

De (on)gezonde stad: een analyse van de maatschappelijke spreiding van luchtverontreiniging en omgevingslawaai in Gent

THOMAS VERBEEK

UNIVERSITEIT GENT, AFDELING MOBILITEIT
EN RUIMTELIJKE PLANNING

DEELPUBLICATIE VAN:



De Leefbaarheidsmonitor “Gent gezien door Gentenaars” wordt opgemaakt omdat de Stad Gent graag opvolgt hoe de leefbaarheid in de stad wordt gepercipieerd.

Dit gebeurt aan de hand van een bevraging bij Gentse inwoners van 10 tot en met 79 jaar en dit reeds in 4 edities (2003, 2006, 2010, 2014). Het resultaat is, naast vier rapporten, een databestand met alle gegevens uit de 4 edities. Dit bestand is ter beschikking gesteld aan stadsdiensten, externe onderzoekers en partners met de vraag om de ervaringen uit hun werkveld mee te nemen en het naast de resultaten van de Leefbaarheidsmonitor te leggen. Het resultaat van deze confrontatie heeft aanleiding gegeven tot deze reeks van artikelen, waarvan het artikel hieronder deel uitmaakt.

De laatste jaren is er een groeiende aandacht voor de impact van omgevingsfactoren op de gezondheid, met name voor de impacts van luchtverontreiniging en lawaai. Uit empirisch onderzoek blijkt bovendien dat deze impacts niet gelijk verdeeld zijn over de samenleving, met doorgaans een hogere blootstelling onder zwakkere sociaal-economische groepen. Door koppeling van de resultaten van de Leefbaarheidsmonitor 2014 met (gemodelleerde) data van luchtverontreiniging en omgevingslawaai, kon ook voor het grondgebied Gent de maatschappelijke spreiding van milieuhinder geanalyseerd worden. Onderbouwd door eenvoudige statistische tests kunnen een aantal uitspraken over milieugelijkheid in Gent gedaan worden. Zo blijkt dat respondenten uit de lagere inkomensklassen en respondenten die aangeven een ontoereikend inkomen te hebben zowel voor luchtkwaliteit als omgevingslawaai aan hogere waarden te zijn blootgesteld dan respondenten met hogere en toereikende inkomens. Ook respondenten die zich voor hun woon-werkverplaatsing zonder auto verplaatsen (fiets, voet, openbaar vervoer) blijken in hun woonomgeving aan hogere concentraties luchtverontreiniging en omgevingslawaai te worden blootgesteld dan frequente autogebruikers. Voor scholingsgraad werd verrassend genoeg een omgekeerd verband gevonden, waarbij universitair geschoolden het meest worden blootgesteld. De hypothese dat het hier voornamelijk om schoolverlaters gaat die na afstuderen tijdelijk op een minder gezonde locatie wonen, werd ondersteund door een analyse van de relatie met leeftijdsgroepen. Voor alle verbanden blijkt het verschil voor luchtkwaliteit steeds groter en significanter te zijn dan voor omgevingslawaai, wat in lijn is met empirische bevindingen in de literatuur. Tot slot dient opgemerkt te worden dat door dergelijke analyse enkel ongelijkheid wordt geanalyseerd. Om uitspraken te doen over onrechtvaardigheid van een situatie is meer diepgaand onderzoek nodig, gezien contextuele factoren, sociale structuren en perceptie daarin eveneens een rol spelen.

Inleiding

Sinds de 19de eeuw is de directe impact van de gebouwde omgeving op de volksgezondheid stelselmatig afgenomen, onder meer door aanleg van waterleiding, riolering en betere woningen. Toch heeft de omgeving ook vandaag nog een impact op de volksgezondheid. Sinds het einde van de 20ste eeuw is er zelfs steeds meer aandacht voor de relatie tussen aspecten van de gebouwde omgeving en impacts op gezondheid en welzijn (Dannenbergh et al., 2003; Frumkin, 2003; Jackson, 2003b).

