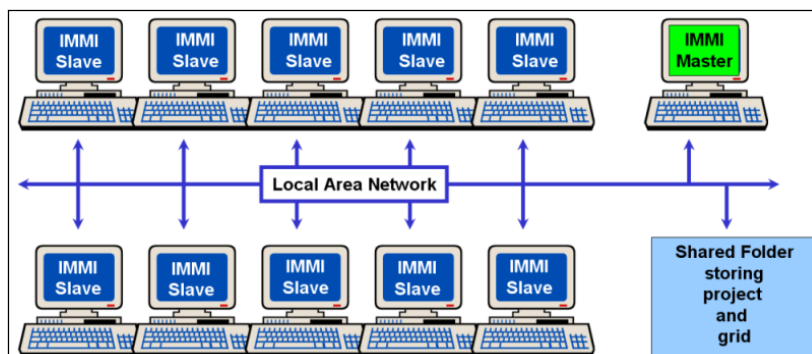
Figuur L-3 Voorbeeld statistische analyse gevelberekening

Exposure of people, dwellings, schools,												
Variant:		Variant 3										
Position param.:		d=0.01m Lmin=2.5m Lmax=5.0m H=4.00m										
Day (12h)												
END method - most exposed façade is decisive.												
Category	Sum	> -35	>35-40	>40-45	>45-50	>50-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75-80	>80-85
		dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
Inhabitant	4681	50	156	236	313	525	614	885	1634	268	0	0
... with special insulation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
... with quiet façade	3090	0	0	0	0	84	377	824	1547	259	0	0
Dwelling	3574	45	99	224	267	446	536	507	1271	179	0	0
school	5	0	0	1	1	1	0	0	2	0	0	0
hospital	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kindergarden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ In de Europese Richtlijn 2002/49/EG is een 'gebouw met een stille gevel' gedefinieerd als een gebouw met een gevel waarvoor de waarde van de beschouwde geluidsbelastingsindicator meer dan 20 dB lager is dan die van de gevel met de hoogste waarde voor de beschouwde geluidsbelastingsindicator. In de tabellen wordt onder een 'gebouw met een stille gevel' echter een gebouw bedoeld met een gevelpunt waarvoor de waarde van de beschouwde geluidsbelastingsindicator meer dan 20 dB lager is dan die van het gevelpunt met de hoogste waarde voor de beschouwde geluidsbelastingsindicator. Aangezien uit de Richtlijn niet eenduidig kan opgemaakt worden in hoeverre deze twee definities met elkaar overeenkomen, moet dit begrip met enige omzichtigheid benaderd worden.

L.3 Technologie

Om de rekensnelheid te verhogen en de doorlooptijd van de berekening te beperken zonder invloed uit te oefenen op de nauwkeurigheid van de geluidsbelastingskaarten wordt gebruik gemaakt van een netwerk van computers en de in IMMI beschikbare AUDINOM technologie. Daarbij wordt de gezamenlijk beschikbare rekencapaciteit van computers gebruikt die op een netwerk aangesloten zijn. Deze gedistribueerde berekening werkt quasi automatisch: de gebruiker geeft een zeer



beperkt aantal gegevens in betreffende de opsplitsing in segmenten, de te gebruiken overlappende bufferzone (om discontinuïteiten in de geluidskaart te vermijden) en de gemeenschappelijke netwerklocatie die door alle computers die deelnemen aan de berekening zal gebruikt worden. Daarop kan de berekening gestart worden nadat de gegevens ingelezen en geverifieerd zijn, automatisch door IMMI. Het werk wordt automatisch verdeeld over het computernetwerk.


De software die gebruikt wordt voor deze berekeningen is fouttolerant. Dat betekent dat de berekening voor zover technisch mogelijk verder loopt, ook als bepaalde computers of delen van het netwerk zouden uitvallen. Dat maakt dat er slechts een beperkte supervisie nodig is om tot volledige berekende resultaten te komen.

L.4 IMMI versie & rekeninstellingen

L.4.1 IMMI versie

Voor de vermelde opdracht zijn in § IV.4 van het bestek de te hanteren rekeninstellingen in de IMMI software opgenomen, deze komen in principe overeen met de instellingen zoals deze in de 2^{de} ronde van geluidskartering ook toegepast werden. Verder zijn er op initiatief van de opdrachtgever(s) en andere belanghebbende partijen een aantal specifieke aanpassingen gebeurd aan de IMMI software met betrekking tot bv de toepassing van CPX meetwaarden op de geluidsemisatie van het wegverkeer en aanpassingen aan de geluidsemisatie van het spoorverkeer dmv correctiewaarden voor bovenbouwconstructies en rail/wielruwheid. Daarbij is een specifieke IMMI versie tot stand gekomen die voor de berekeningen gebruikt werd.

Oorspronkelijk was het opzet om te werken met de nieuwe IMMI 2017 die al deze wijzigingen zou omvatten, maar aangezien deze niet tijdig klaar was, werd gebruik gemaakt van een tussentijdse bèta versie, met name 'IMMI 2017 bèta 13' die gedateerd is op 01/06/2017 en de volgende identificatie meegekregen heeft.

 IMMI - Noise Prediction & Noise Mapping Software	
Version information:	
Version:	2017 Beta 13
Update:	0
Date:	01.06.2017
Release:	20171012
Internal no.:	428
Version type:	Full version

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

L.4.2 Aanpassing rekeninstellingen

Zoals vermeld zijn de rekeninstellingen vastgelegd in het bestek en komen deze overeen met de instellingen zoals deze voor de 2^{de} ronde geluidskartering zijn toegepast in de toenmalige IMMI 2012 versie. De IMMI software is in tussentijd echter geëvolueerd en er zijn een aantal wijzigingen aangebracht aan mogelijkheden van de IMMI software en de bijhorende effecten met betrekking tot de manier waarop de rekeninstellingen ingrijpen op bv reflecties.

Daarom zijn 2 kleine wijzigingen aangebracht in vergelijking met de in het bestek vermelde rekeninstellingen om consistent te blijven met de rekeninstellingen voor de 2^{de} ronde van geluidskartering die hieronder beschreven en gevisualiseerd worden.

Figuur L-4 Weergave aangepaste rekeninstellingen

	"reference" (For information)	Setting Receiver point + Façade levels	Setting grid
Reflection (max. order):	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1 2
Limit the search radius (distance source-IP):	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 1000	<input checked="" type="checkbox"/> 1000
Limiting range of reflecting surfaces /m:			
* Radius around source or IP /m:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 200	<input checked="" type="checkbox"/> 200
* radius around source or IP /m (multiple reflections):	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
* minimum level difference /dB:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 30	<input checked="" type="checkbox"/> 30 1

1. De **bronaafstand (minimum level difference)** wordt ook voor reflecties op 30 dB gelegd. In vroegere IMMI versies was er maar 1 parameter voor de bronaafstand die zowel voor de directe als gereflecteerde paden toegepast werd, maar dat is intussen gewijzigd. Om consistent te blijven met vorige opdrachten in oudere IMMI versies moet deze parameter nu dus ook voor de reflecties afzonderlijk – op dezelfde waarde – ingesteld worden.
2. Op basis van een lange reeks discussies die we in het verleden met Wölfel hebben gehad na alle wijzigingen die men heeft doorgevoerd mbt reflecties en de 'nieuwe' bronaafstand voor reflecties als onder punt 1, blijkt deze laatste volgens Wölfel enkel effect te hebben als er ook een globale beperking wordt ingesteld voor de **afstand tussen bron en ontvanger (limit the search radius)**, specifiek voor de toepassing van reflecties. We passen daar een behoorlijk conservatieve inschatting van 1000m – voor reflecties – toe.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

L.5 Uitvoer

Voor de 5 provincies en de 3 agglomeraties zijn telkens 5 verschillende berekeningen voorzien:

- een rasterberekening voor belangrijke wegen: deze laat toe om de geluidsimpact van belangrijke wegen visueel voor te stellen op kaart en de oppervlaktes te bepalen die binnen elk van de relevante blootstellingsklassen vallen,
- een rasterberekening voor aanvullende wegen: een afzonderlijk berekende kaart die de impact beschouwt van een geselecteerd aantal niet-belangrijke wegen ter visuele aanvulling van de uiteindelijke geluidsbelastingskaart,
- een rasterberekening voor spoorwegen: een afzonderlijk berekende kaart die toelaat om de geluidsimpact van spoorwegen visueel voor te stellen op kaart en de oppervlaktes te bepalen die binnen elk van de relevante blootstellingsklassen vallen, uitzonderlijk worden hier ook een aantal gebieden met niet-belangrijke spoorwegen beschouwd die ook in de 2^{de} ronde in rekening werden gebracht.
- een gevelberekening voor belangrijke wegen: een specifieke berekening die het invallende geluidsniveau ten gevolge van wegverkeer bepaalt op discrete punten ter hoogte van de gevels van bewoonde gebouwen en aldus nuttig is om de geluidsbelasting te bepalen van de aan het gebouw toegewezen inwoners en woningen.
- een gevelberekening voor spoorwegen: een specifieke berekening die het invallende geluidsniveau ten gevolge van spoorverkeer bepaalt op discrete punten ter hoogte van de gevels van bewoonde gebouwen en aldus nuttig is om de geluidsbelasting te bepalen van de aan het gebouw toegewezen inwoners en woningen, hierbij worden de bij de rasterberekening beschouwde gebieden rond niet-belangrijke spoorwegen evenwel niet beschouwd.

In totaal zijn aldus 40 afzonderlijke berekeningen uitgevoerd met telkens een overeenkomstig resultaatsbestand, zoals opgelijst in de hierna volgende tabel. Elk van deze resultaten werd opgeslagen in een specifiek IMMI formaat, maar kan ook geëxporteerd worden naar de GIS omgeving. Uit de resultaten kunnen samenvattende tabellen worden afgeleid voor rapportering die op eenvoudige wijze naar Word of Excel kunnen geëxporteerd worden.

Tabel L-1 Lijst berekeningen en resultaatsbestanden

Nr	Zone	Type	Geluidsbronnen	Resultaatsbestand
1	Agglomeratie Antwerpen	Raster	Belangrijke wegen	aANT - WEG - BL.ird
2	Agglomeratie Antwerpen	Raster	Aanvullende wegen	aANT - WEG - AV.ird
3	Agglomeratie Antwerpen	Raster	Belangrijke spoorwegen ¹	aANT - SPOOR.ird
4	Agglomeratie Antwerpen	Gevel	Belangrijke wegen	aANT - WEG - BL.ire
5	Agglomeratie Antwerpen	Gevel	Belangrijke spoorwegen ¹	aANT - SPOOR.ire
6	Provincie Antwerpen	Raster	Belangrijke wegen	pANT - WEG - BL.ird
7	Provincie Antwerpen	Raster	Aanvullende wegen	pANT - WEG - AV.ird
8	Provincie Antwerpen	Raster	Belangrijke spoorwegen ¹	pANT - SPOOR.ird
9	Provincie Antwerpen	Gevel	Belangrijke wegen	pANT - WEG - BL.ire
10	Provincie Antwerpen	Gevel	Belangrijke spoorwegen ¹	pANT - SPOOR.ire
11	Provincie Vlaams-Brabant	Raster	Belangrijke wegen	pVLB - WEG - BL.ird
12	Provincie Vlaams	Raster	Aanvullende wegen	pVLB - WEG - AV.ird
13	Provincie Vlaams	Raster	Belangrijke spoorwegen ¹	pVLB - SPOOR.ird
14	Provincie Vlaams	Gevel	Belangrijke wegen	pVLB - WEG - BL.ire
15	Provincie Vlaams	Gevel	Belangrijke spoorwegen ¹	pVLB - SPOOR.ire
16	Provincie Limburg	Raster	Belangrijke wegen	pLIM - WEG - BL.ird
17	Provincie Limburg	Raster	Aanvullende wegen	pLIM - WEG - AV.ird
18	Provincie Limburg	Raster	Belangrijke spoorwegen ¹	pLIM - SPOOR.ird

¹ De rasterberekening betreft de gebieden rondom de belangrijke spoorwegen en enkele 'aanvullende' spoorwegen die ook in de 2^{de} ronde van geluidskartering beschouwd werden, voor de gevelberekening worden enkel de gebieden rondom de belangrijke spoorwegen in rekening gebracht.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

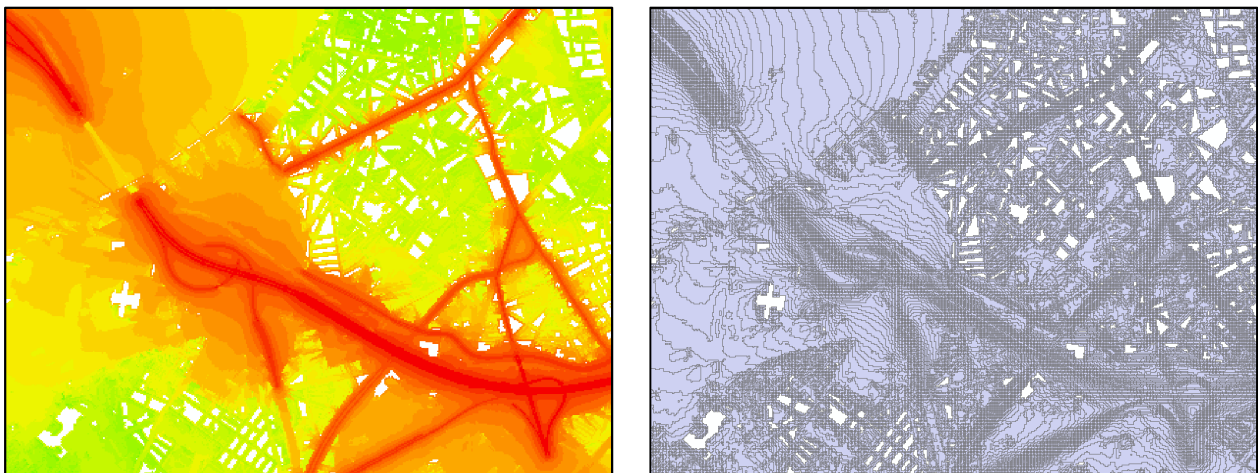
Nr	Zone	Type	Geluidsbronnen	Resultaatsbestand
19	Provincie Limburg	Gevel	Belangrijke wegen	pLIM - WEG - BL.ire
20	Provincie Limburg	Gevel	Belangrijke spoorwegen ¹	pLIM - SPOOR.ire
21	Agglomeratie Gent	Raster	Belangrijke wegen	aGNT - WEG - BL.ird
22	Agglomeratie Gent	Raster	Aanvullende wegen	aGNT - WEG - AV.ird
23	Agglomeratie Gent	Raster	Belangrijke spoorwegen ¹	aGNT - SPOOR.ird
24	Agglomeratie Gent	Gevel	Belangrijke wegen	aGNT - WEG - BL.ire
25	Agglomeratie Gent	Gevel	Belangrijke spoorwegen ¹	aGNT - SPOOR.ire
26	Provincie Oost-Vlaanderen	Raster	Belangrijke wegen	pOVL - WEG - BL.ird
27	Provincie Oost-Vlaanderen	Raster	Aanvullende wegen	pOVL - WEG - AV.ird
28	Provincie Oost-Vlaanderen	Raster	Belangrijke spoorwegen ¹	pOVL - SPOOR.ird
29	Provincie Oost-Vlaanderen	Gevel	Belangrijke wegen	pOVL - WEG - BL.ire
30	Provincie Oost-Vlaanderen	Gevel	Belangrijke spoorwegen ¹	pOVL - SPOOR.ire
31	Agglomeratie Brugge	Raster	Belangrijke wegen	aBRG - WEG - BL.ird
32	Agglomeratie Brugge	Raster	Aanvullende wegen	aBRG - WEG - AV.ird
33	Agglomeratie Brugge	Raster	Belangrijke spoorwegen ¹	aBRG - SPOOR.ird
34	Agglomeratie Brugge	Gevel	Belangrijke wegen	aBRG - WEG - BL.ire
35	Agglomeratie Brugge	Gevel	Belangrijke spoorwegen ¹	aBRG - SPOOR.ire
36	Provincie West-Vlaanderen	Raster	Belangrijke wegen	pWVL - WEG - BL.ird
37	Provincie West-Vlaanderen	Raster	Aanvullende wegen	pWVL - WEG - AV.ird
38	Provincie West-Vlaanderen	Raster	Belangrijke spoorwegen ¹	pWVL - SPOOR.ird
39	Provincie West-Vlaanderen	Gevel	Belangrijke wegen	pWVL - WEG - BL.ire
40	Provincie West-Vlaanderen	Gevel	Belangrijke spoorwegen ¹	pWVL - SPOOR.ire

Daarnaast is er voor elke provincie en agglomeratie ook een bijkomende visualisatie van de geluidsbelastingskaart aangemaakt die de sommatie omvat van de impact van belangrijke en aanvullende wegen. Dit afgeleide resultaatsbestand heeft de naam 'ZONE - WEG - TT.ird' gekregen, analoog aan de benaming van de andere resultaatsbestanden. Het geheel van de beschreven resultaatsbestanden beslaat in IMMI formaat ruim 20 GB aan schijfruimte.

L.6 Transformatie van rasterbestanden naar geluidscontouren

De geluidsbelastingskaarten worden in IMMI in de eerste plaats berekend in rastervorm, naast uiteraard de nauwkeuriger bepaling van de gevelbelasting. Voor bepaalde doeleinden kan het nuttig zijn om de resultaten om te zetten naar geluidscontouren als polygonen. De rasterbestanden worden na de export vanuit de IMMI omgeving als ArcGIS rasterbestanden omgezet naar vectorgegevens met behulp van de 'Raster to Polygon' functie. Voor de parameters L_{day} , $L_{evening}$ en L_{den} worden daarbij de contouren van 55, 60, 65, 70 en 75 dB behouden, voor de parameter L_{night} gaat het om de contouren van 50, 55, 60, 65 en 70 dB.

Figuur L-5 Illustratie omzetting naar geluidscontouren

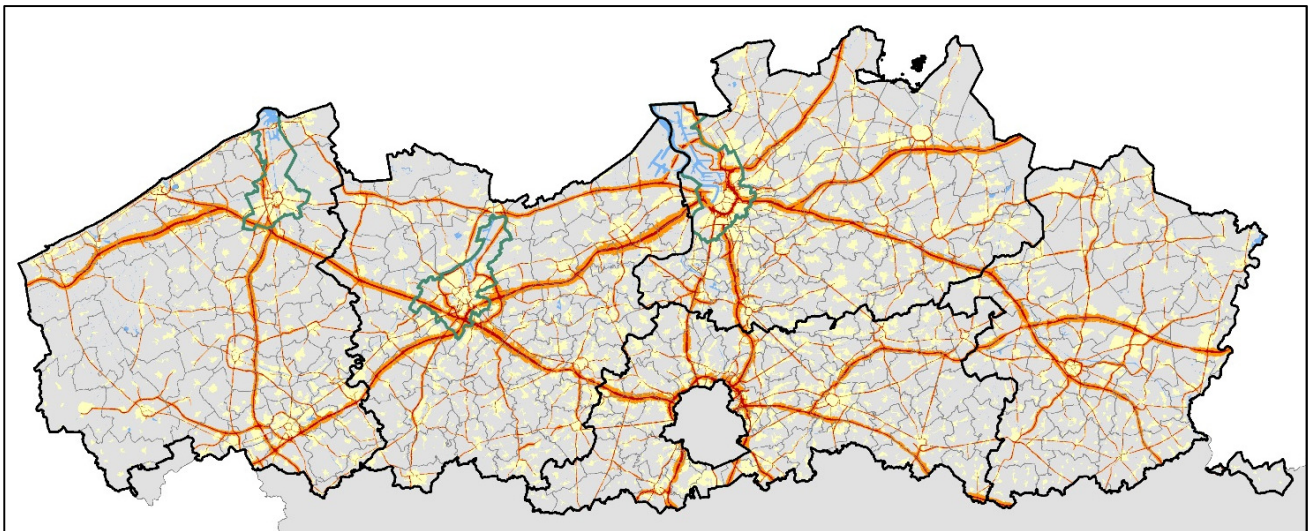


M RESULTATEN

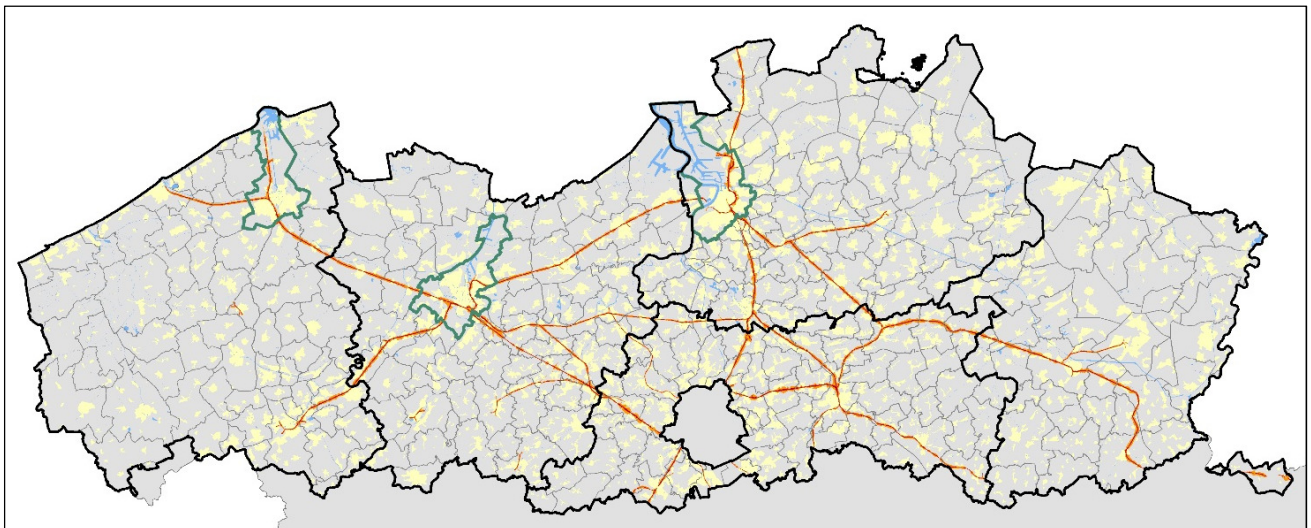
M.1 Geluidsbelastingskaarten

De uiteindelijke resultaatsbestanden kunnen op vele manieren gevisualiseerd en geanalyseerd worden. De IMMI software biedt daartoe heel wat mogelijkheden, daarnaast is er ook uitwisseling mogelijk met de GIS omgeving voor bijvoorbeeld de visualisatie en verdere verwerking van geluidsbelastingskaarten buiten de IMMI omgeving. De onderstaande figuren geven de geluidsbelastingskaart weer voor respectievelijk de impact van wegverkeer en spoorverkeer voor de parameter L_{den} . Er zijn vele andere combinaties mogelijk: in Bijlage 4. zijn bijvoorbeeld telkens de geluidsbelastingskaarten opgenomen voor zowel de belangrijke wegen als spoorwegen per provincie voor de parameters L_{den} en L_{night} .

Figuur M-1 Overzicht geluidsbelastingskaart wegverkeer – parameter L_{den}



Figuur M-2 Overzicht geluidsbelastingskaart spoorverkeer – parameter L_{den}



De geluidsbelastingskaarten voor belangrijke wegen en spoorwegen zijn op zich dan weer belangrijk om na te gaan welke oppervlaktes van het grondgebied zich binnen vooropgestelde blootstellingsklassen bevinden. De volgende tabellen vatten de resultaten samen door sommatie van de resultaten voor de 8 zones – provincies en agglomeraties – en dit voor zowel belangrijke wegen als spoorwegen.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Tabel M-1 Analyse blootgestelde oppervlakte belangrijke wegen

Geluidsbelasting belangrijke wegen											
Totale oppervlakte Vlaanderen	13628.6 km²										
Berekende oppervlakte Vlaanderen	10276.3 km²										
Blootgestelde oppervlakte Vlaanderen in km²											
PARAMETER	> ... - 35¹	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - 80	> 80 - ...
Lday	3054.3	1714.1	1889.5	1485.7	946.0	539.6	299.5	171.9	102.0	48.2	25.5
Levening	4378.4	1797.6	1585.2	1078.4	647.9	362.8	208.6	118.9	61.4	26.2	10.9
Lnight	5161.7	1803.4	1377.6	865.4	489.1	274.5	154.9	90.1	37.9	19.4	2.3
Lden	2531.2	1565.8	1837.1	1671.2	1151.1	690.5	380.7	217.4	123.9	68.0	39.4

Tabel M-2 Analyse blootgestelde oppervlakte belangrijke spoorwegen

Geluidsbelasting belangrijke spoorwegen											
Totale oppervlakte Vlaanderen	13628.6 km²										
Berekende oppervlakte Vlaanderen²	1234.0 km²										
Blootgestelde oppervlakte Vlaanderen in km²											
PARAMETER	> ... - 35¹	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - 80	> 80 - ...
Lday	159.8	214.7	322.7	240.1	131.0	73.1	40.9	26.9	15.7	7.8	1.1
Levening	147.3	210.4	316.3	257.8	134.6	73.7	41.2	27.3	16.2	8.7	0.7
Lnight	269.7	291.3	304.1	167.5	89.1	48.7	30.5	19.7	11.1	2.2	0.0
Lden	61.5	111.5	227.7	331.7	230.9	120.2	66.2	37.3	25.4	14.7	7.0

¹ Deze blootstellingsklasse omvat alle geluidsniveaus lager dan 35 dB(A) die effectief berekend zijn, daarnaast is er een belangrijk deel van de oppervlakte die niet beschouwd is die verder dan 2 km (1 km) van de beschouwde (spoor)wegen gelegen is en waar men mag aannemen dat het berekende geluidsniveau er vaak lager dan 35 dB(A) zou zijn, maar die hier niet opgenomen is.

² Voor spoorverkeer is de werkelijk berekende oppervlakte groter, maar de hier vermelde waarden houden enkel rekening met de belangrijke spoorwegen, dus niet met de oppervlakte rondom de ‘aanvullende’ spoorwegen die wel opgenomen zijn in het kaartmateriaal maar niet in de blootstellingscijfers wat betreft oppervlaktes, inwoners e.d.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

M.2 Gevelbelastingskaarten

In de volgende tabellen zijn de resultaten weergegeven voor Vlaanderen in zijn geheel voor de parameters L_{den} en L_{night} , en dit voor respectievelijk de belangrijke wegen en spoorwegen.

Tabel M-3 Analyse globale blootstellingscijfers belangrijke wegen

Geluidsbelasting belangrijke wegen									
Totaal aantal inwoners Vlaanderen	6 207 007								
Totaal aantal woningen Vlaanderen (# adrespunten)	2 538 246								
Totaal aantal scholen Vlaanderen (# gebouwen)	4730								
Totaal aantal ziekenhuizen Vlaanderen (# gebouwen)	1361								
Totaal aantal locaties kinderopvang Vlaanderen (# gebouwen)	8522								
Blootstellingsgegevens in aantallen – parameter L_{den}									
CATEGORIE	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - ...
Inwoners	945148	1189658	908758	574076	289641	150381	273236	160037	9424
... met stille gevel	20986	23029	23437	14791	9541	30504	186679	131143	8070
Woningen	392771	483686	365308	228708	116875	61814	117832	70090	3787
Scholen	747	933	673	451	229	156	177	95	9
Ziekenhuizen	188	251	231	115	78	71	86	38	3
Kinderopvang	1275	1571	1216	748	410	199	402	251	12
Blootstellingsgegevens in aantallen – parameter L_{night}									
CATEGORIE	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - ...	
Inwoners	1054155	702253	398605	182531	211618	252063	35216	525	
... met stille gevel	23640	20436	10323	15563	113943	197900	30023	448	
Woningen	426000	280890	158922	74131	90009	110423	14905	195	
Scholen	818	536	299	165	177	154	21	3	
Ziekenhuizen	252	150	94	59	92	58	9	2	
Kinderopvang	1416	915	540	262	301	377	61	0	

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Tabel M-4 Analyse globale blootstellingscijfers belangrijke spoorwegen

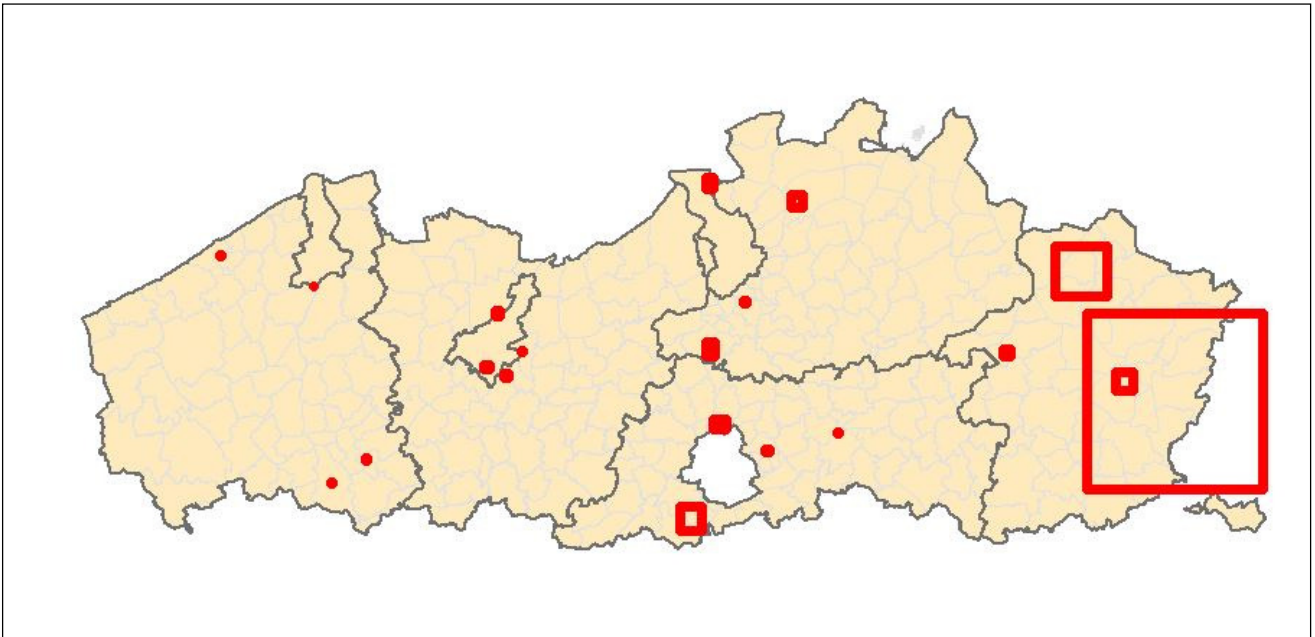
Geluidsbelasting belangrijke spoorwegen									
Totaal aantal inwoners Vlaanderen	6 207 007								
Totaal aantal woningen Vlaanderen (# adrespunten)	2 538 246								
Totaal aantal scholen Vlaanderen (# gebouwen)	4730								
Totaal aantal ziekenhuizen Vlaanderen (# gebouwen)	1361								
Totaal aantal locaties kinderopvang Vlaanderen (# gebouwen)	8522								
Blootstellingsgegevens in aantallen – parameter <i>Lden</i>									
CATEGORIE	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - ...
Inwoners	244841	382120	332407	176693	86025	50761	32386	24550	5731
... met stille gevel	320	2320	8135	3838	3149	5203	8874	14181	4273
Woningen	103217	157305	134595	70679	35262	20574	13210	10241	2375
Scholen	243	306	236	120	57	38	16	12	2
Ziekenhuizen	62	75	64	45	15	13	6	7	1
Kinderopvang	256	459	436	261	116	72	47	30	7
Blootstellingsgegevens in aantallen – parameter <i>Lnight</i>									
CATEGORIE	> 35 - 40	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - ...	
Inwoners	380173	262307	121581	65808	39080	29305	15037	1474	
... met stille gevel	5735	6661	2908	4140	6373	12122	10276	1170	
Woningen	155425	104505	49943	26738	15782	12219	6206	667	
Scholen	265	189	92	34	31	12	7	2	
Ziekenhuizen	71	61	25	14	9	7	5	0	
Kinderopvang	463	358	161	104	46	44	19	2	

N MODELVALIDATIE & BETROUWBAARHEIDSANALYSE

In het bestek wordt gevraagd om een modelvalidatie, waartoe de geluidsmodellen en de daaruit voortvloeiende berekende resultaten vergeleken dienen te worden ter hoogte van een reeks discrete meetpunten met de overeenkomstige meetresultaten op diezelfde punten.

Hiervoor werden door de opdrachtgever meetresultaten ter beschikking gesteld ter hoogte van 100 meetpunten verspreid over Vlaanderen met een verdeling van 20 meetpunten per provincie, telkens kortduursmetingen voor wegverkeer. In onderstaande figuur wordt de ligging van de verschillende meetcampagnes weergegeven. Elke meetcampagne wordt weergegeven door een rood vierkant. De grootte van het aangeduide vlak is functie van de spreiding van de meetpunten.

Figuur N-1 Visuele weergave situering meetpunten



Deze meetpunten werden in de modellen ingebracht uitgaande van de coördinaatinformatie zoals die was opgenomen in de betreffende meetrapporten. Vervolgens werd de ligging van deze meetpunten handmatig gecorrigeerd naar de 'werkelijke' ligging ten opzichte van de nabije woning welke eveneens, onder de vorm van een liggingsplan per punt, was opgenomen in de meetrapporten. Deze correctie bleek noodzakelijk daar verscheidene punten op basis van de coördinaten in een woning – data 3D GRB – gelegen waren of dat deze enkele tot tientallen meters verwijderd waren van de ligging volgens het liggingsplan. Daar de afstand tot een geluidsbron alsook schermwerking van omliggende gebouwen functie zijn van de ligging van het ontvangerpunt, is het uiteraard van belang dat de ligging van het ontvangerpunt in het model de werkelijke ligging zo goed mogelijk benadert teneinde een zinvolle vergelijking te kunnen maken tussen metingen en berekeningen. In de tabellen zullen de berekeningen zowel ten opzichte van de originele coördinaten als ten opzichte van de gecorrigeerde ligging worden opgelijst teneinde dit belang te illustreren.

Daar er per provincie een apart model werd opgemaakt en teneinde de tabelgrootte beperkt en overzichtelijk te houden, wordt de validatie in wat volgt besproken per provincie.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

N.1 Provincie West-Vlaanderen

Voor de provincie West-Vlaanderen werden er meetgegevens aangeleverd van volgende meetcampagnes:

- Oostende op 30 maart 2011,
- Deerlijk op 5 juli 2011,
- Zedelgem op 28 september 2015,
- Kortrijk op 5 oktober 2015.

In volgende tabel worden de door de opdrachtgever weerhouden punten uit de respectievelijke meetcampagnes opgelijst alsook het berekende Lday niveau (belangrijke + aanvullende wegen) ter hoogte van deze punten.

Tabel N-1 Resultaten vergelijking West-Vlaanderen

Punt-ID	Gemeente	Datum	Hrel	LAeq	Lday	Vershil	Lday (ORIG)	Vershil (ORIG)
40729-1b	Deerlijk	05-07-11	5.0	65.0	67.3	+2.3	67.5	+2.5
40729-4b	Deerlijk	05-07-11	5.0	62.3	64.5	+2.2	46.2	-16.1
40729-5b	Deerlijk	05-07-11	5.0	62.4	63.6	+1.2	63.3	+0.9
40729-8b	Deerlijk	05-07-11	5.0	56.3	56.7	+0.4	44.2	-12.1
40729-9b	Deerlijk	05-07-11	5.0	49.7	54.5	+4.8	54.5	+4.8
42275-1b	Zedelgem	28-09-15	5.0	63.9	68.9	+5.0	67.8	+3.9
42275-3a	Zedelgem	28-09-15	1.2	64.4	65.2	+0.8	64.9	+0.5
42275-5b	Zedelgem	28-09-15	5.0	62.3	65.8	+3.5	64.5	+2.2
42275-6b	Zedelgem	28-09-15	5.0	63.9	66.3	+2.4	67.6	+3.7
42275-8b	Zedelgem	28-09-15	5.0	65.1	68.6	+3.5	68.1	+3.0
40632-1b	Oostende	30-03-11	5.0	63.1	67.0	+3.9	58.4	-4.7
40632-3a	Oostende	30-03-11	1.2	65.3	67.5	+2.2	58.0	-7.3
40632-6b	Oostende	30-03-11	5.0	65.1	65.4	+0.3	44.5	-20.6
40632-7b	Oostende	30-03-11	5.0	60.6	59.3	-1.3	57.7	-2.9
40632-8b	Oostende	30-03-11	5.0	73.1	71.4	-1.7	67.8	-5.3
42282-3b	Kortrijk	05-10-15	5.0	55.2	56.6	+1.4	56.6	+1.4
42282-5b	Kortrijk	05-10-15	5.0	62.2	63.9	+1.7	64.3	+2.1
42282-6b	Kortrijk	05-10-15	5.0	57.3	56.5	-0.8	57.2	-0.1
42282-9b	Kortrijk	05-10-15	5.0	64.7	66.7	+2.0	66.0	+1.3
42282-10b	Kortrijk	05-10-15	5.0	61.9	56.5	-5.4	57.2	-4.7

Uit deze tabel blijkt dat voor ca 70% van de punten de rekenresultaten goed overeenkomen en de afwijking maximaal 3 dB(A) bedraagt. Voor een aantal punten worden er grotere afwijkingen vastgesteld doch deze blijven evenwel beperkt tot maximaal 5.4 dB(A). Vermits het een vergelijking betreft van korteduurmetingen met berekeningen uitgaande van jaargemiddelde gegevens waardoor momentane afwijkingen in rijsnelheden en verkeersintensiteiten grotere afwijkingen kunnen veroorzaken, zijn ook deze grotere afwijkingen niet onverwacht. Voor meetpunt 42282-10b werd vastgesteld dat de meethoogte overeenkomt met de talud-hoogte langs de E17. Zoals in het verleden voor de testgebieden reeds werd vastgesteld, kunnen er ter hoogte van afschermingen, zowel onder de vorm van een geluidsscherm als van een talud, grotere afwijkingen optreden, zeker indien het immisiepunt zich net op de 'rand' van de schermwerking bevindt.

Indien men de vergelijking zou maken met de punten uitgaande van de ligging volgens de originele coördinaten zoals weergegeven in de 2 rechtse kolommen, dan zouden de afwijkingen ter hoogte van sommige punten aanzienlijk worden. Dat zal verderop opnieuw blijken voor de andere provincies. Dit toont het belang aan van een goede kennis van de correcte ligging van het meetpunt in de eerste plaats voor dergelijke vergelijkingen in het kader van een validatie.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

N.2 Provincie Oost-Vlaanderen

Voor de provincie Oost-Vlaanderen werden er meetgegevens aangeleverd van meetcampagnes uitgevoerd te:

- Destelbergen op 25 januari 2016,
- Evergem op 16 februari 2016,
- Merelbeke op 29 februari 2016,
- Gent op 16 september 2016.

In volgende tabel worden de door de opdrachtgever weerhouden punten uit de respectievelijke meetcampagnes opgelijst alsook het berekende Lday niveau (belangrijke + aanvullende wegen) ter hoogte van deze punten.

Tabel N-2 Resultaten vergelijking Oost-Vlaanderen

Punt-ID	Gemeente	Datum	Hrel	LAeq	Lday	Vershil	Lday (ORIG)	Vershil (ORIG)
42429-1b	Merelbeke	29-02-16	5.0	68.3	64.6	-3.7	62.5	-5.8
42429-4b	Merelbeke	29-02-16	5.0	63.3	66.1	+2.8	57.4	-5.9
42429-5a	Merelbeke	29-02-16	1.2	67.3	63.8	-3.5	63.4	-3.9
42429-6b	Merelbeke	29-02-16	5.0	69.7	71.4	+1.7	72.6	+2.9
42429-8b	Merelbeke	29-02-16	5.0	71.3	73.5	+2.2	74.7	+3.4
42394-2b	Destelbergen	25-01-16	5.0	70.2	70.7	+0.5	70.7	+0.5
42394-3a	Destelbergen	25-01-16	1.2	60.0	56.0	-4.0	56.7	-3.3
42394-5a	Destelbergen	25-01-16	1.2	70.8	67.7	-3.1	67.1	-3.7
42394-7b	Destelbergen	25-01-16	5.0	67.9	67.9	+0.0	67.4	-0.5
42394-9b	Destelbergen	25-01-16	5.0	69.8	69.3	-0.5	67.3	-2.5
42416-1b	Evergem	16-02-16	5.0	57.7	56.7	-1.0	57.1	-0.6
42416-3b	Evergem	16-02-16	5.0	58.6	55.1	-3.5	55.5	-3.1
42416-5b	Evergem	16-02-16	5.0	54.5	51.6	-2.9	51.9	-2.6
42416-7b	Evergem	16-02-16	5.0	53.5	49.7	-3.8	51.4	-2.1
42416-9b	Evergem	16-02-16	5.0	58.2	57.3	-0.9	56.7	-1.5
42629-1a	Gent	16-09-16	1.2	66.9	64.7	-2.2	65.3	-1.6
42629-3b	Gent	16-09-16	5.0	62.0	65.5	+3.5	67.0	+5.0
42629-5b	Gent	16-09-16	5.0	65.9	65.9	+0.0	65.4	-0.5
42629-7b	Gent	16-09-16	5.0	63.8	65.9	+2.1	66.3	+2.5
42629-10b	Gent	16-09-16	5.0	64.0	69.7	+5.7	69.5	+5.5

Uit deze tabel blijkt dat voor ca 60% van de punten de rekenresultaten vrij goed overeenkomen en de afwijking minder dan 3 dB(A) bedraagt. De afwijkingen ter hoogte van de overige punten zijn evenwel beperkt tot 4 dB(A) met uitzondering van punt 42629-10b waar een afwijking van 5.7 dB(A) wordt vastgesteld. Dit meetpunt is gelegen ter hoogte van het einde van een geluidsscherm. Een verschil in de respectievelijke ligging van dit punt ten opzichte van het scherm in realiteit en in het model kan mogelijk een verklaring zijn voor de grotere afwijking.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

N.3 Provincie Antwerpen

Voor de provincie Antwerpen werden er meetgegevens aangeleverd van meetcampagnes uitgevoerd te:

- Antwerpen op 3 mei 2011,
- Kontich op 30 oktober 2013,
- Puurs op 4 juni 2015,
- Brecht op 18 juni 2015.

In volgende tabel worden de door de opdrachtgever weerhouden punten uit de respectievelijke meetcampagnes opgelijst alsook het berekende Lday niveau (belangrijke + aanvullende wegen) ter hoogte van deze punten.

Tabel N-3 Resultaten vergelijking Antwerpen

Punt-ID	Gemeente	Datum	Hrel	LAeq	Lday	Vershil	Lday (ORIG)	Vershil (ORIG)
40666-1b	Berendrecht	03-05-11	5.0	61.1	58.1	-3.0	56.7	-4.4
40666-3b	Berendrecht	03-05-11	5.0	65.9	65.6	-0.3	49.5	-16.4
40666-6b	Berendrecht	03-05-11	5.0	65.1	66.4	+1.3	66.0	+0.9
40666-9b	Zandvliet	03-05-11	5.0	59.1	61.7	+2.6	61.3	+2.2
40666-11b	Zandvliet	03-05-11	5.0	68.7	70.8	+2.1	57.3	-11.4
42159-2c	Puurs	04-06-15	7.2	68.8	69.3	+0.5	69.3	+0.5
42159-4b	Puurs	04-06-15	5.0	51.4	52.7	+1.3	52.6	+1.2
42159-6b	Puurs	04-06-15	5.0	57.2	62.5	+5.3	62.8	+5.6
42159-9b	Puurs	04-06-15	5.0	59.6	64.4	+4.8	64.5	+4.9
42159-10b	Ranst	04-06-15	5.0	71.6	72.7	+1.1	72.6	+1.0
41577-3b	Kontich	30-10-13	5.0	59.8	59.9	+0.1	51.7	-8.1
41577-4b	Kontich	30-10-13	5.0	61.7	60.1	-1.7	61.4	-0.3
41577-5b	Kontich	30-10-13	5.0	61.2	59.7	-1.5	57.4	-3.8
41577-7b	Kontich	30-10-13	5.0	60.2	57.5	-2.7	60.1	-0.1
41577-9b	Kontich	30-10-13	5.0	58.0	57.3	-0.7	56.4	-1.6
42173-2b	Brecht	18-06-15	5.0	65.8	64.2	-1.6	64.6	-1.2
42173-3a	Brecht	18-06-15	1.2	60.9	58.1	-2.8	58.1	-2.8
42173-4b	Brecht	18-06-15	5.0	53.8	52.9	-0.9	53.5	-0.3
42173-7a	Brecht	18-06-15	1.2	58.1	55.6	-2.5	56.2	-1.9
42173-10a	Brecht	18-06-15	1.2	56.3	54.4	-1.9	54.6	-1.7

Uit deze tabel blijkt dat voor het merendeel van de punten de rekenresultaten vrij goed overeenkomen en dat 90% van de meetpunten een afwijking van minder dan 3 dB(A) vertoont. Enkel ter hoogte van de punten 42159-6b en 42159-9b wordt een grotere afwijking vastgesteld waarvoor geen concrete verklaring kan worden gegeven. Zeker voor deze provincie kan men op basis van deze vergelijking stellen dat het model en de gehanteerde methodiek een goede correlatie levert met de reële geluidsbelasting van de beschouwde belangrijke en aanvullende wegen.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

N.4 Provincie Vlaams-Brabant

Voor de provincie Vlaams-Brabant werden er meetgegevens aangeleverd van volgende meetcampagnes:

- Leuven op 6 maart 2009,
- Halle op 3 & 24 februari 2011,
- Grimbergen-Vilvoorde op 2 & 18 juni 2014 en 4 september 2014,
- Zaventem op 10 maart 2015.

In volgende tabel worden de door de opdrachtgever weerhouden punten uit de respectievelijke meetcampagnes opgelijst alsook het berekende Lday niveau (belangrijke + aanvullende wegen) ter hoogte van deze punten.

