

Gezondheidseffecten door omgevingsgeluid in de gemeentelijke agglomeratie Enschede, Hengelo en Almelo

November 2023

M.N. (Myrthe) Frissen
D.H.J. (Rik) van de Weerd

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding
 - 1.1 Aanleiding
 - 1.2 Doelstelling
 - 1.3 Afbakening
 - 1.4 Leeswijzer
2. Methodes
 - 2.1 Aanwezigheid van omgevingsgeluid
 - 2.1.1 Berekeningen
 - 2.1.2 Vragenlijsten
 - 2.2 Impact op volksgezondheid
 - 2.2.1 Gezondheidseffecten
 - 2.2.2 Disability Adjusted Life Years (DALYs)
 - 2.2.3 Gezondheidsmonitor
 - 2.3 Rekenmethodiek
 - 2.3.1 Rekenmethodiek voor gemodelleerde data
 - 2.3.2 Rekenmethodiek voor vragenlijst data
3. Resultaten
 - 3.1 Overzicht geluidbelasting
 - 3.1.1 Aandeel verschillende geluidsbronnen
 - 3.1.2 Aanwezigheid hotspots
 - 3.2 Overzicht gezondheidseffecten in DALYs
 - 3.2.1 Ernstige hinder
 - 3.2.2 Ernstige slaapverstoring
 - 3.2.3 Hartziekte
 - 3.2.4 Overige gezondheidseffecten
 - 3.3 Uitkomsten Gezondheidsmonitor
 - 3.3.1 Algemene uitkomsten
 - 3.3.2 Gezondheidsuitkomsten
4. Discussie
 - 4.1 Vergelijking met eerdere analyses
 - 4.2 Verschillen in Europese en Nederlandse methodiek
 - 4.3 Beperkingen huidige rapport en analyses
 - 4.3.1 Onderschatting van de gezondheidseffecten
 - 4.3.2 Mate van betrouwbaarheid modellering en DALYs
 - 4.3.3 Effecten van een plandrempel
 - 4.4 Aanbevelingen
 - 4.4.1 Bronmaatregelen
 - 4.4.2 Plandrempel
 - 4.4.3 Positief geluid en stille zones
 - 4.4.4 L_{night}
 - 4.4.5 Toekomstige ontwikkelingen
5. Literatuur
6. Bijlagen
 - 6.1 Vragen Gezondheidsmonitor
 - 6.2 Geluidbelastingskaarten gemeente Almelo
 - 6.2.1 Overzicht gemeente

- 6.2.2 Overzicht centrum
- 6.2.3 Nachtelijke geluidbelasting
- 6.2.4 Geluidbelasting door railverkeer
- 6.2.5 Overzicht hotspots
- 6.3 Geluidbelastingskaarten gemeente Enschede
 - 6.3.1 Overzicht gemeente
 - 6.3.2 Overzicht centrum
 - 6.3.3 Nachtelijke geluidbelasting
 - 6.3.4 Geluidbelasting door railverkeer
 - 6.3.5 Overzicht hotspots
- 6.4 Geluidbelastingskaarten gemeente Hengelo
 - 6.4.1 Overzicht gemeente
 - 6.4.2 Overzicht centrum
 - 6.4.3 Nachtelijke geluidbelasting
 - 6.4.4 Geluidbelasting door railverkeer
 - 6.4.5 Overzicht hotspots
- 6.5 Overzicht hinder per geluidbron
- 6.6 Trend in hinder per geluidbron
- 6.7 Ernstige hinder per geluidbron

PUBLIEKSSAMENVATTING

Mensen horen de hele dag door verschillende geluiden. Sommige geluiden zijn prettig, andere geluiden minder prettig. Wanneer geluiden te hard of niet prettig zijn, kan het horen hiervan leiden tot gezondheidsproblemen.

Nederlandse gemeenten groter dan 100.000 inwoners maken iedere vijf jaar een plan om harde en onprettige geluiden te verminderen. De GGD heeft voor de gemeenten Almelo, Enschede en Hengelo een overzicht gemaakt van de gezondheidsklachten van inwoners door geluiden uit de omgeving.

Uit het overzicht blijkt dat er meer geluid aanwezig is van wegverkeer dan van treinverkeer. Uit vragenlijsten blijkt ook dat inwoners de meeste hinder ervaren van geluid van buren, brommers en scooters, en wegverkeer. Vooral in het centrum en langs de grote wegen is er veel geluid van wegverkeer. De GGD heeft berekend wat het effect is van geluid op de gezondheid van inwoners. Inwoners met veel geluid op de gevel van hun woning lopen een hoger risico op hinder, slaapverstoring en hartziekte.

De GGD adviseert om het geluid door wegverkeer te verminderen. Dit kan op verschillende manieren. Het meest effectief is om minder of langzamer rijdend verkeer toe te laten. Ook kan geluid worden tegengehouden, bijvoorbeeld met geluidsschermen. Het isoleren van woningen voor geluid helpt ook, maar alleen voor de bewoners van die woning. Hoe minder geluid er is voor inwoners, hoe minder gezondheidsproblemen zij hierdoor zullen ervaren.

Het verminderen van verkeer heeft behalve minder geluid nog meer voordelen, zoals minder luchtvervuiling. Het inrichten van stille gebieden kan ook helpen voor inwoners om te herstellen van het horen van veel geluid.

De GGD kan de gemeenten adviseren bij vragen over de uitvoering van dit advies.

Rapport in het kort: de belangrijkste punten

- Omgevingsgeluid heeft invloed op de gezondheid van mensen
- In grote gemeenten is er veel omgevingsgeluid door wegverkeer
- Mensen ervaren de meeste hinder door geluid van buren, scooters en brommers, en wegverkeer
- Het is belangrijk om omgevingsgeluid te verminderen om het risico op hinder, slaapverstoring en hartziekte te verlagen
- Een belangrijke stap hiervoor is het verminderen van wegverkeer en/of het verminderen van lawaai door wegverkeer
- Minder wegverkeer zorgt ook voor een betere luchtkwaliteit

RAPPORT SAMENVATTING

Omgevingsgeluid is van invloed op de volksgezondheid. Geluid afkomstig van bijvoorbeeld weg- en railverkeer draagt bij aan hinder, slaapverstoring, hartziekte en andere gezondheidsklachten.

De Europese richtlijn omgevingslawaai stelt grote gemeenten verplicht om iedere 5 jaar een geluidbelastingkaart en actieplan geluid op te stellen ter inventarisatie en aanpak van omgevingsgeluid. De GGD heeft de aanwezigheid van omgevingsgeluid voor de agglomeratie Almelo, Enschede en Hengelo gerelateerd aan de gezondheidseffecten voor de inwoners van de drie gemeenten en de hieruit volgende maatschappelijke kosten.

Ter bescherming van de gezondheid hanteert de GGD gezondheidkundige richtwaarden van 50 dB L_{den} en 40 dB L_{night} op de hoogst belaste gevel van woningen. Het streven is om met maatregelen hier zo dichtbij mogelijk in de buurt te komen.

Uit de geluidbelastingkaart blijkt dat de geluidbelasting op de gevels van woningen in het centrum, de ring en uitvalswegen door de aanwezigheid van drukke wegen verhoogd is tot boven de 63 dB. Veel woningen hebben een gevelbelasting die (ver) boven de gezondheidkundige richtwaarden van de GGD liggen. De gekozen plandrempel van 63 dB leidt tot een geringe reductie van de ziektelast door blootstelling aan omgevingsgeluid. Uit de GGD Gezondheidsmonitor 2022 blijkt dat inwoners naast hinder door wegverkeer de meeste hinder door scooters en brommers en geluid van burens ervaren. In de gemeentelijke agglomeratie Almelo, Enschede en Hengelo heeft geluid door railverkeer maar een klein aandeel ten opzichte van geluid door wegverkeer.

Waar geluidniveaus zich boven de gezondheidkundige richtwaarden bevinden hebben bronmaatregelen de voorkeur boven overdrachtsmaatregelen. Bronmaatregelen, zoals het beperken van de aanwezigheid van verkeer, leiden namelijk tot minder geluidemissies en daarmee minder blootstelling voor veel inwoners. Ontvangermaatregelen zoals gevelisolatie kunnen worden genomen ter aanvulling op bron- of overdrachtsmaatregelen, of wanneer beide niet mogelijk zijn. Deze ontvangermaatregelen verlagen de blootstelling aan geluid voor enkel de bewoners van de geïsoleerde woning. Bronmaatregelen hebben een aantal voordelen. Allereerst hebben ze meer impact op het terugdringen van de ziektelast door omgevingsgeluid vergeleken met overdrachts- of ontvangermaatregelen. Daarnaast bieden bronmaatregelen koppelkansen met bijvoorbeeld beleid op luchtkwaliteit, omdat een reductie van verkeer naast omgevingsgeluid ook luchtvervuiling terugdringt. Ook is de kosten-baten analyse van bronbeleid gunstiger, omdat één interventie de blootstelling verlaagt bij een grote groep mensen. Tot slot draagt bronbeleid het meest bij aan de toekomstbestendigheid van de leefomgeving, waarbij een zo groot mogelijke reductie van emissies ten bate komt van ruimtelijke ontwikkelplannen.

Naast maatregelen gericht op het terugdringen van totale geluidniveaus kunnen ook andere maatregelen worden getroffen, zoals het zorgen voor de aanwezigheid en toegankelijkheid van gebieden met een hoge akoestische kwaliteit ('stille' gebieden).

De GGD is bereid om de gemeenten met maatwerk te ondersteunen bij specifieke vragen op het gebied van ruimtelijke ordening, geluid en gezondheid.

BEGRIPPENLIJST

Blootstelling - respons relaties	Dit zijn curves om het aantal te verwachte aangedane mensen bij een bepaalde mate van blootstelling aan geluidhinder te kunnen benaderen. Blootstelling-respons relaties worden afgeleid van de gemeten mate van hinder, slaapverstoring en ziekte bij grote groepen mensen. Omdat dit niet voor alle mogelijke gevolgen van geluidhinder voldoende is onderzocht, bestaat er niet voor alle gezondheidsuitkomsten een blootstelling-respons relatie.
Bronmaatregelen	Een maatregel om de akoestische kwaliteit van de omgeving te verbeteren die productie (en daarmee emissie) van geluid beperkt, waardoor het minder of zelfs helemaal niet meer aanwezig is.
Cumulatie	In de praktijk worden mensen blootgesteld aan omgevingsgeluid door meerdere geluidsbronnen tegelijkertijd. Er is dan sprake van “cumulatie” van geluid. Deze gecumuleerde blootstelling heeft een sterker effect op gezondheid dan blootstelling aan een afzonderlijke geluidsbron.
DALY	Disability Adjusted Life Year, het equivalent van het verliezen van 1 jaar aan goede gezondheid. Dit kan zowel door het verliezen van levensduur door vroegtijdig overlijden (YLL) als het verliezen van levenskwaliteit door ziekte (YLD). Levenskwaliteit wordt gemeten door een weegfactor (DW) te vermenigvuldigen met de duur van de aandoening in jaren (of de levensduurverkorting in jaren in het geval van sterfte). De totale DALY van een milieufactor kan worden berekend door de levensduurverkorting door sterfte op te tellen met het verlies van levenskwaliteit door ziektelast ($DALY = YLL + YLD$).
dB	Het geluiddrukkniveau (“volume”) wordt uitgedrukt in decibellen (dB). Het aantal dB, hoe hard een geluid klinkt, wordt grotendeels bepaald door de amplitude van de geluidsgolf (de maximale geluidsdruk). Het menselijk gehoor is niet voor alle frequenties van geluid even gevoelig. Bij een gelijke geluidssterkte worden frequenties in het gebied van 1000-5000 Hertz beter waargenomen dan voor frequenties van 20-1000 Hertz of 5000-20.000 Hertz. Hierom wordt bij de beoordeling van de geluidbelasting een weging (de A-weging) toegepast om de totale geluidbelasting van meerdere frequenties in één getal weer te geven.
DW	Disability Weight, een weegfactor voor de berekening van DALYs. Deze factor gaat van 0 (volledige gezondheid) tot 1 (overlijden of een gezondheidstoestand gelijkstaand aan overlijden). Een ziekte die afdoet aan levenskwaliteit wordt uitgedrukt in DALYs door de DW te vermenigvuldigen met de duur van de aandoening in jaren (of de levensduurverkorting in jaren in het geval van sterfte).
Hotspot	Een locatie in de gemeente waarbij voor een cluster aan woningen de geluidbelasting op de gevel op basis van geluidemissies door weg- en/of railverkeer boven de plandrempel ligt.
Ischemische hartziekte	Hartziekte veroorzaakt door te weinig zuurstof toevoer aan de hartspier, bijvoorbeeld door aderverkalking (atherosclerose) of afwijkingen aan de hartvaten (coronair arteriën).

L _{den}	Jaargemiddelde geluidniveau op de gevel op basis van equivalente (energetisch gemiddelde) geluidniveaus gedurende de dag (d ay; 07.00-19.00), avond (e vening; 19.00-23.00) en nacht (n ight; 23.00-07.00). Er wordt een straffactor van 5 dB en 10 dB bij respectievelijk de geluidniveaus van de avond en nacht opgeteld omdat blootstelling aan geluid tussen 19.00-07.00 als hinderlijker wordt ervaren vergeleken met overdag.
L _{night}	Jaargemiddelde geluidniveau op de gevel gedurende de nacht (23.00-07.00). De L _{night} waarde is inclusief een straffactor van 10 dB omdat blootstelling aan geluid in de nacht als hinderlijker wordt ervaren vergeleken met overdag.
Normopvulling	In de regel gaat gebiedsontwikkeling gepaard met een intensiever gebruik van de leefomgeving. Om de kwaliteit van de leefomgeving te beschermen zijn er wettelijke normen gesteld aan bijvoorbeeld geluidbelasting van een gebied. Deze wettelijke grenswaarden liggen echter ver boven de gezondheidskundige richtwaarden. Bij normopvulling wordt de beschikbare wettelijke ruimte tussen deze twee waardes opgevuld met de uitvoering van ruimtelijke plannen.
Ontvanger- maatregelen	Een maatregel om de effecten van blootstelling aan omgevingsgeluid te verminderen door het binnenmilieu voor geluid te isoleren.
RMG	Reken- en meetvoorschrift geluid – de wettelijke bepaling van de rekenregels voor geluidhinder, waarin ook de SRMII is opgenomen.
SRMII	Standaard rekenmethode II – een rekenmethode die in Nederland standaard wordt gebruikt voor onderzoek naar geluid in het kader van ruimtelijke plannen.
Overdrachts- maatregelen	Een maatregel om de akoestische kwaliteit van de omgeving te verbeteren door de overdracht van geluid tussen bron en ontvanger te dempen.
YLD	Years of healthy life Lost due to Disability, het aantal jaren dat iemand leeft met ziekte vermenigvuldigd met de DW en de incidentie van de aandoening.
YLL	Years of Life Lost due to mortality, het aantal jaren dat iemand eerder overlijdt wegens een bepaalde aandoening of ziekte.

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Blootstelling aan omgevingsgeluid heeft invloed op de volksgezondheid. Afhankelijk van de akoestische kwaliteit van de leefomgeving kan geluid de gezondheid schaden of juist ten goede komen. Om deze reden worden gemeenten met meer dan 100.000 inwoners geacht om vijfjaarlijks een actieplan omgevingsgeluid op te stellen (Kenniscentrum InfoMil – Geluidsbelastingkaart opstellen).

Dit rapport dient als actualisatie van de stand van zaken omtrent omgevingsgeluid en gezondheid in de gemeentelijke agglomeratie Almelo, Enschede en Hengelo, en is een vervolg op een eerder rapport (De Wolf & van de Weerd, 2017).

1.2 Doelstelling

Het voornaamste doel van dit rapport is om de gemeenten Almelo, Enschede en Hengelo in te lichten over de te verwachten impact op de gezondheid van hun inwoners door blootstelling aan omgevingsgeluid van weg- en treinverkeer.

Allereerst presenteert het rapport de stand van zaken wat betreft aanwezigheid van omgevingsgeluid van weg- en railverkeer via de geluidbelastingkaarten. Daarna is de impact van de blootstelling aan geluid van weg- en railverkeer op de gezondheid van inwoners berekend.

Aanvullend is er een focus aangebracht op locaties met een hogere dichtheid aan woningen die een gemodelleerde geluidbelasting van 63 dB (de plandrempel) of hoger op de gevel hebben. Deze “hotspots” (zie begrippenlijst) zijn interessant omdat geluid reducerende maatregelen op deze plekken naar verwachting relatief veel impact zullen hebben op de akoestische kwaliteit ter plaatse.

Ook kunnen de geluidbelastingkaarten in dit rapport inzicht geven in de locaties van stille gebieden zodat bij toekomstige binnenstedelijke projecten rekening gehouden kan worden met geluidbeleid om normopvulling te voorkomen.

Tot slot is het doel van dit rapport om bij te dragen aan de voorlichting van inwoners over gezondheidseffecten van omgevingsgeluid zodat geïnformeerde inspraak over de actieplannen kan worden gehouden.

1.3 Afbakening

Wanneer in dit rapport wordt gesproken van omgevingsgeluid, dan wordt daarmee het totaal aan geluid uit de buitenruimte (leefomgeving) bedoeld die de akoestische situatie ter plaatse bepaalt (Kenniscentrum InfoMil - Referentieniveau). Wanneer gemodelleerde geluidniveaus of drempelwaarden van geluid worden genoemd, dan betreft dit waardes zoals op de buitengevel van woningen. Omdat wetenschappelijk onderzoek de blootstelling-respons relaties heeft gevalideerd op situaties zonder eventuele geluidisolatie van gevels houden we buitenwaardes aan, ondanks het feit dat men hinder, slaapverstoring en andere gezondheidseffecten overwegend binnen ervaart.

Onder gezondheidseffecten worden in dit geval alle effecten op gezondheid van inwoners voortkomend vanuit blootstelling aan omgevingsgeluid verstaan.

De opdracht aan de GGD is om de mate van gezondheidsschade door blootstelling aan omgevingsgeluid in de gemeenten Almelo, Enschede en Hengelo te kwantificeren, zowel in ziektelast (DALYs) als kosten. De analyses zijn wat betreft de geluidsbronnen beperkt tot geluid in de buitenruimte veroorzaakt door wegverkeer op gemeentelijke, provinciale en rijkswegen en railverkeer, en wat betreft de locatie beperkt tot panden met een woonfunctie of gecombineerde woonfunctie (bijvoorbeeld winkel en woning). Specifiek wordt geluid veroorzaakt door scooters of brommers, industrie, vliegverkeer, windmolens, burens en evenementen niet meegenomen vanwege een gebrek aan data of te beperkt aandeel in het totale omgevingsgeluid.