Deze groeiende interesse is zichtbaar op verschillende vlakken. In de eerste plaats is het empirisch onderzoek de laatste decennia sterk toegenomen. Daardoor bestaat er vandaag een grote – en nog steeds groeiende – hoeveelheid empirisch bewijsmateriaal dat stads- en infrastructuurontwerp en de daarmee geassocieerde activiteitenpatronen als determinanten voor gezondheid en welzijn aanduiden (Jackson, 2003a). De belangrijkste impacts, met het meeste empirisch bewijsmateriaal en de grootste gezondheidsgevolgen, zijn luchtverontreiniging en lawaai. Er bestaan tal van studies die de relatie leggen met onder meer astma, longontwikkeling, hartziektes, verhoogde bloeddruk, slaapverstoring, cognitieve ontwikkeling en een algemeen verhoogd sterftecijfer (voor een recent overzicht voor luchtverontreiniging resp. lawaai: Health



Effects Institute, 2010; Basner et al., 2014). Ook volgens recent Europees onderzoek zijn luchtverontreiniging en lawaai de milieu-impacts die voor het grootste gezondheidsverlies zorgen (Hänninen et al., 2014). Voor Vlaanderen gelden gelijkaardige bevindingen. Van alle gezondheidseffecten die veroorzaakt worden door milieufactoren (gemeten in het verlies aan disability-adjusted life years of DALYs) is 73% te wijten aan luchtverontreiniging, volgens het Milieuraapport Vlaanderen 2012 (Vlaamse Milieumaatschappij, 2013). Op de tweede plaats komt geluidsoverlast, dat voor 7% van het verlies aan DALYs door milieufactoren instaat. In de perceptie van de bevolking echter wordt lawaai gezien als een veel belangrijkere factor van omgevingskwaliteit dan luchtverontreiniging, blijkt uit meerdere studies (Botteldooren et al., 2011).

Op hun beurt, en deels als gevolg van de groeiende wetenschappelijke kennis, beginnen burgers zich ook steeds meer bewust te worden van de mogelijke relatie tussen hun gezondheid en de omgeving waarin ze wonen. Tezamen met de hogere eisen die gesteld worden aan de woonomgeving, omwille van de stijgende levensstandaard, heeft dit geleid tot groeiend publiek protest tegen potentiële milieudreigingen (Portney, 2000). Ook in Vlaanderen en Gent is deze evolutie duidelijk merkbaar, met de laatste jaren toenemend protest en bezorgdheid over de gezondheidsimpacts van wegverkeer en grote infrastructuurprojecten. Dit kwam voor het eerst duidelijk naar voor in het spontane verzet tegen de Oosterweelverbinding in Antwerpen, maar andere projecten ontsnapten niet aan de tendens om gezondheidsimpacts in te roepen als tegenargument voor hun realisatie (bv. stationsproject Gent-Sint-Pieters).

Milieuorganisaties en protestbewegingen halen in hun argumentatie ook vaak aan dat bepaalde zwakkere maatschappelijke groepen een zwaardere impact zullen ondervinden dan de meer welgestelde burger, die vooral de positieve (mobiliteits)impact van het project zal ervaren. Dit vermoeden van ongelijke en mogelijk onrechtvaardige verdeling van milieu-impacts vormt al enkele decennia het onderwerp van onderzoek (Walker, 2012).

Het ter beschikking komen van de atomaire resultaten van de Leefbaarheidsmonitor voor Gent biedt een mooie kans om voor Gent een ruimtelijke analyse te doen vanuit het thema milieugelijkheid en milieurechtvaardigheid. Dit kan door de relatie te leggen tussen de enquêteresultaten enerzijds en data over milieuhinder anderzijds.

In volgende paragraaf zal eerst een overzicht worden gegeven van bestaand onderzoek naar de maatschappelijk ongelijke verdeling van milieu-impacts. Het concrete empirisch onderzoek voor Gent zal daarna worden ingeleid door drie onderzoeksvragen op te lijsten. Vervolgens zal uitgelegd worden hoe deze onderzoeksvragen worden geoperationaliseerd naar data, ruimtelijke analysemethode en statistische tests toe. Daarna worden de resultaten gepresenteerd en toegelicht, waarmee een antwoord kan worden gegeven op de onderzoeksvragen. Tot slot volgt een kritische bespreking van het uitgevoerde onderzoek.