Tabel N-4 Resultaten vergelijking Vlaams-Brabant

Punt-ID	Gemeente	Datum	Hrel	LAeq	Lday	Vershil	Lday (ORIG)	Vershil (ORIG)
41792-4b	Grimbergen	02-06-14	5.0	66.9	68.6	+1.7	68.8	+1.9
41792-9b	Grimbergen	02-06-14	5.0	66.4	66.6	+0.2	66.4	+0.0
41808-15b	Grimbergen	18-06-14	5.0	65.2	66.8	+1.6	67.0	+1.8
41886-20c	Grimbergen	04-09-14	7.2	67.3	69.9	+2.6	69.8	+2.5
41886-27b	Grimbergen	04-09-14	5.0	62.0	62.4	+0.4	62.5	+0.5
40577-3b	Beersel	03-02-11	5.0	64.7	67.9	+3.2	67.9	+3.2
40577-7c	Beersel	03-02-11	7.2	65.0	65.5	+0.5	65.5	+0.5
40598-11b	Beersel	24-02-11	5.0	59.5	55.8	-3.7	57.7	-1.8
40598-14b	Halle	24-02-11	5.0	65.9	66.4	+0.5	47.1	-18.8
40598-16a	Halle	24-02-11	1.2	66.1	63.2	-2.9	63.3	-2.8
39878-1b	Leuven	06-03-09	5.0	67.0	61.5	-5.5	61.6	-5.4
39878-3b	Leuven	06-03-09	5.0	65.7	59.4	-6.3	59.4	-6.3
39878-6b	Leuven	06-03-09	5.0	64.4	59.7	-4.7	59.8	-4.6
39878-8c	Leuven	06-03-09	7.2	65.4	58.4	-7.0	52.6	-12.8
39878-10b	Leuven	06-03-09	5.0	63.5	56.3	-7.2	56.8	-6.7
42073-1b	Zaventem	10-03-15	5.0	67.3	64.2	-3.1	43.6	-23.7
42073-3b	Zaventem	10-03-15	5.0	65.4	64.0	-1.4	63.9	-1.5
42073-5b	Zaventem	10-03-15	5.0	55.6	51.6	-4.0	51.8	-3.8
42073-6b	Zaventem	10-03-15	5.0	62.0	58.8	-3.2	58.8	-3.2
42073-7b	Zaventem	10-03-15	5.0	62.2	61.0	-1.2	60.9	-1.3

Uit deze tabel blijkt dat voor ca 60% van de punten de rekenresultaten vrij goed overeenkomen en dat de afwijking maximaal ca 3 dB(A) bedraagt. De verkeersintensiteiten tijdens de metingen ter hoogte van de punten 40589-11b/16a en 42073-5b/6b blijken sterk af te wijken van de verkeersintensiteiten in het model wat alvast een gedeeltelijke verklaring is voor de vastgestelde grotere afwijkingen. Deze afwijkingen blijven evenwel veelal beperkt tot 4 dB(A) met uitzondering van de punten van de meetcampagne te Leuven in 2009: voor deze meetpunten bedraagt het berekende niveau systematisch 5 tot 7 dB(A) minder dan wat destijds gemeten werd. Op deze locatie bevindt zich een geluidsscherm op een talud / viaduct, na verificatie blijkt dat ook in 2009 aanwezig te zijn geweest, maar het is onbekend of de staat van het scherm gelijkaardig is aan die van vandaag. Mede door de ouderdom van de meetcampagne is het erg moeilijk om uitspraken te doen over de oorzaken: de grootte van de afwijking doet vermoeden dat het om een combinatie van meerdere factoren gaat die allemaal in dezelfde richting werken.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

N.5 Provincie Limburg

Voor de provincie Limburg werden er meetgegevens aangeleverd van meetcampagnes uitgevoerd te:

- Riemst op 23 & 30 oktober 2008,
- Genk op 14 september 2011,
- Overpelt op 10 & 11 oktober 2012,
- Beringen op 1 december 2014.

In volgende tabel worden de door de opdrachtgever weerhouden punten uit de respectievelijke meetcampagnes opgelijst alsook het berekende Lday niveau (belangrijke + aanvullende wegen) ter hoogte van deze punten.

Tabel N-5 Resultaten vergelijking Limburg

Punt-ID	Gemeente	Datum	Hrel	LAeq	Lday	Vershil	Lday (ORIG)	Vershil (ORIG)
41974-1a	Beringen	01-12-14	1.2	63.8	66.6	+2.8	66.0	+2.2
41974-6b	Beringen	01-12-14	5.0	62.8	66.8	+4.0	51.4	-11.4
41974-8b	Beringen	01-12-14	5.0	62.9	67.9	+5.0	67.9	+5.0
41974-10b	Beringen	01-12-14	5.0	74.1	74.4	+0.3	74.4	+0.3
41974-13b	Beringen	01-12-14	5.0	75.7	74.3	-1.4	64.7	-11.0
40800-6b	Genk	14-09-11	5.0	73.5	69.7	-3.8	57.6	-15.9
40806-10b	Genk	20-09-11	5.0	65.2	64.8	-0.4	47.2	-18.0
40807-23b	Genk	21-09-11	5.0	66.4	68.2	+1.8	68.2	+1.8
40821-28b	Genk	05-10-11	5.0	59.5	53.7	-5.8	58.0	-1.5
40821-33b	Genk	05-10-11	5.0	71.1	70.8	-0.3	69.9	-1.2
41192-1b	Hechtel-Eksel	10-10-12	5.0	57.5	58.8	1.3	57.7	+0.2
41192-4b	Hechtel-Eksel	10-10-12	5.0	59.1	56.3	-2.8	55.3	-3.8
41192-8b	Overpelt	10-10-12	5.0	65.7	64.7	-1.0	47.4	-18.3
41193-12b	Overpelt	11-10-12	5.0	69.9	65.1	-4.8	48.5	-21.4
41193-14b	Overpelt	11-10-12	5.0	63.2	60.6	-2.6	39.0	-24.2
39744-2	Riemst	23-10-08	5.0	72.6	67.3	-5.3	67.6	-5.0
39744-8	Bilzen	23-10-08	5.0	72.9	69.8	-3.1	44.5	-28.4
39751-10	Lanaken	30-10-08	5.0	68.1	67.4	-0.7	63.8	-4.3
39751-16	Dilsen-Stokkem	30-10-08	5.0	73.8	67.5	-6.3	69.3	-4.5
39751-19	Maaseik	30-10-08	5.0	69.3	32.5	-36.8	37.6	-31.7

Uit deze tabel blijkt dat voor ca 50% van de punten de rekenresultaten vrij goed overeenkomen en de afwijking minder dan 3 dB(A) bedraagt.

Ter hoogte van de punten 41974-6b/8b ligt de jaargemiddelde verkeersintensiteit ca 50% hoger dan de verkeersintensiteit tijdens de metingen. Ter hoogte van punt 41193-12b bedraagt de verkeersintensiteit in het model ca 60% minder dan tijdens de meetcampagne. Voor de punten 40800-6b en 40821-28b blijkt de hoogte van het naburige gebouw te groot waardoor er in het model teveel afscherming naar deze punten aanwezig is.

De meetcampagne ter hoogte van Riemst werd uitgevoerd in 2008. Volgens het meetrapport was het wegdek van de N78 destijds uitgevoerd in een verharding type AB waar in de huidige inputdata SMA C aanwezig is. Dit kan leiden tot lagere immissieniveaus in de grootte-orde van 1 tot 2 dB(A). In dit rapport werd bovendien geen concreet liggingsplan per punt opgenomen noch werd er melding gemaakt van een specifieke meethoogte waardoor de ligging van deze immissiepunten mogelijk niet geheel overeenstemt met de effectieve ligging van de meetpunten wat eveneens een gevolg kan hebben op het berekende Lday niveau.

Het meetpunt 39751-19 is gelegen nabij de N78b waar in het model enkel de N78 werd opgenomen. Als gevolg zijn in het model geen wegen opgenomen in de onmiddellijke nabijheid van dit punt waardoor de berekende impact aanzienlijk lager is dan het gemeten LAeq niveau.

N.6 Conclusies

Indien we de validatie bekijken over geheel Vlaanderen dan kan er gesteld worden dat de resultaten vrij goed overeen komen. De gemiddelde afwijking voor de 100 meetpunten die verspreid liggen over heel Vlaanderen bedraagt -0.5 dB(A) en de gemiddelde absolute afwijking bedraagt 2.5 dB(A). Van de 100 meetpunten bedraagt de afwijking voor 65% minder dan 3 dB(A).

Indien we de meetcampagne te Leuven van 2009, welke ter hoogte van alle punten een aanzienlijke afwijking kent, buiten beschouwing laten, dan bedraagt de gemiddelde afwijking nog -0.2 dB(A) en de gemiddelde absolute afwijking nog 2.3 dB(A). De maximale afwijking bedraagt -6.3 dB(A).

Belangrijk is dat de gemiddelde afwijking in de buurt van 0 dB(A) blijft, wat betekent dat er geen systematische afwijkingen optreden in de ene of andere richting. Een manier om de afwijkingen uit te drukken die courant is in de kwaliteitsborging van geluidsprognosesoftware is het interval dat begrensd wordt door de 10% en 90% percentielen van de waargenomen afwijkingen. Voor de beschouwde 100 meetpunten kan dit interval weergegeven worden als [-3.7 – 3.5].

De standaarddeviatie bedraagt 2.8 dB(A), de correlatiecoëfficiënt R^2 is gelijk aan 0.77. Tegelijkertijd mag het niet de bedoeling zijn om de modelvalidatie te sterk statistisch te benaderen. Men moet immers beseffen dat het vergelijken van korteduursmetingen met jaargemiddelde berekende geluidsniveaus toch altijd een aantal problemen oplevert met de vergelijkbaarheid – zie ook de analyse van de testgebieden in Deel 1B van de opdracht – met name wat betreft meteorologische omstandigheden, verschillen in verkeersintensiteiten, variabele gebouwhoogtes, positie van punten tov gebouwen e.d. De ouderdom van sommige meetcampagnes maakt het er ook niet eenvoudiger op.

Omdat er bij deze validatie geen andere correcties worden toegepast dan die op de correcte ligging van de meetpunten en er op heel wat andere mogelijke oorzaken helemaal niet wordt ingegaan in tegenstelling tot bij de eerdere analyse van de testgebieden, vallen de maximale afwijkingen ook wat groter uit. Gelet op al deze elementen, mag evenwel gesteld worden dat de methodiek alvast ter hoogte van de 100 beschouwde meetpunten een behoorlijk resultaat oplevert.

O VERGELIJKING MET RESULTATEN 2^{DE} RONDE

De aanmaak van de geluidsbelastingskaarten voor de 3^{de} ronde voor alle belangrijke wegen en spoorwegen is de belangrijkste opdracht, maar daarnaast is tevens gevraagd om voor beide modi een vergelijking te maken met de resultaten voor de 2^{de} ronde van geluidskartering. Daarbij is het bedoeling om deze vergelijking te maken op zowel emissie- als immissieniveau en tenslotte ook op het vlak van blootstelling en dit zowel voor wegverkeer als voor spoorverkeer.

O.1 Beperkingen van de vergelijking

De belangrijkste beperking is dat het gaat om erg grote zones waarbij het niet mogelijk om elk allerindividueelste verschil over het ganse Vlaamse grondgebied te bepalen, laat staan tot in detail te duiden. We gebruiken dezelfde methodes – hier en daar aangepast aan de specifieke omstandigheden van deze opdracht – die we gebruikt hebben voor de vergelijking van de 1^{ste} fase en 2^{de} ronde van geluidskartering in het verleden. Het opzet daarbij is om zo veel mogelijk relevante inzichten op te leveren over de oorzaken van de grootste en meest voorkomende verschillen, maar alle kleine verschillen in detail analyseren is dus niet mogelijk.

Daarnaast zijn er enkele beperkingen die het technisch moeilijk maken om gegevens uit ronde 2 en ronde 3 met elkaar te vergelijken. Sommige gegevenslagen zijn in de afgelopen jaren bijgewerkt, geëvolueerd of zelfs vervangen door betere alternatieven, bovendien is ook de manier waarop de emissiewaarden van spoorverkeer worden bepaald in belangrijke mate gewijzigd. Het kan dan ook niet anders dat de verschillen in zowel emissie, immissie als blootstelling in vaak beperkte, soms zeer grote mate verschillen. Maar bijvoorbeeld ook de emissie-elementen zelf kunnen in zekere mate verschillen, bijvoorbeeld bij spoorverkeer waar de segmenten opnieuw op een wat andere manier zijn opgebouwd. Dat maakt het soms moeilijk is om duidelijk vast te stellen welke emissie-elementen uit ronde 2 nu moeten vergeleken worden met emissie-elementen uit ronde 3. De gebruikte methodes zijn er zo veel mogelijk op gericht om dit soort problemen op te vangen.

O.2 Vergelijking van het emissieniveau

Al bij de vergelijking van het emissieniveau wordt duidelijk dat het geen evidentie is om de geluidsbronnen van weg- en spoorverkeer uit ronde 2 en ronde 3 rechtstreeks met elkaar te vergelijken. Er wordt in belangrijke mate gebruikt gemaakt van gewijzigde basisgegevens, hoewel gelijkaardig gestructureerd. De methodiek moet hierop afgestemd worden.

O.2.1 Methodologie

Een vergelijking van het emissieniveau verloopt het eenvoudigst in een GIS omgeving. Er moet immers een verband gelegd worden tussen geometrische elementen, in dit geval polylijnen, die geometrisch zelden identiek zullen zijn. Er bestaat helemaal geen 1-op-1 relatie tussen emissie-elementen in ronde 2 en ronde 3, zodat het niet mogelijk om de emissie te vergelijken op basis van de emissie van element x en element y. Voor wegverkeer komt dit voornamelijk doordat de basisgegevens van intensiteit, snelheid en wegverharding aangeleverd worden adhv kilometerpunten die sterk kunnen verschillen voor ronde 2 en ronde 3, zodat ook het onderliggende wegennetwerk op verschillende wijze gesegmenteerd wordt. Voor spoorverkeer heeft dat uiteraard te maken met de verschillende netwerkgeometrie. Omwille van deze beperkingen zal er gebruik gemaakt worden van spot-checks, waarbij op regelmatige punten langs het netwerk van (spoor)wegen de emissie van de nabijgelegen segmenten vergeleken wordt.

O.2.1.1 Stap 1: Export van netwerken en emissies

Eerst en vooral wordt de informatie over het (spoor)wegennetwerk en hun emissie overgebracht naar de GIS omgeving. Voor zowel de 2^{de} ronde als 3^{de} ronde zijn beide (spoor)netwerken beschikbaar in de IMMI software en kunnen deze met hun emissie naar de GIS omgeving geëxporteerd worden. De vergelijking slaat wat betreft wegverkeer op zowel de belangrijke wegen als de aanvullende wegen. Ook voor spoorverkeer worden zowel de belangrijke als de aanvullende spoorwegen beschouwd.

O.2.1.2 Stap 2: Omzetting netwerken 2^{de} ronde naar punten

In essentie worden de netwerken van weg- en spoorverkeer uit de 2^{de} ronde omgezet naar een puntenbestand dat de netwerken beschrijft met een interval van 500m. Nadien zullen de relevante emissie-elementen opnieuw aan deze punten gekoppeld worden. Meer concreet bestaat de omzetting uit volgende stappen :

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

- Eerst worden beide netwerken omgezet naar een vereenvoudigd geometrisch geconnecteerd netwerk. In het geval van wegverkeer worden beide rijrichtingen samen beschouwd en herleid tot één enkele lijn en dit voor elke IDENT7 code afzonderlijk. Voor spoorverkeer is de gebruikte methodologie analoog aan diegene die werd gebruikt voor de aanmaak van het geometrisch geconnecteerd hulpmatrix bij de dataverwerking voor spoorverkeer.
- Nadien worden de vereenvoudigde netwerken gesampled met een interval van 500m. Voor wegverkeer wordt de sampling afzonderlijk uitgevoerd per IDENT7 klasse, waardoor in het resulterende puntenbestand locaties kunnen voorkomen die minder dan 500m van elkaar verwijderd zijn omdat ze afkomstig zijn van een verschillende route. Dit vormt geen probleem omdat bij de vergelijking enkel wordt gekeken naar de totale emissie afkomstig van dezelfde weg met gelijke IDENT7 codering. Voor spoorverkeer wordt bij de sampling op 500m in eerste instantie geen verdere categorisering opgelegd. Nadien worden echter nabijgelegen punten met een afstand kleiner dan 200m – bv ter hoogte van kruisingen van spoorwegen – herleid tot één enkel punt.

Voorbeelden van de resulterende puntenbestanden voor de emissie van weg- en spoorverkeer worden getoond in onderstaande figuren.

Figuur O-1 Voorbeelden puntenbestanden emissie



O.2.1.3 Stap 3: Ruimtelijke koppeling met netwerken ronde 2

De puntlocaties voor de emissie van weg- en spoorverkeer worden nu gekoppeld aan de netwerken met emissie-informatie voor zowel de 2^{de} als de 3^{de} ronde. Op die manier ontstaat een puntenlaag met op de betreffende locaties emissie-informatie van zowel ronde 2 als ronde 3.

Voor wegverkeer worden bij deze koppeling enkel de wegsegmenten weerhouden – met de correcte IDENT7 waarde – voor elk van beide rijrichtingen die het dichtst gelegen zijn bij de beschouwde puntlocatie met een maximale zoekafstand van 200m. In principe worden daarbij voor elk punt 4 verschillende emissie-elementen gekoppeld : de 2 afzonderlijke rijrichtingen voor zowel ronde 2 als ronde 3. In sommige gebieden is er uiteraard maar één rijrichting beschikbaar. In het beperkte aantal gevallen waar er geen overeenkomst is tussen de gekoppelde emissie-elementen van ronde 2 en ronde 3, wordt dit later verder onderzocht.

Voor spoorverkeer wordt binnen een zone van 200m rondom het evaluatiepunt een eerste automatische selectie gemaakt van segmenten die tot verschillende trajecten/lijnen behoren. Voor zowel ronde 2 als ronde 3 gaat het in de meeste gevallen telkens over 2 parallelle sporen of aan een nog groter aantal parallelle sporen in bijvoorbeeld stationszones, grote spoorbundels e.d. Aan de hand van een manuele kwaliteitscontrole worden nadien foutieve segmenten verwijderd of ontbrekende segmenten toegevoegd waar nodig.

Voor elk punt wordt de totale geluidsemissie bepaald voor het geheel van de gekoppelde emissie-elementen van ronde 2 en ronde 3 afzonderlijk alsook het verschil in de totale geluidsemissie voor de dag-, avond- en nachtperiode. Een relatie wordt gedefinieerd in de GIS omgeving zodat bij het vergelijken van de totale geluidsemissies kan teruggekoppeld worden naar de deelsegmenten en hun respectievelijke emissieparameters om te kunnen afleiden waar de parameters zitten die aanleiding geven tot de verschillen in geluidsemissie.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

O.2.2 Analyse van de verschillen

In totaal zijn obv de voorgaande methodologie voor wegverkeer 8438 puntlocaties gegenereerd voor vergelijking van de emissie en voor spoorverkeer 1552 puntlocaties. Het uiteindelijke doel is om voor alle locaties waar het verschil in geluidsemissie meer dan 2 dB bedraagt, na te gaan waarom dat verschil zich voordoet. Omdat het verschil in geluidsemissie verschillend kan zijn voor de dag-, avond- en nachtperiode, wordt gewerkt met het gemiddelde van de verschillen voor de 3 beoordelingsperiodes. Het feit dat deze verhoudingen niet gelijk zijn voor ronde 2 en ronde 3 heeft in hoofdzaak te maken met verschillende verhoudingen voor de intensiteiten. Voor wegverkeer is dat evident, aangezien snelheid en wegverharding gelijk zijn voor dag, avond en nacht. Voor spoorverkeer is het verhaal iets complexer omdat verschillende treinen met verschillende snelheden kunnen rijden, maar ook daar hebben verschillende emissieverhoudingen voor dag, avond en nacht voornamelijk te maken met beschikbare intensiteiten.

O.2.2.1 Emissie wegverkeer

In totaal zijn er voor wegverkeer 8438 puntlocaties geanalyseerd waar de geluidsemissie van ronde 2 en ronde 3 tegenover mekaar werden gezet. Voor 56% van de puntlocaties was het gemiddeld verschil – over dag, avond en nacht – kleiner dan 2 dB, voor ruim 43% van de gevallen was het gemiddeld verschil groter dan 2 dB en in een beperkt aantal gevallen – 0.8 % – was er geen vergelijking mogelijk.

Dat laatste was voornamelijk het geval voor situaties waar in het routesysteem waarop de data voor de 2^{de} en 3^{de} ronde gebaseerd zijn het wegnummer van de route van 1 of beide rijrichtingen tussentijds gewijzigd is. Aangezien de evaluatiepunten een link leggen met segmenten obv de IDENT7 code, is die match er niet altijd meer. In een enkel geval gaat het over een weg die beschouwd werd in de 2^{de} ronde van geluidskartering maar niet in deze 3^{de} ronde omdat het verkeersmodel waarop de intensiteiten gebaseerd zijn geen informatie bevatte over de bewuste weg.

Als we kijken naar de gemiddelde verschillen dan zien we dat vooral voor de avondperiode de emissiewaarde beduidend gedaald is. Voor de dag- en nachtperiode is het verschil respectievelijk kleiner dan wel verwaarloosbaar. In het algemeen blijken de emissiewaarden eerder lager dan hoger te liggen, wat nog scherper gesteld wordt wanneer enkel de puntlocaties met een verschil van meer dan 2 dB beschouwd worden.

Tabel O-1 Analyse evaluatiepunten belangrijke wegen - alle punten

Categorie	Aantal punten	Percentage	Gemiddeld verschil in dB		
			Lday	Levening	Lnight
Alle evaluatiepunten samen	8438	100.0%	-1.9	-3.7	-0.4
- gemiddeld verschil < 2 dB	4706	55.8%	-0.2	-2.0	1.4
- gemiddeld verschil > 2 dB	3666	43.4%	-2.4	-4.5	-1.1
- moeilijk vergelijkbare situaties	66	0.8%	-	-	-

Uit de tabel blijkt dat de verschillen voor wegverkeer significant zijn: het blijkt dat de gewijzigde manier om de intensiteitsinformatie te beschouwen – afgeleid uit het verkeersmodel – een behoorlijk effect heeft. In het algemeen blijkt de emissie gedaald te zijn en zijn ook de gemiddelde verhoudingen tussen de dag-, avond- en nachtperiode flink gewijzigd: met de dagintensiteit als referentie is de gemiddelde avondintensiteit gedaald tov de dag en de nachtintensiteit gestegen.

Voor alle puntlocaties met een gemiddeld verschil hoger dan 2 dB werd nagegaan welke emissieparameters voornamelijk relevant waren voor dat verschil. Daarbij werd telkens in het algemeen gelet op de parameters intensiteit, snelheid en wegverharding. Op basis van het voorgaande blijkt alvast de intensiteit een zeer significante factor te zijn. Er zijn nauwelijks puntlocaties zijn waar de factoren 'gemiddelde snelheid' of 'wegdekcorrectie' duidelijk de bovenhand hebben om het verschil te verklaren en er treedt ook weinig differentiatie op in de gemiddelde emissieniveaus. Voor de meeste punten is de intensiteit verantwoordelijk, al dan niet samen met een van de andere factoren.

De hierna volgende tabel vat voor alle situaties – met een gemiddeld verschil > 2 dB – samen in welke mate de genoemde factoren relevant zijn voor het verschil in geluidsemissie. Hieruit blijkt des te meer dat het bijna steeds om de intensiteit gaat.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Tabel O-2 Analyse evaluatiepunten belangrijke wegen - relevante factoren

Categorie	Aantal punten	Percentage	Gemiddeld verschil in dB		
			Lday	Levening	Lnight
Evaluatiepunten gemiddeld verschil > 2 dB	3666	100.0%	-2.4	-4.5	-1.1
- relevante factor totaalintensiteit	3478	94.9%	-2.4	-4.5	-1.1
- relevante factor gemiddelde snelheid	896	24.4%	-3.5	-5.9	-2.2
- relevante factor wegdekcorrectie	1509	41.2%	-2.3	-4.3	-0.9

Uit de gemiddelde verschillen voor die situaties waar de gemiddelde snelheid gewijzigd is, blijkt dat deze nog negatiever worden ivm het algemene gemiddelde. Een wijziging van de snelheid zal dus overwegend vaker een daling dan een stijging van de diezelfde snelheid inhouden. Voor de wegdekcorrecties wijken de gemiddelde verschillen nauwelijks af van de algemene gemiddelden voor de verschilsituaties. De impact van de gewijzigde intensiteiten is te sterk om hier een tendens aan te duiden, maar wellicht houden stijgingen en dalingen van de emissiewaarden tgv de parameter wegdekcorrectie mekaar ongeveer in evenwicht.

O.2.2.2 Emissie spoorverkeer

In totaal zijn er voor spoorverkeer 1552 puntlocaties geanalyseerd waar de geluidsemisatie van ronde 2 en ronde 3 tegenover mekaar werden gezet. Voor ca 2/3 van de puntlocaties was het gemiddeld verschil – over dag, avond en nacht – kleiner dan 2 dB, voor een ruime 30% van de gevallen was het gemiddeld verschil groter dan 2 dB en in 6 gevallen – 0.4 % – was er geen vergelijking mogelijk. De cijfers liggen daarmee in dezelfde grootte-orde als voor wegverkeer, de verschillen blijken in het algemeen kleiner te zijn.

Wat betreft de moeilijk vergelijkbare situaties gaat het om enkele situaties waar de aangeleverde data maken dat een extra baanvak / spoorlijn beschouwd wordt die in de 2^{de} ronde van geluidskartering nog niet in gebruik genomen was of waarvoor geen data aangeleverd werden.

De gemiddelde verschillen zijn globaal genomen kleiner dan voor wegverkeer en het lijkt erop dat de emissiewaarden voor de 3^{de} ronde gemiddeld een beetje lager liggen dan voor de 2^{de} ronde. Zeker als we enkel de puntlocaties beschouwen met een gemiddeld verschil hoger dan 2 dB, blijkt dat daar de emissiewaarden gemiddeld genomen ongeveer 1 dB lager liggen, voornamelijk voor de dag- en nachtperiode. Voor de avondperiode is het verschil kleiner.

Tabel O-3 Analyse evaluatiepunten belangrijke spoorwegen - alle punten

Categorie	Aantal punten	Percentage	Gemiddeld verschil in dB		
			Lday	Levening	Lnight
Alle evaluatiepunten samen	1552	100.0%	-0.7	0.5	-0.8
- gemiddeld verschil < 2 dB	1037	66.8%	-0.3	0.9	-0.6
- gemiddeld verschil > 2 dB	509	32.8%	-1.3	-0.3	-1.2
- moeilijk vergelijkbare situaties	6	0.4%	-	-	-

Het is interessant om uit te maken welke parameters aan de basis liggen van deze verschillen. Analoog aan de analyse voor wegverkeer zijn de puntlocaties met gemiddelde verschillen hoger dan 2 dB nader onderzocht. Omdat de emissiewaarde daarbij een complexe samenstelling is van vele verschillende factoren werden voornamelijk volgende parameters vergeleken:

- de totale intensiteit, met name het totaal aantal voorbijkomende treineenheden,
- de gemiddelde snelheid, gewogen over alle voorbijkomende treineenheden,
- de indeling in categorieën van alle bijkomende treineenheden, met name de verhouding tussen de verschillende treincategorieën.

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voor sommige puntlocaties is duidelijk dat één van deze factoren de bovenhand heeft om het verschil te verklaren, voor andere punten zijn meerdere factoren evenwaardig. Onderstaande tabel vat die situaties samen waar één factor er duidelijk bovenuit steekt.

Tabel O-4 Analyse evaluatiepunten belangrijke spoorwegen - belangrijkste factoren

Categorie	Aantal punten	Percentage	Gemiddeld verschil in dB		
			Lday	Levening	Lnight
Evaluatiepunten gemiddeld verschil > 2 dB	509	100.0%	-1.3	-0.3	-1.2
- belangrijkste factor totaalintensiteit	122	24.0%	-1.1	0.7	-1.1
- belangrijkste factor gemiddelde snelheid	12	2.4%	1.3	2.2	1.3
- belangrijkste factor indeling categorieën	67	13.2%	-2.5	-3.2	-2.2
- combinatie meerdere relevante factoren	248	48.7%	-2.2	-0.9	-1.7
- andere factoren	60	11.8%	2.5	2.8	1.0

De vaakst voorkomende factor is de totaalintensiteit, waarbij de intensiteit voor de dag- en nachtperiode globaal genomen eerder blijkt te dalen, terwijl de avondintensiteit gemiddeld wat toeneemt in die gevallen. Daarnaast is ook de indeling in categorieën soms de belangrijkste factor, waarbij de emissiewaarden beduidend vaker dalen. Vaak gaat het om een gedeeltelijke verschuiving van eerder ouder treinmaterieel van categorie 2 naar nieuwer treinmaterieel in categorie 8 of een vermindering van het goederenverkeer. Het aantal situaties waar de gemiddelde snelheid de belangrijkste factor is, is erg beperkt, maar meestal gaat het daarbij om een stijging van de geluidsemisatie. Vaak heeft dat te maken met het feit dat de toegelaten snelheid op het – overeenkomstige – baanvak wat hoger ligt, in een aantal gevallen is ook de aangenomen maximale snelheid van het treinmaterieel gestegen.

In een beperkt aantal gevallen biedt geen enkele van de vermelde factoren een afdoende verklaring voor het waargenomen verschil en is er sprake van 'andere factoren'. De emissieparameters zijn immers niet de enige factoren die gewijzigd zijn: de emissiewaarden zelf – althans de berekening ervan – hebben immers ook een aantal belangrijke wijzigingen en correcties ondergaan. Ook wanneer de basisparameters helemaal niet gewijzigd zijn, kunnen er dus verschillen optreden in de emissiewaarden.

- Zo zijn er 2 nieuwe correcties 'bb13' en 'bb14' bepaald voor de spooropbouw die in de plaats gekomen zijn van de standaard opbouw met een respectievelijk gemiddeld effect van + 3.0 dB en + 1.5 dB. Voor alle spoorsegmenten is obv deze wijziging dus een stijging van de geluidsemisatie van toepassing.
- Dit wordt in vele gevallen gecompenseerd doordat voor de meeste types treinmaterieel een ruwheidscorrectie gedefinieerd is die rekening houdt met de lagere rail- en/of wielruwheid. Deze ruwheidscorrecties hebben op een enkele uitzondering na een daling van de emissiewaarden tot gevolg. Het globale effect is afhankelijk van de samenstelling van het treinverkeer.
- Tot slot wordt er aangenomen dat op het ganse spoornetwerk gemiddeld 40% van de goederenwagens een retrofit heeft ondergaan, zodat ook daar bij een gelijke intensiteit de impact van het goederenverkeer enigszins daalt, afhankelijk van de lokale bovenbouwcorrectie.

Voor die situaties waarin de basisparameters ongeveer gelijk zijn gebleven, maar het verschil in geluidsemisatie toch boven de 2 dB(A) uitstijgt en andere factoren dus een rol spelen, blijkt de emissie gemiddeld genomen gestegen te zijn. Verder onderzoek wijst uit dat het in de meeste gevallen gaat het om situaties waarin het treinmaterieel van categorie 2A een belangrijke rol speelt in de totale geluidsemisatie. Voor materieel van categorie 2A – rytuigen M4 en treinstellen AM80 – is een positieve ruwheidscorrectie gedefinieerd: dat betekent dat de geluidsemisatie daardoor ca 1 dB(A) hoger ligt dan voor de standaard categorie 2. Wanneer dit gecombineerd wordt met een spooropbouw van het type 'bb13' komt de gemiddelde stijging al gauw boven de drempel van 2 dB(A) verschil uit. Soms wordt het effect nog enigszins versterkt door het feit dat de aangenomen maximale snelheid van hetzelfde treinmaterieel gewijzigd is van 140 naar 160 km/u. Op baanvakken waar deze snelheid toegelaten is, kan dat dus een bijkomende rol spelen.

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Daarnaast zijn er een beperkt aantal gevallen waar de emissiewaarden gedaald zijn bij ongeveer gelijke basisparameters. Daarbij gaat het steeds om een situatie waar het treinverkeer in belangrijke mate bestaat uit treinmaterieel van categorie 8A. De bijhorende ruwheidscorrectie verlaagt de geluidsemis­sie met ongeveer 7 dB(A) in vergelijking met de standaard categorie 8, wat in die situaties een belangrijk effect heeft op de globale geluidsemis­sie van het samengestelde treinverkeer.

In ongeveer de helft van de beschouwde situaties gaat het evenwel om een combinatie van meerdere factoren, waarvan de percentages waarin de verschillende factoren relevant zijn weergegeven zijn in onderstaande tabel.

Tabel O-5 Analyse evaluatiepunten belangrijke spoorwegen - relevante factoren

Categorie	Aantal punten	Percentage	Gemiddeld verschil in dB		
			Lday	Levening	Lnight
Evaluatiepunten gemiddeld verschil > 2 dB	509	100.0%	-1.3	-0.3	-1.2
- relevante factor totaalintensiteit	347	68.2%	-1.9	-0.4	-1.6
- relevante factor gemiddelde snelheid	79	15.5%	1.8	2.6	1.3
- relevante factor indeling categorieën	271	53.2%	-3.1	-2.2	-2.4
- andere factoren	60	11.8%	2.5	2.8	1.0

Ook hier blijken de totaalintensiteit en de indeling in categorieën de meest relevante factoren te zijn. Dezelfde observaties wat betreft de bijhorende overwegende toenames of afnames van emissiewaarden blijven van toepassing.

O.3 Vergelijking van het immissieniveau

In essentie is gevraagd om een vergelijking van de geluidscontouren zoals deze berekend zijn voor ronde 2 en ronde 3. Een vergelijking van geluidscontouren is niet evident, aangezien een geluidscontour het resultaat is van een interpolatie van een raster van een continue grootheid, in dit geval een geluidsniveau. Uiteraard kunnen meerdere contouren op kaart uitgezet worden en visueel vergeleken worden, maar het is de bedoeling om de zones ook wat duidelijker te kunnen situeren en een relatie te leggen met oorzaken voor eventuele grote verschillen.

Het opmaken van een verschilkaart voor een globale visuele vergelijking is uiteraard ook mogelijk, maar vraagt een zeer groot gebied dat visueel moet worden 'geanalyseerd'. Bovendien zal een dergelijke methode zeer veel lokale – kleine en grote – verschillen opleveren die, door de aard van de verschillen in gebruikte gegevens voor ronde 2 en ronde 3, niet altijd even relevant zijn voor het grotere plaatje.

Om de hoeveelheid te verwerken informatie enigszins redelijk te houden en tegelijkertijd toch zo veel mogelijk relevante informatie op te leveren, is in het verleden een methodologie uitgewerkt die toelaat om die zones te identificeren waar de belangrijkste verschillen optreden in termen van grootte van de verschillen en hun frequentie van voorkomen. Deze zones kunnen dan als geheel nader bestudeerd worden op zoek naar de oorzaken die aan de basis daarvan liggen. Dezelfde methodologie wordt hier op gelijkaardige wijze toegepast.

O.3.1 Methodologie

De uitgewerkte methode bestaat in essentie uit 2 grote stappen. Eerst worden de immissieresultaten voor ronde 2 en ronde 3 met mekaar vergeleken adhv spot-checks, waarbij op regelmatige punten het verschil wordt aangegeven tussen de berekende geluidsniveaus voor ronde 2 en ronde 3. Nadien worden deze puntsgewijze vergelijkingen samengevat tot meer globale verder te onderzoeken aandachtszones.

O.3.1.1 **Stap 1: Aanmaak puntenbestand ronde 2**

In deze stap worden de geluidsniveaus uit ronde 2 omgezet tot afzonderlijke puntenbestanden voor weg- en spoorverkeer.

Om de hoeveelheid punten te beperken wordt vertrokken van een regelmatige puntenlaag met een stapgrootte van 50m. Daarbij komen de locaties van de punten exact overeen met de centerpunten van de gridcellen uit de rasterberekeningen.

Daarnaast worden nog enkele bijkomende voorwaarden opgelegd aan de te beschouwen punten :

- Er worden enkel punten geselecteerd uit ronde 2 waarvoor de parameter L_{den} hoger is dan 55 dB of de parameter L_{night} hoger is dan 50 dB. Op die manier worden enkel die zones beschouwd waarvoor de immissieniveaus relevant zijn voor visualisatie van geluidskarten en bepaling van de blootstelling.
- De geselecteerde punten moeten op een afstand van meer dan 10m liggen van de geluidsbronnen van ronde 2 en ronde 3. De netwerken van ronde 2 en ronde 3 kunnen enigszins verschillen, waardoor het evident is dat op korte afstand van deze bronnen soms relatief grote verschillen kunnen optreden die een banale oorzaak hebben en er verder weinig toe doen.
- Tenslotte moeten de geselecteerde punten meer dan 2m verwijderd zijn van gebouwen uit ronde 2 en ronde 3. De gebruikte gebouwenlagen zijn eveneens verschillend waardoor zich voor punten in of kortbij gebouwen ook belangrijke verschillen kunnen voordoen die geen verdere verklaring behoeven.

Deze stap resulteert dus in puntenlagen met de gefilterde resultaten voor ronde 2, zowel voor wegverkeer – belangrijke plus aanvullende wegen - als voor spoorverkeer, waarbij voor elk punt de geluidsniveaus L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} en L_{den} uit ronde 2 zijn toegevoegd als attribuut informatie.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voorbeelden van de resulterende puntenbestanden voor de immissie van weg- en spoorverkeer worden getoond in onderstaande figuren.

Figuur O-2 Voorbeelden puntenbestanden immissie



O.3.1.2 Stap 2: Ruimtelijke koppeling met niveaus ronde 3

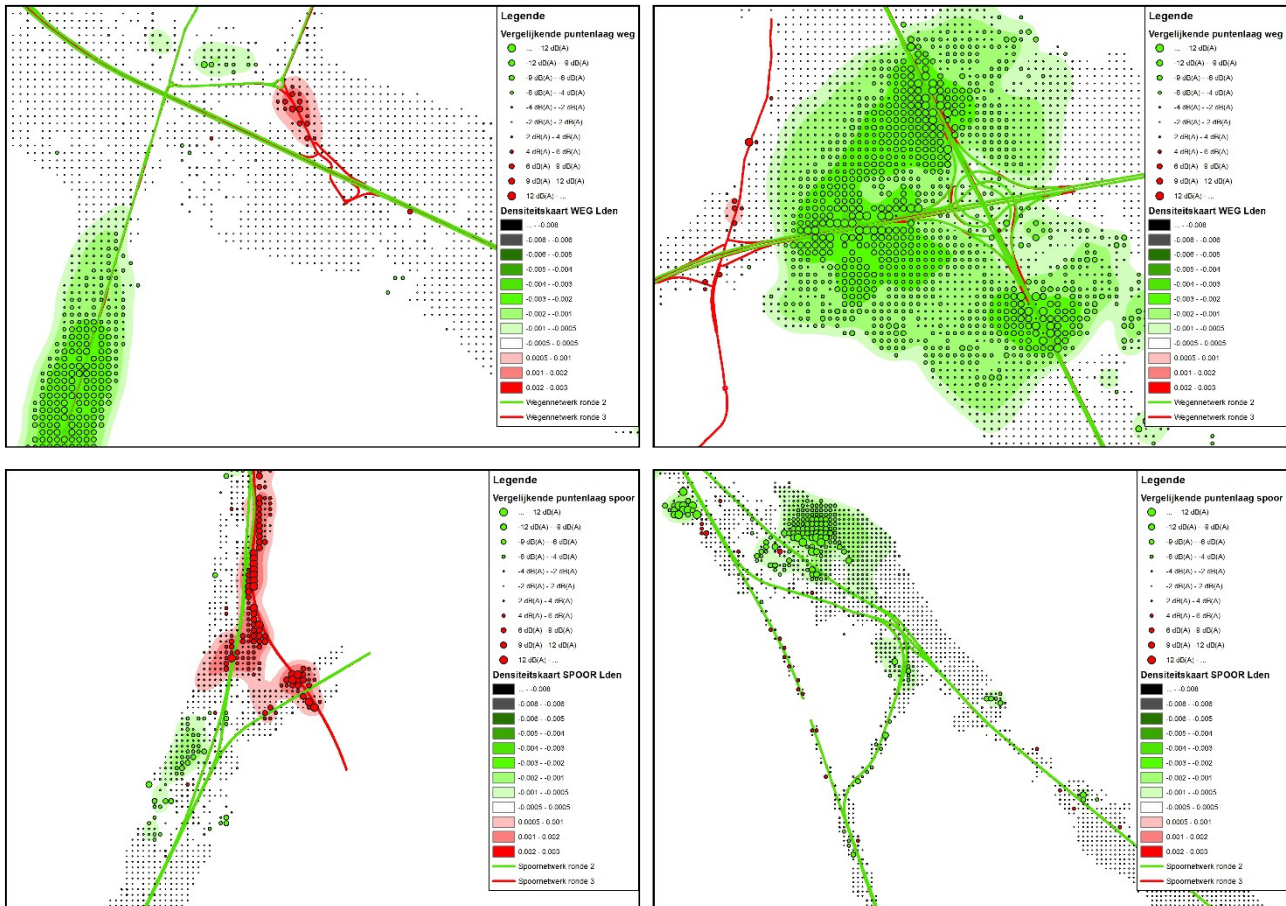
De puntenbestanden met de geluidsniveaus van de 2^{de} ronde worden nu gekoppeld met de berekende geluidsniveaus voor ronde 3. Hiertoe worden de individuele rasterbestanden per provincie en voor de agglomeraties eerst samengevoegd tot gebiedsdekkende bestanden voor de beschouwde parameters. In een GIS omgeving worden vervolgens op de beschouwde punten de geluidsniveaus van de 3^{de} ronde bepaald. Voor elk punt wordt tenslotte het verschil in geluidsniveau berekend voor de parameters L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} en L_{den} .

O.3.1.3 Stap 3: Visualisatie van de verschillen

Omwille van het grote aantal punten dat wordt beschouwd in deze analyse, is het niet mogelijk om rechtstreeks op basis van de puntenbestanden na te gaan in welke zones de grote verschillen optreden. Daarom worden de puntenbestanden voorzien van bijkomende dichtheidskaarten die worden aangemaakt door de individuele verschillen in geluidsniveaus op de beschouwde punten uit te spreiden over een afstand van 200m waarbij de invloed daalt met de afstand. De hoogte van de dichtheid geeft daarbij aan in welke mate de punten binnen een zoekradius van 200m grote verschillen vertonen en houdt ook rekening met de frequentie waarmee de verschillen voorkomen. Door toepassing van een geschikte symbologie, kunnen zowel grote positieve als negatieve verschillen op een efficiënte manier worden gevisualiseerd. Deze kaarten worden aangemaakt voor zowel weg- als spoorverkeer voor de parameter L_{den} .

In de onderstaande figuren zijn voorbeelden van deze densiteitskaarten opgenomen als hulpmiddel voor de vergelijking van de verschillen in geluidsniveaus voor de parameter L_{den} .

Figuur O-3 Voorbeelden densiteitskaarten L_{den}



O.3.2 Analyse van de verschillen

In totaal zijn obv de voorgaande methodologie puntenlagen met verschillen in geluidsniveaus aangemaakt voor wegverkeer en spoorverkeer met respectievelijk ruim 562 000 en 97 000 relevante puntlocaties. Met de daaruit resulterende densiteitskaarten is het mogelijk om die zones te identificeren waar de grootste verschillen optreden en daar meer in detail te bestuderen welke elementen daarvoor verantwoordelijk zijn. Het verschil in geluidsimmissie zal regelmatig verschillend zijn voor de dag-, avond- en nachtperiode, maar omdat dat louter te maken heeft met de gewijzigde verhoudingen van de geluidsemmissie, die reeds eerder behandeld werd, wordt in de eerste plaats gewerkt met de puntenlagen en densiteitskaarten voor de parameter L_{den} , zoals in bovenstaande figuren geïllustreerd is.

Dat er behoorlijke verschillen in de geluidsimmissie kunnen optreden, mag niet verwonderen. Naast wijzigingen in de emissieparameters, die eerder behandeld zijn, zijn er ook wat betreft het overdrachtsmodel belangrijke wijzigingen aangebracht. Zo is er meer aandacht besteed aan de op- en afritten die belangrijke wegen met mekaar verbinden door deze vaker op te nemen in het model. Het terreinmodel is volledig vernieuwd en de gebouwenlaag is nu gebaseerd op 3D GRB ipv CADMAP. Dat heeft tot gevolg dat ook gebouwhoogtes op een andere manier beschouwd worden.

De gegevenslaag die het bodemeffect beschrijft is waar mogelijk bijgewerkt met gegevens van recentere datum en in de omgeving van een aantal steden is een groter detail toegevoegd. En tenslotte zijn uiteraard ook bijkomende geluidsschermen geplaatst. Een aantal mogelijke oorzaken zijn dus reeds vooraf gekend en het komt er vooral op aan om een indicatie te krijgen van hoe frequent ze voorkomen. Daarnaast moeten ook andere oorzaken geïdentificeerd worden.

O.3.2.1 Verduidelijking van de waargenomen effecten

In wat volgt worden een aantal waargenomen effecten beschreven waarvan de frequentie van voorkomen verderop in § O.3.2.2 en § O.3.2.3 geduid wordt. De meeste effecten treden op bij de vergelijking van zowel wegverkeer als spoorverkeer, maar er zijn ook een aantal effecten die specifiek voor een van beiden zijn.

O.3.2.1.1 Wijziging emissie

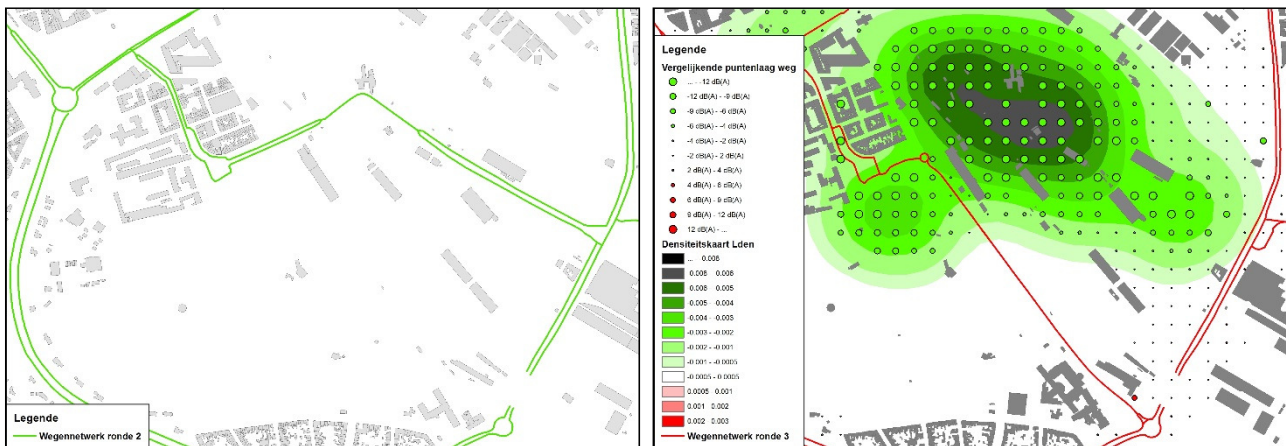
Het is evident dat het meest eenvoudige effect dat kan optreden dat van een wijziging van de geluidsemissie is. Aan de hand van de in § O.2.2 geanalyseerde puntlocaties, kan eenvoudig nagegaan worden of het effect dat waarneembaar is in de geluidsimmissie – geheel of gedeeltelijk – overeenkomt met het positieve of negatieve effect op de geluidsemissie in dezelfde zone. Heel vaak zal dat inderdaad het geval zijn en regelmatig zal dit effect zelfs de enige oorzaak zijn voor het waargenomen verschil in geluidsniveau.