Dit rapport ondersteunt het doel “beheersing van geluidemissie en effecten van geluid”(Kenniscentrum InfoMil – Actieplan geluid: Wat staat er in?) van het actieplan geluid door middel van een inventarisatie van geluidbelasting een inschatting van de daaruit volgende effecten op gezondheid.

Het geven van een advies over de te nemen maatregelen en het doorrekenen van de effecten van maatregelen op de verbetering van de volksgezondheid of besparing van zorgkosten (bijvoorbeeld of stil asfalt op een bepaalde locatie leidt tot een reductie in DALYs voor hartziekten) is geen onderdeel van dit rapport.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de methodiek voor het inventariseren en vaststellen van de blootstelling (totale belasting van omgevingsgeluid), de effecten op gezondheid (hinder en ziekte) en de gekozen rekenmethodes om deze twee aan elkaar te verbinden beschreven. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de door de GGD uitgevoerde berekeningen gepresenteerd en verschillende methodes met elkaar vergeleken. In hoofdstuk 4 worden de resultaten geïnterpreteerd en eventuele verschillen in werkwijze of uitkomsten ten opzichte van de eerdere rapporten (2013, 2017) beschouwd. Ook worden aanbevelingen vanuit gezondheidsoogpunt gedaan op het gebied van de hoogte van de plandrempel, het aanpakken van hotspots, de inzet van positief geluid en stille zones en belangrijke toekomstige ontwikkelingen op dit gebied. Waar nodig wordt in de bijlagen gedetailleerdere informatie bijgevoegd ter ondersteuning aan de geschreven tekst.

2. METHODES

2.1 Aanwezigheid van omgevingsgeluid

2.1.1 Berekeningen

De geluidbelasting op de buitengevels van woningen in de gemeenten Enschede, Hengelo en Almelo is voor dit rapport door adviesbureau DAT.Mobility gemodelleerd voor geluid van wegverkeer op gemeentelijke, provinciale en rijkswegen en railverkeer volgens onder andere de RMG-2012/SRMII methode (Dat.mobility, 2022). Het rekenmodel is met twee soorten informatie gevuld: de geluidemissie van de bron en de overdracht van het geluid tot aan de woningen.

Voor de geluidemissie van de bron van wegverkeer is gebruik gemaakt van het Regionaal Verkeers Model Overijssel (RVMO). Hieruit zijn de verkeersintensiteiten (zoals aantal voertuigen per tijdseenheid, rijksnelheden, enzovoorts) van de wegen overgenomen. De SRMII methode vult dit vervolgens aan met overige factoren zoals wegdek eigenschappen. Voor de overdracht van het geluid tot aan de buitengevel van woningen wordt rekening gehouden met bijvoorbeeld type bodem en geluidwerende maatregelen zoals schermen.

Voor railverkeer is vergelijkbare informatie voor treinen en spoorbanen en de omgeving aangeleverd door ProRail.

Voor het gebouwen bestand zijn woningen gerealiseerd tot 1 april 2021 meegenomen in de geluidbelastingkaarten van DAT.Mobility.

Deze modellering heeft geresulteerd in een data bestand met L_{den} en L_{night} waarden in dB op de buitengevels van zelfstandige wooneenheden en panden met een combineerde functie waaronder wonen.¹

2.1.2 Vragenlijsten

Om inzicht te verkrijgen in de gezondheid van inwoners van een gemeente voeren de GGD'en, GGD GHOR Nederland en het RIVM vierjaarlijks² een landelijke steekproef uit waarbij bewoners een vragenlijst invullen over verschillende omgevingsfactoren. Wat betreft de gezondheidseffecten door blootstelling aan omgevingsgeluid is in 2022 voor het laatst een vraag gesteld over mate van hinder per geluidbron aan volwassenen vanaf 18 jaar (zie bijlage 6.1). Deze resultaten zijn een benadering voor de aanwezigheid van omgevingsgeluid, rekening houdend met de niet-akoestische factoren zoals de houding van het individu ten opzichte van de geluidbron, maar geven beperkte informatie over geluidniveaus ter plaatse.³

¹ Onder de Wet milieubeheer (Wm) worden diverse gevoelige bestemming beschermt tegen geluid. Naast woningen of panden met een gecombineerde functie vallen ook kinderdagverblijven, onderwijsgebouwen en zorginstellingen hieronder. Echter zijn de blootstelling-respons relaties gevalideerd voor volwassenen vanaf 20 jaar in wooneenheden. Zodoende zijn de overige gevoelige bestemmingen niet meegenomen in dit rapport.

² Vanwege de grote maatschappelijke veranderingen ten gevolge van COVID-19 heeft er een extra "Corona Gezondheidsmonitor" plaatsgevonden in 2022. Over omgevingsgeluid is er voor deze gemeenten dus data uit 2016, 2020 en 2022 (zie bijlage 6.1). De volgende Gezondheidsmonitor staat gepland voor het najaar van 2024.

³ Ondanks dat het geluidniveau geen onderdeel is van de niet-akoestische factoren blijkt dit wel de belangrijkste voorspeller van hinder te zijn (Slob et al. 2019).

2.2 Impact op volksgezondheid

Om de impact op de gezondheid van de inwoners van de gemeenten door blootstelling aan omgevingsgeluid te kunnen berekenen is er allereerst gekeken naar het aantal blootgestelde inwoners aan verschillende geluidsniveaus, via:

- 1) Het aantal verblijfsobjecten blootgesteld aan een bepaalde mate van omgevingsgeluid (in dB), via een koppeling van de geluidsdata aan de gemeentelijke Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG) geleverd door de provincie Overijssel).
- 2) Het gemiddeld aantal inwoners van 20 jaar of ouder⁴ per verblijfsobject (via de bewonersdichtheid data van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)).

2.2.1 Gezondheidseffecten

Er zijn verschillende effecten⁵ op de gezondheid door blootstelling aan omgevingsgeluid omschreven (zie tabel 1). Naar hinder, slaapverstoring en ischemische hartziekten is het meeste onderzoek gedaan en hiervoor zijn blootstelling-respons relaties afgeleid. Overige effecten waaronder metabole ziekte, stress en leer- en gedragsproblemen zijn aannemelijk, maar vaak is het geluidniveau waarbij dit optreedt nog onduidelijk. Er kan niet worden uitgesloten dat de gezondheidseffecten in tabel 1 de enige gezondheidseffecten zijn die kunnen optreden door blootstelling aan omgevingsgeluid.

2.2.2 Disability Adjusted Life Years (DALYs)

Om een inschatting te kunnen maken van de te verwachten gezondheidseffecten op bevolkingsniveau is in de wetenschappelijke literatuur gezocht naar gevalideerde blootstelling-respons relaties. Deze bestaan voor de gezondheidsuitkomsten (ernstige) hinder; (ernstige) slaapverstoring, en ischemische hartziekten (European Environment Agency (EEA) 2020). Door de mate van blootstelling aan omgevingsgeluid door bijvoorbeeld wegverkeer te vertalen naar de respons (percentage van de omwonende (ernstig) gehinderd, slaapverstoord of ziek) kan het aantal DALYs per gezondheidsuitkomst en het totaal aantal DALYs aan ziektelast in de bevolking worden berekend (zie kader 1).

⁴ Omdat de blootstellings-respons relaties zijn vastgesteld voor volwassenen van 20 jaar en ouder wordt er in dit rapport gerekend met het aantal inwoners ouder dan 20 jaar.

⁵ Tussen individuen kunnen er grote verschillen bestaan in de impact op gezondheid van blootstelling aan hetzelfde geluid. Dit heeft onder andere te maken met niet-akoestische factoren zoals de houding ten opzichte van de geluidsbron en de invloed op en controle over de geluidsemisatie (Slob et al. 2019).

Type gezondheidseffect	Toelichting	Geluidsdrempel op de buitengevel ⁶
Ernstige hinder (HA)	Herhaalde verstoring door geluid met een cognitieve, emotionele en aanpassingsrespons bij het individu. Naast geluidniveau ook afhankelijk van niet-akoestische en individuele factoren zoals houding t.o.v. de geluidsbron en individuele gevoeligheid voor geluid, respectievelijk.	40 dB L _{den}
Ernstige slaapverstoring (HSD)	Bijvoorbeeld verlenging van de inslaaptijd, tussentijds of vervroegd wakker worden, of onrustig slapen, die eventueel ook gevolgen hebben voor de dag. Slaap is fysieke en mentale hersteltijd van de dag. Onderbroken slaap heeft effecten op het suiker metabolisme, honger regulatie, geheugen en functie van de bloedvaten.	40 dB L _{night}
Ischemische hartziekte (IHD)	Via emotionele en/of fysieke stressreacties, maar ook via slaapverstoring, kan geluidblootstelling het risico op hart- en vaatziekten verhogen. Voorbeelden van aandoeningen waarin geluid een rol kan spelen zijn hartinfarcten, beroertes en hoge bloeddruk.	50 dB L _{den} 40 dB L _{night}
Metabole ziekten	Zoals bij hart- en vaatziekten. Voorbeelden van metabole aandoeningen zijn diabetes en overgewicht.	Onduidelijk
Stress (verhoogd cortisol)	Wordt mede bepaald door de houding ten opzichte van de geluidbron	Onduidelijk
Verminderde leerprestaties	Bijvoorbeeld leesachterstanden en gedragsproblemen door lawaai van weg- en vliegverkeer.	Achterstand van 1 maand per 5 dB geluidstoename, drempelwaarde onduidelijk
Gedragsproblemen	Zoals hyperactiviteit en gebrek aan aandacht.	Onduidelijk

Tabel 1 – Enkele gezondheidseffecten door blootstelling aan omgevingsgeluid (naar Slob et al. 2019 en Welkers et al. 2020). Niet voor alle gezondheidseffecten is voldoende onderzoek gedaan om een drempelwaarde te kunnen bepalen. Voor gehoorschade is vooral piekgeluid in plaats van jaargemiddelden van belang, en gehoorschade is dus niet meegenomen in deze tabel. Hinder en slaapverstoring zijn bij een deel van de populatie ook onder de benoemde drempelwaardes te verwachten.

⁶ Het geluidniveau op de gevel van de woning waarboven nadelige gezondheidseffecten te verwachten zijn. Dit kan verschillen met de (vaak hogere) wettelijke normen voor geluid. De GGD gaat bij deze gezondheidkundige richtwaarden tevens uit van de werkelijke geluidsniveaus zonder eventuele juridische correctie. Alle gezondheidkundige richtwaarden betreffen jaargemiddelden en maken onderscheid tussen geluidsniveaus gedurende de dag (L_{den}, etmaal) en de nacht (L_{night}, 23.00-07.00). Gezondheidsklachten door eventueel aanwezige piekgeluiden worden hierin niet meegenomen.

Kader 1: Disability Adjusted Life Years (DALYs)

De DALY methode is ontworpen in de jaren '90 om de impact van ziekte te kunnen uitdrukken in een uniforme maat (World bank, 1993). De hoogte van de DALYs zegt iets over de gezondheid van de bevolking: hoe hoger het getal, hoe groter de ziektelast (het verschil tussen de huidige gezondheidssituatie en de ideale gezondheidssituatie waarbij iedereen gezond zou blijven tot aan de maximale levensverwachting).

Het DALY cijfer kan worden gebruikt om de impact van verschillende ziekten met elkaar te vergelijken, of om deze impact bij elkaar op te tellen zodat de totale druk op de volksgezondheid door bijvoorbeeld blootstelling aan een milieufactor kan worden ingeschat.

Voor de berekening zijn vier aspecten van belang: 1) het aantal mensen dat aan de ziekte lijdt; 2) de ernst van de ziekte; 3) de mate van sterfte aan de ziekte; 4) de leeftijd waarop de sterfte optreedt (zie tabel 2).

DALY = YLL + YLD	
Verloren levensjaren (YLL)	Levensjaren met beperkte gezondheid (YLD)
aantal sterfgevallen x resterende levensverwachting op moment van overlijden	aantal mensen met de aandoening x weegfactor (DW) x duur van de ziekte

Tabel 2 – Berekening van een DALY (aangepast naar De Jongh & Wezel, 2012)

2.2.3 GGD Gezondheidsmonitor

In de GGD Gezondheidsmonitor (GM) van 2022 is één vraag opgenomen over omgevingsgeluid en dat betreft enkel de gezondheidsuitkomst (ernstige) hinder (zie bijlage 6.1). Overige gezondheidsuitkomsten door geluidhinder kunnen voor deze gemeenten dus niet worden ingeschat op basis van de data verkregen uit de GM.

2.3 Rekenmethodiek

Er zijn verschillende rekenmethodieken toegepast om van geluidbelasting in de woonomgeving te komen tot geschatte impact op gezondheid van inwoners.

2.3.1 Rekenmethodiek voor gemodelleerde data

Voor de gemodelleerde data aangeleverd door DAT.Mobility heeft de GGD de geluidbelasting onderverdeeld in drie categorieën:

- Categorie 1: geluidbelasting van 50-60 dB op de buitengevel;
- Categorie 2: geluidbelasting van 60-63 dB op de buitengevel;
- Categorie 3: geluidbelasting van 63 dB (de plandrempel) of hoger op de buitengevel.

Deze geluidniveaus betreft niveaus op de buitengevel van woningen. Deze waarden worden gebruikt als een benadering voor de mate van het geluid binnen. De blootstelling-respons relaties zijn tevens gevalideerd op geluidniveaus op de gevel en niet op geluidniveaus binnen. Wanneer de gevel van een woning voor geluid is geïsoleerd dan is te verwachten dat het binnen niveau lager ligt de respons bij eenzelfde blootstelling lager zal zijn. Om inzicht te krijgen in de locaties waar dit reeds is uitgevoerd zijn gesaneerde woningen apart weergegeven in de kaarten op basis van een apart aangeleverd saneringsbestand.

Uit de BAG van de gemeenten is vervolgens geïnventariseerd hoeveel woningen binnen de verschillende categorieën vallen. Met CBS data kon dit worden doorgerekend naar het aantal blootgestelde inwoners van 20 jaar of ouder aan een geluidbelasting van categorie 1, 2 of 3. Enkel inwoners van 20 jaar of ouder zijn meegenomen in de berekeningen omdat de toegepaste blootstelling-respons relaties zijn gevalideerd voor deze bevolkingsgroep (en bijvoorbeeld niet voor kinderen).

Gebruikmakend van deze door wetenschappelijk onderzoek gevalideerde blootstelling-respons relaties kan het percentage mensen van alle inwoners ouder dan 20 jaar dat door omgevingsgeluid ernstig is gehinderd of ernstig slaapverstoord is of waarbij geluid een rol heeft gespeeld in het ontstaan van hartziekte worden benaderd.

Wanneer de geluidbelasting op de gevel afkomstig is van meerdere bronnen (weg- én railverkeer), dan is het geluidniveau eerst energetisch opgeteld om te komen tot een cumulatieve waarde (zie begrippenlijst). De respons die deze waarde geeft wordt vervolgens benaderd door de blootstelling-respons relatie van de dominante hinderbron toe te passen. Een voorbeeld: wanneer een woning met 44,74 dB belast wordt vanuit wegverkeer, en met 39,75 dB door railverkeer, dan wordt de cumulatieve waarde (een energetische optelsom) van 45,94 dB als geluidniveau op de buitengevel ingevoerd in de blootstelling-respons relatie van wegverkeer om het percentage aangedane inwoners (hinder, slaapverstoring, of een verhoogd risico op hartziekte) te bepalen.

Tot slot wordt het aantal ernstig gehinderde inwoners uitgedrukt in maatschappelijke kosten door verlies aan gezondheid via de DALY methode. Dit geeft een aantal DALYs, wat door een vermenigvuldiging van de waarde van één DALY (zie kader 2) een inschatting geeft van de kosten door ziekte door omgevingsgeluid. Het aantal DALYs en de daarbij behorende kosten van ernstige hinder en hartziekte worden bij elkaar opgeteld⁷ om te komen tot de totale maatschappelijke gezondheidskosten door blootstelling aan omgevingsgeluid vanuit weg- en railverkeer (gecumuleerd).

⁷ Tussen ernstige hinder en slaapverstoring zit een overlap aan het percentage aangedane personen, vanwege de overlap in waarden waarop hinder (L_{den}) en slaapverstoring (L_{night}) op worden bepaald. In feite is slaapverstoring een specifieke vorm van hinder. Om deze reden kunnen de DALYs van hinder en de DALYs van slaapverstoring niet bij elkaar worden opgeteld, maar wordt het totaal aan DALYs door blootstelling aan omgevingsgeluid bepaald door de DALYs van ernstige hinder op te tellen bij de DALYs van hartziekte.

Kader 2: De monetaire waarde van één DALY

Om ziekte(last) en (daarmee gezondheid) in geld uit te drukken moet er allereerst worden bepaald hoeveel waarde er wordt gehecht aan gezondheid. Dit kan per land verschillen door een verschil in Bruto Binnenlands Product (BBP) en culturele verschillen in waarderingen van gezondheid en leven.

Voor maatschappelijke kosten-baten analyses van milieubeleid is in 2003 een waarde van €70.000 toegekend aan 1 DALY (Kunselser & Renes, 2012). Deze waarde moet vervolgens worden vertaald naar een vergelijkbare waarde voor 2022, én naar evt. een specifiekere waarde voor Nederland. Dit kan op verschillende manieren worden gedaan.

De kortste route is om een inflatiecorrectie toe te passen op het bedrag van 2003 naar 2022. Voor het bedrag van €70.000,00 in 2003 komt dit neer op een bedrag van €103.154,00 in 2022 (CBS, 2023).

Een alternatief is de kosten-effectiviteit drempelmethode (Daroudi et al. 2021). Voor hoge-inkomenslanden zoals Nederland geldt dan dat de waarde van 1 DALY zich tussen de 1-2 BBP per capita bevindt. Voor Nederland was het BBP per capita in 2022 €53.200 (CBS, 2023a). Voor tweemaal de BBP per capita komt dit overeen met €106.400,00, wat redelijkerwijs overeenkomt met het in 2003 vastgestelde bedrag gecombineerd met de inflatiecorrectie.