Overzicht van bestaand onderzoek

Het onderzoek naar milieurechtvaardigheid (of *environmental justice*) kent zijn oorsprong in de Verenigde Staten in de jaren 1980. De focus lag toen op de relatie tussen ras en de ruimtelijke verdeling van vuilstorten en industriële sites (Walker, 2012). Een groot aantal Amerikaanse empirische studies uit die tijd bevestigden dat raciale minderheden meer kans hadden dan blanken om nabij stortplaatsen of luchtverontreinigende fabrieken te wonen (Brainard et al., 2002).

Sindsdien is de reikwijdte van dit onderzoeksdomein vergroot en gediversifieerd en is de focus verschoven naar sociaal-economische indicatoren in het algemeen (zoals inkomen, scholingsgraad en werkloosheid). Verder worden naargelang plaats en tijd andere milieufactoren beschouwd. In de Europese onderzoekscontext gaat sinds het begin van de 21ste eeuw vooral aandacht naar de ruimtelijke verdeling van (verkeersgerelateerde) luchtverontreiniging en omgevingslawaai. Dat beide impacts veel lokale variaties kennen en ze bovendien geproduceerd worden door ons allen, vergroot enkel de relevantie van empirisch onderzoek naar hun ruimtelijke en sociale verdeling over de samenleving.

In het onderzoek naar de spreiding van luchtverontreiniging en omgevingslawaai over verschillende lagen van de bevolking zijn er volgens Walker (2012) drie dimensies van belang:

Blootstelling

Deze dimensie beschouwt de ongelijke verdeling van milieu-impacts over specifieke bevolkingsgroepen. Een grote hoeveelheid empirisch onderzoek toont aan dat blootstelling aan luchtverontreiniging niet gelijk verdeeld is over de bevolking en dat mensen met een lagere sociaal-economische status of een lager inkomen in het algemeen meer blootgesteld worden (O'Neill et al., 2003; Chaix et al., 2006; Braubach and Fairburn, 2010). De relatie met inkomen ligt in lijn met de behoeftetheorie van Maslow (1962), die stelt dat mensen pas aandacht kunnen hebben voor secundaire noden (zoals een aangename woonomgeving) wanneer meer primaire behoeften zijn vervuld (zoals een voldoende inkomen, werk, enz.). Er bestaan echter ook een beperkt aantal studies met een andere uitkomst, waarbij bijvoorbeeld een omgekeerd verband gevonden wordt in het stadscentrum, waar de betere klasse blootgesteld is aan veel luchtverontreiniging (Goodman et al., 2011). In tegenstelling tot luchtverontreiniging, is een gelijkaardig verband voor omgevingslawaai empirisch minder vaak onderzocht en bovendien zijn de uitkomsten minder eenduidig. Verschillende studies tonen aan dat mensen met een lagere sociaal-economische status vaker klagen over geluidsoverlast en vaker zijn blootgesteld aan hogere (gemodelleerde) geluidsniveaus (Fyhri and Klæboe, 2006; Kohlhuber et al., 2006). Daartegenover staan studies in Nederland en Frankrijk die aantonen dat de blootstelling aan omgevingslawaai het hoogste is in middenklassewijken (Kruize and Bouwman, 2004; Bocquier et al., 2013). Deze verschillen in uitkomst, in mindere mate ook bij luchtverontreiniging, benadrukken de nood aan contextuele en situationele verklaringen. Onverwachte bevindingen kunnen vaak verklaard worden door historische, politieke, economische en sociale processen (Havard et al., 2011).