O.3.2.1.2 Wijziging netwerk

In het algemeen hebben de netwerken nog weinig wijzigingen ondergaan tov ronde 2. Voor spoorverkeer is hier en daar de locatie van de individuele sporen wat aangepast of zijn één of meerdere parallelle sporen toegevoegd, maar dat heeft zelden grote effecten. Ook voor wegverkeer komen belangrijke wijzigingen slechts af en toe voor.

Een voorbeeld van een belangrijke wijziging is weergegeven in onderstaande figuren die betrekking hebben op de N34 in de omgeving van Oostende ter hoogte van de aansluiting met de R31. Dit is trouwens een wijziging die manueel aan het wegennetwerk werd aangebracht bij de dataverwerking omdat in deze zone geen goede match werd gevonden voor het routesysteem met het Wegenregister: het oude traject had immers geen aansluiting meer met de R31 zodat het spaak liep in de conversie. De aansluiting van de N34 met de R31 is verplaatst over een afstand van ongeveer 500m.

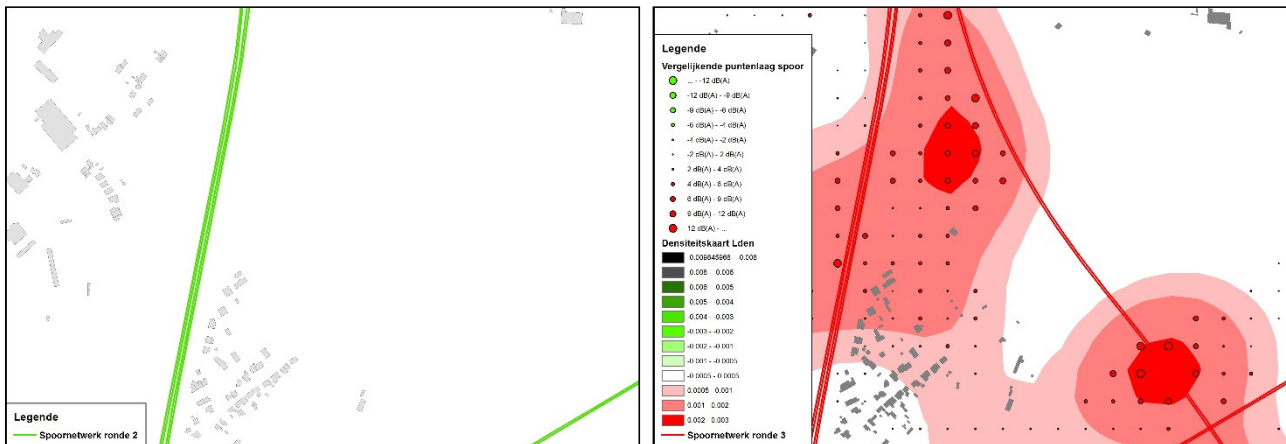
Figuur O-4 Illustratie wijziging netwerk



O.3.2.1.3 Effect bijkomende (spoor)wegen en randeffecten

Enigszins verwant aan het voorgaande is het feit dat zowel voor wegverkeer als voor spoorverkeer af en toe bijkomende (spoor)wegen beschouwd zijn die in ronde 2 niet in rekening gebracht werden. Voor spoorverkeer is dat in deze opdracht eerder zeldzaam, voor wegverkeer komt dat iets vaker voor. Dat betekent dat lokaal de immissieniveaus beduidend hoger kunnen liggen, zoals geïllustreerd in onderstaande figuren. Het betreft hier (een deel van) lijn 25N ten zuiden van Mechelen dat in ronde 2 niet in het model opgenomen was.

Figuur O-5 Illustratie bijkomende spoorweg

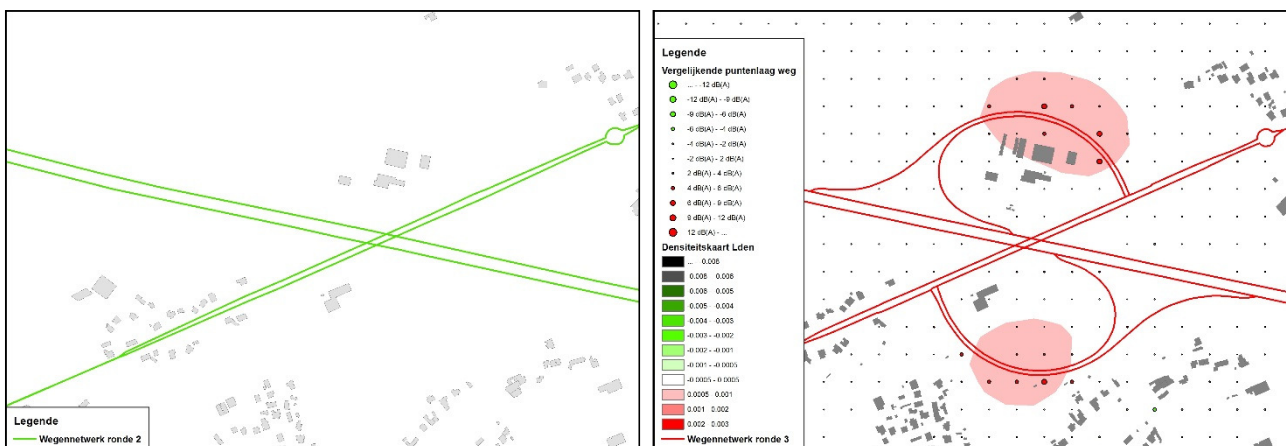


Ook voor wegverkeer komen dergelijke effecten regelmatig terug: wegsegmenten die in ronde 2 niet beschouwd werden maar in ronde 3 wel opgenomen werden. Het omgekeerde geldt in principe niet: alle wegsegmenten die in ronde 2 zijn beschouwd, zijn eveneens opgenomen in ronde 3 indien er daarvoor in het verkeersmodel intensiteitsgegevens beschikbaar waren.

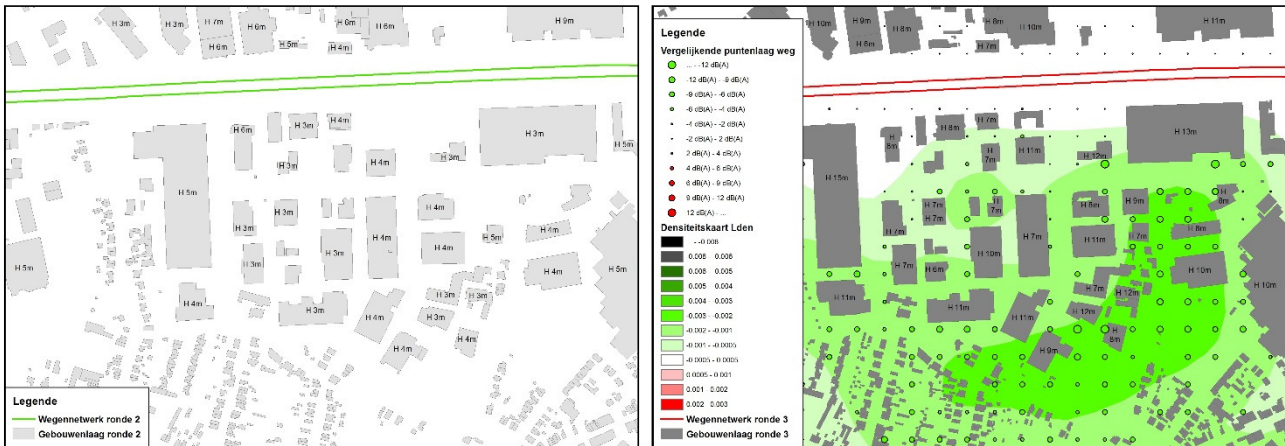
O.3.2.1.4 Effect bijkomende op- / afritten wegverkeer

Een effect dat typisch is voor wegverkeer en eveneens vergelijkbaar is met de voorgaande effecten, is de aanwezigheid van bijkomende op- en afritten in het model die in ronde 2 niet beschouwd werden. Daar werd bij deze opdracht meer aandacht aan besteed, er waren daartoe ook meer intensiteitsgegevens beschikbaar. Onderstaande figuren geven een typisch voorbeeld. Het effect is vaak klein, soms zelfs verwaarloosbaar, maar duikt hier en daar wel op in de densiteitskaarten.

Figuur O-6 Illustratie bijkomend op- & afrittencomplex



Figuur O-8 Illustratie wijziging gebouwhoogtes

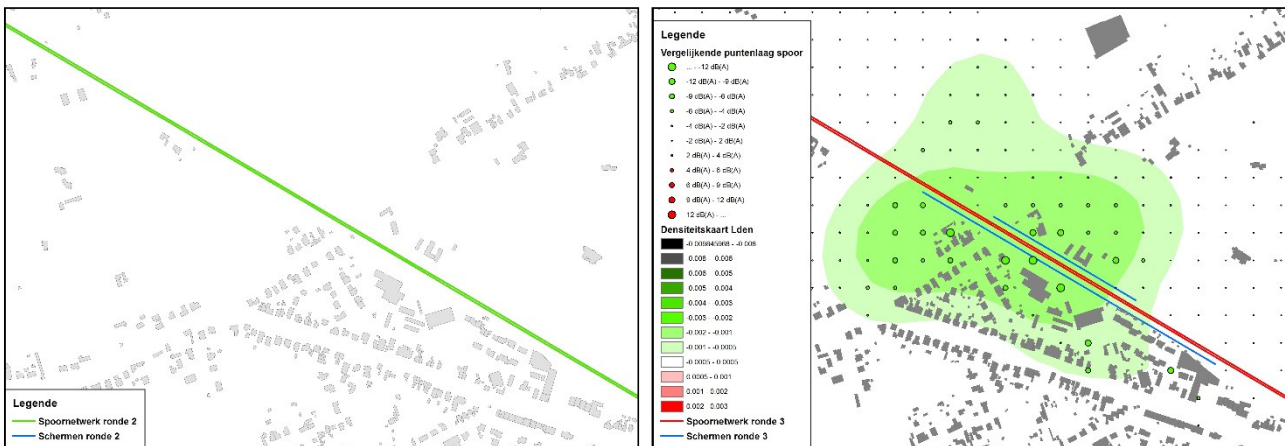


Het is moeilijk om de frequentie van voorkomen aan te tonen, omdat het effect niet altijd zeer groot is en bovendien ook vaak zal optreden in combinatie met andere effecten. Dat maakt het lastig om dit effect altijd en overal te identificeren, maar voor grote verschillen zoals in bovenstaand voorbeeld is het wel eenvoudig te herkennen.

O.3.2.1.7 Wijziging geluidsschermen

Het is evident dat wijzigingen aan de geluidsschermen een effect zullen hebben op de resulterende geluidsniveaus. Waar nieuwe geluidsschermen aan de gegevens toegevoegd zijn is dat uiteraard een gewenst effect, aangezien achter het scherm de geluidsniveaus zullen dalen, zoals geïllustreerd wordt in onderstaande figuren.

Figuur O-9 Illustratie wijziging geluidsschermen



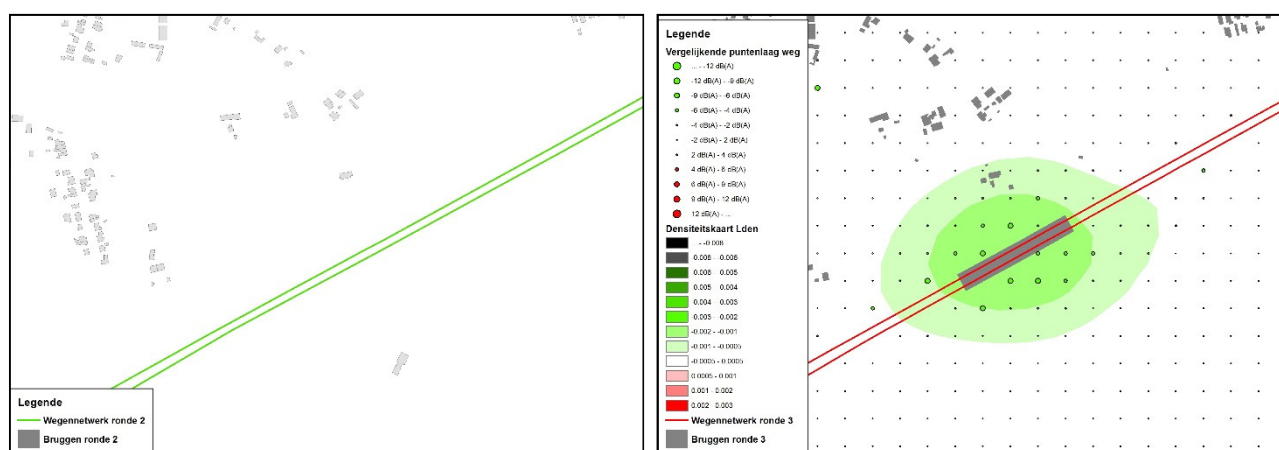
Daarnaast zijn in enkele gevallen de geluidsschermen zoals ze in de 2^{de} ronde van geluidskartering beschouwd zijn vervangen door meer nauwkeurig – met absolute coördinaten – gemodelleerde elementen. De betere positionering in combinatie met de meer nauwkeurigere netwerkgeometrie zorgt hier en daar voor verschillen in de geluidsimmissie maar wellicht ook nauwkeuriger resultaten.

O.3.2.1.8 Effect aanwezigheid brug

De manier van omgaan met brucelementen is niet gewijzigd bij deze 3^{de} ronde van geluidskartering ivm ronde 2. Toch worden er in een beperkt aantal gevallen nog verschillen zichtbaar ter hoogte van deze bruggen. Dat heeft echter vooral te maken met het feit dat ook het terreinmodel gewijzigd is, nl een overstap van DHM I naar het recentere – en meer gedetailleerde – DHM II. Soms heeft de update van het terrein tot gevolg dat op bepaalde locaties waar in ronde 2 het (spoor)wegvlak werd voorgesteld door het terrein een extra brucelement noodzakelijk is om de (spoor)weg op de correcte hoogte te positioneren en de afscherming van de rand van het (spoor)wegvlak nauwkeuriger weer te geven. Het omgekeerde is evenzeer mogelijk.

Onderstaande figuren geven een voorbeeld weer van een situatie waar in ronde 2 geen brucelement noodzakelijk was omdat het terrein daar op het niveau van het wegvlak – weg in verhoogde aanleg – gelegen was, waar dat niet meer het geval was bij gebruik van DHM II in ronde 3. Doordat de immissiepunten vlak naast het brugvlak lokaal nu onder het niveau van het brugvlak gelegen zijn en er wat extra afscherming optreedt, liggen de immissiewaarden er lokaal iets lager.

Figuur O-10 Illustratie effect aanwezigheid brug



Daarnaast maakt dit dat er binnen het brugvlak immissieniveaus berekend worden – steeds op 4m relatieve hoogte – op punten die onder het brucelement gelegen zijn en waar de geluidsbron in belangrijke mate afgeschermd wordt. Daar is het effect echter zeer lokaal met beduidend lagere geluidsniveaus en in se verandert er weinig voor de berekening rondom: het is vooral de hoogte van de berekende immissiepunten tov het terrein en de geluidsbron die verschilt.

Soms is het verschil ook subtieler doordat het terreinniveau in DHM II kleinere wijzigingen ondergaat ivm DHM I. Het gaat dan niet om het zwart / wit verschil tussen het wel of niet aanwezig zijn van een brucelement, maar om beperkte aanpassingen aan het brucelement zelf.

O.3.2.1.9 Wijziging terrein

Een reeks verschillen vallen onder de algemene noemer 'wijziging terrein' en vinden hun oorsprong in hoofdzaak in het eerder al aangegeven feit dat het terreinmodel in ronde 3 – obv DHM II – lokaal een aantal flinke wijzigingen heeft ondergaan ivm DHM I. DHM I zoals dat gebruikt werd voor de vorige rondes van geluidskartering was een relatief oud terreinmodel obv opnames in de periode 2001-2004 terwijl de opnames van DHM II van beduidend recentere datum zijn in de periode 2013-2015. Uiteraard hebben er zich in tussentijd een hele reeks infrastructuurwerken voorgedaan langsheen of in de omgeving van de beschouwde (spoor)wegen die in sommige gevallen een significante impact kunnen hebben op de geluidsoverdracht.

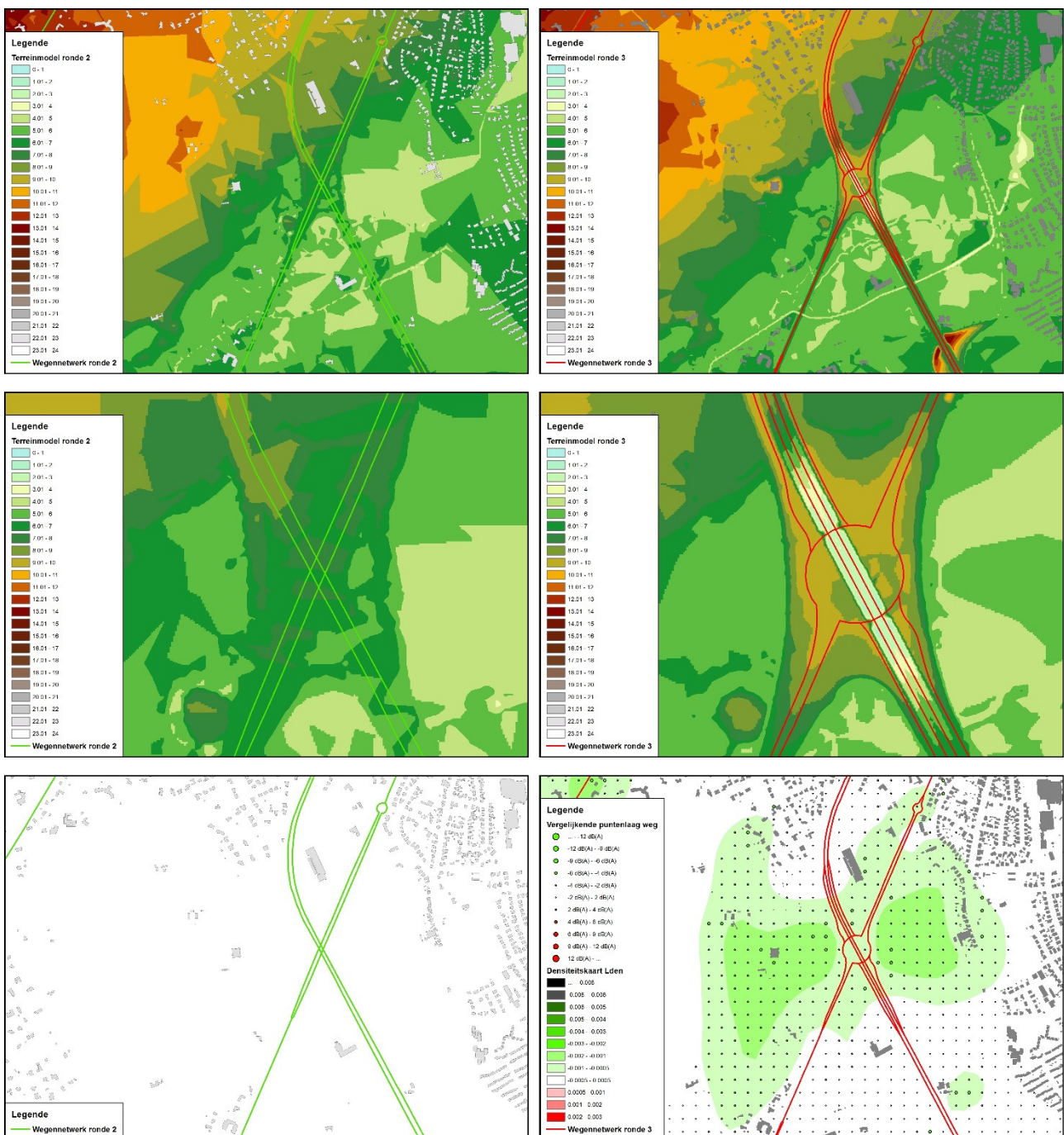
Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Deze wijzigingen kunnen verschillende vormen en significantie van het effect aannemen: het kan gaan om een ingrijpende heraanleg van een (spoor)weg die ook in het model beschouwd wordt of een zone vlak langs een van de beschouwde (spoor)wegen. Maar het kan ook gaan om een eenvoudige berm langs een (spoor)weg, al dan niet met als specifiek doel het beperken van de geluidsoverdracht. Voor de verschillende vormen wordt hieronder een voorbeeld getoond.

In onderstaande figuren wordt een voorbeeld getoond van de heraangelegde N31 gelegen tussen de E40 en de stad Brugge. Centraal in de figuur is het kruispunt met de N397 nu ongelijkgronds aangelegd, waarbij de hoofdweg gedeeltelijk verdiept is met daarboven een rotonde en bijhorende verkeerswisselaar. De bijkomende afscherming van het terrein voor de hoofdweg zorgt ervoor dat de geluidsniveaus in de omgeving afnemen.

Figuur O-11 Illustratie wijziging terrein heraangelegde weg

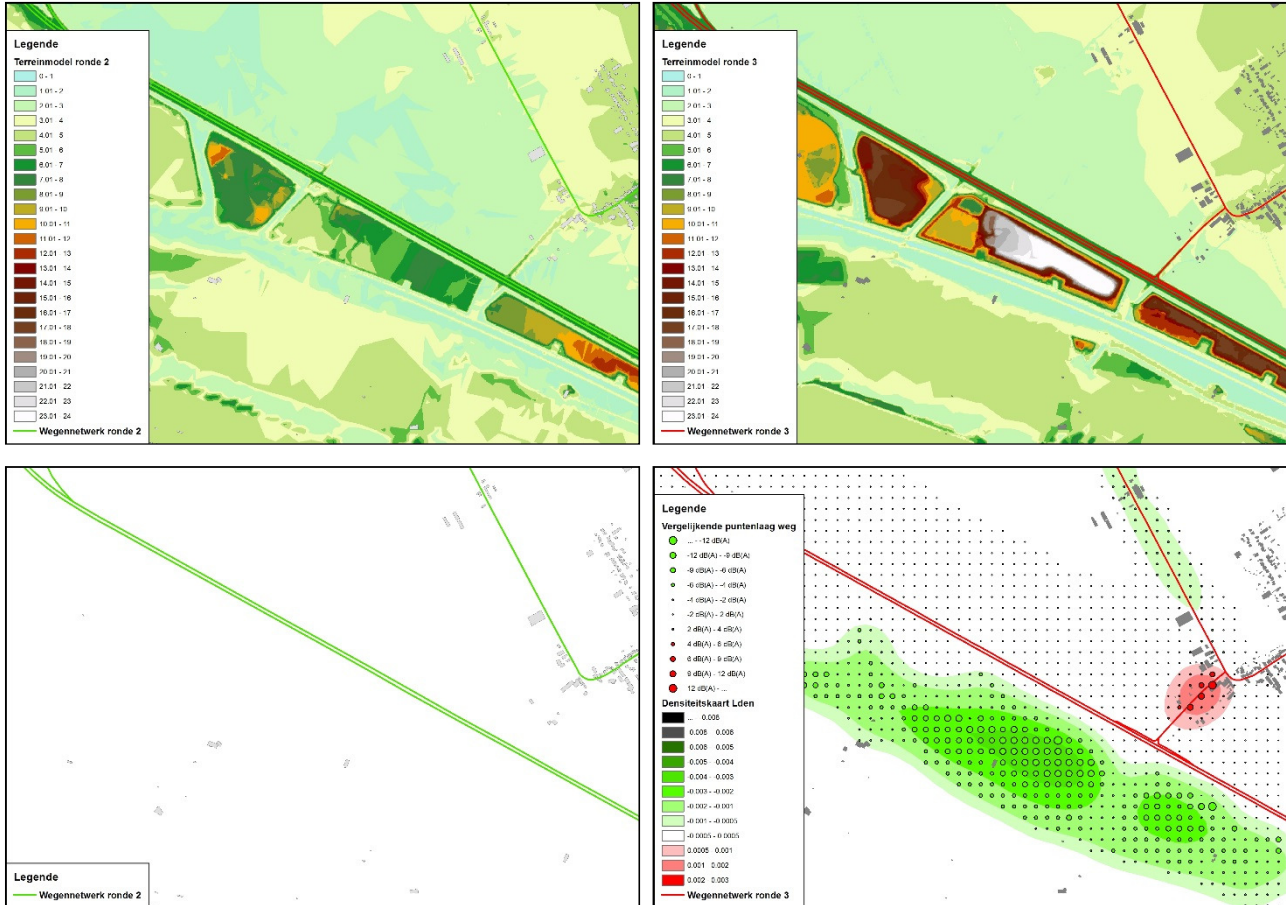


Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Ook infrastructuurwerken naast een beschouwde weg kunnen een relevante impact hebben zoals in onderstaande figuren weergegeven is. De terreinniveaus langs de A12 ter hoogte van de berging van het baggerslib in de buurt van het AMORAS project zijn dermate gewijzigd dat de afscherming er plaatselijk flink is toegenomen, met een daling van de geluidsniveaus op en achter de nieuwe terreinophogingen tot gevolg.

Figuur O-12 Illustratie wijziging terrein infrastructuurwerken

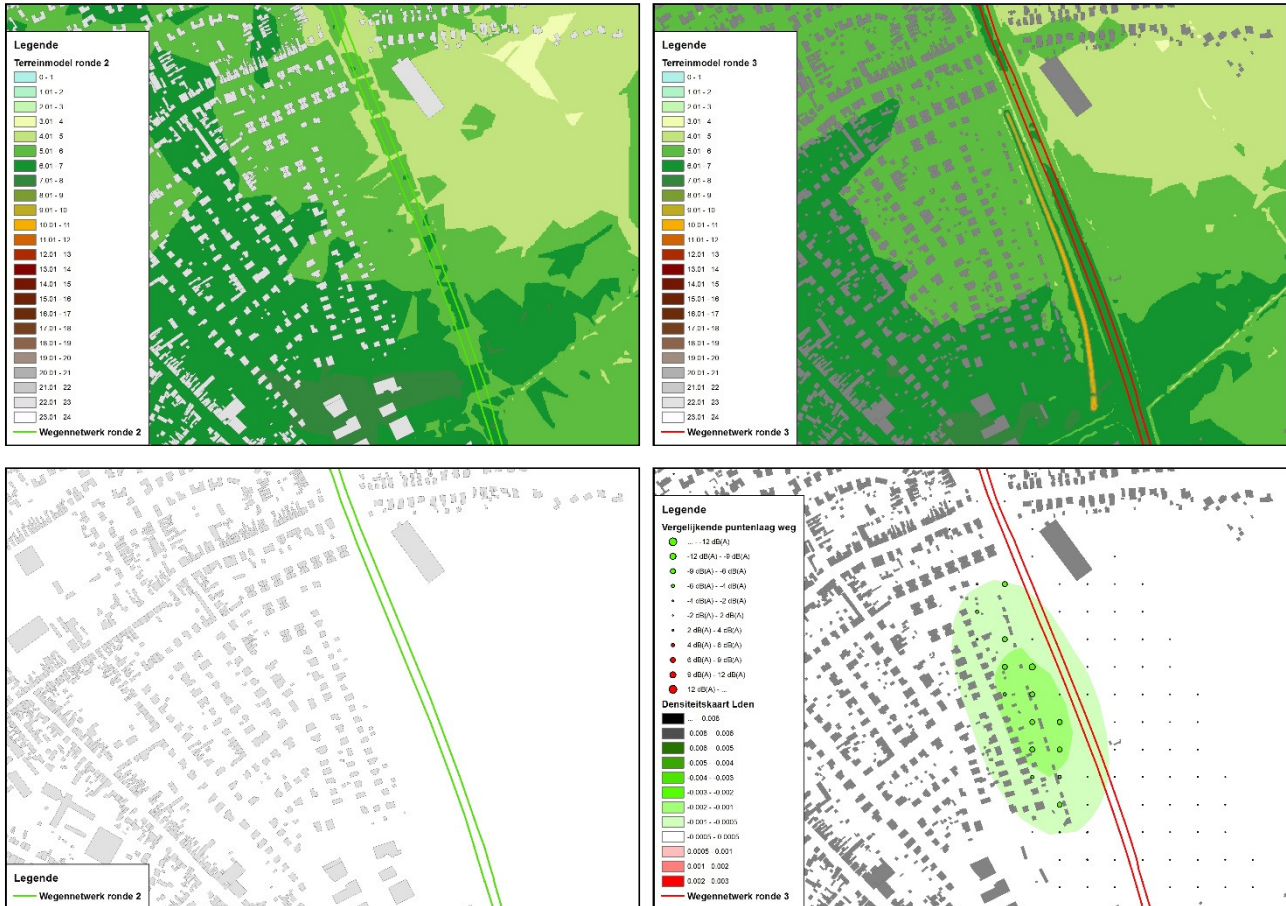


Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Ook nieuwe bermen verschijnen door de update van het terreinmodel in de verwerkte data en de opgebouwde IMMI modellen zoals in onderstaand voorbeeld langs de R4 ter hoogte van een woonwijk in Zelzate waar een nieuwe berm met een hoogte van ca 5m aangelegd is.

Figuur O-13 Illustratie wijziging terrein nieuwe berm

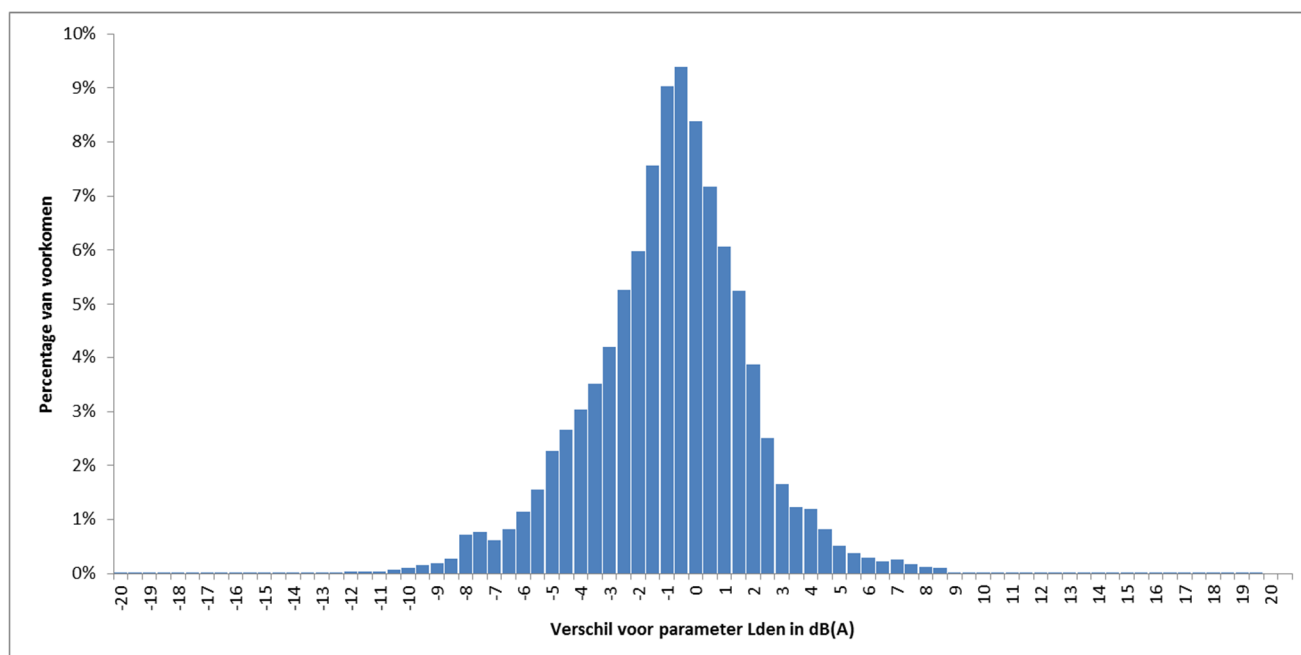


Naast de belangrijke wijzigingen in de terreinniveaus zelf maakt wellicht ook het grotere detail in het terreinmodel – basis 2m raster ipv 5m raster op korte afstand van de bron – in sommige gevallen dat de schermwerking van het terrein enigszins gewijzigd is: het kan een aantal terreinranden – zoals bv bermen – scherper integreren in de modellen. Het effect ervan is echter relatief klein en daardoor moeilijker te identificeren tussen alle andere, meer significante verschillen.

O.3.2.2 Immissie wegverkeer

Voor wegverkeer bestaat de opgemaakte laag met puntlocaties waarop de immissieresultaten vergeleken werden uit ruim 562 000 punten. Als we op een statistische manier kijken naar de verschillen voor de parameter L_{den} , dan krijgen we het beeld zoals weergegeven in onderstaande grafiek.

Figuur O-14 Statistische analyse immissieverschillen wegverkeer



Het gemiddelde verschil voor de immissie en de parameter L_{den} is gelijk aan -1.2 dB(A), de mediaan – percentiel 50 – gelijk aan -1.0 dB(A). Het interval dat 80% van de waarden omvat en begrensd is door de percentielen 10 en 90 is gelijk aan $[-4.8$ dB(A) – 1.9 dB(A)] en is dus niet gecentreerd rond 0, maar vertoont wel ongeveer dezelfde afwijking als voor de gemiddelde waarden. Het blijkt dat de immissieniveaus in het algemeen gedaald zijn, maar dat heeft ongetwijfeld in belangrijke mate te maken met de emissiewaarden die globaal ook afgenomen zijn zoals we eerder al konden vaststellen bij de vergelijking van de emissie.

Op basis van de visuele informatie van de densiteitskaarten voor L_{den} werd bovendien het ganse beschouwde netwerk van belangrijke en aanvullende wegen beschouwd. Alle relevante zones werden gemarkeerd en er werden telkens een of meerdere aanduidingen gemaakt van de oorzaken voor de in die zone optredende meest relevante verschillen. Daarbij gaat het uiteraard regelmatig om een combinatie van factoren.

Voor wegverkeer werden in totaal 1263 zones gemarkeerd met een verhoogde densiteit van positieve of negatieve verschillen. Als we kijken naar de achterliggende oorzaken, dan komen deze in volgende percentages voor als we deze indelen naar de verschillende beschreven effecten in § O.3.2.1.

Tabel O-6 Frequentie van voorkomen effecten - gemarkeerde zones wegverkeer

Categorie	Aantal zones	Percentage
Wijziging emissie	917	72.6%
Wijziging netwerk	8	0.6%
Effect bijkomende (spoor)wegen en randeffecten	60	4.8%
Effect bijkomende oprit / afrit wegverkeer	39	3.1%
Wijziging gebouwenlaag	85	6.7%
Wijziging gebouwhoogtes	149	11.8%
Wijziging geluidsschermen	27	2.1%
Effect aanwezigheid brug	10	0.8%
Wijziging terrein	74	5.9%

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voor wegverkeer zijn er eigenlijk geen effecten terug te vinden die vooraf niet voorspeld konden worden. Dat in driekwart van de gevallen een wijziging van de immissie geheel of gedeeltelijk te brengen is tot een gewijzigde geluidsemissie is niet verwonderlijk gezien de relatief grote verschillen op dat vlak. De andere factoren komen veelal slechts voor in slechts enkele procenten van de gevallen, een relevante wijziging van de gebouwhoogtes in ongeveer 1 op de 10 onderzochte zones. Dat laatste is ook enigszins te verwachten, aangezien de verschillen in gebouwhoogtes soms significant kunnen zijn. Bovendien is het een effect dat bij belangrijke verschillen in hoogte relatief eenvoudig te identificeren is adhv de dichtheitskaarten: als de verschillen ter hoogte van de bron erg klein zijn en deze beduidend negatief worden voorbij de eerstelijnsbebouwing zonder dat de gebouwenlaag zelf significant gewijzigd is, dan is de kans erg groot dat de gewijzigde gebouwhoogtes de oorzaak zijn.

Andere meer relevante effecten betreffen de bijkomende wegen en op/afritten die beschouwd worden in het wegennetwerk, samen ongeveer 8% van de onderzochte zones. Deze stammen uit de manier waarop het te beschouwen netwerk vastgelegd is en het feit dat er uit het verkeersmodel meer relevante informatie beschikbaar is wat betreft intensiteit, zodat ook meer wegen als belangrijke of aanvullende wegen konden geïdentificeerd worden.

Uiteraard maakt ook de wijziging van de gebouwenlaag – met als basisgegevens 3D GRB ipv CADMAP – een relevant deel uit van de waargenomen verschillen. Qua aantal situaties minder relevant geldt hetzelfde voor de geluidsschermen, waar het vooral gaat over nieuwe geluidsschermen en het bijhorende gewenste effect.

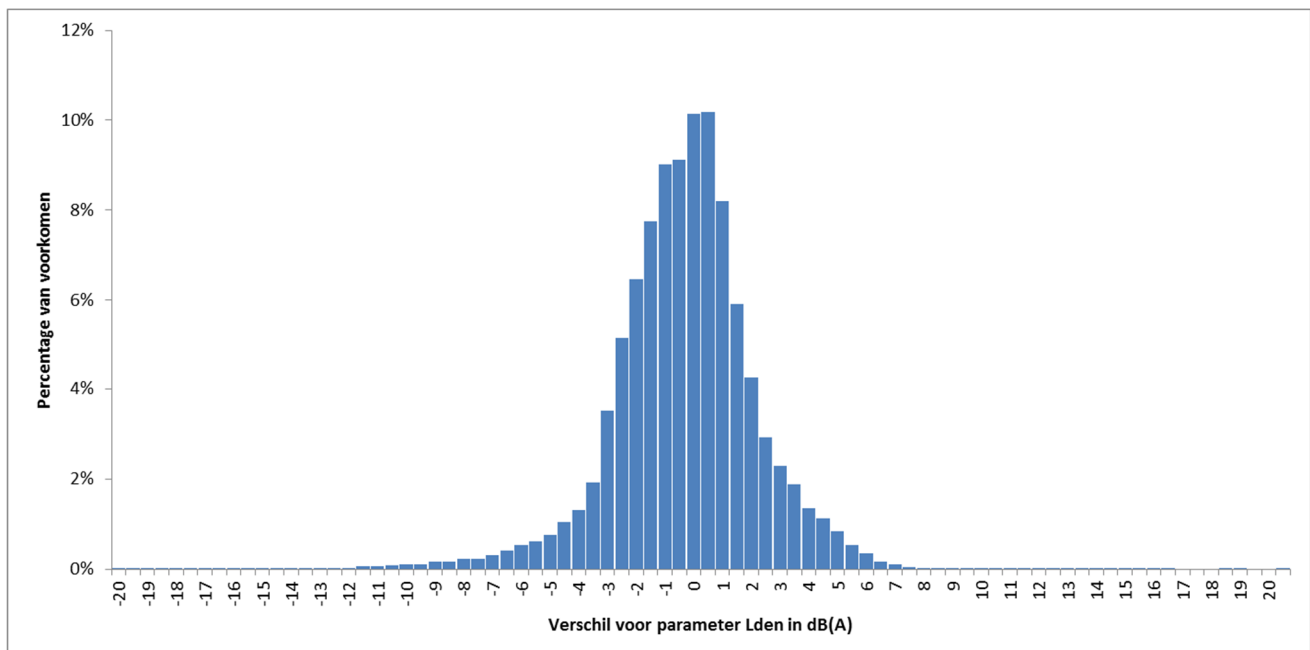
Een laatste groep effecten hangt samen met het gewijzigde terreinmodel, waar de update van de verouderde DHM I data een aantal significante effecten introduceert. In een beperkt aantal gevallen heeft dit ook gevolgen voor de aangemaakte bruggenlaag, wat op zijn beurt een aantal bijkomende verschillen verklaart. Wijzigingen aan de netwerkgeometrie zelf kunnen slechts in een beperkt aantal gevallen een verklaring bieden voor de waargenomen verschillen.

Voor alle duidelijkheid : deze percentages slaan alleen op de beschouwde relevante zones met een relatief grote dichtheid wat betreft de verschillen in geluidsimmissie. Daarnaast zijn er ook nog vele zones waar de verschillen relatief klein zijn of positieve en negatieve verschillen mekaar zo sterk afwisselen dat de slotsom neutraal is.

O.3.2.3 Immissie spoorverkeer

Voor spoorverkeer is een laag afgeleid met ruim 97 000 puntlocaties waarop de immissieresultaten vergeleken werden voor ronde 2 en ronde 3. Een statistische analyse van de verschillen voor de parameter Lden geeft het beeld zoals weergegeven in onderstaande grafiek.

Figuur O-15 Statistische analyse immissieverschillen spoorverkeer



Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Het gemiddelde verschil voor de immissie en de parameter L_{den} is quasi gelijk aan -0.6 dB(A), de mediaan – percentiel 50 – gelijk aan -0.5 dB(A). Gemiddeld genomen is de immissie voor de spoorwegen die beschouwd werd in ronde 2 een klein beetje afgenomen in ronde 3. We zien hier duidelijk hetzelfde effect en dezelfde grootte-orde als voor de geluidsemissie, wellicht is die emissie dan ook de hoofdreden voor wat we bij de immissie moeten vaststellen. Het interval dat 80% van de waarden omvat en begrensd is door de percentielen 10 en 90 is gelijk aan [-3.2 dB(A) – 2.3 dB(A)] en vertoont daarmee uiteraard dezelfde afwijking als voor de gemiddelde waarden.

Net zoals voor wegverkeer werden ook voor spoorverkeer de densiteitskaarten visueel beschouwd en werden voor de relevante zones – 314 in totaal – aanduidingen gemaakt van de oorzaken die een rol spelen bij de in die zone optredende verschillen.

Tabel O-7 Frequentie van voorkomen effecten - gemarkeerde zones spoorverkeer

Categorie	Aantal zones	Percentage
Wijziging emissie	183	58.3%
Wijziging netwerk	3	1.0%
Effect bijkomende (spoor)wegen en randeffecten	6	1.9%
Effect bijkomende oprit / afrit wegverkeer	0	0.0%
Wijziging gebouwenlaag	50	15.9%
Wijziging gebouwhoogtes	89	28.3%
Wijziging geluidsschermen	18	5.7%
Effect aanwezigheid brug	8	2.5%
Wijziging terrein	10	3.2%

Net als voor wegverkeer zien we dat in een groot deel van de gevallen de wijziging van de emissie een belangrijke rol speelt in de verschillen die we zien voor de immissie. Wijzigingen aan de netwerkgeometrie zelf zijn er dan weer veel minder, aangezien deze vaak sterk gelijkend, zometer identiek is aan deze voor ronde 2. Ook het aantal gevallen in de onderzochte zones waar er effecten optreden die te maken hebben met bijkomende sporen of gelijkaardige randeffecten is eerder beperkt: veelal heeft het te maken met bepaalde baanvakken die in ronde 2 & 3 wel of niet beschouwd zijn in het model.

Opvallend is dat de effecten met betrekking tot de gewijzigde gebouwenlaag en bijhorende gebouwhoogtes een duidelijk grotere bijdrage leveren dan voor wegverkeer. Het is niet meteen duidelijk hoe dat precies komt, maar mogelijk heeft het gewoon te maken met de aard van de beschouwde zones waar in sommige gevallen al sneller verschillen in gebouwenlagen opvallen.

Voor andere effecten mbt geluidsschermen, terrein en bruggen liggen de percentages in dezelfde grootte-orde als voor wegverkeer en hebben ze ook dezelfde oorzaken. Voor geluidsschermen ligt het aantal procentueel gezien wat hoger, maar het gaat dan ook om een aantal meer langgerekte locaties, bv langs lijn 161 met een hele reeks schermen, waarin meerdere te onderzoeken zones geïdentificeerd zijn.

Net als voor wegverkeer moeten we hier voor alle duidelijkheid vermelden dat deze percentages alleen slaan op de beschouwde relevante zones met een relatief grote densiteit wat betreft de verschillen in geluidsimmissie. Daarnaast zijn er ook nog vele zones waar de verschillen relatief klein zijn of positieve en negatieve verschillen mekaar zo sterk afwisselen dat de slotsom neutraal is.

O.4 Vergelijking van de blootstelling

Een vergelijking van de blootstelling voor ronde 2 en ronde 3 is tegelijkertijd eenvoudig en erg complex. Uiteraard is het mogelijk om de blootstellingscijfers voor beide rondes te vergelijken op eenvoudige wijze door de resulterende tabelinformatie naast elkaar te plaatsen, eventueel zelfs per provincie / agglomeratie afzonderlijk. Deze vergelijking heeft echter zijn beperkingen: zo zijn er voor het wegennetwerk heel wat wijzigingen aangebracht waardoor enerzijds sommige wegen uit ronde 2 niet meer beschouwd worden als belangrijke wegen en zijn er anderzijds nieuwe belangrijke wegen geïdentificeerd. Voor spoorverkeer zijn een aantal zones rond 'aanvullende' spoorwegen niet meer beschouwd in de blootstellingscijfers. Daarnaast hebben § O.2 en § O.3 duidelijk gemaakt dat er, zelfs indien enkel de zones beschouwd worden met de belangrijke (spoor)wegen van ronde 2, ook op het vlak van emissie en immissie belangrijke verschillen kunnen zijn, zodat het niet evident is om af te leiden wat het afzonderlijke effect is van de manier waarop de blootstelling bepaald werd voor ronde 2 en ronde 3.

Wat het gecumuleerde effect is van al deze elementen, valt dus wel af te lezen door de blootstellingscijfers van ronde 2 en ronde 3 rechtstreeks met elkaar te vergelijken. Wat we hier echter vooral willen weten, is hoe de afgeleide blootstellingscijfers voor ronde 2 en ronde 3 beïnvloed zijn door het gebruik van andere basisgegevens en/of een verschillende methodiek. Dit wordt hierna verder uitgewerkt door de bepaling van de blootstelling te vergelijken en analyseren.

O.4.1 Vergelijking : methodiek

Ditmaal is zowel voor wegverkeer als spoorverkeer de algemene methodiek om de blootstelling te bepalen gelijk, dat gebeurt met name adhv de eerder beschreven gevelbelastingskaarten. Daarbij zijn verschillende basisgegevens – gebouwen, bevolking – gebruikt voor ronde 2 en ronde 3, maar deze verschillen in essentie niet zo veel en de verschillen zijn alleszins kleiner dan tussen fase 1 en ronde 2.

