

CORPORATE HEAD OFFICE  
Boulevard Simón Bolívar, 36, 1000 Brussels - BELGIUM  
tel. +32 2 773 99 11 - fax +32 2 773 99 00  
engineering@tractebel.engie.com  
tractebel-engie.com

## RAPPORT



Our ref.:

TS:

Imputation: **P.020211.0846**

**Client :** Stad Antwerpen en Havenbedrijf Antwerpen - Brugge  
**Project :** Opmaak strategische geluidsbelastingkaarten agglomeratie en haven Antwerpen, vierde uitvoeringsronde  
**Subject :**  
**Comments:**

---

A	24/02/21	Tom Carton	Luc Schillemans			
REV.	DD/MM/YY	STAT.	WRITTEN	VERIFIED	APPROVED	VALIDATED

# Opmaak strategische geluidsbelastingkaarten agglomeratie en haven Antwerpen, vierde uitvoeringsronde

## INHOUDSTAFEL

TABELLEN .....	4
FIGUREN .....	4
1. MANAGEMENT SAMENVATTING .....	6
2. INLEIDING .....	9
2.1. Onderdelen van de studie .....	10
2.1.1. Stad	10
2.1.2. Haven	10
3. METHODOLOGIE .....	12
3.1. Gelaagd model .....	12
3.2. Brondata .....	13
3.3. Rekenmethode .....	16
3.4. Rekenpakket .....	16
3.5. Berekeningslocaties .....	17
3.5.1. Gevelpunten, gebouwen, bewoners en blootstelling .....	17
4. VERWERKING VAN DATABANKEN .....	19
4.1. Hoogtemodel .....	19
4.1.1. Nieuwe Berm Borgerhout .....	20
4.2. Gebouwen .....	21
4.2.1. Structuren .....	21
4.2.2. Gevoelige gebouwen .....	22

4.2.3.	Bewoning .....	23
4.3.	Bodem.....	24
4.4.	Niet belangrijke wegen.....	27
4.4.1.	Regionaal verkeersmodel Vlaanderen .....	28
4.4.2.	Wegverharding en wegdekcorrectie .....	29
4.5.	Industrie .....	30
4.6.	Spoorverkeer .....	35
4.6.1.	Opbouw gegevens - niet belangrijke sporen .....	35
4.7.	Luchthaven .....	39
4.8.	Definitie datastructuur voor invoerbestanden .....	41
4.8.1.	Emissie wegverkeer .....	42
4.8.2.	Emissie spoorverkeer .....	44
4.8.3.	Emissie Tram.....	48
4.8.4.	Emissie Industrie .....	51
4.8.5.	Gebouwen .....	52
4.8.6.	Geluidsschermen.....	53
4.8.7.	Bruggen 54	
4.8.8.	Bodemeffect.....	55
4.8.9.	Hoogtemodel .....	55
4.9.	Rekeninstellingen.....	56
5.	RESULTATEN.....	60
5.1.	Geluidsc contouren.....	60
5.1.1.	Europa .....	60
5.1.2.	WGO .....	60
5.1.3.	Weg .....	61
5.1.4.	Spoor .....	64
5.1.5.	Tram .....	67
5.1.6.	Spoor en Tram.....	69
5.1.7.	Industrie 70	
5.1.8.	Luchtverkeer .....	74
5.1.9.	Cumulatieve geluidsk kaart .....	76
5.2.	Blootstelling Stad .....	78
5.2.1.	Inwoners 78	
5.2.2.	Vergelijking met 3 <sup>de</sup> ronde .....	81
5.2.3.	Gevoelige gebouwen .....	85
5.2.4.	WGO tellingen .....	87
5.3.	Andere opgeleverde onderdelen .....	88

## TABELLEN

Tabel 1: samenvatting vergelijking hogere blootstelling tussen 3 <sup>e</sup> en 4 <sup>e</sup> ronde .....	8
Tabel 2: Brondata .....	15
Tabel 3: Vergelijking geluidsraaster en gevel berekening.....	17
Tabel 4: G-waarden voor verschillende soorten grond (CNOSSOS).....	25
Tabel 5: verdeelsleutel tussen de BBK Vlaanderen en de CNOSSOS G-waarden.....	25
Tabel 6:Onderverdeling vrachtverkeer in zwaar en middelzwaar verkeer volgens CAR-Vlaanderen V2.0 handleiding bijlage A .....	28
Tabel 7: Wegdektypes CNOSSOS-EU .....	29
Tabel 8: Kengetallen voor industrie in de haven; Vergelijking tussen de oude (1996) en nieuwe studie (2015).....	30
Tabel 9: Rollend materieel en aanbevolen eigenschappen .....	36
Tabel 10: Bijkomende geluidsbijdrage voor bruggen .....	37
Tabel 11: Gemiddeld aantal bewegingen per type vliegtuig en traject voor de dagperiode .....	40
Tabel 12: Gemiddeld aantal bewegingen per type vliegtuig en traject voor de avond- en nachtperiode.....	40
Tabel 13: Vergelijking bronvermogens industrie voor ronde 3 en 4.....	73
<i>Tabel 14: Blootstellingsgegevens volgens CNOSSOS voor Stad Antwerpen referentiejaar 2021</i>	<i>79</i>
Tabel 15: Percentage van het aantal inwoners dat blootgesteld wordt aan de geluidsklassen (Lden/Lnight) .....	80
Tabel 16: Percentage van het aantal inwoners dat blootgesteld wordt aan grenswaarde (Lden/Lnight) .....	80
Tabel 17: Aantal gevoelige gebouwen dat binnen een bepaalde contour valt .....	85
Tabel 18: Percentage gevoelige gebouwen dat binnen een bepaalde contour valt .....	86
Tabel 19: Aantal blootgestelden boven de WGO gezondheidskundige advieswaarden voor wegverkeer .....	87
Tabel 20: Aantal blootgestelden boven de WGO gezondheidskundige advieswaarden voor spoorverkeer.....	87
Tabel 21: Aantal blootgestelden boven de WGO gezondheidskundige advieswaarden voor luchtverkeer .....	87

## FIGUREN

Figuur 1: Afbakening project .....	9
Figuur 2: Berekeningsgebied voor het havengebied.....	11
Figuur 3: GIS lagen .....	12
Figuur 4: Digitaal hoogtemodel Vlaanderen (DTM) [m] – 5mx5m (Links) / Berekende hoogtecontouren per meter [m] (Rechts) .....	19
Figuur 5: Waterpeil [m] .....	19
Figuur 6: Nieuwe berm aan Borgerhout .....	20
Figuur 7: Hoogte van 3DGRB gelinkt aan GRBgis .....	21
Figuur 8: Gevoelige gebouwen (Blauw) die op een gevoelig perceel liggen (beige) .....	22
Figuur 9: Gebouwen-laag ingekleurd volgens gevoeligheid .....	23
Figuur 10: Bodembedekkingskaart (BBK) 5m resolutie (Digitaal Vlaanderen) .....	24
Figuur 11: Bodembedekking volgens CNOSSOS.....	26
Figuur 12: Wegverkeer – Belangrijke wegen, verkeersmodel Vlaanderen en kleinere wegen.....	27
Figuur 13: Kengetallen (dBA/m <sup>2</sup> ), dagperiode havengebied.....	31
Figuur 14: Kengetallen (dBA/m <sup>2</sup> ), avondperiode havengebied .....	32
Figuur 15: Kengetallen (dBA/m <sup>2</sup> ), avondperiode havengebied .....	32
Figuur 16: Industrie in haven en Stad .....	33
Figuur 17: Kengetallen (dBA/m <sup>2</sup> ), dagperiode, stad buiten havengebied .....	34
Figuur 18: Typespectra industrie.....	34

Figuur 19: Spoorverkeer – belangrijk en niet belangrijk spoor.....	35
Figuur 20: Sporen haven – Sporen met en zonder intensiteiten door lage snelheid .....	38
Figuur 21: Trajecten van de vliegtuigen voor de luchthaven Deurne.....	39
Figuur 22: IMMI VERSIE .....	56
Figuur 23: Rekeninstellingen IMMI (Calculation model IMM) .....	57
Figuur 24: Rekeninstellingen IMMI (Parameters for element libraries).....	58
Figuur 25: Meteogegevens Deurne.....	59
Figuur 26: Geluidkaart wegverkeer – Lden .....	61
Figuur 27: Verschilkaart ronde 4 en 3 – wegverkeer – Lden .....	62
Figuur 28: Geluidkaart spoorverkeer - Lden.....	64
Figuur 29: Verschilkaart ronde 4 en 3 - spoorverkeer - Lden .....	65
Figuur 30: Geluidkaart tramverkeer - Lden .....	67
Figuur 31: Verschilkaart ronde 4 en 3 - tramverkeer - Lden .....	68
Figuur 32: Geluidkaart spoor- en tramverkeer - Lden .....	69
Figuur 33: Geluidkaart industrie - Lden .....	70
Figuur 34: Verschilkaart ronde 4 en 3 - industrie - Lden .....	71
Figuur 35: Geluidkaart luchtverkeer - Lden .....	74
Figuur 36: Geluidkaart luchtverkeer – Lden - 2021 boven / 2016 onder.....	75
Figuur 37: Geluidkaart cumulatief - Lden .....	76
Figuur 38: Verschilkaart ronde 4 en 3 - cumulatief - Lden .....	77
Figuur 39: Blootstellingsgegevens voor Stad Antwerpen referentiejaar 2021 .....	78
Figuur 40: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 - wegverkeer .....	81
Figuur 41: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 – spoorverkeer .....	82
Figuur 42: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 – tramverkeer.....	82
Figuur 43: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 – industrie .....	83
Figuur 44: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 - luchtverkeer .....	83

# 1. MANAGEMENT SAMENVATTING

Huidige opdracht omvat de opmaak van strategische geluidsbelastingkaarten voor de agglomeratie Antwerpen (gelijk aan grondgebied stad Antwerpen) en het havengebied Antwerpen, en de berekening van afgeleide gegevens over de blootstelling van de bevolking aan omgevingslawaai, voor wat betreft wegverkeer, spoorverkeer (trein en tram), industrie en luchtverkeer.

De opmaak van geluidsbelastingkaarten en het bepalen van de blootstelling is vijfjaarlijks een verplichting onder de Europese richtlijn omgevingslawaai (RL 2002/49/EG) voor agglomeraties met meer dan 100.000 inwoners en hun aangrenzende industriezones. De opdracht gebeurt op de wijze uiteengezet in de Europese richtlijn, en heeft betrekking op de vierde uitvoeringsronde met als referentiejaar 2021. De kaarten dienen opgemaakt te worden voor L<sub>night</sub> (geluidsdruk tijdens de nacht) en voor L<sub>den</sub> (etmaalgemiddelde geluidsdruk waarbij meer gewicht wordt gegeven aan de avond- (+5dBA) en de nachtperiode (+10dBA)).

## **Rekenmethode**

Europa heeft een nieuwe geharmoniseerde rekenmethode ontwikkeld, CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in the EU), die deze vierde ronde voor het eerst door alle lidstaten gebruikt moet worden zodat de geluidskaarten vergelijkbaar worden tussen de lidstaten. Bovendien is ernaar gestreefd om van meer nauwkeurige basisgegevens te vertrekken bij de berekening. De berekeningsmethode is bijgevolg sterk gewijzigd ten opzichte van de vorige uitvoeringsronde, waardoor de resulterende kaarten zeer moeilijk vergelijkbaar zijn met die uit de vorige rondes.

Nieuw aan de CNOSSOS-methode is de manier waarop ze rekening houdt met de windcondities. Het rekenresultaat houdt nu zowel rekening met de resultaten van een rechtlijnige geluidsoverdracht (voor géén wind, dwarse wind of tegenwind) als deze van een kromlijnige geluidsoverdracht (geluidsgolven krommen neerwaarts bij meewind) volgens een statistisch voorkomen op jaarbasis. CNOSSOS houdt geen rekening met opwaartse kromming op grotere afstand bij tegenwind.

Voor de bepaling van de geluidsabsorptie door de bodem werd er uitgegaan van een meer nauwkeurig databestand met een rasternauwkeurigheid eerder dan een perceelnauwkeurigheid. Ze is gebaseerd op de eigenlijke bodembedekking in plaats van op de toegekende functie en is op die manier meer passend. Echter, de absorptie-coëfficiënten zijn nu vastgelegd in CNOSSOS en liggen wat lager dan de voorheen arbitrair gekozen waarden. Dit maakt dat de overdracht naar de omgeving minder gedempt wordt en aldus hogere geluidswaarden genereert.

Voor de spoorwegen werd voor het Belgische rollende materieel een geheel nieuwe classificatie gemaakt volgens de CNOSSOS-methodiek. Belangrijk is ook dat ondertussen alle goederentreinen voor 100% geretrofit zijn, wat betekent dat de gietijzeren remblokken vervangen zijn door kunststoffen remblokken. Dat leidt tot een zeer hoge geluidsreductie (~10dBA). Ook is er een groter percentage aan recenter rollend materieel voor passagiersvervoer, en is het geluidsdempende materiaal onder de sporen verbeterd, met een lagere geluidemissie tot gevolg.

Tramverkeer dat vroeger onder wegverkeer viel met de Nederlandse rekenmethode wordt nu behandeld als spoorverkeer. Hiervan werden in opdracht van de Vlaamse overheid aangepaste definities vastgesteld, volgens de nieuwe CNOSSOS-methodiek. De geluidsimpact van het huidige rollende materieel voor trams is door deze actualisatie sterk gedaald.

Voor de industrie werden de kengetallen voor de bronvermogens herzien volgens een veel recenter referentiewerk, wat veelal heeft geleid tot hogere emissiewaarden.

Een uitgebreide meetcampagne op 20 locaties toont de tendens dat de meetwaarden 4 à 6 decibel lager kunnen liggen ten opzichte van de berekende waarden, vooral op grotere afstand van de geluidsbronnen. Dit kan grotendeels verklaard worden door de lagere bodemabsorptiewaarden en de grotere overdracht van de CNOSSOS rekenmethode, alsook het effect van andere windcondities in de meetperiode dan aangenomen bij de berekening.

Voor de meetpunten voor de Stad Antwerpen liggen de meetresultaten meer in lijn met de berekeningen, dat is binnen 2 dB afwijking dat de meting lager is dan de berekening, tenzij voor die punten waarvoor de berekening hogere niveaus bereiken ( $L_{den} > 70$  decibel). Dit is het geval voor 3 van de 7 meetpunten waar de berekening 5 à 6 dB hoger ligt dan de meting.

Voor de meetpunten voor de haven zijn de meeste berekeningen 2 tot 7 dB hoger dan de metingen. De kleinste afwijkingen worden bereikt daar waar het wegverkeer een veel kleinere bijdrage heeft.

### **Blootstelling van de bevolking**

Ongeveer 8% van de inwoners wordt nabij hun woning blootgesteld aan geluidsniveaus van meer dan 70 decibel  $L_{den}$ , waarbij de doelstelling is dat dit aantal tot nul wordt teruggedrongen tegen 2030. Meer dan 20% van alle inwoners wordt nabij de woning blootgesteld aan geluidsniveaus van meer dan 65 decibel  $L_{den}$ . Bij deze geluidsniveaus is een verhoogde akoestische isolatie van de woning noodzakelijk om binnenshuis een aangenaam en gezond wooncomfort te realiseren. De woning van meer dan 80% van alle inwoners is onderhevig aan geluidsniveaus die hoger zijn dan de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (53dBA  $L_{den}$  voor wegverkeer en 54dBA  $L_{den}$  voor spoorverkeer).

Wegverkeer blijft bij uitstek de belangrijkste bron wat betreft blootstelling. De hoogste blootstellingsniveaus van het wegverkeer, aan meer dan 70 decibel  $L_{den}$ , worden bepaald door de belangrijke wegen, met meer dan 3 miljoen voertuigen per jaar. Bij lagere blootstellingsniveaus is het vooral het geluid van de lokale wegen dat de meeste inwoners zullen waarnemen.

Vervolgens heeft het spoorverkeer een belangrijke bijdrage. De industrie geeft een zeer beperkte blootstelling omdat de bedrijven geconcentreerd gelegen zijn in gebieden zonder bewoning. De luchthaven heeft een lokale impact met beperkte gemiddelde geluidsniveaus. Hinder treedt bij luchtverkeer echter op bij lagere gemiddelde geluidsniveaus omwille van het incidentele karakter van opstijgende en dalende vliegtuigen. Bijna 10% van alle inwoners is blootgesteld aan luchtverkeersgeluidsniveaus die hoger zijn dan de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (45dBA  $L_{den}$ ).

## Evolutie van het geluidsklimaat

De grote verschillen in de rekenmethode en basisgegevens maken dat de resultaten van de vierde ronde zeer moeilijk vergelijkbaar zijn met die van de vorige geluidsbelastingkaarten van de derde ronde.

De kaarten tonen hogere geluidsniveaus in de omgeving van wegverkeer en industrie, en dit verschil wordt groter naarmate de afstand tot de bron toeneemt. Dit heeft vooral te maken met de nieuwe rekenmethode CNOSSOS (lagere bodemabsorptiefactoren en gewijzigde overdrachtsberekening) en gewijzigde basisgegevens. De intensiteit van het wegverkeer en de industriële activiteit zijn niet in die mate veranderd om de berekende wijzigingen in geluidsniveaus te verklaren. De geluidsniveaus nabij spoorverkeer zijn daarentegen lager dan in de derde ronde, wat vooral toe te wijzen is aan de geluidsreducerende maatregelen aan sporen en treinen. De geluidscontouren voor luchtverkeer zijn zeer weinig veranderd.

De hogere geluidsniveaus vanwege wegverkeer ten opzichte van de vorige ronde vertalen zich niet in hogere blootstellingscijfers. Zowel voor de hogere geluidsniveaus (snelwegen en grote invalswegen) als voor de lagere geluidsniveaus (woonwijken), is er een lagere blootstelling berekend in de vierde ronde ten opzichte van de derde ronde. Enerzijds heeft dit te maken met de meestal korte afstand tussen woningen en wegen, terwijl de hogere berekende geluidsniveaus zich voordoen verder van de bron, wat enkel optreedt in zones waar gebouwen het geluid niet afschermen en dus met minder bewoning op korte afstand.

Anderzijds wordt de blootstelling in de CNOSSOS rekenmethode ook anders bepaald. Voorheen werden alle bewoners van een gebouw geacht blootgesteld te worden aan de hoogste gevelbelasting terwijl men nu de bewoners verdeelt over de blootstelling van de verschillende gevels. Dit heeft een sterk verlagend effect op de tellingen.

Tot slot draagt ook de andere indeling van tramverkeer (van wegverkeer naar spoorverkeer) ertoe bij dat het aantal blootgestelde inwoners aan de hoogste geluidsniveaus lager is in de vierde ronde ten opzichte van de derde ronde (zie Tabel 1). Voor de spoorwegen is er een zeer sterke afname van de blootstelling aan de hoogste geluidsniveaus.

Lden > 70 dB(A)				Lnacht > 65 dB(A)			
	2016		2021		2016		2021
Weg & tram	47661	Weg	42617	Weg & tram	17143	Weg	12380
Spoor	3482	Spoor & tram	1000	Spoor	1784	Spoor & tram	260

TABEL 1: SAMENVATTING VERGELIJKING HOGERE BLOOTSTELLING TUSSEN 3<sup>E</sup> EN 4<sup>E</sup> RONDE

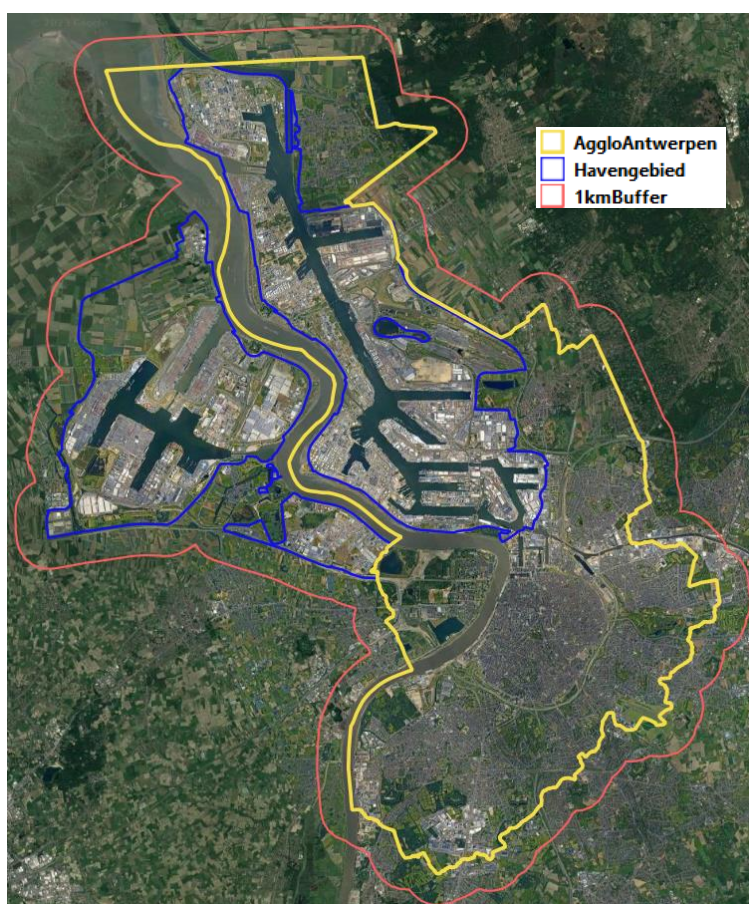


## 2. INLEIDING

Het doel van de opdracht is de opmaak van twee sets geluidsbelastingkaarten, enerzijds voor de agglomeratie Antwerpen en anderzijds voor het havengebied Antwerpen.

De 'agglomeratie' is een term die in richtlijn 2002/49/EG als volgt is gedefinieerd: "Deel van het grondgebied van een lidstaat, als afgebakend door deze lidstaat, met een bevolking van meer dan 100 000 personen en een zodanige bevolkingsdichtheid dat de lidstaat het als een stedelijk gebied beschouwt". De Stad Antwerpen valt onder deze definitie.

Op de volgende figuur wordt het toepassingsgebied van de deelprojecten agglomeratie (verder Stad genoemd) en het havengebied (verder Haven genoemd) afgebeeld. Op de rechteroever is het havengebied volledig inbegrepen in de agglomeratie Antwerpen. Het havengebied op de linkeroever maakt enkel deel uit van het onderdeel havengebied en niet van de agglomeratie Antwerpen.



*Figuur 1: Afbakening project*

In principe wordt alle infrastructuur binnen het toepassingsgebied meegenomen in de akoestische modellering. Om ook goede resultaten te bekomen aan de rand van het toepassingsgebied worden alle databanken 1km buiten het toepassingsgebied ook gemodelleerd.

Omdat er wordt gestreefd naar een volledige consistentie tussen de diverse geluidsbelastingkaarten dient een deel van de infrastructuur, namelijk de wegsegmenten en spoorbaanvakken die reeds worden gemodelleerd op Vlaams niveau integraal te worden overgenomen en geïntegreerd in voorliggend project (inclusief geometrie en alle attributen zoals intensiteit, wegverharding, enz.). Het gaat hier met name om 'belangrijke' infrastructuren met hoge verkeersintensiteiten.

De Vlaamse geluidsbelastingkaarten 4de ronde voor belangrijke wegen en spoorwegen werden aangeleverd door de Vlaamse overheid en geïntegreerd in het model voor Antwerpen. Voor een correcte en volledige beschrijving van deze deelmodellen wordt er verwezen naar de relevante rapporten hieromtrent opgesteld door de respectievelijke uitvoerder en goedgekeurd door de respectievelijke opdrachtgever.

## 2.1. Onderdelen van de studie

### 2.1.1. Stad

Binnen de Stad worden de volgende geluidsbronnen doorgerekend:

- Wegverkeer
- Spoorverkeer
- Tramverkeer
- Industrie
- Luchtverkeer

Op de geografische kaarten wordt de ligging van geluidscontouren opgemaakt.

In de tabellen is het aantal inwoners, wooneenheden en gevoelige gebouwen per geluidsbelastingklasse opgenomen.

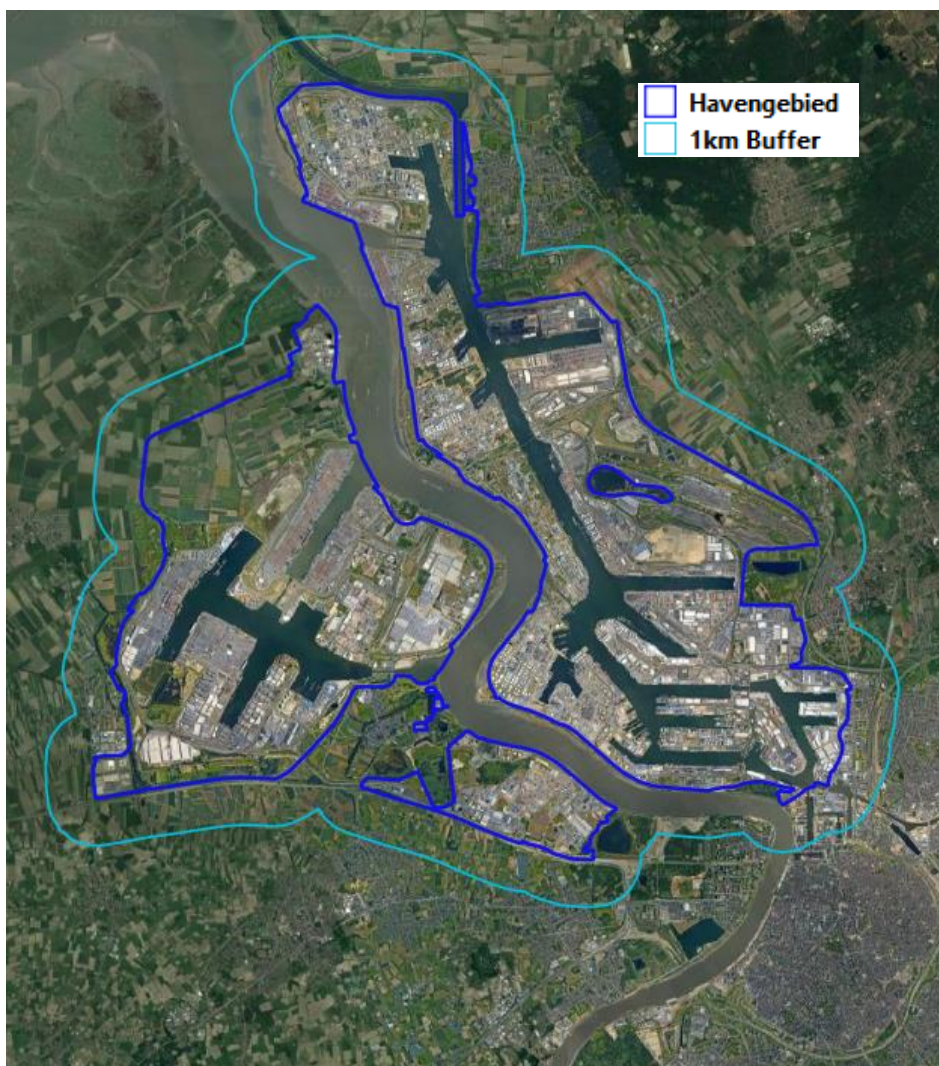
### 2.1.2. Haven

Binnen de Haven worden de volgende geluidsbronnen doorgerekend:

- Wegverkeer
- Spoorverkeer
- Industrie

Op de geografische kaarten wordt de ligging van geluidscontouren opgemaakt.

Voor het deelproject Haven zijn geen tellingen van blootstelling uitgevoerd. De berekening van de geluidsbelastingkaart is wel uitgebreid met een buffer van 1km, zoals hieronder weergegeven.

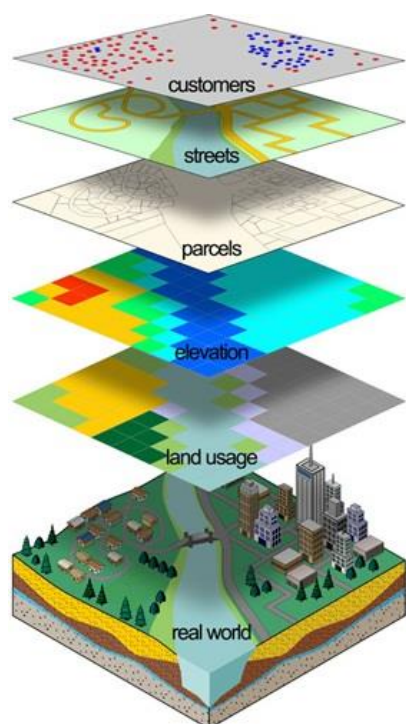


*Figuur 2: Berekeningsgebied voor het havengebied*

## 3. METHODOLOGIE

### 3.1. Gelaagd model

Essentieel bij de modellering en berekening van de impact van omgevingslawaaai is de aanpak volgens het GIS systeem, dwz Geografisch Informatie Systeem.



Figuur 3: GIS lagen

Een model van de reële wereld wordt gemaakt door gebruik te maken van verschillende gegevens in lagen die elkaar complementeren.

Het **landgebruik**, **bodemgebruik** heeft een impact naar de overdracht van het geluid. Bij voorbeeld, weiden worden gezien als akoestisch absorberend en wateroppervlakken als akoestisch reflecterend.

De **topografie** is belangrijk aangezien het terrein een zodanig verloop kan kennen dat bronnen en ontvangers gescheiden kunnen worden als het ware door een berm, in dit geval een heuvelrug. Ook kan een bron zich in een uitgraving bevinden.

**Percelen** (of algemener grenzen) kunnen belangrijk zijn indien men resultaten wil opdelen voor regio's, gemeenten, zones of zelfs tot op het niveau van een bouwperceel.

**Infrastructuur** wordt voorgesteld door bronlijnen (auto- en spoorwegen, trams, voor vliegverkeer de start- en landingsbanen) of bronpunten/vlakken voor industrie.

**Gebouwen** ondervinden eventuele geluidshinder op hun gevel en dienen dus fysisch gemodelleerd te worden. Ze kunnen op hun beurt ook een bron verder afschermen maar ook reflecteren.

Finaal is de blootstelling van **personen** in gebouwen hier aan de orde, dus deze dienen gekoppeld te worden.