Kwetsbaarheid

De tweede dimensie beschouwt de gezondheids-impact van luchtverontreiniging of omgevingslawaai voor een specifieke persoon. Deze impact is doorgaans zwaarder voor kinderen, ouderen, armen en mensen in zwakke gezondheid. Blootstelling en kwetsbaarheid werken op elkaar in en produceren aldus een drievoudige probleem-situatie gekenmerkt door een lage sociaal-economische status, een ongezonde woonomgeving en een zwakke gezondheid. Dit betekent met andere woorden dat bevolkingsgroepen met een lagere sociaal-economische status, die al een grotere kans op een zwakkere gezondheid hebben door armoede en stress, ook de hoogste blootstelling aan milieu-impacts ervaren, die op hen dan nog eens een grotere impact heeft dan op een gemiddelde referentiepersoon (O'Neill et al., 2003; Pearce et al., 2010; Walker,

2012). Aan de andere kant heeft het meer welgestelde deel van de bevolking, los van de blootstelling die ze in hun woonomgeving ondergaan, minder kans om er gezondheidsschade of hinder van te ondervinden, omdat ze zich bijvoorbeeld beter kunnen beschermen tegen deze impacts (bv. geluidsisolatie van de woning) en ze door hun betere gezondheid meer weerbaar zijn (Havard et al., 2011). Op deze manier vergroten luchtverontreiniging en omgevingslawaai de gezondheidsongelijkheid.

Verantwoordelijkheid

De derde dimensie gaat na of er een onevenwicht bestaat tussen diegenen die luchtverontreiniging en omgevingslawaai veroorzaken, en deze die de gezondheids-impacts en hinder ondergaan (O'Neill et al., 2003; Walker, 2012). De algemene hypothese van deze ethische kwestie is dat armere mensen minder vaak een auto bezitten dan rijkere mensen, minder bijdragen aan milieuverontreiniging, maar er wel disproportioneel vaak de negatieve gevolgen van ervaren (Kohlhuber et al., 2006; Næss, 2013). Er bestaan een aantal empirische analyses die aantonen dat er een ruimtelijke ongelijkheid bestaat in het veroorzaken en ondergaan van milieuverontreiniging (Mitchell and Dorling, 2003; Davoudi and Brooks, 2014), maar de relatie staat nog niet zo eenduidig vast.

Onderzoeksvragen

Voor de analyse die werd uitgevoerd voor Gent, werd gekozen om de reikwijdte te beperken tot de twee belangrijkste milieu-impacts: luchtverontreiniging en geluidsoverlast. Het is voor de hand liggend dat ook in Gent beide impacts een rol spelen en ruimtelijk niet gelijkmatig over het grondgebied verdeeld zijn. De doorsnijding van de zuidelijke stadsrand door twee snelwegen (E17 en E40), een drukke stedelijke (R40) en randstedelijke (R4) ringweg, het continue havengerelateerde verkeer en verschillende spoorwegen veroorzaken heel wat verkeerslawaai en luchtverontreiniging. Daarenboven werd in de jaren 1970 een afrit in de vorm van een viaduct gebouwd (B401), juist ten zuiden van het stadscentrum, en werd de randgemeente Gentbrugge doorsneden door een gelijkaardig viaduct (E17). Sindsdien staat de zuidelijke stadsrand onder constante druk van een indrukwekkende infrastructuurknoop die boven de huizen uitrijst en een bron is van verkeerslawaai en luchtverontreiniging (Boussauw, 2014).

Daarnaast vormt het aspect databeschikbaarheid een bijkomende reden waarom de analyse wordt beperkt tot luchtverontreiniging en omgevingslawaai. Voor beide impacts is gedetailleerde en gebiedsdekkende data beschik-

baar. De luchtkwaliteitsmodellering richt zich evenwel hoofdzakelijk op verkeersgerelateerde verontreiniging. In de RIO-achtergrond van het ATMOSYS model (zie p.7 "Luchtkwaliteit") zit ook de bijdrage van andere bronnen dan verkeer verwerkt, maar de IFDM dispersiemodellering - die een groot deel van de lokale variatie in het ATMOSYS model bepaalt - is enkel op verkeer toegespitst. De lokale variatie in industriële uitstoot is dus niet meegenomen in het model. Het aspect databeschikbaarheid is dan ook een van de redenen waarom de industriële verontreiniging in de haven niet wordt beschouwd in deze working paper. Bovendien loopt in het havengebied een human biomonitoring (HBM) onderzoek dat zich specifiek richt op het traceren van sporen van industriegerelateerde polluenten bij omwonenden. Dit onderzoek wordt uitgevoerd door het Steunpunt Milieu en Gezondheid en resultaten zijn sinds begin 2015 beschikbaar (<http://www.milieu-en-gezondheid.be>). Uiteraard is de verkeersgerelateerde luchtverontreiniging in de haven wel meegenomen in de analyse - net zoals dit voor het ganse grondgebied Gent gebeurde - en wordt industriegeluid meegenomen bij de indicatoren van omgevingslawaai.