Voor de berekeningen van de maatschappelijke kosten door blootstelling aan omgevingsgeluid hebben we voor dit rapport het lagere bedrag van €103.154,00 gebruikt.

2.3.2 Rekenmethodiek voor vragenlijst data

De data vanuit de Gezondheidsmonitor peiling is van andere aard waardoor andere rekenmethodes zijn toegepast. In deze data gaat het om de mate van (ervaren) hinder door verschillende bronnen van geluid (breder dan enkel weg- en railverkeer) op een schaal van 0-10, in plaats van geluidsniveaus in dB. Ook hier worden de uitkomsten onderverdeeld in drie categorieën (Dusseldorp et al. 2011):

- Categorie 1: scores 0-2 (geen tot lichte hinder)
- Categorie 2: scores 3-7 (matige hinder)
- Categorie 3: scores 8-10 (ernstige hinder)

Deze data zijn geanalyseerd in Excel om te komen tot een rangschikking van geluidsbronnen, indien mogelijk per wijk, waar bewoners de meeste hinder door ervaren. Daarnaast kan er een globaal overzicht aan ervaren hinder door omgevingsgeluid in de drie gemeenten worden gegeven.

RESULTATEN

3.1 Overzicht geluidbelasting

Middels overzichtskaarten (zie bijlagen 6.2.1, 6.3.1 en 6.4.1) kan de aanwezigheid en spreiding van verschillende niveaus aan geluidbelasting per gemeente visueel worden weergegeven.

3.1.1 Aandeel verschillende geluidsbronnen

Per gemeente is er een overzicht gemaakt van de gemodelleerde geluidbelasting op de buitengevel van woningen, afkomstig van weg- en railverkeer (zie bijlagen 6.2, 6.3 en 6.4). Dit is visueel weergegeven voor het 24 uren jaargemiddeld (L_{den}), het jaargemiddeld over de nachtperiode (L_{night}), en voor railverkeer apart (L_{den}). Daarnaast is er een overzicht gemaakt van de hoogst belaste woningen (boven de plandrempel), en de gesaneerde locaties. De woningen met een geluidbelasting boven de plandrempel zijn vooral hoog belast door de geluidemissies van wegverkeer. Voor railverkeer is de gemodelleerde hoge blootstelling aan geluid minimaal. Een voorbeeld: voor de gemeente Almelo zijn er 2330 woningen met een geluidbelasting hoger dan 63 dB L_{den} , waarvan slechts 12 woningen in deze categorie vallen door het aandeel van railverkeer.

Almelo

Almelo heeft de hoogste belasting rondom het centrum en hoofd uitvalswegen. Daarnaast valt een cluster in Bornebroek op. Rond het centrum en een aantal uitvalswegen zijn meerdere woningen gesaneerd.

Enschede

De hoogste geluidbelasting van de gemeente Enschede bevindt zich in het centrum, langs de singels en de uitvalswegen/radialen. Een deel van deze hoog belaste woningen zijn reeds gesaneerd. Langs het spoor zijn minder gesaneerde woningen, maar railverkeer draagt ook nauwelijks bij in de totale cumulatieve geluidbelasting.

Hengelo

De geluidbelasting in Hengelo is het hoogst in het centrum, langs de ringweg en op uitvalswegen. Rondom Beckum is eveneens een klein cluster op te merken. Ook voor Hengelo hebben saneringen plaatsgevonden rond het centrum en op uitvalswegen.

3.1.2 Aanwezigheid hotspots

Een verhoogde geluidbelasting door weg- en railverkeer is niet evenredig verdeeld over de gemeenten omdat dit clustert rond infrastructuur zoals hoofdwegen en het spoor. De aanwezigheid van meerdere woningen met een geluidbelasting boven de plandrempel van 63 dB binnen een bepaald gebied wordt geduid als een "hotspot" van geluidbelasting.

In de analyses van geluidbelasting door enkel railverkeer valt op dat railverkeer nauwelijks bijdraagt in de geluidbelasting boven de plandrempel voor woningen. Hierdoor kunnen we concluderen dat hotspots zich beperken tot zones rondom drukke wegen.

Omdat de wegen en spoorwegen lijnbronnen zijn wat betreft de emissie van geluid, kunnen hotspot analyses niet worden uitgevoerd met de Kernel methode (een dichtheidsanalyse geschikt voor

puntenbronnen). Om deze reden moet de aanwezigheid van hotspots worden afgelezen aan de kaarten in bijlagen 6.2.5, 6.3.5 en 6.4.5.

3.2 Overzicht gezondheidseffecten in DALYs

Op basis van de gemodelleerde geluidbelasting (jaargemiddeld per 24 uur) kan een inschatting worden gemaakt van het percentage inwoners met een verhoogd risico op ziekte, ernstige hinder of ernstige slaapverstoring. Het aantal DALYs dat deze percentages naar schatting veroorzaakt zijn bepaald via wetenschappelijk gevalideerde blootstelling-respons relaties. Uit het totaal aantal DALYs⁸ volgt een schatting van de maatschappelijke (zorg)kosten (“monetaire waarde”) en gezondheidkundige monetaire baten bij interventies die de blootstelling terugdringen (zie tabellen 2, 3 en 4). Dit is uitgevoerd voor de scenario’s zonder plandrempel, met de voorgestelde plandrempel van 63 dB, en een ambitieuzere plandrempel van 60 dB. In de plandrempel scenario berekeningen kunnen tevens de monetaire baten van het geluid reducerende beleid worden afgelezen.

Gemeente	Almelo		
Aantal woningen	33257		
Aantal woningen gesaneerd	1559		
Aantal inwoners >20 jaar	57534		
Lden	Actueel (2021)	Plandrempel 63dB	Plandrempel 60dB
Aantal woningen <50dB	18596	18596	18596
Aantal woningen >50dB	14661	14661	14661
Aantal woningen 50-60dB	9734	9734	14661
Aantal woningen 60-63dB	2597	4927	0
Aantal woningen >63dB	2330	0	0
Ernstige hinder - aantal inwoners	5154	5066	4883
Ernstige hinder - %	9,0%	8,8%	8,50%
Ischemische hartziekten	7	7	6
Ischemische hartziekten - sterfte	1	1	1
DALY's	107,1	105,2	101,2
Gezondheidskundige monetaire waarde/lasten	€ 11.052.896	€ 10.854.634	€ 10.436.662
Gezondheidskundige monetaire baten plandrempel		€ 198.262	€ 616.234
Lnight	Actueel (2021)		
Aantal woningen >40dB	14894		
Ernstige slaapverstoring - aantal inwoners	983		
Ernstige slaapverstoring - %	1,70%		
DALY's	68,8		
Gezondheidskundige monetaire waarde/lasten	€ 7.101.224		

Tabel 2 – Berekening percentage aangedane inwoners, DALYs en monetaire waardes door blootstelling aan omgevingsgeluid voor de gemeente Almelo. Van de 33257 woningen zijn er 1559 gesaneerd. Het aantal inwoners >20 jaar is een schatting door de vermenigvuldiging van het aantal woningen met het gemiddeld aantal inwoners > 20 jaar voor de gemeente. De drie kolommen geven de geluids- en gezondheidsresultaten voor drie scenario's: de huidige stand van zaken, het scenario waarbij volledig aan een plandrempel van 63 dB wordt voldaan, en een ambitieuzer scenario waarbij aan een plandrempel van 60 dB wordt voldaan. De monetaire waarde/lasten zijn de gezondheidskosten op basis van ziektelast door blootstelling aan

⁸ De totale DALYs aan hinder, slaapverstoring en hartziekte door weg- en railverkeer bestaat uit het optellen van de hinder DALYs en de hartziekte DALYs. Omdat ernstige hinder wordt berekend op basis van L_{den} zit de nachtelijke periode hierbij in, en zou het optellen van de DALYs van slaapverstoring leiden tot een dubbeltelling. Om deze reden zijn de slaapverstoring DALYs op basis van L_{night} apart weergegeven in de tabellen.

geluid. De monetaire baten van een plandrempeel laat zien hoeveel er kan worden bespaard bij instelling van die plandrempeel. Omdat er geen plandrempeel bestaat voor Lnight konden hiervoor de monetaire baten niet worden berekend.

Gemeente	Enschede		
Aantal woningen	73294		
Aantal woningen gesaneerd	1259		
Aantal inwoners >20 jaar	115805		
Lden	Actueel (2021)	Plandrempeel 63dB	Plandrempeel 60dB
Aantal woningen <50dB	39250	39250	39250
Aantal woningen >50dB	34044	34044	34044
Aantal woningen 50-60dB	22611	22611	34044
Aantal woningen 60-63dB	5075	11433	0
Aantal woningen >63dB	6358	0	0
Ernstige hinder - aantal inwoners	10510	10186	9730
Ernstige hinder - %	9,1%	8,8%	8,40%
Ischemische hartziekten	16	15	13
Ischemische hartziekten - sterfte	3	2	2
DALY's	219,2	212,2	202,1
Gezondheidskundige monetaire waarde/lasten	€ 22.616.243	€ 21.886.654	€ 20.851.666
Gezondheidskundige monetaire baten plandrempeel		€ 729.589	€ 1.764.577
Lnight	Actueel (2021)		
Aantal woningen >40dB	33614		
Ernstige slaapverstoring - aantal inwoners	2108		
Ernstige slaapverstoring - %	1,82%		
DALY's	147,6		
Gezondheidskundige monetaire waarde/lasten	€ 15.225.530		

Tabel 3 - Berekening percentage aangedane inwoners, DALYs en monetaire waarden door blootstelling aan omgevingsgeluid voor de gemeente Enschede. Van de 73294 woningen zijn er 1259 gesaneerd. Het aantal inwoners >20 jaar is een schatting door de vermenigvuldiging van het aantal woningen met het gemiddeld aantal inwoners > 20 jaar voor de gemeente. De drie kolommen geven de geluids- en gezondheidsresultaten voor drie scenario's: de huidige stand van zaken, het scenario waarbij volledig aan een plandrempeel van 63 dB wordt voldaan, en een ambitieuzer scenario waarbij aan een plandrempeel van 60 dB wordt voldaan. De monetaire waarde/lasten zijn de gezondheidskosten op basis van ziektelast door blootstelling aan geluid. De monetaire baten van een plandrempeel laat zien hoeveel er kan worden bespaard bij instelling van die plandrempeel. Omdat er geen plandrempeel bestaat voor Lnight konden hiervoor de monetaire baten niet worden berekend.

Gemeente	Hengelo		
Aantal woningen	38951		
Aantal woningen gesaneerd	1333		
Aantal inwoners >20 jaar	65048		
Lden	Actueel (2021)	Plandrempeel 63dB	Plandrempeel 60dB
Aantal woningen <50dB	23684	23684	23684
Aantal woningen >50dB	15267	15267	15267
Aantal woningen 50-60dB	9913	9913	15267
Aantal woningen 60-63dB	2347	5354	0
Aantal woningen >63dB	3007	0	0
Ernstige hinder - aantal inwoners	5346	5208	4981
Ernstige hinder - %	8,2%	8,0%	7,70%
Ischemische hartziekten	7	7	6
Ischemische hartziekten - sterfte	1	1	1
DALY's	111,1	108,1	103,1
Gezondheidskundige monetaire waarde/lasten	€ 11.462.806	€ 11.151.781	€ 10.634.806
Gezondheidskundige monetaire baten plandrempeel		€ 311.025	€ 828.000
Lnight	Actueel (2021)		
Aantal woningen >40dB	15514		
Ernstige slaapverstoring - aantal inwoners	1019		
Ernstige slaapverstoring - %	1,60%		
DALY's	71,3		
Gezondheidskundige monetaire waarde/lasten	€ 7.354.880		

Tabel 4 - Berekening percentage aangedane inwoners, DALYs en monetaire waardes door blootstelling aan omgevingsgeluid voor de gemeente Hengelo. Van de 38951 woningen zijn er 1333 gesaneerd. Het aantal inwoners >20 jaar is een schatting door de vermenigvuldiging van het aantal woningen met het gemiddeld aantal inwoners > 20 jaar voor de gemeente. De drie kolommen geven de geluids- en gezondheidsresultaten voor drie scenario's: de huidige stand van zaken, het scenario waarbij volledig aan een plandrempeel van 63 dB wordt voldaan, en een ambitieuzer scenario waarbij aan een plandrempeel van 60 dB wordt voldaan. De monetaire waarde/lasten zijn de gezondheidskosten op basis van ziektelast door blootstelling aan geluid. De monetaire baten van een plandrempeel laat zien hoeveel er kan worden bespaard bij instelling van die plandrempeel. Omdat er geen plandrempeel bestaat voor Lnight konden hiervoor de monetaire baten niet worden berekend.

3.2.1 Ernstige hinder

Voor ernstige hinder kunnen het aantal aangedane inwoners (en het aantal als percentage van het totale aantal inwoners van de gemeente), de DALYs en de hierbij gepaard gaande kosten worden afgelezen uit tabellen 2, 3 en 4. In de gemeenten Almelo, Enschede en Hengelo zijn respectievelijk 9%, 9% en 8,2% van de inwoners ernstig gehinderd door omgevingsgeluid van weg- en railverkeer. Bij een plandrempeel van 63 dB of 60 dB neemt de ernstige hinder voor alle gemeenten ongeveer 0,2% of 0,5% af, respectievelijk. Het aandeel van DALYs door ernstige hinder op het totaal aantal DALYs is het grootst, in vergelijking met bijvoorbeeld die van ischemische hartziekte, waardoor er op ernstige hinder de meeste winst te behalen valt.

3.2.2 Ernstige slaapverstoring

Het aantal inwoners met ernstige slaapverstoring door geluid van weg- en railverkeer ligt in deze gemeentelijke agglomeratie tussen de 1,6% en 1,8% van de inwoners. Omdat de gemeente Enschede substantieel meer inwoners heeft dan de gemeente Almelo en Hengelo draagt deze gemeente het meest bij in het totaal aantal DALYs door ernstige slaapverstoring. Er is geen scenario berekening gedaan met plandremfels voor de gezondheidsuitkomst ernstige slaapverstoring, omdat er geen plandremfels zijn gedefinieerd voor L_{night}. DALYs door ernstige slaapverstoring draagt veel meer bij aan het totaal aantal DALYs dan hartziekte, maar minder dan DALYs door ernstige hinder.

3.2.3 Hartziekte

De blootstelling aan omgevingsgeluid van bijvoorbeeld weg- en railverkeer is op populatieniveau een van de risicofactoren voor het ontstaan van hartziekte. De populatie van Enschede is hierdoor meer aangedaan dan die van Hengelo en Almelo (ongeveer in gelijke mate aangedaan). In vergelijking met ernstige hinder en ernstige slaapverstoring is de bijdrage van DALYs door hartziekte op het totaal aantal DALYs een stuk kleiner.

3.2.4 Overige gezondheidseffecten

Voor hinder, slaapverstoring en ischemische hartziekte zijn de effecten van blootstelling aan omgevingsgeluid te kwantificeren in ziektelast (DALYs) en dus in kosten vanwege het bestaan van gevalideerde blootstelling-respons relaties voor deze uitkomsten. De link met blootstelling aan omgevingsgeluid, en in het bijzonder aan geluid van weg-, rail- en vliegverkeer, is echter ook omschreven voor andere gezondheidsuitkomsten zoals metabole ontregeling (o.a. overgewicht en diabetes) (Eriksson & Pershagen, 2018), nadelige geboorte-uitkomsten, problemen betreffende het gehoor, algemene kwaliteit van leven en mentale gezondheid (WHO, 2018). De impact van blootstelling aan omgevingsgeluid op de volksgezondheid via deze uitkomsten is niet met enige wetenschappelijke zekerheid te kwantificeren, en zodoende geen onderdeel van dit rapport.

3.3 Uitkomsten Gezondheidsmonitor

3.3.1 Algemene uitkomsten

In Twente is de GM 2022 vragenlijst ingevuld door in totaal 12.980 respondenten. Van deze 12.980 wonen er 789 respondenten (6,1%) in Almelo; 2122 (16,3%) in Enschede; en 741 (5,7%) in Hengelo.

Voor algemene hinder (scores 1-10 op de vragenlijst) valt op dat brommers en scooters de grootste bron is in alle gemeenten (zie bijlage 6.5). Hierna volgen wegverkeer <50 km/uur en burens (in ongeveer gelijke mate), wegverkeer >50 km/uur en als laatste treinverkeer. Het aandeel van treinverkeer is klein vergeleken met het totale aandeel van wegverkeer. Het aandeel van bedrijven/industrie, vliegverkeer en windturbines/windmolens gezamenlijk is maar 10-20% van de totale ervaren hinder door alle bronnen gezamenlijk.

Daarnaast is er gekeken naar de trend van ernstige hinder in de tijd door de resultaten van de GM in de jaren 2016, 2020 en 2022 met elkaar te vergelijken (zie bijlage 6.6). In vergelijking met 2016 is het percentage respondenten dat geluidhinder ervaart in 2022 voor alle bronnen toegenomen met uitzondering van treinverkeer. Voor treinverkeer nam de ervaren hinder in alle drie de gemeenten af. Voor Enschede is de gerapporteerde hinder door burengeluid in 2022 ook afgenomen ten opzichte van 2016. De uitkomsten van de Gezondheidsmonitor in 2022 zijn naar verwachting representatiever voor de huidige situatie dan die van 2020 in verband met de maatschappelijke gevolgen van COVID-19.

3.3.2 Gezondheidsuitkomsten

In lijn met de resultaten van de DALY berekeningen hebben we voor de specifiekere, aan gezondheid gerelateerde, uitkomsten van de GM gefocust op de categorie "ernstige hinder" (zie bijlage 6.7). Het patroon van bronnen die ernstige hinder geven is voor de drie gemeenten vergelijkbaar, met de meeste ervaren ernstige hinder afkomstig van brommers en scooters (10-12% van de respondenten). Wederom staat wegverkeer <50 km/uur (5-7% van de respondenten) ongeveer gelijk met burens (5%

van de respondenten), en is het aandeel van treinverkeer (0-2% van de respondenten) een stuk minder dan dat van wegverkeer.

4 DISCUSSIE

In dit rapport zijn de resultaten gepresenteerd van gemodelleerde en gerapporteerde data over (ervaren) geluidhinder van weg- en railverkeer en daarmee samenhangende gezondheidsuitkomsten. Echter is dit geen complete opsomming van de totale impact van omgevingsgeluid op de gezondheid van inwoners, en moet er rekening worden gehouden met een aantal onzekerheden in de methodologie bij het interpreteren van de resultaten. Tot slot kunnen er op basis van de aangeleverde data en berekende resultaten enkele aanbevelingen worden gedaan voor gemeentelijk beleid om de aan geluid gerelateerde gezondheid van inwoners te beschermen en bevorderen.