## 3.2. Brondata

Aard	Onderdeel	Omschrijving beschikbare informatie:
Hoogtemodel	DTM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Digitaal Vlaanderen</li> <li>- Bron: Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II DTM raster 5 m               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Digitaal terreinmodel (DTM) van het maaiveld in rasterformaat met een grondresolutie van 5x5 meter.</li> <li>o Kaartblad: 7 &amp; 15</li> </ul> </li> <li>- Datum: 2013-2015</li> </ul>
Gebouwen	Structuren	<p><b>3D GRB:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Digitaal Vlaanderen</li> <li>- Bron: Vectoriële bestanden van het GRB in 3D</li> <li>- Datum: 2017</li> </ul> <p><b>GRBgis-gbg:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Digitaal Vlaanderen</li> <li>- Bron: Het Grootchalig Referentiebestand (GRB) of Basiskaart Vlaanderen               <ul style="list-style-type: none"> <li>o gbg: gebouw aan grond</li> </ul> </li> <li>- Datum: 2022</li> </ul>
	Bewoning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Stad Antwerpen</li> <li>- Bron: GIS-laag Aantal personen per adres (per eenheid)</li> <li>- Datum: 2021</li> </ul>
	Gevoeligheid	<p><b>Kinderopvang</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Digitaal Vlaanderen</li> <li>- Bron: Kinderopvangvoorzieningen erkend door Kind en Gezin</li> <li>- Datum: 2020</li> </ul> <p><b>Onderwijs:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Digitaal Vlaanderen</li> <li>- Bron: Onderwijsaanbod in Vlaanderen en Brussel via POI-service</li> <li>- Datum: 2022</li> </ul> <p><b>Zorginstellingen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Digitaal Vlaanderen</li> <li>- Bron: Zorgvoorzieningen erkend door het Agentschap Zorg en Gezondheid via POI service</li> <li>- Datum: 2022</li> </ul>

Aard	Onderdeel	Omschrijving beschikbare informatie:
Bodem	Bodem- bedekkingskaart	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Digitaal Vlaanderen</li> <li>- Bron: Bodembedekkingskaart (BBK) 5m resolutie</li> <li>- Datum: 2018</li> </ul>
Bruggen	GRBgis-knw	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Digitaal Vlaanderen</li> <li>- Bron: Het Grootchalig Referentiebestand (GRB) of Basiskaart Vlaanderen <ul style="list-style-type: none"> <li>o Knw: element overbrugging</li> </ul> </li> <li>- Datum: 2022</li> </ul>
	DSM Hoogtemodel voor het bepalen van de hoogte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Digitaal Vlaanderen</li> <li>- Bron: Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II DSM raster 1 m <ul style="list-style-type: none"> <li>o Digitaal surface model (DSM) van de structuren in rasterformaat met een grondresolutie van 1 meter.</li> <li>o Kaartblad: 24 &amp; 32</li> </ul> </li> <li>- Datum: 2013-2015</li> </ul>
Tunnels		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Stad Antwerpen</li> <li>- Bron: Tunnels</li> <li>- Datum: 2022</li> </ul>
Meteo		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: KMI</li> <li>- Bron: Meteo gegevens Deurne</li> <li>- Datum: 2011-2021</li> </ul>
Belangrijke wegen	Intensiteiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: VO<sup>1</sup></li> <li>- Datum: 2021</li> </ul>
	Wegverharding	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: VO<sup>1</sup></li> <li>- Datum: 2021</li> </ul>
	Geluidsschermen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: VO<sup>1</sup></li> <li>- Datum: 2021</li> </ul>
Niet belangrijke wegen	Intensiteiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leverancier: Departement mobiliteit &amp; openbare werken</li> <li>- Bron: Regionaal verkeersmodel - Netwerken</li> <li>- datum: 2017</li> </ul>
	Overige Intensiteiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geluidskaat 3<sup>de</sup> Ronde</li> </ul>

<sup>1</sup> Belangrijke wegen: Dit zijn de genummerde wegen waarvoor departement MOW van de Vlaamse overheid intensiteitsdata beschikbaar heeft en die meer dan 3 miljoen passages per jaar hebben. Deze wegen kunnen zowel onder bevoegdheid van de Vlaamse overheid (AWV) of de lokale overheid (stad Antwerpen) vallen, de meest recente info m.b.t. de bevoegdheid van een genummerde weg is op geopunt beschikbaar: [De beheersegmenten van de genummerde wegen | Vlaanderen.be](https://www.vlaanderen.be/de-beheersegmenten-van-de-genummerde-wegen)

Aard	Onderdeel	Omschrijving beschikbare informatie:
	Wegverharding Stad (excl. havengebied)	- Leverancier: Stad Antwerpen - Bron: WISdata 2021 - wegverharding - Datum: 2021
	Wegverharding Haven	- Niet beschikbaar
Belangrijke spoorwegen	Intensiteiten	- Leverancier: VO <sup>1</sup> - Datum: 2021
	Spooroplegging	- Leverancier: VO <sup>1</sup> - Datum: 2021
	Geluidsschermen	- Leverancier: VO <sup>1</sup> - Datum: 2021
spoorwegen Haven	Intensiteiten	- Leverancier: Infrabel
	Spooroplegging	- Leverancier: Infrabel
Tram	Intensiteiten	- Leverancier: VO <sup>1</sup> - Datum: 2021
Industrie Haven	Bronvermogens	- Update door POAB op basis van gegevens geluidskaat 3 <sup>de</sup> ronde en o.b.v. input van VOKA-Alfaport dd. 10/10/2022: <ul style="list-style-type: none"> <li>o indien beschikbaar: gegevens uit MER 's van afzonderlijke bedrijven</li> <li>o indien niet beschikbaar: gegevens uit rapport 'Benchmark geluid': <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Leverancier: DCMR; Milieudienst Rijnmond</li> <li>▪ Datum: 2015</li> </ul> </li> </ul>
	Percelen	- Opgemaakt door POAB met toekenning kengetallen of gegevens uit MER's
Industrie Stad	Bronvermogens	- Geluidskaat 3 <sup>de</sup> Ronde
Luchthaven	Akoestisch model	INM7.0b model luchthaven referentie 2021 uitgevoerd door KU Leuven

Tabel 2: Brondata

### 3.3. Rekenmethode

De geluidsbelastingkaart wordt berekend volgens de methode CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in the EU). Deze rekenmethode heeft betrekking op geluidberekeningen voor wegverkeer, spoorverkeer, industrie en luchtverkeer. Tramverkeer maakt in deze methode deel uit van spoorverkeer, waar dit in de vorige rondes tot wegverkeer werd gerekend.

Het is de eerste maal dat de CNOSSOS methode wordt gehanteerd voor het berekenen van de geluidskarten. Het doel van de invoering van CNOSSOS is om de studies naar blootstelling aan geluid te harmoniseren en daarmee data van de lidstaten onderling vergelijkbaar te maken.

Wat nieuw is aan deze methode is dat ze ook rekening houdt met de meteorologische gegevens. Het rekenresultaat houdt rekening met de resultaten van een rechtlijnige overdracht (voor géén wind, dwarse wind of tegenwind) en deze van een kromlijnige overdracht (voor meewind) volgens een statistisch voorkomen op jaarbasis. Het is inderdaad zo dat de overdracht naar de omgeving sterker is voor meewindcondities. Dit genereert een kromming van de stralen naar beneden toe. CNOSSOS houdt geen rekening met een opwaartse kromming op grotere afstand bij tegenwind.

### 3.4. Rekenpakket

Het IMMI simulatie pakket van Wölfel wordt gebruikt voor de geluidsberekeningen.

In IMMI kunnen reflecterende oppervlakken met meervoudige randen voor diffractie toegepast worden. De interface beschikt ook over een 3D-Viewer. Hogere orde reflecties kunnen berekend worden. Referentie databanken naar emissie en transmissie zijn voorhanden.

Uitgebreide grid functies zoals vergelijkingen, analyses, grid manager, grid import/export, conflict kaarten, ... zijn ingebed. Geluidsquota kunnen op gebieden opgelegd worden. Ook verticale grids kunnen berekend worden (vb aan gevels). Berekeningen kunnen gedistribueerd worden over meerdere computers voor het verkorten van de rekentijd.

Bij een berekening in een immissiepunt kan men de verschillende deelbijdragen uitlijsten van de verschillende brondelen. Men kan ook de directe en gereflecteerde wegen visualiseren.

Een krachtige tool is de GIS-interface waarmee gegevens geïmporteerd en geëxporteerd kunnen worden in het akoestisch model. Standaard gebeurt dit vanuit een \*.SHP (zég shape) bestand. Ook kan data geïmporteerd worden via ASCII of \*.DXF.

Voor luchtverkeer werd het CadnaA simulatie pakket van DataKustik gebruikt met de CNOSSOS rekenmethode voorgeschreven volgens de Europese END richtlijn. De vluchtgegevens van 2021 werden gebruikt voor de bronnen.



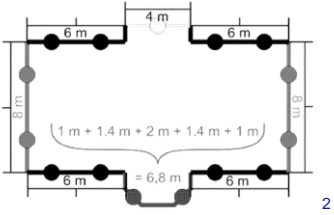
## 3.5. Berekeningslocaties

Voor de geluidskaarten worden twee types berekeningen uitgevoerd. In elk immissiepunt wordt de CNOSSOS rekenmethode gehanteerd.

Eén berekening heeft een regelmatig geluidsraster en wordt gebruikt voor de bepaling van de geluidsbelasting buitenshuis. Met een regelmatig raster bedoelt men dat een constante stap gebruikt wordt in de richting van de lengte- en breedtegraden. De stapgrootte voor huidig project bedraagt 10mx10m en alle immissiepunten worden op 4m boven het maaiveld berekend.

De andere berekening is onregelmatig én bestaat uit een verzameling gevelpunten. Voor elk gebouw worden een aantal gevelpunten gedefinieerd waar de geluidsbelasting wordt berekend. Vervolgens wordt volgens de Europese aanbevolen methode de gevelwaarde weerhouden voor het gebouw met zijn bewoners. De gevel berekeningen worden gebruikt voor de bepaling van de impact naar de bewoners toe.

Hieronder volgt een overzicht van de 2 types berekeningen.

	Geluidsraster	Gevelpunten
Berekeningslocaties	Regelmatig	Onregelmatig
Plaats immissiepunten	Buiten structuren 10mx10m 4m boven maaiveld	Voor vrije gevel volgens CNOSSOS geval 1  4m boven maaiveld
Afgeleide resultaten	Categorieke geluidsbelaste oppervlaktes	Categorieke geluidsbelaste gebouwen en bewoners

Tabel 3: Vergelijking geluidsraster en gevel berekening

### 3.5.1. Gevelpunten, gebouwen, bewoners en blootstelling

Om tot de telling voor de blootstelling aan weg-, spoor-, tram- en industriegeluid te komen worden 2 te onderscheiden methodes toegepast.

Indien een gebouw 1 wooneenheid heeft worden de wooneenheid en bewoners toegewezen aan de gevelwaarde op de meest blootgestelde gevel. Deze werkwijze is gelijk aan de werkwijze in ronde 3.

<sup>2</sup> BEPALINGSMETHODEN VOOR DE GELUIDSBELASTINGSINDICATOREN; Richtlijn 2002/49/EG

Voor gebouwen met meerdere wooneenheden wordt een gewijzigde methode toegepast tov de 3<sup>de</sup> ronde. In dit geval worden de gevelwaarden verdeeld in een laagste en hoogste helft met behulp van de mediaanwaarde van alle gevelwaarden van dat gebouw. De bewoners en wooneenheden worden dan gelijk verdeeld over de helft met de hoogste gevelwaarden.

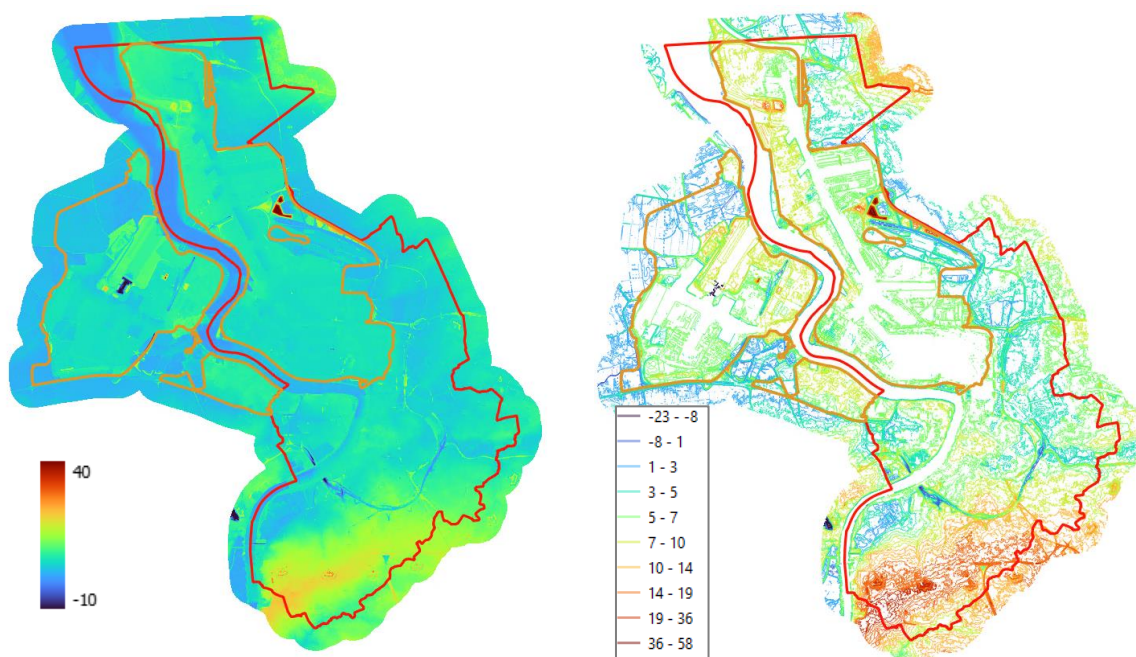
De telling volgens deze methode is geïntegreerd in het IMMI rekenpakket. Voor luchtverkeer kan men de blootstelling terugvinden via de website <https://www.luchthaven-antwerpen.com/milieu-veiligheid>.

Voor luchtverkeer worden de tellingen uitgevoerd op basis van de grid berekeningen. De hoogste geluidscontour die raakt aan een gebouw wordt toegewezen aan de bewoners en wooneenheden van dat gebouw.

## 4. VERWERKING VAN DATABANKEN

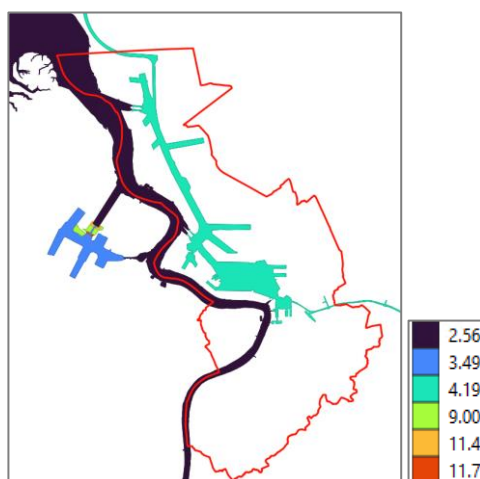
### 4.1. Hoogtemodel

Voor de opmaak van het hoogtemodel wordt gestart met het Digitaal hoogtemodel Vlaanderen (DTM 2013-2015; 5mx5m). Dit hoogtemodel wordt omgezet naar hoogtecontouren per meter om dan in te lezen in het geluidsmodel. Bij de opmaak van de contouren is de opzet om de nauwkeurigheid van het model te garanderen met een minimale bestandsgrootte om de rekestijd te optimaliseren.



Figuur 4: Digitaal hoogtemodel Vlaanderen (DTM) [m] – 5mx5m (Links) / Berekende hoogtecontouren per meter [m] (Rechts)

Voor het waterpeil van de waterlopen worden de volgende waarden gehanteerd in overeenkomst met de gegevens van de haven van Antwerpen.



Figuur 5: Waterpeil [m]

### 4.1.1. Nieuwe Berm Borgerhout

Ter hoogte van de Joe Englishstraat is de geluidsberm tussen de Ring en het ringfietspad toegevoegd aan het hoogtemodel.



*Figuur 6: Nieuwe berm aan Borgerhout*

## 4.2. Gebouwen

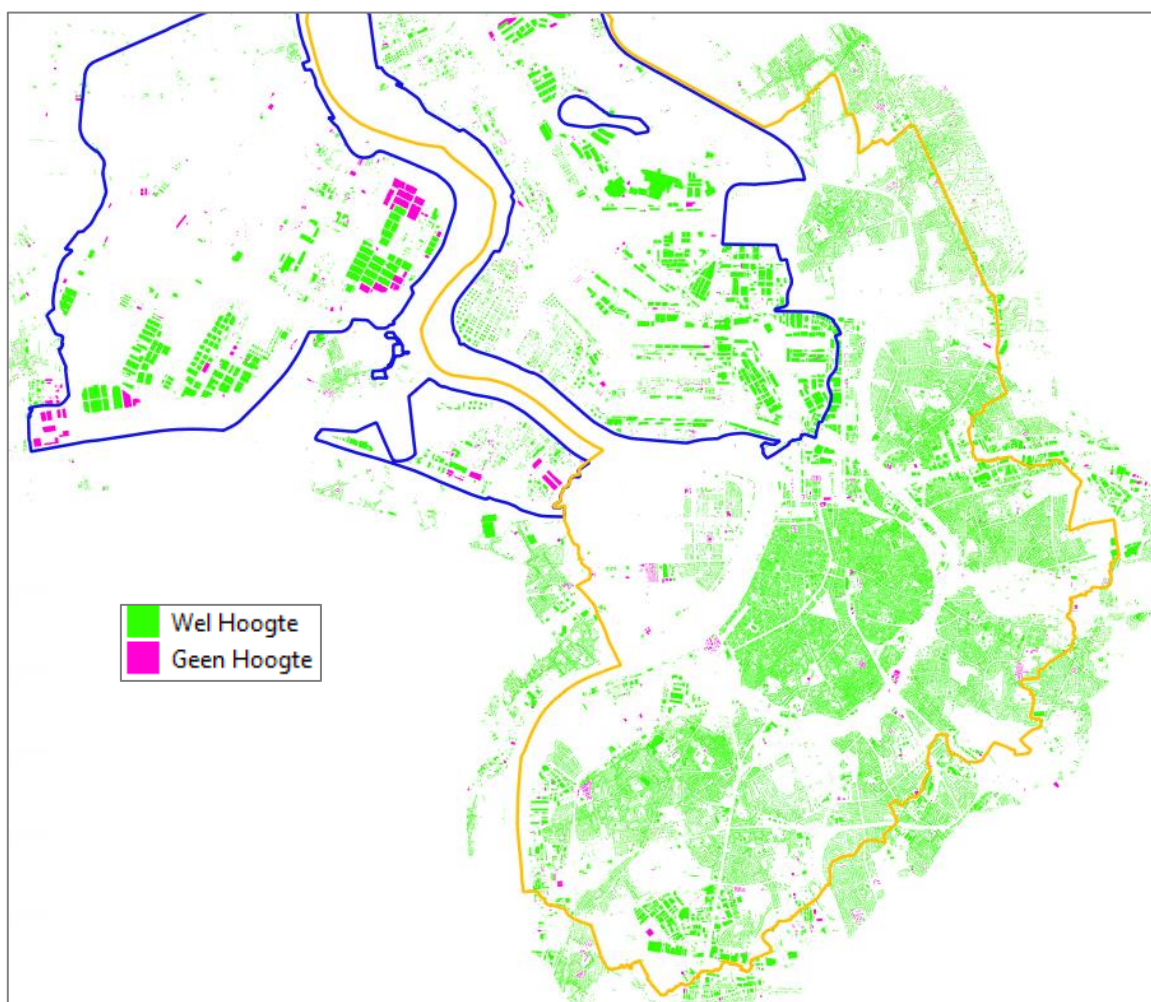
### 4.2.1. Structuren

Bij de opmaak van de gebouwen-laag wordt gestart met het GRBgis. De volgende structuren worden weerhouden om een hoogte aan toe te kennen: 'Gebouw aan grond', 'koeltoren', 'silo, opslagtank' en 'watertoren'. Andere typische haven-constructies, zoals destillatietorens, fakkels, e.d., zijn zeer open en aldus transparant voor geluid. Aangezien ze het geluid niet blokkeren of reflecteren worden ze niet mee opgenomen in de lijst van "gebouwen".

In de GRBgis databank zijn er echter geen gegevens beschikbaar over de hoogte van de gebouwen. Hiervoor wordt de volgende methode toegepast.

- **Stap 1:** Link 3DGRB hoogte (HN\_P99) aan GRBgis

In de onderstaande figuur wordt het resultaat van stap 1 weergegeven



*Figuur 7: Hoogte van 3DGRB gelinkt aan GRBgis*

- **Stap 2:** Verwijderen van kleine polygonen die geen hoogte toegewezen gekregen hebben (<15m<sup>2</sup>)
- **Stap 3:** De gebouwen-laag wordt doorgestuurd naar de Stad. Waar geen hoogtedata bekend is, wijzen zij voor belangrijke nieuwe ontwikkelingen een hoogte toe aan de gebouwen.

- **Stap 4:** Gebouwen zonder hoogte informatie, default hoogte toekennen
  - a. Stad: Gebouwen > 70m<sup>2</sup> binnen ring = 15m
  - b. Stad: Gebouwen > 70m<sup>2</sup> linker oever = 12m
  - c. Stad: Gebouwen > 70m<sup>2</sup> buiten ring = 10m
  - d. Haven: Gebouwen >150m<sup>2</sup> = 12m
  - e. Haven: Gebouwen >70m<sup>2</sup> en <150m<sup>2</sup> = 6m
  - f. Gebouwen <70m<sup>2</sup> = 3m

Voor de gevelreflectie van de gebouwen zal 80% aangenomen worden, equivalent met een geluidsverlies van 1dB.

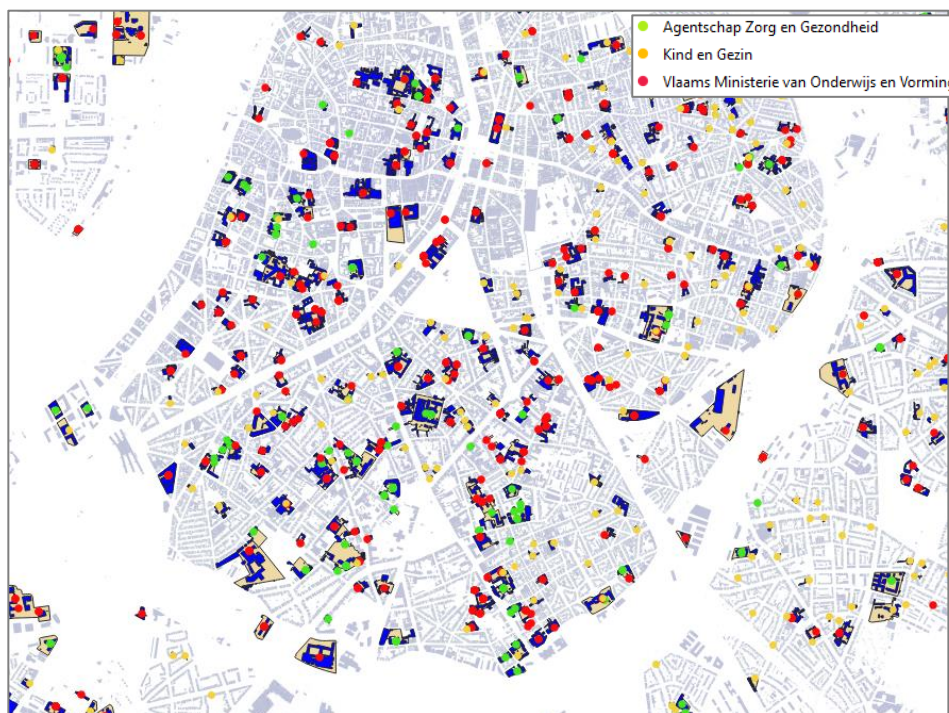
## 4.2.2. Gevoelige gebouwen

De rekensoftware IMMI neemt een 5-waardige codering aan voor het type gebouw: 0: Niet residentieel, 1: Residentieel, 2: School, 3: Zorginstelling en 4 kinderopvang. Enkel categorie 2, 3 en 4 worden beschouwd als gevoelige gebouwen.

Om de gevoeligheid toe te wijzen aan de gebouwen wordt gebruik gemaakt van de volgende gegevens beschikbaar op het platform Digitaal Vlaanderen.

- 1) Kinderopvangvoorzieningen erkend door Kind en Gezin
- 2) Onderwijsaanbod in Vlaanderen en Brussel via POI-service
- 3) Zorgvoorzieningen<sup>(\*)</sup> erkend door het Agentschap Zorg & Gezondheid via POI service

De gevoelige punten worden toegewezen aan de percelen uit het GRBGis. Indien een gebouw op deze percelen ligt, zal dit worden toegewezen aan deze gevoeligheid. Dit wordt hieronder weergegeven met de gevoelige gebouwen in het blauw.



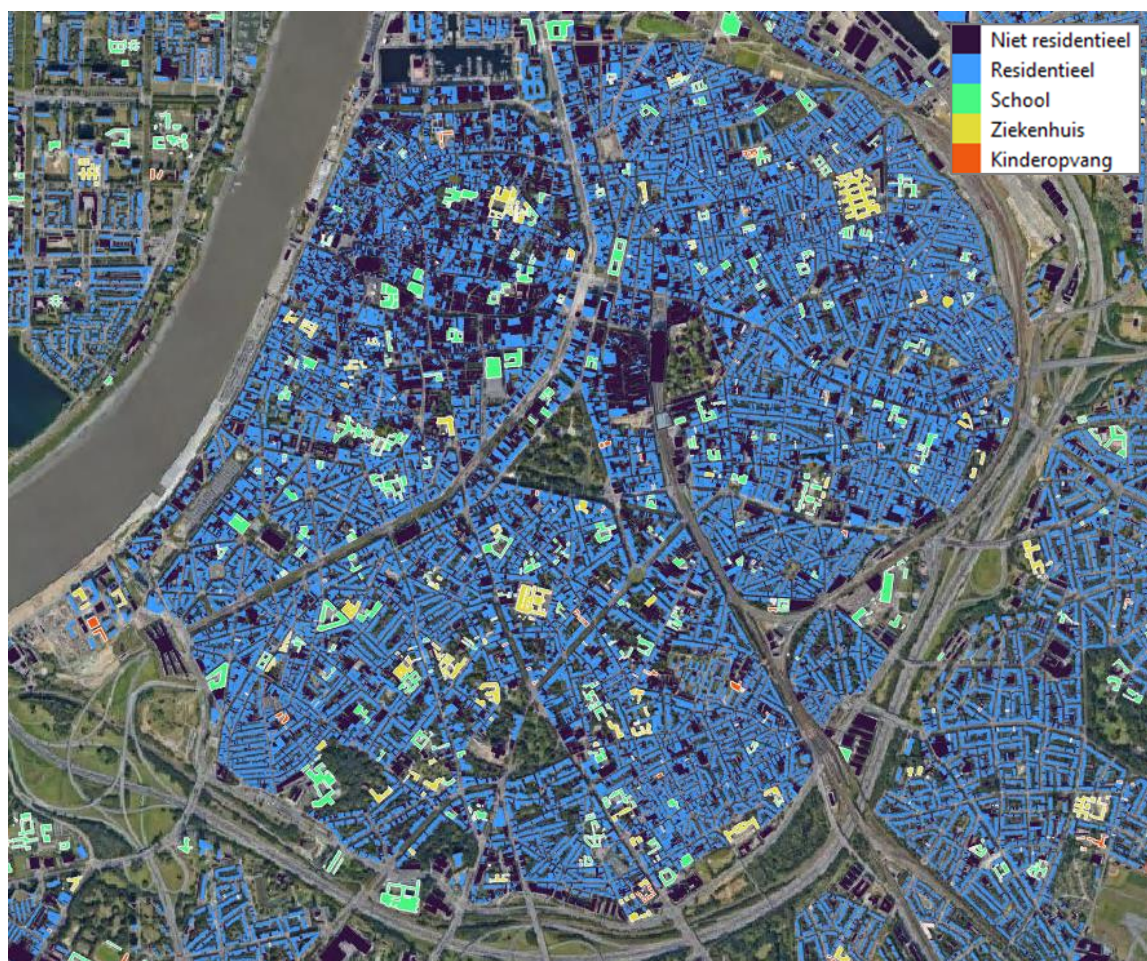
Figuur 8: Gevoelige gebouwen (Blauw) die op een gevoelig perceel liggen (beige)

Er kan slechts één gevoelige functie toegewezen worden aan een perceel. Hierdoor zal de volgende prioritering tussen de verschillende klassen genomen worden

- 1) Zorginstelling
- 2) School
- 3) Kinderopvang

(\*) Onder zorgvoorzieningen vallen: Algemene ziekenhuizen, Psychiatrische ziekenhuizen, Psychiatrische verzorgingstehuizen, Samenwerkingsverbanden beschut wonen, Centra voor geestelijke gezondheidszorg, Ouderenvoorzieningen en Thuiszorg

Hieronder worden de gebouwen in de binnenstad volgens gevoeligheid ingekleurd.