Op basis van de probleemstelling, de beschikbare data en de drie beschreven dimensies worden drie onderzoeksvragen voorgesteld die de leidraad vormen in deze working paper. De eerste onderzoeksvraag wil de relatie tussen gemodelleerde omgevingshinder en de subjectieve ervaring nagaan. Enerzijds hoeft het namelijk niet zo te zijn dat deze goed op elkaar aansluiten, anderzijds blijkt uit onderzoek dat de gezondheidsimpact van lawaaihinder in grotere mate wordt beïnvloed door de individuele perceptie (alook de individuele gevoeligheid) dan door de effectieve geluidswaarden (Schreckenberget al., 2010). De tweede vraag peilt naar de dimensie "blootstelling" en wil nagaan of er sociale ongelijkheid in blootstelling aan milieu-impacts bestaat. De derde vraag gaat in op het aspect "verantwoordelijkheid" en peilt naar een ongelijke verdeling van de lusten en lasten van wegverkeer. Er wordt niet expliciet gepeild naar de dimensie "kwetsbaarheid", maar gelet op het voorkomen van de vicieuze cirkel van een lage sociaal-economische status, een zwakke gezondheid en hogere blootstelling aan milieu-impacts, kan gesteld worden dat de dimensie "blootstelling" dit ook indirect in beeld brengt.

Is er een relatie tussen gemodelleerde omgevingskwaliteit en de subjectieve ervaring van hinder? (enkel mogelijk voor geluidshinder)

Hypothese: er is een verband tussen gemodelleerde omgevingskwaliteit en subjectieve ervaring ervan. Dit onderbouwt het gebruik van de gemodelleerde omgevingskwaliteit (in casu omgevingslawaai) als proxy voor subjectieve hinder (in casu geluidshinder).

Is er een relatie tussen sociaal-economische kenmerken en gemodelleerde omgevingskwaliteit?

Hypothese: personen met een lagere sociaal-economische status (lagere inkomens, lagere scholingsgraad, niet-Belgische nationaliteit) ervaren over het algemeen een slechtere luchtkwaliteit en meer lawaai. Er bestaat daardoor een situatie van milieuongelijkheid en mogelijk milieuonrechtvaardigheid.

Bestaat er een ongelijke verdeling met betrekking tot de lusten en lasten van gemotoriseerd vervoer?

Hypothese: personen die het meest de hinder door wegverkeer veroorzaken, omdat ze zich het meest met de wagen/moto verplaatsen, worden minder blootgesteld aan de luchtverontreiniging en het omgevingslawaai dat veroorzaakt wordt door dit verkeer. Er bestaat daardoor een situatie van milieuongelijkheid en mogelijk milieuonrechtvaardigheid.

Operationalisering

Data

Enquête

De resultaten van de Leefbaarheidsmonitor 'Wonen en leven in Gent 2014' zijn beschikbaar voor 2380 respondenten op gelokaliseerd adresniveau. Voor elk van de onderzoeksvragen zijn specifieke vragen uit de enquête van nut. De meeste vragen bestaan uit een beperkt aantal antwoordcategorieën. Omwille van de keuze van statistische verwerking (zie Statistische Verwerking, p.9) is het nodig om de antwoorden per vraag op te splitsen in twee categorieën. Daarom worden de antwoordcategorieën per vraag gehercodeerd naar een dummy variabele met als waarde 0 en 1. Deze opsplitsing is voor sommige vragen evident, voor andere vragen houdt dit meer arbitraire keuzes in. Binnen de statistische analyse zal per vraag nagegaan worden of de gemiddelde waarden voor de luchtkwaliteit- of omgevingsgeluidvariabelen significant verschillend zijn voor de respondenten in beide geaggregeerde antwoordcategorieën.