4.1 Vergelijking met eerdere analyses

Dit GGD rapport is het vervolg op eerdere DALY berekeningen voor omgevingsgeluid in de gemeente Hengelo (De Wolf & Van de Weerd 2017). Om een eventuele vergelijking van geluidkaarten, DALYs en overige uitkomsten met eerdere rapporten te kunnen maken is het belangrijk om bij de interpretatie van het verschil in uitkomsten enkele verschillen in de gebruikte methodes te kunnen meenemen.

Wat betreft blootstelling aan geluid is in dit rapport door hetzelfde adviesbureau met dezelfde methode (SRMII) een overzicht gemaakt van te verwachten geluidniveaus op de buitengevels van woningen door weg- en railverkeer. De geluidbelastingkaarten zijn zodoende vergelijkbaar. Nieuw aan dit rapport is de aanvullende informatie over het al dan niet gesaneerd zijn van meerdere panden. Omdat sanering een ontvangermaatregel is, heeft het geen effect op de geluidniveaus in de buitenruimte en dus op de gevel van woningen, waardes waar de GGD mee rekent. Het kan door het verlagen van de geluidniveaus binnen wel een positief effect hebben op de hinder, slaapverstoring of andere gezondheidsuitkomsten. Voor gesaneerde woningen geldt dus dat de geluidniveaus op de gevel niet meer representatief zijn voor de blootstelling binnen in de woning. Voor bewoners van gesaneerde woningen leidt dit tot een overschatting van de ervaren hinder, slaapverstoring of ziekte op basis van de geluidbelasting op de buitengevel van de woning. De grootte van deze overschatting is niet met zekerheid te kwantificeren, en moet bovendien worden afgewogen tegen de algehele onderschattingen van de effecten op gezondheid van de resultaten in dit rapport (zie hiervoor 4.3 Onderschatting van de gezondheidseffecten).

De manier van omgaan met cumulatie van geluid is herzien. Volgens de nieuwste inzichten wordt de geluidbelasting van de dominante geluidbron gebruikt als invoer voor de berekening van gezondheidseffecten. Dit betekent dat geluidniveaus vanuit verschillende bronnen eerst energetisch worden opgeteld tot een cumulatief geluidniveau, waarna dit getal wordt ingevoerd in de blootstelling-respons curve van de meest dominante bron.

Een ander verschil betreft de analyses van de Gezondheidsmonitor. In het rapport van De Wolf & Van de Weerd (2017) zijn de resultaten van de Gezondheidsmonitor uit 2016 gebruikt. In 2016 was de vraag over geluidhinder in de Gezondheidsmonitor beperkter dan die van de GM 2022, waarin de geluidbronnen “bedrijven/industrie” en “windturbines/windmolens” zijn toegevoegd. Uitslagen op deze geluidbronnen kunnen dus niet worden vergeleken met de resultaten zoals omschreven in het vorige rapport.

Wat betreft het inschatten van de impact van geluidblootstelling op gezondheid zijn er ook enkele aanpassingen gedaan in de methodes van dit rapport.

Allereerst zijn de blootstelling-respons relaties bijgewerkt met de nieuwste wetenschappelijke inzichten. De vernieuwde blootstelling-respons relaties zijn geïkt op een veelvoud aan data waardoor wordt aangenomen dat ze nauwkeuriger zijn. Voor dit rapport zijn zodoende de blootstelling-respons relaties uit de laatste richtlijn vanuit de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO 2018) toegepast. Hierdoor komt er een andere ziektelast uit de berekeningen op basis van vergelijkbare blootstelling aan geluid. Een goed voorbeeld is het toegenomen risico op hartziekte bij blootstelling aan lagere geluidsniveaus (Van Kempen et al. 2020).

De gezondheidsuitkomsten beroerte ('stroke') en hoge bloeddruk ('hypertensie') zijn geen onderdeel meer van dit rapport vanwege nieuwe bevindingen die leidden tot niet-significante effecten door blootstelling aan geluid (in het geval van beroertes) en het classificeren van een hoge bloeddruk als gezondheidseffect in plaats van ziekte. Een hoge bloeddruk is echter een van de grootste risicofactoren voor hartziekten, waardoor de verwachting is dat de cijfers voor hartziekte ook deels die van een hoge bloeddruk laten zien.

Voor het berekenen van de DALYs worden weegfactoren per aandoening toegepast. De weegfactor voor hartziekte is aangepast op basis van de nieuwste wetenschappelijke inzichten (WHO 2018).

Tot slot is de potentie van geluid door railverkeer om gezondheidseffecten te veroorzaken hoger dan voorheen gedacht. Bij een onveranderd geluidniveau blijkt treinverkeer op basis van nieuwe wetenschappelijke inzichten vooral tot meer slaapverstoring te leiden dan voorheen werd aangenomen (Van Kempen et al. 2020). Dit inzicht is in dit rapport echter nog niet meegenomen bij een voorlopig gebrek aan gevalideerde blootstelling-respons relaties voor de relatie met slaapverstoring. Ondanks deze toegenomen schadelijkheid van geluid door railverkeer blijven de ervaren hinder door railverkeer vanuit de Gezondheidsmonitor en de gemodelleerde geluidsniveaus van geluid door railverkeer op de buitengevels van woningen substantieel lager dan de hinder en geluidsniveaus van wegverkeer.

4.2 Verschillen in Europese en Nederlandse methodiek

Het meest recente overzicht vanuit de WHO (2018) is gebaseerd op internationale literatuur. Het RIVM heeft recent ook blootstelling-respons relaties bepaald met Nederlandse data (gebaseerd op de resultaten van de Gezondheidsmonitor in 2016) voor specifiek de Nederlandse situatie. Vanwege de veelvoud aan data in Europees verband vergeleken met de Nederlandse invoer en de verplichting tot de reductie van blootstelling aan omgevingsgeluid vanuit Europese wetgeving, hebben wij gekozen om de Europees vastgestelde blootstelling-respons relaties toe te passen.

4.3 Beperkingen huidige rapport en analyses

4.3.1 Onderschatting van de gezondheidseffecten

De cijfers over ziektelast door blootstelling aan omgevingsgeluid zijn om verschillende redenen een onderschatting van de daadwerkelijke impact op de volksgezondheid.

In dit rapport wordt enkel gekeken naar ziektelast op het gebied van *ernstige* hinder, *ernstige* slaapverstoring en ischemische hartziekte. Vanwege een tekort aan data per gezondheidsuitkomst is er niet voor iedere gerelateerde gezondheidsuitkomst (zie sectie 3.2.4) een blootstelling-respons relatie te bepalen, waardoor de impact van omgevingsgeluid op deze aandoeningen niet

gekwantificeerd kunnen worden. Hierdoor dragen deze aandoeningen onterecht geen DALYs bij aan het totaal aan DALYs door blootstelling aan omgevingsgeluid, en is dit een onderschatting van het totaal aan DALYs (ziektelast) en zorgkosten door omgevingsgeluid.

Ook zijn de gevolgen voor de gezondheid voor personen jonger dan 20 jaar niet meegenomen in de huidige schatting, omdat de blootstelling-respons relaties vanaf een leeftijd van 20 jaar zijn gevalideerd. Er zijn echter duidelijke aanwijzingen dat jongeren wel degelijk effecten ervaren door geluid, zoals verminderde leerprestaties en gedragsstoornissen. De cijfers gepresenteerd in dit rapport zijn dus een onderschatting van het aantal gehinderde inwoners en zieken door omgevingsgeluid. Voor de Gezondheidsmonitor gelden de resultaten voor personen vanaf 18 jaar.

De data waarmee in dit rapport is gerekend betreft gemodelleerde data voor geluid door weg- en railverkeer. Overige geluidsbronnen zijn hier geen onderdeel van en konden dus niet worden meegenomen in de DALY berekening. Voor geluid afkomstig van gezoneerde industrieterreinen geldt een limiet van 50 dB (etmaalwaarde) op 50 meter van de grens van het terrein (Kenniscentrum InfoMil – Gezoneerd Industrieterrain). De effecten van piekgeluiden op de gezondheid vergt een andere aanpak en is niet meegenomen in dit rapport. Wat betreft jaargemiddelde geluidbelasting is de verwachting dat geluid door industrie niet behoort tot de dominante bron, maar door niet-akoestische factoren zou men hierdoor toch hinder kunnen ondervinden. Uit de resultaten van de Gezondheidsmonitor blijkt echter dat de bronnen burengeluid en brommers of scooters (geen onderdeel van “wegverkeer”) als meest hinderlijk worden ervaren.

4.3.2 Mate van betrouwbaarheid modellering en DALYs

De resultaten van de berekeningen in dit rapport zijn een inschatting van 1) de daadwerkelijke geluidbelasting en 2) de hieruit ontstane ziektelast. In zowel de modellering als gerapporteerde hinder moet rekening gehouden worden met onzekerheden. Ook in de verwerking van de invoergegevens zijn uit noodzaak bepaalde aannames gedaan, zoals het gemiddeld aantal inwoners van 20 jaar en ouder per woning van bijvoorbeeld 1,73 voor de gemeente Almelo (1,58 en 1,67 voor Enschede en Hengelo, respectievelijk). In werkelijkheid zullen er in sommige woningen meer en in andere woningen minder mensen wonen.

Ook bij het toeschrijven van het aantal DALYs bij een geschat percentage aan mensen met een bepaalde gezondheidsuitkomst moet rekening gehouden worden met onzekerheden. Zo wordt de DW factor (zie begrippenlijst) bij de DALY berekeningen bijvoorbeeld gevormd op basis van “expert opinion” van de leden betrokken bij het WHO rapport (2018). De DALYs zijn een veel gebruikte inschatting van ziektelast, maar het blijft een zo goed mogelijke benadering op basis van onvolledige gegevens.

4.3.3 Effecten van een plandrempel

Voor dit rapport zijn scenario's gemaakt voor de ingestelde plandrempel van 63 dB, en een ambitieuzere, hypothetische plandrempel van 60 dB. De baten van deze scenario's zijn een onderschatting van de daadwerkelijke baten indien er maatregelen worden genomen om emissies terug te dringen (bronmaatregelen) of om de aanwezigheid van geluid op de buitengevel te verminderen (overdrachtsmaatregelen). Alleen wanneer de plandrempel wordt benaderd door enkel gevelisolatie (ontvangermaatregelen) zullen de gezondheidseffecten in de buurt komen van de berekende effecten in tabellen 2, 3 en 4. In de praktijk zal er de meeste winst worden geboekt bij

maatregelen die de emissies van geluid verminderen (bronmaatregelen), gevolgd door maatregelen die het verplaatsen van geluid tegenhouden (overdrachtsmaatregelen), en de minste winst wordt geboekt met maatregelen die de woning isoleren (ontvangermaatregelen).

In dit rapport zijn in de scenario's de geluidbelastingen van alle woningen van de categorie 'boven de plandrempel' artificieel verlaagt naar de plandrempelgrens. Dit zou overeenkomen met een sanering van al deze woningen op de gevel, wat inhoudt dat de geluidbelasting in de leefomgeving onveranderd blijft maar het binnen niveau vermindert. In de praktijk, wanneer er bijvoorbeeld bron- of overdrachtsmaatregelen zouden worden genomen, heeft dit niet alleen een effect op de woningen die zich momenteel in de categorie 'boven de plandrempel' bevinden, maar ook op de woningen met een geluidbelasting van onder de plandrempel. Ook voor deze woningen zou de geluidbelasting dan verminderen, waardoor het totale voordeel voor gezondheid groter zou worden dan berekend in dit rapport. In tabel 5 naar de GGD-richtlijn medische milieukunde over omgevingsgeluid en gezondheid (Slob et al. 2019) is een overzicht opgenomen van de indicatieve geluidsreductie in dB voor de binnenruimte op basis van bron-, overdrachts- en ontvangermaatregelen.

Wat opvalt in de verschillende scenario berekeningen is dat de gezondheidsbaten bij een plandrempel van 60 dB veel groter zijn dan die bij een plandrempel van 63 dB. Ook hierbij geldt dat indien de interventie een bron- of overdrachtsmaatregelen betreft, de baten hoger dan berekend (op basis van ontvangermaatregelen) zullen uitvallen.

Categorie maatregel	Voorbeeld maatregel	Indicatie geluidsreductie in dB
Bronmaatregelen	Halvering van intensiteit van wegverkeer (bijvoorbeeld via eenrichtingsverkeer, routing van (vracht)verkeer, en parkeerbeleid)	3
	Snelheidsbeperking ^a	2
	- 100 km/u > 80 km/u	5
	- 50 km/u > 30 km/u	
	Stil asfalt	2-6 (afhankelijk van type stil asfalt en omstandigheden zoals snelheid en leeftijd van het asfalt)
	PERS ^b wegdek	8-10
	Stille banden (vervanging van alle banden in Nederland)	2-3
	Verminderen snelheidsvariëaties, bijvoorbeeld via	
	- rotondes	2
- groene golf	2	
- LARGAS ^c	3-5	
Elektrificatie van voertuigen	Sterk afhankelijk van het aandeel elektrische voertuigen en de snelheid	
Controle emissies bromfietsen, inclusief handhaving	Sterk afhankelijk van de uitvoering	
Overdrachtsmaatregelen	Gesloten bouwblok	10-15
	Verspreide bebouwing	2
	Geluidscherm/-wal	>10 (afhankelijk van hoogte en afstand)

	Verdubbeling afstand weg – woning	4
	Verdiepte aanleg (2 meter)	>3
	Zachte berm (m.n. voor hoogfrequent geluid)	Sterk afhankelijk van uitvoering
Ontvangermaatregelen	Geluidsluwe zijde	5
	Extra geluidsisolatie	Sterk afhankelijk van uitvoering
	Suskasten	Sterk afhankelijk van uitvoering
	Woningindeling (slaapkamers aan geluidsluwe zijde)	Sterk afhankelijk van uitvoering

Tabel 5 – Indicatie van de geluidsreductie in de binnenruimte bij verschillende type maatregelen in de buitenruimte (naar Slob et al. 2019). ^aBij gelijkblijvend wegdek. ^bPERS: Poro Elastic Road Surface, een type poreuze wegdeklaag dat geluidemissies deels kan absorberen; ^cLARGAS: Langzaam Rijden Gaat Sneller, een weginrichtingsconcept ter optimalisatie van de doorstroom van verkeer.

4.4 Aanbevelingen

Blootstelling aan (omgevings)geluid heeft een effect op de gezondheid van mensen. Om de aan omgevingsgeluid gerelateerde gezondheid van de inwoners van deze gemeenten te beschermen en bevorderen kunnen een aantal aanbevelingen worden gedaan.

4.4.1 Bronmaatregelen

Allereerst is het belangrijk om bij het instellen van maatregelen, of uitvoeren van geluid reducerende interventies, te werken met de prioritering van het type interventie. Bij bronmaatregelen wordt de aanwezigheid van de geluidbron verminderd, wat leidt tot een lagere geluidbelasting van de directe omgeving van de bron en daarmee het grootst aantal woningen. Wanneer bronmaatregelen niet mogelijk zijn, is de volgende stap om na te denken over overdrachtsmaatregelen. Pas als laatste zouden ontvangermaatregelen moeten worden toegepast. Ontvangermaatregelen hebben de minste winst op reductie van blootstelling aan omgevingsgeluid en daarmee op ziektelast en maatschappelijke kosten. Voor enkele voorbeelden van bron-, overdrachts- en ontvangermaatregelen zie tabel 5.

4.4.2 Plandrempel

De huidige plandrempel is bepaald op 63 dB L_{den}. Echter treden nadelige gezondheidseffecten aanvullend aan (ernstige) hinder en (ernstige) slaapverstoring al op vanaf 50 dB L_{den}. Zelfs al zou de geluidbelasting door weg- en railverkeer in de gemeentelijke agglomeratie zich volledig onder de 63 dB bevinden, dan zou een substantiële ziektelast gerelateerd aan omgevingsgeluid blijven bestaan.

Het advies zou daarom zijn om in de toekomst de plandrempel stapsgewijs zo laag als redelijkerwijs mogelijk is vast te stellen. In het doorgerekende scenario met een plandrempel van 60 dB valt op dat er een ruime verbetering optreedt in de monetaire baten per dB aan plandrempel verlaging. Omdat een plandrempel van 60 dB L_{den} ver boven de gezondheidkundige richtwaarden (50 dB L_{den}, 40 dB L_{night}) ligt, is de verwachting dat er in ieder geval tot een plandrempel van 50 dB nog veel winst op het gebied van gezondheid en kosten te behalen is.

Onafhankelijk van de hoogte van de ingestelde plandrempel is het vooral belangrijk om zoveel mogelijk bronmaatregelen te nemen om de grootste gezondheidswinst van maatregelen te kunnen bewerkstelligen.

4.4.3 Positief geluid en stille zones

Uit onderzoek naar de invloed van geluid op gezondheid wordt naast de risico's van omgevingsgeluid door bijvoorbeeld wegverkeer ook stil gestaan bij mogelijke positieve effecten op gezondheid door 'positief geluid'. Er wordt dan gesproken over het verbeteren van de 'akoestische kwaliteit' van de leefomgeving. Dit omdat bijvoorbeeld natuurgeluiden zoals het ruisen van bladeren of het horen van vogels vaak een positief effect heeft op de gezondheid, ondanks de blootstelling aan bepaald geluidniveau. Naast het zorgen voor een geluidluwe gevel en stille bruikbare buitenruimte, pleit de GGD dus ook voor de aanwezigheid van gebieden met aangenaam geluid. Een hoge visuele kwaliteit van de leefomgeving, bijvoorbeeld via veel groen, kan het effect van een geluidluwe zijde aan de woning vergroten. Het zichtbaar verwijderen van verkeer doet daarnaast veel in de niet-akoestische factoren waaronder perceptie van geluid. In aanvulling op het verbeteren van de akoestische kwaliteit van de leefomgeving helpt een rustige, groene omgeving met positief geluid ook om te herstellen van negatieve effecten van geluid.

4.4.4 L_{night}

Net zoals een omgeving met een goede akoestische kwaliteit is ook een stille nacht van belang om te kunnen herstellen van onoverkoombare blootstelling aan omgevingsgeluid gedurende de dag. Ondanks het feit dat er geen plandrempeel voor L_{night} bestaat is het van belang om L_{night} zo laag mogelijk te houden. Dit is vooral van belang voor de locaties met een hoge L_{den} belasting omdat daar de hersteltijd gedurende de nacht relatief belangrijker is.