*Figuur 9: Gebouwen-laag ingekleurd volgens gevoeligheid*

### 4.2.3. Bewoning

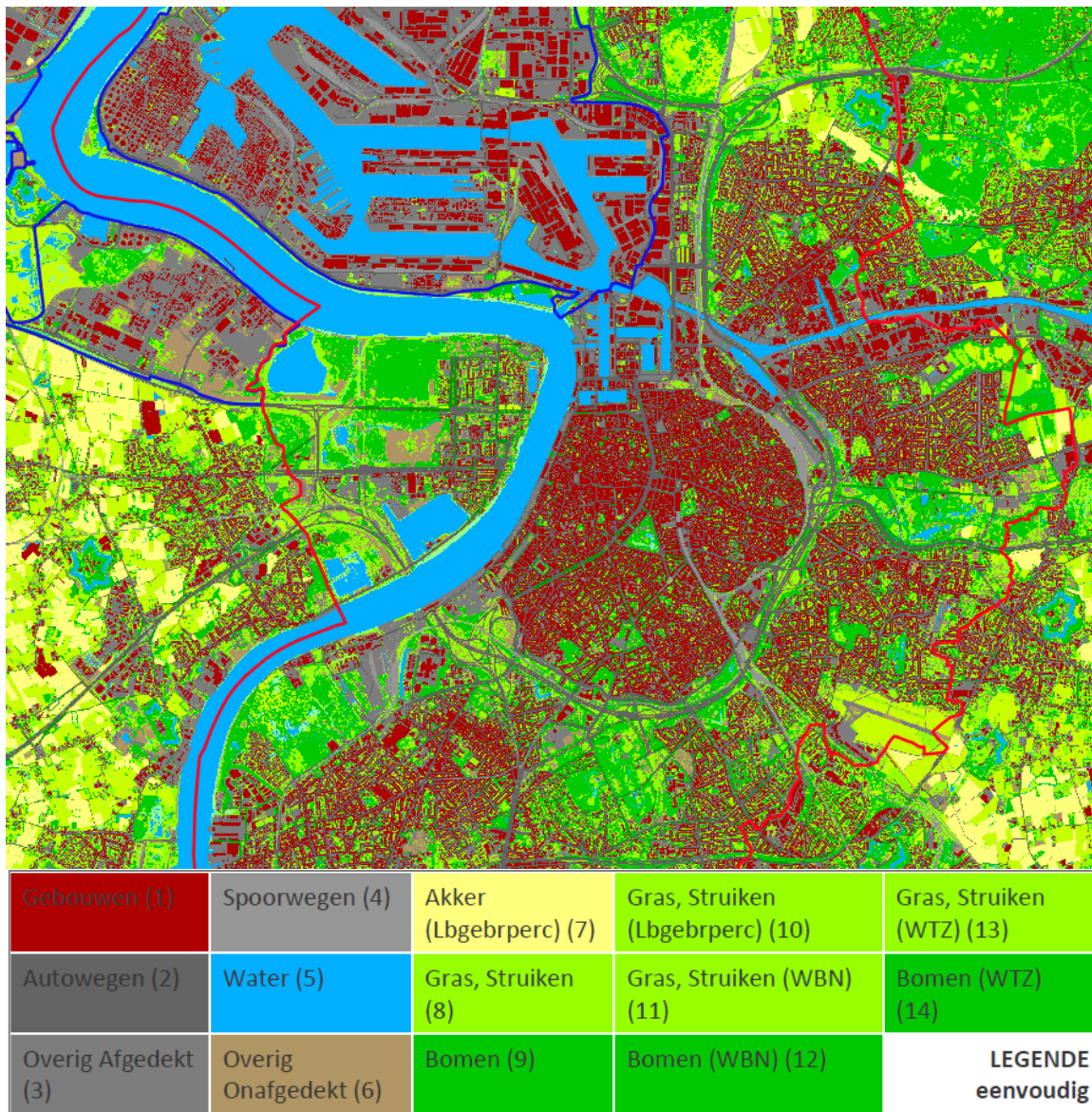
Stad Antwerpen heeft een puntenbestand aangeleverd met hierin het aantal bewoners per wooneenheid. Deze gegevens worden gekoppeld aan de gebouwen-laag.

Het puntenbestand van de Stad Antwerpen telt 535 949 inwoners. Het uiteindelijk totaal aantal gekoppelde bewoners aan een gebouwblok door verschillende GIS-operaties bedraagt 536 058. Deze fout is zeer klein en kan gezien worden als toelaatbaar.

Het is zo dat de classificatie van een gevoelig gebouw voorrang krijgt op bewoning. Een gevoelig gebouw heeft dus geen bewoning in het geluidsmodel.

### 4.3. Bodem

Als basis voor het bepalen van het bodemgebruik, en meer specifiek de waarden voor de akoestische absorptie (G-waarden), is gebruik gemaakt van Bodembedekkingskaart (BBK) 5m resolutie (platform digitaal Vlaanderen). Deze kaart ziet er als volgt uit.



Figuur 10: Bodembedekkingskaart (BBK) 5m resolutie (Digitaal Vlaanderen)



De akoestische absorptie G-waarden zijn volgens CNOSSOS als volgt gedefinieerd:

Beschrijving	Type	(kPa · s/m <sup>2</sup> )	G-waarde
Zeer zacht (sneeuw of mosachtig)	A	12,5	1
Zachte bosgrond (kort, dicht heideachtig of dik mos)	B	31,5	1
Niet-compacte, losse grond (veen, gras, losse aarde)	C	80	1
Normale niet-compacte grond (bosbodem, weiden)	D	200	1
Compact land en grind (compacte gazons, parkland)	E	500	0,7
Compacte dichte grond (grindweg, parkeerplaats)	F	2 000	0,3
Harde oppervlakken (veelal normaal asfalt, beton)	G	20 000	0
Zeer harde en dichte oppervlakken (dicht asfalt, beton, water)	H	200 000	0

Tabel 4: G-waarden voor verschillende soorten grond (CNOSSOS)

De verdeelsleutel tussen de BBK en de CNOSSOS G-waarden is als volgt gekozen:

Bodembedekkingskaart Vlaanderen	G-waarde
Gebouwen(1), Autowegen(2) en Water(5)	0
Overig afgedekt(3), Spoorwegen(4) en Overig afgedekt(6)	0.3
Akker(7), Gras/Struiken(8), Gras/struiken(10), Gras/struiken(11), Gras/struiken(13)	0.7
Bomen(9), Bomen(12), Bomen(14)	1

Tabel 5: verdeelsleutel tussen de BBK Vlaanderen en de CNOSSOS G-waarden

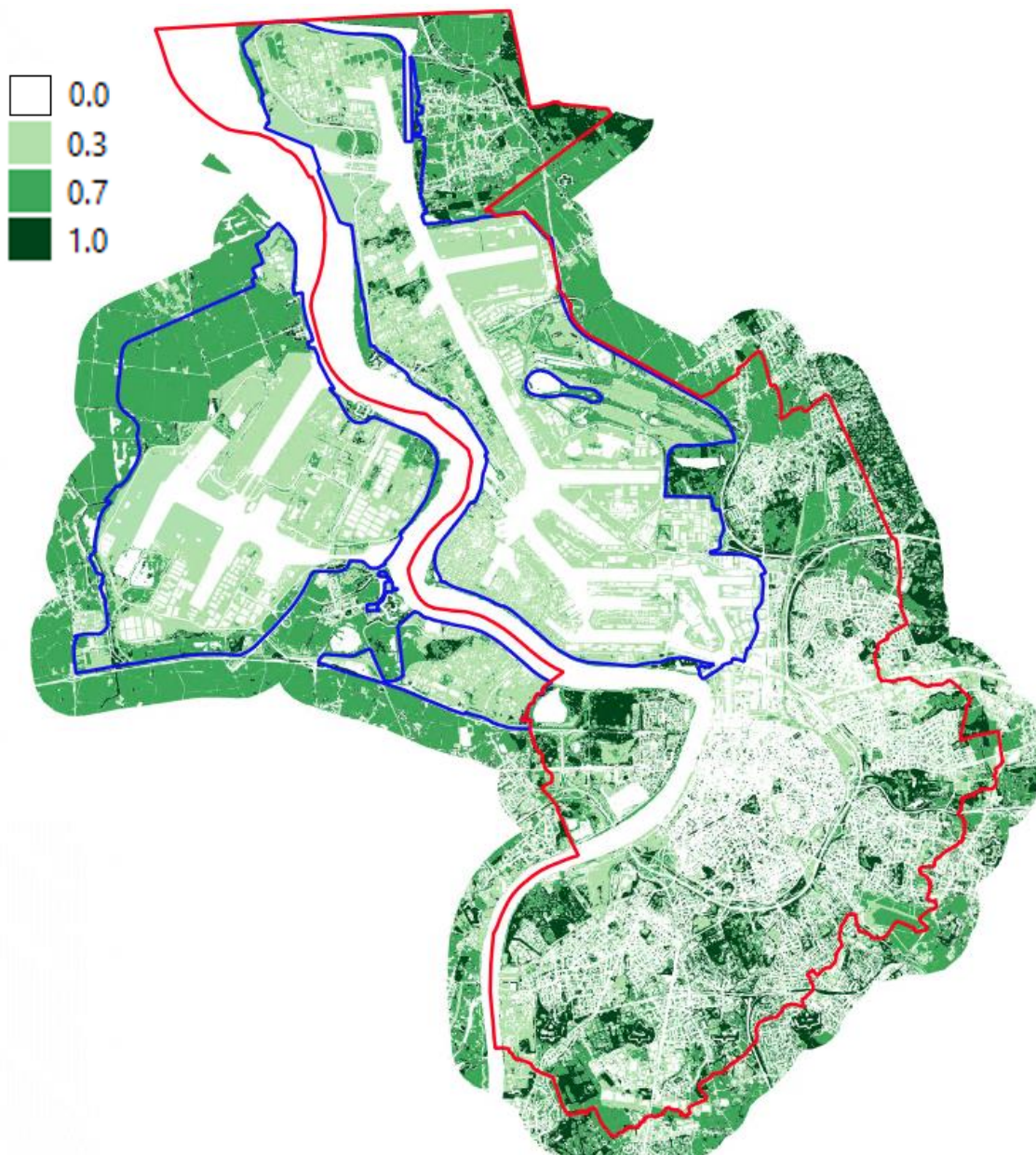
Hierbij valt op te merken dat in CNOSSOS minder absorberende bodemfactoren gebruikt worden dan in de methode uit de vorige ronde(s) van geluidskartering, waarin zones met:

- 0,0 overeenkwamen met 0,2
- 0,3 overeenkwamen met 0,5
- 0,7 overeenkwamen met 1,0
- 1,0 = 1,0

Daarentegen worden nu veel meer accurate gegevens gebruikt voor de databank bodemgebruik. Voor de bepaling van de geluidsabsorptie door de bodem werd er uitgegaan van een meer nauwkeurig databestand met een rasternauwkeurigheid eerder dan een

perceelnauwkeurigheid. Ze is gebaseerd op de eigenlijke bodembedekking in plaats van op de toegekende functie en is op die manier meer passend.

Dit geeft als resultaat de volgende kaart voor de bodemfactoren in het geluidsmodel:

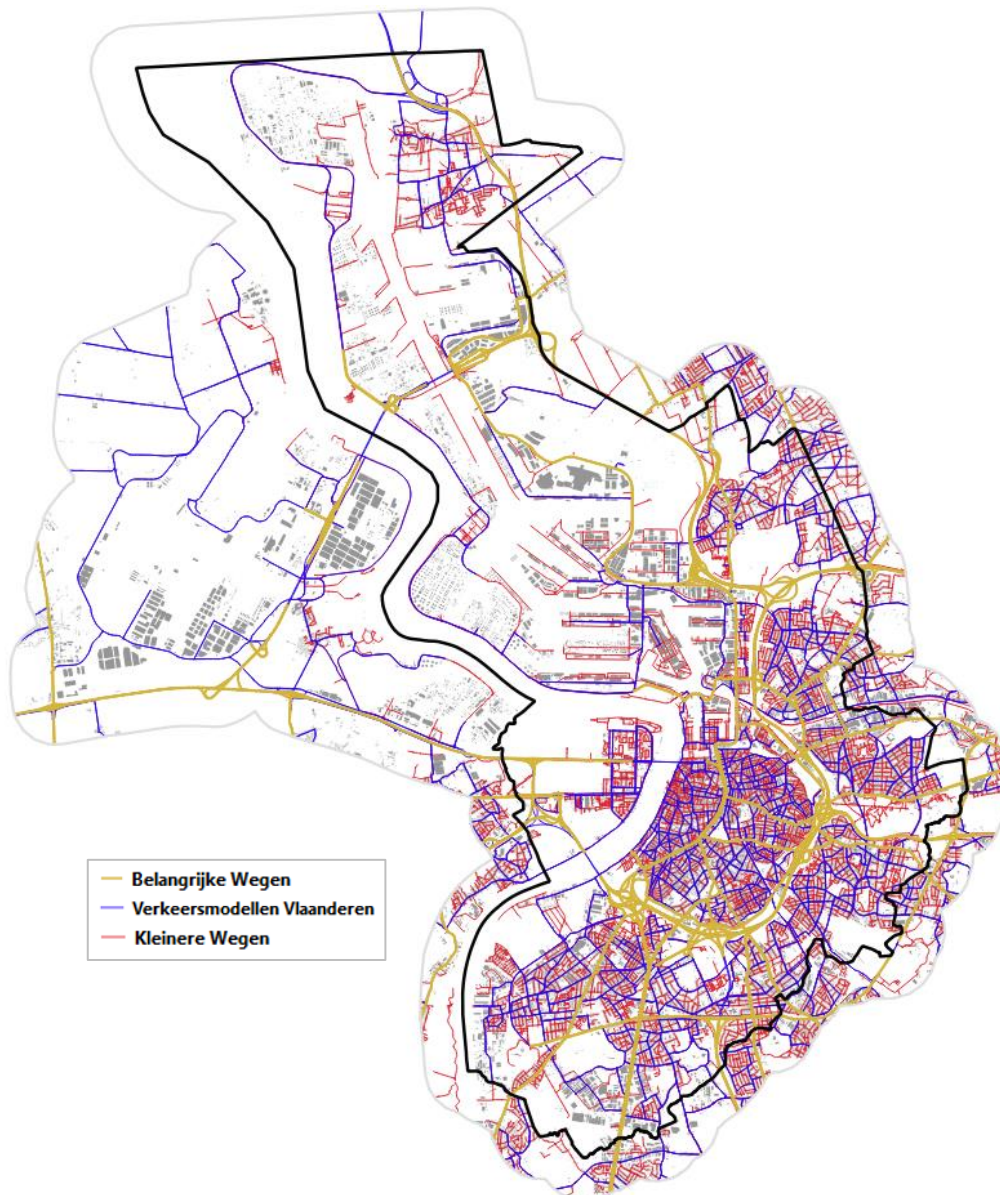


*Figuur 11: Bodembedekking volgens CNOSSOS*

## 4.4. Niet belangrijke wegen

De niet belangrijke wegen zijn de wegen die niet opgenomen werden in de studie van de Vlaamse Overheid. Deze wegen hebben minder dan 3 miljoen voertuigpassages per jaar. In de onderstaande kaart worden de wegen in de agglomeratie en haven weergegeven.

De gegevens voor de belangrijke wegen worden overgenomen van de VO<sup>1</sup> studie (oranje wegen). Als basisgegevens voor de intensiteiten van de niet belangrijke wegen wordt gebruik gemaakt van de verkeersmodellen van het departement Mobiliteit en Openbare Werken. Zij stellen regionale verkeersmodellen ter beschikking waarbij intensiteiten gemodelleerd zijn op het wegennet (<https://verkeersmodellen.vlaanderen.be>). Deze wegen worden in de figuur afgebeeld in het blauw. Het is duidelijk te zien dat het regionaal verkeersmodel beschikt over gegevens van de belangrijkste verkeersassen. Voor alle overige kleinere wegen zijn de basisgegevens overgenomen van het model van de 3<sup>de</sup> ronde.



Figuur 12: Wegverkeer – Belangrijke wegen, verkeersmodel Vlaanderen en kleinere wegen

## 4.4.1. Regionaal verkeersmodel Vlaanderen

### 4.4.1.1. INTENSITEITEN EN SNELHEID

In het regionaal verkeersmodel van het departement Mobiliteit en Openbare Werken zijn intensiteiten, freeflow- en congestiesnelheden beschikbaar voor personenwagens en vrachtwagens. De uren 04u-05u (4h) tem 23u-24u (23h) zijn vrij verkrijgbaar. De ontbrekende uren 0h, 1h, 2h en 3h werden specifiek opgevraagd en doorerekend door departement Mobiliteit en Openbare Werken. Met alle uren ter beschikking kunnen de gemiddelde uurintensiteiten voor de drie dagdelen uitgerekend worden:

- Overdag tussen 7 en 19u,
- Tijdens de avond tussen 19 en 23u en
- Tijdens de nacht tussen 23 en 7u.

De polylijnen van de data laag, lagen niet perfect op de wegen. Deze werden in de GIS-omgeving handmatig goedgelegd.

De basistoestand van het regionaal verkeersmodel is 2017. Om tot representatieve intensiteiten te komen voor het referentiejaar 2021 zal rekening gehouden worden met een toename van 1% per jaar.

Naast het bepalen van de dagdeel intensiteiten dient het vrachtverkeer nog onderverdeeld te worden in middelzwaar- en zwaar verkeer. Hiervoor zal de methode beschreven in de CAR-Vlaanderen V2.0 handleiding bijlage A toegepast worden. Hieronder worden de formules weergegeven.

Onderverdeling vrachtverkeer	Formule (VV=vrachtverkeer)
Middelzwaar	$3.1/(3.1+4.9)*VV$
zwaar	$4.9/(3.1+4.9)*VV$

Tabel 6: Onderverdeling vrachtverkeer in zwaar en middelzwaar verkeer volgens CAR-Vlaanderen V2.0 handleiding bijlage A

Voor de snelheid op de wegen werd de freeflowsnelheid uit het verkeersmodel 2017 gebruikt.

#### 4.4.2. Wegverharding en wegdekcorrectie

Met behulp van het bestand “WIS\_2020\_wegverharding” aangeleverd door de Stad worden wegdektypes toegewezen aan de wegen.

Aan deze wegdektypes worden de meest voorkomende standaardverhardingen in Vlaanderen toegekend. De verdeelsleutel is als volgt.

Wegdektype	Wegdektypes (AWV)
Asfalt	SMA-C
Beton	Beton CU
Kassei	Kasseien
Klinkers	Klinkerbestrating
Onbekend	SMA-C

Tabel 7: Wegdektypes CNOSSOS-EU

In de modeleersoftware worden de wegdekcorrecties als volgt ingevoerd (AWV).

- Licht verkeer:

Wegverharding	Globaal	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	b
<b>SMA-C</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Beton CU</b>	1.2	0.0	0.0	4.2	2.7	1.2	0.2	1.0	0.0	0.0
<b>Klinkerbestrating</b>	1.9	0.0	0.0	5.4	2.7	1.9	1.4	2.7	0.0	0.0
<b>Kasseien</b>	8.2	0.0	0.0	14.1	12.1	7.2	5.2	6.1	0.0	0.0

- Zwaar verkeer

Wegverharding	Globaal	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	b
<b>SMA-C</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Beton CU</b>	0.8	0.0	0.0	4.6	2.1	0.8	0.2	0.7	0.0	0.0
<b>Klinkerbestrating</b>	1.9	0.0	0.0	5.4	2.7	1.9	1.4	2.7	0.0	0.0
<b>Kasseien</b>	8.2	0.0	0.0	14.1	12.1	7.2	5.2	6.1	0.0	0.0

Voor het havengebied zijn geen wegdektypes bekend. Voor alle wegen in de haven zal het referentiewegdek SMA-C gekozen worden.

## 4.5. Industrie

Het bronvermogen van een bedrijf wordt aangegeven in een akoestisch vermogen per m<sup>2</sup> en wordt een “kengetal” genoemd. De kengetallen worden toegekend ifv de sector waartoe het bedrijf hoort. Elk bedrijf wordt opgedeeld in één of meerdere geluidsoppervlakken. Aan elk geluidsoppervlak wordt het passende kengetal toegewezen.

Voor de geluidskaart van het havengebied in 2016 werden de kengetallen bepaald op basis van een studie van het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam tbv het Rijnmondgebied (1996). In 2015 zijn de kengetallen voor industrielawaai geactualiseerd in het project “Benchmark geluid” (DCMR milieudienst Rijnmond). In de volgende tabel wordt de vergelijking tussen deze twee studies gemaakt.

Toewijzing van overeenstemmende categorieën, studie uit 1996 en 2015					
Kengetallen 1996		Kengetallen 2015			
Categorie	Etmaal	Dag	Avond	Nacht	Overeenstemmende categorie
Tankopslag, kerncentrale	51	57	57	57	Onafhankelijke tankopslag
Minder intensieve opslag en distributie	58	55	51	48	Breakbulk deelsegment Distributie
Verwerkende industrie (o.a. auto-assemblage)	60	/	/	/	nvt
Intensieve opslag en distributie (o.a. RoRo)	61	64	64	61	Breakbulk deelsegment Overig stukgoed
		60	58	53	Breakbulk deelsegment “fruit & sap”
		67	67	63	Breakbulk deelsegment Roll-on-roll-off
		71	71	70	Agribulk “op en overslag en be- en verwerking”
		69	69	68	Droog Massagoed deelsegment IJzererts & kolen
		72	72	72	Droog Massagoed deelsegment Schroot
	69	69	66	Droog Massagoed deelsegment Overig droog massagoed	
Elektriciteitsproductie & afvalverwerking	63	77	77	77	Gas & Power deelsegment Utilities
Containeroverslag	65	65	65	65	Containerterminals Type 1
		64	64	64	Containerterminals Type 2
		66	61	57	Containers deelsegment Empty depots
		60	60	60	Containerterminals geëlectriceerd
Petrochemie	66	72	72	72	Chemie & Biobased deelsegment Chemische industrie
		75	75	75	Chemie & Biobased deelsegment Biobased industrie
		77	77	77	Ruwe Olie & Raffinage deelsegment Raffinaderijen
nvt	/	74	72	67	Maritieme industrie

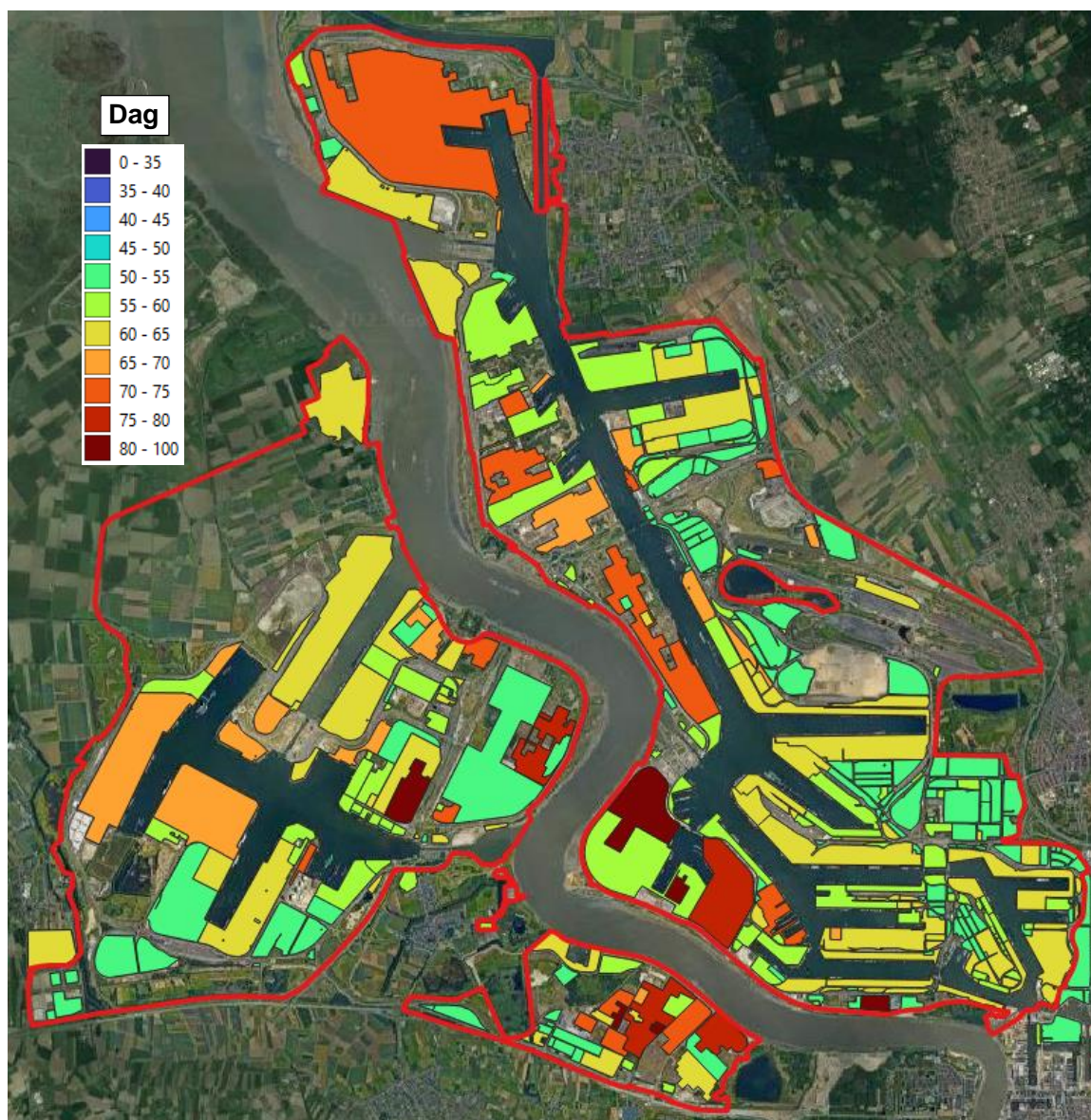
Tabel 8: Kengetallen voor industrie in de haven; Vergelijking tussen de oude (1996) en nieuwe studie (2015)

Naast het feit dat er nu voor de drie dagdelen kengetallen worden toegewezen, zijn er ook meer categorieën te onderscheiden. Behalve de sector “Minder intensieve opslag & distributie” (waarvan er nogal wat voorkomt in de haven) zijn de meeste kengetallen verhoogd tov 1996. Het valt evenwel te vermoeden dat dit alles nu toch wat beter is gekend dan toen, d.w.z. onderbouwd met meer metingen en beter onderverdeeld in subcategorieën.

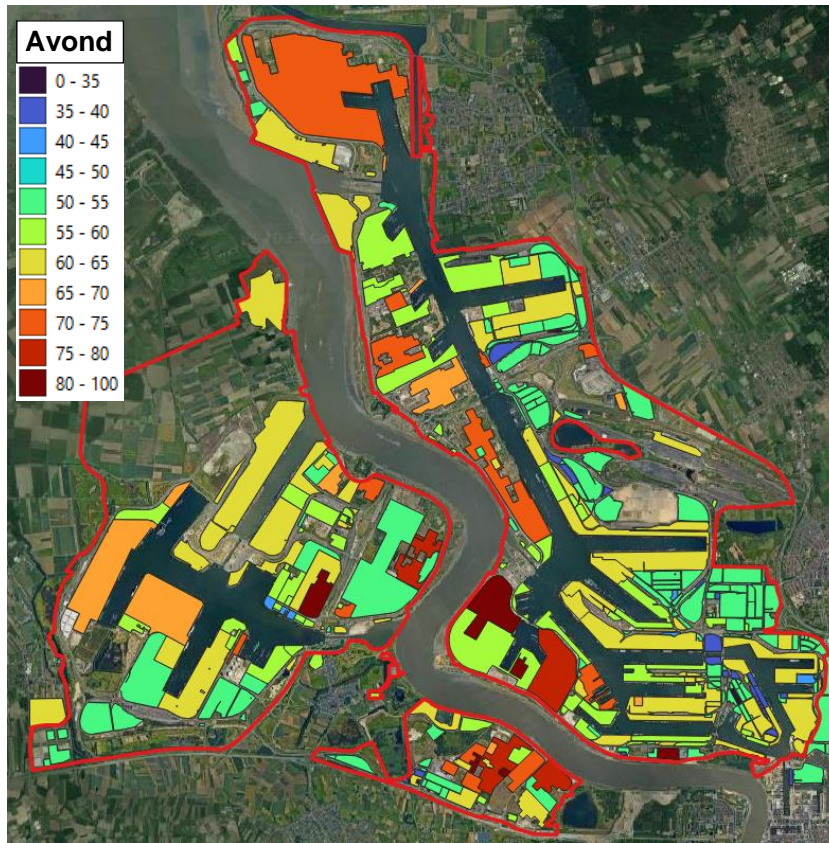
Voor het havengebied zijn de volgende aanpassingen gebeurd voor de industrie tov 2016:

- Oppervlakken met nieuwe activiteit werden toegevoegd en oppervlakken zonder activiteit verwijderd
- Update van de kengetallen volgens de nieuwe studie (2015)
- Voor bepaalde bedrijven werd op basis van MER rapporten het kengetal bijgesteld

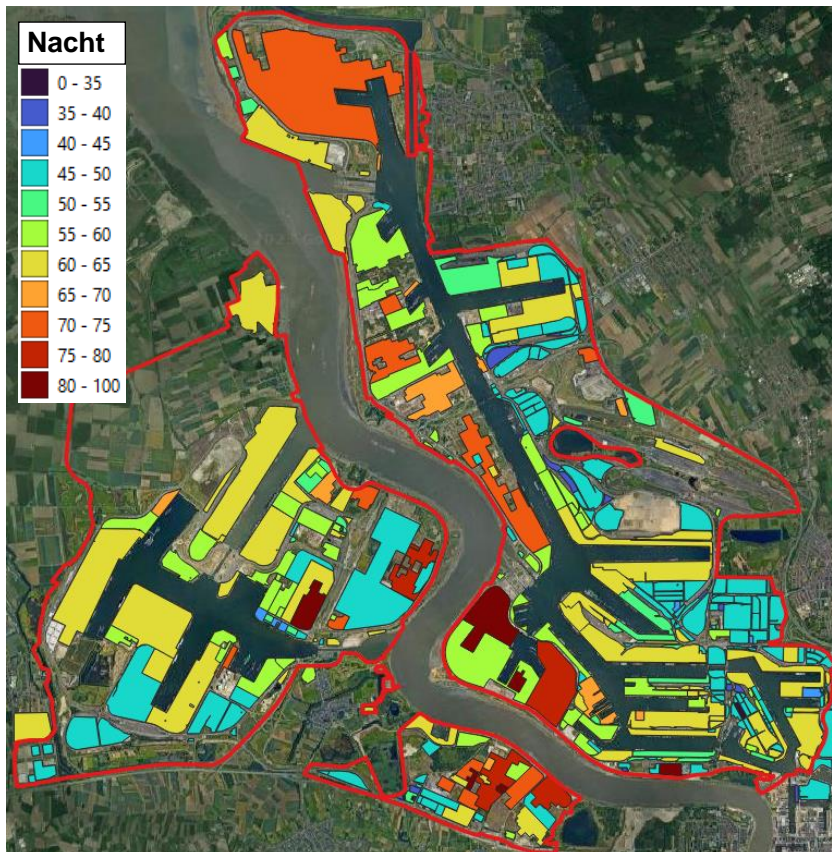
Dit resulteert in de volgende kengetallen voor het havengebied:



Figuur 13: Kengetallen (dB(A)/m²), dagperiode havengebied



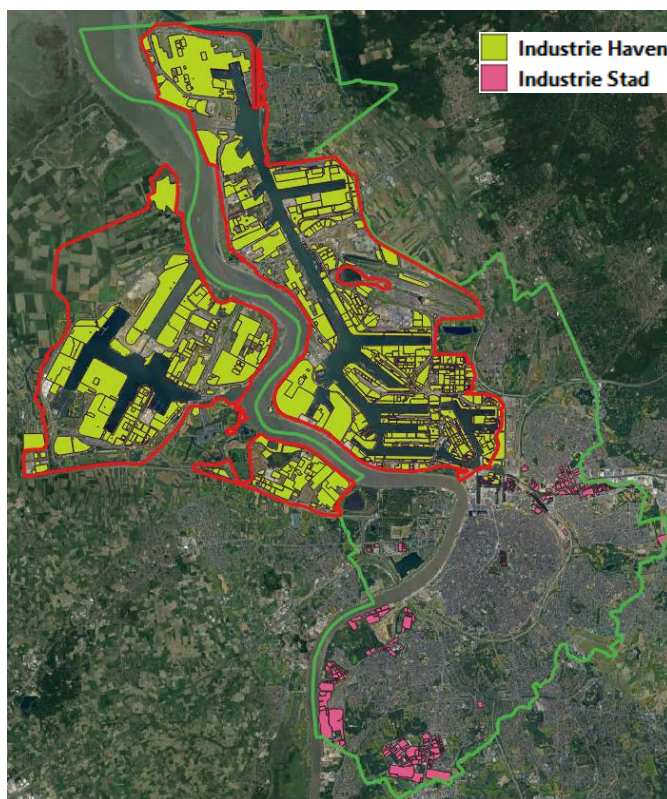
Figuur 14: Kengetallen (dBA/m<sup>2</sup>), avondperiode havengebied



Figuur 15: Kengetallen (dBA/m<sup>2</sup>), avondperiode havengebied

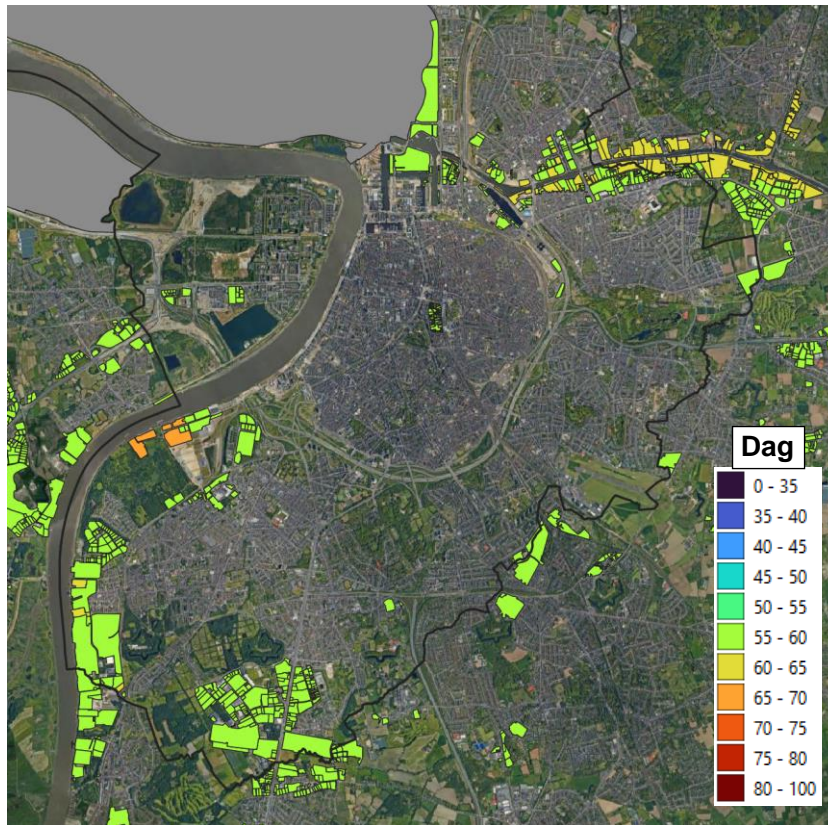


Buiten de industrie in de haven is er ook nog de industrie aan het Albertkanaal, aan de schelde in Hoboken en aan de Boomsesteenweg in Wilrijk/Aartselaar.



*Figuur 16: Industrie in haven en Stad*

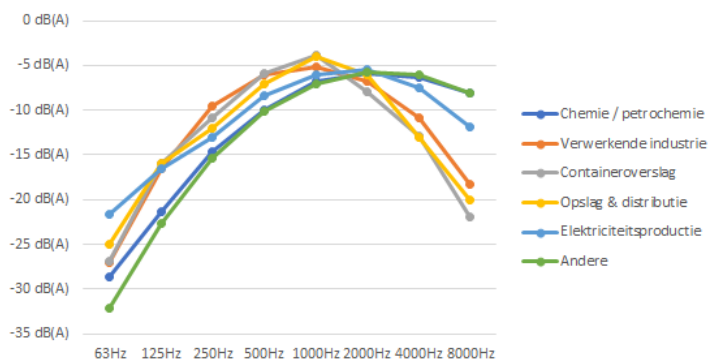
Voor de industrie in de Stad (zie figuur) zullen de kengetallen van ronde 3 overgenomen worden omdat de beschikbare data over het type industrie volgens de DCMR indeling van 2015 moeilijk te koppelen is aan de categorieën van de geluidstudie 3<sup>e</sup> ronde referentiejaar 2016. Dit is dan standaard het kengetal 58 dB(A)/m<sup>2</sup> voor bedrijven volgens het type minder intensieve opslag en distributie behalve voor de bedrijven volgens het type intensieve opslag en distributie waar 61 dB(A)/m<sup>2</sup> wordt aangenomen behoudens enkele uitzonderingen.



*Figuur 17: Kengetallen (dBA/m<sup>2</sup>), dagperiode, stad buiten havengebied*

Er wordt bij de berekening van de impact van de industrie rekening gehouden met de structuren die zich op de industriële terreinen zelf bevinden. Het geluidsooppervlak wordt op 2 meter relatieve hoogte geplaatst.

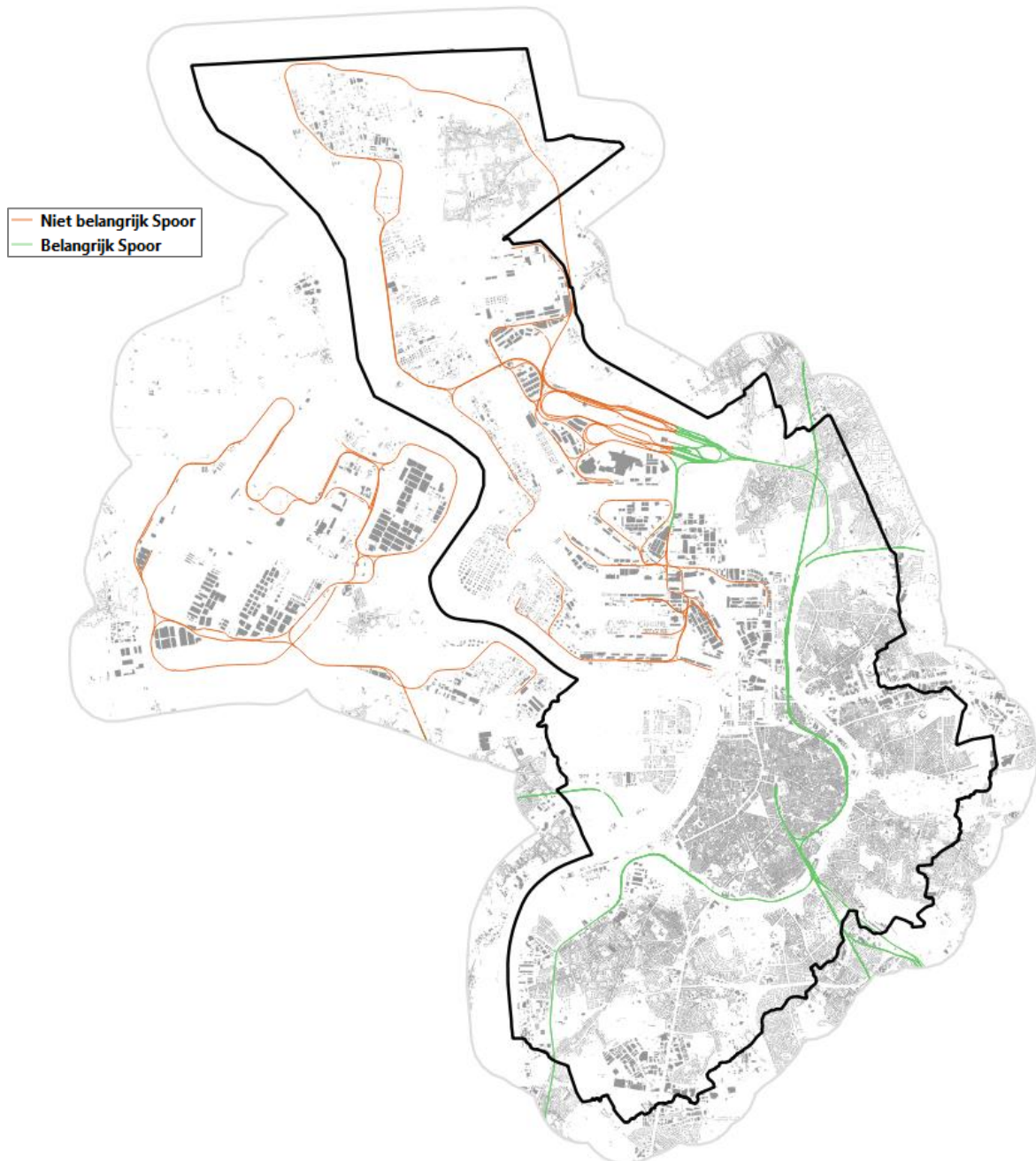
Net als in 2016 worden de volgende geluidsspectra toegewezen aan de overeenkomstige bedrijfsactiviteiten.



*Figuur 18: Typespectra industrie*

## 4.6. Spoorverkeer

Ook de inputdata voor de belangrijke spoorwegen werden overgenomen van de studie van de Vlaamse Overheid. In de onderstaande kaart wordt het onderscheid aangegeven tussen de belangrijke en niet belangrijke spoorwegen.



*Figuur 19: Spoorverkeer – belangrijk en niet belangrijk spoor*

### 4.6.1. Opbouw gegevens - niet belangrijke sporen

De technische bepaling L-103-I (versie 01/2022) van Infrabel behandelt de berekening van het spoorweglawaai met de CNOSSOS-methode wat betreft de emissies van het rollend materieel en van de infrastructuur in België. Dit werd geamendeerd in een werkdocument L-xxx-I van 14 juli 2023 met enkele verduidelijkingen.

Voor het rollend materieel wordt er rekening gehouden met de wielruwheid (LRVEH), de railruwheid (LRTR) en de contactfilter (A3) tussen wiel en rail alsook de wieloverdrachtfunctie (LHVEH) en de spooroverdrachtfunctie (LHTR).

Rolling Stock	LRVEH (brakes)	LHVEH (wheel diameter)	A3 (contact filter)	Axles
AM ≤ 1980 : BREAK, QUADRIPLE, KLASSIEK, CITYRAIL	C	920 mm	BREAK	4
SPRINTER	N	920 mm	SPRINTER	4
AM96, MW41, AMSTERDAMMER cars (NS)	C	920 mm	AM96	4
DESIRO (AM08)	N	920 mm	DESIRO	4
T13, T21, T27	C	1200 mm	T27	4
T18, T19, T29	N	1200 mm	T19	4
M4	C	920 mm	M4	4
M5, M6, M7	N	920 mm	M6	4
I6, I10, I11	N	920 mm	I11	4
Freight locomotive (non TSI conform)	C	1200 mm	LOC-nonTSI	4
Freight locomotive (TSI conform)	N	1200 mm	LOC-TSI	4
Freight wagon (cast-iron brakes)	C	920 mm	WAGON-CI	4
Freight wagon (retrofitted)	K	920 mm	WAGON-RETRO	4
Thalys, TGV, TGV Duplex, Eurostar	Thalys	920 mm	Thalys	4 (power car) 3 (adjacent car) 2 (other)
ICE	Thalys	920 mm	Thalys	4

Tabel 9: Rollend materieel en aanbevolen eigenschappen

De wielruwheid is functie van het type remmen. Men maakt een onderscheid tussen gietijzeren remmen (C), composietremmen (K) of schijfremmen (N). Voor hogesnelheidstreinen (Thalys en ICE) wordt voor de rail- en wielruwheid gebruik gemaakt van Nederlandse gegevens.

Voor de wieloverdrachtfunctie (LHVEH) worden 2 formaten gebruikt, 920 mm en 1200 mm, wat standaard is voorzien in CNOSSOS.

De contactfilter is specifiek voor elk type rollend materieel. Hij bevat een ruwheidscorrectie waarmee berekeningen kunnen worden gecorreleerd aan referentiegeluidsmetingen.

Verder wordt er een toeslag genomen voor het spoor op een brug.

	$C_{\text{bridge}}$
Betonnen trogbrug, betonnen dwarsliggers, geballasteerde sporen	0
Bruggen met geballasteerde sporen Standaardgeval	4
Metalen bruggen met directe bevestiging	9

Tabel 10: Bijkomende geluidsbijdrage voor bruggen

Wat betreft de intensiteiten worden over het referentiejaar treinlijsten ter beschikking gesteld waarbij elke trein met zijn specifieke samenstelling is aangegeven.

Deze moeten gescheiden worden in dag-, avond- en nachttreinen. Het aantal treinen per uur per periode en per treintype moet worden bepaald.

Deze gegevens zijn gekend op elk baanvak in karakteristieke punten "PTCAR".

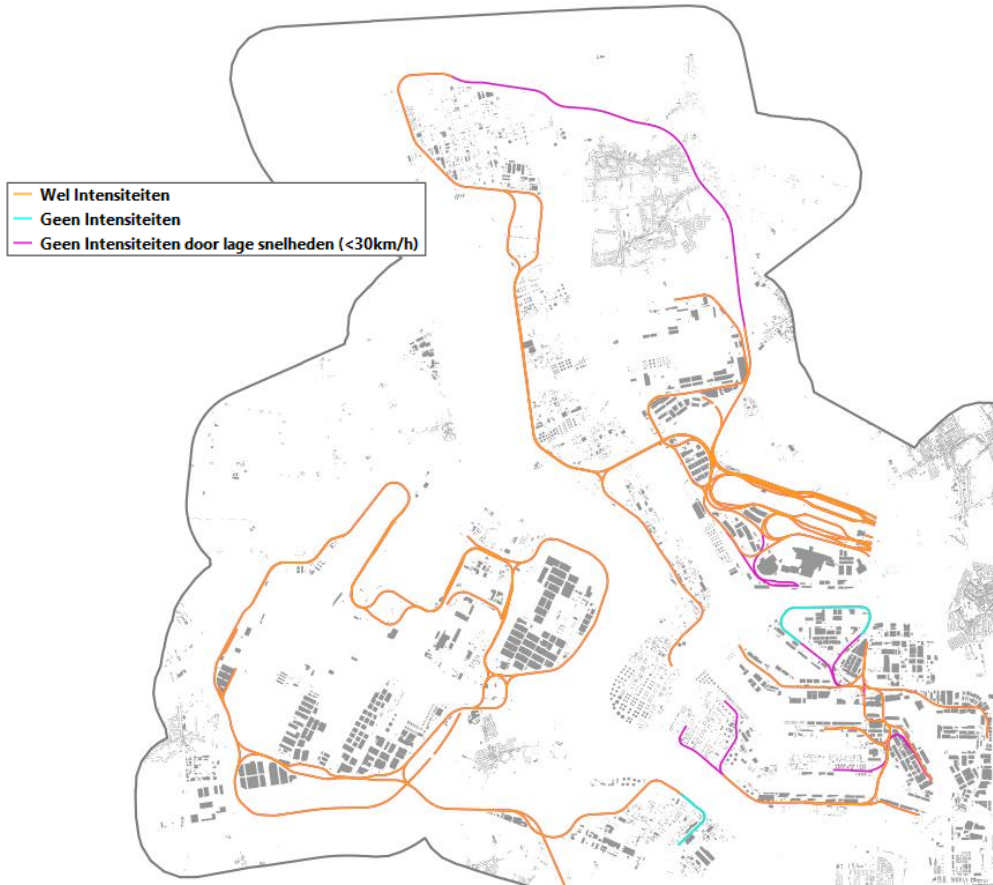
Een trein, of liever konvooi, is samengesteld uit verschillende types van stellen die ook een ander akoestisch bronvermogen hebben (zie tabel rollend materieel).

Per periode van de dag wordt er van elke categorie het aantal bepaald. Dit wordt geïmporteerd in het akoestische model.

Goederentreinen kunnen niet sneller rijden dan 90 km/u. Voor elk baanvak geldt een maximum snelheid. Snelheden onder 50 km/h liggen buiten de geldigheidsgrens van de CNOSSOS modellen. De gebruikte formule laat immers het bronvermogen in CNOSSOS TOENEMEN voor snelheden lager dan 50km/u. Daarom zijn alle treinen waarvan de snelheden lager liggen dan 30 km/h weggelaten en alle snelheden tussen 30 en 50km/h zijn gelijkgesteld aan 50km/h. In ieder geval is bij deze lagere snelheden het geluidsniveau sowieso een heel stuk lager dan bij hogere snelheden. De fout bij 40km/u is nog altijd klein als we dan 50km/u veronderstellen.

Voor de geometrische ligging van de sporen van de baanvakken van niet-prioritaire lijnen alsook met de spoorwegbruggen (bruggen met een treinbedding) worden de gegevens uit de 3<sup>e</sup> ronde overgenomen.

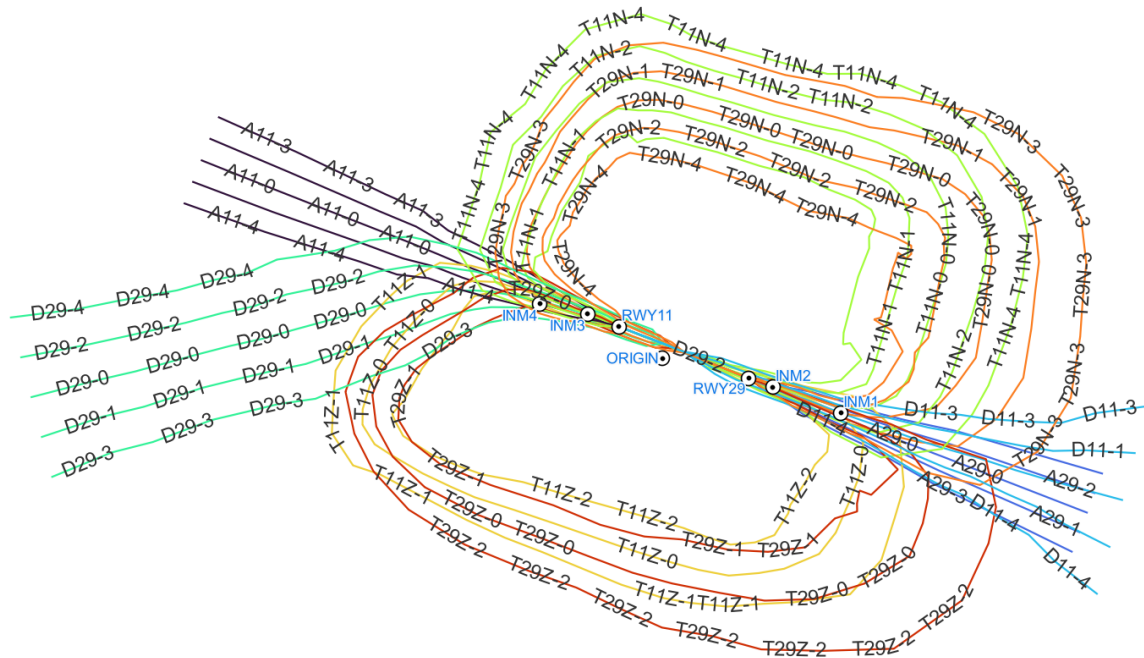
In de onderstaande kaart worden de sporen in de haven getoond na verwerking van de gegevens van Infrabel. Er wordt aangegeven welke sporen geen intensiteiten hebben en ook welke sporen door lage snelheden geen intensiteiten toegewezen hebben gekregen.



Figuur 20: Sporen haven – Sporen met en zonder intensiteiten door lage snelheid

## 4.7. Luchthaven

De luchthaven van Deurne wordt aangegeven met de letters EBAW.



Figuur 21: Trajecten van de vliegtuigen voor de luchthaven Deurne

De banen zijn ingedeeld in de richting waarin ze gebruikt worden wat een veelvoud is van  $10^\circ$  vertrekkende vanuit het Noorden in wijzerzin. Zo is er de baan 11 die  $110^\circ$  gedraaid is tov het Noorden en de baan 29 die  $290^\circ$  gedraaid is.

De gevolgde trajecten worden onderverdeeld in D voor vertrekkende vluchten, A voor aankomende vluchten en T staat voor een test- of oefenvlucht waarbij er wordt opgestegen en terug geland. Verschillende trajecten in eenzelfde richting geven de spreiding aan van de posities van de vliegtuigen in die richting.

Verschillende types vliegtuigen maken gebruik van de luchthaven. De volgende tabellen geven het type en het gemiddelde aantal bewegingen weer per gemiddelde kalenderdag voor het jaar 2021 en dit voor de dag-, avond- en nachtperiode.

Type vliegtuig	baan								Totaal	
	A11	A29	D11	D29	T11N	T11Z	T29N	T29Z		
737300		0.00		0.00					0.00	
737400		0.02		0.02					0.03	
1900D		0.01	0.01	0.00					0.02	
A319-131		0.00		0.00					0.01	
BAE146		0.00	0.01	0.00	0.01				0.01	
BEC58P		2.07	2.78	2.19	2.77	1.26	0.22	1.61	0.24	13.14
C130		0.00	0.01	0.00	0.01					0.03
CIT3		0.38	0.63	0.45	0.76					2.23
CL600		0.14	0.30	0.22	0.36					1.01
CNA172		1.28	1.47	1.33	1.57	0.29	0.05	0.38	0.06	6.43
CNA206		0.12	0.15	0.13	0.15	0.02	0.00	0.03	0.00	0.61
CNA441		0.05	0.24	0.06	0.25					0.60
CNA500		1.14	2.07	1.43	2.35					6.99
CNA55B		0.01	0.04	0.01	0.03					0.08
CNA750		0.10	0.14	0.12	0.14					0.50
DHC6		0.58	0.73	0.63	0.71					2.65
DHC8		0.01	0.01	0.01	0.01					0.04
DHC830		0.01	0.01	0.02	0.01					0.04
EMB145		0.05	0.11	0.08	0.15					0.40
EMB14L		0.00	0.00	0.00	0.00					0.01
F28MK4		0.02	0.04	0.03	0.06					0.15
GASEPF / CESSNA 172R		4.06	4.50	4.35	4.85	6.70	1.18	9.16	1.37	36.18
GASEPV / CESSNA 206H		1.12	1.46	1.25	1.53	0.04	0.01	0.09	0.01	5.52
GIV		0.02	0.02	0.03	0.02					0.09
GV		0.37	0.63	0.58	0.60					2.18
HS748A		0.00		0.00						0.01
IA1125		0.00		0.00						0.01
L188		0.12	0.12	0.13	0.14					0.52
LEAR35		0.13	0.25	0.15	0.28					0.81
MU3001		1.07	0.97	1.11	0.99					4.15
SF340		0.04	0.04	0.05	0.05					0.17
<b>Totaal</b>		<b>12.90</b>	<b>16.78</b>	<b>14.35</b>	<b>17.83</b>	<b>8.31</b>	<b>1.47</b>	<b>11.27</b>	<b>1.68</b>	<b>84.59</b>

Tabel 11: Gemiddeld aantal bewegingen per type vliegtuig en traject voor de dagperiode

AVOND										NACHT											
Type vliegtuig	baan									Totaal	Type vliegtuig	baan									Totaal
	A11	A29	D11	D29	T11N	T11Z	T29N	T29Z	A11			A29	D11	D29	T11N	T11Z	T29N	T29Z			
737300		0.00		0.00						0.00	737300		0.00		0.00					0.00	
737400		0.00		0.00						0.00	737400		0.00		0.00					0.00	
1900D		0.00	0.00	0.00						0.00	1900D		0.00	0.00	0.00					0.00	
A319-131		0.00		0.00						0.00	A319-131		0.00		0.00					0.00	
BAE146		0.01	0.00	0.01	0.00					0.01	BAE146		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
BEC58P		0.05	0.10	0.02	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.24	BEC58P		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
C130		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	C130		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
CIT3		0.11	0.21	0.01	0.08					0.41	CIT3		0.00	0.00	0.01	0.02				0.03	
CL600		0.07	0.11	0.02	0.03					0.23	CL600		0.00	0.00	0.00	0.00				0.01	
CNA172		0.08	0.11	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.24	CNA172		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CNA206		0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	CNA206		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CNA441		0.01	0.02	0.01	0.01					0.05	CNA441		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
CNA500		0.35	0.60	0.09	0.19					1.22	CNA500		0.00	0.01	0.03	0.05				0.09	
CNA55B		0.00	0.00	0.00	0.01					0.01	CNA55B		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
CNA750		0.01	0.02	0.00	0.01					0.04	CNA750		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
DHC6		0.03	0.05	0.02	0.02					0.12	DHC6		0.00	0.00	0.01	0.00				0.01	
DHC8		0.00	0.00	0.00	0.00					0.01	DHC8		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
DHC830		0.00	0.00	0.00	0.00					0.01	DHC830		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
EMB145		0.03	0.06	0.00	0.01					0.09	EMB145		0.00	0.00	0.01	0.00				0.01	
EMB14L		0.00	0.00	0.00	0.00					0.00	EMB14L		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
F28MK4		0.01	0.03	0.01	0.01					0.04	F28MK4		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
GASEPF / CESSNA 172R		0.51	0.63	0.20	0.26	0.34	0.06	0.39	0.06	2.44	GASEPF / CESSNA 172R		0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	
GASEPV / CESSNA 206H		0.12	0.17	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	GASEPV / CESSNA 206H		0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	
GIV		0.00	0.01	0.00	0.00					0.01	GIV		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
GV		0.22	0.37	0.03	0.04					0.66	GV		0.01	0.02	0.26	0.12				0.41	
HS748A		0.00		0.00						0.00	HS748A		0.00		0.00					0.00	
IA1125		0.00		0.00						0.00	IA1125		0.00		0.00					0.00	
L188		0.01	0.01	0.00	0.00					0.02	L188		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
LEAR35		0.05	0.06	0.01	0.05					0.17	LEAR35		0.01	0.00	0.01	0.00				0.02	
MU3001		0.06	0.11	0.03	0.08					0.28	MU3001		0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	
SF340		0.01	0.02	0.00	0.00					0.04	SF340		0.00	0.01	0.01	0.01				0.02	
<b>Totaal</b>		<b>1.75</b>	<b>2.70</b>	<b>0.51</b>	<b>0.91</b>	<b>0.35</b>	<b>0.06</b>	<b>0.40</b>	<b>0.06</b>	<b>6.75</b>	<b>Totaal</b>		<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.34</b>	<b>0.23</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.63</b>	

Tabel 12: Gemiddeld aantal bewegingen per type vliegtuig en traject voor de avond- en nachtperiode



## 4.8. Definitie datastructuur voor invoerbestanden

IMMI ondersteunt de uitwisseling van gegevens – zowel import als export – met het QGIS 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.

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.

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.

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.

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.

## 4.8.1. Emissie wegverkeer

Het wegverkeer wordt voorgesteld door polylijnen die de wegassen voorstellen en waaraan een aantal eigenschappen worden toegekend over het wegverkeer die de geluidsemissie bepalen. De geluidsemissie wordt afzonderlijk bepaald voor de dag-, avond- en nachtperiode. Bemerkt dat attributen die betrekking hebben op de dagperiode met suffix ‘\_1’ aangeduid worden, **voor de nachtperiode met ‘\_2’ (!!)** en **voor de avondperiode met ‘\_3’**. Gegevens voor de 3 beoordelingsperiodes zijn noodzakelijk om de middeling voor  $L_{DEN}$  mogelijk te maken.

Elke rijrichting wordt gemodelleerd als een afzonderlijke polylijn. Het is mogelijk dat voor wegen zonder fysieke scheiding tussen de rijrichtingen deze twee polylijnen geometrisch – deels of volledig – identiek zijn.

### Specifieke vereisten vooraf aan (of tijdens) invoer

- IMMI 30 v2b of hoger
- ‘Cwegdek.xlsx’ met hierin de wegdektypes van de belangrijke wegen
- De wegen die op bruggen liggen hebben een absolute hoogte. Alle overige wegen liggen relatief tov het maaiveld (0m tov maaiveld).