Verder is er door onvolledige enquêtes geen volledige antwoordset beschikbaar voor elke vraag. Doorgaans gaat het echter om een klein aantal respondenten die de vraag niet (of onvolledig) beantwoordt heeft. Ook door beperkingen van de analysemethode vallen een aantal respondenten buiten de analyse. Bij weergave van de resultaten van de analyse is daarom telkens aangegeven voor hoeveel records alle informatie beschikbaar is en de test werd uitgevoerd. Door de karakteristieken van de steekproef in de Leefbaarheidsmonitor zouden er in principe minimum 380 respondenten in een antwoordcategorie moeten zitten om representatief te zijn voor de ganse populatie (en ook dan is dit niet helemaal gewaarborgd). Waar dit aantal niet gehaald wordt is dit aangegeven in de resultaten. De conclusies moeten voor die aspecten dan ook met grote omzichtigheid worden behandeld.

Onderzoeksvraag 1

Lawaaihinder

Vraag 66-4: "Als je denkt aan de voorbije 12 maanden, in welke mate ondervond je in jouw buurt last van lawaai van verkeer?"

- nooit; zelden → 0 : geen of weinig lawaai
- af en toe; vaak; altijd → 1 : een beetje of veel lawaai

Vraag 66-8: "Als je denkt aan de voorbije 12 maanden, in welke mate ondervond je in jouw buurt last van lawaai van industrie?"

- nooit; zelden → 0 : geen of weinig lawaai
- af en toe; vaak; altijd → 1 : een beetje of veel lawaai

Vraag 66-9: "Als je denkt aan de voorbije 12 maanden, in welke mate ondervond je in jouw buurt last van nachtlawaai?"

- nooit; zelden → 0 : geen of weinig lawaai
- af en toe; vaak; altijd → 1 : een beetje of veel lawaai

Onderzoeksvraag 2

Inkomen

Vraag 82: "Als je de volgende schaal van inkomens bekijkt, met welk cijfer komt het totale beschikbare inkomen per maand dan overeen? Met gezin bedoelen we alle personen waarmee je samen een huishouden vormt en waarmee je momenteel onder hetzelfde dak woont."

- alle bedragen onder 2000 €/maand; ik leef van een vervangingsinkomen → 0 : < 2000 €
- alle bedragen boven 2000 €/maand → 1 : > 2000 €

Vraag 81: "Kan je met het totale beschikbare inkomen van je gezin, zoals het nu is, maandelijks rondkomen?"

- zeer moeilijk; moeilijk; eerder moeilijk → 0 : eerder moeilijk
- eerder gemakkelijk; gemakkelijk; zeer gemakkelijk → 1 : eerder gemakkelijk

¹ DE GRENS VAN 2000 € WERD GEKOZEN GEZIEN DIT ZEER DICHT LIGT BIJ HET MEDIAAN MAANDELIJKS GEZINSINKOMEN VOOR VLAANDEREN IN 2012, DAT 2004,5 € BEDRAAGT (ZIE [HTTP://STATBEL.FGOV.BE](http://statbel.fgov.be)).

Scholingsgraad

Vraag 77: "Wat is je hoogst behaalde diploma?"

- geen; lagere school; lager middelbaar; hoger middelbaar → 0 : geen hoger onderwijs
- niet-universitair hoger onderwijs; universitair onderwijs → 1 : hoger onderwijs

Nationaliteit

Vraag 73: "Welke nationaliteit had jijzelf bij de geboorte?"

- Belg → 0 : Belg
- West-Europees; Oost-Europees; Zuid-Europees; Marokkaans; Turks; Andere → 1 : niet-Belg

In de loop van deze working paper zal blijken dat ook de vraag naar leeftijd relevant is. Deze wordt gecodeerd in leeftijdscategorieën van vijf jaar, dewelke hier worden vermeld.