4.4.5 Toekomstige ontwikkelingen

Momenteel is blootstelling aan omgevingsgeluid na blootstelling aan luchtverontreiniging de grootste risicofactor voor gezondheid vanuit de leefomgeving (Hänninen et al. 2014; WHO & JRC 2011). De verwachting is dat met toenemende stedelijkheid en het veranderde geluidlandschap de gezondheidseffecten door omgevingsgeluid de komende jaren zullen toenemen (Slob et al. 2019; EEA 2020; Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2018). Door economische groei, een toenemende bevolkingsdichtheid en groei van verkeer is de verwachting dat de geluidbelasting in Nederland gaat toenemen. De mate waarin door de ontwikkelingen op het gebied van elektrificatie verbetering in geluidemissie zullen optreden is momenteel nog te onduidelijk om dit te kunnen kwantificeren. Het is aan te raden om hier rekening mee te houden in het ontwikkelen van ruimtelijke plannen, met extra aandacht voor het voorkomen van opvulling van de huidige wettelijke normen die hoger zijn dan gezondheidskundige richtwaarden.

De integrale benadering van diverse thema's van leefomgeving via de Omgevingswet biedt kansen om bijvoorbeeld luchtverontreiniging en geluidhinder gelijktijdig terug te dringen met bronmaatregelen zoals de elektrificatie van stadsdistributie (European Environmental Agency (EEA) 2020). Daarnaast zijn er koppelkansen voor interventies ter reductie van geluidhinder die ook bevorderlijk zijn voor andere gezondheidsuitkomsten, zoals de aanwezigheid van stille groene zones. De GGD kan ondersteuning bieden aan het vormgeven van plannen van gemeenten om de akoestische omgeving aangenamer te maken en de ziektelast door omgevingsgeluid te verlagen.

5 LITERATUUR

World bank "Box 1.3 Measuring the Burden of Disease." *World Development Report 1993: Investing in Health*, Oxford University Press, Oxford, 1993, pp. 26–27.

CBS "Nederlands bbp per inwoner op vierde plaats binnen EU" *Centraal Bureau voor de Statistiek, [Nederlands bbp per inwoner op vierde plaats binnen EU \(cbs.nl\)](https://www.cbs.nl)*, 2023a.

CBS "Prijzen Toen En Nu." *Centraal Bureau voor de Statistiek*, www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/prijzen-toen-en-nu, 2023.

Daroudi et al. "Cost per DALY averted in low, middle- and high-income countries: evidence from the global burden of disease study to estimate the cost-effectiveness thresholds" *Cost Eff Resour Alloc*, 19:7, <https://doi.org/10.1186/s12962-021-00260-0>, 2021.

Dat.mobility "Geluidsbelastingkaarten EU-richtlijn Omgevingslawaaai 2021", [Geluidsbelastingkaarten EU-richtlijn Omgevingslawaaai 2021 \(hengelo.nl\)](http://GeluidsbelastingkaartenEU-richtlijnOmgevingslawaaai2021(hengelo.nl)), 2022.

De Wolf J. & Van de Weerd D.H.J. "Daly-berekeningen omgevingslawaaai gemeente Hengelo in het kader van de EU richtlijn omgevingslawaaai" *GGD Twente*, 2017.

De Jongh C. & Van Wezel A. "Toepassing DALY-concept voor chemische verontreinigingen in drinkwater beperkt" *H₂O*, 8:48-49, 2012.

Dusseldorp et al. "Handreiking geluidhinder wegverkeer – Berekenen en meten" *RIVM rapport 609300020/2011*, [Handreiking geluidhinder wegverkeer \(rivm.nl\)](http://Handreikinggeluidhinderwegverkeer(rivm.nl)), 2011.

Eriksson C., Pershagen G., Nilsson, M. "Biological mechanisms related to cardiovascular and metabolic effects by environmental noise (2018)" *WHO Regional Office for Europe, Copenhagen*, WHO/EURO: 2018-3009-42767-59666, 2018.

European Environmental Agency (EEA) "Environmental noise in Europe – 2020", *EEA Report*, No 22/2019, ISSN 1977-8449, 2020.

Hänninen et al. "Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries" *Environmental Health Perspectives*, 122(5), pp. 430-446, 2014.

Kenniscentrum InfoMil "Actieplan geluid: Wat staat er in?" *Rijkswaterstaat – Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat*, [Actieplan geluid: Wat staat er in? - Kenniscentrum InfoMil](http://Actieplangeluid:Watstaatერიin?-KenniscentrumInfoMil)

Kenniscentrum InfoMil "Geluidsbelastingkaart opstellen" *Rijkswaterstaat – Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat*, [Geluidsbelastingkaart opstellen - Kenniscentrum InfoMil](http://Geluidsbelastingkaartopstellen-KenniscentrumInfoMil).

Kenniscentrum InfoMil "Gezoneerd industrieterrein" *Rijkswaterstaat – Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat*, [Gezoneerd industrieterrein - Kenniscentrum InfoMil](http://Gezoneerdindustrieterrein-KenniscentrumInfoMil).

Kenniscentrum InfoMil "Referentieniveau." *Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat*, www.infomil.nl/onderwerpen/geluid/regelgeving/wet-algemene/toestemming-milieu/industrielawaai/akoestisch-onderzoek/referentieniveau/#:~:text=Omgevingsgeluid%3A,zonder%20de%20te%20beoordelen%20geluidsbronnen.

Kunseler, E. & Renes, G. "Gezondheid in maatschappelijke kosten-batenanalyses van omgevingsbeleid - 2.3.3 De economische waardering van gezondheid" *Planbureau voor de Leefomgeving*, PBL-publicatienummer: 550051004, 2012.

Miedema H.M.E. & Oudshoorn C.G.M. "Good practice guide on noise exposure and potential health effects." *EEA*, Technical Report No. 11/2010.

Slob et al. "GGD-richtlijn medische milieukunde: omgevingsgeluid en gezondheid." *RIVM Rapport 2019-0177*, doi 10.21945/RIVM-2019-0177, 2019.

Van Kempen et al. “Nieuwe gezondheidskundige richtlijnen voor omgevingsgeluid – Nadere gezondheidskundige analyses” *RIVM-rapport 2020-0148*, doi 10.21945/RIVM-2020-0148, 2020.

Volksgezondheid Toekomst Verkenning (VTV) 2018 “Themaverkenningen – Milieukwaliteit – Geluid hinder zal toenemen” *RIVM*, [Milieukwaliteit | Volksgezondheid Toekomst Verkenning \(vtv2018.nl\)](https://www.milieukwaliteit.nl/volksgezondheid-toekomst-verkenning).

Welkers et al. “Motie Schonis en de WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid (2018)” *RIVM-rapport 2019-0227*, doi 10.21945/RIVM-2019-0227, 2020.

WHO & JRC “Burden of disease from environmental noise – quantification of healthy life years lost in Europe” *World Health Organization*, ISBN: 978 92 890 0229 5, 2011.

WHO “Environmental noise guidelines for the European region” *World Health Organization*, ISBN 978 92 890 5356 3, 2018.

World bank. “World development report 1993: investing in health – world development indicators.”

6.1 Vragen Gezondheidsmonitor

Vraag 1. Denk bij deze vraag aan de afgelopen 12 maanden. Welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate geluid van de onderstaande bronnen u hindert, stoort of ergert wanneer u thuis bent?

*Als een geluid bij u thuis niet hoorbaar is, kunt u dit in de laatste kolom aangeven.
Geef op iedere regel uw antwoord.*

	Ik ben helemaal niet gehinderd										Ik ben extreem gehinderd										Niet hoorbaar				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10		
Verkeer op wegen waar je harder mag dan 50 km/uur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verkeer op wegen waar je <u>niet</u> harder mag dan 50 km/uur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treinverkeer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vliegverkeer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brommers / scooters	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Buren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bedrijven / industrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Windturbines / windmolens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gezondheidsmonitor 2022 & 2020 – Vraag over hinder door geluid

Vraag 1. Denk bij deze vraag aan de afgelopen 12 maanden. Welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate geluid van de onderstaande bronnen uw slaap verstoort wanneer u thuis bent?

*Als een geluid bij u thuis niet hoorbaar is, kunt u dit in de laatste kolom aangeven.
Geef op iedere regel uw antwoord.*

	Mijn slaap is helemaal niet verstoord					Mijn slaap is extreem verstoord					Niet hoorbaar		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	
Verkeer op wegen waar je harder mag dan 50 km/uur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verkeer op wegen waar je <u>niet</u> harder mag dan 50 km/uur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treinverkeer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vliegverkeer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

--- [Let op: in plaats van 4 bronnen, kunnen ook 8 bronnen worden uitgevraagd. De extra bronnen betreffen dan brommers/scooters, buren, bedrijven/industrie en windturbines/windmolens.] ---

**Vraag 2. Wanneer ondervindt u slaapverstoring door geluid van vliegverkeer?
Denkt u hierbij aan de afgelopen 12 maanden.**

Er zijn meerdere antwoorden mogelijk.

- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 06:00-07:00 | <input type="checkbox"/> 19:00-22:00 | <input type="checkbox"/> 24:00-05:00 |
| <input type="checkbox"/> 07:00-08:00 | <input type="checkbox"/> 22:00-23:00 | <input type="checkbox"/> 05:00-06:00 |
| <input type="checkbox"/> 08:00-19:00 | <input type="checkbox"/> 23:00-24:00 | <input type="checkbox"/> Niet van toepassing |

Gezondheidsmonitor 2020 – Vraag over slaapverstoring door geluid

Geluidhinder

Vraag 1. Denk bij deze vraag aan de afgelopen 12 maanden. Welk getal van 0 tot 10 geeft het beste aan in welke mate geluid van de onderstaande bronnen u hindert, stoort of ergert wanneer u thuis bent?

Als een geluid bij u thuis niet hoorbaar is, kunt u dit in de laatste kolom aangeven.

Geef op iedere regel uw antwoord.

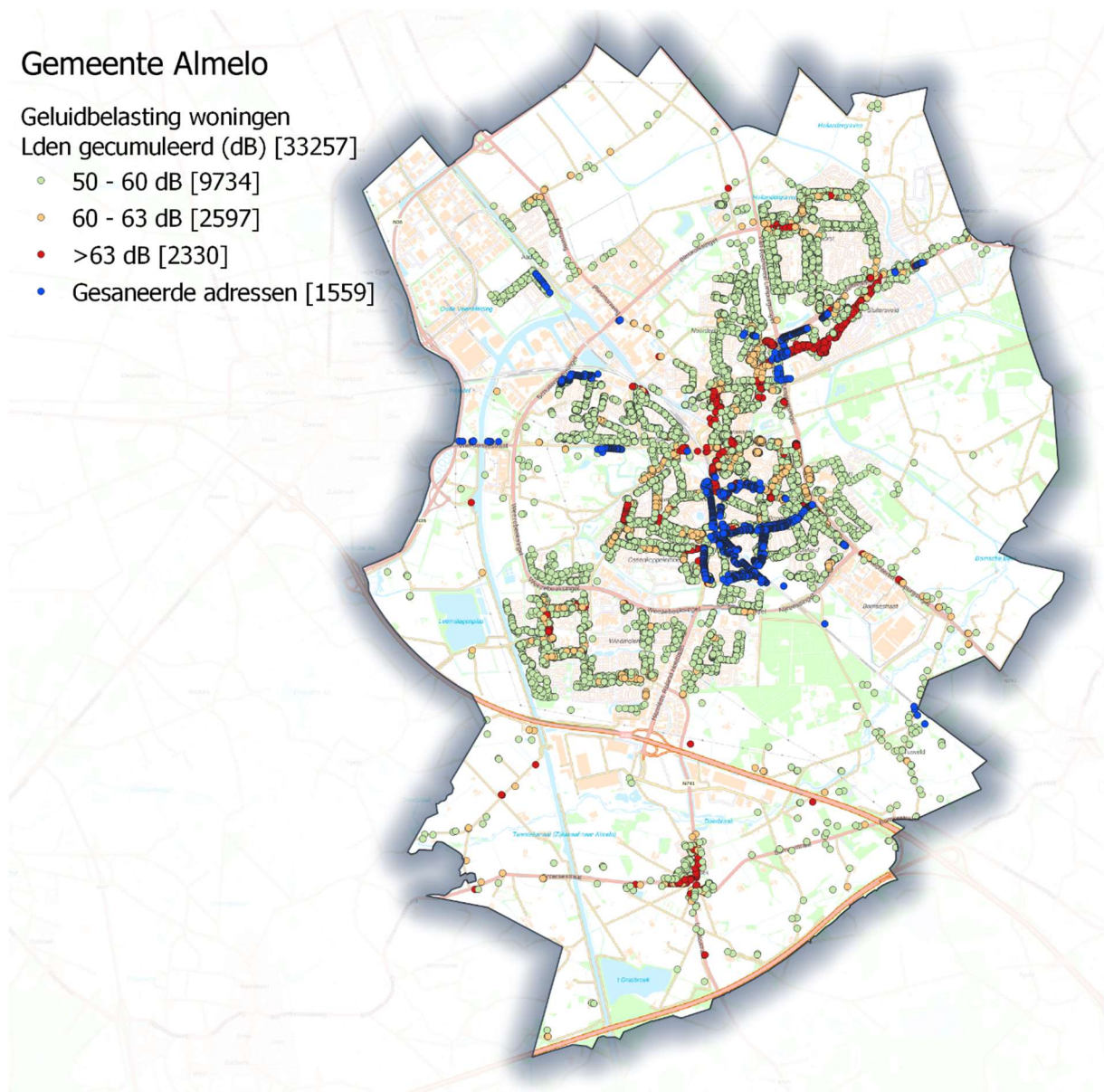
	Ik ben helemaal niet gehinderd					Ik ben extreem gehinderd					Niet hoorbaar	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Verkeer op wegen waar je harder mag dan 50 km/uur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verkeer op wegen waar je niet harder mag dan 50 km/uur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Treinverkeer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vliegverkeer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brommers / scooters	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Buren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gezondheidsmonitor 2016 – Vraag over hinder door geluid

6.2 Geluidbelastingskaarten gemeente Almelo

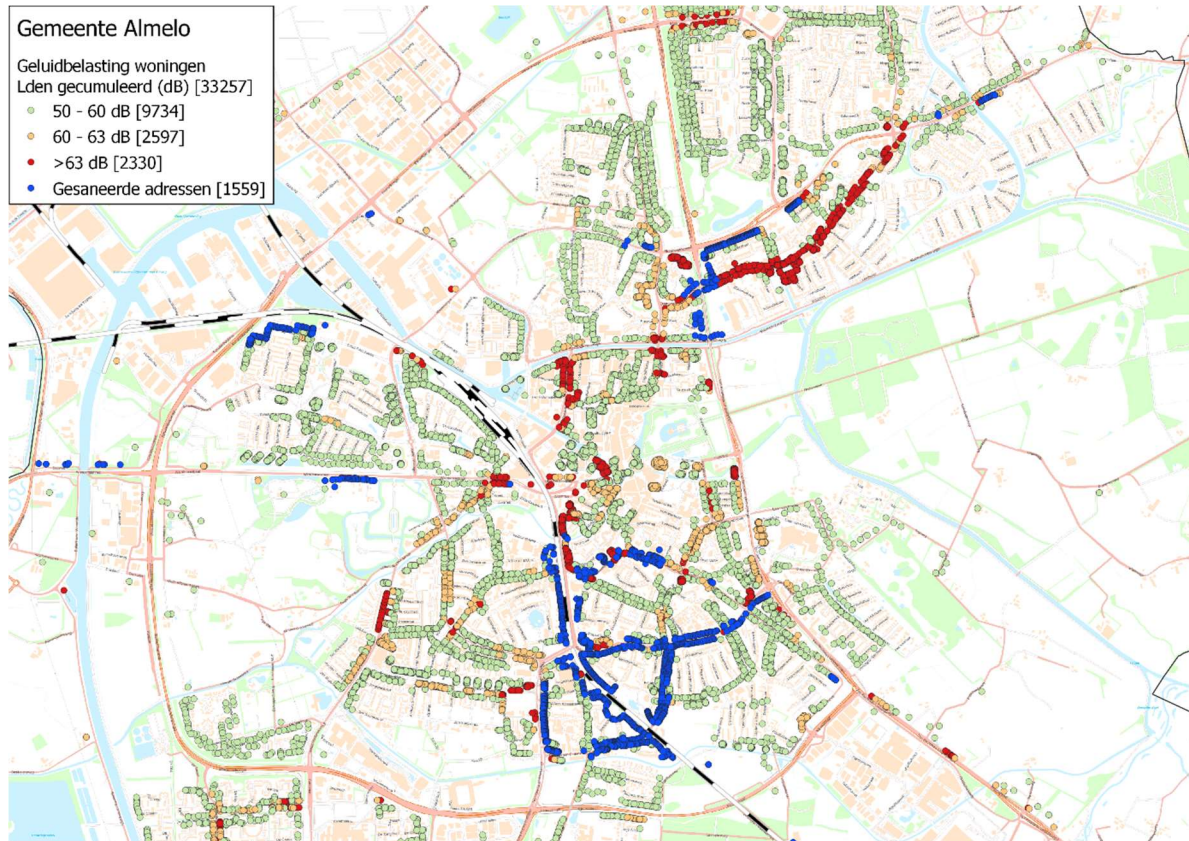
6.2.1 Overzicht gemeente

Totaal overzicht van de spreiding van geluid door weg- en railverkeer in de gemeente. De cijfers in de legenda betreffen het aantal woningen in die categorie. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