Bronnen wegverkeer – IMMI element type: stCN – volgens CNOSSOS		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Beschrijving van het element, zinvol om te gebruiken als ID voor unieke identificatie van het element, zowel in de GIS omgeving als in de IMMI omgeving
GROUP_TX T	Tekst	IMMI groep waarin het betreffende element terecht zal komen, hier gebruikt om het onderscheid te maken tussen belangrijke wegen en aanvullende wegen. Ook wordt dit veld gebruikt om aan te duiden welke wegen op bruggen liggen.  “Belangrijke wegen” = belangrijke wegen, meer dan 3 miljoen voertuigen per jaar  “aanvullende wegen” = andere wegen die ook relevant zijn voor de geluidskartering
KEY	Tekst	Identificatienummer van de weg in het routesysteem
REL_HEIGHT	Reëel getal	Relatieve Z-coördinaat van het wegelement in m
Z_ABS	T/F	T (waar) = Z waarde uit shapefile betreft absolute hoogtes  F (vals) = Z waarde uit shapefile betreft relatieve hoogtes = 0m
Q_KL1_1, _2, _3	Reëel getal	Jaargemiddeld aantal lichte voertuigen per uur voor respectievelijk dag-, nacht- en avondperiode
Q_KL2_1, _2, _3	Reëel getal	Jaargemiddeld aantal middelzware voertuigen per uur voor respectievelijk dag-, nacht- en avondperiode
Q_KL3_1, _2, _3	Reëel getal	Jaargemiddeld aantal zware voertuigen per uur voor respectievelijk dag-, nacht- en avondperiode
V_KL1_1, _2, _3	Reëel getal	Jaargemiddelde snelheid van lichte voertuigen in km/h voor respectievelijk dag-, nacht- en avondperiode
V_KL2_1,	Reëel	Jaargemiddelde snelheid van middelzware voertuigen in km/h voor respectievelijk dag-,

_2, _3	getal	nacht- en avondperiode
V_KL3_1, _2, _3	Reëel getal	Jaargemiddelde snelheid van zware voertuigen in km/h voor respectievelijk dag-, nacht- en avondperiode
DRIVED_SE L	Geheel getal	Index betreffende rijrichting  0 = tweerichtingsweg rechts rijdend verkeer  1 = tweerichtingsweg links rijdend verkeer  2 = éénrichtingsweg in richting van knooppunten wegelement  3 = éénrichtingsweg in tegengestelde richting van knooppunten
OBBERFL_SEL	Geheel getal	103 = SMA-C  104 = Beton CU  109 = Klinkerbestrating  110 = Kasseien  101 tem 1330 = Rijen 2 tem 1231 in 'Cwgdek_Antw.xlsx'

## 4.8.2. Emissie spoorverkeer

De emissie-elementen voor spoorverkeer zijn intrinsiek gelijkaardig aan wegverkeer in die zin dat het een netwerklaag betreft waaraan de relevante emissieparameters gekoppeld worden. De specifieke eigenheid van spoorverkeer bestaat in het feit dat bij elk element een databank hoort die dient om de totale geluidsemissie te bepalen voor het geheel van alle voertuigcategorieën. Naast de shapefile met de geometrie dienen dus afzonderlijke databankbestanden te worden bijgevoegd waarvoor een additionele structuur zal worden gedefinieerd.

In essentie zijn ook de basisgegevens in deze vorm aangeleverd: een netwerklaag (met baanvakken) en een intensiteitsdatabank die obv het baanvaknummer met mekaar gerelateerd kunnen worden.

### Specifieke vereisten vooraf aan (of tijdens) invoer

- IMMI 30 v2b of hoger
- De spoorlijnen die op bruggen liggen hebben een absolute hoogte. Alle overige sporen liggen relatief tov het maaiveld (0m boven maaiveld).
- invoer als QSI project
- vooraf invoer van brug correctie, boogstraal en bovenbouwconstructies in onderstaande tabel in IMMI database 'CNOSSOS-EU Track Corrections'

CNOSSOS-EU Track Corrections (IMMI 30)			
IMMI TRACK KEY	Brugcorrectie	Boogstraal	Transferfunction
102	0	>500 (0.0)	BE monoblock soft pads
103	0	>500 (0.0)	BE monoblock medium pads
104	0	>500 (0.0)	Cnossos monoblock soft pads
105	0	>500 (0.0)	Cnossos monoblock hard pads
106	0	300 - 500 (5.0)	BE monoblock soft pads
107	0	300 - 500 (5.0)	BE monoblock medium pads
108	0	300 - 500 (5.0)	Cnossos monoblock soft pads
109	0	300 - 500 (5.0)	Cnossos monoblock hard pads
110	0	300 (8.0)	BE monoblock soft pads
111	0	300 (8.0)	BE monoblock medium pads
112	0	300 (8.0)	Cnossos monoblock soft pads
113	0	300 (8.0)	Cnossos monoblock hard pads
114	4	>500 (0.0)	BE monoblock soft pads
115	4	>500 (0.0)	BE monoblock medium pads
116	4	>500 (0.0)	Cnossos monoblock soft pads
117	4	>500 (0.0)	Cnossos monoblock hard pads
118	4	300 - 500 (5.0)	BE monoblock soft pads
119	4	300 - 500 (5.0)	BE monoblock medium pads
120	4	300 - 500 (5.0)	Cnossos monoblock soft pads
121	4	300 - 500 (5.0)	Cnossos monoblock hard pads
122	4	300 (8.0)	BE monoblock soft pads
123	4	300 (8.0)	BE monoblock medium pads
124	4	300 (8.0)	Cnossos monoblock soft pads
125	4	300 (8.0)	Cnossos monoblock hard pads

**Bronnen spoorverkeer – IMMI element type : RailwayScCN – volgens CNOSSOS**

Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Beschrijving van het element, zinvol om te gebruiken als ID voor unieke identificatie van het element, zowel in de GIS omgeving als in de IMMI omgeving. Dit element wordt ook gebruikt om aan te geven of het segment op een brug ligt of niet. Indien 'Abs' in de naam staat ligt de spoorlijn op een brug en absoluut tov van het maaiveld.
ID	Tekst	IMMI identifier
EMI_TYPE	Geheel getal	Index betreffende de wijze van invoeren geluidsemissie 1 = geluidsvermogeniveau LE rechtstreeks ingevoerd 2 = gebruik van databank voertuigbewegingen
EMIS_ID	Tekst	Dient enkel te worden gebruikt indien EMI_TYPE = 2 en is de gemeenschappelijke identificatie voor alle treinemissie databankrecords die bij dit railsegment horen, de treinemissiegegevens worden bijgehouden in een afzonderlijk extern bestand (Train_typeSCCN) waarvan de structuur verder wordt weergegeven
D_E_N	Geheel getal	1 (waar) = emissiedata beschikbaar voor dag-, avond- en nachtperiode 0 (vals) = emissiedata enkel beschikbaar voor dag- en nachtperiode
FAHRTG	Geheel getal	0
TRACK_KEY	Geheel getal	Index betreffende track correcties

Daarnaast is dus een structuur noodzakelijk voor de databankbestanden die de geluidsemissie beschrijven dmv voertuigbewegingen per railsegment.

Databank voertuigbewegingen – IMMI element type:Train_type_SCCN – volgens CNOSSOS		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Naam van trein
ID	Tekst	Koppeling naar EMIS_ID van het betreffende railsegment: alle bestanden met een waarde van ID die gelijk is aan EMIS_ID zal gekoppeld worden aan het beschouwde railsegment
FAHRBED	Reëel getal	0 = constant velocity
TRC_V		
TRC_ND	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in niet-remmende treineenheden per uur gedurende de dagperiode
TRC_NE	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in niet-remmende treineenheden per uur gedurende de avondperiode
TRC_NN	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in niet-remmende treineenheden per uur gedurende de nachtperiode
TRC_TD	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in idling treineenheden per uur gedurende de dagperiode = 0
TRC_TE	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in idling treineenheden per uur gedurende de avondperiode = 0
TRC_TN	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in idling treineenheden per uur gedurende de nachtperiode = 0
TRC_LE	Geheel getal	Landcode = 111 (België)
TRC_ZT	Geheel getal	0
TRC_NTC	Geheel getal	Som van de type stellen en loc
TRC_Key1,2,3,4,5,6	Geheel getal	Type stel of loc: 160 AM <=1980: BREAK, QUADRIPLE,KLASSIEK, CITYRAIL 161 SPRINTER 162 AM96,MW41,AMSTERDAMMERCARS (NS) 163 DESIRO 164 T13, T21, T27 165 T18, T19, T29 166 M4 167 M5, M6, M7 168 I6, I10,I11 169 Freight locomotive (non TSI conform) 170 Freight locomotive (TSI conform° 171 Freight wagon (cast-iron brakes) 172 Freight wagon (retrofitted) 173 Thalys, TGV, TGV Duplex, Eurostar (power car)

		174 Thalys, TGV, TGV Duplex, Eurostar (adjacent car) 175 Thalys, TGV, TGV Duplex, Eurostar (other) 176 ICE
TRC_CNT1,2,3, 4,5,6	Geheel getal	Aantal stellen/locs van dit type
TRC_AXES1,2,3, 4,5,6	Geheel getal	Aantal assen van dit type

### 4.8.3. Emissie Tram

In de 4<sup>de</sup> ronde wordt tramverkeer gemodelleerd als een CNOSSOS treinelement. De emissiefactoren van de tram dienen als volgt ingegeven te worden:

#### Specifieke vereisten vooraf aan (of tijdens) invoer

- IMMI 30 v2b of hoger
- De tramlijnen die op bruggen liggen hebben een absolute hoogte. Alle overige tramlijnen liggen relatief tov het maaiveld (0m boven maaiveld).
- invoer als QSI project
- vooraf invoer van boogstraal en bovenbouwconstructies in onderstaande tabel in IMMI database 'CNOSSOS-EU Track Corrections'

CNOSSOS-EU Track Corrections (IMMI 30)			
IMMI TRACK KEY	Brugcorrectie	Boogstraal	Transferfunctie
126	0	No (0)	Tram gras
127	0	<200 (5)	Tram gras
128	0	No (0)	Tram Asfalt
129	0	<200 (5)	Tram Asfalt

Transferfunctie			
Tram gras		Tram asfalt	
50 Hz	83.400	50 Hz	76.900
63 Hz	85.300	63 Hz	78.800
80 Hz	89.200	80 Hz	82.700
100 Hz	88.400	100 Hz	74.800
125 Hz	87.800	125 Hz	73.600
160 Hz	89.100	160 Hz	77.900
200 Hz	87.900	200 Hz	88.300
250 Hz	92.300	250 Hz	92.700
315 Hz	93.400	315 Hz	93.800
400 Hz	95.900	400 Hz	87.400
500 Hz	97.200	500 Hz	87.900
630 Hz	98.500	630 Hz	92.500
800 Hz	104.400	800 Hz	106.000
1000 Hz	108.300	1000 Hz	109.900
1250 Hz	109.900	1250 Hz	111.500
1600 Hz	107.800	1600 Hz	109.200
2000 Hz	109.600	2000 Hz	111.000
2500 Hz	110.200	2500 Hz	111.800
3150 Hz	96.000	3150 Hz	107.500
4000 Hz	98.400	4000 Hz	106.800
5000 Hz	98.800	5000 Hz	107.000
6300 Hz	98.800	6300 Hz	96.100
8000 Hz	99.100	8000 Hz	96.400
10000 Hz	99.700	10000 Hz	97.000



Bronnen spoorverkeer – IMMI element type : RailwayScCN – volgens CNOSSOS		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Beschrijving van het element, zinvol om te gebruiken als ID voor unieke identificatie van het element, zowel in de GIS omgeving als in de IMMI omgeving. Dit element wordt ook gebruikt om aan te geven of het segment op een brug ligt of niet. Indien 'Abs' in de naam staat ligt de spoorlijn op een brug en absoluut tov van het maaiveld.
ID	Tekst	IMMI identifier
EMI_TYPE	Geheel getal	Index betreffende de wijze van invoeren geluidsemissie 1 = geluidsvermogenniveau LE rechtstreeks ingevoerd 2 = gebruik van databank voertuigbewegingen
EMIS_ID	Tekst	Dient enkel te worden gebruikt indien EMI_TYPE = 2 en is de gemeenschappelijke identificatie voor alle treinemissie databankrecords die bij dit railsegment horen, de treinemissiegegevens worden bijgehouden in een afzonderlijk extern bestand (Train_typeSCCN) waarvan de structuur verder wordt weergegeven
D_E_N	Geheel getal	1 (waar) = emissiedata beschikbaar voor dag-, avond- en nachtperiode 0 (vals) = emissiedata enkel beschikbaar voor dag- en nachtperiode
FAHRRTG	Geheel getal	0
TRACK_KEY	Geheel getal	Index betreffende track correcties

Daarnaast is er een structuur noodzakelijk voor de databankbestanden die de geluidsemissie beschrijven dmv voertuigbewegingen per tramsegment.

Databank voertuigbewegingen – IMMI element type:Train_type_SCCN – volgens CNOSSOS		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Naam van trein
ID	Tekst	Koppeling naar EMIS_ID van het betreffende railsegment: alle bestanden met een waarde van ID die gelijk is aan EMIS_ID zal gekoppeld worden aan het beschouwde railsegment
FAHRBED	Reëel getal	0 = constant velocity
TRC_V		
TRC_ND	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in niet-remmende treineenheden per uur gedurende de dagperiode
TRC_NE	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in niet-remmende treineenheden per uur gedurende de avondperiode
TRC_NN	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in niet-remmende treineenheden per uur gedurende de nachtperiode
TRC_TD	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in idling treineenheden per uur gedurende de dagperiode = 0

TRC_TE	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in idling treineenheden per uur gedurende de avondperiode = 0
TRC_TN	Reëel getal	Jaargemiddelde intensiteit in idling treineenheden per uur gedurende de nachtperiode = 0
TRC_LE	Geheel getal	Landcode = 111 (België)
TRC_ZT	Geheel getal	0
TRC_NTC	Geheel getal	Som van de type stellen en loc
TRC_Key1,2,3, 4,5,6	Geheel getal	Type stel of loc: 1001: emissiefactoren van de tram
TRC_CNT1,2,3, 4,5,6	Geheel getal	Aantal stellen/locs van dit type
TRC_AXES1,2,3, 4,5,6	Geheel getal	Aantal assen van dit type

#### 4.8.4. Emissie Industrie

De geluidsbronnen van Industrie werden gemodelleerd als oppervlaktebronnen.

##### Specifieke vereisten vooraf aan (of tijdens) invoer

Referentie spectra voor de geluidsbronnen - REFSPEC								
Frequentie	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0: Chemie/petrochemie	-28.7	-21.3	-14.7	-10.0	-6.8	-5.9	-6.3	-8.1
1: Verwerkende industrie	-27.0	-16.5	-9.5	-6.0	-5.1	-6.8	-10.9	-18.3
2: Containeroverslag	-26.9	-15.9	-10.9	-5.9	-3.9	-7.9	-12.9	-21.9
3: Opslag & distributie	-25.0	-16.0	-12.0	-7.0	-4.0	-6.0	-13.0	-20.0
4: Electriciteitsproductie	-21.7	-16.5	-13.0	-8.3	-6.1	-5.5	-7.5	-11.9
5: Andere/onbekend	-32.2	-22.6	-15.3	-10.1	-7.0	-5.8	-6.1	-8.1

##### Oppervlaktebronnen

Oppervlaktebronnen – IMMI element type: EI_FQCN		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
KEY	Tekst	Beschrijving van het element, zinvol om te gebruiken als ID voor unieke identificatie van het element, zowel in de GIS omgeving als in de IMMI omgeving
REL_HEIGHT	Reëel getal	Relatieve Z-coördinaat
LW__2STR_1,2,3	Reëel getal	Geluidsvermogen voor dag, nacht en avond (dBA)
REFSPEC	Tekst	ID van het referentiespectrum

## 4.8.5. Gebouwen

Gebouwen bestaan uit polygonen met een bepaalde hoogte waaraan in het GIS systeem reeds inwoners toegewezen kunnen worden, wat op basis van de beschikbare gegevens ook mogelijk is. Daarnaast wordt ook informatie toegevoegd over gevoelige gebouwfuncties: scholen, zorginstellingen, enz.

Gebouwen – IMMI element type: HAUS		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Beschrijving van het element, zinvol om te gebruiken als ID voor unieke identificatie van het element, zowel in de GIS omgeving als in de IMMI omgeving
REL_HEIGHT	Reëel getal	Relatieve Z-coördinaat van de top van het gebouw in m  De waarde van dit attribuut heeft voorrang op eventuele Z-waarden die in de geometrie vervat zouden zijn, alle knooppunten van de geometrie zullen de vermelde relatieve hoogte krijgen tov het berekende terreinmodel
REFLECTION	T/F	T (waar) = gebruikt als reflecterend element met of zonder absorptie  F (vals) = geen reflecties
ABSORPTION	Reëel getal	Absorptiewaarde bij reflecties in dB
BEW_DIREKT	Reëel getal	Aantal inwoners van het gebouw
WNG_DIREKT	Reëel getal	Aantal wooneenheden in het gebouw
GEBNUTZUNG	Geheel getal	Index betreffende het bouwtype  0 = onbewoond gebouw  1 = bewoond gebouw  2 = school  3 = zorginstelling  4 = kinderopvang

## 4.8.6. Geluidsschermen

Geluidsschermen of andere muurelementen worden geïmporteerd als lijnelementen die op een bepaalde hoogte gelegen zijn – althans de top van het scherm – en verondersteld worden verticaal naar beneden op het terrein te rusten. De in te voeren elementen zijn in principe 3D polylijnen.

### Specifieke vereisten vooraf aan (of tijdens) invoer

- Z van shapefile : parameter Z\_ABS
- Eigenschappen van REFL\_TYP = 4

REFL_TYP = 4										
Frequentie [Hz]	16	31.5	63	125	250	500	10000	2000	4000	8000
Reflectiewaarden	0.4	0.4	0.4	0.4	0.42	0.53	0.56	0.64	0.59	0.59
Absorptiewaarden	0.6	0.6	0.6	0.6	0.58	0.47	0.44	0.36	0.41	0.41

- De reflectie- en absorptiewaarden zijn coëfficiënten die tussen 0 en 1 liggen. Ze zijn complementair ten opzichte van elkaar. Bij voorbeeld een waarde van 0.4 reflectie (dus 40% van de invallende energie wordt gereflecteerd) komt overeen met een absorptiewaarde van 0.6 (dus 60% van de invallende energie wordt geabsorbeerd).
- Twee types schermen zijn mogelijk, met REFL\_TYP gelijk aan 2 of 4. Het meest absorberende scherm is dan type 2 met een reflectiecoëfficiënt van 0.2, dwz 80% absorptie.

Schermen – IMMI element type : WAND		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Beschrijving van het element, zinvol om te gebruiken als ID voor unieke identificatie van het element, zowel in de GIS omgeving als in de IMMI omgeving
Z_ABS	T/F	T (waar) = Z waarde uit shapefile betreft absolute hoogtes F (vals) = Z waarde uit shapefile betreft relatieve hoogtes
REFLECTION	T/F	T (waar) = gebruikt als reflecterend element (al dan niet met absorptie) F (vals) = geen reflecties
REFL_TYP	Geheel getal	2 = Reflectie coëfficiënt = 0.2 4 = Reflectie coëfficiënt VO <sup>3</sup>

<sup>3</sup> Deze reflectiewaarden werden overgenomen van de VO studie<sup>1</sup>, maar verschillen van de waarden van AWW<sup>2</sup>

## 4.8.7. Bruggen

Bruggen zijn een vrij speciaal element in IMMI dat het mogelijk maakt om meer complexe verkeerssituaties beter voor te stellen. Nodige attributen zijn de absolute hoogte van de brug, de breedte van het brugdek en de hoogte van eventuele geluidsschermen op beide zijden links en rechts van de brug waarbij het onderscheid tussen links en rechts op dezelfde wijze wordt gemaakt als voor geluidsschermen (vanuit de richting van de nodes bekeken).

Bruggen stellen een zwevend oppervlak voor gecentreerd rond een lijnelement. Het is ook mogelijk om in het x,y vlak gebogen lijnelementen voor te stellen. De hoogte wordt naderhand in IMMI verondersteld lineair te verlopen tussen de absolute hoogte van begin- en eindpunt van het brugelement.

### Specifieke vereisten vooraf aan (of tijdens) invoer

- Z van shapefile : als parameter Z\_ABS

Bruggen – IMMI element type : BRCK		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Beschrijving van het element, zinvol om te gebruiken als ID voor unieke identificatie van het element, zowel in de GIS omgeving als in de IMMI omgeving
Z_ABS	T/F	T (waar) = Z waarde uit shapefile betreft absolute hoogtes F (vals) = Z waarde uit shapefile betreft relatieve hoogtes
REFLECTION	Geheel getal	1 (waar) = gebruikt als reflecterend element (al dan niet met absorptie) 0 (vals) = geen reflecties
ABSORPTION	Reëel getal	Waarde voor absorptieverlies bij reflectie in dB van het ganse brugelement inclusief schermen
MODE	Geheel getal	Index die aangeeft of afscherming van de brug ook van toepassing op de geluidsbronnen die niet op de brug gelegen zijn  0 = geen afscherming van andere elementen die niet op de brug gelegen zijn  1 = afscherming als zwevende hindernis van andere elementen die niet op de brug gelegen zijn
WIDTH	Reëel getal	Breedte van het brugdek in m
HBAR_LE	Reëel getal	Hoogte van een geluidsscherm op linkse zijde van de brug in m
HBAR_RI	Reëel getal	Hoogte van een geluidsscherm op rechtse zijde van de brug in m

#### 4.8.8. Bodemeffect

Het bodemeffect bestaat uit verschillende polygonen waaraan een bodemdemping wordt toegewezen

##### **Specifieke vereisten vooraf aan (of tijdens) invoer**

- standaard bodemdemping  $G = 0$

Bodemdemping – IMMI element type : Dbod		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Beschrijving van het element, zinvol om te gebruiken als ID voor unieke identificatie van het element, zowel in de GIS omgeving als in de IMMI omgeving
G	Reëel getal	Getal tussen 0 (reflecterend) en 1 (absorberend)
PRIO	Geheel getal	Positief geheel getal gebruikt om prioriteit van overlappende bodemelementen te sturen, waarbij de hoogste getalwaarde voorrang krijgt

#### 4.8.9. Hoogtemodel

Het hoogtemodel bestaat uit hoogtelijnen met een stapgrootte van 1m

Bodemdemping – IMMI element type : HOEL		
Attribuut naam	Data type	Commentaar
NAME	Tekst	Beschrijving van het element, zinvol om te gebruiken als ID voor unieke identificatie van het element, zowel in de GIS omgeving als in de IMMI omgeving
ABS_HEIGHT	Reëel getal	Absolute hoogte in meter

## 4.9. Rekeninstellingen

Voor de berekeningen werd gebruik gemaakt van de versie 'IMMI 30 update 2b' die gedateerd is op 26/04/2023 en de volgende identificatie meegekregen heeft.

IMMI - Noise Prediction & Noise Mapping Software	
Version information:	
Version:	30
Update:	2b
Date:	26.04.2023
Release:	20230426
Internal no.:	532
Version type:	Full version

Figuur 22: IMMI VERSIE

Dezelfde rekeninstellingen werden gebruikt als bij de berekening van de geluidskaat in de 3<sup>de</sup> ronde. Toen werden de geluidskaatren ook in de IMMI software doorgererekend. Het feit dat nu met CNOSSOS gerekend wordt heeft geen specifieke invloed op de algemene berekeningsparameters ('Calculation model IMMI').

### Calculation model IMMI:

The screenshot shows the 'Calculation model IMMI' settings window with the following options:

- Adapt assessment area seamlessly to the receiver position**
  - ...for single points
  - ...for grid calculation
- Free field in front of refl. surfaces/m**
  - acc. to sources:
  - acc. to immission points:
- Altitude points and contour lines**
  - Altitude lines as obstacles
  - Terrain ridges as obstacles
  - consider negative loop way at terrain triangular lines
  - Improved interpolation in boundary areas



General	Parameters	Reflection	control of section	Miscellaneous			
				"reference" (For information)	Setting Receiver point + Façade levels	Setting grid	
Limiting range of sound sources:							
* Limit the search radius (distance source-IP):				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
* minimum level difference /dB:				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 30.0	<input checked="" type="checkbox"/> 30.0	
Projection of line sound sources:				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Projection of area sound sources:				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Limit projection				<input type="checkbox"/>			
Minimum length for sections /m:				1.0	1.0	1.0	
Variable min. length for sections:							
* in percent of the distance from the IP source				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Add. factor for distance criterion:					1.0	1.0	
Barrier attenuation differing from guideline:				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
* Cut-off limit for insertion loss:							
* Limit /dB for single screens:							
* Limit /dB for multiple screens:							
Calculate attenuation for VDI 2720, ISO9613							
* Lateral pathway:				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
* Lateral pathway for image sources:				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

General	Parameters	Reflection	control of section	Miscellaneous			
				"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	
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	
Image source from projection:				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
No refl. if entirely screened:				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Parameter for reflection order > 1:							
* Method for searching reflectors:							
* angle increment (x-y)° (multiple reflections):							
* angle increment (z)° (multiple reflections):							
* maximum path length of ray (multiple reflections):							
* as a multiple of the direct distance:							
* beam splitting at reflection elements (multiple reflections):							

Figuur 23: Rekeninstellingen IMMI (Calculation model IMM)

Hieronder worden de algemene en CNOSSOS-specifieke instellingen weergegeven.

Parameters for element libraries:

Global CNOSSOS-EU

G:  Default for G outside DBod-elements.  
G = 0 hard reflecting ground; G = 1: absorbing soft ground.

Temperature  
 0°C  5°C  10°C  15°C  20°C  25°C  30°C  35°C  40°C

Rel. humidity  
 20%  30%  40%  50%  60%  70%  80%  90%  100%

Living area per inhab-/m² (=0.8\*gross)

Average storey height /m

**Simplified meteorology (Guideline Int. Comp. Methods):**  
C0 /dB (local meteorological influence): Day  Evening  Night

Global CNOSSOS-EU

**Hint: This parameters are also related to BUB, RVE (2021) and RVS (2021) which are based on CNOSSOS-!**

Selection of meteo parameters  
Area:

Accounts for following attenuation areas:  
 DBwu  
 DBeb  
 DBod

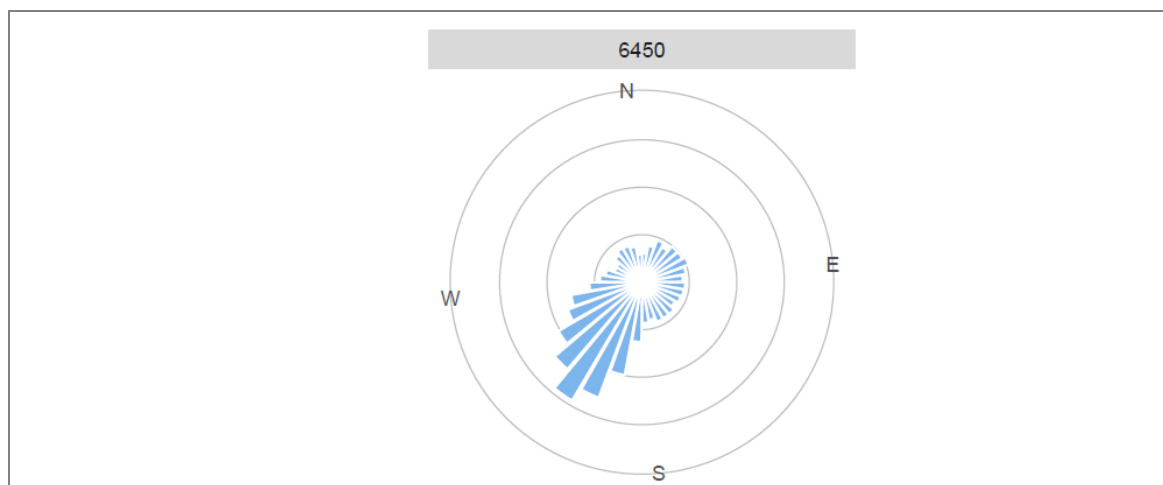
Vertical offset of the sound source /m  
STCN: 0.05 m  
TUCN: -----  
ScCN: 0.5 and 4 m  
EQCN: -----  
LQCN: -----  
FQCN: -----  
PPCN: 0.50 m

General

Calculate lateral detour for explicit industry point sources  
 Use improved algorithm for double diffraction (condition: favourably) according to WG 56  
 Buildings generate ground effect (with G=0)  
 Set additional ground elements (with G=0) unter road elements  
 Fast calculation of mean plane

Figuur 24: Rekeninstellingen IMMI (Parameters for element libraries)

De meteogegevens van Deurne (2011-2021) werden door het KMI verwerkt volgens de vereisten van de CNOSSOS meetmethodiek.



Figuur 25: Meteogegevens Deurne

## 5. RESULTATEN

### 5.1. Geluidscontouren

#### 5.1.1. Europa

Voor de verschillende geluidsbronnen wegverkeer, spoorverkeer (zowel trein als tram gezamenlijk, als afzonderlijk voor treinverkeer en voor tramverkeer), industrie en luchtverkeer zijn kaarten opgemaakt waarop de volgende contourvlakken zijn weergegeven.

- Lden: 55-60, 60-65, 65-70, 70-75 en  $\geq 75$ dB
- Lnight: 50-55, 55-60, 60-65, 65-70 en  $\geq 70$ dB

Deze kaarten zijn overgemaakt aan de opdrachtgever in pdf, png en GIS formaat.

#### 5.1.2. WGO

Voor de geluidsbronnen waarvoor advieswaarden bestaan vanwege de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO), namelijk wegverkeer, spoorverkeer en luchtverkeer, zijn kaarten opgemaakt waarop de volgende contourvlakken zijn weergegeven.