Leeftijd

Vraag 71: "Wat is je geboortjaar?"

- 2008-2013 → 0-5
- 2003-2007 → 6-10
- 1998-2002 → 11-15
- 1993-1997 → 16-20
- ...
- 1928-1932 → 81-85

Onderzoeksvraag 3**Autobezit**

Vraag 45: "Over hoeveel auto's beschikt het gezin waar je deel van uitmaakt?"

- 0 → 0 : geen auto in bezit
- 1; 2; 3; ... → 1 : minstens één auto in bezit

Autoverplaatsingen

Vraag 48: "Indien je werkt, hoe verplaats jij je meestal naar en van je werk?"

- met de auto; met de moto/bromfiets → 0 : auto/moto/bromfiets
- met de fiets; met de bus/tram; met de trein; te voet → 1 : fiets/bus/tram/trein/te voet

Luchtkwaliteit

Om luchtverontreiniging te kwantificeren wordt gebruik gemaakt van het RIO-IFDM model dat wordt gebruikt door ATMOSYS, een milieubeleid- en bestuursproject gefinancierd door de Europese Commissie gericht op het online beschikbaar maken van een luchtkwaliteitsmodellering. Op de projectwebsite worden jaarlijkse luchtkwaliteitskaarten ter beschikking gesteld aan het publiek (<http://www.atmosys.eu>).

Deze kaarten tonen het resultaat van een koppeling van twee gegevensbronnen: de ruimtelijke interpolatie van luchtkwaliteitsmetingen (RIO interpolatiemodel), waarin alle bronnen van luchtverontreiniging zijn meegenomen, en de berekening van de luchtkwaliteit op basis van meteorologische gegevens en een schatting van de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen door verkeer (IFDM dispersiemodel) (Lefebvre et al., 2013). Het RIO interpolatiemodel kan eerder worden beschouwd als een achtergrondwaarde, terwijl het IFDM dispersiemodel zeer goed lokale verschillen in luchtkwaliteit, ten gevolge van wegverkeer, in beeld brengt. Hoewel validatieoefeningen betrouwbare resultaten opleveren, hebben beide databronnen beperkingen en onzekerheden. Een nadeel van IFDM is dat het zich enkel richt op luchtverontreiniging door wegverkeer, andere bronnen zoals industrie of huishoudens worden buiten beschouwing gelaten. Dit kan ervoor zorgen dat het RIO-IFDM model op sommige plaatsen de luchtverontreiniging onderschat en/of de lokale verschillen worden afgezwakt. Een andere belangrijke beperking is dat het RIO-IFDM model een "open street" model is, en er dus geen rekening wordt gehouden met obstakels (bomen, geluidsschermen, gesloten huizenrijen, ...) langs de wegen waar de impact van het verkeer wordt berekend. Dit betekent dat in smalle straten met veel verkeer in de binnenstad (zogenoemde "street canyons") de concentraties vermoedelijk worden onderschat. De luchtvervuiling in deze straten kan zich tussen de bebouwing immers minder goed verspreiden. Binnen het ATMOSYS model worden verschillende pollutanten gemodelleerd, voor verschillende jaren. Binnen het bestek van deze working paper wordt gekozen om te werken met de indicator jaargemiddelde concentratie NO₂. NO₂ is een gas dat grotendeels wordt geproduceerd door wegverkeer. Daarom is het een belangrijke indicator van verkeersgerelateerde luchtverontreiniging en vertoont het veel lokale ruimtelijke variatie (Goodman et al., 2011). Het is wel niet heel waarschijnlijk dat de aan NO₂ gekoppelde gezondheidseffecten effectief door NO₂ worden veroorzaakt. Meer waarschijnlijk is het voorkomen van NO₂ gecorreleerd met een specifieke mix van fijn stof die typisch is voor verkeersgerelateerde

luchtverontreiniging en gerelateerde gezondheidseffecten (Health Effects Institute, 2010). NO_2 kan dus gezien worden als een soort proxy indicator en daarom zijn er ook grenswaarden beschikbaar vanuit de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) en de Europese Unie (EU). Beide instanties leggen een maximum jaargemiddelde concentratie op van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor verdere analyse wordt de brondata in gegeoreferend rasterformaat gebruikt, met een resolutie van $10 \times 10 \text{m}$, voor het jaar 2012.