- Voor ronde 2 werd voor de gebouwenlaag gebruikt gemaakt van CADMAP als basis, terwijl voor ronde 3 gewerkt werd met 3D GRB. Beiden gaan echter uit van afzonderlijke gebouwen die rekening houden met de kadastrale indeling en dus niet bestaan uit grote huizenblokken van aaneengesloten woningen of gebouwen. De 3D GRB gebouwenlaag heeft nog iets meer detail als men mag afgaan op het aantal gebouwen, maar men mag verwachten dat dit geen grote effecten zal hebben op het resultaat. Geometrisch kunnen ze mogelijk licht verschillen en we mogen er ook van uitgaan dat de 3D GRB gebouwen van recentere datum zullen zijn.
- De werkwijze van de toewijzing van inwoners aan gebouwen is sterk gelijkaardig: adrespunten met daaraan een inwonersaantal gekoppeld worden zo nauwkeurig mogelijk toegewezen aan individuele gebouwen. De methodes kunnen daarbij licht verschillen en uiteraard zijn de gebruikte gegevens van recentere datum, maar in het algemeen zal er weinig verschil optreden: door de manier van toewijzing zullen gelijkaardige adrespunten – met het daarbij horende inwonersaantal – in ronde 2 en ronde 3 niet plots aan een gebouw in een andere zone – met een sterk verschillende blootstelling aan lawaai – toegewezen zijn.

Een rechtstreekse vergelijking van de blootstellingscijfers voor ronde 2 en ronde 3 helpt niet om in te schatten wat het afzonderlijke effect is van deze verschillen. Om toch een behoorlijke inschatting van het effect te kunnen maken, hebben we gebruik gemaakt van de IMMI functionaliteit die toelaat om gevelbelastingskaarten te berekenen adhv het resultaat van een rasterberekening. Dit laat ons toe om voor eenzelfde geluidskaart, dus met dezelfde immissiewaarden, een vergelijking te maken van de benaderende gevelbelasting voor 2 verschillende gebouwenlagen met de daaraan gekoppelde bevolkinginformatie.

Concreet hebben we de geluidsbelastingskaart van weg- en spoorverkeer voor ronde 2 gebruikt om de gevelbelasting en de daaruit afgeleide blootstellingscijfers voor de parameter L_{den} te bepalen voor de gebouwenlaag van zowel ronde 2 als ronde 3 en dit voor 4 grote zones met verschillende dichtheid van bebouwing: de agglomeratie Antwerpen, de agglomeratie Brugge, het westelijke deel van de provincie Vlaams-Brabant en het zuidelijke deel van de provincie Limburg. Daarbij wordt het geluidsniveau op dezelfde punten als deze van de werkelijke gevelberekening bepaald door interpolatie van de omliggende rasterwaarden, waarbij een correctie aangenomen wordt van -3dB om de veronderstelde gevelreflectie – die niet mag meegerekend worden om de blootstelling te bepalen – te verrekenen.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

O.4.2 Vergelijking : analyse

De resulterende gevelbelastingskaarten kunnen op 2 manieren geanalyseerd worden:

- Door alle inwoners binnen de gebouwen toe te wijzen aan het bijhorende gevelpunt met het hoogste geluidsniveau, een strikte toepassing van het principe van de meest belaste gevel in de Europese Richtlijn, wat ook de manier is waarop alle eerder weergegeven resultaten beschouwd zijn.
- Door alle inwoners binnen een gebouw gelijk te verdelen over alle gevelpunten rondom het gebouw met hun bijhorende geluidsniveaus, zodat een proportionele verdeling ontstaat van de inwoners over meerdere blootstellingsklassen.

In deze analyse leveren beide methodes een verschillende benadering op over de manier waarop de blootstellingsanalyses van ronde 2 en ronde 3 van mekaar verschillen. Onderstaande tabel vat de resultaten samen voor wegverkeer. Belangrijk om te vermelden is dat deze resultaten in belangrijke mate zullen verschillen van de werkelijke blootstellingscijfers voor de 2^{de} ronde van geluidskartering aangezien een benaderende waarde voor de immissie is gebruikt uitgaande van een interpolatie van de berekende rasterwaarden ipv de werkelijk berekende gevelbelasting.

Tabel O-8 Vergelijking blootstelling wegverkeer

Blootstellingsgegevens wegverkeer in aantal inwoners – parameter Lden								
CATEGORIE	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - ...
Agglomeratie Antwerpen - Meest blootgestelde gevel								
Gebouwen ronde 2	120065	73996	29624	18606	16679	21096	11148	1053
Gebouwen ronde 3	124878	77505	31050	17111	18543	21642	10102	854
Agglomeratie Antwerpen - Proportionele verdeling								
Gebouwen ronde 2	116777	60786	25433	17570	13347	9673	4466	261
Gebouwen ronde 3	123185	64220	26305	17710	14010	10682	4606	242
Agglomeratie Brugge - Meest blootgestelde gevel								
Gebouwen ronde 2	31308	15560	6481	2960	3696	6741	1393	244
Gebouwen ronde 3	31209	16223	6173	2967	3941	6825	1404	160
Agglomeratie Brugge - Proportionele verdeling								
Gebouwen ronde 2	29314	12568	6349	3668	2629	2501	371	89
Gebouwen ronde 3	29203	13313	6584	3797	2702	2685	371	60
Provincie Vlaams-Brabant west - Meest blootgestelde gevel								
Gebouwen ronde 2	114681	108604	65762	30928	15984	18049	9131	703
Gebouwen ronde 3	114252	110020	67480	33188	17132	19567	8823	849
Provincie Vlaams-Brabant west - Proportionele verdeling								
Gebouwen ronde 2	118929	97447	55538	27518	14472	9346	3082	161
Gebouwen ronde 3	120097	99489	58559	29236	15556	9729	3080	229
Provincie Limburg zuid - Meest blootgestelde gevel								
Gebouwen ronde 2	92296	61730	32858	14632	14625	14278	2697	158
Gebouwen ronde 3	88052	63339	34738	14697	14964	13713	2940	145
Provincie Limburg zuid - Proportionele verdeling								
Gebouwen ronde 2	86431	53931	28897	15435	11038	5538	898	30
Gebouwen ronde 3	84488	56467	31055	15763	11049	5363	907	31

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

In het algemeen kunnen we stellen dat de resultaten vaak erg vergelijkbaar zijn voor beide gebouwenlagen. Bovendien zijn er geen significante verschillen vast te stellen voor de 2 analysemethodes. Het is evident dat er kleine verschillen waar te nemen zijn en voor de hoogste blootstellingklasse(n) kan het verschil misschien procentueel significant zijn, maar gaat het in absolute cijfers om een beperkt verschil in aantal inwoners in verhouding tot het geheel. Voor de andere blootstellingsklassen is het procentuele verschil veelal kleiner dan 10%, vaak zelfs beduidend kleiner.

Grote verschillen en een sterke differentiatie in de resultaten voor de 2 analysemethodes zoals bij de 2^{de} ronde van geluidskartering, waar het effect van de vervanging van grote gebouwblokken in fase 1 door individuele woningen in ronde 2 een belangrijke factor was, zien we hier helemaal niet. Dat er kleine verschillen zijn hoeft niet te verwonderen. Er blijven immers verschillen aanwezig in beide gebouwenlagen: nieuwe gebouwen, verdwenen gebouwen, gebouwen die qua ligging en/of geometrie enigszins verschillen, toegenomen of afgenomen inwonersaantallen, ...

Voor spoorverkeer kunnen we eenzelfde analyse maken zoals weergegeven in onderstaande tabel. Ook daar zien we hetzelfde beeld, al kunnen de procentuele verschillen soms iets hoger oplopen omdat de absolute inwonersaantallen wat lager liggen dan voor wegverkeer. We kunnen in ieder geval besluiten dat het effect van de manier waarop de blootstellingscijfers bepaald zijn – met inbegrip van de basisgegevens voor gebouwen en bevolking – verwaarloosbaar is in vergelijking met de verschillen die we eerder toonden voor de geluidsemissie en -immissie.

Tabel O-9 Vergelijking blootstelling spoorverkeer

Blootstellingsgegevens spoorverkeer in aantal inwoners – parameter Lden	> 40 - 45	> 45 - 50	> 50 - 55	> 55 - 60	> 60 - 65	> 65 - 70	> 70 - 75	> 75 - ...
CATEGORIE								
Agglomeratie Antwerpen - Meest blootgestelde gevel								
Gebouwen ronde 2	38371	24753	13900	8601	3306	2761	1655	185
Gebouwen ronde 3	41022	24194	13420	8866	3946	2306	1808	217
Agglomeratie Antwerpen - Proportionele verdeling								
Gebouwen ronde 2	33675	17643	10376	5434	2496	1555	552	77
Gebouwen ronde 3	35324	18302	10289	5622	2690	1728	674	106
Agglomeratie Brugge - Meest blootgestelde gevel								
Gebouwen ronde 2	11219	9338	6308	2368	977	1630	165	2
Gebouwen ronde 3	11322	9818	5789	2313	1308	1355	160	5
Agglomeratie Brugge - Proportionele verdeling								
Gebouwen ronde 2	11057	7753	4165	1662	839	656	58	0
Gebouwen ronde 3	11025	7920	4038	1781	807	647	54	1
Provincie Vlaams-Brabant west - Meest blootgestelde gevel								
Gebouwen ronde 2	42124	29194	12004	5994	3774	2751	806	31
Gebouwen ronde 3	43975	31066	13499	6234	4028	2915	864	39
Provincie Vlaams-Brabant west - Proportionele verdeling								
Gebouwen ronde 2	37422	21557	9077	4571	2708	1380	317	8
Gebouwen ronde 3	39285	23114	10446	4853	2877	1529	328	14
Provincie Limburg zuid - Meest blootgestelde gevel								
Gebouwen ronde 2	25974	24338	13984	5590	2726	2101	1339	262
Gebouwen ronde 3	26249	24826	14654	6338	3401	2061	1570	228
Provincie Limburg zuid - Proportionele verdeling								
Gebouwen ronde 2	25689	20141	10278	4188	2252	1386	655	69
Gebouwen ronde 3	26080	20967	11321	5021	2559	1550	696	60

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

O.5 Conclusies

Zoals reeds aangegeven kan het globale effect van alle wijzigingen mbt het beschouwde netwerk, de gebruikte data en de berekeningen ook vergeleken worden door de resulterende blootstellingscijfers met elkaar te vergelijken. De onderstaande tabellen geven deze weer in geconcentreerde vorm, zoals ze ook in § T opgenomen zijn voor rapportage aan de Europese Commissie. Om toe te laten deze blootstellingscijfers voor de 3^{de} ronde van geluidskartering te vergelijken met de resultaten van de geluidskartering ronde 2, zijn in deze tabellen de overeenkomstige resultaten voor de 2^{de} ronde opgenomen tussen haakjes. De omschrijvingen 'EXCL' en 'INCL' slaan op het al dan niet in rekening brengen van de agglomeraties Antwerpen, Brugge en Gent in de cijfers.

Tabel O-10 Vergelijking globale EU blootstellingscijfers wegverkeer

Gegevens wegverkeer						
Parameter	Omschrijving	Blootstellingsklassen				
Lden	EXCL	55-59	60-64	65-69	70-74	> 75
	personen	217 200 (263 800)	116 700 (128 500)	225 900 (172 100)	131 500 (131 700)	8 300 (25 300)
Lnight	EXCL	50-54	55-59	60-64	65-69	> 70
	personen	137 600 (156 500)	175 100 (169 800)	204 100 (137 800)	31 300 (34 000)	400 (3 100)
Lden	INCL	> 55	> 65		> 75	
	km²	1 520 (1 635)	449 (465)		107 (116)	
	personen	882 700 (881 900)	442 700 (408 000)		9 400 (35 000)	
	woningen	370 400 (366 700)	191 700 (176 400)		3 800 (15 400)	

De algemene tendens voor wegverkeer is dat de blootstelling in de hoogste blootstellingsklassen wat afgenomen is, terwijl het beeld in de lagere klassen wat gemengd is: soms zijn de waarden sterk gelijklopend, in andere gevallen is er een toename of afname te zien. Er spelen daarbij verschillende factoren een rol, die we verderop waar mogelijk wat beter zullen duiden. Voor wegverkeer blijft het algemene beeld echter dat globaal genomen de hoogste blootstellingsniveaus wat gedaald zijn, wat gelijk loopt met de eerder aangetoonde daling van de gemiddelde immissiewaarden.

Tabel O-11 Vergelijking globale EU blootstellingscijfers spoorverkeer

Gegevens spoorverkeer						
Parameter	Omschrijving	Blootstellingsklassen				
Lden	EXCL	55-59	60-64	65-69	70-74	> 75
	personen	66 100 (78 000)	39 600 (38 800)	24 800 (25 200)	19 400 (17 800)	5 200 (5 800)
Lnight	EXCL	50-54	55-59	60-64	65-69	> 70
	personen	50 700 (57 600)	30 100 (30 600)	22 300 (20 700)	12 500 (13 700)	1 400 (2 000)
Lden	INCL	> 55	> 65		> 75	
	km²	271 (297)	84 (88)		22 (23)	
	personen	199 500 (221 100)	62 700 (63 500)		5 700 (7 000)	
	woningen	81 700 (90 300)	25 800 (26 100)		2 400 (2 900)	

Voor spoorverkeer zijn er geen echt fundamentele verschillen in de blootstellingscijfers tussen beide rondes van geluidskartering. Er is een lichte daling van de meeste waarden, wat gelijk loopt met de eveneens beperkte daling van de gemiddelde geluidsimmissie voor spoorverkeer, maar in het algemeen zijn de verschillen eerder als verwaarloosbaar te beschouwen. Hierna wordt het aandeel van een aantal verschillende aspecten van geluidskartering in de al dan niet gewijzigde blootstellingscijfers geduid.

O.5.1 Beschouwde netwerken

De manier waarop het te beschouwen wegennetwerk wordt afgebakend steunt in belangrijke mate op de aangeleverde intensiteitsgegevens, waarvan de oorsprong voor deze ronde van geluidskartering fundamenteel is gewijzigd. Dat heeft een aantal effecten: zo wordt er ongeveer 20% aan belangrijke wegen – van 3564 km naar 4257 km – extra beschouwd tov de 2^{de} ronde van geluidskartering. Dat heeft niet noodzakelijk te maken met algemene of lokale toenames van de verkeersintensiteiten, maar doordat er bij de gewijzigde aanpak obv de Promovia data meer belangrijke wegen geïdentificeerd worden die eerder buiten beeld bleven. Daarnaast zijn er ook een reeks wegen die in het verleden als belangrijk beschouwd werden – meer dan 3 miljoen voertuigpassages per jaar – die dat in deze 3^{de} ronde niet meer zijn: het gaat dus evenmin altijd om dezelfde wegen.

Er zijn vele factoren die bepalen waarom specifieke wegen wel / geen grote bijdrage hebben in de blootstellingscijfers en het is dus onmogelijk om algemene uitspraken te doen over het effect van deze globale lengtetoeename: een algemene stijging van de blootstellingscijfers is er zeker niet. Wel kan de opvallende toename van het aantal blootgestelde personen in de klassen Lden 65 - 69 dB(A) en Lnight 60 - 64 dB(A), die in belangrijke mate verschilt van de algemene trend in de andere blootstellingsklassen, hiermee te maken hebben.

Het spoornetwerk zoals dat in deze ronde van geluidskartering beschouwd wordt is niet fundamenteel gewijzigd. Wel zijn een aantal kleinere spoorlijnen niet meer als belangrijke spoorwegen beschouwd doordat hun intensiteit net onder de grens van 30 000 treinpassages gedaald is. Mogelijk draagt dat bij aan de wat grotere daling voor de cijfers in de laagste blootstellingsklassen: hun invloed is niet meer opgenomen in de blootstellingscijfers.

O.5.2 Emissiewaarden

De gewijzigde intensiteitsgegevens hebben uiteraard ook hun invloed op de emissiewaarden voor wegverkeer. In de vergelijking van de emissie is gebleken dat de verkeersintensiteit dé bepalende parameter is in die situaties – ruim 40 % – waarin de emissiewaarden significant gewijzigd zijn. Daarbij gaat het vaker wel dan niet over een daling van die intensiteitswaarden. Dat heeft niet noodzakelijk overal te maken met een reële daling van het wegverkeer, maar waarschijnlijk ook met de verschillende manier waarop de intensiteitswaarden bepaald zijn. Illustratief voor de gewijzigde aanpak is trouwens dat ook de verhoudingen tussen de intensiteiten voor de dag-, avond- en nachtperiode fundamenteel gewijzigd zijn. We hebben eerder aangetoond dat de globale daling van de emissiewaarden ook doorwerkt in de immisiewaarden met dezelfde grootte-orde, zodat dit zeker heeft bijgedragen aan de algemene daling van de blootstellingscijfers in de hoogste klassen voor wegverkeer en wellicht ook in belangrijke mate de toename van de netwerk lengte compenseert in de lagere blootstellingsklassen.

Voor spoorverkeer is het emissiemodel, zoals dat eerder gehanteerd werd, bijgestuurd door – positieve – correcties wat betreft de verhoogde bijdrage van de spooropbouw en – negatieve – correcties voor een verbeterde railruwheid. Uit de analyses blijkt dat deze wijzigingen mekaar voor een gemengde spoor situatie in de meeste gevallen ongeveer in evenwicht houden. Verder blijkt uit de parameters dat er een aantal situaties zijn waar door de verschillende aannames de gemiddelde snelheid wat toegenomen is en dat de vervanging van ouder treinmaterieel door recenter en stiller treinmaterieel de geluidsemisssie wat doet dalen. De slotsom is evenwel dat globaal genomen de geluidsemisssie van het spoorverkeer weinig wijzigingen heeft ondergaan en dat blijkt dan ook op alle vlakken: wat betreft de geluidsimisssie en de blootstellingscijfers zien we immers geen significante verschuivingen.

O.5.3 Geluidsoverdracht

De aanpak voor de berekeningen van de geluidsoverdracht is gelijk gebleven, maar er is wel gebruik gemaakt van betere en/of recentere gegevens op een aantal punten.

Het terreinmodel heeft met DHM II een belangrijke update gekregen zodat recentere wijzigingen van het terrein nu ook kunnen meegenomen worden in de modellen. Ook laat deze nieuwe dataset toe om de graad van detail van het terrein – vooral kort bij de geluidsbron – te verhogen. Het effect van deze update van het terrein zal echter vooral lokaal zijn en het is onduidelijk in welke mate deze doorwerkt in de uiteindelijke blootstellingscijfers. Het enige wat we hieruit kunnen besluiten is dat de berekende geluidsniveaus in ieder geval aan nauwkeurigheid zullen gewonnen hebben.

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Een andere belangrijke wijziging is het gebruik van 3D GRB voor de gebouwenlaag, wat vooral wat betreft de gebouwhoogtes relevante effecten heeft. Het gebruik van recentere gegevens ipv de verouderde 3D-line data, samen met het feit dat 3D GRB uitgaat van 'nokhoogtes' ipv 'basishoogtes', maakt dat gebouwen soms significant hoger kunnen zijn en dus een hogere afscherming veroorzaken voorbij de eerstelijnsbebouwing. Dit heeft geen effect op de hoogste blootstellingsniveaus, maar dat zal wellicht wel het geval zijn voor het aantal blootgestelde personen in de lagere klassen.

Uiteraard zijn ook nieuwe geluidsschermen opgenomen in de modellen, zowel voor wegverkeer als voor spoorverkeer. Die hebben vanzelfsprekend hun effect op de lokale situatie en kunnen een bijdrage geleverd hebben aan de daling van het aantal blootgestelde personen in de hoogste blootstellingsklassen, ervan uitgaand dat deze geluidsschermen ingezet worden in de meest kritische situaties, maar in combinatie met alle andere wijzigingen is het moeilijk na te gaan of dat effect op de blootstelling significant is.

O.5.4 Blootstellingsanalyse

De gebruikte gebouwenlaag en bevolkingsinformatie zijn enigszins verschillend voor de 2^{de} en 3^{de} ronde van geluidskartering, maar in essentie is er weinig veranderd aan de aanpak. Dat blijkt ook uit de eerdere analyse waarbij de blootstelling vergeleken werd tussen beide gebouwenlagen – inclusief bevolking – bij gelijk blijvende immissiewaarden. Deze toont aan dat de wijzigingen in de blootstellingscijfers niet of slechts in zeer beperkte mate kunnen te wijten zijn aan de gebruikte bevolkingsdata of de bijhorende aanpak.

O.5.5 Reële evolutie blootstelling

Er zijn bij de geluidskartering een aantal basisgegevens gewijzigd die duidelijk doorwerken in de blootstellingscijfers. Dat is onder meer het geval voor bijvoorbeeld de uitbreiding van het beschouwde wegennetwerk, de gewijzigde verkeersintensiteiten en gebouwhoogtes. Ervan uitgaand dat al deze wijzigingen een verhoging van de nauwkeurigheid van de invoergegevens – en de daaruit volgende berekende geluidsniveaus – inhouden, moeten we eigenlijk besluiten dat de wijzigingen in de blootstellingscijfers vooral het gevolg daarvan zijn en dus een meer precieze inschatting van de werkelijke blootstelling inhouden.

Of en in welke mate deze gewijzigde cijfers ook een werkelijke wijziging van de geluidsniveaus en de daarbij horende hinder op het terrein inhouden voor het referentiejaar 2016 tov het referentiejaar 2011, is bijgevolg onmogelijk precies in te schatten. De algemene tendens van de blootstellingsanalyse wijst eerder in de richting van een status quo of een lichte daling: er is in ieder geval geen enkele indicatie dat de reële geluidsblootstelling zou toegenomen zijn.

P VERGELIJKING MET CNOSSOS REKENMETHODE

In de EU Richtlijn 2015/996 van de Europese Commissie wordt een nieuwe rekenmethode vastgesteld die vanaf 2019 de nationale methodes – zoals SRM II – moet vervangen door één verplichte uniforme Europese rekenmethode voor strategische geluidskartering, onder de noemer 'Common Noise Assessment Methods in Europe' (CNOSSOS-EU).

Voor een vijftal testgebieden – dezelfde als deze die reeds beschouwd werden in Deel 1B van de opdracht – worden daartoe de berekende resultaten van beide rekenmethodes met elkaar vergeleken. De bestaande modelgegevens worden daarbij – in de eerste plaats wat betreft emissie, de omgevings-elementen blijven immers gelijk – omgezet naar een geschikt 'CNOSSOS formaat', rekening houdend met de actuele implementatie van de CNOSSOS rekenmethode in de IMMI software versie 2017.

Om de omzetting van de emissie wat van naderbij te bestuderen, wordt gewerkt met vergelijkende tabellen en grafieken van emissiewaarden om een aantal effecten te illustreren. De propagatie van het weg- en spoorverkeersgeluid in de omgeving wordt voor een aantal relevante factoren bestudeerd aan de hand van verschilkaarten die worden berekend in equivalente referentiemodellen voor beide rekenmethodes waarbij desgevallend specifieke parameters worden gewijzigd om de resulterende effecten te vergelijken. Tenslotte worden een aantal verschillen met betrekking tot diffractie in detail gevisualiseerd met behulp van verticale geluidskaarten rondom een aantal objecten.

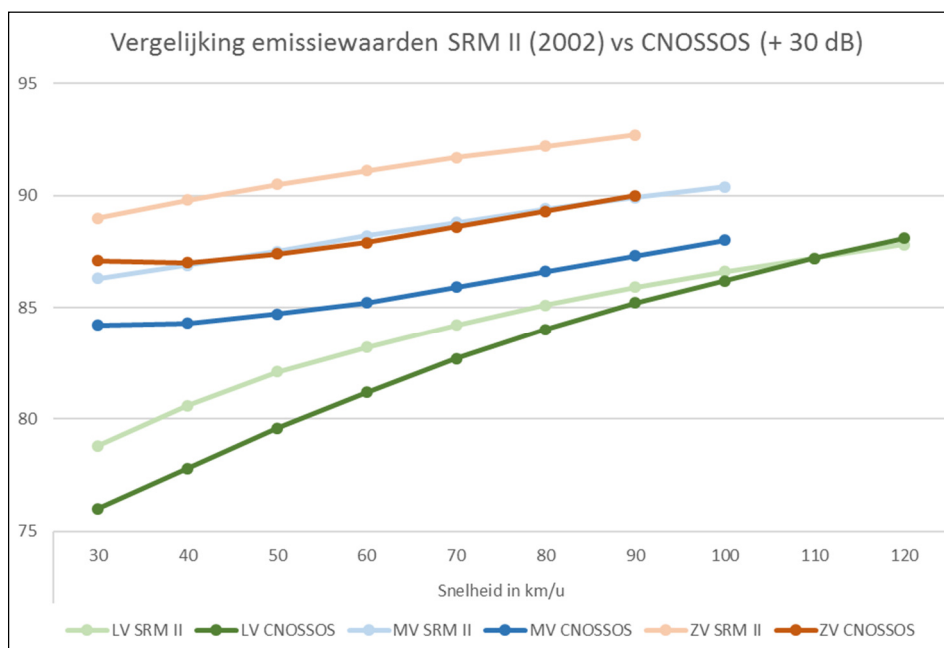
P.1 Emissie wegverkeer

Wat betreft de emissie van wegverkeer zijn beide rekenmethodes sterk vergelijkbaar qua parameters: zowel SRM II als CNOSSOS heeft aparte categorieën voor respectievelijk lichte, middelzware en zware voertuigen die qua definitie gelijklopend zijn. Snelheid als emissieparameter blijft uiteraard gelijk en ook de manier waarop wegdekcorrectietermen kunnen worden ingevoerd zijn voor beide methodes dezelfde.

De Europese documentatie terzake – bijvoorbeeld de 'CNOSSOS-EU Road Guideline' – doet een aantal voorstellen om de gangbare wegdekcorrecties voor verschillende nationale rekenmethodes om te zetten naar de standaard wegdekcategorieën voor de Nederlandse SRM II, maar aangezien we die ook voor de toepassing van de SRM II methode niet gebruikten maar opteerden voor eigen Belgische correctietermen obv CPX metingen, zou het vreemd zijn om ze nu plots wel te zullen toepassen. De CNOSSOS implementatie in de IMMI software laat toe om dezelfde correctietermen – bestaande uit 8 correctiewaarden per octaafband en een globale snelheidsafhankelijke correctie – in te voeren in de CNOSSOS module en heeft daar hetzelfde effect als voor de SRM II methode, zij het dat in de CNOSSOS rekenmethode de correctie enkel toegepast wordt op het rolgeluid van het wegverkeer en niet op het propulsiegeluid.

Als we dan de emissiewaarden – berekend met de IMMI software – voor de 3 voertuigcategorieën in grafiek uitzetten als functie van de snelheid voor de standaard wegverharding, dan bekomen we het resultaat als in de hiernaast afgebeelde figuur. De CNOSSOS emissiewaarden moeten daarbij vermeerderd worden met 30 dB om het verschil in geluidsvermogen per eenheid lengte – kilometer vs meter – te verrekenen.

Daaruit blijkt dat de emissiewaarden voor middelzware (MV) en zware (ZV) voertuigen systematisch ca 3 dB(A) lager liggen in het geval van de CNOSSOS methode in vergelijking met SRM II. Voor de lage snelheden



Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

wordt het verschil iets kleiner omdat daar het CNOSSOS propulsiegeluid sterker doorweegt. Voor lichte voertuigen (LV) ziet het verschil in curve er iets anders uit: voor lage snelheden ligt de emissiewaarde ongeveer 3 dB(A) lager in de CNOSSOS methode tov SRM II, voor hoge snelheden zijn de emissiewaarden ongeveer gelijk.

Het relatief algemene verschil van 3 dB(A) heeft wellicht te maken met de manier waarop de emissiewaarde gedefinieerd wordt in functie van de geometrische uitbreiding van een puntbron over een halve of hele bol, al blijkt dat niet met zoveel woorden uit de tekst van de rekenmethodes. Om het verschil tussen SRM II en CNOSSOS beter te vatten op het vlak van verschillen in geluidsemissie, is het daarom ook interessant om de immissiewaarden op korte afstand van de geluidsbron te bestuderen en te vergelijken. Onderstaande tabel vat een aantal berekende waarden samen voor een punt op 7.5m afstand, 4m hoog in een zone met gemengde bodem – G = 0.5 – en dit respectievelijk voor intensiteiten van 1000 lichte voertuigen, 100 middelzware voertuigen, 100 zware voertuigen en de gesommeerde intensiteit van de 3 voorgaande emissiesituaties.

Tabel P-1 Vergelijking immissiewaarden in dB(A) op 7.5 m afstand

Emissie	Berekening	Snelheidsregime 50 km/u	Snelheidsregime 80 km/u	Snelheidsregime 120 km/u
LV 1000	SRM II	68.3	71.3	74.0
	CNOSSOS	66.9	71.3	75.5
	verschil	- 1.3	+ 0.0	+ 1.5
MV 100	SRM II	63.7	65.5	66.5
	CNOSSOS	62.0	64.0	65.4
	verschil	- 1.7	- 1.6	- 1.2
ZV 100	SRM II	66.7	68.4	68.9
	CNOSSOS	64.7	66.7	67.4
	verschil	- 1.9	- 1.8	- 1.5
LV / MV / ZV	SRM II	71.4	73.8	75.7
	CNOSSOS	69.8	73.2	76.4
	verschil	- 1.6	- 0.6	+ 0.7

Zo blijken de immissiewaarden op korte afstanden voor middelzware en zware voertuigen weliswaar lager te liggen voor de CNOSSOS methode, maar de verschillen bij de emissiewaarden van 3 dB(A) zijn ongeveer gehalveerd. Voor de lichte voertuigen zijn de verschillen sterker variabel, afhankelijk van de voertuigsnelheid: zo levert een lage snelheid een vermindering van de geluidsemissie op terwijl bij hoge snelheden de geluidsemissie blijkt te stijgen. We vergelijken hier wel met de rekenmethode SRM II met het emissiemodel versie 2002, waar welbekend is dat emissiewaarden voor lichte voertuigen obv SRM II 2012 voor hoge snelheden eveneens hoger gelogen zijn.

In dit eenvoudige geval lijkt het er voor een realistische combinatie van verschillende types voertuigen op dat bij lage snelheden de resulterende geluidsniveaus, althans op het vlak van emissie en immissie dicht bij de geluidsbron, wat lager liggen voor de CNOSSOS methode ivm SRM II, terwijl voor hogere snelheden het omgekeerde geldt. De verschillen zullen steeds afhankelijk zijn van onder meer de intensiteitsverhoudingen voor de verschillende voertuigcategorieën en andere lokale omstandigheden.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Het effect van wegverharding – dmv een toe te passen wegdekcorrectieterm – is eveneens sterk gelijkaardig. In onderstaande tabel worden de emissiewaarden voor lichte voertuigen vergeleken in functie van de snelheid voor enkele uiteenlopende wegverhardingen. De definitie van de wegdekcorrectietermen is identiek voor de SRM II en CNOSSOS rekenmethodes en er vallen dan ook geen noemenswaardige verschillen in effect op de emissiewaarden te vermelden. Uiteraard zullen de verschillen tussen SRM II en CNOSSOS een zekere variatie vertonen afhankelijk van de geselecteerde wegverharding, maar dat heeft te maken met verschuivingen in de spectrale verdeling tgv de wegdekcorrectietermen zelf of een afwijkende snelheidscoëfficiënt in de correctieterm wat bijvoorbeeld voor platenbeton het geval is.

Tabel P-2 Vergelijking emissiewaarden in dB(A) ivf geselecteerde wegdekcorrectieterm

Emissiewaarden LV		Snelheid in km/u									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
referentie	SRM II	78.8	80.6	82.1	83.2	84.2	85.1	85.9	86.6	87.2	87.8
	CNOSSOS	76.0	77.8	79.6	81.2	82.7	84.0	85.2	86.2	87.2	88.1
	verschil	-2.8	-2.8	-2.5	-2.0	-1.5	-1.1	-0.7	-0.4	+0.0	+0.3
SMA D	SRM II	77.4	79.1	80.4	81.6	82.5	83.4	84.1	84.8	85.4	85.9
	CNOSSOS	74.4	76.1	77.9	79.5	80.9	82.2	83.3	84.4	85.4	86.3
	verschil	-3.0	-3.0	-2.5	-2.1	-1.6	-1.2	-0.8	-0.4	+0.0	+0.4
AB-4C	SRM II	79.9	81.7	83.1	84.3	85.4	86.3	87.0	87.8	88.4	89.0
	CNOSSOS	76.7	78.7	80.5	82.2	83.6	84.9	86.1	87.2	88.2	89.1
	verschil	-3.2	-3.0	-2.6	-2.1	-1.8	-1.4	-0.9	-0.6	-0.2	+0.1
platenbeton	SRM II	80.7	82.9	84.6	86.0	87.2	88.3	89.2	90.0	90.8	91.5
	CNOSSOS	77.3	79.6	81.7	83.5	85.1	86.6	87.9	89.0	90.1	91.1
	verschil	-3.4	-3.3	-2.9	-2.5	-2.1	-1.7	-1.3	-1.0	-0.7	-0.4

Voor wegverkeer is de omzetting van SRM II gegevens naar CNOSSOS parameters dus behoorlijk rechtlijnig. Er zullen een aantal verschillen optreden in de berekende emissiewaarden en de daaruit volgende immisssiewaarden, maar deze blijven al bij al relatief beperkt.

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

P.2 Emissie spoorverkeer

Voor spoorverkeer is het interessant om dezelfde oefening te doen als voor wegverkeer en de emissiewaarden te vergelijken voor de verschillende types treinmaterieel. Alleen is het veel moeilijker om de omzetting te maken: aan de SRM II zijde beschikken we voor het Belgische treinmaterieel over een reeks types die in eerste instantie toegewezen zijn aan de Nederlandse SRM II treincategorieën en daarnaast onderverdeeld zijn in 'subcategorieën' door het toepassen van een aantal ruwheidscorrecties die werden gedefinieerd obv metingen en in Deel 1A werden gevalideerd. Deze ruwheidscorrecties zijn echter geënt op de Nederlandse emissiewaarden en dus niet als dusdanig rechtstreeks toepasbaar in CNOSSOS.

Bovendien definieert CNOSSOS de emissiewaarden aan de hand van een reeks kenmerken waarvoor telkens een aantal mogelijkheden zijn gedefinieerd met bijhorende emissiegetallen maar die gezien de beperkte keuze nooit de volledige realiteit kunnen vatten. Zo wordt bv de wielruwheid beschreven aan de hand van het remsysteem, waarbij een onderscheid gemaakt wordt tussen 3 verschillende mogelijkheden met elk een bijhorend ruwheidsspectrum: uiteraard is de variatie aan wielruwheden veel groter.

We hebben een omzettingstabel opgesteld die voor elk type treinmaterieel een keuze maakt voor de verschillende parameters obv de standaard omzetting van de Nederlandse treincategorieën in de 'CNOSSOS-EU Rail Equivalence Note', de specifieke eigenschappen van het treinmaterieel zoals ze bij ons bekend zijn en de voorbereiding van de opdrachtgever daaromtrent. De onderstaande tabellen vatten deze omzetting beknopt samen. De eerste tabel beschrijft eerst en vooral de verschillende types, samen met een weergave van de toegepaste SRM II categorie en ruwheidscorrectie (subcategorie).

Tabel P-3 Beschrijving treinmaterieel

CODE	TYPE	Type materieel	Remsysteem	Categorie SRM II
T18	HLE18/19	elektrische loc	schijfrem + wieldermp	8A
HLE	HLE_HKV	elektrische loc	schijf- en blokgeremd	2
HLD	HLD	diesel loc	schijf- en blokgeremd	5
M4	M4	rijtuig	schijfremmen en blokrem	2A
M5	M5	rijtuig	schijfremmen	8A
M6	M6	rijtuig	schijfremmen	8A
I11	I11	rijtuig	schijfremmen	8B
I10	I10	rijtuig	schijfremmen	8B
00	AM00	gemotoriseerd	schijfremmen en blokremmen	2
80	AM80	gemotoriseerd	schijfremmen en blokremmen	2A
86	AM86	gemotoriseerd	schijfremmen	8D
75	AM75	gemotoriseerd	schijfremmen en blokremmen	2A
96	AM96	gemotoriseerd	schijfremmen en blokremmen	2B
08	AM08	gemotoriseerd	schijfremmen	8C
41	MW41/AR41	gemotoriseerd diesel	schijfrem en blokrem	5
HLM	HLE_HKM	elektrische loc	schijf- en blokgeremd	2
HKM - 4	HKM	rijtuig	blokremmen	4
HKM - 11	HKM	rijtuig	composietblokremmen	11A
TGV - m	HST PBA/PBKA	gemotoriseerd		9A
TGV - t1	HST PBA/PBKA	gemotoriseerd		9A
TGV - t2	HST PBA/PBKA	gemotoriseerd		9A

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

De goederenwagons – type HKM – zijn daarbij gesplitst in deze van categorie 4 – met blokremmen – en categorie 11 – geretrofit, met composietblokken. Voor hogesnelheidstreinen van het type Thalys e.d. wordt onderscheid gemaakt tussen 3 verschillende rijtuigtypes zoals ook toegepast in de 'CNOSSOS-EU Rail Equivalence Note'. Dat heeft onder meer te maken met aandrijving, maar ook met het aantal assen per rijtuig – zoals gedefinieerd in de CNOSSOS rekenmethode – dat verschilt. In onderstaande tabel zijn de parameters weergegeven voor het aantal assen, de wielruwheid en het tractiegeluid. De wielruwheid is gebaseerd op het remsysteem, waarbij er een keuze is uit blokremmen (type C), schijfremmen (type N) en composietblokken (type K).

Tabel P-4 Omzettingstabel treinmaterieel CNOSSOS emissieparameters deel 1

CODE	Aantal assen	Wielruwheid	Tractiegeluid	Transferfunctie bovenbouw
T18	4	Type N	Elektrische locomotief	Default
HLE	4	Type C	Elektrische locomotief	Default
HLD	4	Type C	Diesel locomotief (c. 800kW)	Default
M4	4	Type C	Ignore	Default
M5	4	Type N	Ignore	Default
M6	4	Type N	Ignore	Default
I11	4	Type N	Ignore	Default
I10	4	Type N	Ignore	Default
00	4	Type C	Elektrisch treinstel	Default
80	4	Type C	Elektrisch treinstel	Default
86	4	Type N	Elektrisch treinstel	Default
75	4	Type C	Elektrisch treinstel	Default
96	4	Type C	Elektrisch treinstel	Default
08	4	Type N	Elektrisch treinstel	Default
41	4	Type C	Diesel treinstel	Default
HLM	4	Type C	Elektrische locomotief	Default
HKM - 4	4	Type C	Ignore	Default
HKM - 11	4	Type K	Ignore	Default
TGV - m	4	Type C	Elektrische locomotief	Default
TGV - t1	3	Type N	Ignore	Default
TGV - t2	2	Type N	Ignore	Default

Tot slot omvat onderstaande tabel een aantal andere parameters: de contactfilter – tussen rail en wiel – is voornamelijk afhankelijk van de asbelasting, maar er wordt veelal voor de standaard optie – zoals voorgedefinieerd in de CNOSSOS rekenmethode – met de grootste belasting gekozen. De transferfunctie is gebaseerd op de wieldiameter.

Tabel P-5 Omzettingstabel treinmaterieel CNOSSOS emissieparameters deel 2

CODE	Aërodynamisch geluid	Contact filter	Transfer functie
T18	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	1200 mm
HLE	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	1200 mm
HLD	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
M4	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

CODE	Aërodynamisch geluid	Contact filter	Transfer functie
M5	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	840 mm
M6	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
I11	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
I10	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
00	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
80	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
86	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
75	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
96	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
08	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	840 mm
41	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	840 mm
HLM	Ignore	100 kN, 920 mm	1200 mm
HKM - 4	Ignore	100 kN, 920 mm	920 mm
HKM - 11	Ignore	100 kN, 920 mm	920 mm
TGV - m	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
TGV - t1	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm
TGV - t2	Aërodynamisch geluid bij 300 km/h	100 kN, 920 mm	920 mm

Naast de eigenschappen van de rytuigen zelf is ook de spooropbouw een relevante parameter voor de geluidsemissie. Er zijn een aantal emissiecorrecties voorzien voor booggeluid, kunstwerken en spoorvoegen, maar de meest relevante zijn daarbij de railruwheid en het type opbouw inclusief de dempingswaarden van de railpads. Voor de railruwheid bestaat de keuze uit een ruwheidsspectrum voor een 'gemiddeld spoornetwerk' – wat overeenkomt met een normaal onderhouden glad spoor, geënt op de gemiddelde ruwheid van het Nederlandse spoornetwerk – en een spectrum voor een goed onderhouden zeer glad spoor conform EN ISO 3095:2013. Voor de spooropbouw bestaat de keuze uit monoblock dwarsliggers met respectievelijk zacht, middelstijf en hard spoorbed als we de mogelijkheden voor houten en biblock dwarsliggers even buiten beschouwing laten. Ook hier moeten dus een aantal keuzes gemaakt worden voor de omzetting van de geluidsemissie van SRM II naar CNOSSOS.

In de IMMI modellen werd in het kader van deze opdracht gebruik gemaakt van de zogenaamde 'bb13' en 'bb14' types. Deze komen overeen met een aangenomen typisch Belgisch spoor dat goed onderhouden en zeer glad is – cfr aangepast slijpregime Infrabel – en ofwel beschikt over zachte railpads, geïnstalleerd in de periode 2005-2016, ofwel over standaard railpads van voor 2005. Het type 'bb13' met zachte railpads is daarbij in de aanloop naar de validatie gedefinieerd ten opzichte van een referentie 'bb01' met stijve railpads zoals die vanaf 2017 worden geïnstalleerd. Het type 'bb14' bestaat uit een spooropbouw met standaard railpads die qua eigenschappen ergens tussen beide andere types in liggen. Het ligt dus voor de hand dat we voor de omzetting van de respectievelijke types 'bb01', 'bb13' en 'bb14' zoals we ze toepassen in de SRM II rekenmethode kiezen voor een respectievelijk hard, zacht en middelstijf spoorbed bij de toepassing in het CNOSSOS emissiemodel, zonder te weten of deze voldoende nauwkeurig overeenkomen met de definitie.

In de 'CNOSSOS-EU Rail Equivalence Note' wordt geadviseerd om voor de standaard spooropbouw – wat overeenkomt met onze eigen 'bb01' – in de Nederlandse SRM II methode te kiezen voor een gemiddelde railruwheid en een middelstijf spoorbed. Gelet op het feit dat deze in de voorstudie en validatie gelijk is gesteld aan een spooropbouw met harde railpads, lijkt het beter om de bestaande verhoudingen in acht te nemen en voor een hard spoorbed te kiezen. Bovendien hebben we in de SRM II rekenmethode een aantal ruwheidscorrecties gedefinieerd voor verschillende types treinmaterieel die de gecombineerde wiel/railruwheid in rekening brengen. In de praktijk betekenden deze ruwheidscorrecties meestal een verlaging van de geluidsemissie wat onder meer te maken heeft met een betere railruwheid tov het gemiddelde Nederlandse spoornetwerk. Om onze emissiewaarden zoals gedefinieerd in de SRM II methode beter te benaderen, zullen we daarom voor alle spoortypes kiezen voor een zeer glad spoor conform EN ISO 3095:2013. Een aantal testen wijzen uit dat dit inderdaad zorgt voor een relatief verbeterde vergelijkbaarheid van de SRM II en CNOSSOS

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

emissiemodellen zoals ze binnen het kader van deze opdracht toegepast worden. De omzetting van de verschillende spoortypes kan dan samengevat worden in onderstaande tabel.

Tabel P-6 Omzettingstabel spooropbouw CNOSSOS emissieparameters

TYPE	Beschrijving	Railruwheid	Spooropbouw
'bb01'	Stijve railpads 2017	EN ISO 3095:2015 (zeer glad)	Monoblock – hard spoorbed
'bb13'	Zachte railpads 2005-2016	EN ISO 3095:2015 (zeer glad)	Monoblock – zacht spoorbed
'bb14'	Standaard railpads < 2005	EN ISO 3095:2015 (zeer glad)	Monoblock – middelstijf spoorbed

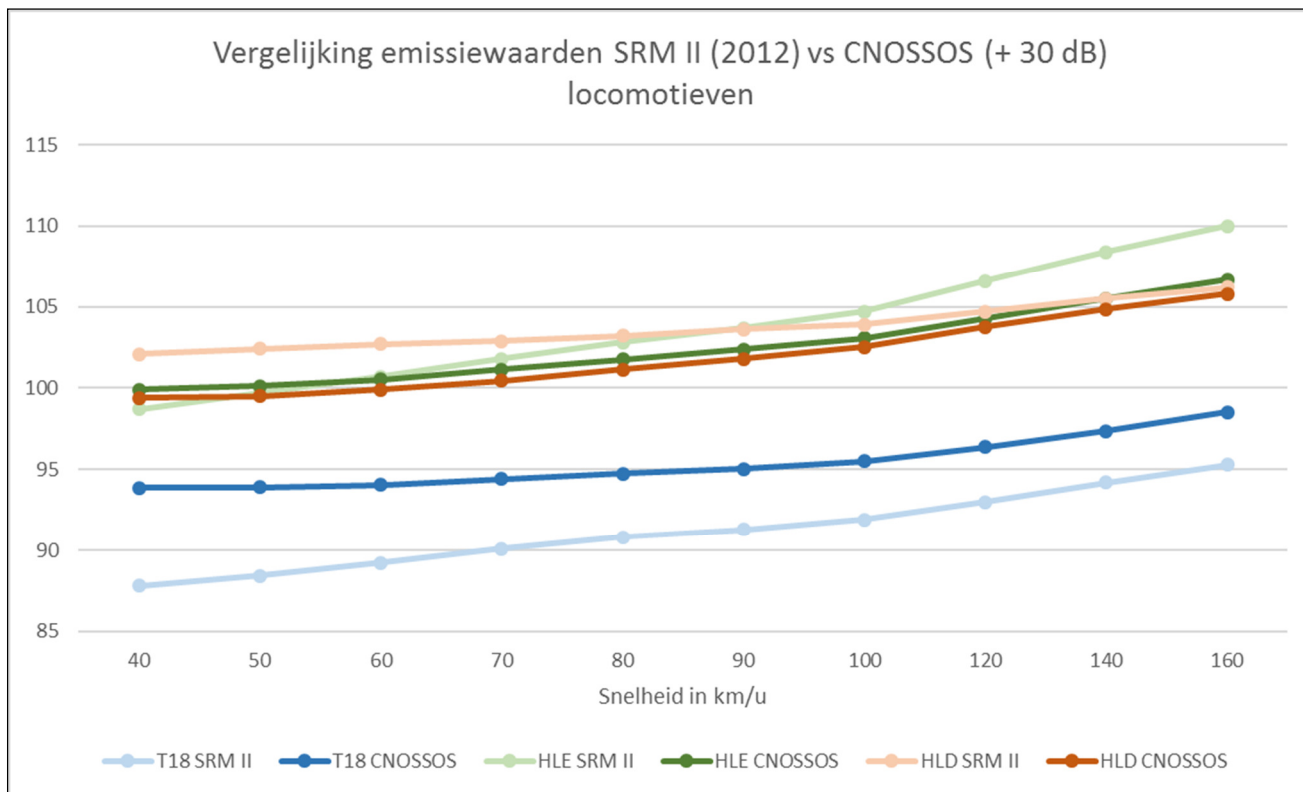
Als we de geluidsemissie voor de verschillende types rijtuigen willen vergelijken voor de toepassing van de SRM II en CNOSSOS emissiemodellen, dan heeft de keuze van de spooropbouw ook een invloed op die vergelijking. Ter herinnering: tussen de gedefinieerde spoortypes 'bb01' en 'bb13' bestond er een gemiddeld verschil in geluidsemissie van ongeveer 3 dB(A), zie § C. Het werkelijke verschil is uiteraard afhankelijk van het treintype en de snelheid maar ligt daarbij globaal genomen tussen 2 en 4 dB(A). Het spoortype 'bb14' heeft een effect dat ongeveer halfweg tussen de 2 andere types ligt.