- Lnight: 45-50, 50-55, 55-60, 60-65, 65-70 en  $\geq 70$ dB

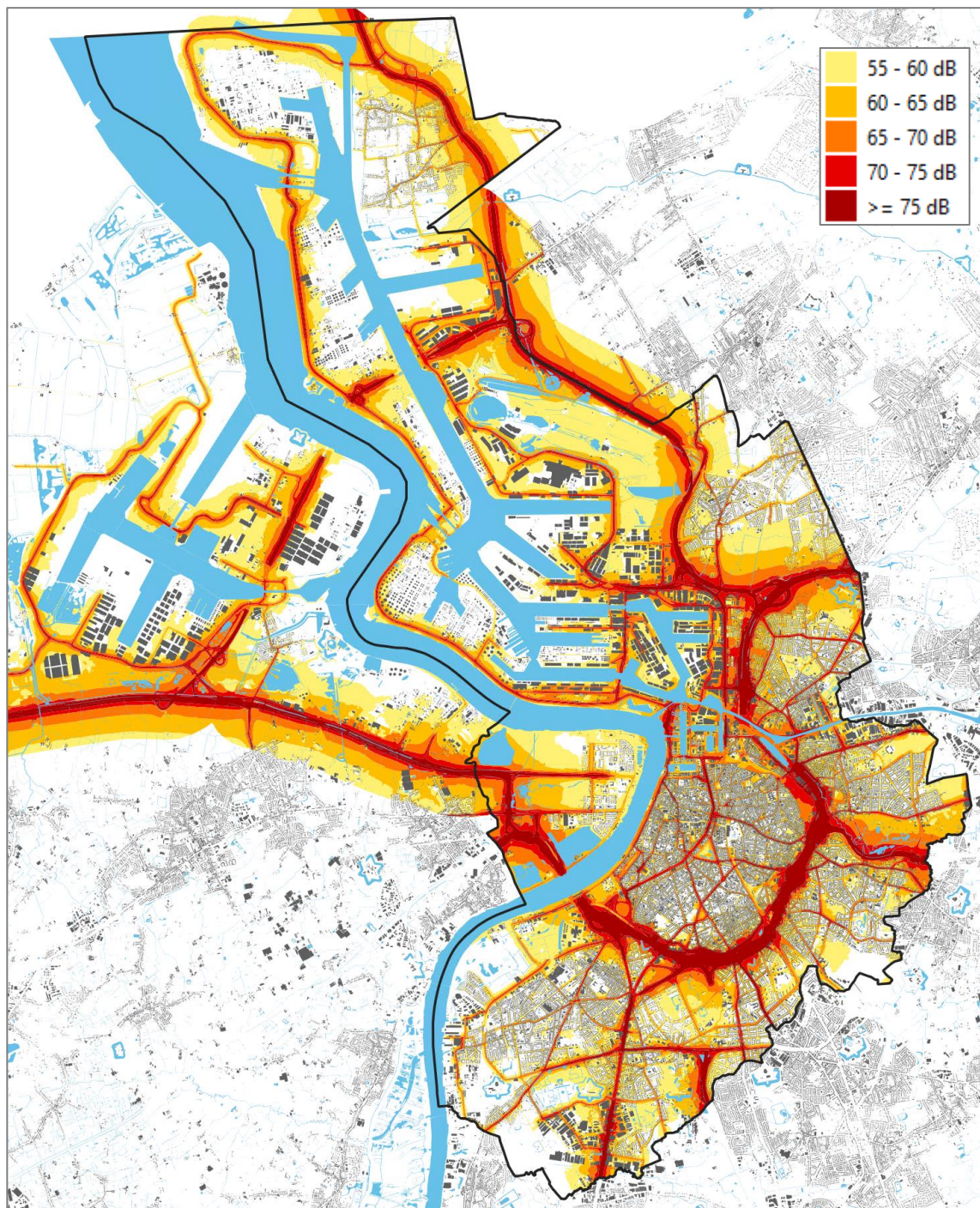
Specifiek voor de geluidsbronnen zijn ook de volgende contourvlakken opgemaakt:

- Wegverkeer:
  - o Lden:  $\geq 53$ , 53-55
  - o Lnight:  $\geq 45$
- Spoor
  - o Lden:  $\geq 54$ , 54-55
  - o Lnight:  $\geq 44$ , 44-45
- Lucht:
  - o Lden:  $\geq 45$ , 45-50, 50-55
  - o Lnight:  $\geq 40$ , 40-45

Alle bovenstaande contourvlakken zijn overgemaakt aan de opdrachtgever in GIS formaat.

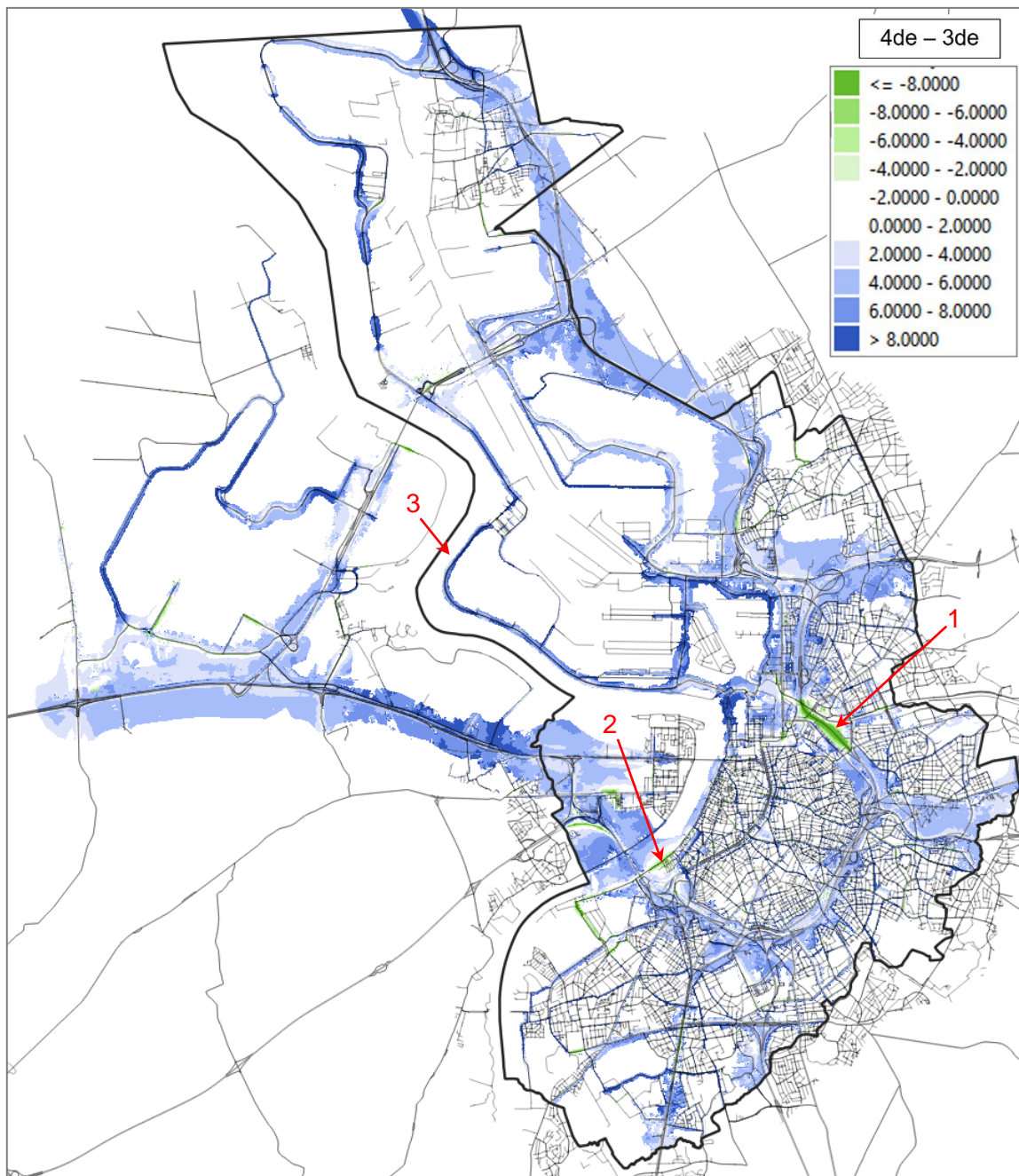
## 5.1.3. Weg

### 5.1.3.1. LDEN



Figuur 26: Geluidkaart wegverkeer – Lden

### 5.1.3.2. VERSCHIL 3<sup>DE</sup> RONDE



Figuur 27: Verschilkaart ronde 4 en 3 – wegverkeer – Lden

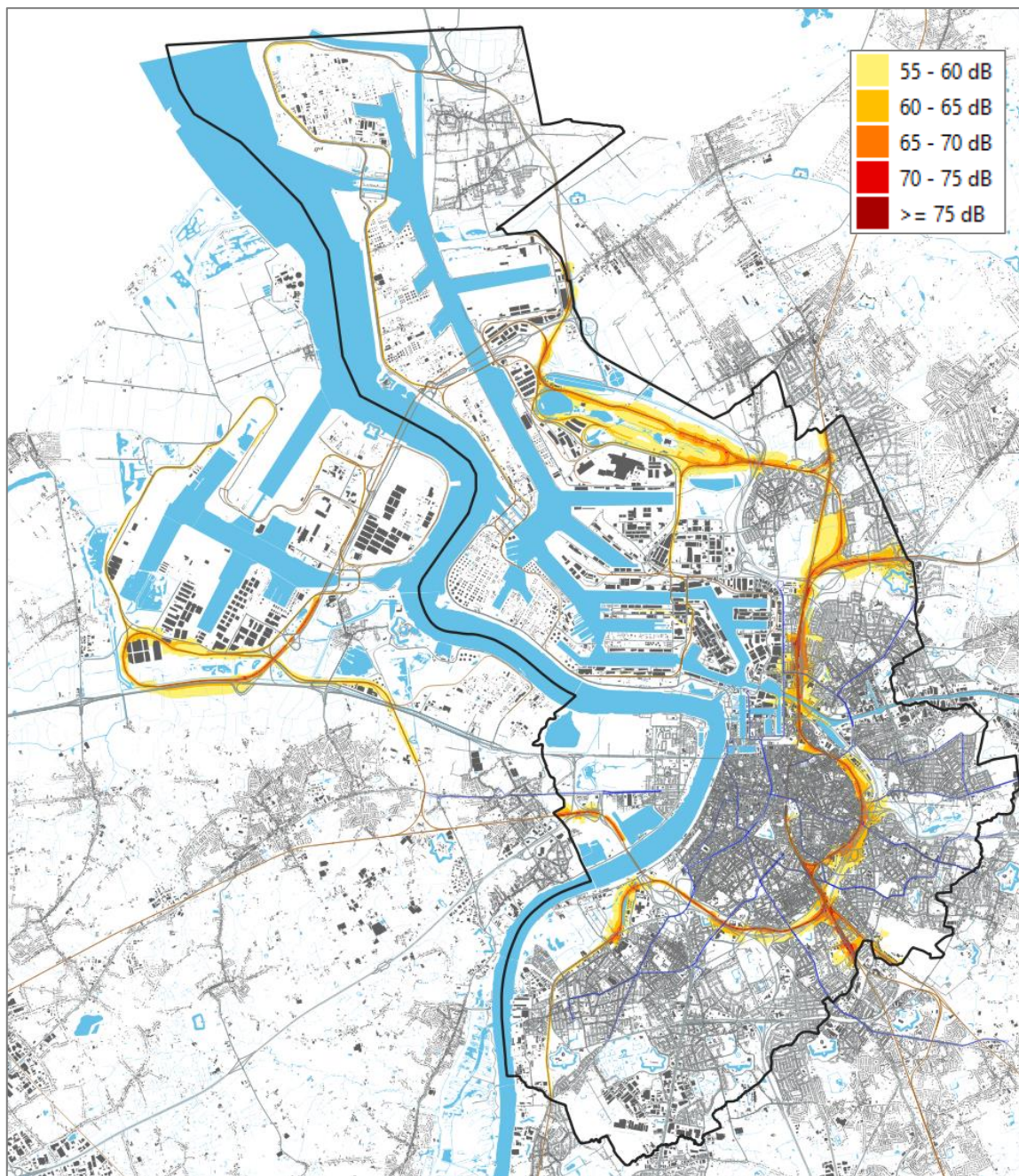
Langsheen de belangrijke wegen is een verhoging zichtbaar tov ronde 3. De verhoging ligt hoofdzakelijk tussen 2 en 6 dB. Het verschil is het kleinst vlak naast de weg, en wordt groter op iets grotere afstand van de weg. Om een verhoging van 3dB te veroorzaken door intensiteitswijzigingen dienen deze te verdubbelen. Aangezien de intensiteiten niet in deze mate zijn geëvolueerd, kan deze verhoging enkel toegewezen worden aan de nieuwe CNOSSOS-rekenmethode.

Op de kaart worden ook enkele zones aangeduid waarop hieronder iets dieper wordt ingegaan.

Zone	Oorzaak van verschil tussen ronde 3 en 4
1	<p>Voor Ronde 4 zijn de geluidsniveaus aan het viaduct van Merksem meer dan 10dB lager dan in ronde 3. De reden hiervoor is dat in ronde 3 de afscherming van het brugdek niet in rekening was gebracht. In ronde 4 schermt het brugdek het geluid af waardoor de geluidsniveaus lager zijn.</p>
2	<p>Aan de overgang van de Ledeganckkaai naar de D'Herbouvillekaai is een duidelijke verlaging zichtbaar tov de 3<sup>de</sup> ronde. Het wegdek op deze locatie is asphalt. In ronde 3 bestond het wegdek nog uit kasseien waardoor de geluidsniveaus in ronde 4 lager uitkomen dan in ronde 3.</p>
3	<p>Op de Scheldelaan, tussen de Oosterweelsteenweg (Noordkasteel) en de Boudewijn/Van Cauwelaertsluis, zijn geluidsniveaus in ronde 4 opvallend hoger dan deze in ronde 3. In principe geldt dit voor de ganse Scheldelaan, maar meer naar het noorden zijn de verschillen niet consistent, vermoedelijk door andere telgegevens.</p> <p>Dit is een niet-belangrijke weg en in ronde 4 zijn voor deze weg intensiteitsgegevens van het regionale verkeersmodel van het departement Mobiliteit en Openbare Werken gebruikt, terwijl in ronde 3 gegevens van een oudere versie (2015) van Promovia gebruikt zijn.</p> <p>Het verschil in geluidsbelasting is te verklaren door de hogere intensiteit vrachtverkeer op deze weg in ronde 4 in vergelijking met ronde 3. Overdag zijn de intensiteiten (aantal/h) voor middelzwaar en zwaar verkeer opgeteld, 26 voor ronde 3 en 135 voor ronde 4. Blijkbaar is in ronde 3 met (veel) te lage intensiteit gerekend. Immers: 26 vrachtwagens per uur stemt overeen met 1 per 3 minuten. Dat lijkt erg weinig. 135 st/u (dus 1 per min per rijrichting) lijkt meer realistisch.</p>

## 5.1.4. Spoor

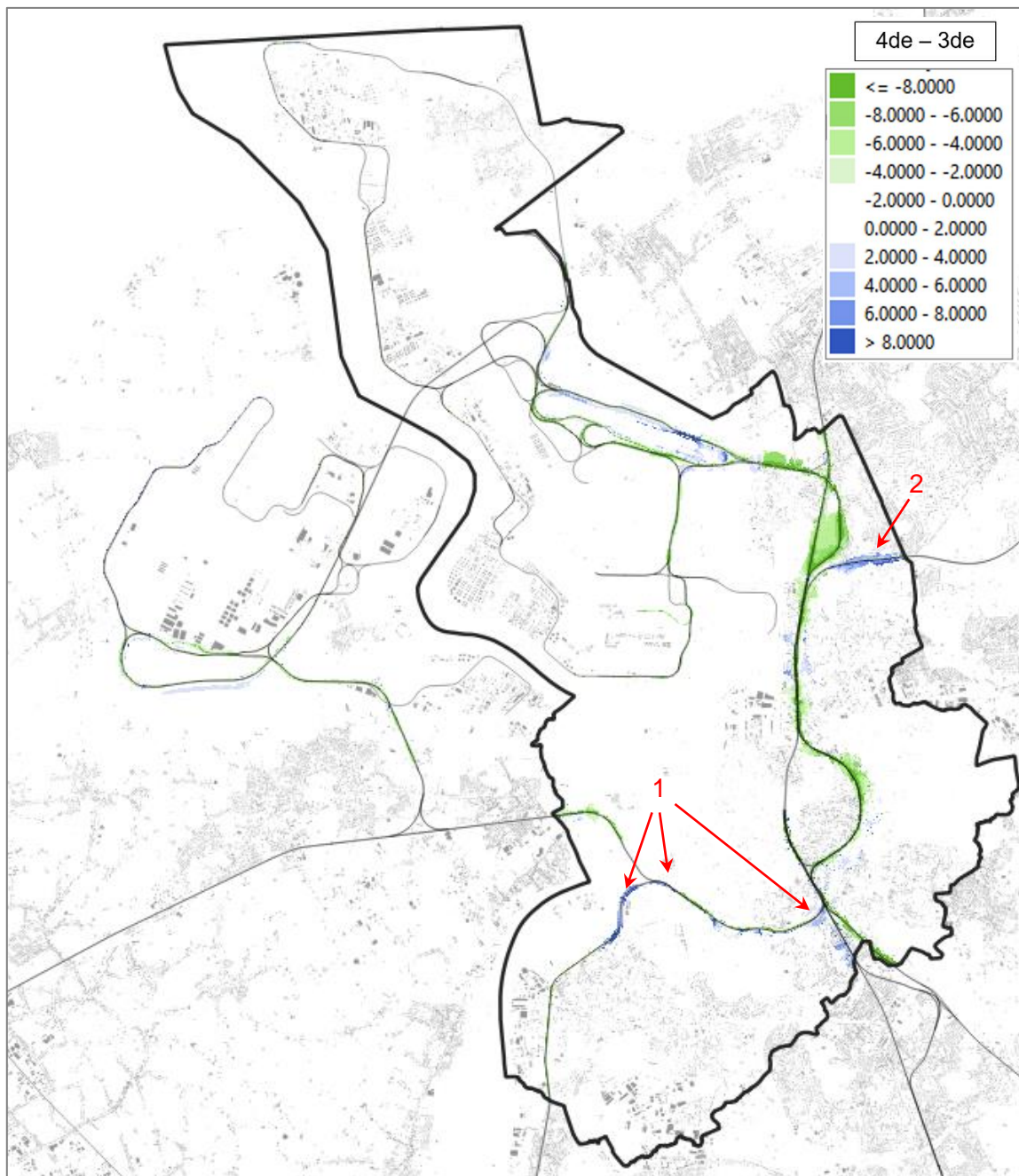
### 5.1.4.1. LDEN



Figuur 28: Geluidsk kaart spoorverkeer - Lden



### 5.1.4.2. VERSCHIL 3<sup>DE</sup> RONDE



Figuur 29: Verschilkaart ronde 4 en 3 - spoorverkeer - Lden

Nabij de treinsporen zien we over het algemeen een verlaging van het geluidsniveau tov ronde 3. Deze reductie wordt grotendeels veroorzaakt doordat een groter aandeel goederenwagons nu voldoet aan de strenge geluidsnormen volgens Europese Verordening nr. 1304/2014. In ronde 3 was minder dan 40% van alle goederenwagons op lijn L27 ter hoogte van Luchtbal (drukste punt van het Vlaamse spoornetwerk) geluidsarm (retrofit of nieuw); nu is dat 100%.

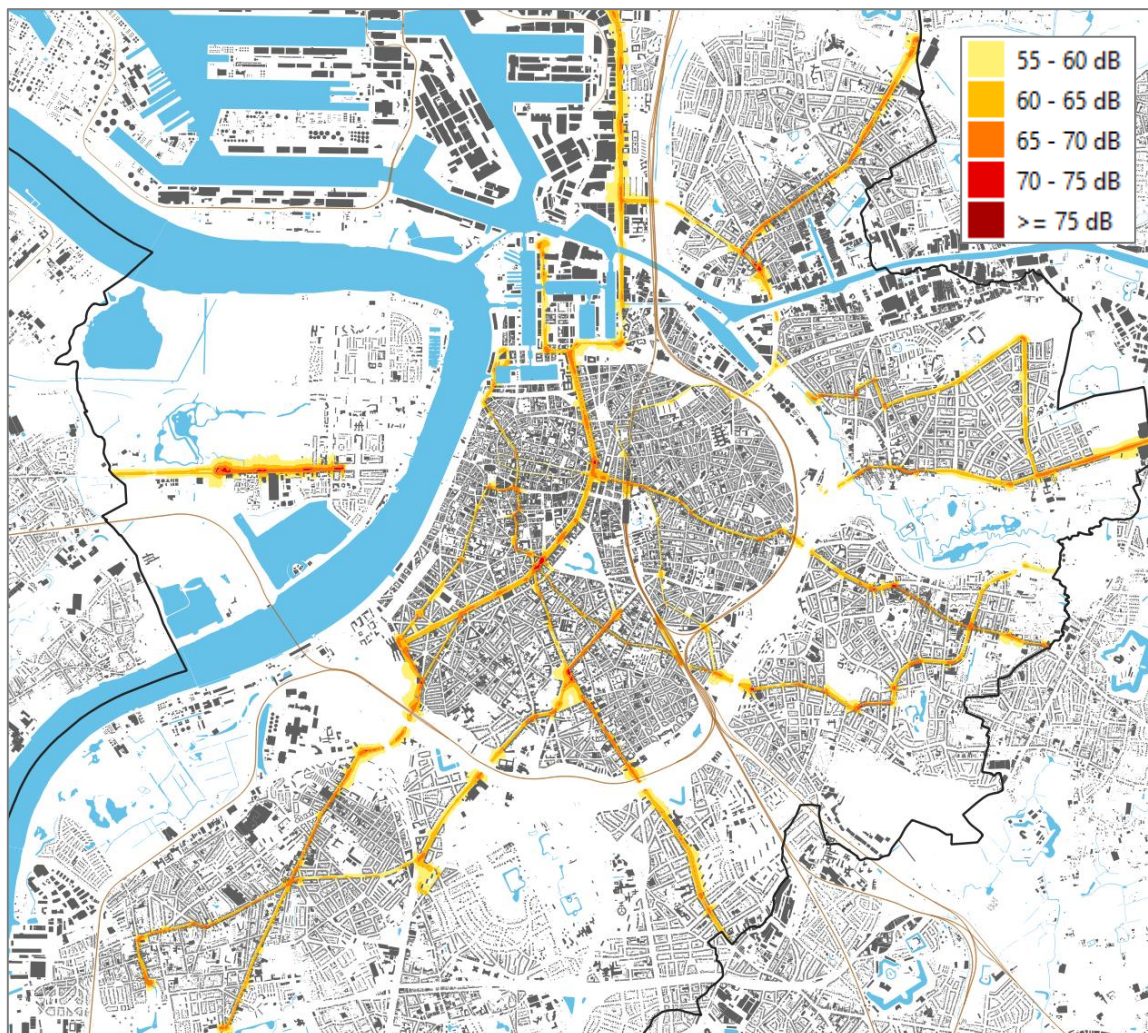
Het aandeel stille reizigerswagons is eveneens toegenomen (van ongeveer 47% in ronde 3 naar ongeveer 61% in ronde 4). Ook zijn van enkele spoorlijnen de railpads (dempend materiaal aan de sporen) vervangen door nieuwe exemplaren die ongeveer 3dB geluidsreductie opleveren, afhankelijk van het treintype dat erover rijdt.

Op de kaart worden ook enkele zones aangeduid waarop hieronder iets dieper wordt ingegaan.

Zone	Oorzaak van verschil tussen ronde 3 en 4
1	In ronde 3 werd geen rekening gehouden met de boogstraal van de spoorlijn. In ronde 4 wordt een toeslag toegewezen aan sporen met een boogstraal kleiner dan 500m. Hierdoor zien we toenames van de geluidsniveaus in de zones met kleinere boogstraal.
2	De spoorlijn richting Nederland geeft een toename aan tov ronde 3. De reden hiervoor zijn hogere intensiteiten tov ronde 3.

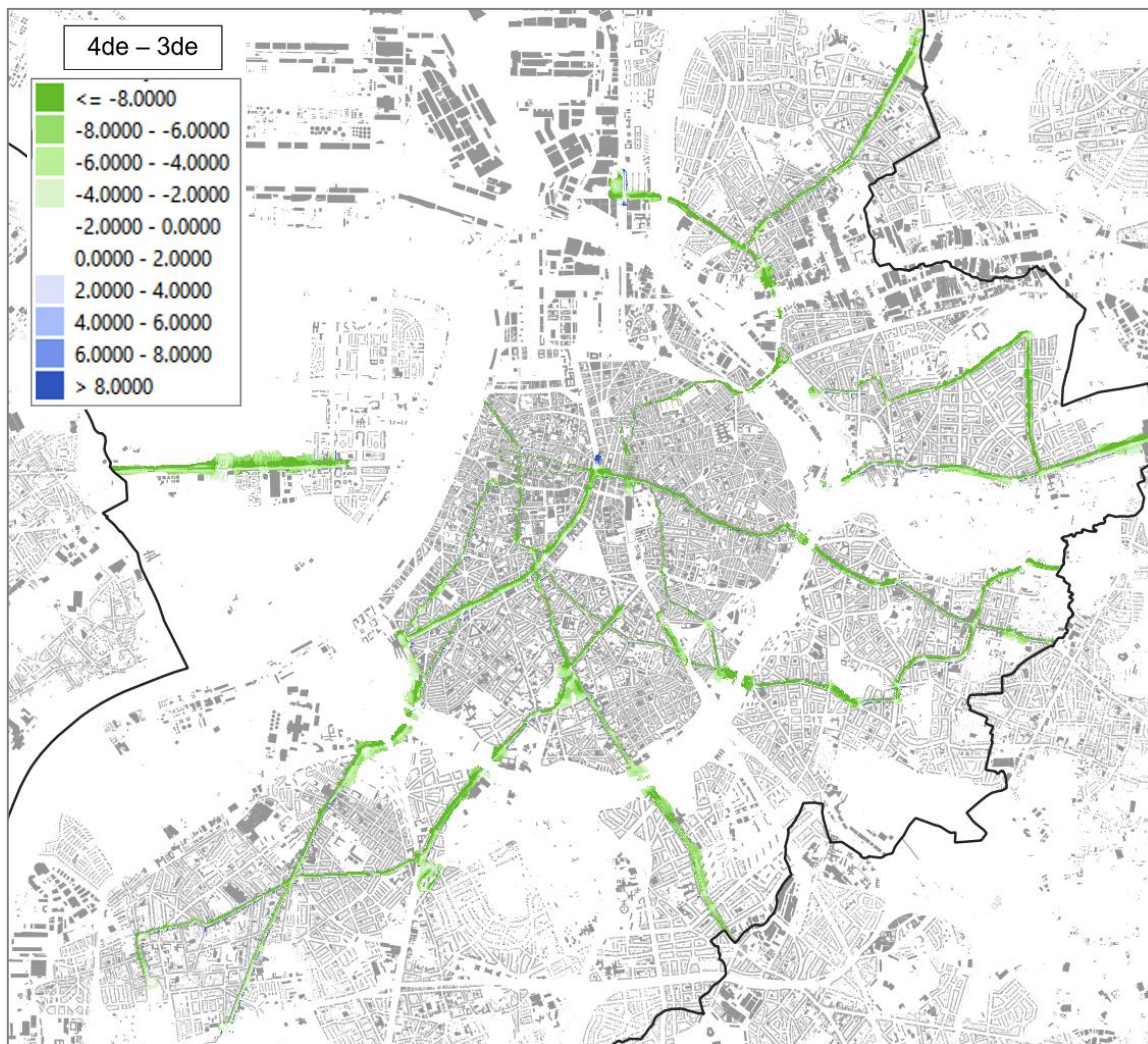
## 5.1.5. Tram

### 5.1.5.1. LDEN



Figuur 30: Geluidskaat tramverkeer - Lden

### 5.1.5.2. VERSCHIL 3<sup>DE</sup> RONDE



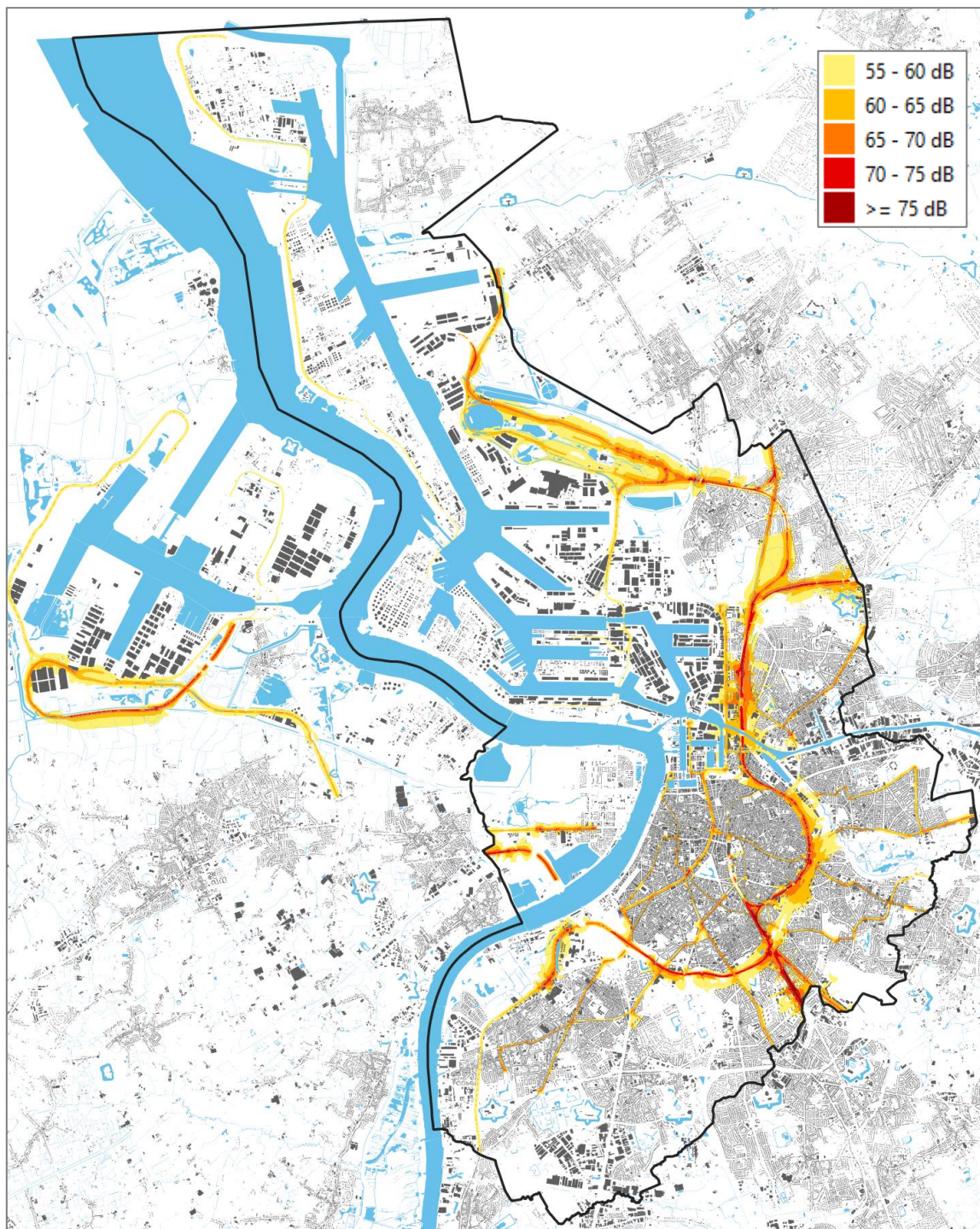
Figuur 31: Verschilkaart ronde 4 en 3 - tramverkeer - Lden

De geluidsniveaus van het tramverkeer zijn voor ronde 4 lager dan deze berekend in ronde 3. Een enkele reden kan hiervoor niet gegeven worden aangezien de berekeningsmethodes voor beide rondes erg van mekaar verschillen.