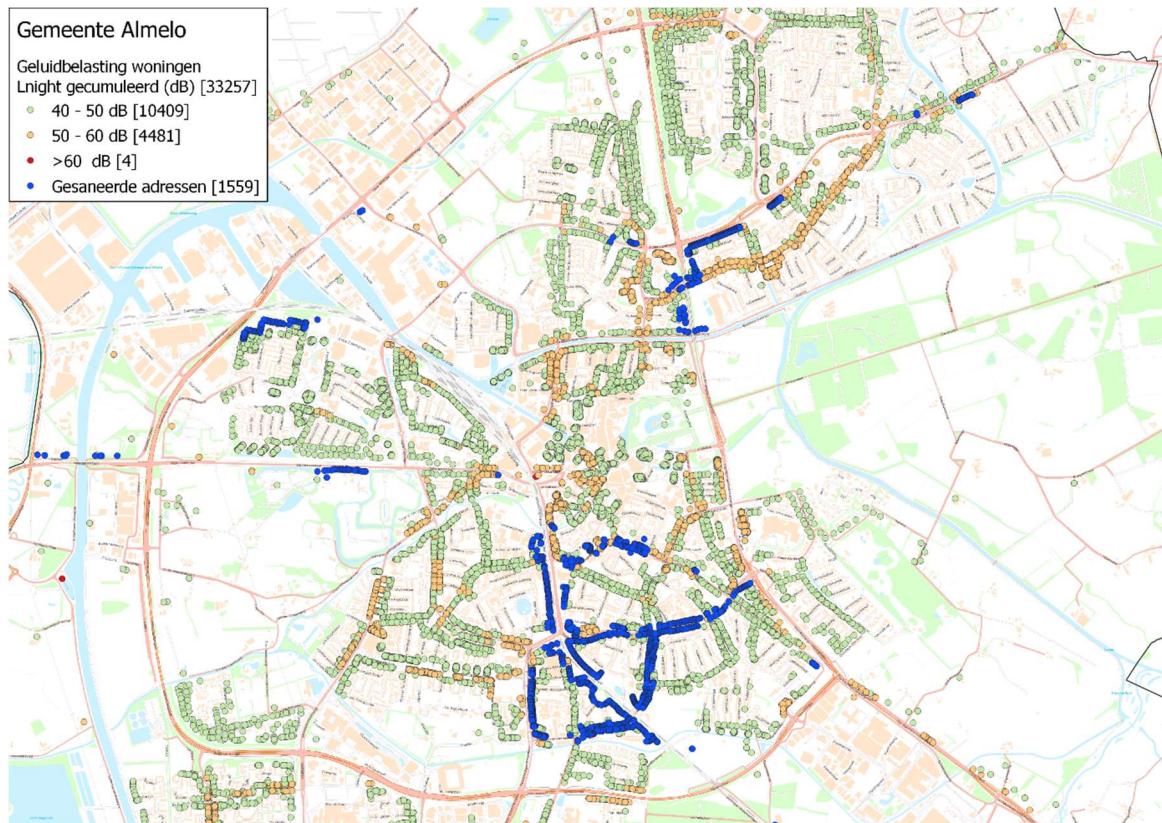
6.2.2 Overzicht centrum

Een gedetailleerder overzicht van de geluidbelasting van het centrum. De cijfers in de legenda betreffen het aantal woningen in die categorie. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



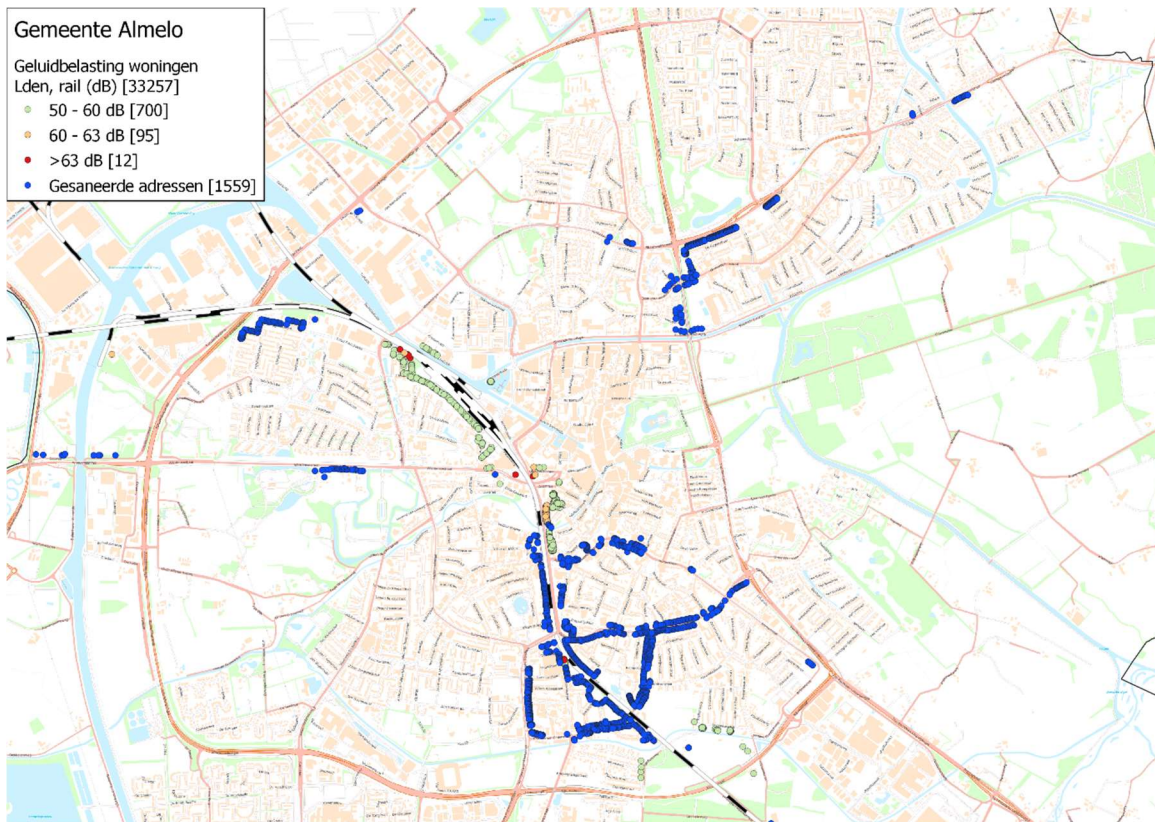
6.2.3 Nachtelijke geluidbelasting

Overzicht van de nachtelijke geluidbelasting door weg- én railverkeer gecumuleerd. De cijfers in de legenda betreffen het aantal woningen in die categorie. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



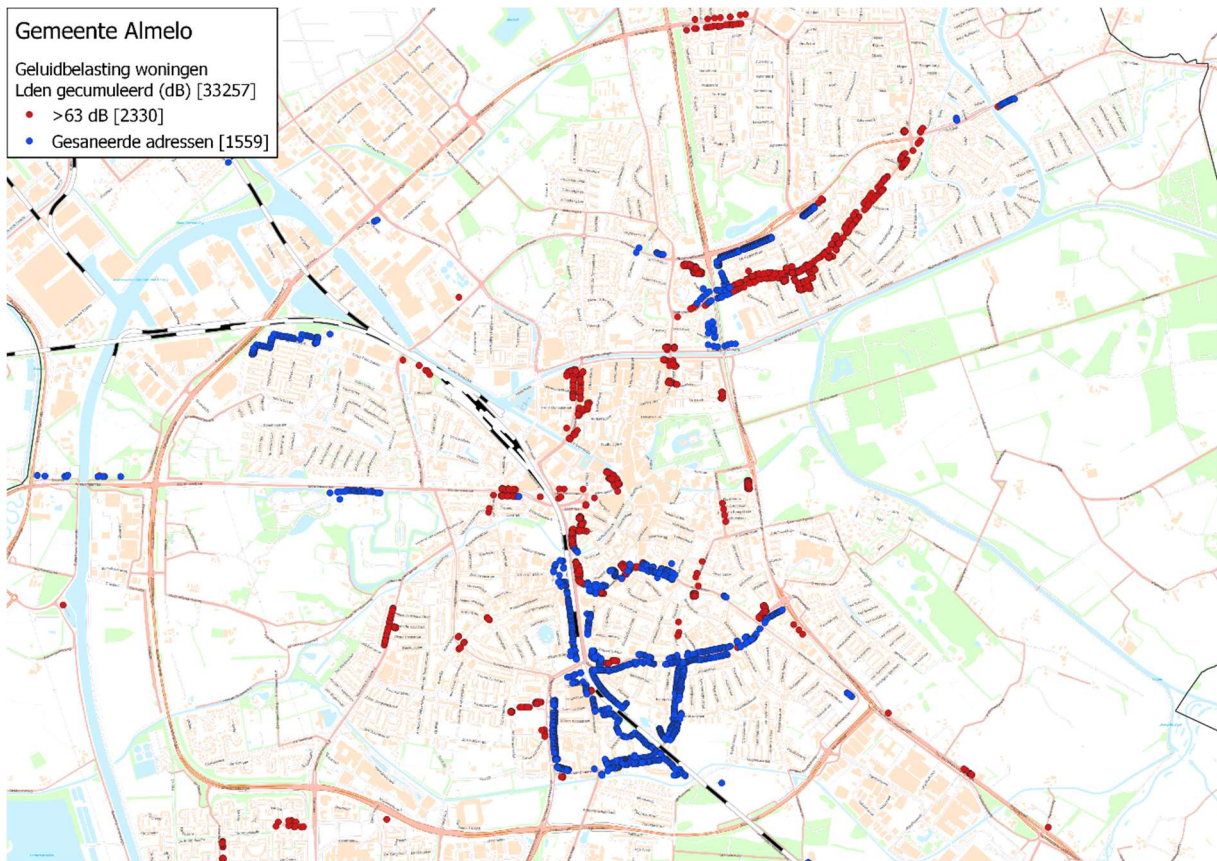
6.2.4 Geluidbelasting door railverkeer

Overzicht van de geluidbelasting door alleen railverkeer (L_{den}). In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



6.2.5 Overzicht hotspots

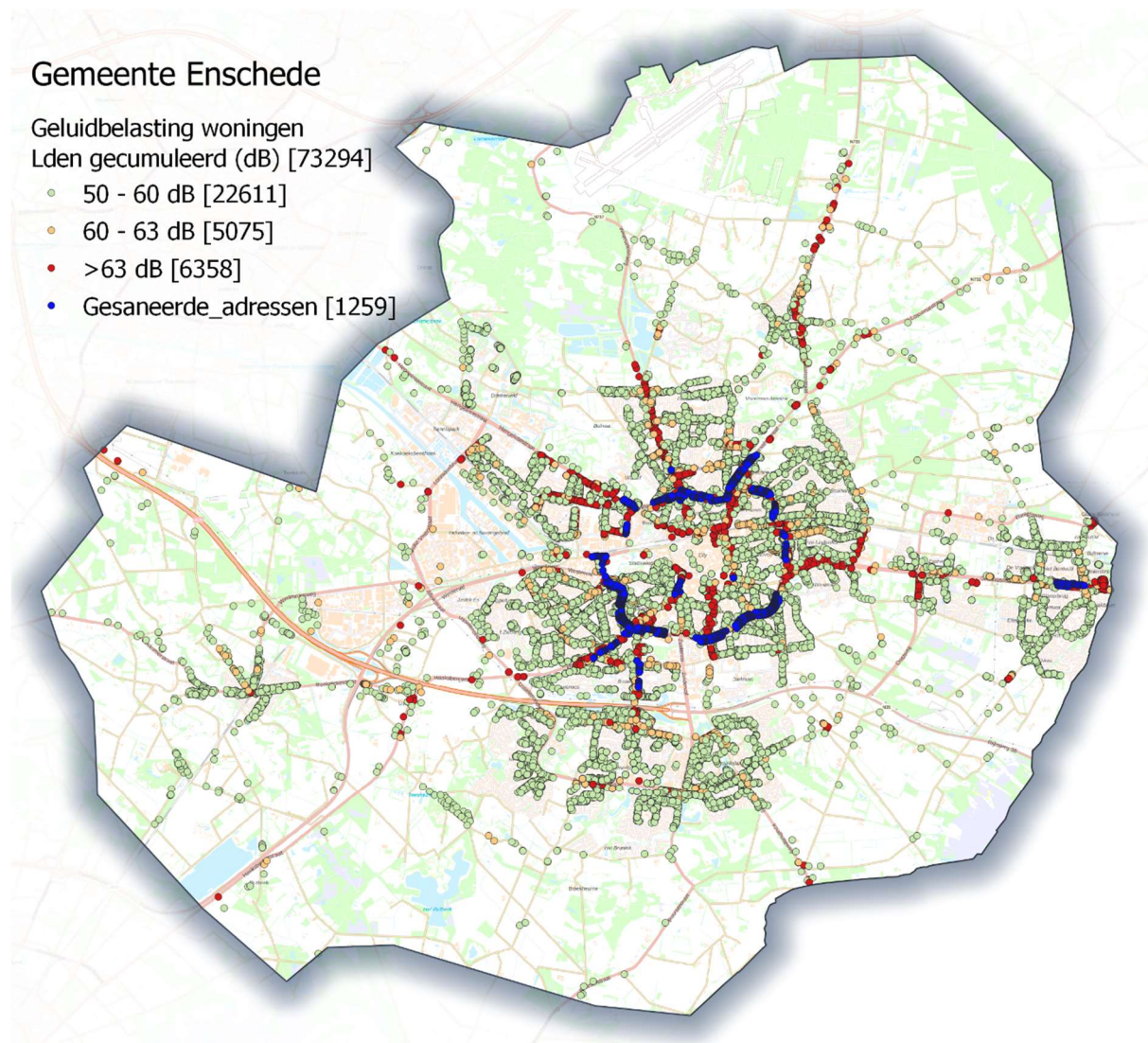
Weergave van woningen met een geluidbelasting > 63 dB L_{den} , inclusief de locaties van gesaneerde adressen. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting < 50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



6.3 Geluidbelastingskaarten gemeente Enschede

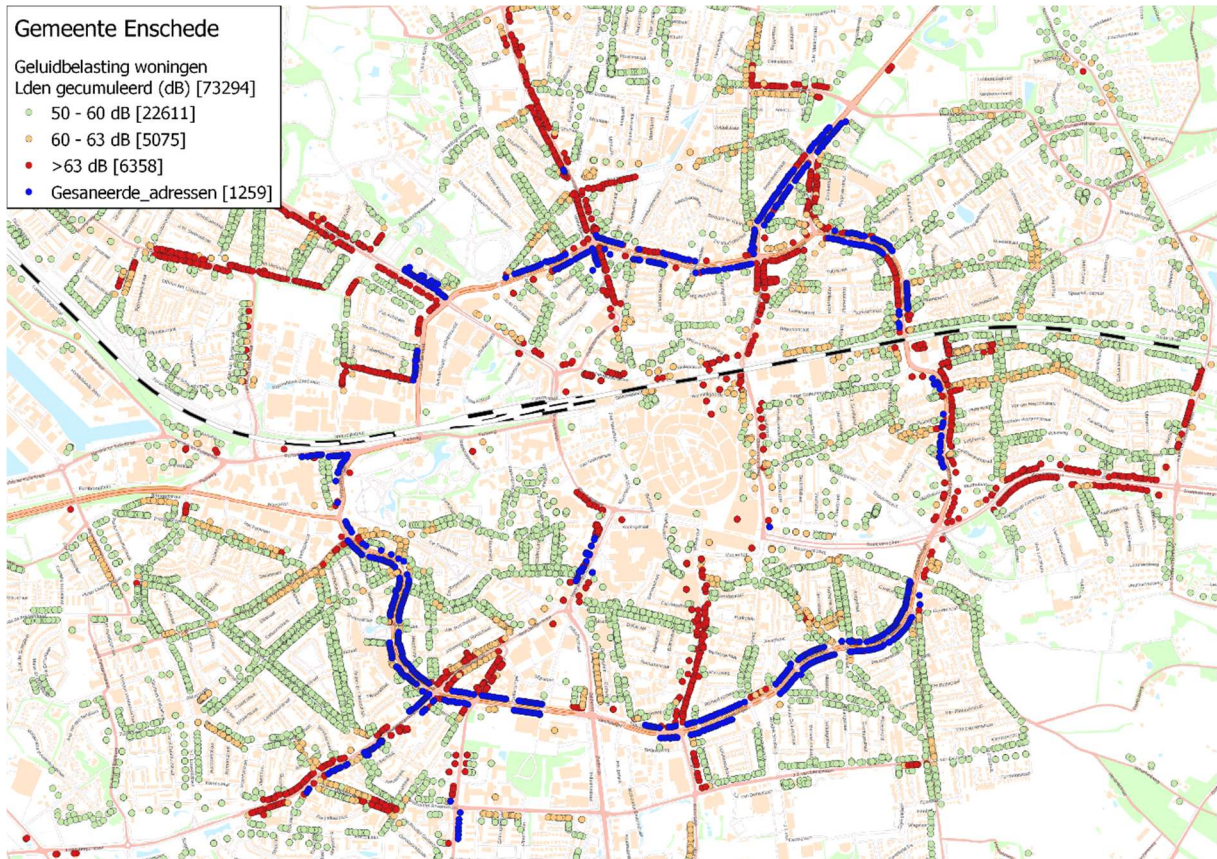
6.3.1 Overzicht gemeente

Totaal overzicht van de spreiding van geluid door weg- en railverkeer in de gemeente. De cijfers in de legenda betreffen het aantal woningen in die categorie. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



6.3.2 Overzicht centrum

Een gedetailleerder overzicht van de geluidbelasting van het centrum. De cijfers in de legenda betreffen het aantal woningen in die categorie. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



6.3.3 Nachtelijke geluidbelasting

Overzicht van de nachtelijke geluidbelasting door weg- én railverkeer gecumuleerd. De cijfers in de legenda betreffen het aantal woningen in die categorie. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