In het CNOSSOS emissiemodel vinden we op basis van de omzettingen zoals gedefinieerd in de voorgaande tabellen dat het verschil tussen de omgezette 'bb01' en 'bb13' lager ligt, tzt globaal genomen tussen 0.5 dB(A) en 2.5 dB(A) met een gemiddelde van ongeveer 1.5 dB(A). Het effect voor 'bb14' ligt daar uiteraard opnieuw ergens tussenin. Het effect van harde vs zachte railpads is volgens het CNOSSOS emissiemodel dus kleiner dan het werkelijke effect dat we op basis van de voorstudie en validatie hebben afgeleid. Verder onderzoek is noodzakelijk om dit te kunnen verklaren, maar mogelijk liggen de harde en/of zachte railpads zoals die in België worden toegepast buiten het bereik dat verondersteld wordt voor de voorgedefinieerde emissiewaarden voor het harde / zachte spoorbed van de CNOSSOS rekenmethode.

Als we vergelijkingen maken van de emissiewaarden voor de verschillende types treinmaterieel in functie van de spooropbouw dan blijkt dat deze voor 'bb14' – zowel aan de SRM II zijde als voor CNOSSOS – gemiddeld genomen een betere match vormen dan 'bb01' en 'bb13'. Voor 'bb13' ligt de CNOSSOS emissiewaarde voor de verschillende types treinmaterieel te vaak beduidend lager dan die voor SRM II. Omdat 'bb14' het midden houdt tussen de verschillende types opbouw en bovendien ook toegepast wordt in de huidige IMMI modellen, in tegenstelling tot 'bb01' met de nieuwe, harde railpads, worden hierna de emissiewaarden van SRM II en CNOSSOS telkens vergeleken voor de omgezette 'bb14' spooropbouw.

Onderstaande grafiek vergelijkt de emissiewaarden – berekend met de IMMI software – voor verschillende types locomotieven.

Figuur P-1 Vergelijking emissiewaarden locomotieven



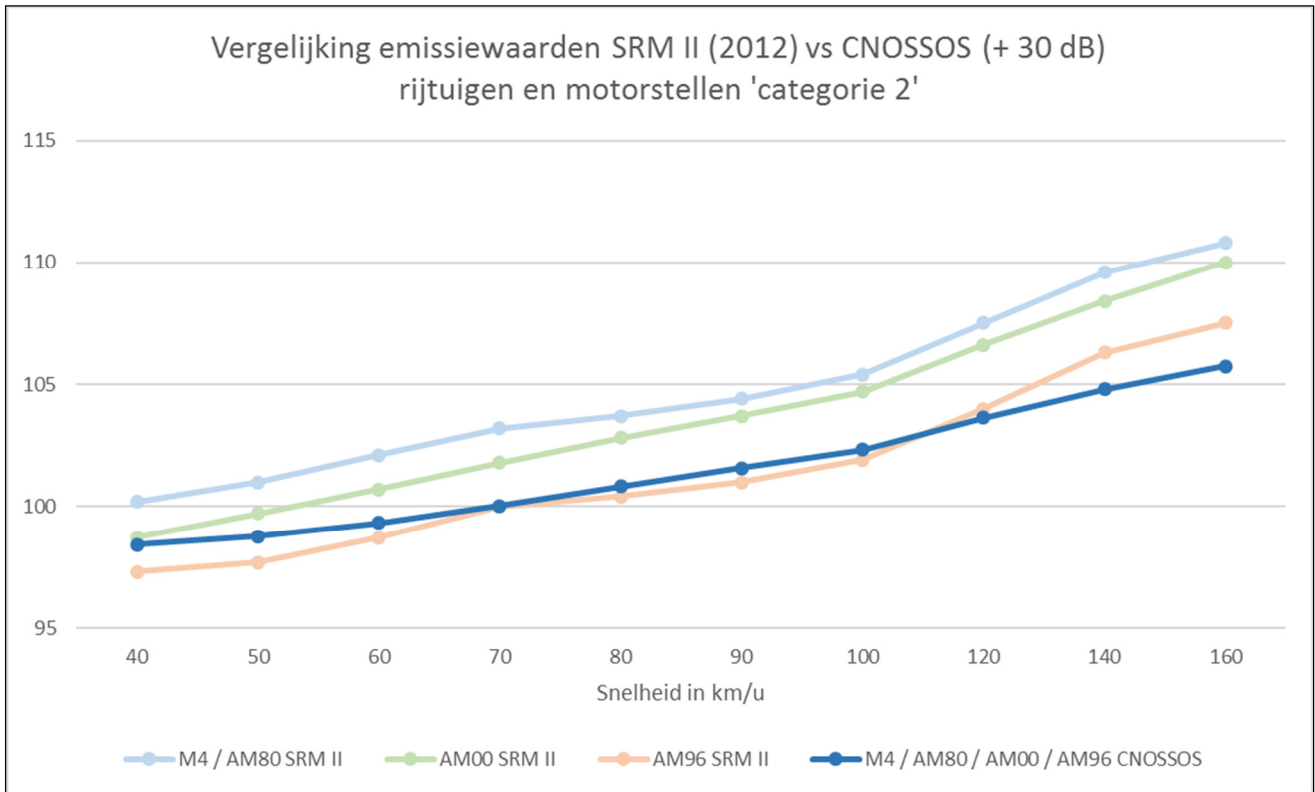
Voor CNOSSOS blijken de emissiewaarden voor elektrische locomotieven – HLE – en diesel locomotieven – HLD – ongeveer gelijk te zijn, ondanks de verschillende aandrijfkenmerken. In het algemeen zijn de CNOSSOS emissiewaarden voor HLE in vergelijking met die volgens SRM II quasi gelijk voor lage snelheden en tot ruim 3 dB(A) lager voor hoge snelheden. Voor de diesel locomotieven geldt het omgekeerde: bijna 3 dB(A) lager voor lage snelheden en quasi gelijk voor hoge snelheden. De verschillende parameters in het CNOSSOS emissiemodel blijken te resulteren in een andere snelheidsafhankelijkheid dan in het SRM II emissiemodel.

Voor beide geldt evenwel dat de verschillen zich grotendeels bevinden in het gebied -3 dB(A) en 0 dB(A), wat mogelijk net als bij wegverkeer te verklaren valt door de definitie van de emissiewaarde in functie van de geometrische uitbreiding van een puntbron over een halve of hele bol. We zullen dit verderop onderzoeken adhv een meer realistische emissiesituatie.

Voor de elektrische locomotieven van het type T18 zijn de verschillen groter en liggen de CNOSSOS emissiewaarden 3 tot ruim 5 dB(A) hoger dan die volgens SRM II, waarbij het type T18 werd ingedeeld in categorie 8 met bovendien toepassing van de ruwheidscorrectie 8A. Deze locomotieven beschikken over wioldempers, wat een parameter is die niet beschikbaar is in de voorgedefinieerde emissiegetallen van het CNOSSOS model. Mogelijk is dat een deel van de verklaring.

Onderstaande grafiek vergelijkt dan de emissiewaarden voor een aantal types treinmaterieel die behoren tot de Nederlandse SRM II categorie 2. Daarop werden een aantal ruwheidscorrecties gedefinieerd: zo behoren de types M4 en AM80 tot categorie 2A met een geluidsemissie die iets hoger ligt dan de standaard categorie 2 die wordt toegepast voor het type AM00, terwijl categorie 2B met een lagere geluidsemissie gedefinieerd is voor het type AM96. In het CNOSSOS emissiemodel hebben al deze types treinmaterieel echter sterk vergelijkbare eigenschappen, zodat ook de geluidsemissie daar identiek is. Het enige verschil is dat de rijtuigen van het type M4 in tegenstelling tot de motorstellen geen tractiegeluid hebben, maar in de praktijk is het verschil op basis van de CNOSSOS emissiewaarden beperkt tot nauwelijks 0.1 dB(A) bij lage snelheden.

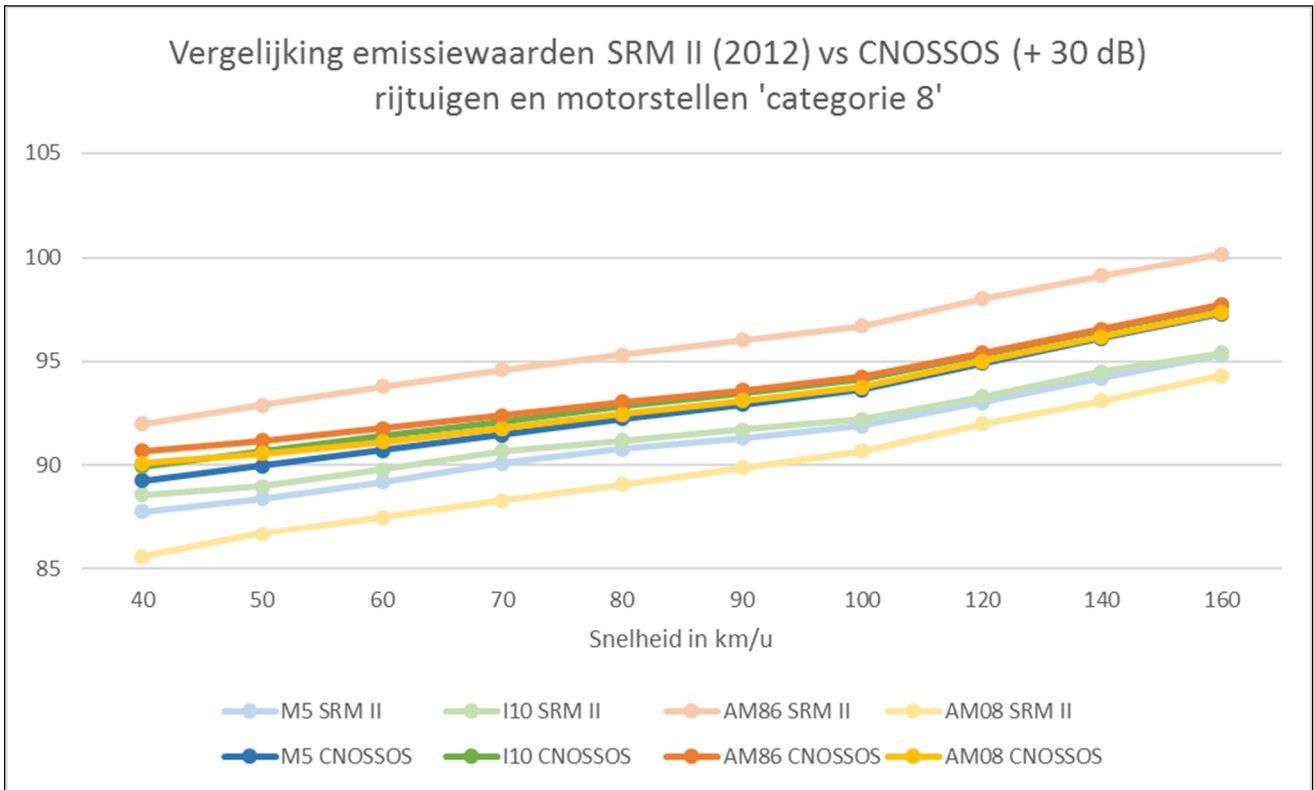
Figuur P-2 Vergelijking emissiewaarden treinmaterieel 'categorie 2'



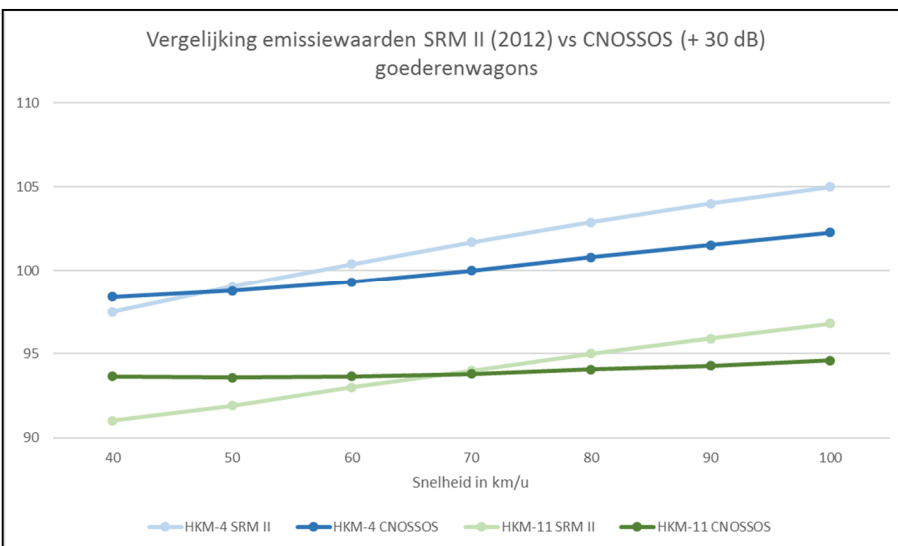
Daardoor komt het dat de verschillen tussen de SRM II en CNOSSOS emissiewaarden sterk verschillen afhankelijk van het treintype: voor types M4 en AM80 ligt de CNOSSOS emissiewaarde 2 tot 5 dB(A) lager, voor AM00 1 tot 4 dB(A) lager en voor het type AM96 1 dB(A) hoger tot 2 dB(A) lager. Dat komt doordat we met de SRM II ruwheidscorrecties een differentiatie hebben aangebracht in categorie 2 die momenteel niet mogelijk blijkt in het CNOSSOS emissiemodel.

Een gelijkaardige grafiek kunnen we maken voor de rijtuigen en motorstellen die behoren tot de Nederlandse SRM II categorie 8. Er werden ruwheidscorrecties gedefinieerd voor de types M5 (8A), I10 (8B), AM86 (8D) en AM08 (8C): zoals zichtbaar wordt in onderstaande grafiek kan de emissie voor de verschillende types nogal verschillen. Ook hier biedt het CNOSSOS emissiemodel met voorgedefinieerde parameterwaarden relatief weinig mogelijkheden om te differentiëren, zodat de CNOSSOS emissiewaarden verre van dezelfde variatie vertonen. Omdat de absolute geluidsemissies relatief lager liggen ivm categorie 2, is de invloed van het tractiegeluid iets groter zodat er een klein verschil ontstaat van ca 0.5 dB(A) tussen de rijtuigen – M5 & I10 – enerzijds en de motorstellen – AM86 & AM08 – anderzijds, maar enkel bij lagere snelheden. Daarnaast is er eveneens een klein verschil zichtbaar van dezelfde grootte-orde tussen het treinmaterieel met een aangenomen wielgrootte van 840 mm – M5 & AM08 – en dat met een wielgrootte van 920 mm – I10 & AM86.

Figuur P-3 Vergelijking emissiewaarden treinmaterieel 'categorie 8'



Het resultaat is dat de verschillen tussen de SRM II en CNOSSOS emissiewaarden behoorlijk kunnen oplopen: voor de types M5 en I10 ligt de emissie ongeveer 2 dB(A) hoger, voor het type AM86 ligt de emissie 2 tot 3 dB(A) lager en voor het type AM08 ligt de emissie ca 3 tot 4 dB(A) hoger.



Voor goederenverkeer wordt onderscheid gemaakt tussen wagons van categorie 4 en 11, waarbij we voor categorie 11 zelfs nog een bijkomende ruwheidscorrectie 11A hebben gedefinieerd om het werkelijke effect van een retrofit beter te benaderen. In de hiernaast weergegeven grafiek is duidelijk dat de snelheidsafhankelijkheid in belangrijke mate verschilt voor de SRM II en CNOSSOS emissie-modellen. De verhoudingen tussen beide categorieën blijven evenwel behouden. Zo ligt de CNOSSOS geluidsemissie voor een wagon van

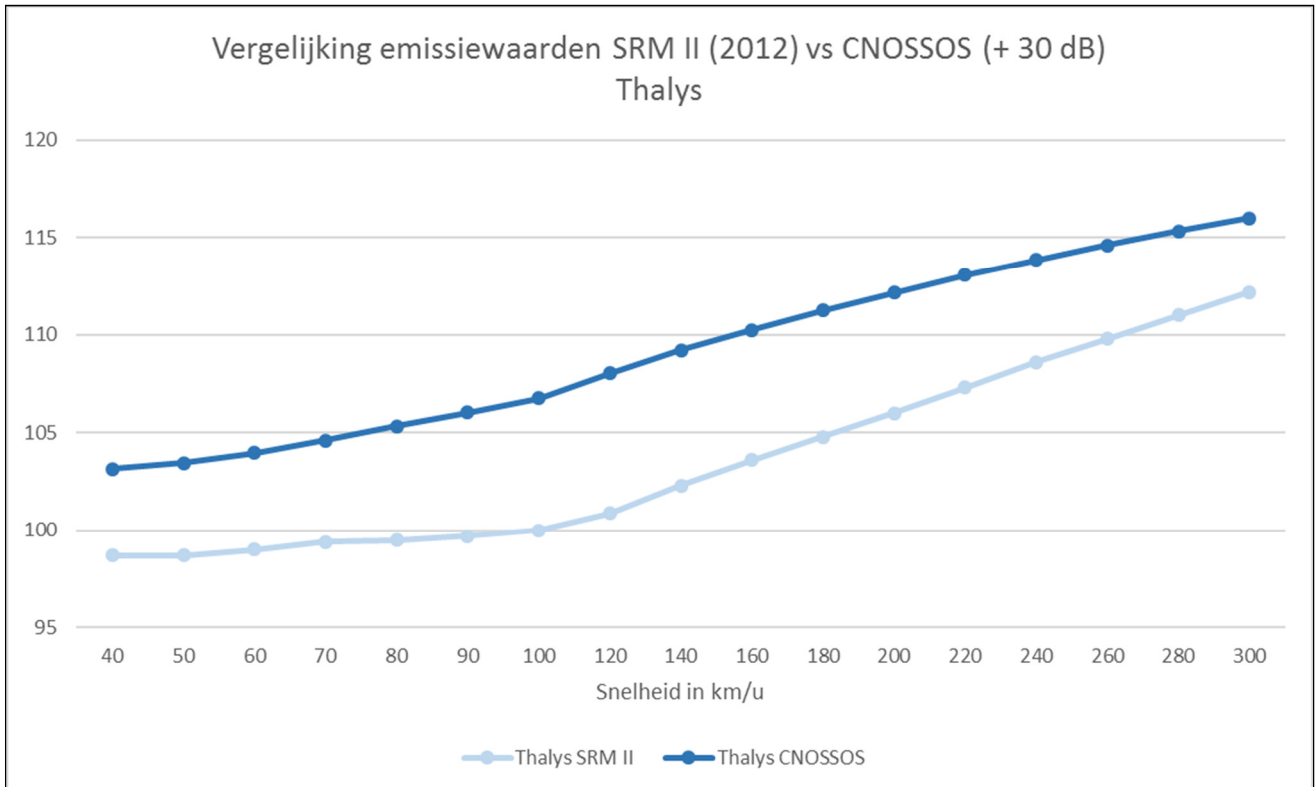
categorie 4 typisch 0 tot 3 dB(A) lager, voor een wagon van categorie 11 varieert het verschil van +2 tot -2 dB(A).

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Dezelfde oefening kunnen we tot slot doen voor een Thalys als voorbeeld van een hogesnelheidstrein. In SRM II wordt een volledige Thalys daarbij beschouwd als 1 rekeneenheid, in het CNOSSOS model wordt deze voorgesteld als een combinatie van 2 motorstellen, 2 rijkundigen naast de motorstellen en 6 tussenliggende rijkundigen. In deze opdracht wordt voor hogesnelheidstreinen bovendien een ruwheidscorrectie 9A toegepast om onder meer de lagere railruwheid in rekening te brengen. Het resultaat is weergegeven in onderstaande grafiek waaruit blijkt dat de CNOSSOS emissiewaarden beduidend hoger liggen: 4 tot 7 dB(A), afhankelijk van het snelheidsgebied. Het is niet duidelijk wat daarvan de oorzaak is.

Figuur P-4 Vergelijking emissiewaarden 'Thalys'



In het algemeen is voor spoorverkeer de overeenkomst tussen de SRM II en CNOSSOS emissiewaarden zeer variabel. Door de relatief beperkte keuze in de verschillende parameters en de bijhorende voorgedefinieerde emissiegetallen gaat een stuk van de variatie verloren die bij de huidige opdracht met de ruwheidscorrecties in de SRM II emissiewaarden werd ingevoerd. Verder onderzoek zal nodig zijn om een aantal zaken te verklaren en bij te sturen, maar het lijkt onmogelijk om de complexiteit van de geluidsemissie van spoorverkeer – die we met de ruwheidscorrecties voor SRM II toch beter konden benaderen – te beschrijven binnen het bestaande kader van de in CNOSSOS voorgedefinieerde parameteropties en bijhorende emissiegetallen. Wellicht zal het noodzakelijk zijn om eigen emissiegetallen te definiëren voor belangrijke elementen zoals railruwheid, raildemping, wielruwheid e.d. en dat voor verschillende types spooropbouw en treinmaterieel.

P.3 Opbouw referentiemodellen

Om een aantal andere verschillen wat betreft de geluidspropagatie tussen de SRM II en CNOSSOS rekenmethodes te kunnen duiden, worden er voor de 5 testgebieden equivalente referentiemodellen opgezet die toelaten om een aantal omgevingsfactoren en parameters wat meer in detail te analyseren. Alle omgevingselementen – terrein, bodemeffect, gebouwen, schermen, bruggen e.d. – zijn daarbij steeds volledig identiek: het zijn immers generieke elementen die in beide rekenmethodes hun rol spelen. Wat uiteraard wel kan verschillen, is de manier waarop de rekenmethodes ze in rekening brengen en het zijn precies die verschillen die we hier willen observeren. Voor de metecorrectie wordt voor het CNOSSOS referentiemodel uitgegaan van 50 % gunstige overdrachtscondities, wat anders is dan de vaste metecorrectie in de SRM II rekenmethode.

Voor de emissie van zowel weg- als spoorverkeer in de testgebieden is er wel een vertaling nodig van de SRM II segmenten naar de CNOSSOS emissieparameters, waartoe we in § P.1 en § P.2 al een belangrijke aanzet gegeven hebben. In wat volgt wordt verder verduidelijkt hoe we dat hebben aangepakt, rekening houdend met de actuele implementatie – en beperkingen – van de CNOSSOS rekenmethode in de IMMI software versie 2017.

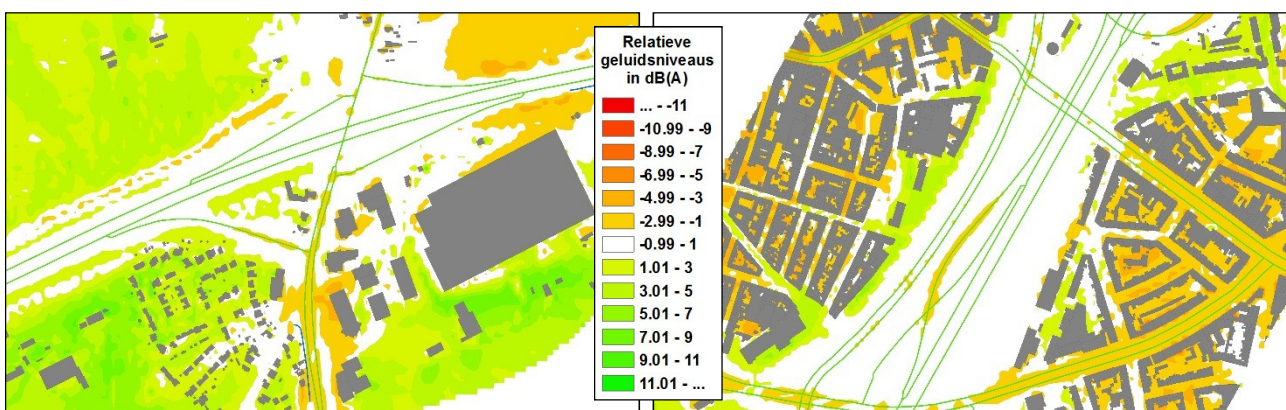
P.3.1 Emissie wegverkeer

De omzetting van de SRM II wegsegmenten levert weinig problemen op: de intensiteiten en snelheidswaarden worden rechtstreeks overgenomen in de CNOSSOS elementen. Voor de wegverharding is het iets complexer: de wegdekcorrectietermen hebben dezelfde structuur en kunnen dus eveneens overgenomen worden, maar de CNOSSOS implementatie beschikt momenteel niet over de functionaliteit om grote aantallen correctietermen rechtstreeks te importeren: alle waarden moeten manueel worden ingegeven. Het is momenteel dus praktisch niet mogelijk om de individuele CPX waarden allemaal over te zetten voor meer dan een beperkt aantal wegsegmenten. Om die reden moet er een vereenvoudiging doorgevoerd worden in de modellen voor de 3 testgebieden mbt wegverkeer, in die zin dat voor alle wegsegmenten waar in de huidige modellen een CPX correctieterm wordt toegepast de referentie wegverharding aangenomen wordt. Om de equivalentie te bewaren, wordt deze vereenvoudiging toegepast voor zowel de SRM II als CNOSSOS referentiemodellen.

De verhoudingen van de emissiewaarden voor SRM II en CNOSSOS voor de verschillende testgebieden volgen de algemene trends die we reeds in § P.1 beschreven hebben: adhv de verschilkaarten voor de referentiemodellen kunnen we deze verifiëren obv de immissiewaarden op korte afstand van de geluidsbron. Voor een gemengde verkeerssamenstelling zijn de CNOSSOS emissies ongeveer gelijk aan die voor SRM II voor wegen met hoge snelheid – autosnelwegen e.d. – terwijl bij lagere snelheden de CNOSSOS emissies iets lager lijken te liggen dan die van SRM II.

In de onderstaande figuren zijn enkele voorbeelden geïllustreerd uit de testgebieden: de centrale autosnelweg is veelal neutraal ingekleurd, de aansluitende en omliggende wegen – met lagere snelheden – worden vaker oranje ingekleurd, wat het gevolg is van lagere geluidsniveaus voor de CNOSSOS berekeningen dan die voor SRM II. De precieze verhoudingen hangen uiteraard altijd af van de specifieke verhoudingen tussen de verschillende voertuigcategorieën.

Figuur P-5 Voorbeelden verschilkaarten



Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

P.3.2 Emissie spoorverkeer

De omzetting van de SRM II spoorsegmenten heeft wat meer voeten in de aarde, maar de contouren van een voorlopige omzetting zijn reeds beschreven in § P.2. Een bijkomend probleem is dat de huidige CNOSSOS implementatie in de IMMI software voor spoorverkeer geen mogelijkheden biedt om datalagen te importeren vanuit courante formaten zoals shapefiles of QSI bestanden: alle invoer moet manueel gebeuren, wat het praktisch onmogelijk maakt om het sterk gesegmenteerde spoornetwerk zoals het in de huidige modellen opgenomen is als geheel naar het CNOSSOS formaat om te zetten. Dat beperkt in belangrijke mate het aantal emissie-elementen dat redelijkerwijs kan beschouwd worden.

Om die reden wordt ervoor geopteerd om de sterke segmentatie van het spoornetwerk – die in essentie enkel relevant is om de snelheidsprofielen te kunnen toepassen – ongedaan te maken en te werken met emissie-elementen die opnieuw het volledige baanvak(spoor) omvatten met voor alle treinen de bijhorende maximale snelheid. Omwille van de equivalentie wordt ook dit evident toegepast voor zowel de SRM II als CNOSSOS referentiemodellen. Voor de testgebieden D en E samen gaat het dan in totaal om 14 elementen, wat het haalbaar maakt om de omzetting van SRM II naar CNOSSOS manueel door te voeren.

Om voor deze elementen een idee te krijgen van het verschil in globale emissiewaarde en tegelijkertijd te evalueren wat dan de bijhorende verschillen zijn in geluidsimmissie op korte afstand van de geluidsbron, hebben we deze samengevat in de hierna volgende tabellen.

Het betreft slechts een vijftal elementen, aangezien de anderen een gelijke geluidsemissie hebben: veelal heeft het andere spoor een identieke emissiewaarde, net als het afgescheiden deel van het baanvakspoor verderop. Onderstaande tabel geeft de emissiewaarden en bijhorende verschillen weer. De CNOSSOS emissiewaarden moeten daarbij vermeerderd worden met 30 dB om het verschil in geluidsvermogen per eenheid lengte – kilometer vs meter – te verrekenen.

Tabel P-7 Vergelijking emissiewaarden spoorsegmenten in dB(A)

Element	Emissiewaarden in dB(A)								
	SRM II			CNOSSOS			Verschil		
	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht	Dag	Avond	Nacht
0643-L59_1	119.1	120.1	116.2	86.8	87.6	83.7	-2.3	-2.5	-2.5
0643-L59_2	116.9	118.0	114.1	85.5	86.3	82.5	-1.4	-1.7	-1.7
1035-L16_1	120.6	121.0	117.8	86.6	87.5	84.6	-4.0	-3.5	-3.2
1311-L59_1	119.0	119.8	115.7	86.7	87.4	83.6	-2.2	-2.4	-2.1
1667-L52_1	111.5	110.2	101.2	78.8	77.5	68.6	-2.7	-2.7	-2.6

Opvallend is dat voor deze spoorsegmenten de CNOSSOS emissiewaarden steeds lager liggen dan de SRM II emissiewaarden. Wel blijkt dat voor een spoor waarvoor spoortype 'bb14' werd toegepast – in casu 0643-L59_2 – het verschil kleiner is dan voor dezelfde emissiesituatie – 0643-L59_1 – waar 'bb13' wordt gebruikt. Uiteraard is dit slechts een beperkt voorbeeld, maar het geeft nogmaals aan dat een correcte inschatting van de eigenschappen van de spooropbouw in functie van de CNOSSOS emissieparameters erg belangrijk is.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Het is vanzelfsprekend ook interessant om te kijken in welke mate verschillen in brondefinitie en de bijhorende geometrische uitbreiding en bodeminvloed een rol spelen in de verschillen in emissiewaarden. Onderstaande tabel geeft voor de bovenstaande emissiesituaties het verschil in immissiewaarde weer op korte afstand – 7.5 m van de as van het spoor, 4 m hoog – bij een absorberende bodem – $G = 1$.

Tabel P-8 Vergelijking immissiewaarden in dB(A) op 7.5 m afstand

Element	Immissiewaarden op 7.5m in dB(A)											
	SRM II				CNOSSOS				Verschil			
	Dag	Avond	Nacht	DEN	Dag	Avond	Nacht	DEN	Dag	Avond	Nacht	DEN
0643-L59_1	69.8	70.9	67.0	74.5	69.4	70.2	66.4	73.8	-0.5	-0.7	-0.7	-0.6
0643-L59_2	67.7	68.8	65.0	72.4	68.1	68.9	65.1	72.6	+0.4	+0.1	+0.1	+0.2
1035-L16_1	71.6	71.9	68.7	76.0	69.2	70.1	67.2	74.3	-2.4	-1.8	-1.5	-1.7
1311-L59_1	70.1	70.9	66.8	74.4	69.4	70.1	66.2	73.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.7
1667-L52_1	62.2	60.9	52.0	63.0	61.4	60.1	51.2	62.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8

De keuze voor een absorberende bodem voor de vergelijking volgt uit het feit dat in de CNOSSOS rekenmethode op korte afstanden van de geluidsbron de toepassing van de normale gemiddelde absorptiefactor over de gehele overdrachtsweg wordt gecorrigeerd mbv de hierna volgende formule waarbij voor spoorverkeer G_s gelijk gesteld wordt aan 1.

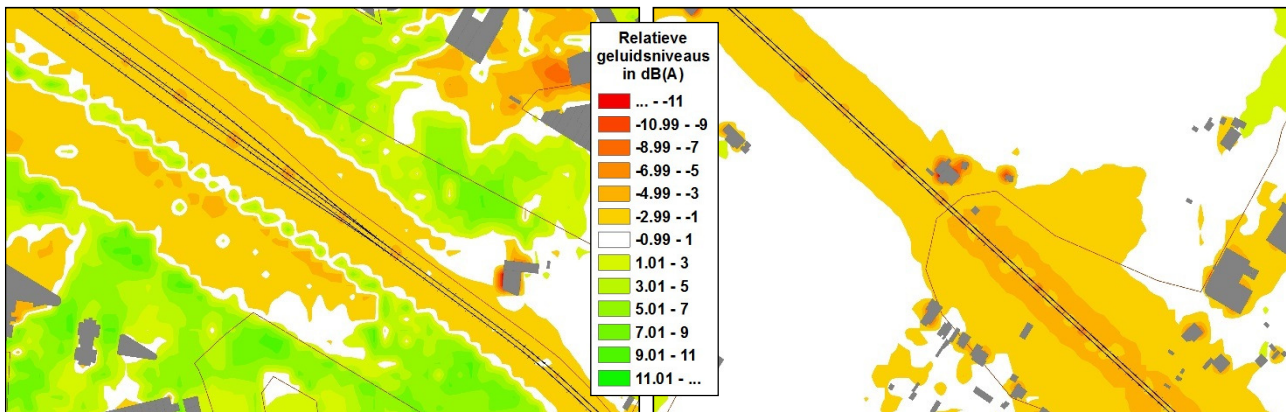
$$G'_{path} = \begin{cases} G_{path} \frac{d_p}{30(z_s + z_r)} + G_s \left(1 - \frac{d_p}{30(z_s + z_r)} \right) & \text{if } d_p \leq 30(z_s + z_r) \\ G_{path} & \text{anders} \end{cases} \quad (2.5.14)$$

Een vergelijking van de immissiewaarden op korte afstand voor een gemengde bodem – $G = 0.5$ – zou daardoor de immissiewaarden berekend volgens SRM II wel enigszins verhogen met ca 1.0 tot 1.5 dB(A) en maar weinig veranderen aan de volgens CNOSSOS berekende immissiewaarden. De waargenomen verschillen zouden bijgevolg groter zijn, wat ook blijkt uit de voorbeelden van de testgebieden die hierna geïllustreerd worden.

De linkse figuur komt uit testgebied D op de plaats waar de baanvakken 643, 1311 en 1667 samenkomen. Uit de voorgaande tabel zou moeten volgen dat de immissiewaarden op korte afstand binnen een interval van +/- 1 dB(A) gelegen zijn. Uit de figuur is duidelijk dat de immissie voor de CNOSSOS berekeningen meer dan 1 dB(A) lager ligt dan de SRM II waarden gezien de oranje kleur voor de negatieve verschillen. Dat komt omdat het bodemeffect vlakbij de geluidsbronnen gebaseerd is op de factor $G = 0.5$, maar in de CNOSSOS rekenmethode wordt deze echter automatisch gecorrigeerd door $G_s = 1$, waardoor de verschillen groter worden.

Een gelijkaardig fenomeen is nog duidelijker te zien in testgebied E – rechtse figuur – ter hoogte van baanvak 1035: het deel van het spoorsegment in de linkerboven hoek van de figuur is gelegen in een zone met factor $G = 1$, terwijl het deel in de rechtsonder hoek gelegen is in een zone met $G = 0.5$. De overgang is dan ook duidelijk zichtbaar: linksboven ligt het verschil in de grootte-orde die we op basis van de voorgaande tabel zouden verwachten, namelijk rond -2 dB(A), terwijl het verschil in het deel rechtsonder beduidend negatiever is. De verklaring ligt in de verschillende manier waarop de 2 rekenmethodes het bodemeffect vlakbij de bron toepassen.

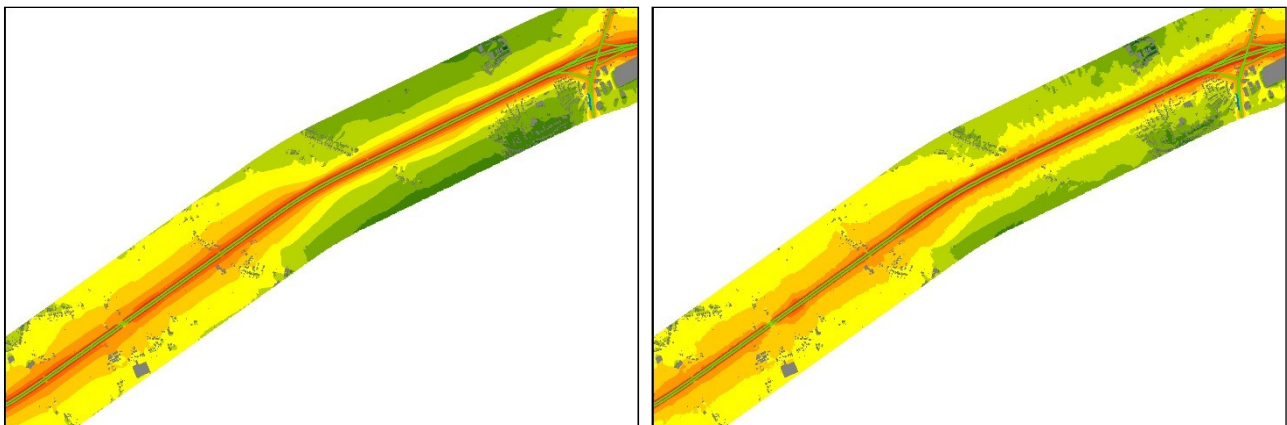
Figuur P-6 Illustratie verschil bodemeffect SRM II vs CNOSSOS



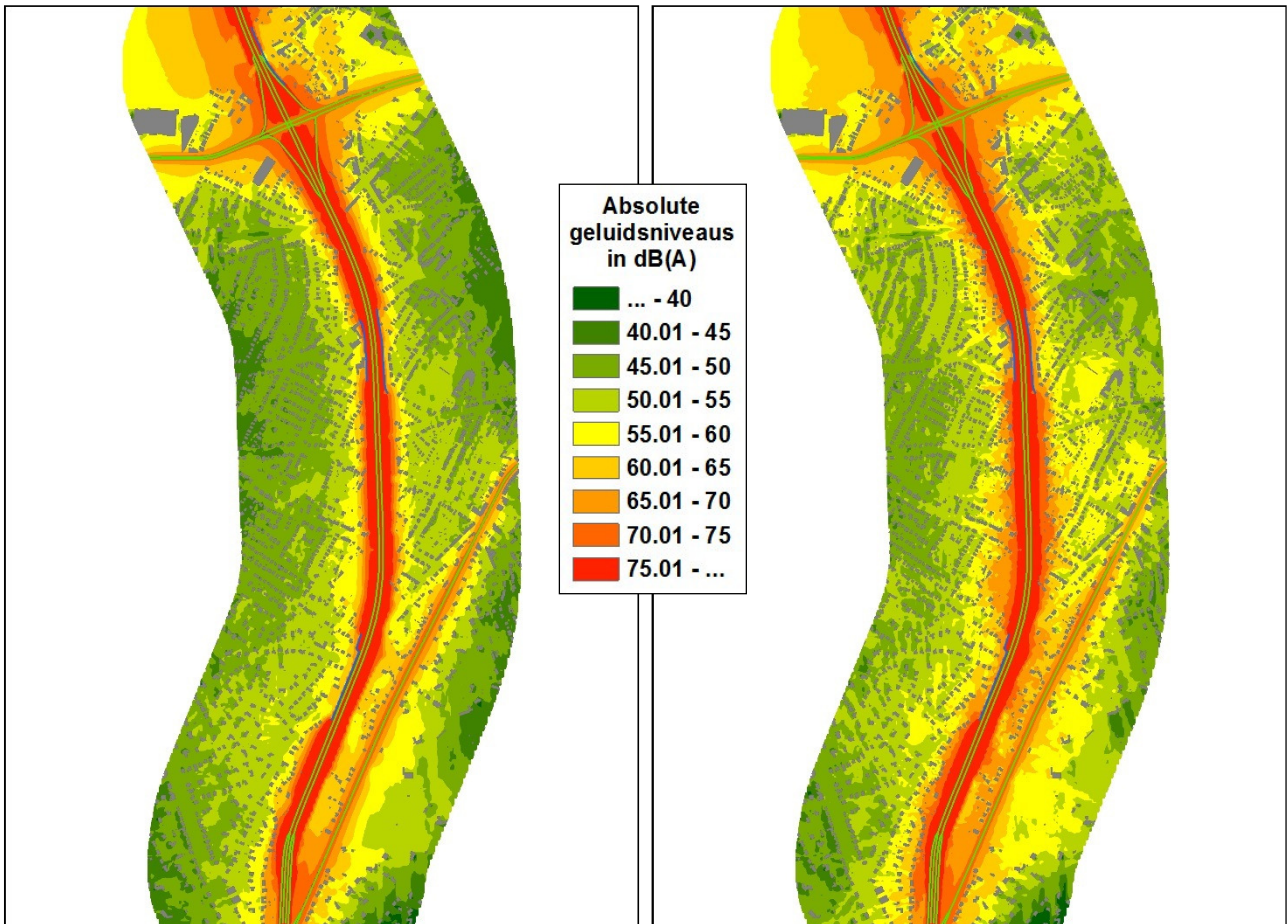
P.3.3 Berekeningen referentiemodellen

Op basis van de omgezette emissie-elementen en de omgevingselementen die zowel voor de SRM II als de CNOSSOS berekening van toepassing zijn worden dan voor beide rekenmethodes de resulterende geluidsniveaus berekend in de 5 zones die eerder werden beschouwd als testgebieden. Voor de CNOSSOS meteorocorrectie wordt voorlopig gewerkt met 50% gunstige overdrachtscondities als standaard waarde, terwijl de SRM II methode blijft werken met de bestaande vaste meteorocorrectie. De invloed van de CNOSSOS meteorocorrectie wordt verderop bestudeerd. De absolute geluidsniveaus worden hierna zij-aan-zij afgebeeld voor de 5 testgebieden om al een eerste idee te geven van de verschillen. Alle kaarten hebben dezelfde kleurschaal om de vergelijkbaarheid te verhogen.