In ronde 3 werd gerekend met de SRM rekenmethode terwijl nu de CNOSSOS rekenmethode wordt toegepast. In de SRM methodiek hoorde dit nog bij het wegverkeer en werden de bronvermogens bepaald op basis van Nederlandse stellen meer dan 20 jaren geleden. Nochtans werd in ronde 3 al gebruik gemaakt van een verschillend aantal draaistellen voor de verschillende tramtypes (PC, enkel of gekoppeld, Hermelijn en Albatros). In ronde 4 wordt CnoSSOS gehanteerd waarbij trams onder spoor wordt geklasseerd. De gegevens werden bepaald bij het opstellen van de regionale geluidskaat. Voor verschillen, veronderstellingen en aannames wordt dan ook verwezen naar het rapport hier rond van de Vlaamse Overheid.

## 5.1.6. Spoor en Tram

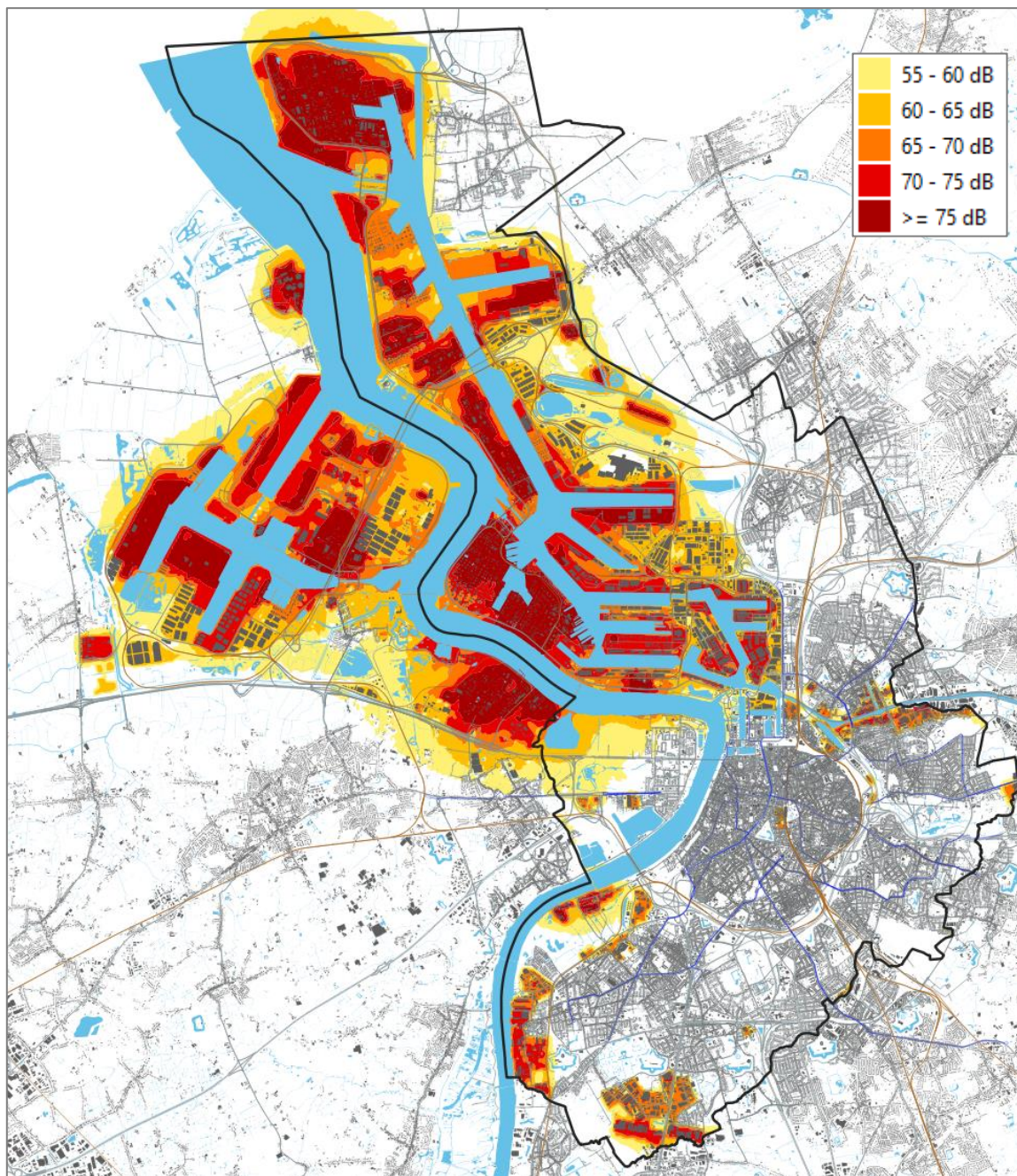
### 5.1.6.1. LDEN



Figuur 32: Geluidkaart spoor- en tramverkeer - Lden

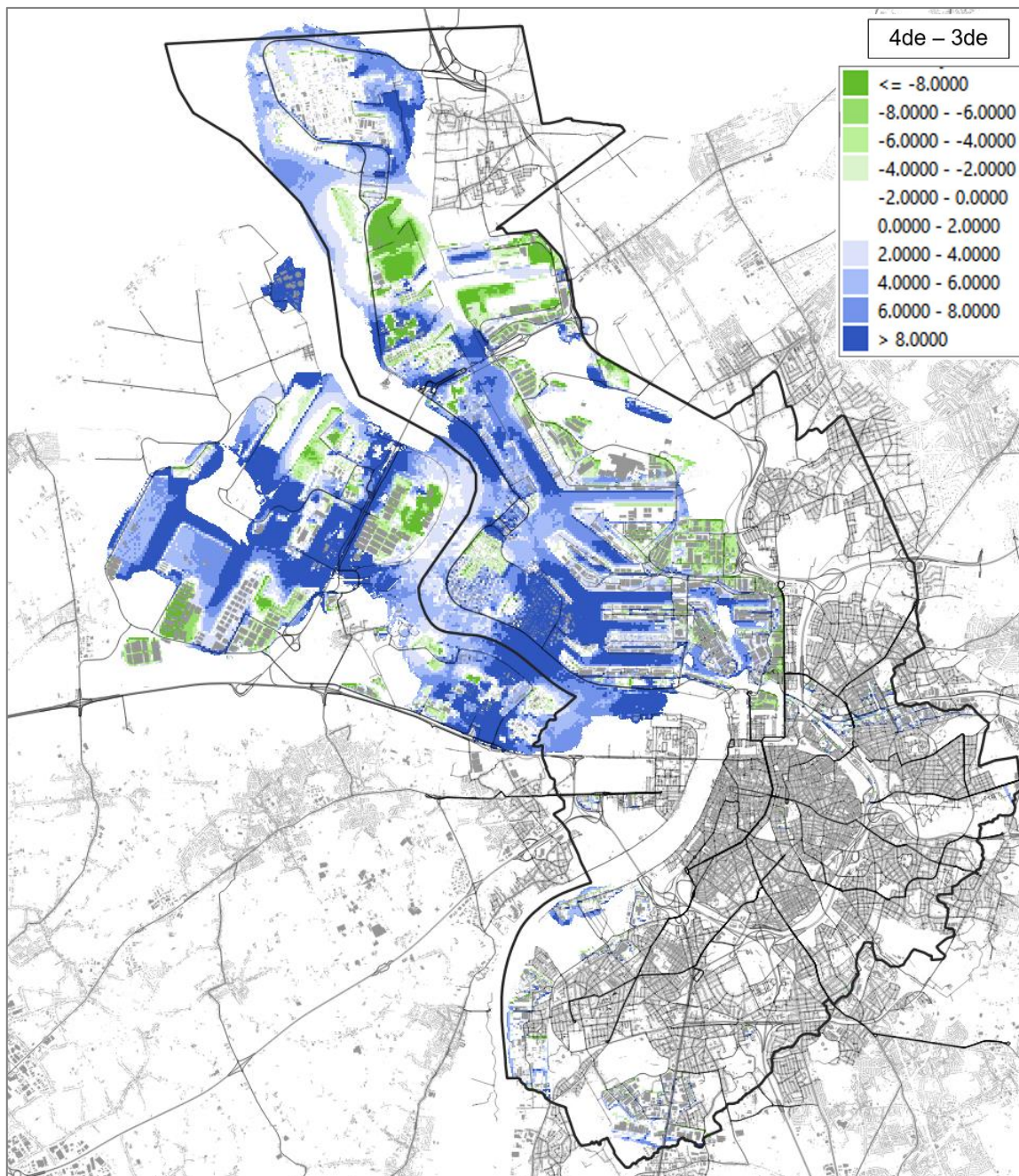
## 5.1.7. Industrie

### 5.1.7.1. LDEN



Figuur 33: Geluidkaart industrie - Lden

### 5.1.7.2. VERSCHIL 3<sup>DE</sup> RONDE



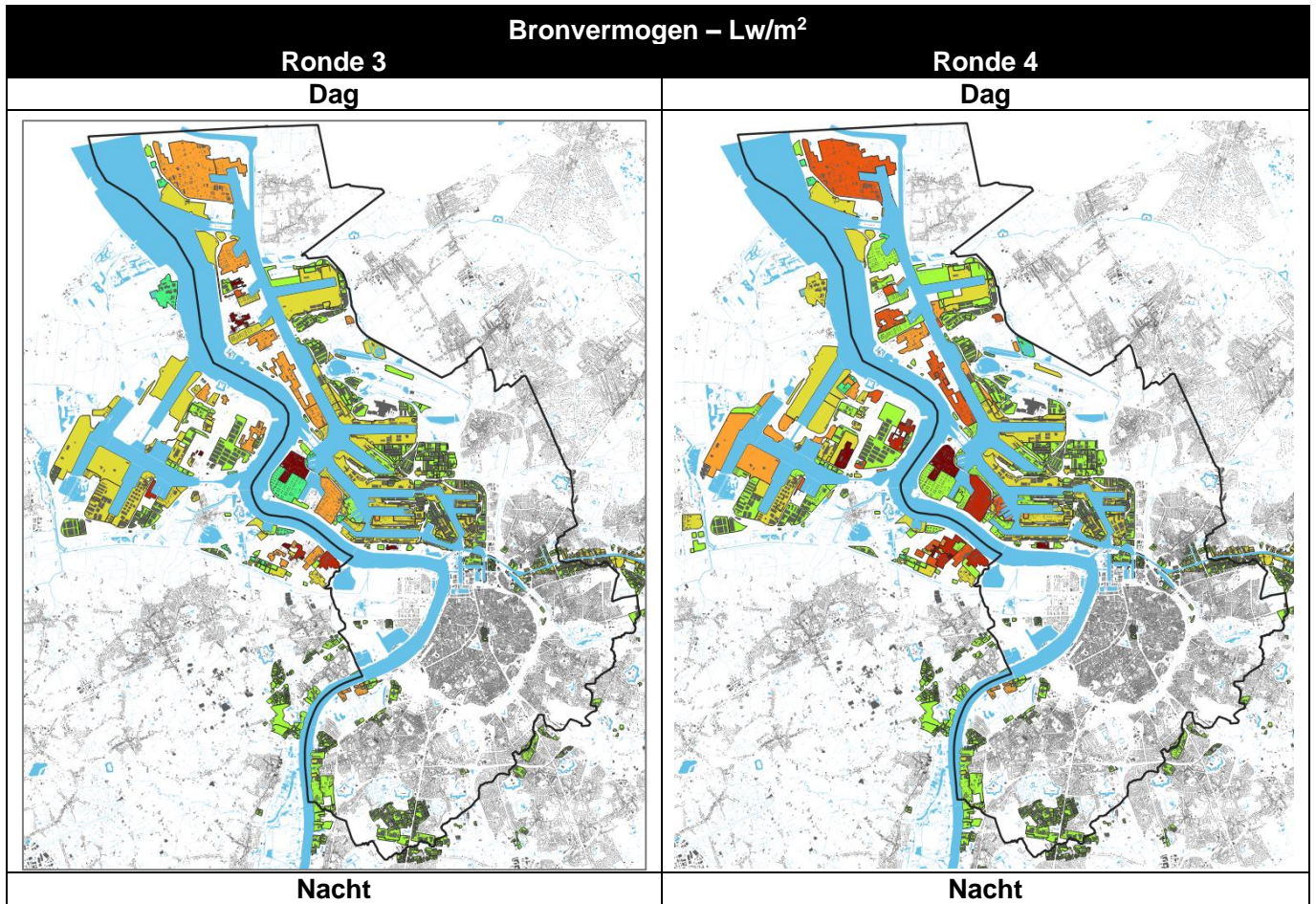
Figuur 34: Verschilkaart ronde 4 en 3 - industrie - Lden

De verschillen tussen ronde 3 en 4 worden enerzijds veroorzaakt door aangepaste bronvermogens en anderzijds door de nieuwe overdrachtsberekening in CNOSSOS. Dat laatste valt vooral op door significante toenames op wateroppervlakken. Dat heeft ongetwijfeld te maken met de hantering van minder absorberende absorptiefactoren: in ronde 3 kwamen immers zones met:

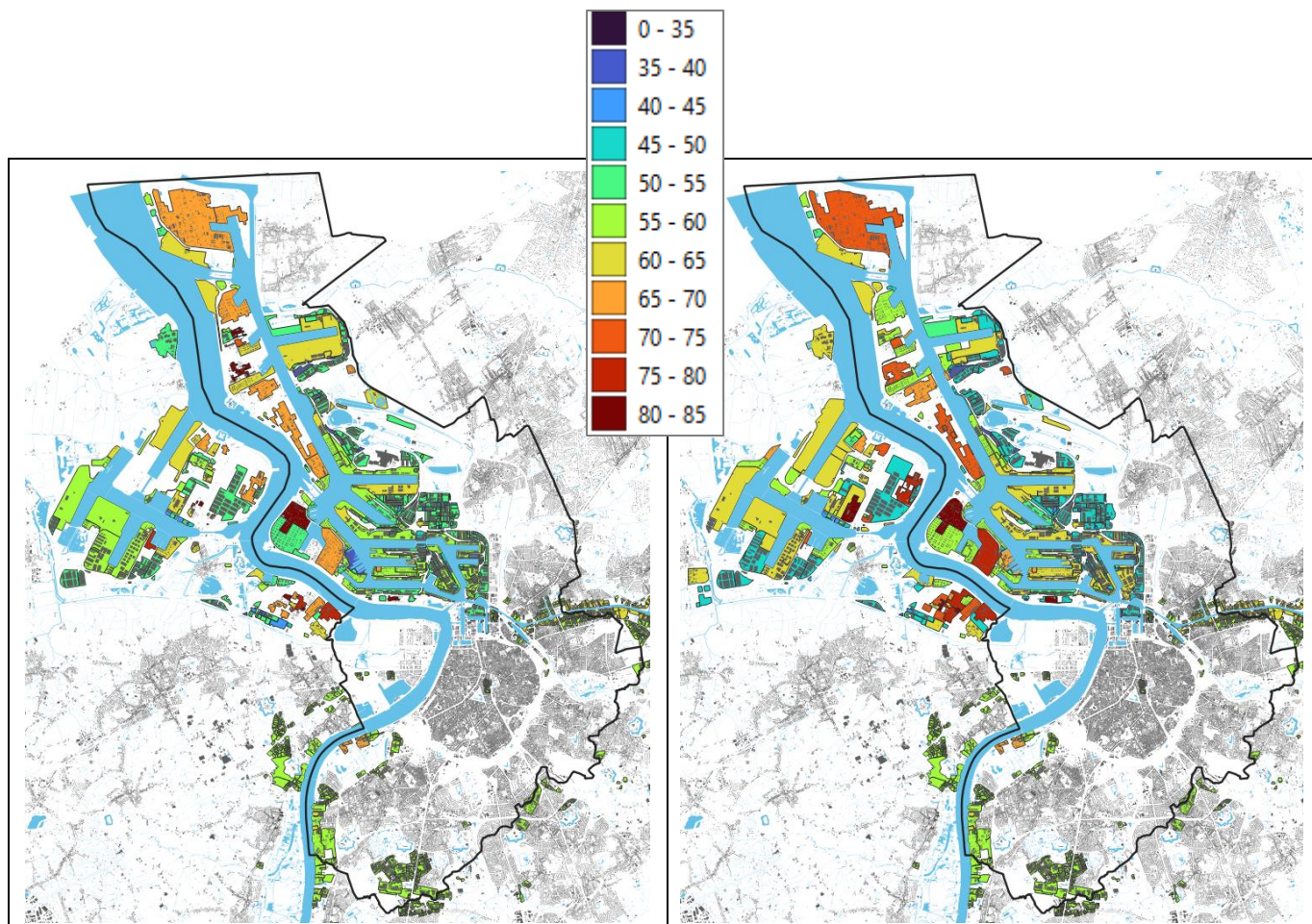
- 0,0 (nu) overeen met 0,2
- 0,3 (nu) overeen met 0,5

Voor de industrie rondom de stad zijn de bronvermogens onveranderd tov ronde 3. Hier zijn de verschillen dus hoofdzakelijk te wijten aan de nieuwe overdracht-berekening.

Voor de industrie in de haven zijn de verschillen groter omdat hier de bronvermogens zijn aangepast. In onderstaande tabel zijn de verschillen gevisualiseerd voor de dag en nacht periode.



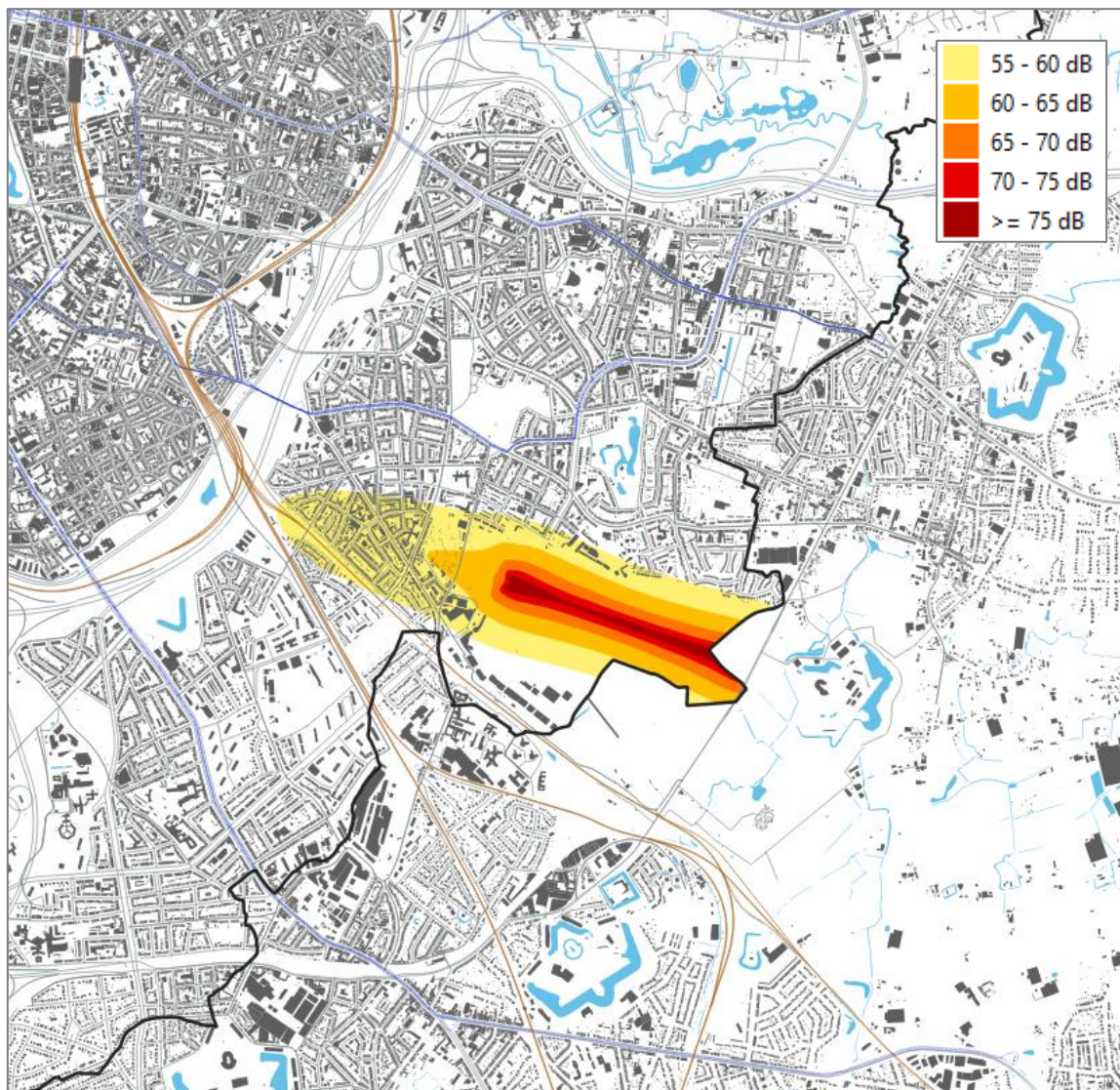




Tabel 13: Vergelijking bronvermogens industrie voor ronde 3 en 4

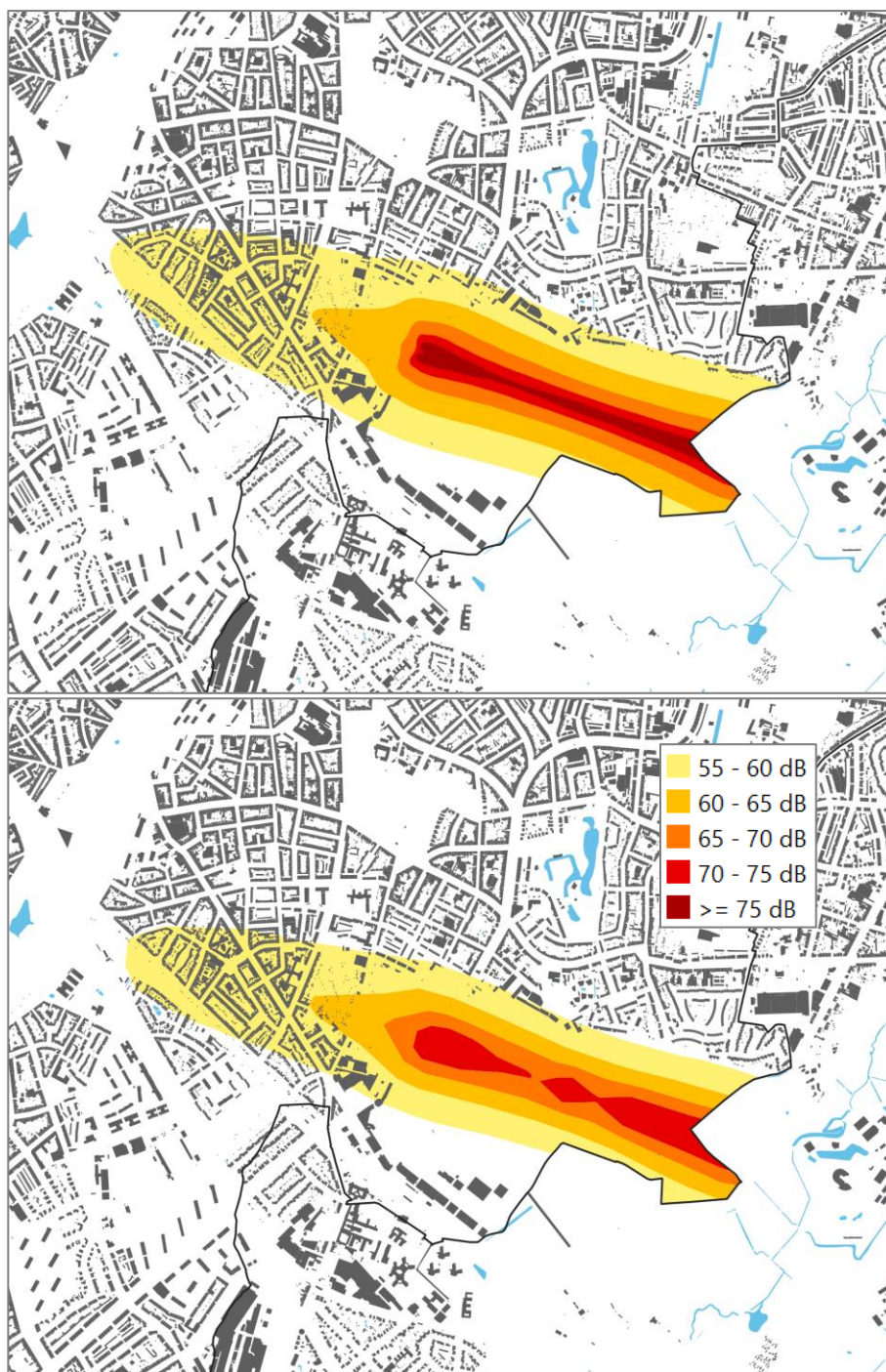
## 5.1.8. Luchtverkeer

### 5.1.8.1. LDEN



Figuur 35: Geluidskaat luchtverkeer - Lden

### 5.1.8.2. VERGELIJKING 3<sup>DE</sup> RONDE

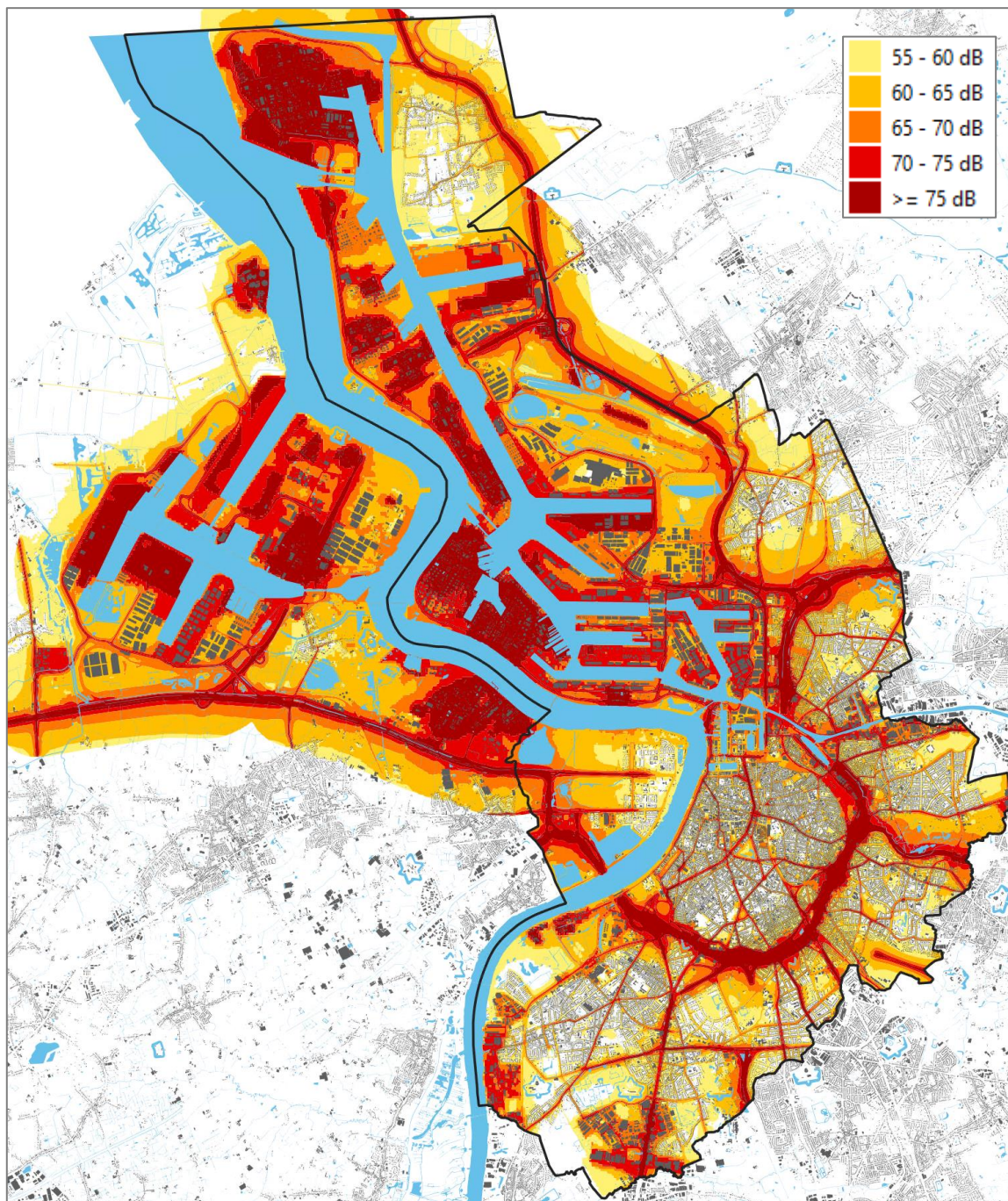


Figuur 36: Geluidkaart luchtverkeer – Lden - 2021 boven / 2016 onder

Merk op dat de contour van 55 dB bijna identiek is in 2016 als in 2021. Op de startbaan zelf is er vanwege de discretisatie van de berekeningen en voorstelling een visuele impact.