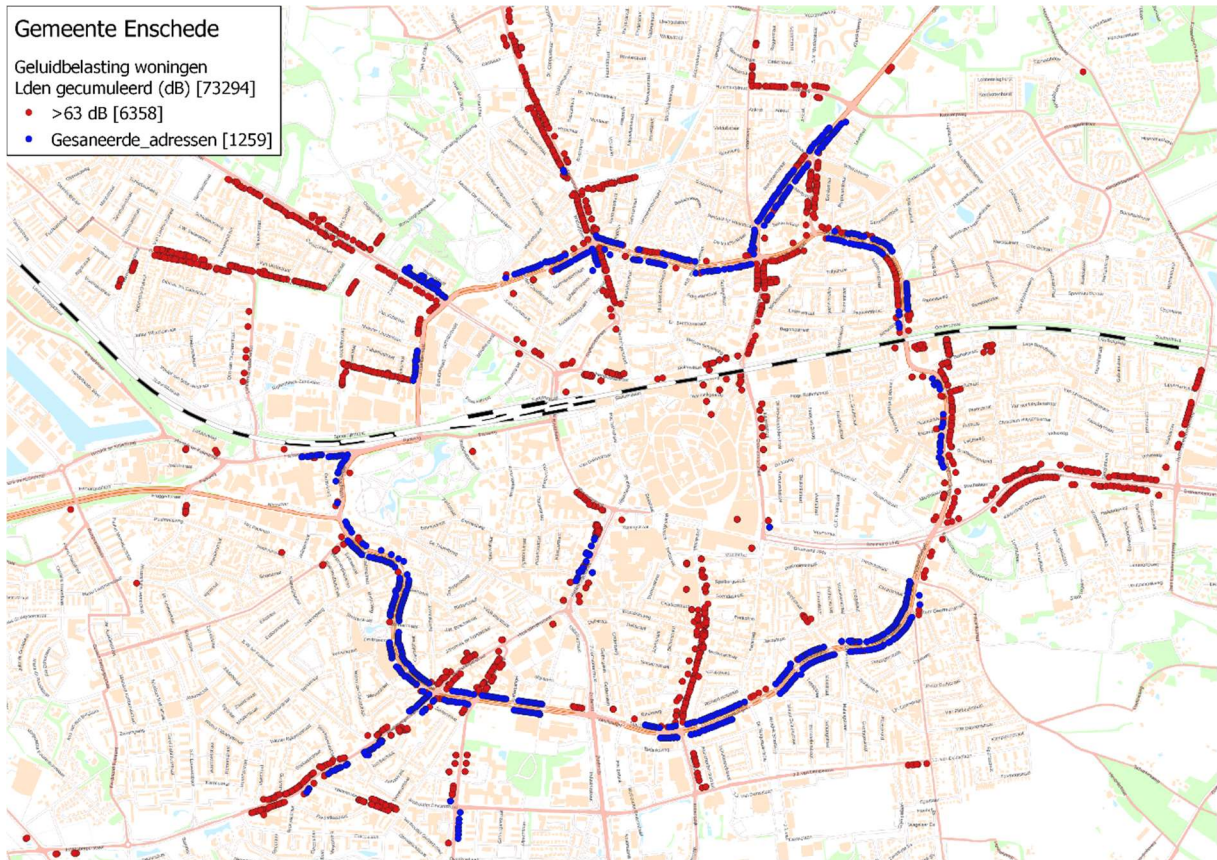
6.3.4 Geluidbelasting door railverkeer

Overzicht van de geluidbelasting door alleen railverkeer (L_{den}). In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



6.3.5 Overzicht hotspots

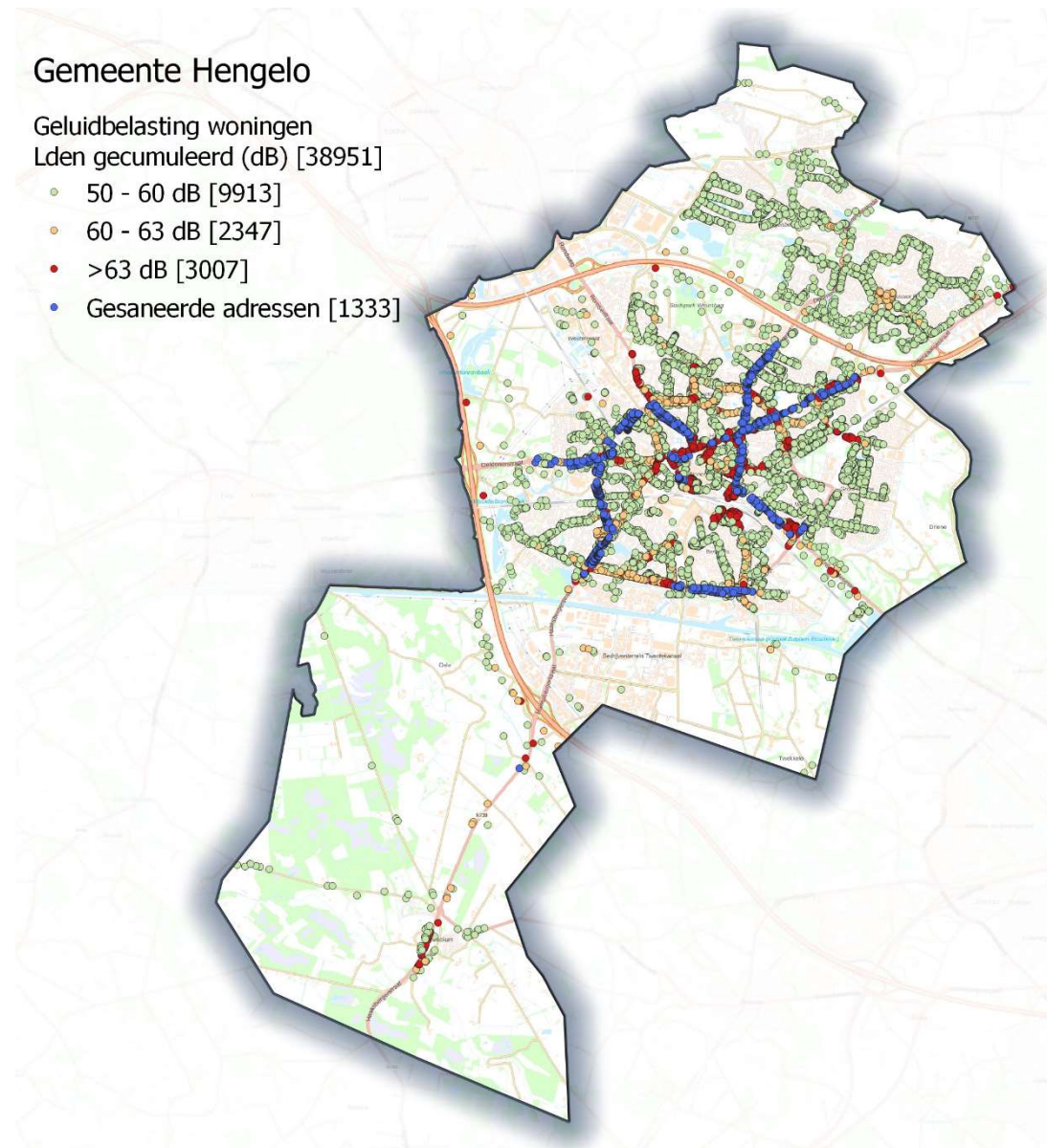
Weergave van woningen met een geluidbelasting > 63 dB L_{den} , inclusief de locaties van gesaneerde adressen. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting < 50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



6.4 Geluidbelastingkaarten gemeente Hengelo

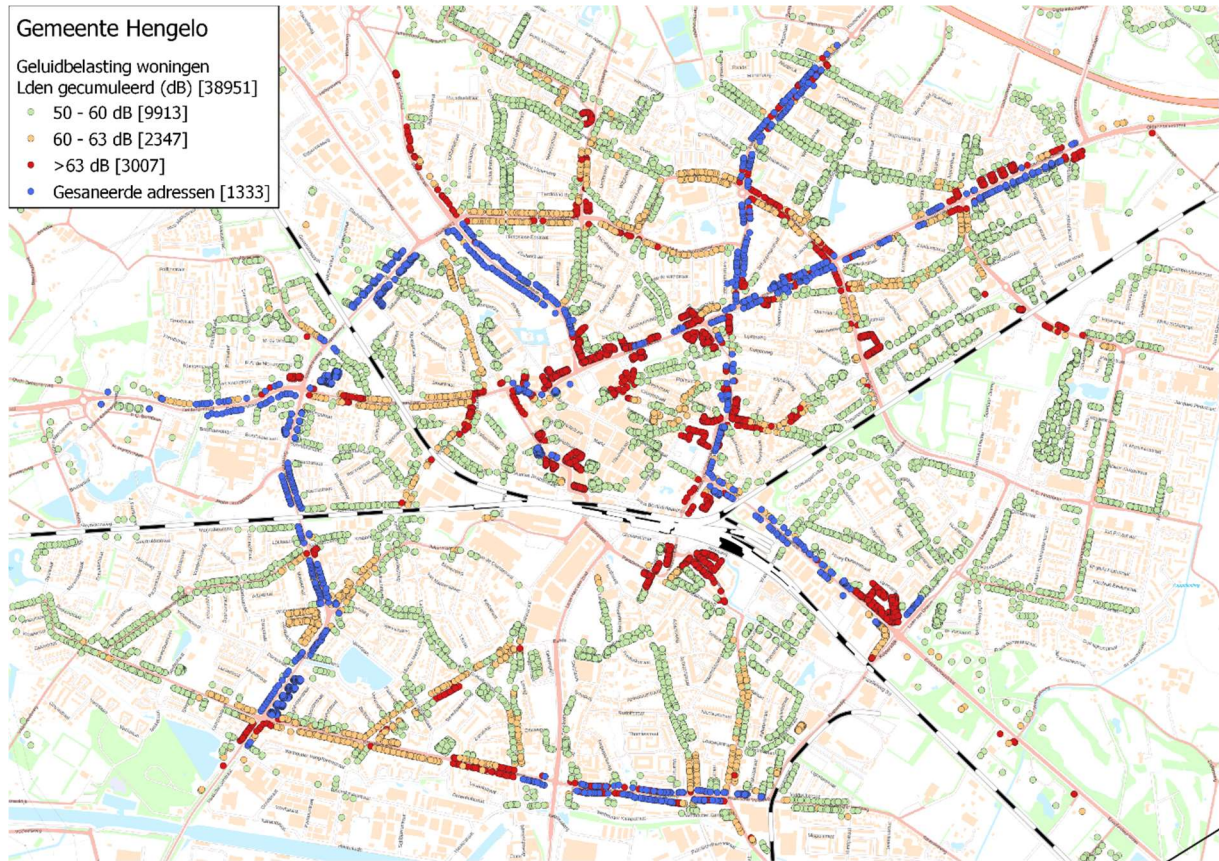
6.4.1 Overzicht gemeente

Totaal overzicht van de spreiding van geluid door weg- en railverkeer in de gemeente. De cijfers in de legenda betreffen het aantal woningen in die categorie. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



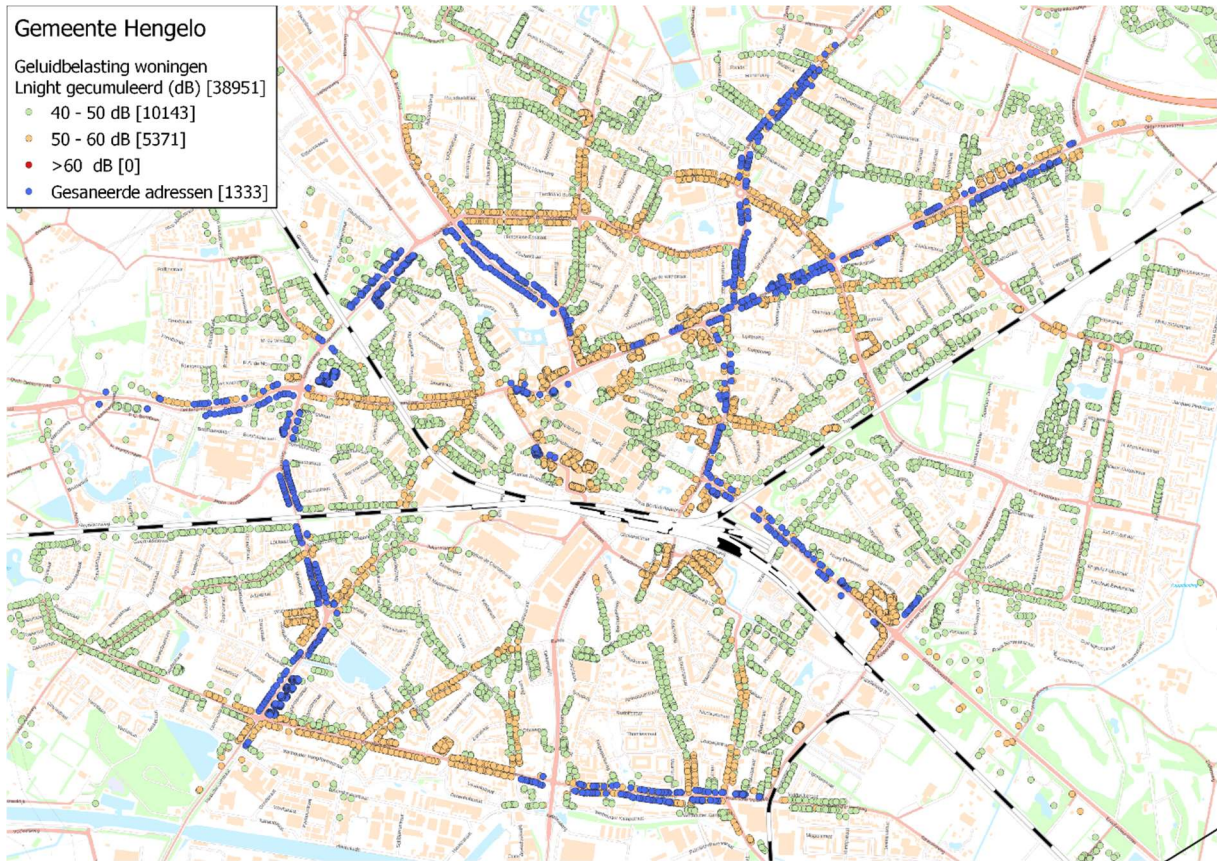
6.4.2 Overzicht centrum

Een gedetailleerder overzicht van de geluidbelasting van het centrum. De cijfers in de legenda betreffen het aantal woningen in die categorie. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



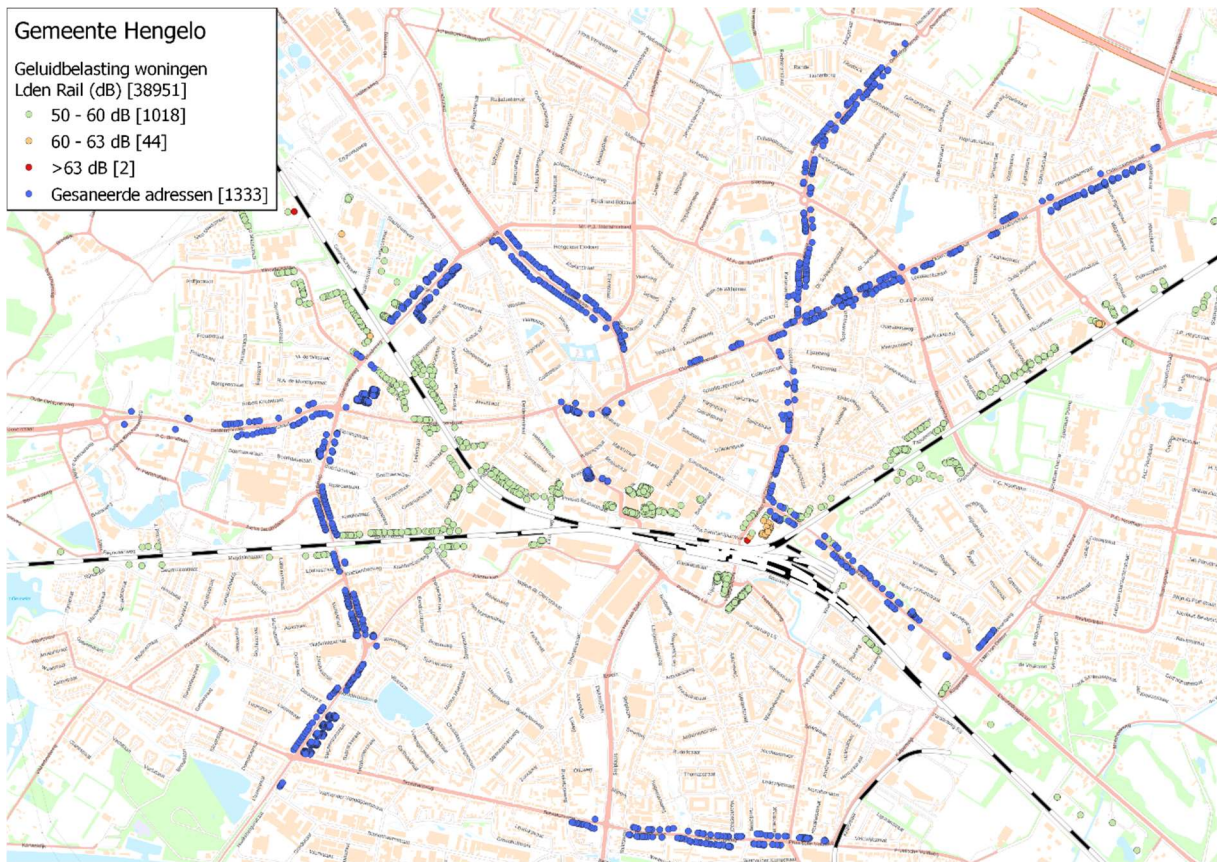
6.4.3 Nachtelijke geluidbelasting

Overzicht van de nachtelijke geluidbelasting door weg- én railverkeer gecumuleerd. De cijfers in de legenda betreffen het aantal woningen in die categorie. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



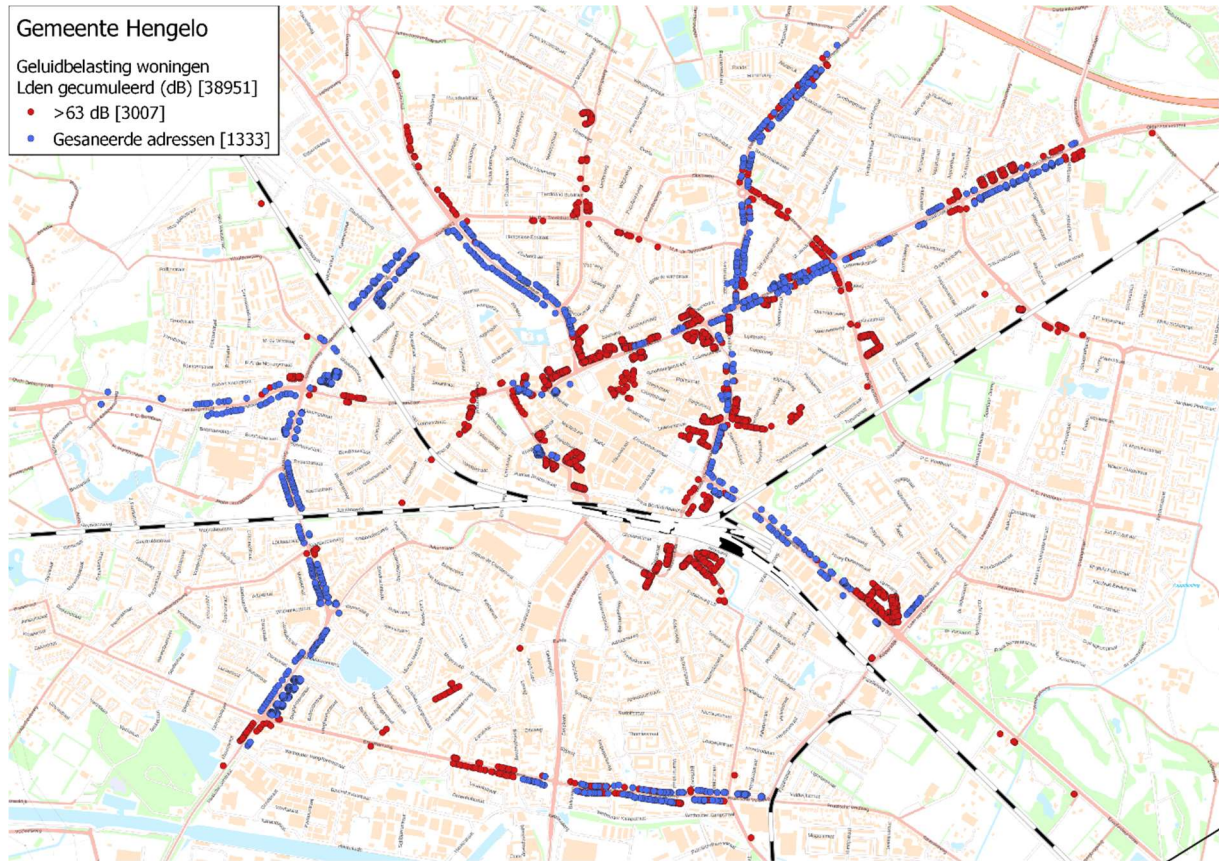
6.4.4 Geluidbelasting door railverkeer

Overzicht van de geluidbelasting door alleen railverkeer (L_{den}). In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting <50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.