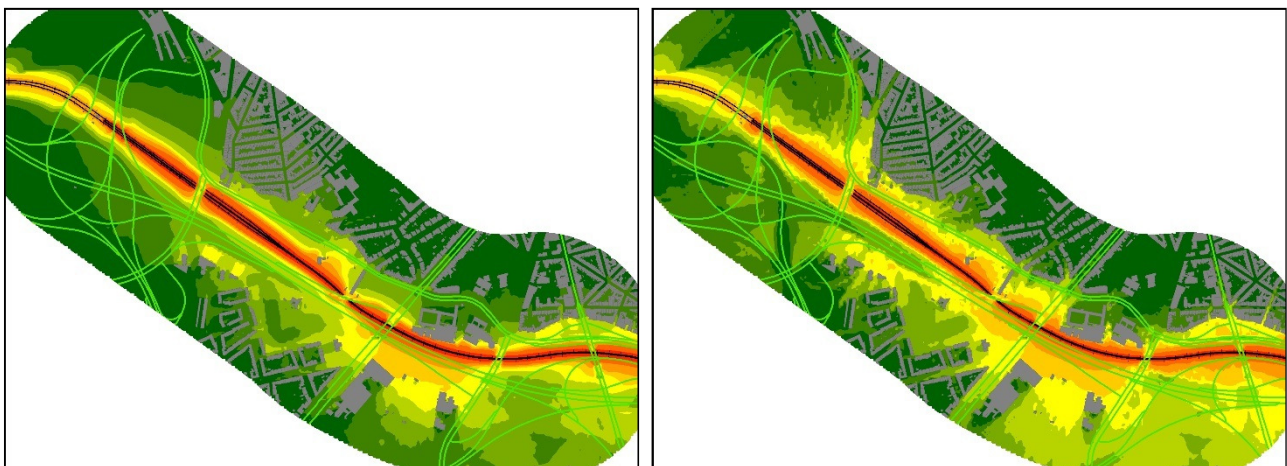
Figuur P-7 Vergelijking geluidskaat testgebied A : SRM II (links) vs CNOSSOS (rechts)



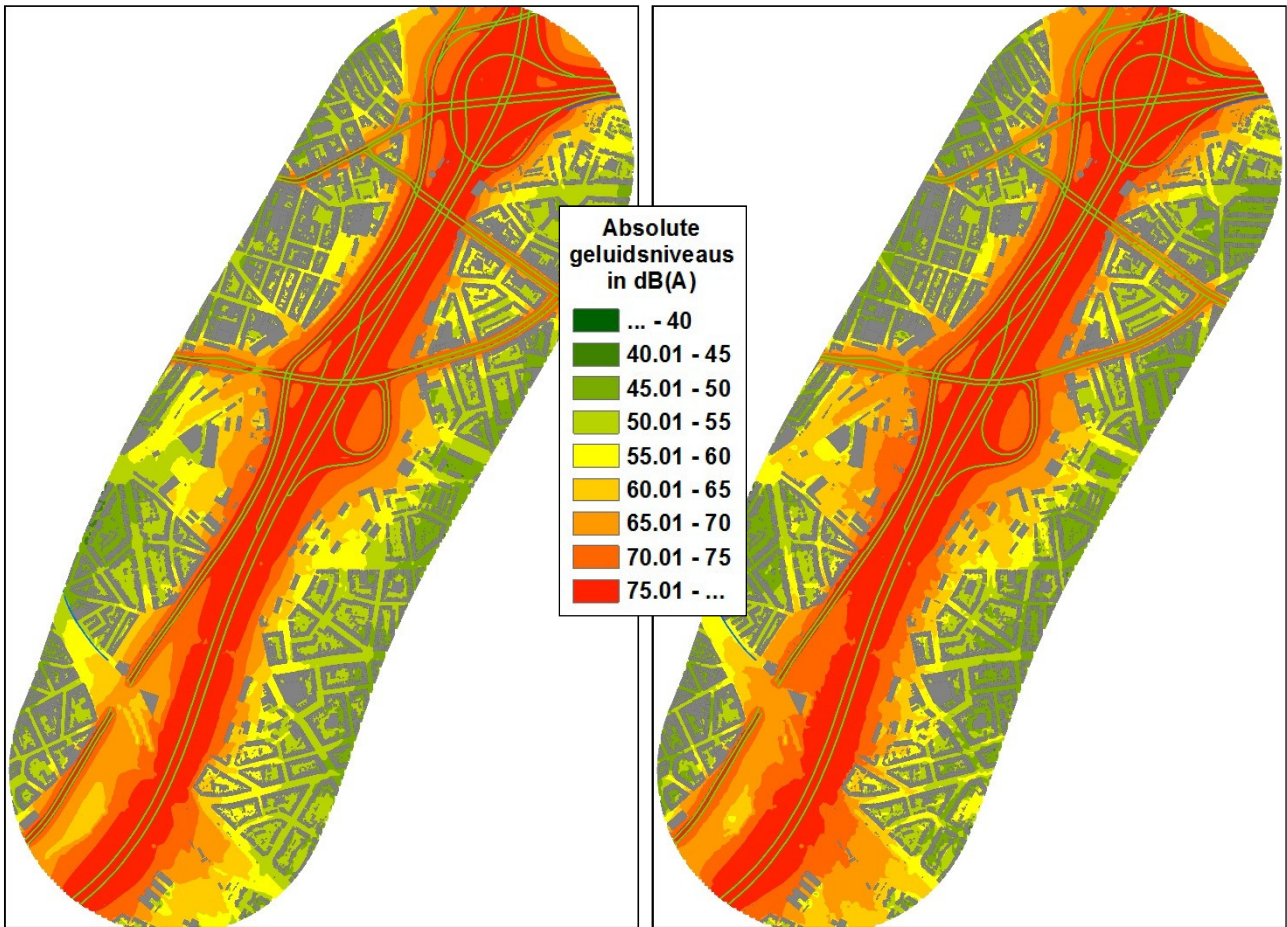
Figuur P-8 Vergelijking geluidkaart testgebied B : SRM II (links) vs CNOSSOS (rechts)



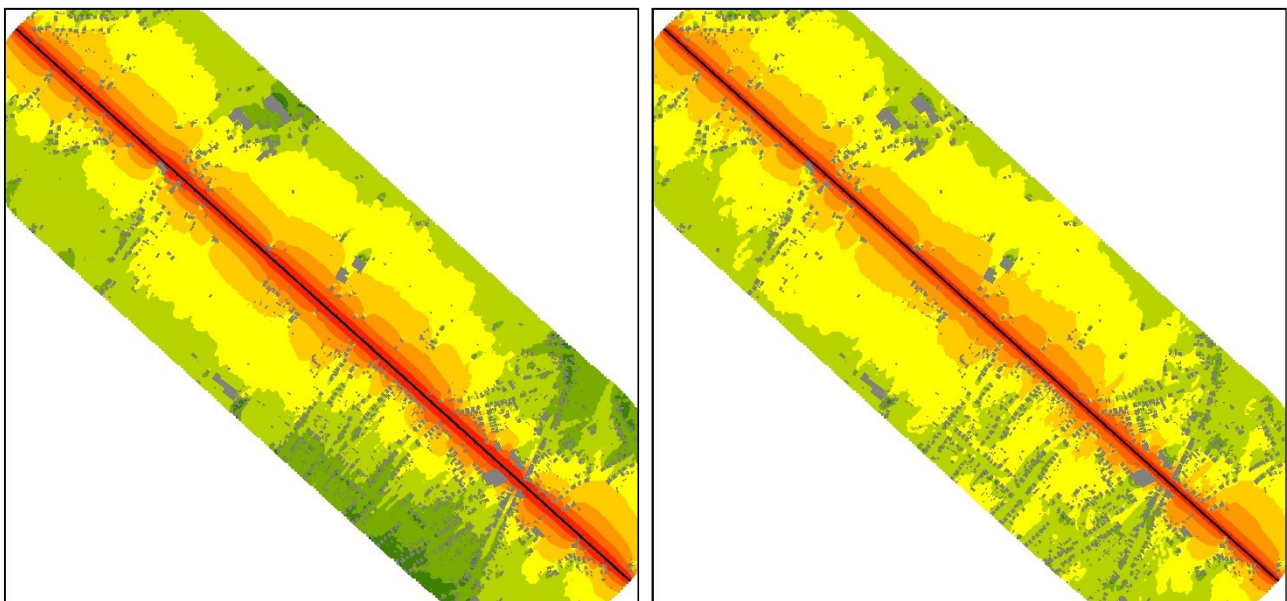
Figuur P-9 Vergelijking geluidkaart testgebied D : SRM II (links) vs CNOSSOS (rechts)



Figuur P-10 Vergelijking geluidskaat testgebied C : SRM II (links) vs CNOSSOS (rechts)



Figuur P-11 Vergelijking geluidskaat testgebied E : SRM II (links) vs CNOSSOS (rechts)



Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

P.3.4 Rekentijden

De berekeningen van de referentiemodellen kunnen ook met elkaar vergeleken worden adhv de rekestijden. Dit zijn loutere indicaties van de relatieve verhoudingen, aangezien voor de testgebieden de afstand tot de geluidsbronnen relatief beperkt is, en bovendien sterk afhankelijk van het reliëf, het aantal beschouwde geluidsbronnen en de dichtheid van bebouwing. Onderstaande tabel geeft de rekestijd weer voor de referentiemodellen op een 16-core desktop pc.

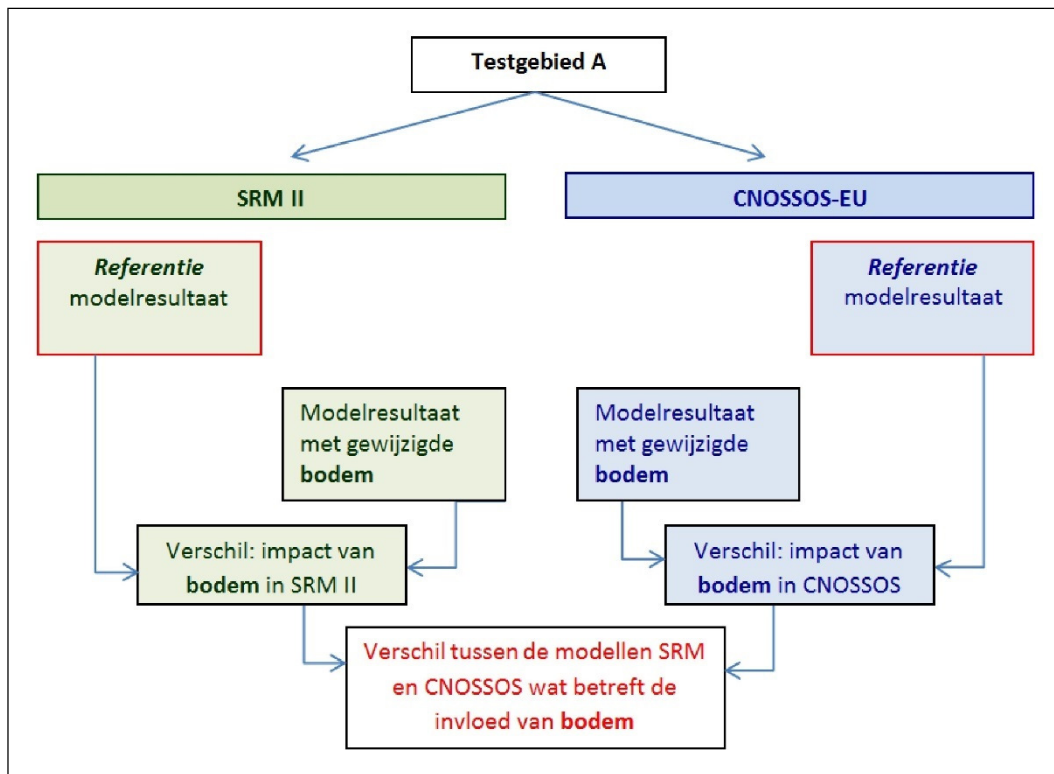
Tabel P-9 Indicatieve vergelijking rekestijden

Rekestijd	SRM II	CNOSSOS
testgebied A	00:16:16	01:23:40
testgebied B	00:39:38	04:09:23
testgebied C	02:20:52	35:01:15
testgebied D	00:36:41	02:07:58
testgebied E	00:08:12	00:21:45

P.4 Vergelijking propagatie

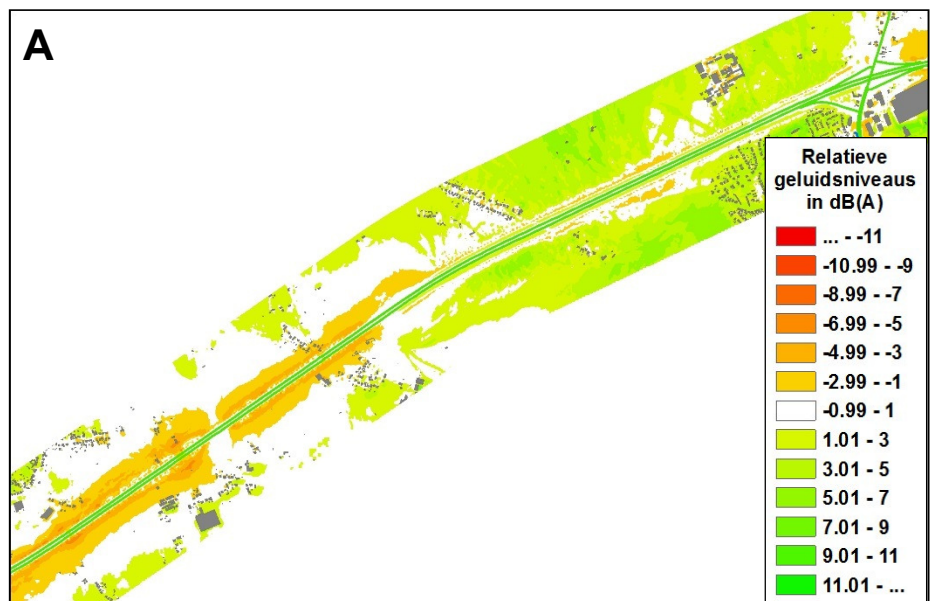
Voor de propagatie zullen we de verschillen tussen de SRM II en CNOSSOS rekenmethodes voornamelijk analyseren adhv verschilkaarten. Waar relevant zal dat gebeuren obv het in het bestek aangegeven schema, waarbij wordt getracht de invloed van de afzonderlijke parameter te isoleren door eerst voor beide rekenmethodes een verschilberekening te doen en daarnaast nogmaals het verschil van beide verschilkaarten te nemen. Een schema is ter illustratie weergegeven in onderstaande figuur. Voor sommige parameters waar een dergelijke vergelijking niet mogelijk is, wordt een iets andere benadering gekozen, maar steeds met verschilkaarten gewerkt.

Figuur P-12 Schematische voorstelling relatieve verschilkaarten



Los van een beschouwing van de individuele parameters kunnen ook de resultaten van de referentiemodellen rechtstreeks met elkaar vergeleken en geïllustreerd worden aan de hand van verschilkaarten. Deze worden weergegeven in de volgende figuren, waarbij de SRM II geluidsniveaus steeds afgetrokken worden van de CNOSSOS geluidsniveaus.

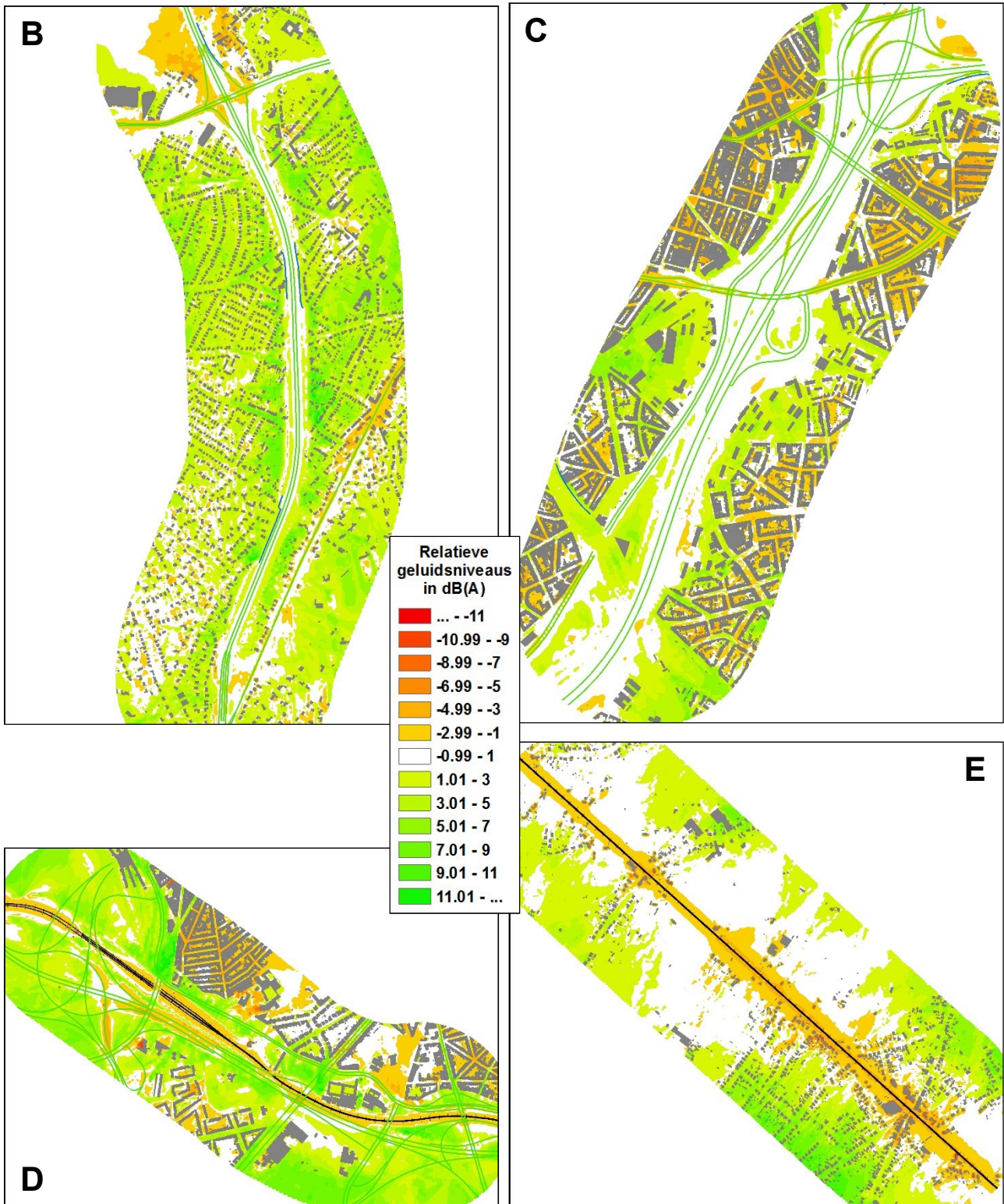
Positieve verschillen betekenen dus steeds een hogere waarde voor CNOSSOS dan voor SRM II. Alle verderop afgebeelde verschilkaarten hebben bovendien dezelfde kleurenschaal gekregen om de leesbaarheid te verhogen.



Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Figuur P-13 Verschilkaarten referentiemodellen CNOSSOS vs SRM II : testgebieden B, C, D en E



P.4.1 Afstand

De afstand is uiteraard geen parameter die we kunnen wijzigen in de referentiemodellen, maar we kunnen wel in algemene termen kijken hoe de verschillen tussen beide berekeningen zich gedragen in functie van de afstand door gebruik te maken van de voorgaande verschilkaarten.

Met de afstand spelen ook andere parameters hun rol: zo wordt het effect van bodemdemping, luchtabsorptie en meteo steeds belangrijker naarmate de afstand toeneemt. De mate waarin diffractie een rol speelt hangt af van de eigenschappen van het overdrachtsgebied. Afstand op zich is eigenlijk geen differentiërende factor tussen beide rekenmethodes, aangezien de geometrische uitbreiding van een puntbron een universeel concept is. Verschillen tussen SRM II en CNOSSOS in functie van de afstand zijn dan ook de som van heel wat verschillende parameters.

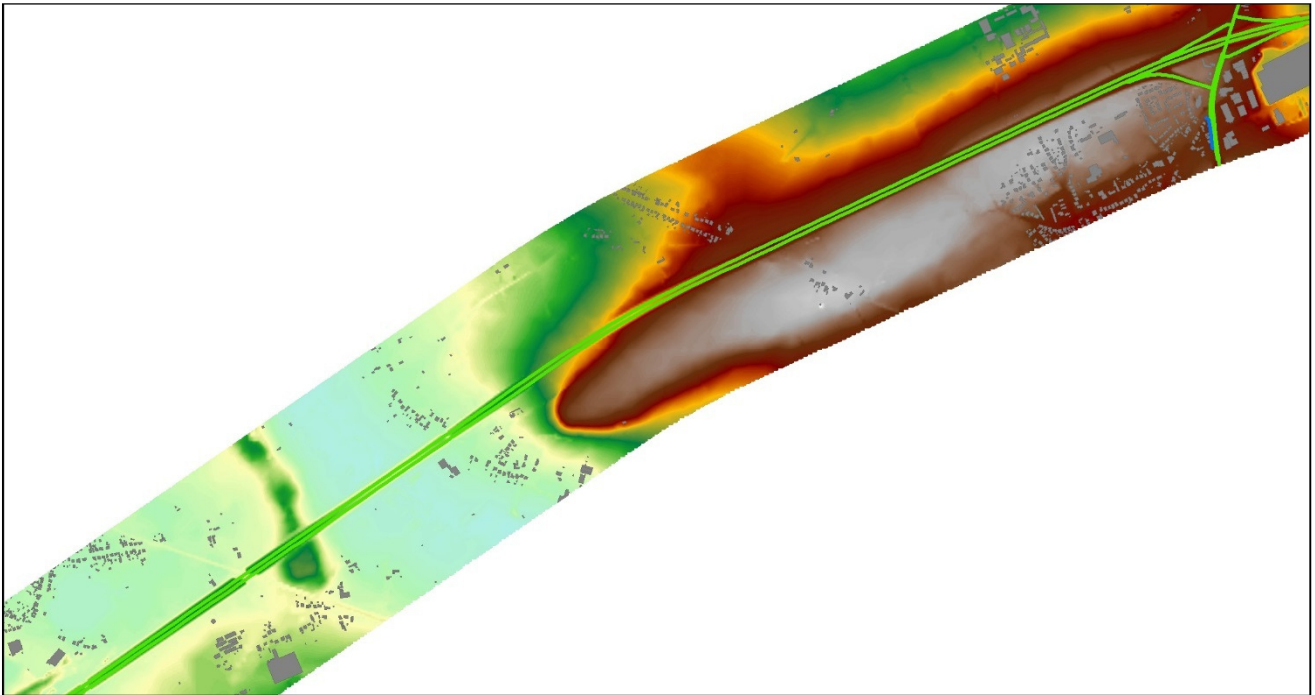
Toch kunnen we obv de voorgaande verschilkaarten een algemene uitspraak doen: we kunnen stellen dat globaal genomen de verschillen in positieve zin toenemen in functie van de afstand. Anders gezegd: hoe verder van de geluidsbron, hoe meer de CNOSSOS geluidsniveaus toenemen tov de SRM II waarden. Ook waar op korte afstand van de geluidsbron het verschil tussen CNOSSOS en SRM II negatief is, zien we dat die verschillen op grotere afstanden toenemen naar neutraal tot positief.

De enige uitzonderingen daarop lijken de dichter bebouwde zones te zijn. Een verklaring daarvoor zit wellicht in de manier waarop diffractie en/of bodemeffect beschouwd worden door beide rekenmethodes. Het eerste spreekt voor zich gezien de hogere gebouwdensiteit, het tweede zou onderliggend ook een rol kunnen spelen aangezien de zones met hoge gebouwdichtheid vaak ook gebieden zijn met een eerder reflecterende bodem: het effect is het meest uitgesproken in testgebieden C en D wat bij uitstek stedelijke gebieden zijn met een belangrijk aandeel aan reflecterende bodem, terwijl dat duidelijk minder is in testgebied B wat toch ook een behoorlijke gebouwdichtheid kent maar meer residentieel van karakter is en dus eerder gemengd qua bodem.

P.4.2 Reliëf

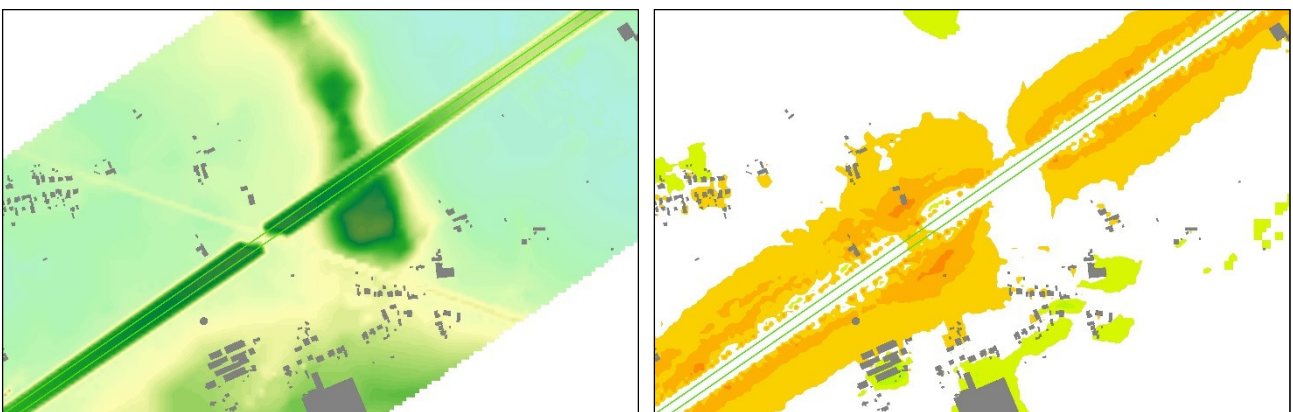
Ook het reliëf is een parameter waarvoor het niet vanzelfsprekend is om wijzigingen aan te brengen en nadien te vergelijken. Het is immers een relatief 'vast' gegeven en het is maar de vraag in welke zin je deze voor een testgebied op een zinvolle manier zou moeten wijzigen. Wel is het interessant om het effect dat het reliëf heeft – nl afscherming – te vergelijken voor beide rekenmethodes door in te zoomen op een aantal zones met verschillende eigenschappen qua reliëf. Met name testgebied A is daarvoor erg geschikt omdat de bebouwing relatief beperkt is en het verschillende configuraties kent: in het zuidwesten van het gebied is de autosnelweg voornamelijk verhoogd aangelegd tov het omliggende gebied, in het noordoosten van de zone is de autosnelweg verdiept aangelegd. De hierna volgende figuur geeft een beeld van het terreinmodel.

Figuur P-14 Illustratie reliëf testgebied A



Als we dan inzoomen op de weergave van het terreinmodel en de overeenkomstige verschilkaart voor het deel van de autosnelweg in verhoogde aanleg in onderstaande figuren, dan valt op dat ondanks de sterk gelijkende emissie vlakbij de geluidsbron, er een negatief verschil ontstaat vlak naast de berm waarop de autosnelweg gelegen is. Dat negatieve verschil neemt bovendien duidelijk af naarmate men zich verder van de verhoogde berm verwijderd. Bovendien is er een zone ongeveer centraal in de figuur waar het omliggende terrein ongeveer op dezelfde hoogte komt te liggen als de weg en waar het negatieve verschil verdwijnt of alleszins sterk vermindert.

Figuur P-15 Illustratie reliëf en verschilniveaus verhoogde aanleg

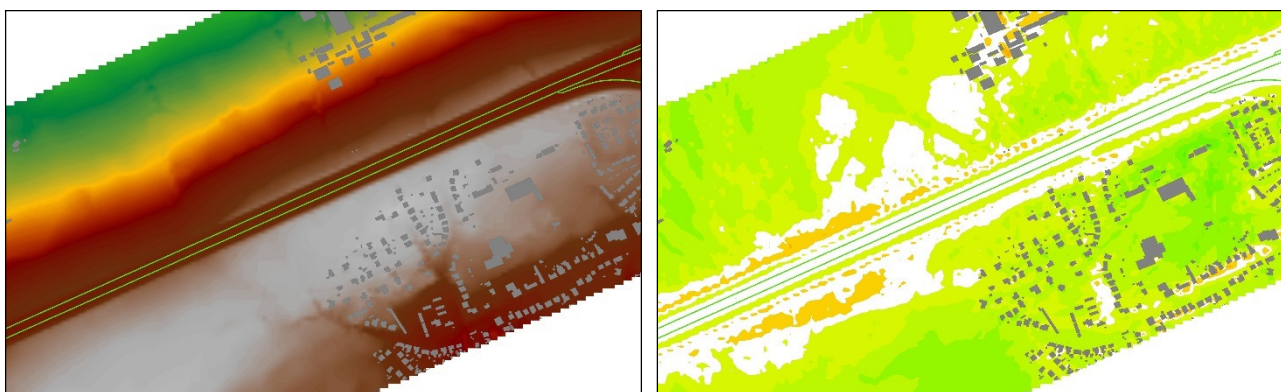


Dit alles betekent dat voor de CNOSSOS methode in dit soort situaties met verhoogde aanleg het schermeffect van het terrein op korte afstanden hoger ligt. De verklaring ligt wellicht in de gewijzigde bronhoogte: voor wegverkeer wordt in de SRM II rekenmethode een bronhoogte aangenomen van 0.75m, terwijl in de CNOSSOS methode uitgegaan wordt van een bronhoogte van slechts 5 cm. Voor een verhoogde berm – maar bijvoorbeeld ook voor een weg op een brugelement - kan dit het verschil maken tussen wel of geen direct zicht tussen bronpunt en ontvanger met de bijhorende gevolgen voor het schermeffect. De immissiepunten liggen immers op een hoogte van 4m, waardoor deze bij een verhoogde aanleg van de weg vaak net onder het niveau van de weg gelegen zijn.

Als we dan naar een andere zone in testgebied A kijken waar de autosnelweg verdiept aangelegd is tov het omliggende gebied, dan zien we in onderstaande figuren een duidelijk ander beeld. Ook hier zien we net voorbij de terreinranden een beperkt aantal punten waarbij het CNOSSOS immissieniveau lager ligt, wat net als in het vorige voorbeeld te maken kan hebben met de verschillende bronhoogte, maar het is veel beperkter in omvang, wellicht omdat de aflijning van de overgang tussen wel / geen afscherming veel minder scherp is dan bij verhoogde aanleg.

De algemene trend verderaf is toch duidelijk eerder dat de CNOSSOS immissieniveaus hoger liggen dan die voor SRM II, wat duidt op een schermeffect dat lager ligt voor de CNOSSOS rekenmethode in vergelijking met SRM II. We zullen dit verder nog duidelijker in beeld brengen bij het bestuderen van het effect van geluidsschermen.

Figuur P-16 Illustratie reliëf en verschilniveaus verdiepte aanleg



Gelijkaardige effecten zijn eveneens zichtbaar in de testgebieden B, C en D, al zijn ze daar minder uitgesproken en minder duidelijk door de combinatie met andere effecten zoals verschillen in geluidsemissie, de aanwezigheid van schermen en de veelal grotere gebouwdichtheden.

P.4.3 Bodemeffect

De referentiemodellen bestaan qua bodemeffect uit verschillende zones met bijhorende factor, afhankelijk van hun overwegende bestemming. Om het effect van bodemabsorptie te bekijken, kan het vergelijkende schema relatief eenvoudig toegepast worden waarbij de extremen opgezocht worden. In wat volgt zullen we het bestaande bodemeffect verwijderen en vervangen door een globale factor G voor het volledige testgebied en deze achtereenvolgens gelijk te stellen aan 1 – volledig absorberend – en aan 0 – volledig reflecterend.

P.4.3.1 **Wijziging bodemeffect: G = 1**

Bij een wijziging van het 'normale' bodemeffect naar een volledige absorberende bodem – G = 1 – verwachten we, zowel voor de SRM II als de CNOSSOS methode, dat de immissieniveaus in het algemeen zullen dalen. De vraag is in hoeverre deze daling verschilt voor de 2 rekenmethodes, waarvoor we hierna verschilkaarten tonen voor de 5 testgebieden die de relatieve wijziging weergeven: positieve verschillen betekenen dat de CNOSSOS geluidsniveaus relatief gezien hoger liggen dan die voor SRM II en dat de daling tov het referentiemodel dus minder sterk is voor CNOSSOS dan voor SRM II, negatieve verschillen betekenen het omgekeerde.

Voor testgebied A zijn de verschillen erg beperkt: voor grote delen van deze zone is de bodem al volledig absorberend, zodat de relatieve verschillen klein blijven. In een aantal woonzones waar de bodemfactor eerder gemengd was in de referentiemodellen – G = 0.5 – zien we beperkt negatieve verschillen, wat erop wijst dat de daling van geluidsniveaus tgv het gewijzigde bodemeffect groter is voor de CNOSSOS berekening dan voor de SRM II berekening.

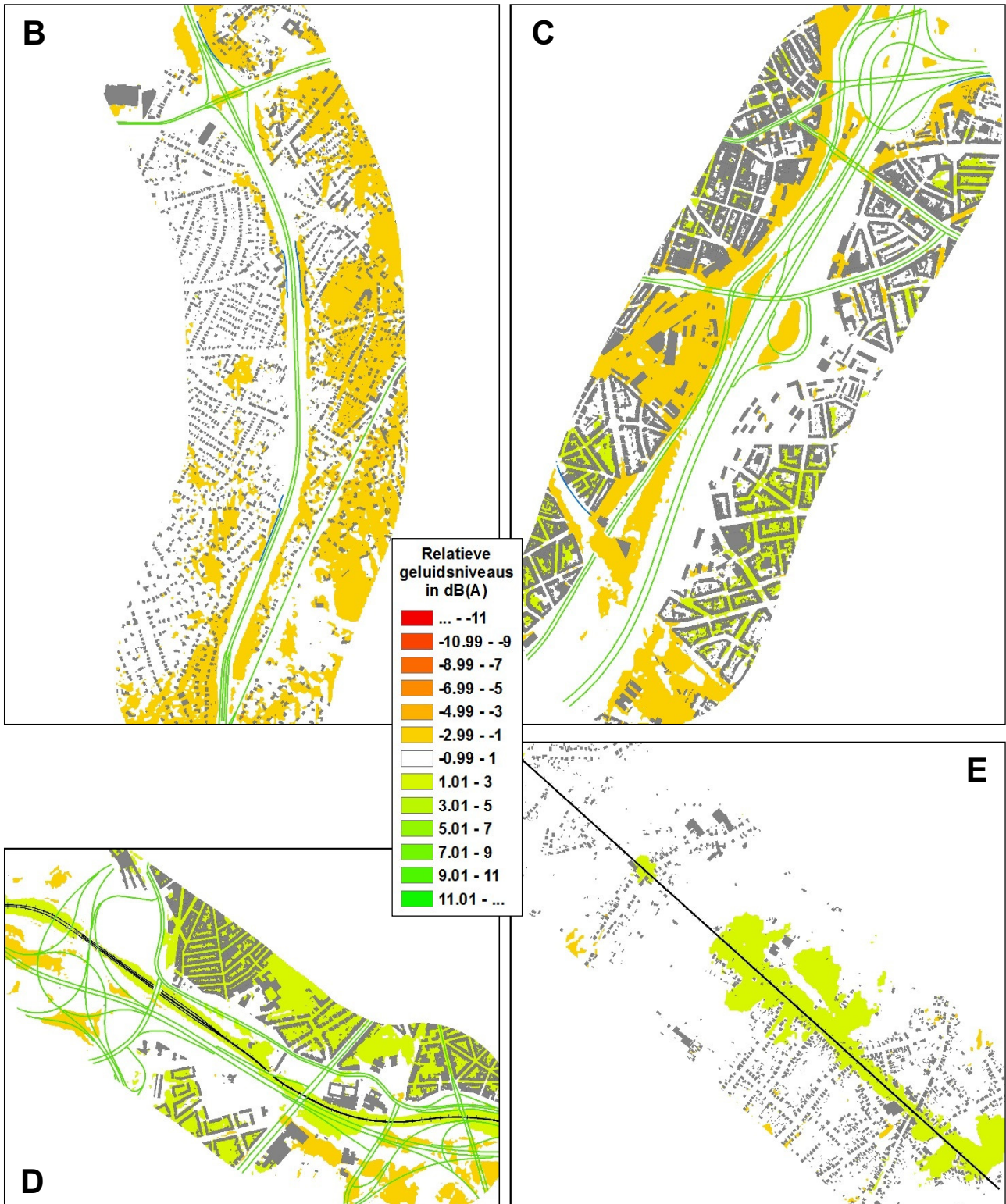
Figuur P-17 Verschilkaart bodemeffect $G = 1$: testgebied A



Voor testgebied B zijn de verschillen al wat groter en voornamelijk negatief van aard. Dit is een testgebied dat grotendeels bestaat uit woonzone met gemengde bodem. We zien er dan ook dezelfde verschillen die we ook in de beperkte woonzones van testgebied A zien. De verschillen lijken niet noemenswaardig toe te nemen in functie van de afstand. Ook hieruit lijken we te kunnen besluiten dat de daling van de geluidsniveaus tgv het gewijzigde bodemeffect groter is voor de CNOSSOS berekening dan voor SRM II.

Voor testgebied C lijkt voor de open zones dezelfde conclusie te gelden, maar voor de dichter bebouwde zones geldt het omgekeerd: de daling is er eerder minder sterk voor CNOSSOS dan voor SRM II. We mogen echter niet vergeten dat deze zones in de verschilkaarten voor de referentiemodellen ook al buitenbeentjes waren: in deze gebieden met vaker een overwegend reflecterende bodem – $G = 0.2$ – waren de geluidsniveaus al lager voor de CNOSSOS berekeningen dan voor SRM II. Blijkbaar heeft dit ook tot gevolg dat in deze gevallen een toename van de bodemabsorptie maakt dat de CNOSSOS immissiewaarden minder zullen dalen dan de SRM II waarden. Mogelijk speelt ook de combinatie met de afscherming in de dichtbebouwde zones een rol, maar het is onmogelijk om deze 2 factoren volledig van mekaar te scheiden in dit soort gevallen.

Figuur P-18 Verschilkaarten bodemeffect G = 1 : testgebieden B, C, D en E



Voor testgebied D zien we een aantal gelijkaardige effecten: in de open zones een relatieve daling van de CNOSSOS geluidsniveaus ivm SRM II, in de dichtbebouwde gebieden waar voor de referentiemodellen een negatief verschil werd vastgesteld zien we nu positieve verschillen, wat betekent dat de CNOSSOS waarden minder dalen tov SRM II door de verhoging van de bodemabsorptie naar G = 1.

Daarnaast zien we ook de opvallende positieve verschillen vlakbij de bron: dit heeft te maken met de specifieke correctie die wordt toegepast voor het bodemeffect op korte afstand van spoorwegen die we eerder al toelichtten in § P.3.2. Voor de CNOSSOS methode wordt voor de berekening op relatief korte afstand al aangenomen dat $G_s = 1$, zodat het gewijzigde bodemeffect hier geen verschil maakt. Voor de berekening volgens SRM II doet het gewijzigde bodemeffect de immissieniveaus echter wel dalen, zodat er een positief relatief verschil ontstaat: de SRM II waarden dalen meer dan de CNOSSOS waarden, die laatste blijven immers gelijk op korte afstand van de bron.

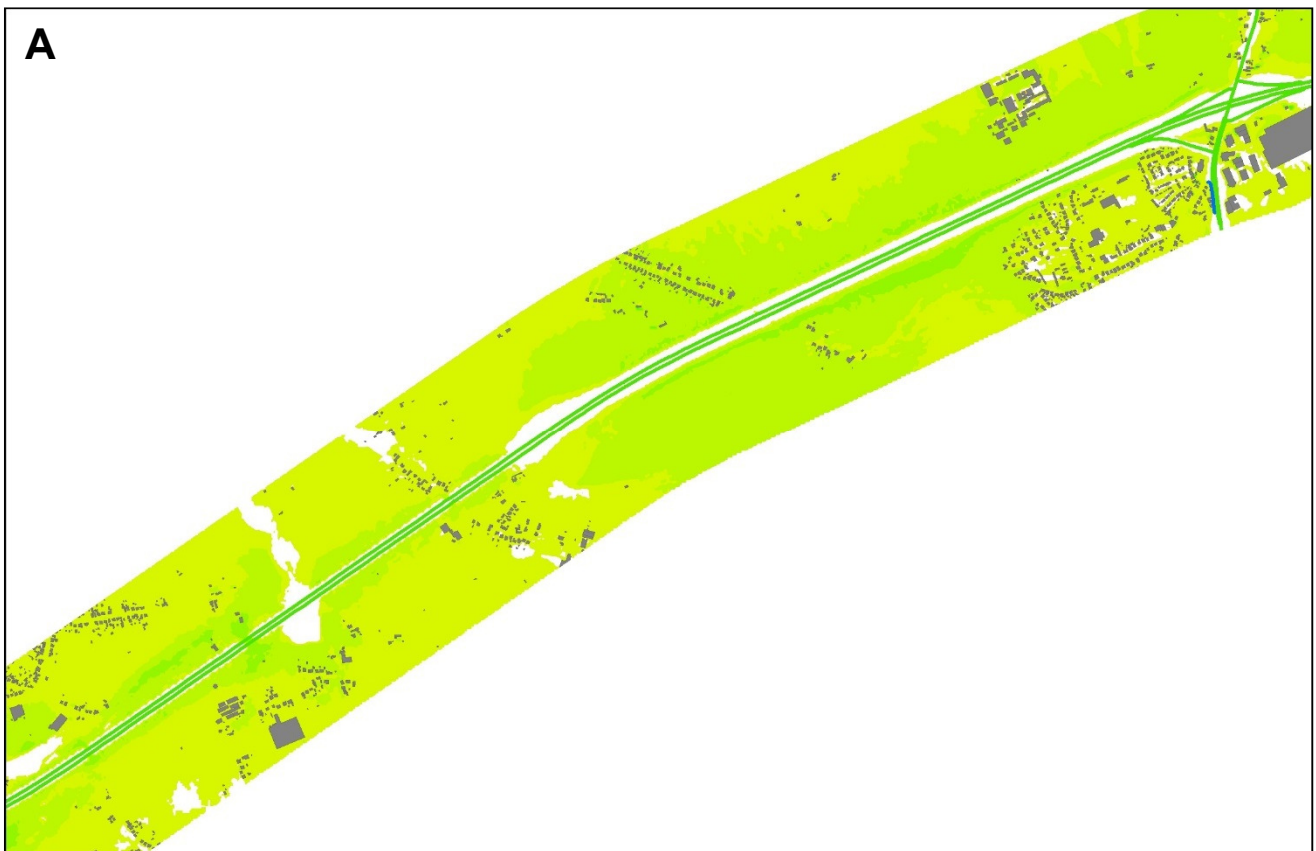
Hetzelfde effect is zichtbaar in testgebied E voor de woonzones waar $G = 0.5$. Daarbuiten zijn de verschillen voor testgebied E beperkt, maar een groot deel van die zone bestaat dan ook al uit een volledig absorberende bodem in de referentiemodellen.

P.4.3.2 Wijziging bodemeffect: $G = 0$

We kunnen op dezelfde wijze ook het andere uiterste opzoeken, namelijk het bodemeffect voor de testgebieden wijzigen naar een volledig reflecterende bodem: $G = 0$. Hier verwachten we in het algemeen een stijging van de geluidsniveaus voor beide rekenmethodes en betekenen positieve verschillen dus een sterkere relatieve stijging van de CNOSSOS waarden ivm de SRM II waarden.

Voor testgebied A, met zijn grote open zones met absorberende bodem, zien we inderdaad al een duidelijk positief effect: de CNOSSOS immissiewaarden stijgen beduidend meer dan die voor SRM II. Er treedt geen noemenswaardige evolutie op van het verschil ivf de afstand, maar het lijkt er wel op dat op korte afstand van de geluidsbronnen het verschil wat groter is, wat wellicht samenhangt met de diffractie over het terrein van de verhoogd of verdiept aangelegde autosnelweg. De bepaling van het bodemeffect is immers afhankelijk van het feit of er al dan niet diffractie optreedt op de overdrachtsweg.

Figuur P-19 Verschilkaart bodemeffect $G = 0$: testgebied A

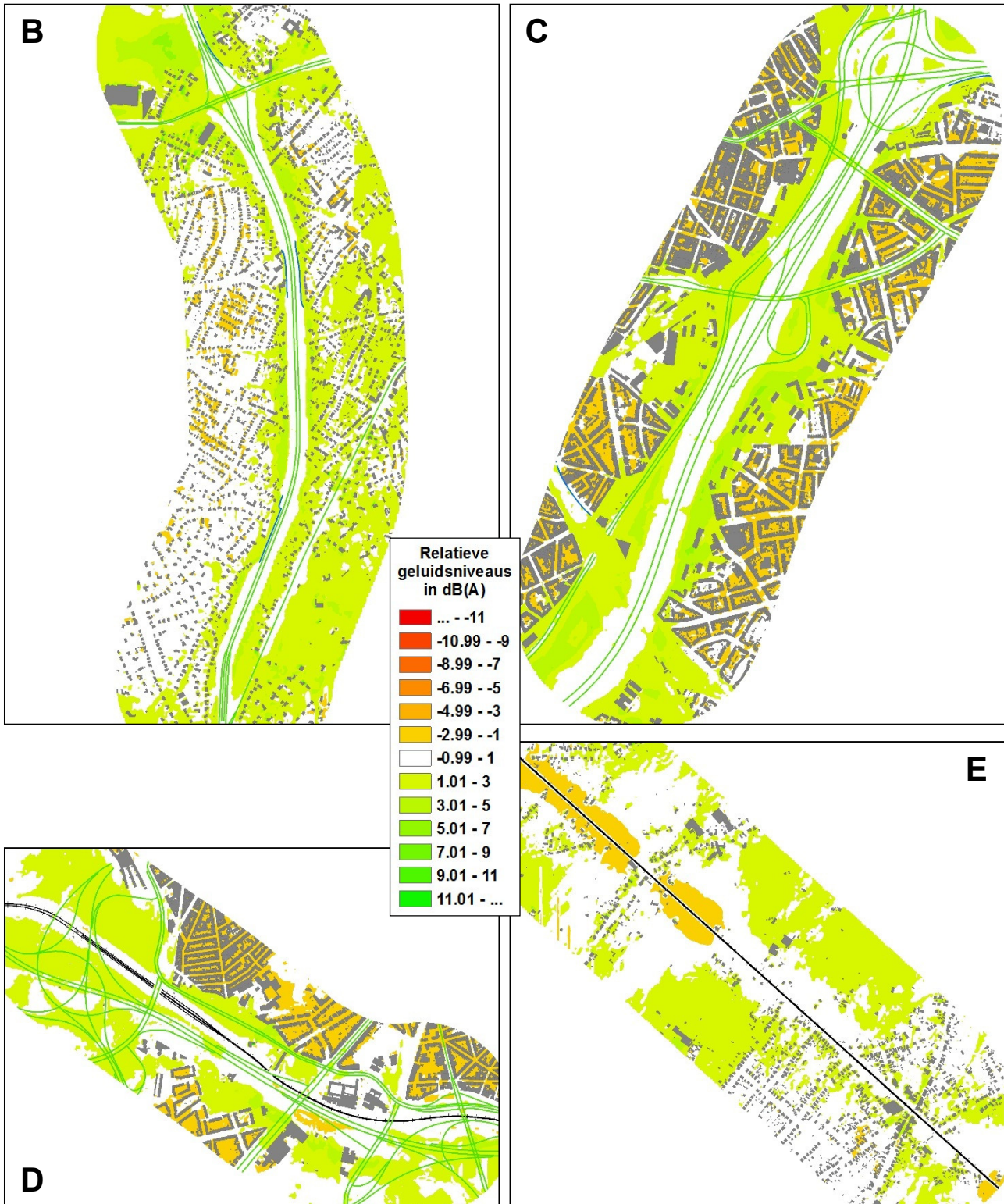


Dezelfde effecten zien we voor de testgebieden B, C, D en E, waarbij het opnieuw de dichtbebouwde zones met reflecterende bodem zijn waar het omgekeerde geldt: de CNOSSOS immissiewaarden nemen er minder toe dan de SRM II niveaus.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Figuur P-20 Verschilkaarten bodemeffect G = 0 : testgebieden B, C, D en E



Voor testgebied E zien we kort bij de geluidsbron in de zone met absorberende bodem een negatief verschil: opnieuw het gevolg dat het bodemeffect daar zorgt voor verschillen in de SRM II berekening maar niet volgens de toepassing van de CNOSSOS methode.

P.4.4 Meteorologische correctie

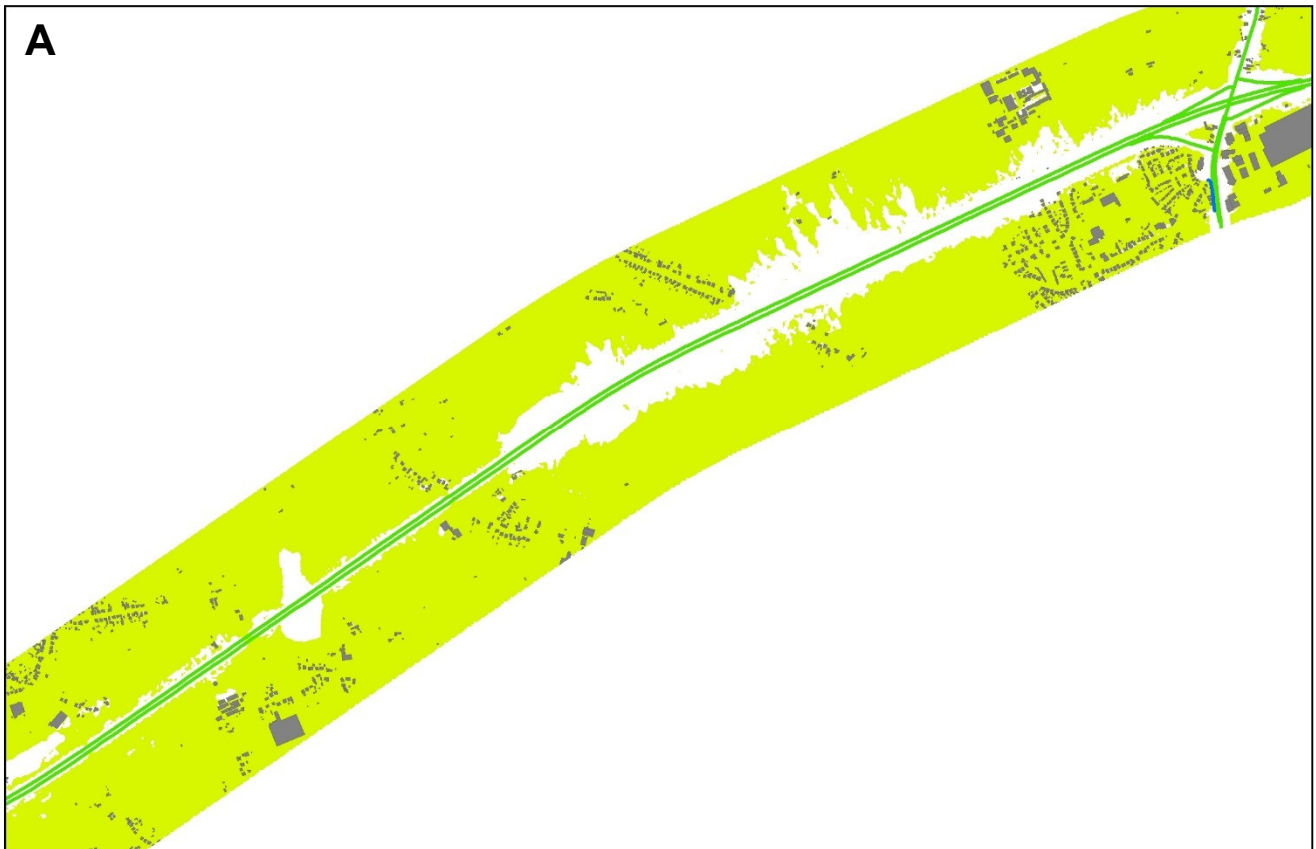
Voor de evaluatie van de meteorologische correctie is het schema met de relatieve verschillen niet toepasbaar: het is immers niet mogelijk om de meteocorrectie in de SRM II rekenmethode op enige manier te wijzigen zoals dat voor de CNOSSOS rekenmethode het geval is. De hierna weergegeven verschilkaarten zullen dus enkel betrekking hebben op het effect van het wijzigen van de CNOSSOS meteocorrectie in vergelijking met de aanname die we in het referentiemodel gedaan hebben, namelijk 50 % gunstige overdrachtscondities.