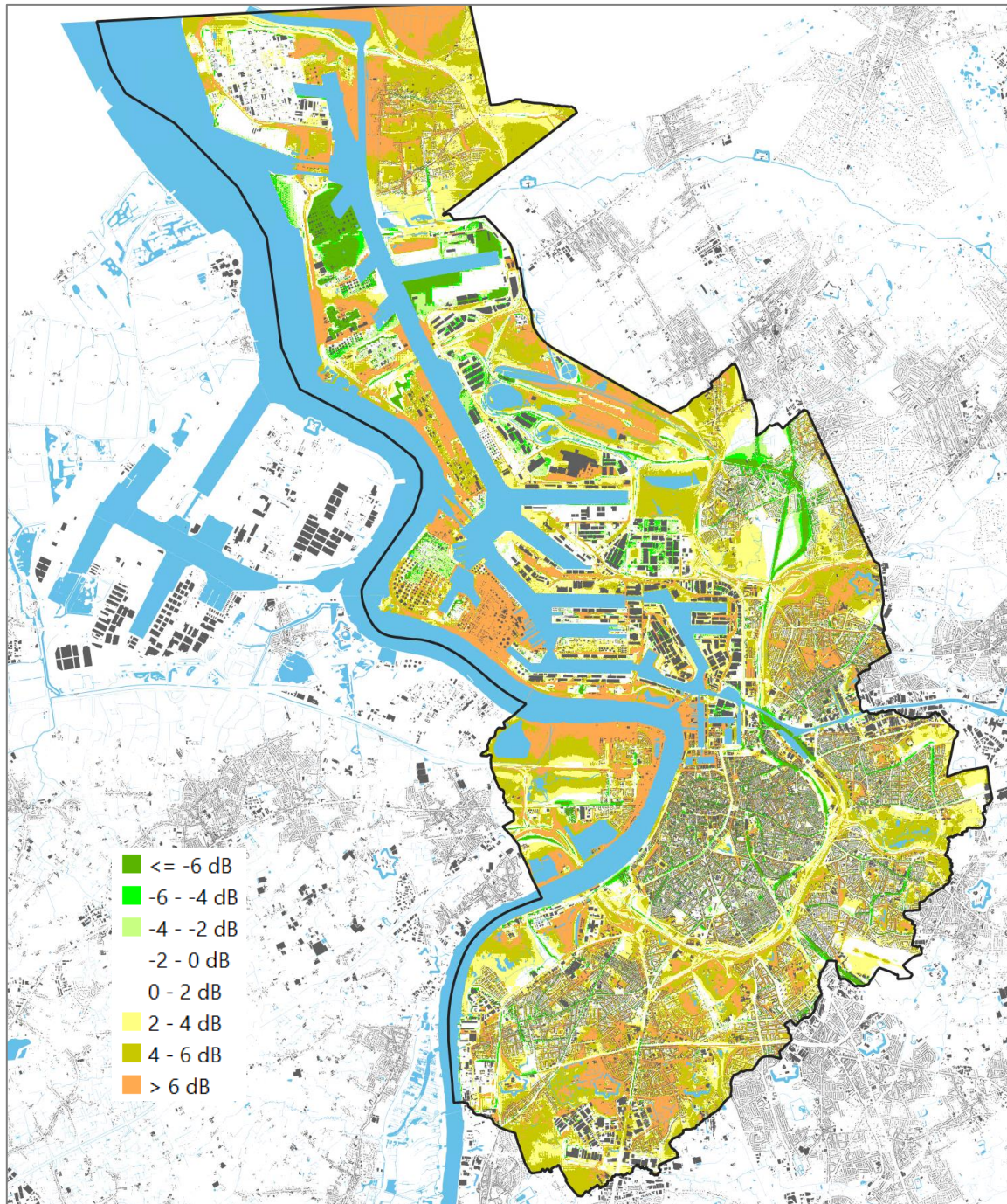
## 5.1.9. Cumulatieve geluidskaart

### 5.1.9.1. LDEN



Figuur 37: Geluidskaart cumulatief - Lden

### 5.1.9.2. VERSCHIL 3<sup>DE</sup> RONDE



Figuur 38: Verschilkaart ronde 4 en 3 - cumulatief - Lden

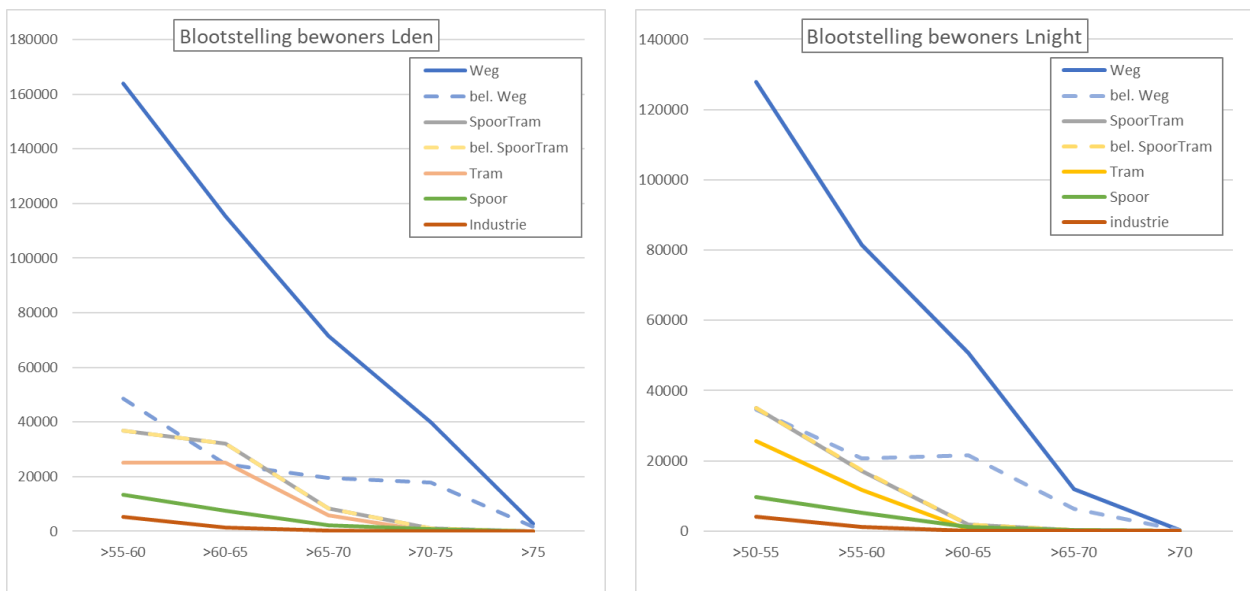
## 5.2. Blootstelling Stad

### 5.2.1. Inwoners

Voor de agglomeratie Antwerpen werden 536 058 inwoners in een zone van 204.4km<sup>2</sup> in rekening gebracht.

De tellingen van het aantal inwoners per geluidsklasse gebeurt volgens de methode beschreven in §3.5.1. Van het aantal inwoners wordt eveneens vastgesteld hoeveel inwoners in een woning met een stille gevel wonen. Een stille gevel wordt gezien als een gevel, waarvoor geldt dat de geluidsbelasting 20 dB lager is dan de hoogst belaste gevel.

De blootstellingsgegevens voor het aantal inwoners per geluidsbron en geluidsklasse worden hieronder samengevat weergegeven voor Lden en Lnacht.



Figuur 39: Blootstellingsgegevens voor Stad Antwerpen referentiejaar 2021

Agglo Antwerpen		Lden 2021 [dB(A)]					Lnacht 2021 [dB(A)]				
Cat.	bron	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75	>50-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70
# inwoners	Weg	163996	115453	71447	39923	2694	127851	81461	50691	11988	392
	bel. Wegen	48523	24470	19589	17897	1600	34569	20724	21655	6264	276
	Spoor	13274	7512	2365	831	22	9719	5282	1295	266	0
	bel. Spoor	13274	7512	2365	831	22	9719	5282	1295	266	0
	Tram	25135	25092	5956	124	0	25706	11737	623	0	0
	SpoorTram	36828	32180	8491	978	22	35158	17247	1880	260	0
	bel. SpoorTram	36828	32180	8491	978	22	35158	17247	1880	260	0
	Industrie	5276	1478	406	4	0	4038	1257	115	4	0
	Luchthaven	4374	1	0	0	0	0	0	0	0	0
# inwoners met stille gevel	Weg	1415	4343	15095	15252	689	2775	9000	16691	3373	219
	bel. Wegen	430	946	4522	6418	412	703	2380	6870	1775	160
	Spoor	452	840	448	335	8	383	991	285	129	0
	bel. Spoor	452	840	448	335	8	383	991	285	129	0
	Tram	16536	19104	4723	83	0	19009	9368	471	0	0
	SpoorTram	13440	17496	5086	396	8	16458	9800	684	130	0
	bel. SpoorTram	13440	17496	5086	396	8	16458	9800	684	130	0
	Industrie	339	76	21	0	0	342	73	4	0	0
# woon-eenheden	Weg	65059	47631	29781	16962	1238	52245	33657	21256	5433	172
	bel. Wegen	20035	10313	8683	8042	731	14469	9050	9569	2901	104
	Spoor	5492	3022	891	340	7	4122	2018	517	83	0
	bel. Spoor	5492	3022	891	340	7	4122	2018	517	83	0
	Tram	11245	10114	2516	45	0	11004	4686	255	0	0
	SpoorTram	16144	12995	3459	390	7	15060	6797	743	82	0
	bel. SpoorTram	16144	12995	3459	390	7	15060	6797	743	82	0
	Industrie	2229	569	134	1	0	1691	456	35	1	0
	Luchthaven	1777	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 14: Blootstellingsgegevens volgens CNOSSOS voor Stad Antwerpen referentiejaar 2021

Onderstaande tabel heeft voor elke geluidsbron het percentage inwoners weer dat aan elke geluidsklasse is blootgesteld.

Percentage van het aantal inwoners in de agglomeratie Antwerpen dat blootgesteld wordt aan de geluidsklassen										
Agglo Antwerpen	Lden 2021 [dB(A)]					Lnacht 2021 [dB(A)]				
	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75	>50-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70
<b>Weg</b>	31%	22%	13%	7%	1%	24%	15%	9%	2%	0%
<b>bel. Wegen</b>	9%	5%	4%	3%	0%	6%	4%	4%	1%	0%
<b>Spoor</b>	2%	1%	0%	0%	0%	2%	1%	0%	0%	0%
<b>bel. Spoor</b>	2%	1%	0%	0%	0%	2%	1%	0%	0%	0%
<b>tram</b>	5%	5%	1%	0%	0%	5%	2%	0%	0%	0%
<b>SpoorTram</b>	7%	6%	2%	0%	0%	7%	3%	0%	0%	0%
<b>bel. SpoorTram</b>	7%	6%	2%	0%	0%	7%	3%	0%	0%	0%
<b>Industrie</b>	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
<b>Luchthaven</b>	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabel 15: Percentage van het aantal inwoners dat blootgesteld wordt aan de geluidsklassen (Lden/Lnight)

Alternatief wordt hieronder ook aangegeven welk percentage van het aantal inwoners in de agglomeratie Antwerpen wordt blootgesteld aan de grenswaarden.

Percentage van het aantal inwoners dat blootgesteld wordt aan grenswaarde										
Agglo Antwerpen	Lden 2021 [dB(A)]					Lnacht 2021 [dB(A)]				
	>55	>60	>65	>70	>75	>50	>55	>60	>65	>70
<b>Weg</b>	73%	43%	21%	8%	1%	51%	27%	12%	2%	0%
<b>bel. Wegen</b>	21%	12%	7%	4%	0%	16%	9%	5%	1%	0%
<b>Spoor</b>	4%	2%	1%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%
<b>bel. Spoor</b>	4%	2%	1%	0%	0%	3%	1%	0%	0%	0%
<b>tram</b>	11%	6%	1%	0%	0%	7%	2%	0%	0%	0%
<b>SpoorTram</b>	15%	8%	2%	0%	0%	10%	4%	0%	0%	0%
<b>bel. SpoorTram</b>	15%	8%	2%	0%	0%	10%	4%	0%	0%	0%
<b>Industrie</b>	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
<b>Luchthaven</b>	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

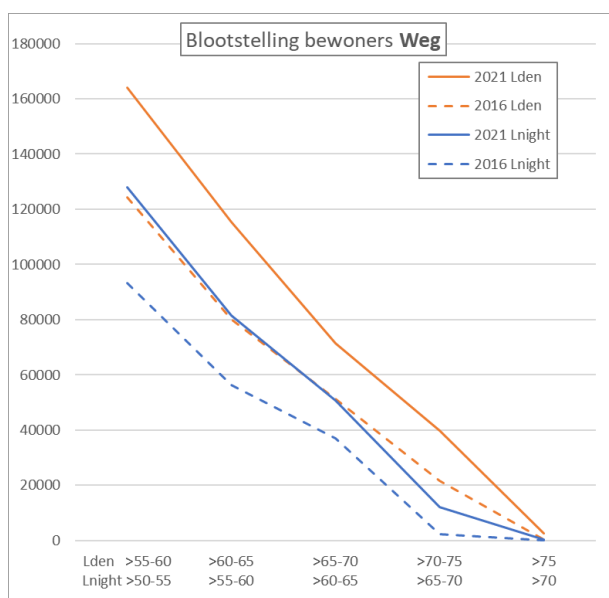
Tabel 16: Percentage van het aantal inwoners dat blootgesteld wordt aan grenswaarde (Lden/Lnight)



## 5.2.2. Vergelijking met 3<sup>de</sup> ronde

Een vergelijking van het aantal blootgestelden tov ronde 3 wordt hieronder gegeven. Zoals toegelicht in §3.5.1 verschilt de methode om het aantal blootgestelden te bepalen tussen ronde 3 en 4, wat deels de verschillen in het aantal blootgestelden verklaart

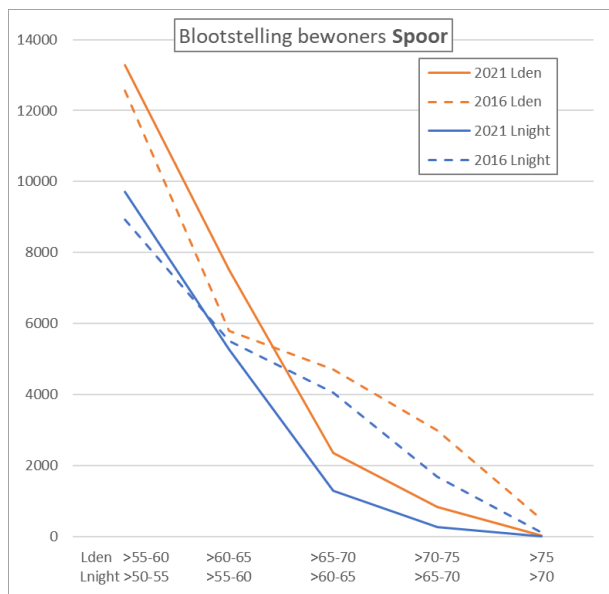
### 5.2.2.1. WEG



Figuur 40: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 - wegverkeer

Voor wegverkeer is het aantal blootgestelden in alle geluidsklassen, met uitzondering van de hoogste geluidsklasse, toegenomen tov ronde 3. Dit verschil is vooral te wijten aan de nieuwe CNOSSOS-rekenmethode.

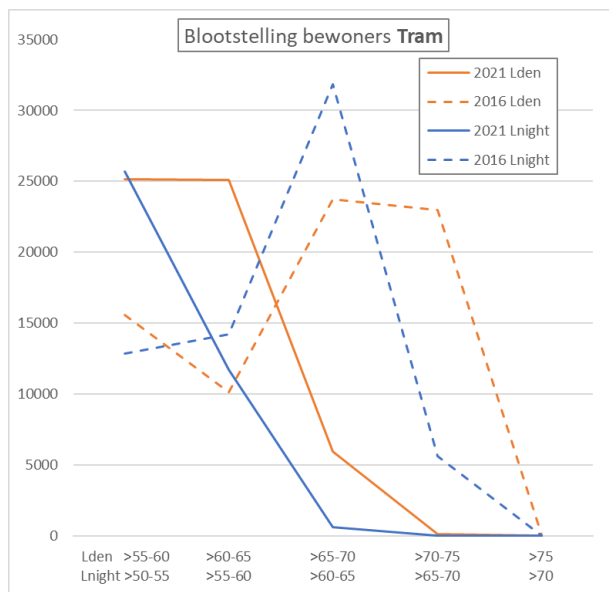
### 5.2.2.2. SPOOR



Figuur 41: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 – spoorverkeer

Voor het spoorweglawaai is er een verschuiving van het aantal blootgestelden zichtbaar naar lagere geluidsklassen. Blootgestelden die in ronde 3 nog in klasse Lden [65-70[ of [70-75[ vielen, zijn opgeschoven naar lagere geluidsklassen. Dit is vooral het gevolg van de invoering van geluidsarme wagons en het aanbrengen van railpads (dempend materiaal aan de sporen) (§ 5.1.4.2).

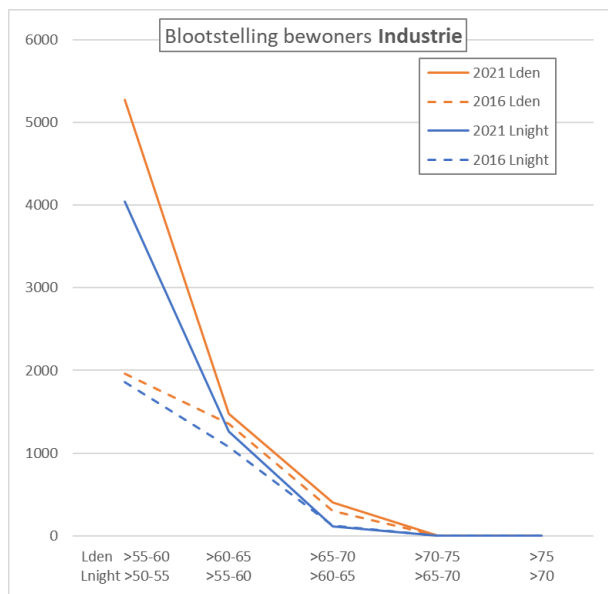
### 5.2.2.3. TRAM



Figuur 42: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 – tramverkeer

Voor het tramverkeer zijn de blootgestelden opgeschoven naar lagere geluidsklassen tov ronde 3. De rasterberekeningen voor ronde 4 hebben aangetoond dat over het algemeen lagere geluidsniveaus zijn berekend dan in ronde 3. Een verklaring hiervoor wordt gegeven in §5.1.5.2.

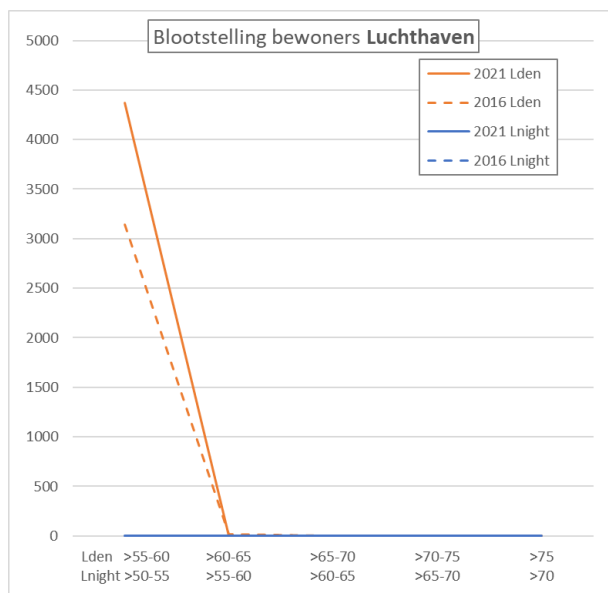
### 5.2.2.4. INDUSTRIE



Figuur 43: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 – industrie

Voor industrie zien we een toename van het aantal blootgestelden in de laagste geluidsklasse terwijl in de overige geluidsklassen het aantal blootgestelden gelijkaardig gebleven is. Dit heeft te maken met de aangepaste kengetallen en de lagere bodemabsorptie (§ 5.1.7.2)

### 5.2.2.5. LUCHTVERKEER



Figuur 44: Vergelijking blootstelling ronde 3 en 4 - luchtverkeer

Net als in de derde ronde zien we enkel blootgestelden in de laagste geluidsklasse. In ronde 4 is een lichte verhoging van het aantal zichtbaar tov ronde 3. Nochtans is er in de ligging van de Lden 55 dB contour in beide referentie jaren niet veel verschil. Het is wel zo dat die contour grenst aan een dichte residentiële bebouwing en een kleine verschuiving toch nog wat meer mensen kan beïnvloeden. Dit heeft te maken met de rekenmethode CNOSSOS en ook met aangepaste intensiteiten vliegbewegingen (§ 5.1.8.2)

### 5.2.3. Gevoelige gebouwen

Naast het tellen van het aantal inwoners worden ook tellingen gegeven van het totale aantal gevoelige gebouwen (2094) samengesteld uit het aantal gebouwen voor zorginstellingen (464), het aantal schoolgebouwen (963) en de gebouwen voor kinderdagverblijven (667) binnen een bepaalde geluidscontour.

Agglo Antwerpen		Lden 2021 [dB(A)]					Lnacht 2021 [dB(A)]				
Cat.	Bron	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75	>50-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70
# gevoelige gebouwen	Weg	632	367	197	34	6	463	242	71	15	3
	bel. Wegen	207	128	91	21	4	178	117	37	11	2
	Spoor	42	17	8	10	0	21	14	12	1	0
	bel. Spoor	42	17	8	10	0	21	14	12	1	0
	Tram	82	32	2	0	0	52	3	0	0	0
	SpoorTram	122	51	9	10	0	76	17	12	1	0
	bel. SpoorTram	122	51	9	10	0	76	17	12	1	0
	Industrie	21	10	8	1	0	15	10	6	0	0
	Luchthaven	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# Scholen	Weg	317	185	89	17	5	239	108	35	7	3
	bel. Wegen	92	70	41	9	3	91	54	14	5	2
	Spoor	21	9	6	0	0	12	9	2	0	0
	bel. Spoor	21	9	6	0	0	12	9	2	0	0
	Tram	40	12	1	0	0	22	2	0	0	0
	SpoorTram	63	21	7	0	0	37	10	2	0	0
	bel. SpoorTram	63	21	7	0	0	37	10	2	0	0
	Industrie	15	8	8	1	0	10	8	6	0	0
	Luchthaven	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# Zorginstellingen	Weg	133	67	40	6	0	87	52	11	3	0
	bel. Wegen	48	27	18	5	0	32	28	8	3	0
	Spoor	8	1	1	0	0	1	2	0	0	0
	bel. Spoor	8	1	1	0	0	1	2	0	0	0
	Tram	14	5	0	0	0	10	0	0	0	0
	SpoorTram	22	7	0	0	0	11	2	0	0	0
	bel. SpoorTram	22	7	0	0	0	11	2	0	0	0
	Industrie	4	1	0	0	0	3	1	0	0	0
	Luchthaven	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# Kinderdagverblijven	Weg	182	115	68	11	1	137	82	25	5	0
	bel. Wegen	67	31	32	7	1	55	35	15	3	0
	Spoor	13	7	1	10	0	8	3	10	1	0
	bel. Spoor	13	7	1	10	0	8	3	10	1	0
	Tram	28	15	1	0	0	20	1	0	0	0
	SpoorTram	37	24	2	10	0	28	5	10	1	0
	bel. SpoorTram	37	24	2	10	0	28	5	10	1	0
	Industrie	2	1	0	0	0	2	1	0	0	0
	Luchthaven	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 17: Aantal gevoelige gebouwen dat binnen een bepaalde contour valt

Agglo Antwerpen		Lden 2021 [dB(A)]					Lnacht 2021 [dB(A)]				
Cat.	Bron	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75	>50-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70
# gevoelige gebouwen	Weg	30.2%	17.5%	9.4%	1.6%	0.3%	22.1%	11.6%	3.4%	0.7%	0.1%
	bel. Wegen	9.9%	6.1%	4.3%	1.0%	0.2%	8.5%	5.6%	1.8%	0.5%	0.1%
	Spoor	2.0%	0.8%	0.4%	0.5%	0.0%	1.0%	0.7%	0.6%	0.0%	0.0%
	bel. Spoor	2.0%	0.8%	0.4%	0.5%	0.0%	1.0%	0.7%	0.6%	0.0%	0.0%
	Tram	3.9%	1.5%	0.1%	0.0%	0.0%	2.5%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
	SpoorTram	5.8%	2.4%	0.4%	0.5%	0.0%	3.6%	0.8%	0.6%	0.0%	0.0%
	bel. SpoorTram	5.8%	2.4%	0.4%	0.5%	0.0%	3.6%	0.8%	0.6%	0.0%	0.0%
	Industrie	1.0%	0.5%	0.4%	0.0%	0.0%	0.7%	0.5%	0.3%	0.0%	0.0%
	Luchthaven	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
# Scholen	Weg	32.9%	19.2%	9.2%	1.8%	0.5%	24.8%	11.2%	3.6%	0.7%	0.3%
	bel. Wegen	9.6%	7.3%	4.3%	0.9%	0.3%	9.4%	5.6%	1.5%	0.5%	0.2%
	Spoor	2.2%	0.9%	0.6%	0.0%	0.0%	1.2%	0.9%	0.2%	0.0%	0.0%
	bel. Spoor	2.2%	0.9%	0.6%	0.0%	0.0%	1.2%	0.9%	0.2%	0.0%	0.0%
	Tram	4.2%	1.2%	0.1%	0.0%	0.0%	2.3%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%
	SpoorTram	6.5%	2.2%	0.7%	0.0%	0.0%	3.8%	1.0%	0.2%	0.0%	0.0%
	bel. SpoorTram	6.5%	2.2%	0.7%	0.0%	0.0%	3.8%	1.0%	0.2%	0.0%	0.0%
	Industrie	1.6%	0.8%	0.8%	0.1%	0.0%	1.0%	0.8%	0.6%	0.0%	0.0%
	Luchthaven	1.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
# Zorginstellingen	Weg	28.7%	14.4%	8.6%	1.3%	0.0%	18.8%	11.2%	2.4%	0.6%	0.0%
	bel. Wegen	10.3%	5.8%	3.9%	1.1%	0.0%	6.9%	6.0%	1.7%	0.6%	0.0%
	Spoor	1.7%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
	bel. Spoor	1.7%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
	Tram	3.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	SpoorTram	4.7%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
	bel. SpoorTram	4.7%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
	Industrie	0.9%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%
	Luchthaven	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
# Kinderdagverblijven	Weg	27.3%	17.2%	10.2%	1.6%	0.1%	20.5%	12.3%	3.7%	0.7%	0.0%
	bel. Wegen	10.0%	4.6%	4.8%	1.0%	0.1%	8.2%	5.2%	2.2%	0.4%	0.0%
	Spoor	1.9%	1.0%	0.1%	1.5%	0.0%	1.2%	0.4%	1.5%	0.1%	0.0%
	bel. Spoor	1.9%	1.0%	0.1%	1.5%	0.0%	1.2%	0.4%	1.5%	0.1%	0.0%
	Tram	4.2%	2.2%	0.1%	0.0%	0.0%	3.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
	SpoorTram	5.5%	3.6%	0.3%	1.5%	0.0%	4.2%	0.7%	1.5%	0.1%	0.0%
	bel. SpoorTram	5.5%	3.6%	0.3%	1.5%	0.0%	4.2%	0.7%	1.5%	0.1%	0.0%
	Industrie	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
	Luchthaven	1.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Tabel 18: Percentage gevoelige gebouwen dat binnen een bepaalde contour valt

## 5.2.4. WGO tellingen

### 5.2.4.1. WEG

Telling volgens §3.5.1

Agglo Antwerpen	Lden 2021 [dB(A)]		Lnight 2021 [dB(A)]		
	Weg	>=53	[53-55[	>=45	[45-50[
# inwoners	438 983	45 470	427 854	155 471	
# Gevoelige Gebouwen	1514	278	1482	688	
# Scholen	760	147	751	359	
# Zorginstellingen	299	53	286	133	
# Kinderdagverblijven	455	78	445	196	

Tabel 19: Aantal blootgesteld boven de WGO gezondheidskundige advieswaarden voor wegverkeer

### 5.2.4.2. SPOOR

Telling volgens §3.5.1

Agglo Antwerpen	Lden 2021 [dB(A)]		Lnight 2021 [dB(A)]		
	Spoor	>=54	[54-55[	>=44	[44-45[
# inwoners	28043	4039	40927	5727	18638
# Gevoelige Gebouwen	85	8	129	25	56
# Scholen	38	2	60	10	27
# Zorginstellingen	10	0	15	6	6
# Kinderdagverblijven	37	6	54	9	23

Tabel 20: Aantal blootgesteld boven de WGO gezondheidskundige advieswaarden voor spoorverkeer

### 5.2.4.3. LUCHTVERKEER

Telling volgens §3.5.1

Agglo Antwerpen	Lden 2021 [dB(A)]			Lnight 2021 [dB(A)]		
	Spoor	>=45	[45-50[	[50-55[	>=40	[40-45[
# inwoners	51259	32299	14585	4236	4236	0
# Gevoelige Gebouwen	263	173	59	28	28	0
# Scholen	109	84	7	18	18	0
# Zorginstellingen	66	46	20	0	0	0
# Kinderdagverblijven	88	43	32	10	10	0

Tabel 21: Aantal blootgesteld boven de WGO gezondheidskundige advieswaarden voor luchtverkeer

## 5.3. Andere opgeleverde onderdelen

Naast de geluidskarten en de blootstellingsgegevens werden ook de volgende onderdelen overgemaakt aan de opdrachtgever.

### 1) Resultaatbestanden voor wegverkeer, spoorverkeer en industrie

Aard	Onderdeel	Parameters	Formaat
Geluidsraster	10mx10m raster	Lden, Lnight, Lday & Leve	TIF Raster
Gevelbelastings kaarten obv de berekende gevelpunten	Gebouwenlaag	Lden, Lnight, Lday & Leve - Meest blootgestelde gevel (dB) - Minst blootgestelde gevel (dB) - Aantal inwoners van het gebouw - Aantal wooneenheden van het gebouw	SHP (HAUS) Polygonen
	Gevelpunten	Lden, Lnight, Lday & Leve - GebouwID om te identificeren bij welk gebouw het gevelpunt hoort	SHP (FAS_PKT) Punten

2) **IMMI project bestand** (.IPR) en **resultaatbestanden** (.IRD (rasters) en .IRE (gevelpunten))

3) **IMMI bestanden** om het model te kunnen opmaken volgens §4.8 (.SHP)