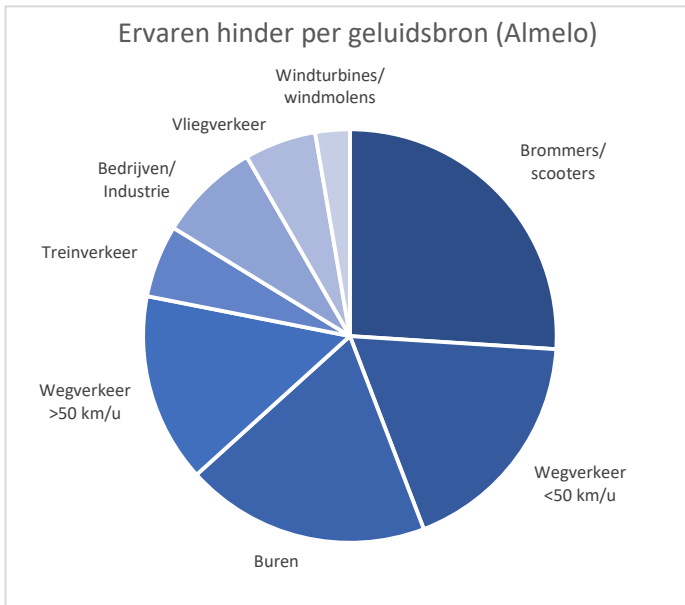


6.4.5 Overzicht hotspots

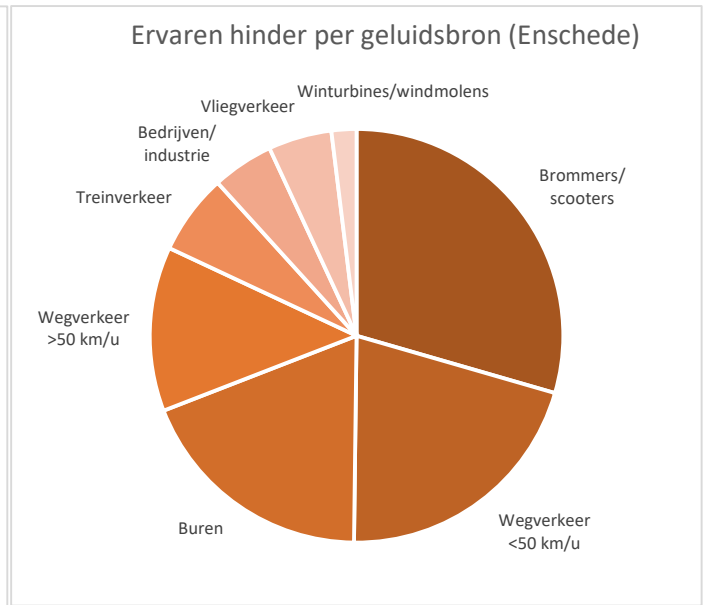
Weergave van woningen met een geluidbelasting > 63 dB L_{den} , inclusief de locaties van gesaneerde adressen. In verband met de leesbaarheid zijn alle locaties met een geluidbelasting < 50 dB L_{den} weggelaten uit het overzicht.



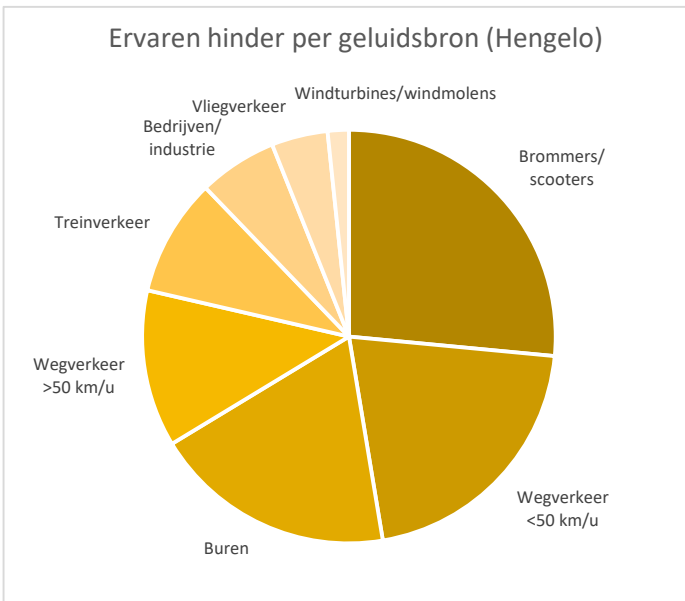
6.5 Overzicht hinder per geluidsbron



Figuur 6.5.1 – De verdeling van de ervaren hinder per geluidsbron van respondenten in gemeente Almelo op basis van de resultaten van de Gezondheidsmonitor 2022

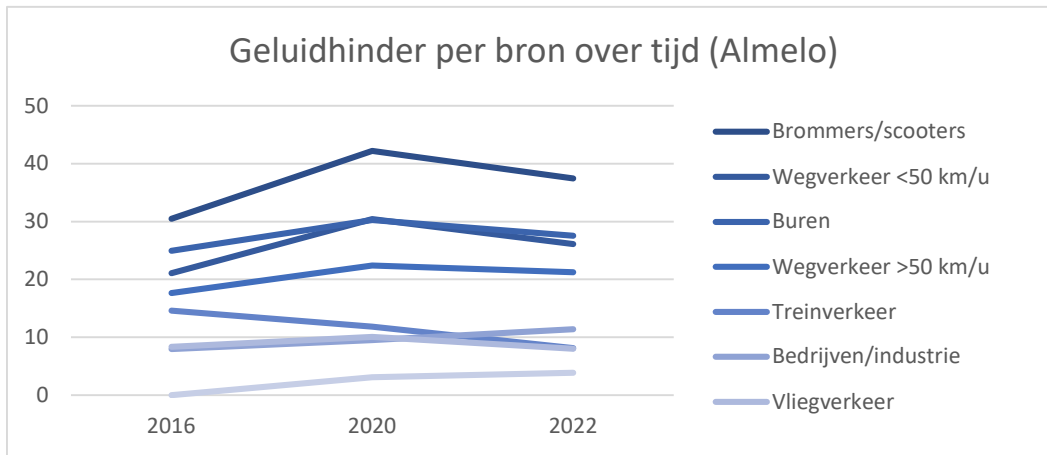


Figuur 6.5.2 - De verdeling van de ervaren hinder per geluidsbron van respondenten in gemeente Enschede op basis van de resultaten van de Gezondheidsmonitor 2022

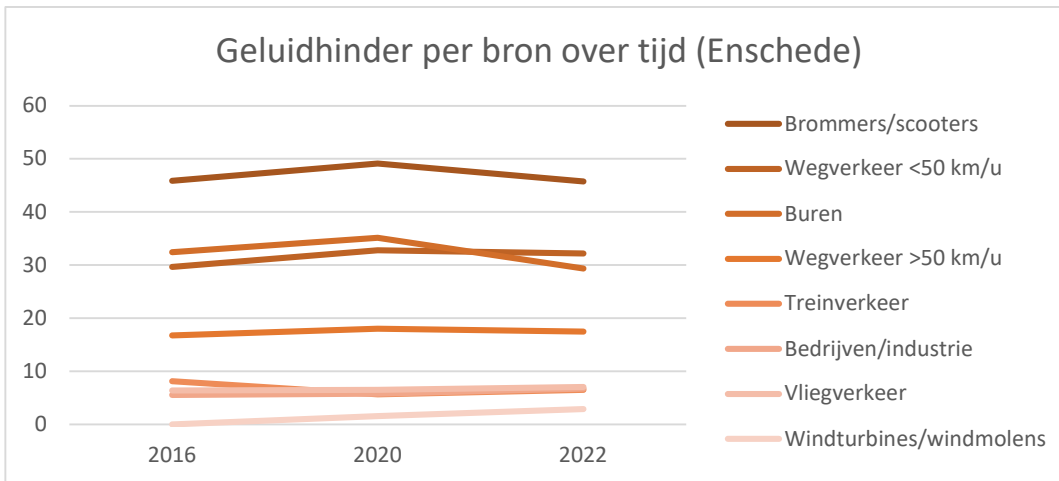


Figuur 6.5.3 – De verdeling van de ervaren hinder per geluidsbron van respondenten in gemeente Hengelo op basis van de resultaten van de Gezondheidsmonitor 2022

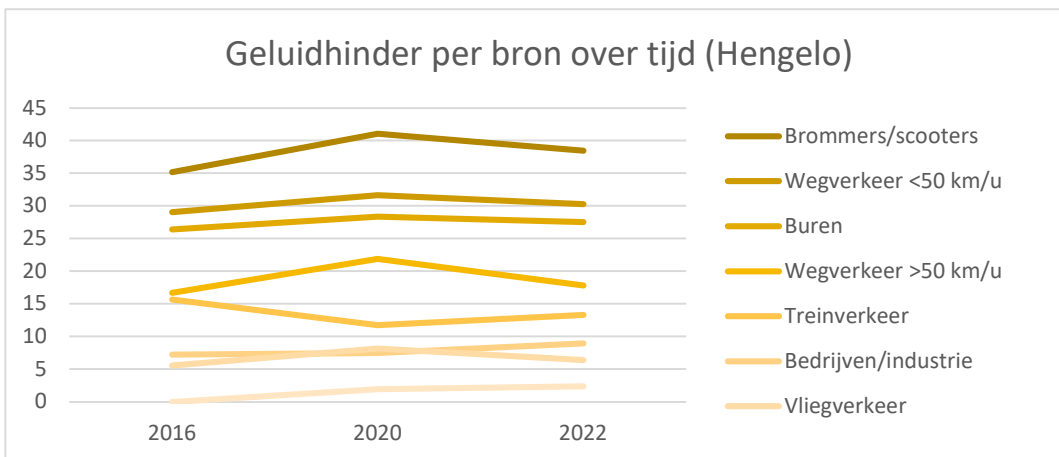
6.6 Trend in hinder per geluidbron



Figuur 6.6.1 - Verloop van ervaren hinder per geluidsbron (% respondenten) over tijd voor de gemeente Almelo, op basis van de resultaten van de Gezondheidsmonitors 2016, 2020 en 2022

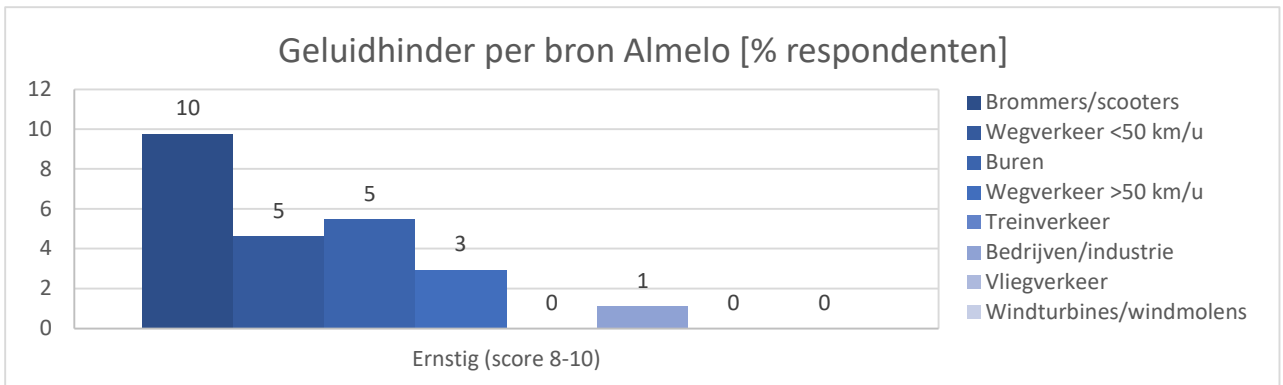


Figuur 6.6.2 – Verloop van ervaren hinder per geluidsbron (% respondenten) over tijd voor de gemeente Enschede, op basis van de resultaten van de Gezondheidsmonitors 2016, 2020 en 2022

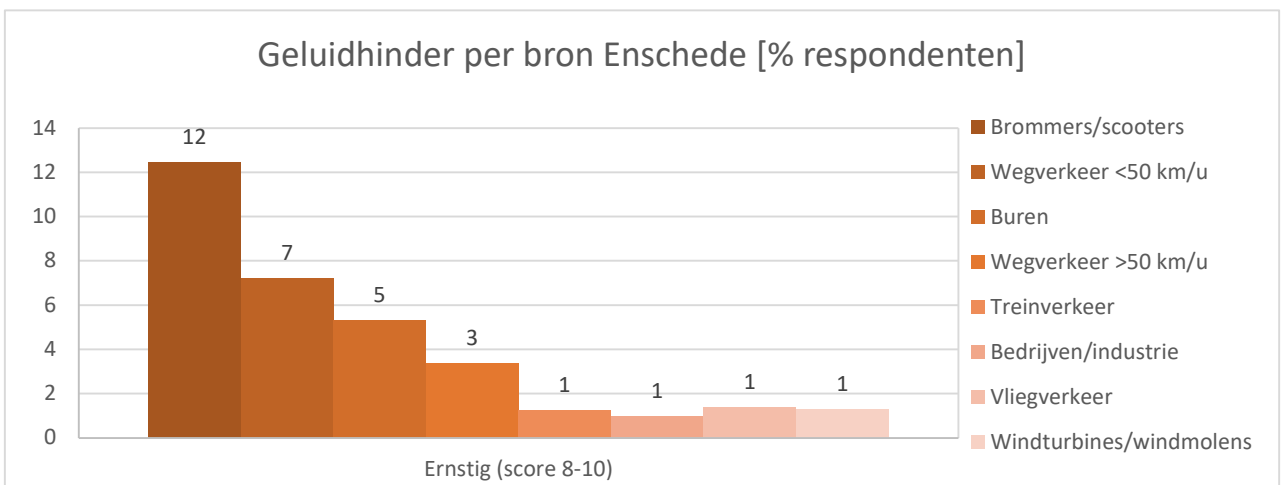


Figuur 6.6.3 - Verloop van ervaren hinder per geluidsbron (% respondenten) over tijd voor de gemeente Hengelo, op basis van de resultaten van de Gezondheidsmonitors 2016, 2020 en 2022

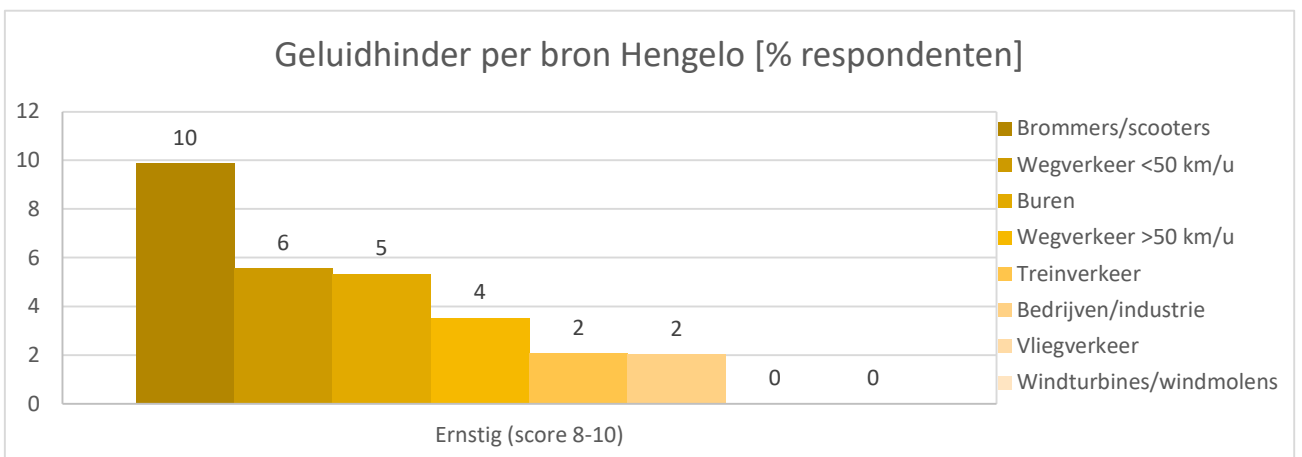
6.7 Ernstige hinder per geluidbron



Figuur 6.7.1 - Percentage respondenten in Almelo dat ernstige geluidhinder ervaart, uitgesplitst per geluidbron



Figuur 6.7.2 – Percentage respondenten in Enschede dat ernstige geluidhinder ervaart, uitgesplitst per geluidbron



Figuur 6.7.3 – Percentage respondenten in Hengelo dat ernstige geluidhinder ervaart, uitgesplitst per geluidbron