Bij de berekening worden immers steeds 2 overdrachtsberekeningen gedaan: één bij gunstige overdrachtscondities en één bij homogene overdrachtscondities. Voor beiden zijn er verschillen in de manier waarop diffractie en bodemeffect beschouwd worden. Het uiteindelijke berekende resultaat is dan een gewogen gemiddelde van de beide resultaten. In wat volgt zullen we nagaan wat de gevolgen zijn van wijzigingen in deze meteocorrectie, wat neerkomt op het aangeven van het percentage gunstige overdrachtscondities, desgevallend ifv de windrichting. We zullen daarbij opnieuw de extremen opzoeken bij zowel 100% als 0% gunstige overdrachtscondities, maar ook het effect nagaan voor een relevant voorbeeld van een meteocorrectie die in het verleden bepaald is voor de Belgische context.

P.4.4.1 **Wijziging meteocorrectie: 100 % gunstige overdrachtscondities**

Uit de weergegeven verschilkaarten is het vrij snel duidelijk dat de geluidsniveaus berekend met de CNOSSOS methode toenemen ivm de referentie met 50 % gunstige condities, wat we ook zouden verwachten. Er zijn een paar kleinere zones op korte afstand van geluidsbronnen – bv in testgebied B en D – waar daarvan afgeweken wordt, maar het is niet meteen duidelijk wat daarvan de oorzaak is.

Figuur P-21 Vershilkaart meteo 100% gunstig : testgebied A



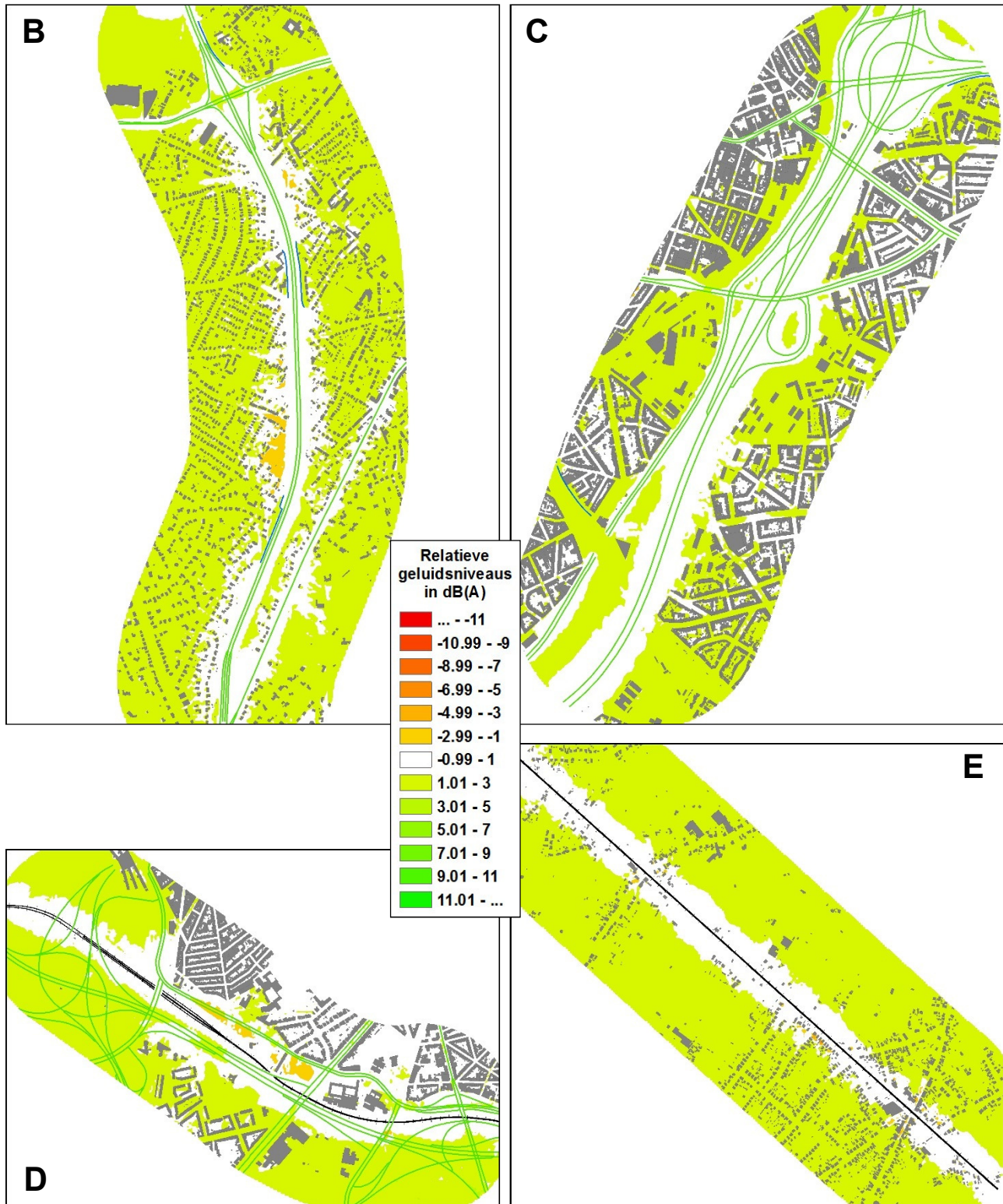
Behalve op korte afstand van de geluidsbron ligt het verschil trouwens vaak ergens tussen 2 en 3 dB(A), wat ook logisch is: als het uiteindelijke resultaat een gewogen gemiddelde is van een gunstige overdrachtssituatie en een homogene overdrachtssituatie waar bij de laatste het immissieniveau beduidend lager ligt, dan is het verschil tussen 50 % en 100 % gunstige overdrachtssituaties maximaal 3 dB(A), met name een verdubbeling

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

van de bijdrage van de gunstige overdrachtssituatie. Op korte afstand is het verschil tussen beide overdrachtsituaties uiteraard kleiner, zodat men verder van de maximale stijging van 3 dB(A) verwijderd blijft.

Figuur P-22 Verschilkaarten meteo 100% gunstig : testgebieden B, C, D en E

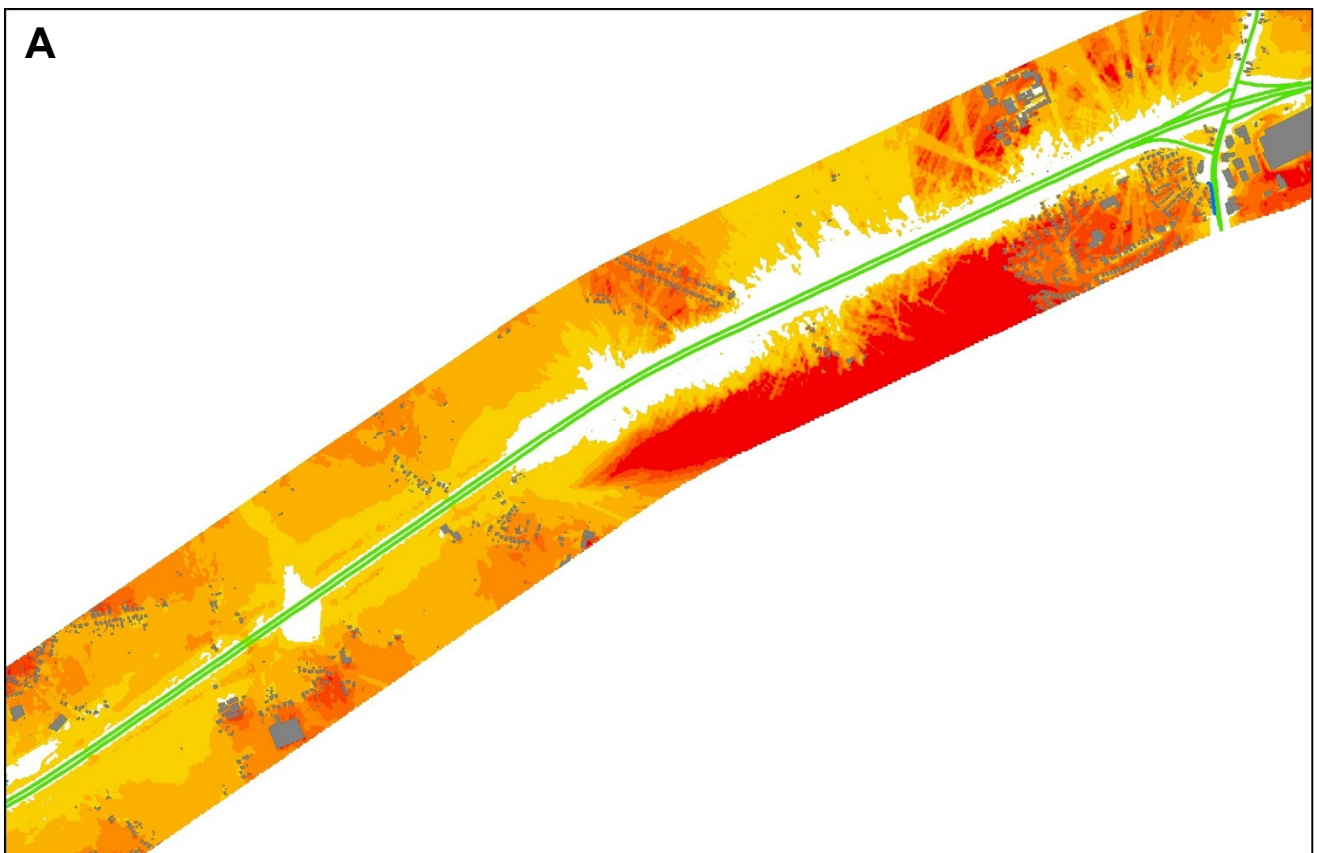


P.4.4.2 Wijziging meteocorrectie: 0 % gunstige overdrachtscondities

Een wijziging van de meteocorrectie naar 0 % gunstige overdrachtscondities impliceert dat enkel het resultaat van de overdracht bij homogene overdrachtscondities beschouwd wordt als immissieniveau. In heel wat gevallen ligt deze dan ook beduidend lager dan bij gunstige overdrachtscondities en in het algemeen neemt het verschil bovendien in mindere of meerdere mate toe in functie van de afstand tot de geluidsbron.

De verschilkaarten zijn voor de 5 testgebieden weergegeven in onderstaande figuren. Er zijn een paar kleinere zones waar bij uitzondering het immissieniveau licht toeneemt bij de wijziging naar homogene overdrachtscondities, het gaat om dezelfde zones waar ook bij 100 % gunstige overdrachtscondities een afwijking werd waargenomen. Het is onduidelijk wat daarvan de oorzaak is, maar heeft wellicht te maken met de complexe wisselwerking tussen overdrachtscondities, diffractie en bodemeffect.

Figuur P-23 Vershilkaart meteo 0% gunstig : testgebied A

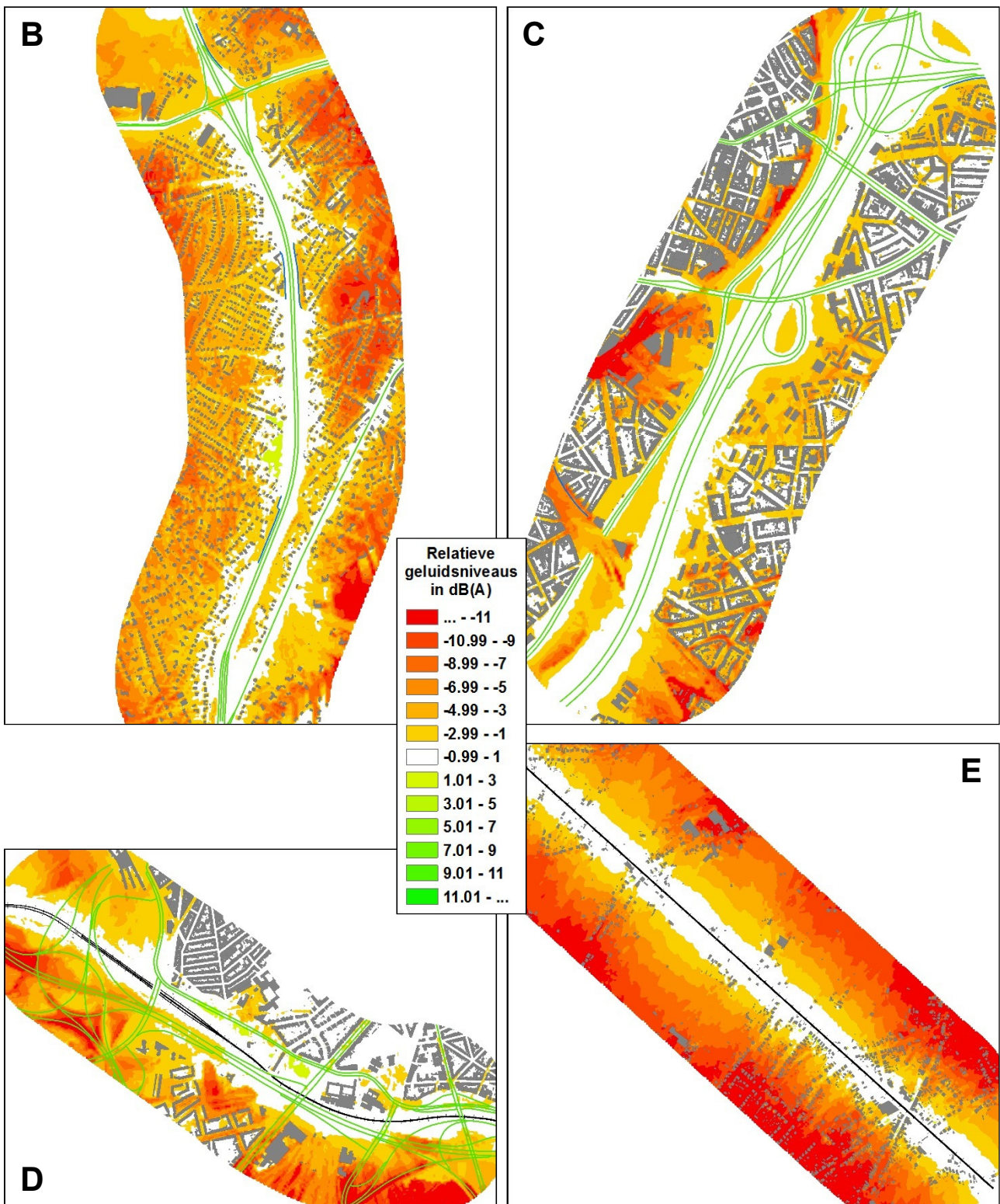


Wat de verschilkaarten immers ook duidelijk maken, is dat die complexe wisselwerking er wel degelijk is. Voor een relatief homogeen, vlak en open gebied zoals testgebied E krijgt men een redelijk 'normaal' patroon voor het verschil tussen gunstige en homogene overdrachtscondities waarbij het verschil tussen beiden gelijkmatig toeneemt ifv de afstand. In de andere testgebieden wordt dat patroon vaak beïnvloed door zaken zoals schermwerking – door het terrein of andere objecten – en/of wisselend bodemeffect.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Figuur P-24 Verschilkaarten meteo 0% gunstig : testgebieden B, C, D en E



Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

P.4.4.3 Wijziging meteocorrectie: relevant voorbeeld

Om een idee te krijgen in hoeverre de aanname die we eerder hebben gemaakt van 50 % gunstige overdrachtscondities voor de referentiemodellen geschikt is, hebben we eveneens een vergelijking gemaakt met een relevant voorbeeld voor een realistische meteocorrectie.

Het betreft het resultaat van een meteo-analyse die in onze opdracht uitgevoerd is door het KMI in het kader van een opdracht voor strategische geluidskartering voor wegverkeer in Wallonië, waarbij voor een aantal Waalse KMI meteostations de methode tot bepaling van de meteocorrectie werd toegepast die beschreven is in de Franse rekenmethode voor wegverkeer: NF S 31-133, ook gekend als NMPB 2008. Deze methode heeft, alvast wat betreft de propagatie, gediend als basis voor de CNOSSOS-EU rekenmethodes, zodat ook de meteocorrectie bruikbaar is voor toepassing in de CNOSSOS rekenmethode.

Omdat er geen Vlaamse KMI meteostations geanalyseerd werden, hebben we het station geselecteerd dat het dichtst bij Vlaanderen gelegen is, namelijk dat van Bevekom, net over de taalgrens ten zuiden van Leuven. Voor de meteocorrectie werd een analyse gedaan door het KMI van alle beschikbare data voor dit station over een periode van 10 jaar, nl van 2005 tot 2015. Het percentage gunstige overdrachtscondities werd daarbij bepaald in functie van de windrichting per sector van 20° en voor de dag-, avond- en nachtperiode afzonderlijk. De meteocorrectie kan dan weergegeven worden als in onderstaande tabel.

Tabel P-10 Meteocorrectieterm Bevekom 2005 – 2015

Periode	Windrichting																	
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360
dag	10	11	11	10	8	8	11	16	23	31	37	36	29	20	14	10	9	9
avond	40	39	40	42	47	54	60	63	64	65	66	66	66	64	61	56	48	42
nacht	44	43	45	49	56	68	77	82	82	81	81	81	81	79	74	68	57	48

De resulterende verschilkaarten van een CNOSSOS berekening voor deze meteocorrectie tov het referentiemodel zijn weergegeven in de hierna volgende figuren.

Figuur P-25 Verschilkaart meteo Bevekom : testgebied A

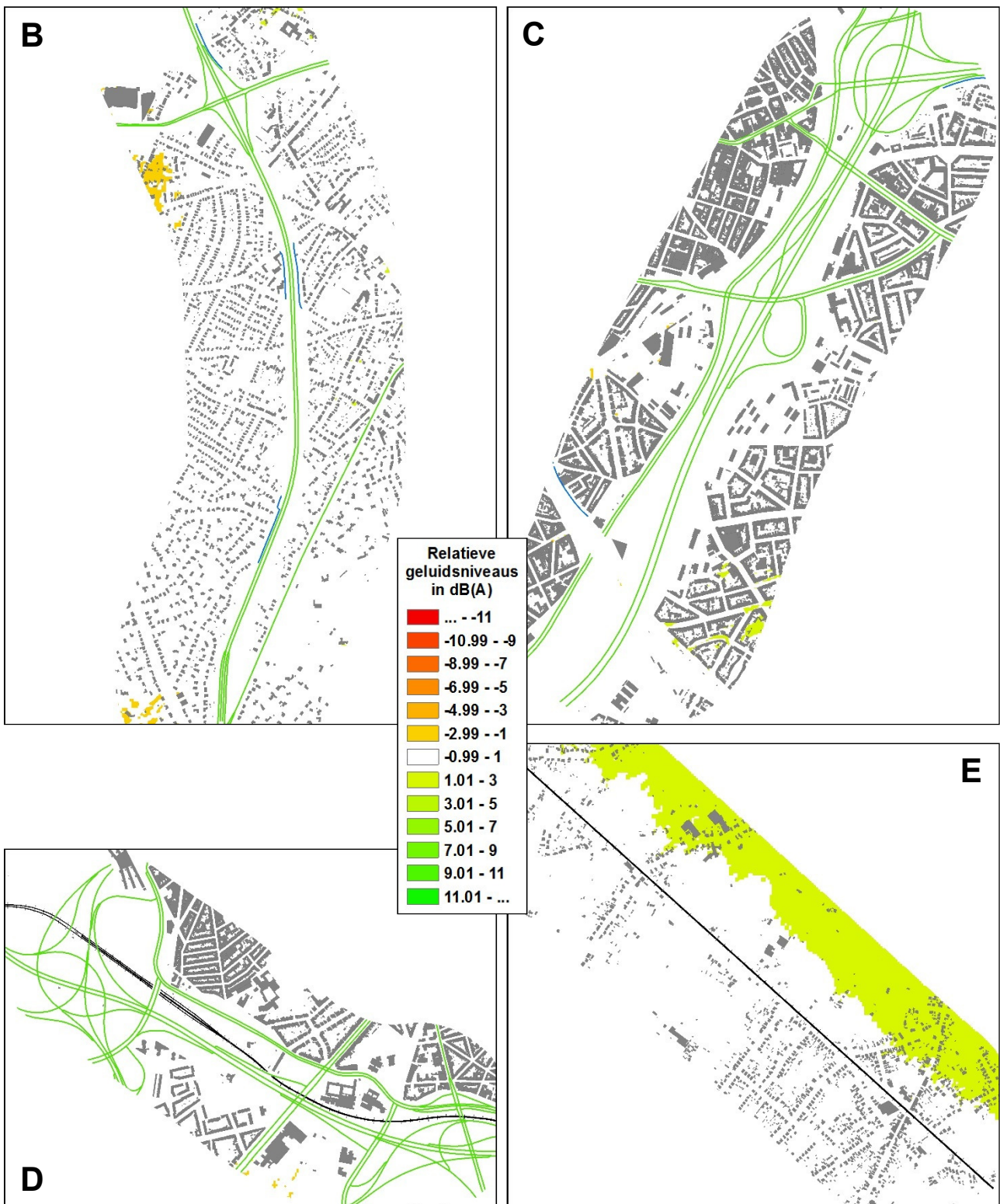


Uit de verschilkaarten blijkt dat de verschillen, enkel kleine uitzonderingen niet te na gesproken, nergens boven de 1 dB uitstijgen, behalve in testgebied E: daar zien we ten noordoosten van de spoorweg wel een relevant effect, wat te maken heeft met de overwegend zuidwestelijke wind die ook blijkt uit de tabel die de meteorocorrectie voorstelt. Veel hangt af van de configuratie van het beschouwde gebied, inclusief de oriëntatie van de geluidsbron(nen) en de verhouding tussen de dag-, avond- en nachtemissies aangezien het percentage gunstige overdrachtscondities pas beduidend boven de 50 % uitstijgt bij overwegende zuidelijke tot westelijke wind tijdens de nachtperiode en in mindere mate de avondperiode.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Figuur P-26 Verschilkaarten meteo Bevekom : testgebieden B, C, D en E

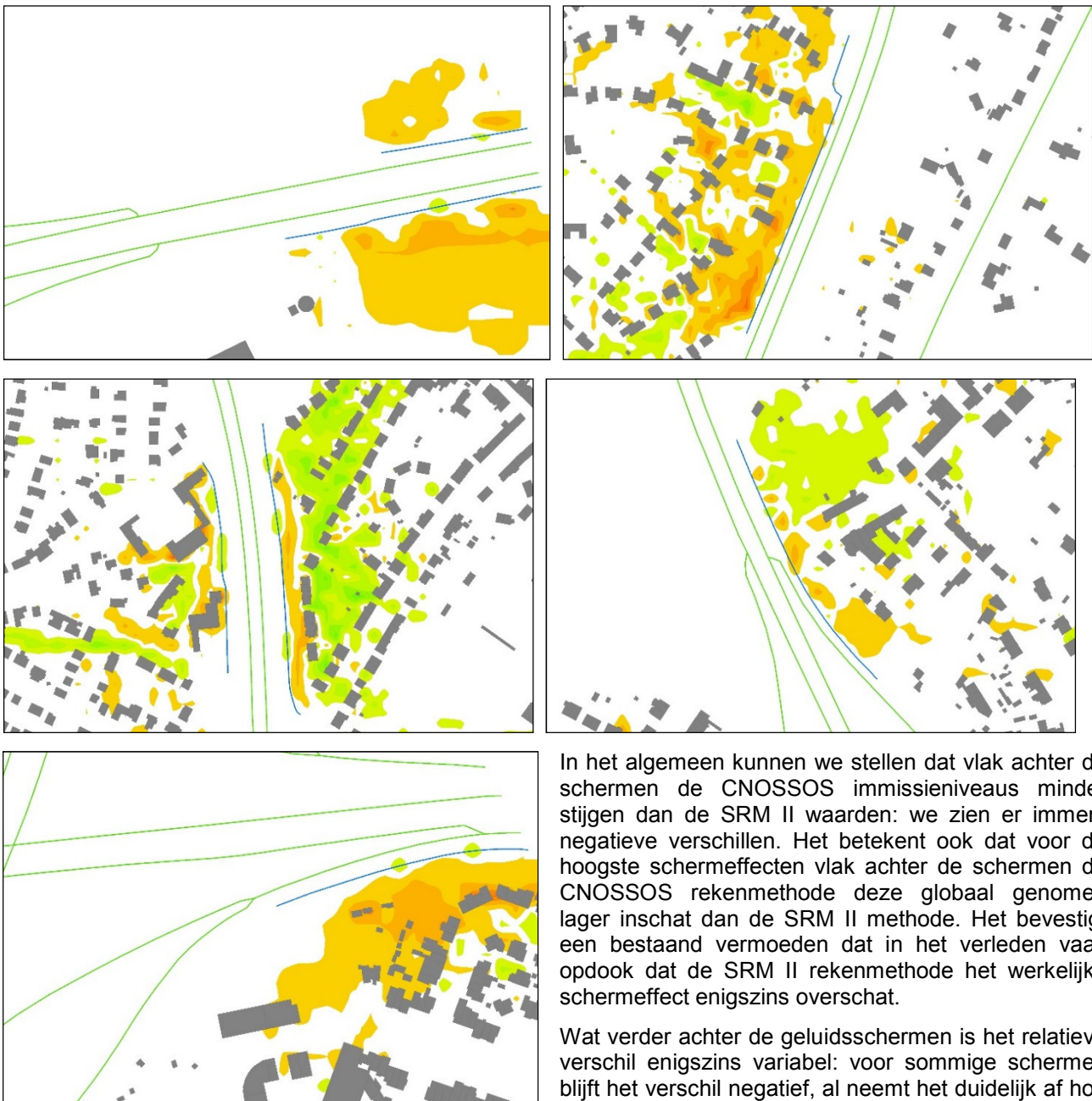


P.4.5 Geluidsschermen

Voor het relatieve effect van geluidsschermen werd ook het eerder weergegeven schema toegepast. We beschouwen hier evenwel niet de testgebieden als geheel, maar zoomen in op de zones waar ook effectief een geluidsscherm staat, wat het geval is op een aantal plaatsen in de testgebieden A, B en C. De verschilkaarten tonen het effect van het verwijderen van het geluidsscherm in vergelijking met het referentiemodel, al blijft het geluidsscherm zelf wel weergegeven op de hierna volgende figuren om redenen van duidelijkheid.

Door het wegnemen van het geluidsscherm mag men verwachten dat de geluidsniveaus achter het geluidsscherm stijgen. Een positief verschil betekent dus dat de CNOSSOS immissieniveaus meer stijgen dan die voor de SRM II berekeningen en dat bijgevolg het bijhorende schermeffect in de CNOSSOS rekenmethode dus hoger ligt. Een negatief verschil betekent dan net het omgekeerde. Onderstaande figuren geven verschilkaarten weer voor alle geluidsschermen – aangeduid met een blauwe lijn – die zich binnen de testgebieden bevinden.

Figuur P-27 Illustraties verschilkaarten in de omgeving van geluidsschermen



verder men zich van het scherm verplaatst. In een aantal gevallen wordt het relatieve verschil zelfs vrij snel neutraal tot licht positief, zeker als men zich voorbij de achterliggende woningen verplaatst waardoor men een dubbel schermeffect moet verrekenen. De SRM II rekenmethode brengt immers geen dubbel schermeffect in rekening, maar enkel de diffractie over het object met de grootste schermwerking. Dat kan in sommige gevallen met relevante positieve verschillen een deel van de verklaring zijn. Elders is het moeilijker te verklaren door de complexiteit van de berekening van de diffractie, maar heeft het wellicht te maken met de combinatie met andere parameters zoals meteo – gunstig vs homogeen – en bodemeffect volgens de CNOSSOS rekenmethode in die specifieke situaties.

P.4.6 Diffractie schermen / gebouwen / bruggen

Het is interessant om de verschillen in diffractie op een aantal objecten ook eens van een andere kant te bekijken, nl dwars op het afschermend object. Voor een scherm waarvan het effect reeds in § P.4.5 beschreven is, zal het relatieve verschil eveneens geïllustreerd worden adhv een verticale geluidskaart dwars op de geluidsbron(nen) én het scherm. Voor andere afschermende objecten zoals een reeks gebouwen en een brug zullen we de rechtstreekse verschillen tussen CNOSSOS en SRM II weergeven: het 'wegnemen' van gebouwen of bruggen zou voorbijgaan aan de specifieke eigenschappen van de referentiemodellen voor de testgebieden en wijzigt deze dermate dat het resultaat weinig relevantie zou hebben.

P.4.6.1 Diffractie schermen

Helemaal aan de oostelijke rand van testgebied A bevinden zich 2 schermen langs beide zijden van de autosnelweg. Het noordelijke scherm, tenminste toch het deel ervan dat binnen het testgebied valt, is relatief kort. Het zuidelijke scherm betreft een wat langere sectie en laat toe om het effect van het scherm en diffractie in het algemeen te bestuderen. De autosnelweg is op deze locatie verhoogd aangelegd, de beide schermen staan op beide randen van het talud en hebben een relatieve hoogte van 3.5 tot 4m. Onderstaande figuur geeft een idee van de locatie van de schermen – aangeduid met een blauwe lijn – en de verticale geluidskaart – basislijn in 2D in het paars – die berekend wordt.

Figuur P-28 Locatie verticale doorsnede thv geluidsscherm(en)

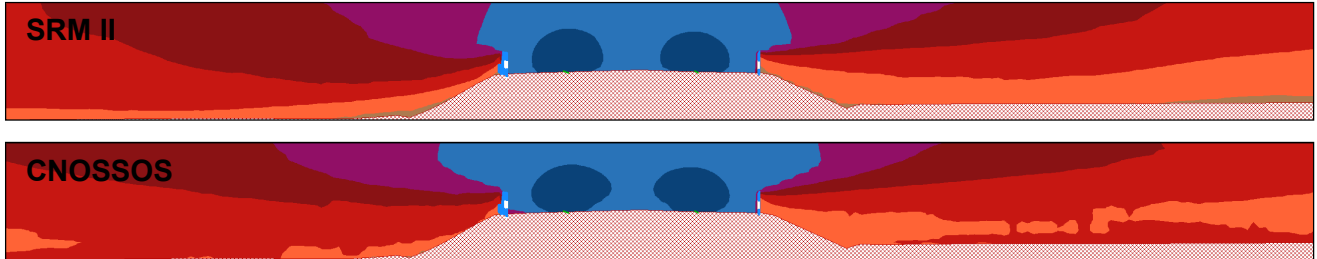


Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

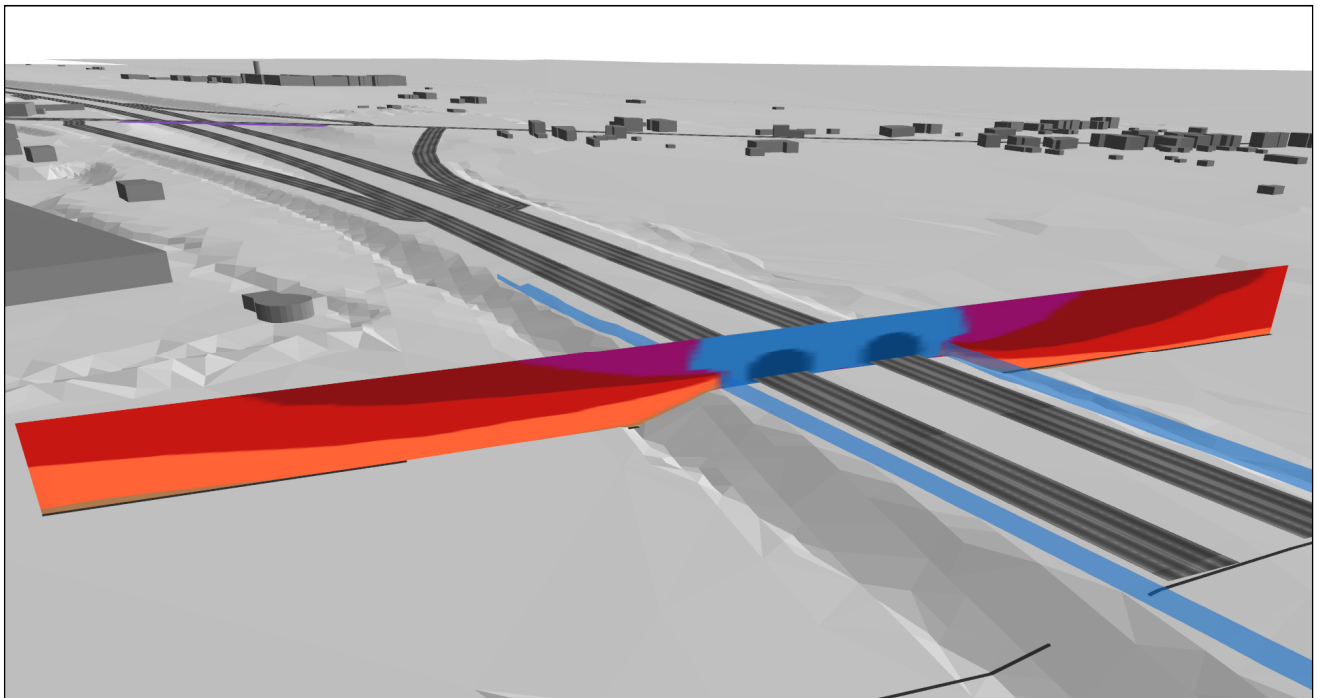
De verticale geluidskaart kan gevisualiseerd worden in 2D of 3D. De hierna volgende figuren geven een visualisatie in 2D weer van de berekening voor zowel SRM II als CNOSSOS, waarbij de doorsnede wordt bekeken vanuit westelijke richting. Beiden hebben uiteraard een gelijkaardig, maar toch ietwat verschillende profiel. Dat wordt verderop duidelijk adhv een verschilkaart.

Figuur P-29 Verticale geluidskaart SRM II vs CNOSSOS thv geluidsscherm(en)



De geluidsniveaus kunnen uiteraard ook in 3D weergegeven worden zoals in onderstaande figuur – ditmaal een zicht vanuit oostelijke richting – voor de SRM II berekening, wat ze visueel iets duidelijker maakt.

Figuur P-30 Verticale geluidskaart 3D SRM II thv geluidsscherm(en)



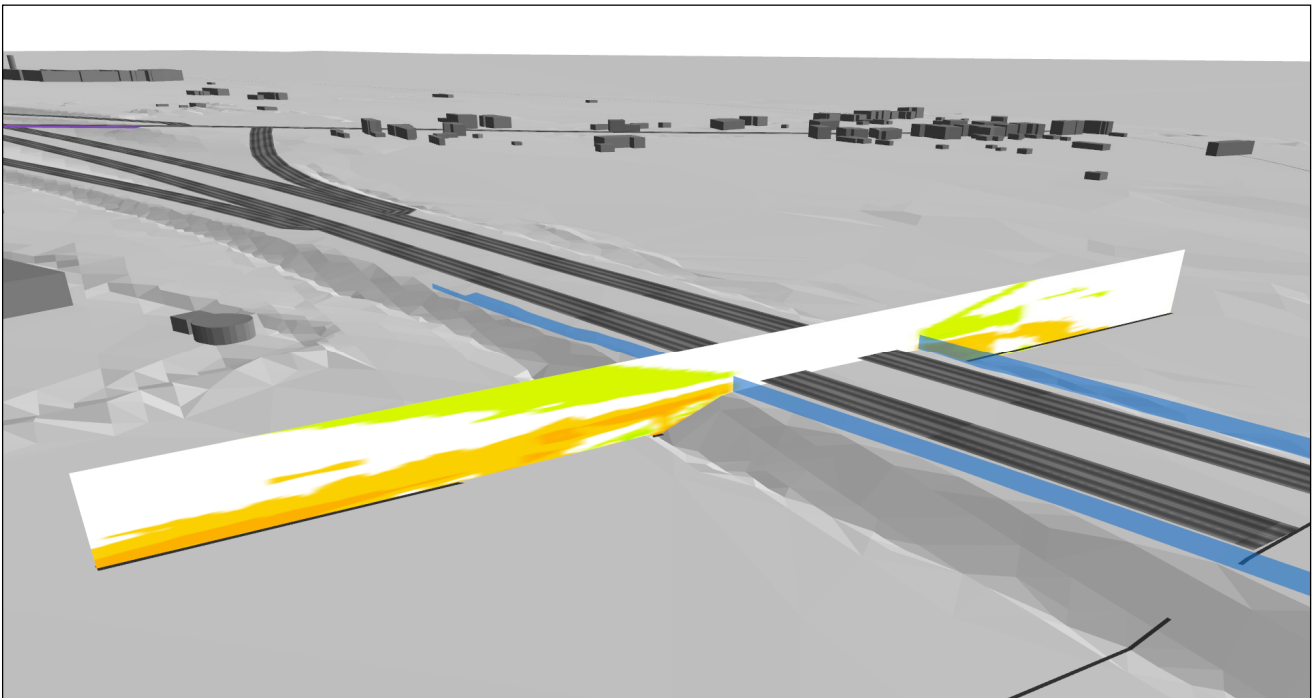
Door het wegnemen van het geluidsscherm mag men ook hier verwachten dat de geluidsniveaus achter het geluidsscherm stijgen. Als we dan een verschilkaart maken met de relatieve verschillen, dus tov de referentiemodellen, dan betekent een positief verschil dus dat de CNOSSOS immissieniveaus meer stijgen dan die voor de SRM II berekeningen en dat bijgevolg het bijhorende schermefect in de CNOSSOS rekenmethode dus hoger ligt. Een negatief verschil betekent dan net het omgekeerde. Onderstaande figuren geven dan de resulterende verschilkaart weer voor dezelfde zone, zowel in 2D als in 3D. Daarbij wordt dezelfde kleurschaal gebruikt als voor alle eerder weergegeven verschilkaarten om de interpretatie te vereenvoudigen.

Figuur P-31 Verticale verschilkaart CNOSSOS vs SRM II thv geluidsscherm(en)



Voor de zones achter het scherm en in het bijzonder op korte afstand laag achter het scherm – de zone met het grootste schermeffect – zijn de relatieve verschillen duidelijk negatief: het duidt erop dat het schermeffect kleiner is voor CNOSSOS dan voor SRM II. Vlakbij het lager gelegen maaiveld zijn er een aantal kleinere zones waar het relatief verschil licht positief wordt, wat wellicht te maken heeft met het bijhorende bodemeffect dat bij wel / geen diffractie op een andere manier beschouwd wordt. Opvallend is ook dat het relatief verschil positief wordt voor de hoger gelegen zones voorbij en boven de schermen waar in principe geen afscherming optreedt. Ook daar is er dus blijkbaar enig verschil in de manier waarop de SRM II en CNOSSOS rekenmethodes de diffractie benaderen.

Figuur P-32 Verticale verschilkaart 3D CNOSSOS vs SRM II thv geluidsscherm(en)



De slotsom is evenwel dat in het algemeen de CNOSSOS methode het schermeffect wat lager inschat dan de SRM II methode in die zin dat de grootste schermeffecten enigszins uitgevlakt worden. Net zoals in de eerdere 2D analyse in § P.4.5 zien we dat het verschil evenwel afneemt met toenemende afstand tot het afschermende object.

P.4.6.2 Diffractie gebouwen

Een gelijkaardige oefening kunnen we maken voor een ander type afschermend object zoals een gebouw. Het vinden van een goede locatie in de testgebieden om dit te bestuderen is niet eenvoudig aangezien het effect het duidelijkst zal zijn voor aaneengesloten bebouwing langs een weg waar weinig interferentie is met de impact van andere geluidsbronnen in de referentie-modellen. Uiteindelijk is de keuze gevallen op een zone in testgebied C ter hoogte van de N184, enigszins verwijderd van en ten oosten van de Antwerpse ring.

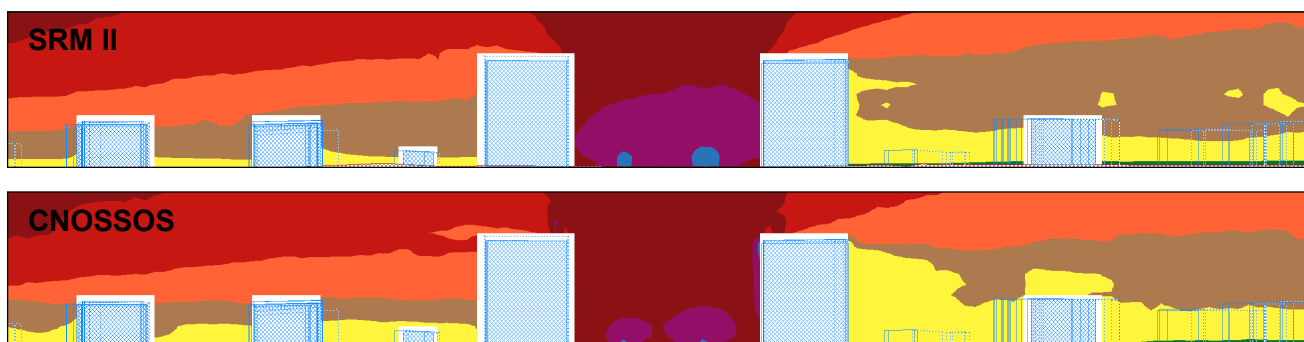
De locatie wordt weergegeven in de hierna volgende figuur, waarbij de basislijn van de verticale geluidskaart aangeduid is in het paars. Er zijn meerdere rijen van aaneengesloten bebouwing op verschillende afstanden van de N184, maar de belangrijkste zijn wel degelijk de dichtstbijzijnde huizenrijen: de eerstelijnsbebouwing langs de N184 is op die locatie ongeveer 20m hoog volgens de bestaande modellen, de achterliggende gebouwen zijn beduidend lager. Voor het noordwestelijke deel van de verticale geluidskaart moet men er rekening mee houden dat de impact van de Antwerpse Ring ook een rol kan spelen en dat verschillen niet noodzakelijk of slechts in mindere mate te maken hebben met afscherming van de N184 door de tussenliggende gebouwen.

Figuur P-33 Locatie verticale doorsnede thv bebouwing



De hierna volgende figuren geven dan de resulterende geluidsniveaus weer voor zowel de SRM II als de CNOSSOS berekening. Er zijn duidelijk een aantal verschillen merkbaar : zo liggen in het algemeen de CNOSSOS geluidsniveaus wat lager op lage hoogte achter de gebouwen als afschermend object, terwijl ze op grotere hoogte dan weer hoger zijn. Opvallend is ook dat de aflijning van het schermeffect langs de bovenstaande rand van de naastgelegen gebouwen veel minder scherp is voor de berekening volgens de CNOSSOS rekenmethode.

Figuur P-34 Verticale geluidskaat SRM II vs CNOSSOS thv bebouwing



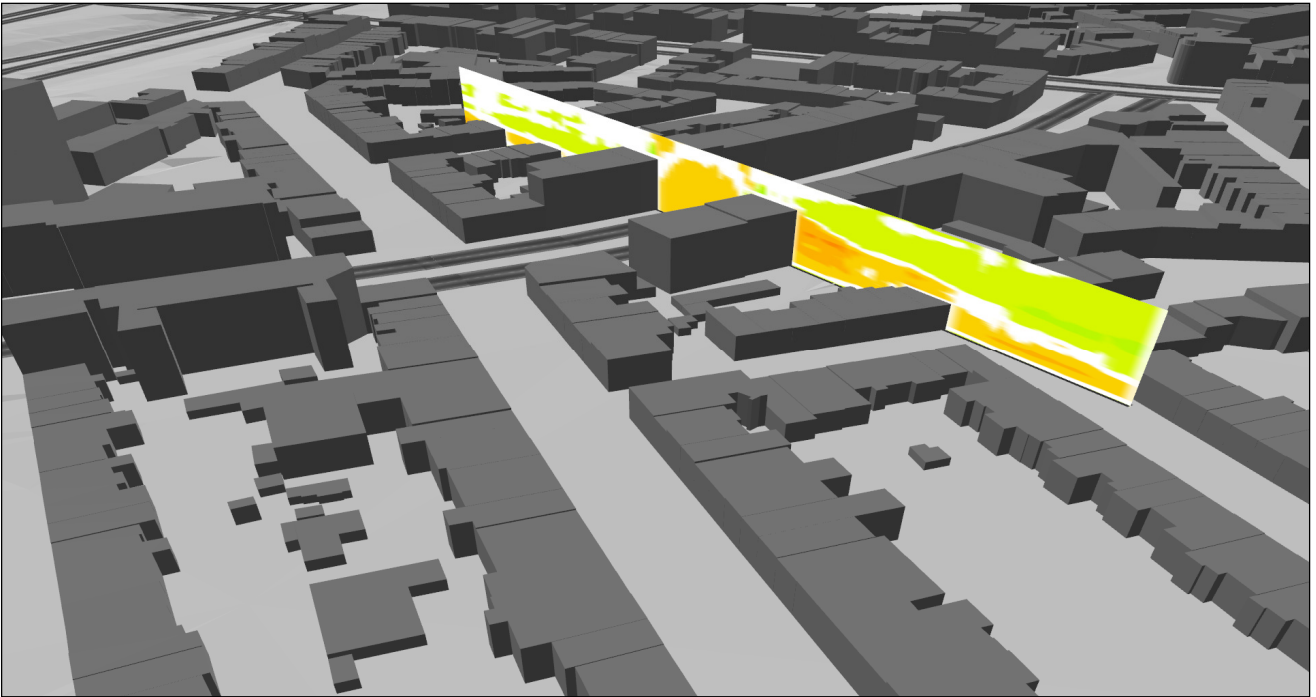
Als we dan de overeenkomstige verschilkaart hierna weergeven, die hier het resultaat is van een rechtstreekse vergelijking van de CNOSSOS waarden, verminderd met die van SRM II, dan zien we een wat gemengd beeld. Men moet er rekening mee houden dat, doordat de verschillen hier uit een rechtstreekse vergelijking komen ipv één die 'genormaliseerd' is tov het referentiemodel, de zichtbare verschillen ook andere oorzaken kunnen hebben, zoals bv verschillen in emissiewaarden en andere factoren. Als we corrigeren voor het verschil in geluidsemissie – vlak bij de bron – dan moet het beeld 'genormaliseerd' worden door een 'shift' naar de groene kleur – dus positieve verschillen – door te voeren. In het algemeen zien we dan ook eerder positieve verschillen en dus een schermeffect dat opnieuw kleiner is voor CNOSSOS dan voor SRM II. Opvallend is wel dat in het rechtse deel van de figuur laag en vlak achter de eerstelijnsbebouwing een zone met duidelijk negatieve verschillen zichtbaar blijft, wat wijst op het omgekeerde: een hoger schermeffect voor SRM II. Bemerkt evenwel dat dit een zone is – hoge gebouwdichtheid, sterk reflecterende bodem – die eerder ook al vaak een uitzondering was in wat voorging.

Figuur P-35 Verticale verschilkaart CNOSSOS vs SRM II thv bebouwing



Dezelfde verschilkaart ziet er in 3D dan uit zoals in onderstaande figuur.

Figuur P-36 Verticale verschilkaart 3D CNOSSOS vs SRM II thv bebouwing

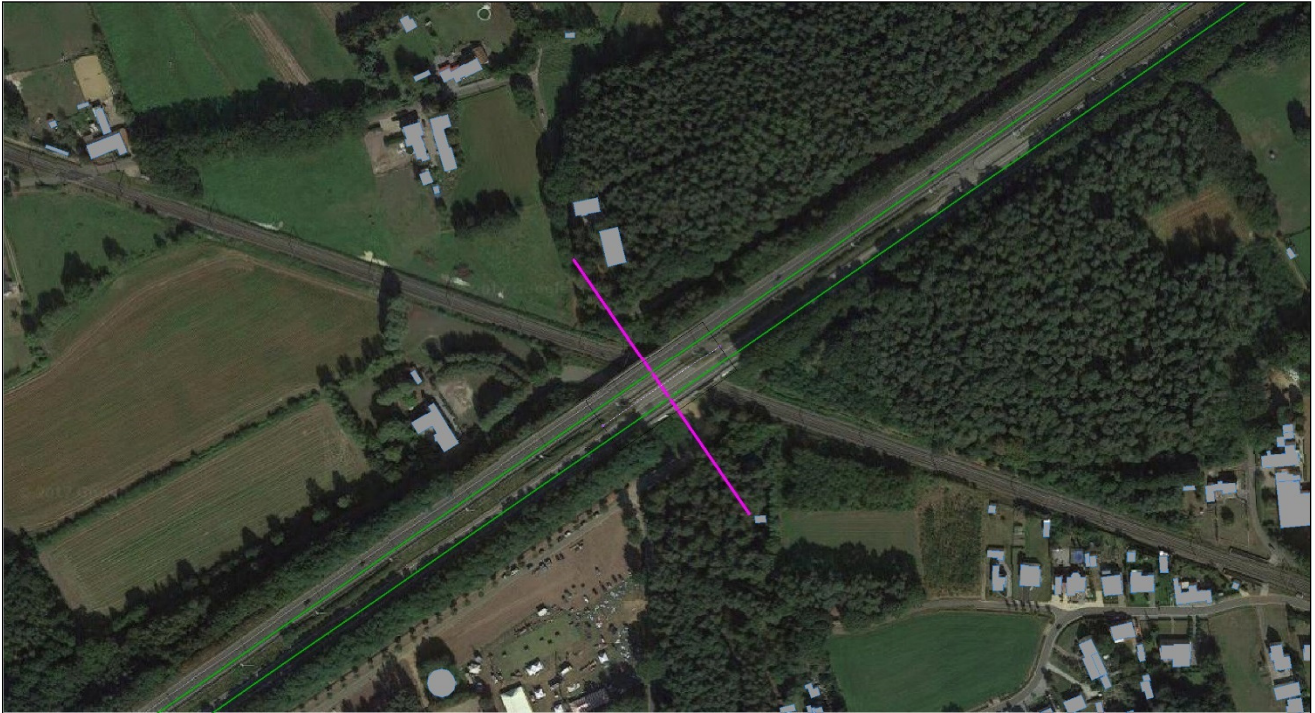


P.4.6.3 Diffractie bruggen

Een laatste specifiek afschermend object is het brugelement: het zorgt er – onder meer – voor dat specifieke situaties beter worden benaderd in het model door het creëren van afscherming van de bovenliggende weg naar de zones eronder: viaducten zijn daarvan het meeste sprekende voorbeeld.

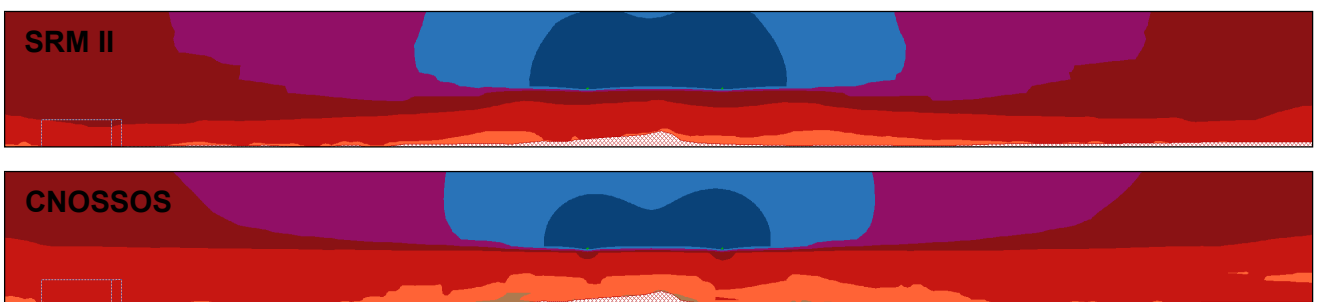
Om de afscherming – en de manier waarop de IMMI implementatie van de SRM II en CNOSSOS methodes daarmee omgaan – ook in dat soort situaties te bestuderen, doen we hetzelfde als voor gebouwen: het berekenen van een verticale geluidskaat en afleiden van een verschilkaart van de door CNOSSOS en SRM II berekende immissieniveaus. We nemen daarvoor een brug in relatief open terrein in testgebied A waar de autosnelweg verhoogd aangelegd is, de situatie is afgebeeld in de hierna volgende figuur.

Figuur P-37 Locatie verticale doorsnede thv brug



Onderstaande figuren geven de berekende verticale geluidskaarten weer voor respectievelijk de SRM II en CNOSSOS rekenmethodes. Daaruit valt op dat de overgang tussen rekenpunten die zich boven en onder het niveau van het brugplatform bevinden veel sterker afgeijnd zijn voor de CNOSSOS berekeningen. Wellicht heeft dit in belangrijke mate te maken met de verschillende bronhoogte voor beide rekenmethodes: voor SRM II bevindt deze zich op 75 cm, terwijl CNOSSOS deze op 5 cm legt. Het zorgt ervoor dat het schermeffect voor punten die onder het niveau van het brugplatform gelegen zijn groter is en de resulterende geluidsniveaus bijgevolg lager.

Figuur P-38 Verticale geluidkaart SRM II vs CNOSSOS thv brug

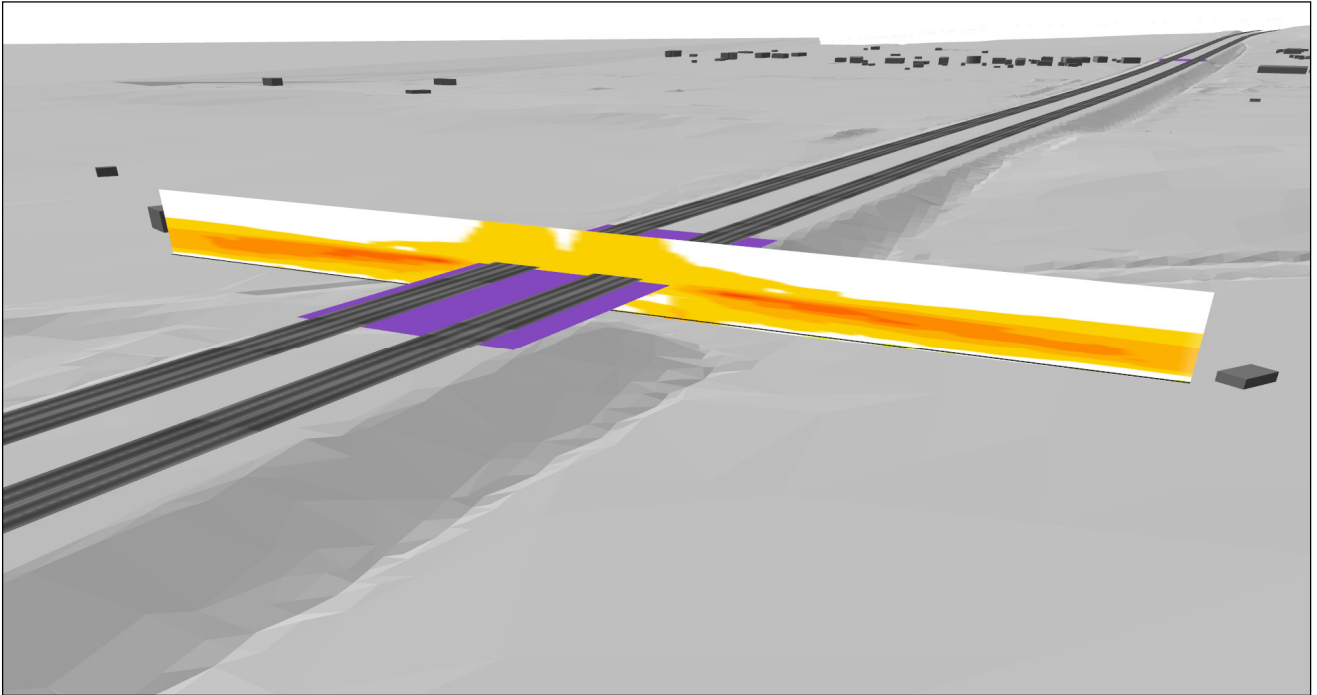


De daaruit afgeleide verschilkaart ziet er dan uit als in onderstaande figuren, respectievelijk in 2D en 3D, en het beeld bevestigt dat het schermeffect tgv de brug inderdaad groter uitvalt. Let op dat het ook hier een rechtstreekse vergelijking betreft van de CNOSSOS vs SRM II resultaten, zodat de zichtbare verschillen ook andere oorzaken kunnen hebben, hier wellicht voornamelijk verschillen in emissiewaarden.

Figuur P-39 Verticale verschilkaart CNOSSOS vs SRM II thv brug



Figuur P-40 Verticale verschilkaart 3D CNOSSOS vs SRM II thv brug



Tot slot: ter illustratie dat het effect van de verschillende bronhoogtes reëel is: onderstaande figuur zoomt in op de verschilkaart ter hoogte van het – onzichtbare – brugplatform. Je ziet centraal evenwel 2 kleine groene ‘vlekjes’, ongeveer waar de CNOSSOS emissie-elementen zich bevinden op 5 cm boven het brugplatform en waar de CNOSSOS method dus een klein beetje hoger rekent dan SRM II. Daar tegenover staat dat er zich iets daarboven telkens een negatieve ‘vlek’ bevindt, althans negatiever dan zijn omgeving.

Figuur P-41 Verticale verschilkaart CNOSSOS vs SRM II thv brug : detail



P.5 Conclusies

Wat betreft de emissie van wegverkeer is de omzetting van SRM II naar CNOSSOS relatief eenvoudig: de voertuigcategorieën en wegdekcorrectietermen kennen een gelijkaardige definitie en zijn dus herbruikbaar. Wat betreft de emissiewaarden zijn er weliswaar verschillen tot ongeveer 3 dB afhankelijk van voertuigcategorie en -snelheid, maar de verschillen blijken in realiteit kleiner als de immissiewaarden op korte afstand van de bron vergeleken worden. In het algemeen komt het erop neer dat de emissie licht stijgt voor wegen met hoge snelheid – autosnelwegen – en eerder daalt voor wegen met lagere snelheid. Veel hangt echter af ook van de lokale verkeerssamenstelling, aangezien het effect anders is voor lichte voertuigen dan voor (middel)zware voertuigen.

Voor spoorverkeer is de omzetting van SRM II naar CNOSSOS minder evident. Allereerst komen er bij het opzetten van de CNOSSOS emissie voor spoorverkeer erg veel manuele handelingen kijken: de datastructuur voor spoorverkeer is relatief nieuw en de software-ontwikkelaars zijn dus nog bezig om de nodige interfaces voor import / export te voorzien die daarop afgestemd zijn. Wat betreft de emissiewaarden zelf is er ook nog werk aan de winkel: in CNOSSOS worden deze gedefinieerd aan de hand van een reeks kenmerken waarvoor telkens een aantal mogelijkheden zijn gedefinieerd met bijhorende emissiegetallen maar die gezien de beperkte keuze nooit de volledige realiteit kunnen vatten. Aan de SRM II zijde beschikken we voor het Belgische treinmaterieel over een reeks types die in eerste instantie toegewezen zijn aan de Nederlandse SRM II treincategorieën en daarnaast onderverdeeld zijn in een aantal 'subcategorieën' door het toepassen van een bijhorende ruwheidscorrectie. Deze ruwheidscorrecties zijn echter geënt op de Nederlandse emissiewaarden en daardoor niet als dusdanig rechtstreeks toepasbaar in CNOSSOS.

Op basis van allerlei informatie is als eerste aanzet een omzetting gedefinieerd van de verschillende types treinmaterieel en spooropbouw naar de overeenkomstige CNOSSOS parameters. Dat deze niet in alle gevallen een goede overeenkomst van de emissiewaarden tot gevolg heeft, blijkt uit de gepresenteerde grafieken ter vergelijking. Dat heeft veelal te maken met de beperkingen in de parameterkeuze, zodat onvoldoende gedifferentieerd kan worden. Een aantal voorbeelden:

- Voor de spooropbouw bestaat er een keuze tussen de zachte, middelstijve of harde railpads, maar de resulterende verschillen in CNOSSOS emissiewaarden – 0.5 tot 2.5 dB(A), afhankelijk van het beschouwde treinmaterieel – is onvoldoende om de verschillen in SRM II emissiewaarden die we obv metingen konden waarnemen – 2 tot 4 dB(A) – te omvatten. Verder onderzoek is noodzakelijk om dit te kunnen verklaren, maar mogelijk liggen de harde en/of zachte railpads zoals die in België worden toegepast buiten het bereik dat verondersteld wordt voor de voorgedefinieerde emissiewaarden voor het harde / zachte spoorbed van de CNOSSOS rekenmethode.
- Het remsysteem is in de CNOSSOS methode een bepalende factor om de wielruwheid in rekening te brengen, maar in werkelijkheid is de variatie een stuk groter. Voor het treinmaterieel behorende tot de standaard SRM II categorieën 2 en 8 zijn de CNOSSOS emissiewaarden telkens relatief vergelijkbaar, terwijl uit de voor SRM II bepaalde ruwheidscorrecties blijkt dat de variatie binnen die categorieën in werkelijkheid veel groter is.
- Een aantal relevante eigenschappen zoals bv wieldempers kunnen vandaag niet beschouwd worden obv de voorgedefinieerde emissiewaarden.

In het algemeen is voor spoorverkeer de overeenkomst tussen de SRM II en CNOSSOS emissiewaarden zeer variabel. Door de relatief beperkte keuze in de verschillende parameters en de bijhorende voorgedefinieerde emissiegetallen gaat een stuk van de variatie verloren die bij de huidige opdracht met de ruwheidscorrecties in de SRM II emissiewaarden werd ingevoerd. Verder onderzoek zal nodig zijn om een aantal zaken te verklaren en bij te sturen, maar het lijkt onmogelijk om de complexiteit van de geluidsemisatie van spoorverkeer – die we met de ruwheidscorrecties voor SRM II toch beter konden benaderen – te beschrijven binnen het bestaande kader van de in CNOSSOS voorgedefinieerde parameteropties en bijhorende emissiegetallen. Wellicht zal het noodzakelijk zijn om eigen emissiegetallen te definiëren voor belangrijke elementen zoals railruwheid, raildemping, wielruwheid e.d. en dat voor verschillende types spooropbouw en treinmaterieel.

In de praktijk is het wel zo dat voor een gemengde emissiesituatie – zoals gepresenteerd voor de testgebieden – de resulterende CNOSSOS emissiewaarden gemiddeld genomen niet zo sterk afwijken van die voor SRM II: ze liggen enigszins lager, ca 2 tot 3 dB(A), net als voor wegverkeer, maar dat wordt ten dele gecompenseerd wanneer de immissiewaarden op korte afstand van de geluidsbron met elkaar vergeleken worden. Wel is het zo dat de emissiewaarden beter overeenstemmen voor een spooropbouw van het type 'bb14' dan voor het type

Strategische Geluidsbelastingskaarten Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

'bb13' met zachte railpads. Het lijkt alsof het effect van die laatste niet correct gevat wordt door de CNOSSOS emissieparameters.

Wat betreft de geluidsvoortplanting werden in wat voorgaat een aantal effecten geïdentificeerd adhv verschilkaarten. De belangrijkste observaties kunnen we samenvatten in volgend lijstje:

- **Afstand** : in het algemeen nemen de CNOSSOS geluidsniveaus minder sterk af ivm die van SRM II in functie van de afstand. Dat heeft te maken met een combinatie van de verschillende factoren die ingrijpen op de geluidsvoortplanting en geldt voornamelijk in open terrein. Dichtbebouwde zones met relatief reflecterende bodem vormen hierop een uitzondering.
- **Reliëf** : de vormgeving van het terrein grijpt voornamelijk in op de lokale schermwerking van datzelfde terrein. In combinatie met de gewijzigde bronhoogte voor wegverkeer zorgt dit voor een aantal specifieke effecten : zo neemt voor een weg in verhoogde aanleg het schermeffect voor de punten die net naast en onder het niveau van het talud gelegen zijn beduidend toe door de lagere bronhoogte, waardoor de resulterende CNOSSOS geluidsniveaus lager liggen dan die voor SRM II. Het schermeffect in het algemeen neemt echter wat af, aangezien voor een weg in verdiepte aanleg de resulterende geluidsniveaus in de omgeving voor de CNOSSOS berekeningen hoger liggen dan die voor SRM II.
- **Bodemeffect** : in de CNOSSOS rekenmethode lijkt het bodemeffect in het algemeen versterkt tov de SRM II methode : de resultaten blijken gevoeliger aan het bodemeffect. Voor absorberende bodem nemen de geluidsniveaus meer af en voor reflecterende bodem nemen de geluidsniveaus meer toe. Een uitzondering daarop vormen – alweer – de dichtbebouwde zones met relatief reflecterende bodem. Nieuw is ook dat er een specifieke correctie is van het bodemeffect voor zones op korte afstand van de geluidsbronnen.
- **Meteocorrectie** : in plaats van een vaste meteocorrectieterm in SRM II – die toeneemt in functie van de afstand – werkt CNOSSOS met een richtingsafhankelijke verhouding van gunstige en homogene overdrachtscondities. Het verschil tussen een standaard waarde van 50 % gunstige overdrachtscondities en 100 % ligt in de grootte-orde van 2 tot 3 dB(A), terwijl het verschil tussen diezelfde 50 % en 0 % – dus homogene overdrachtscondities – veel sterker afhangt van de afstand tot de geluidsbron en lokale omstandigheden zoals diffractie, bodem, ... Met een realistisch voorbeeld voor een meteocorrectie bekomen we een resultaat dat eigenlijk niet zo sterk afwijkt van een standaard waarde, al is het niet onoverkomelijk om een meteocorrectie eenmalig te bepalen voor een of meerdere meteostations.
- **Schermerwerking** : in het algemeen kan men stellen dat de grootste schermeffecten die we in de SRM II rekenmethode zien enigszins afgevlakt worden in de CNOSSOS methode. Vlak achter een scherm zullen de resulterende geluidsniveaus voor CNOSSOS dus vaak iets hoger liggen, maar het verschil neemt uiteraard ook af naarmate men zich verder van het scherm – of ander object – verplaatst. In specifieke situaties zorgt de gewijzigde bronhoogte voor wegverkeer ook voor een toegenomen schermeffect in CNOSSOS tov SRM II.

DEEL 3: EINDPRODUCTEN

Q AANMAAK & AFLEVERING EINDPRODUCTEN

In navolging van het bestek dienen een aantal eindproducten en digitale bestanden te worden aangeleverd aan de opdrachtgever bij het einde van de opdracht. De gegevens die bedoeld zijn voor rapportage aan de Europese Commissie zijn opgenomen in § T.

Q.1 Hardcopy

Volgende elementen worden in afgewerkte vorm afgeleverd aan de opdrachtgever:

1. het eindrapport in 10 exemplaren, recto-verso, met de bijlagen in pdf formaat op digitale drager;
2. geluidsbelastingskaarten conform de Europese Richtlijn 2002/49/EG : 20 stuks, op A3, geplastificeerd, in tweevoud;
3. gedetailleerde geluidsbelastingskaarten : 20 stuks, op A3, geplastificeerd, in tweevoud.

Q.2 Digitale drager

Volgende elementen worden op digitale drager in tweevoud afgeleverd aan de opdrachtgever:

1. het eindrapport inclusief bijlagen in Word en pdf formaat;
2. alle tussentijdse rapporten inclusief bijlagen in Word en pdf formaat;
3. geluidsbelastingskaarten conform de Europese Richtlijn 2002/49/EG in jpg formaat;
4. gedetailleerde geluidsbelastingskaarten in pdf formaat conform de eisen in het bestek;
5. de bijhorende ArcMap documenten van de vermelde geluidsbelastingskaarten in mxd formaat, samen met alle bijhorende basislagen die hieronder niet expliciet vermeld worden én de overeenkomstige layer bestanden in lyr formaat;
6. een lijst van de beschouwde wegen in Excel formaat met vermelding van wegnummer, kilometerpunten, type (belangrijk / aanvullend), wegcategorie, wegbeheerder en de jaarlijkse intensiteitsgegevens;
7. de lijst van de beschouwde spoorwegen, omgezet naar de overeenkomstige geometrieën in shapefile formaat, als equivalent van de origineel aangeleverde Excel tabel;
8. een gebiedsdekkende gebouwenlaag voor Vlaanderen in shapefile formaat, waaraan alle informatie is toegevoegd die als basis dient voor de blootstellingsanalyse: inwoners, woningen, gebouwgebruik en gevoelige gebouwen;
9. de gebruikte invoergegevens als shapefiles die de data omvatten zoals ze werden ingelezen in de IMMI modellen en dit voor alle datalagen afzonderlijk;
10. de gebruikte invoergegevens als shapefiles die de data omvatten zoals ze effectief werden gebruikt voor de berekening na alle uitgevoerde correcties, eveneens voor alle datalagen afzonderlijk;
11. de IMMI overdrachtsmodellen – 5 deelmodellen – voor Vlaanderen die alle relevante gegevens bevatten onder de vorm van een IMMI *.ipr projectbestand, en dit zowel voor weg en spoor samen als afzonderlijk voor de thema's wegverkeer en spoorverkeer – 15 modelversies in totaal;
12. de IMMI resultaatsbestanden voor de rasterberekeningen – *.ird bestanden – en de gevelberekeningen – *.ire bestanden;
13. de blootstellingsgegevens die resulteren uit de raster- en gevelberekeningen, samengevat in een Excel bestand, voor de verschillende provincies & agglomeraties afzonderlijk;

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

14. de rasterbestanden van de verschillende berekeningen voor:

- belangrijke wegen,
- totaal van belangrijke en aanvullende wegen,
- belangrijke spoorwegen,
- totaal van belangrijke en aanvullende spoorwegen,

en dit telkens voor de parameters L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} en L_{den} , waarbij bovendien telkens de volgende versies werden aangemaakt:

- TIF formaat, coördinaatsysteem ETRS-LAEA,
- TIF formaat, coördinaatsysteem Lambert72;

15. de contourvlakken in shapefile formaat van de verschillende berekeningen voor:

- belangrijke wegen,
- totaal van belangrijke en aanvullende wegen,
- belangrijke spoorwegen,
- totaal van belangrijke en aanvullende spoorwegen,

en dit steeds voor de parameters L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} en L_{den} , waarbij bovendien telkens de volgende versies werden aangemaakt:

- GML formaat, coördinaatsysteem ETRS-LAEA,
- SHP formaat, coördinaatsysteem ETRS-LAEA,
- SHP formaat, coördinaatsysteem Lambert72;

16. de bewoonde gebouwen rondom de infrastructuur in shapefile formaat met als eigenschap de relevante gevelbelastingsniveaus volgend uit de verschillende berekeningen voor:

- belangrijke wegen,
- belangrijke spoorwegen,

waarbij bovendien telkens de volgende versies werden aangemaakt:

- GML formaat, coördinaatsysteem ETRS-LAEA,
- SHP formaat, coördinaatsysteem ETRS-LAEA,
- SHP formaat, coördinaatsysteem Lambert72;

17. de relevante metadatasets en bijhorende objectencatalogi voor de bovenvermelde rasterbestanden en de vectorbestanden met contourvlakken en gebouwen: zie ook § R.

R INSPIRE CONFORMITEIT & METADATA

Het bestek stelt dat de data mbt de resultaten – meer bepaald deze die vallen onder de items 14, 15 en 16 van § Q.2 – volledig volgens de Europese INSPIRE richtlijn moeten ontworpen en geleverd worden, maar waarbij het niet duidelijk is tot welk INSPIRE thema deze data moeten behoren en welke dataspecificatie van toepassing is. Deze specificaties houden onder meer in het opstellen van een conceptueel datamodel voor elk van de INSPIRE conforme resultaatsbestanden alsook het structureren en conformeren van de data aan de vooropgestelde schema definities.

Verder stelt het bestek dat voor de op te leveren gegeorefereerde resultaatsbestanden een metadataprofiel dient te worden opgesteld conform de bepalingen van het AIV, die een implementatie zijn van de Europese INSPIRE richtlijn. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het bestaande sjabloon 'Vlaamse metadatatandaar voor geografie - GDI-Vlaanderen metadataprofiel'.

R.1 INSPIRE conformiteit

De INSPIRE regelgeving is uitgebreid en het aantal thema's groot, maar voor geluid – en dan vooral de resultaten van geluidsberekeningen – is nog onduidelijk welke dataspecificatie van toepassing is. Deze problematiek werd reeds eerder aangehaald in een nota ¹ van de Vlaamse Overheid die in 2016 al op de relevante Europese fora gepubliceerd werd, waarbij men ervan uitging dat het thema 'Menselijke Gezondheid & Veiligheid' van toepassing zou zijn, maar ook dat is geen evidentie. Hierin wordt gesteld dat strikte harmonisatie volgens de INSPIRE wetgeving evenals volgens de bijhorende Technical Guidelines voor het bewuste thema niet mogelijk is in dit geval omdat er geen 'ruwe meetdata' zijn om van te vertrekken. Ruime interpretaties en ad hoc uitbreidingen van het datamodel in de Vlaamse context zijn niet aangewezen, omdat ze niet bijdragen aan de harmonisatie van de gegevens. De conclusie van deze nota was dat er redelijkerwijs geen INSPIRE conformiteit mogelijk was omwille van de bestaande onduidelijkheid. Dat blijkt tot op vandaag nog steeds zo te zijn.

Wel is het zo dat er recent een gids ² gepubliceerd is die specificeert op welke wijze de resultaten van de strategische geluidsbelastingkaarten in het Reportnet systeem moeten ingelezen worden. Deze hebben onder meer betrekking op de geluidsbelastingkaarten onder de vorm van contourvlakken voor belangrijke (spoor)wegen voor de parameters Lden en Lnight wat betreft naamgeving, datastructuur, metadata en taalgebruik (Engels).

In overleg met de opdrachtgever werd overeengekomen om wat betreft de INSPIRE conformiteit de opdracht te wijzigen door het behoud van de datastructuren uit het verleden die relatief eenvoudig zijn maar wel volstaan. De uitzondering daarop zijn dan evident de databestanden met contourvlakken voor belangrijke (spoor)wegen en de parameters Lden en Lnight, waar de bepalingen van de in vorige paragraaf vermelde gids ² worden toegepast, zodat deze data rechtstreeks bruikbaar zijn voor inlezing in het Reportnet systeem. Om redenen van uniformiteit worden deze bepalingen doorgetrokken naar de overeenkomstige databestanden voor de parameters Lday en Levening.

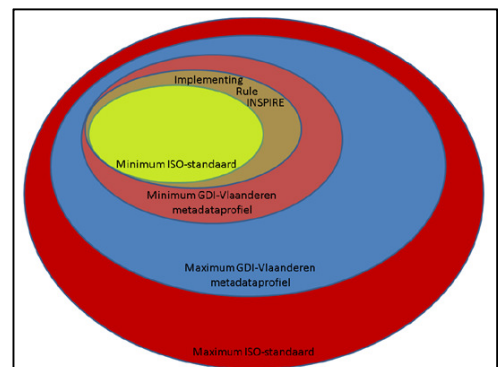
Daarnaast werd overeengekomen dat de rasterbestanden die vallen onder het item 13 van § Q.2 niet hoeven te worden aangeleverd in het INSPIRE conforme GML formaat. Het is weinig efficiënt om rasterdata om te zetten naar een vectorformaat, bovendien levert het vaak – en zeker in dit geval voor een dergelijk groot gebied – zeer grote en onhandelbare databestanden op.

R.2 Metadata

Voor de op te leveren gegeorefereerde data werd de bijhorende metadata aangemaakt op basis van het GDI-Vlaanderen metadataprofiel. Hierbij is waar mogelijk gebruik gemaakt worden van de reeds bestaande metadata voor geluidskaarten die ontsloten wordt via GDI MercatorNet en tevens te vinden is op Geopunt.

Deze metadata dient tevens INSPIRE conform te zijn. Het GDI Vlaanderen metadataprofiel werd in eerste instantie opgesteld op basis van de relevante ISO normen voor metadata. Daarnaast werden ook de specifieke vereisten van INSPIRE in rekening gebracht. Als uitbreiding op de minimale set van metadata elementen opgelegd door ISO en INSPIRE definieerde het AIV een klein aantal bijkomende verplichte metadata elementen. Daarnaast werd er aanvullend een objectencatalogus opgesteld op basis van ISO 19110.

De samenhang tussen het GDI Vlaanderen metadata profiel (minimum en maximum), de ISO norm en de INSPIRE metadata implementing rule wordt weergegeven in de hiernaast weergegeven figuur.



Voor de metadatabestanden van de geluidscontouren werd voornamelijk gesteund op de gepubliceerde metadatabestanden voor de overeenkomstige datasets van ronde 2, die gepubliceerd zijn via GDI MercatorNet.

¹ <https://themes.jrc.ec.europa.eu/file/download/82803>

² Delivery guide for Environmental Noise Data – Submission of DF4_DF8: Strategic noise maps for major roads, major railways, major airports and agglomerations – ETC/ACM Technical Paper – November 2017

Strategische Geluidsbelastingskaarten

Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Voor niet gepubliceerde datasets, zoals deze voor de rasterbestanden en gebouwen, werd dan eerder gekeken naar de metadata van ronde 2 zoals die aan de opdrachtgever aangeleverd werden. Zowel qua structuur als qua inhoudelijke informatie werd geprobeerd om gelijkaardige bestanden aan te maken, met uiteraard de noodzakelijke aanpassingen wat betreft:

- Titel, samenvatting en referentie : jaartal, ...
- Contactgegevens : Departement Omgeving
- Aanvullende informatie : URL met informatie over geluidsbelastingskaarten, ...
- Processtappen : belangrijkste bronnen
- Distributieformaat : toevoeging GML
- Link naar objectencatalogus

Verder zijn correcties aangebracht en andere logische aanpassingen gedaan zoals het genereren van nieuwe UUIDs, zowel voor de datasets als voor de metadatabestanden, en het aanpassen van de wijzigingsdata.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de verschillende types databestanden die volgen uit de items 14, 15 en 16 van § Q.2 en de overeenkomstige metadata records – 30 in totaal – die aangemaakt zijn.

Tabel R-1 Overzicht databestanden en metadata records

Type geometrie	Thema	Parameter	Benaming metadata record
Rasterbestanden	Belangrijke wegen	Lday	raster_wegverkeer_belangrijk_Lday.xml
		Levening	raster_wegverkeer_belangrijk_Levening.xml
		Lnight	raster_wegverkeer_belangrijk_Lnight.xml
	Totaal belangrijke en aanvullende wegen	Lden	raster_wegverkeer_belangrijk_Lden.xml
		Lday	raster_wegverkeer_totaal_Lday.xml
		Levening	raster_wegverkeer_totaal_Levening.xml
		Lnight	raster_wegverkeer_totaal_Lnight.xml
	Belangrijke spoorwegen	Lden	raster_wegverkeer_totaal_Lden.xml
		Lday	-
		Levening	-
		Lnight	-
	Totaal belangrijke en aanvullende spoorwegen	Lden	-
Lday		raster_spoorverkeer_totaal_Lday.xml	
Levening		raster_spoorverkeer_totaal_Levening.xml	
Lnight		raster_spoorverkeer_totaal_Lnight.xml	
Contourvlakken	Belangrijke wegen	Lday	BE_F_MRoad_Lday.xml
		Levening	BE_F_MRoad_Levening.xml
		Lnight	BE_F_MRoad_Lnight.xml
		Lden	BE_F_MRoad_Lden.xml
	Totaal belangrijke en aanvullende wegen	Lday	geluidscontouren_wegverkeer_totaal_Lday.xml
		Levening	geluidscontouren_wegverkeer_totaal_Levening.xml
		Lnight	geluidscontouren_wegverkeer_totaal_Lnight.xml
		Lden	geluidscontouren_wegverkeer_totaal_Lden.xml

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Type geometrie	Thema	Parameter	Benaming metadatarecord
	Belangrijke spoorwegen	Lday	BE_F_MRail_Lday.xml
		Levening	BE_F_MRail_Levening.xml
		Lnight	BE_F_MRail_Lnight.xml
		Lden	BE_F_MRail_Lden.xml
	Totaal belangrijke en aanvullende spoorwegen	Lday	geluidscontouren_spoorverkeer_totaal_Lday.xml
		Levening	geluidscontouren_spoorverkeer_totaal_Levening.xml
		Lnight	geluidscontouren_spoorverkeer_totaal_Lnight.xml
		Lden	geluidscontouren_spoorverkeer_totaal_Lden.xml
Gebouwen	Belangrijke wegen	Lday, Levening, Lnight, Lden	gebouwen_gevel_wegverkeer.xml
	Belangrijke spoorwegen	Lday, Levening, Lnight, Lden	gebouwen_gevel_spoorverkeer.xml

Zoals eerder aangegeven zijn de metadata voor de contourvlakken voor belangrijke (spoor)wegen – die bedoeld zijn voor rapportage via Reportnet – opgemaakt in het Engels, zoals gevraagd in de ‘Delivery guide for Environmental Noise Data’ en is ook de benaming van het overeenkomstige metadatarecord aangepast.

De aangemaakte metadata werden getest adhv de online INSPIRE metadata validator ¹ die bekijkt of de metadata INSPIRE conform is. Daarbij werden enkel fouten gemeld omwille van het feit dat in de metadata informatie ontbreekt over de overeenkomstige web services. Dat is uiteraard normaal, aangezien de data vandaag nog niet gepubliceerd zijn.

Tot slot werden de metadatabestanden ook getest en gevalideerd in de GDI Mercatornet omgeving, waarbij naast INSPIRE conformiteit ook getest wordt op de implementatieregels van GDI Vlaanderen. Ook hier werd aangegeven dat er nog een aantal zaken moeten toegevoegd worden aan de metadata mbt online bronnen, maar dat kan uiteraard pas bij publicatie van de datasets.

S SOFTWARE

Conform het bestek en in overleg tussen opdrachtnemer en opdrachtgever werden wat betreft de IMMI software volgende uitbreidingen aangekocht bij Akron, exclusief verdeler van de Wölfel IMMI software voor de Benelux, voor rekening van het Departement Omgeving – Team Milieuhinder en het Agentschap Wegen & Verkeer – Afdeling Wegenbouwkunde:

- een uitbreiding van de bestaande S001/00485-2 IMMI Full Premium licentie (Departement Omgeving) met de rekenmethodes CNOSSOS Road, CNOSSOS Rail en CNOSSOS Industry,
- een verlenging van de lopende onderhoudscontracten voor de IMMI Full Premium licenties S001/00485-2 (Departement Omgeving) en S001/00485-1 (Agentschap Wegen en Verkeer) tot en met 31/12/2022.

Deze software wordt – onder de vorm van bijgewerkte licentiebestanden – in onderling overleg tussen opdrachtnemer, opdrachtgever en softwareverdelers geïnstalleerd.

¹ <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/validator2/>

Strategische Geluidsbelastingkaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

T GEGEVENS VOOR RAPPORTAGE AAN DE EUROPESE COMMISSIE

De volgens de Richtlijn 2002/49/EG aan de Europese Commissie toe te zenden gegevens zijn beschreven in Bijlage VI, paragraaf 2 van de Richtlijn. Meer bepaald zijn de paragrafen 2.5, 2.6 en 2.7 van toepassing, waarbij voor de blootstellingscijfers onderscheid gemaakt wordt tussen **wegverkeer** en **spoorverkeer**.

«Aantal mensen (in honderdtallen)¹ dat buiten agglomeraties² in woningen woont die zijn blootgesteld³ aan L_{den} -waarden in de volgende geluidsbelastingklassen (Bijlage VI § 2.5)»

Klasse 55-59 :	217 200	66 100
Klasse 60-64 :	116 700	39 600
Klasse 65-69 :	225 900	24 800
Klasse 70-74 :	131 500	19 400
Klasse > 75 :	8 300	5 200

«Aantal mensen (in honderdtallen) dat buiten agglomeraties in woningen met een speciale isolatie (als omschreven in bijlage VI § 1.5) woont die zijn blootgesteld aan L_{den} -waarden in de volgende geluidsbelastingklassen (Bijlage VI § 2.5)»

Klasse 55-59 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 60-64 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 65-69 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 70-74 :	informatie niet beschikbaar
Klasse > 75 :	informatie niet beschikbaar

«Aantal mensen (in honderdtallen) dat buiten agglomeraties in woningen met een stille gevel (als omschreven in bijlage VI § 1.5) woont die zijn blootgesteld aan L_{den} -waarden in de volgende geluidsbelastingklassen (Bijlage VI § 2.5)»

Klasse 55-59 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 60-64 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 65-69 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 70-74 :	informatie niet beschikbaar
Klasse > 75 :	informatie niet beschikbaar

¹ De hierna gegeven aantallen werden afgerond naar honderdtallen, zoals gevraagd in 2002/49/EG Bijlage VI. Hiertoe werd het exacte aantal afgerond naar het dichtstbijzijnde honderdtal.

² Voor de 3^{de} ronde van geluidskartering zijn de betreffende agglomeraties in het Vlaams Gewest deze van Antwerpen, Brugge en Gent.

³ De voor de bepaling van de aantallen mensen en woningen gebruikte datasets bevatten enkel informatie over de locatie van woongebouwen en niet over deze van woningen. In overeenstemming met de bepalingen uit §2.44.iii van de “Good Practice Guide for Noise Mapping” (versie 2, update augustus 2007) werd dan ook het voorzorgsprincipe gehanteerd, waarbij het hoogste geluidsniveau op de gevel van het woongebouw werd toegekend aan *alle* mensen en woningen die binnen dit woongebouw voorkomen. Deze werkwijze zal ongetwijfeld leiden tot een overschatting van het werkelijke aantal.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

«Aantal mensen (in honderdtallen) dat buiten agglomeraties in woningen woont die zijn blootgesteld aan L_{night} -waarden in de volgende geluidsbelastingklassen (Bijlage VI § 2.6)»

Klasse 50-54 :	137 600	50 700
Klasse 55-59 :	175 100	30 100
Klasse 60-64 :	204 100	22 300
Klasse 65-69 :	31 300	12 500
Klasse > 70 :	400	1 400

«Aantal mensen (in honderdtallen) dat buiten agglomeraties in woningen met een speciale isolatie (als omschreven in bijlage VI § 1.5) woont die zijn blootgesteld aan L_{night} -waarden in de volgende geluidsbelastingklassen (Bijlage VI § 2.6)»

Klasse 50-54 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 55-59 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 60-64 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 65-69 :	informatie niet beschikbaar
Klasse > 70 :	informatie niet beschikbaar

«Aantal mensen (in honderdtallen) dat buiten agglomeraties in woningen met een stille gevel (als omschreven in bijlage VI § 1.5) woont die zijn blootgesteld aan L_{night} -waarden in de volgende geluidsbelastingklassen (Bijlage VI § 2.6)»

Klasse 50-54 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 55-59 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 60-64 :	informatie niet beschikbaar
Klasse 65-69 :	informatie niet beschikbaar
Klasse > 70 :	informatie niet beschikbaar

«De totale oppervlakte (in km^2) die is blootgesteld aan waarden van L_{den} die hoger zijn dan respectievelijk 55, 65 en 75 dB(A) (Bijlage VI § 2.7)»

$L_{den} >^1 55$:	1520	271
$L_{den} > 65$:	449	84
$L_{den} > 75$:	107	22

«Het geschatte aantal mensen (in honderdtallen) dat in elk van deze zones woont (Bijlage VI § 2.7)»

$L_{den} > 55$:	882 700	199 500
$L_{den} > 65$:	442 700	62 700
$L_{den} > 75$:	9 400	5 700

¹ Cumulatief: dus *alles hoger dan 55* en niet enkel de contour van 55 tot 60 zoals hoger.

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

«Het geschatte aantal woningen (in honderdtallen) dat in elk van deze zones ligt (Bijlage VI § 2.7)»

Lden > 55 : **370 400** **81 700**

Lden > 65 : **191 700** **25 800**

Lden > 75 : **3 800** **2 400**

«Kaarten met de contourlijnen van 55 en 65 dB, met informatie over de locatie van de dorpen, gemeenten en agglomeraties: (Bijlage VI § 2.7)»

De bijhorende kaarten met de contourlijnen van 55 en 65 dB, inclusief informatie over de locatie van dorpen, gemeenten en agglomeraties zijn voorgesteld in Bijlage 4.

Naast het voorgestelde kaartmateriaal voor rapportage aan de Europese Commissie worden tijdens de opdracht ook kaarten ontwikkeld geschikt voor communicatie aan het publiek. Deze kaarten worden in digitale vorm aan de opdrachtgever afgeleverd.

Samengevat kan men deze informatie weergeven in onderstaande tabellen. De omschrijvingen 'EXCL' en 'INCL' slaan op het al dan niet in rekening brengen van de agglomeraties Antwerpen, Brugge en Gent in de cijfers.

Gegevens wegverkeer							
Paragraaf	Parameter	Omschrijving	Blootstellingsklassen				
2.5	Lden	EXCL	55-59	60-64	65-69	70-74	> 75
		personen ¹	217 200	116 700	225 900	131 500	8 300
2.6	Lnight	EXCL	50-54	55-59	60-64	65-69	> 70
		personen ¹	137 600	175 100	204 100	31 300	400
2.7	Lden	INCL	> 55	> 65		> 75	
		km ²	1520	449		107	
		personen ¹	882 700	442 700		9 400	
		woningen ¹	370 400	191 700		3 800	

Gegevens spoorverkeer							
Paragraaf	Parameter	Omschrijving	55-59				
2.5	Lden	EXCL	55-59	60-64	65-69	70-74	> 75
		personen ¹	66 100	39 600	24 800	19 400	5 200
2.6	Lnight	EXCL	50-54	55-59	60-64	65-69	> 70
		personen ¹	50 700	30 100	22 300	12 500	1 400
2.7	Lden	INCL	> 55	> 65		> 75	
		km ²	271	84		22	
		personen ¹	199 500	62 700		5 700	
		woningen ¹	81 700	25 800		2 400	

¹ Aantal personen / woningen, afgerond naar honderdtallen

Strategische Geluidsbelastingskaarten
Weg- en Spoorverkeer Vlaanderen

60604967-004-2 (eindrapport).docx

Om toe te laten deze blootstellingscijfers te vergelijken met de resultaten van de geluidskartering ronde 2, zijn de bovenstaande tabellen hieronder hernomen in een ietwat compacter formaat met tussen haakjes het overeenkomstige resultaat van de 2^{de} ronde van geluidskartering.

Gegevens wegverkeer						
Parameter	Omschrijving	Blootstellingsklassen				
Lden	EXCL	55-59	60-64	65-69	70-74	> 75
	personen ¹	217 200 (263 800)	116 700 (128 500)	225 900 (172 100)	131 500 (131 700)	8 300 (25 300)
Lnight	EXCL	50-54	55-59	60-64	65-69	> 70
	personen ¹	137 600 (156 500)	175 100 (169 800)	204 100 (137 800)	31 300 (34 000)	400 (3 100)
Lden	INCL	> 55	> 65	> 75		
	km²	1 520 (1 635)	449 (465)	107 (116)		
	personen ¹	882 700 (881 900)	442 700 (408 000)	9 400 (35 000)		
	woningen ¹	370 400 (366 700)	191 700 (176 400)	3 800 (15 400)		

Gegevens spoorverkeer						
Parameter	Omschrijving	Blootstellingsklassen				
Lden	EXCL	55-59	60-64	65-69	70-74	> 75
	personen ¹	66 100 (78 000)	39 600 (38 800)	24 800 (25 200)	19 400 (17 800)	5 200 (5 800)
Lnight	EXCL	50-54	55-59	60-64	65-69	> 70
	personen ¹	50 700 (57 600)	30 100 (30 600)	22 300 (20 700)	12 500 (13 700)	1 400 (2 000)
Lden	INCL	> 55	> 65	> 75		
	km²	271 (297)	84 (88)	22 (23)		
	personen ¹	199 500 (221 100)	62 700 (63 500)	5 700 (7 000)		
	woningen ¹	81 700 (90 300)	25 800 (26 100)	2 400 (2 900)		

¹ Aantal personen / woningen, afgerond naar honderdtallen