Geluid

Om omgevingsgeluid te kwantificeren wordt gebruik gemaakt van de stedelijke geluidskarten voor Gent, die zowel weg-, spoorweg- als industriegeluid omvatten. De gebruikte stedelijke geluidskarten zijn in 2010² opgemaakt in navolging van de Europese Richtlijn Omgevingslawaai (2002/49/EC), die oplegde dat voor alle agglomeraties met meer dan 250.000 inwoners gedetailleerde geluidskarten moesten worden opgemaakt, om een idee te krijgen van het totale aantal gehinderde en slaap-verstoorde mensen in Europa. Deze stedelijke geluidskarten voor Gent zijn opgesteld door GIM nv en Vinçotte Environment nv (2010a, b). Voor de opmaak van de geluidskarten werd vertrokken van geluidsmetingen en een 3D-model, waarin rekening wordt gehouden met topografie en gebouwen. Bovendien gebeurde er een uitgebreide kwaliteitscontrole met validatie op het terrein. Er wordt gekozen om in verdere analyse voornamelijk L_{den}^3 (2010) te gebruiken als proxy variabele voor omgevingsgeluid. Het is de meest gebruikte gestandaardiseerde indicator om hinder en slaapverstoring te kwantificeren. Er wordt zowel met " L_{den} totaal" gewerkt als met " L_{den} weg". Deze laatste indicator bevat enkel omgevingslawaai door wegverkeer en is in zekere zin beter vergelijkbaar met de NO_2 indicator, gezien deze ook enkel is berekend op basis van wegverkeersgerelateerde luchtverontreiniging. Voor de eerste onderzoeksvraag worden daarnaast ook de indicatoren " L_{den} industrie" (enkel industrielawaai) en " L_{nigt}^4 totaal" gebruikt. Alle data zijn beschikbaar in gegeoreferend rasterformaat, met een resolutie van $10 \times 10 \text{m}$.

Ruimtelijke analyse

Om een evaluatie te kunnen maken van de relatie tussen de enquêteresultaten en de lokale luchtkwaliteit en omgevingsgeluid, moeten de datasets ruimtelijk aan elkaar gekoppeld worden. Hiervoor worden de drie datasets ingebracht in ArcGIS9.3, de data voor luchtkwaliteit en omgevingsgeluid in rasterformaat, de enquêteresultaten gelokaliseerd in puntformaat.

Gezien er in de dataset luchtkwaliteit geen rekening wordt gehouden met gebouwen, is er weinig variatie qua luchtkwaliteit binnen de grondoppervlakte van een woning. Daarom wordt voor luchtkwaliteit een eenvoudige koppeling gemaakt: de waarde van de rastercel waar het adrespunt in valt, wordt gekoppeld aan het adrespunt.

Voor geluid is de koppeling iets complexer. Binnen deze dataset wordt wel rekening gehouden met de locatie van gebouwen, waardoor de waarden aan de straatgevel van een gebouw doorgaans hoger liggen dan de waarden in het midden van het grondoppervlak van de woning of aan de achterkant. Daarom wordt gekozen om te vertrekken van het gebouw waarbinnen het adrespunt valt, en de hoogste rasterwaarde te zoeken die binnen de grenzen van dit gebouw valt. Door deze waarde te koppelen aan de adrespunten zal doorgaans de geluidsbelasting aan de straatkant worden beschouwd.

² IN FEBRUARI 2014 KWAMEN NIEUWE STEDELIJKE GELUIDSKARTEN TER BESCHIKKING. DE DATA HIERVAN WERDEN ECHTER NOG NIET GEBRUIKT IN DEZE WORKING PAPER.

³ L_{den} IS HET JAARGEMIDDELDE EQUIVALENTE GELUIDSNIVEAU OVER EEN PERIODE VAN 24U, WAARBIJ HET GELUID IN DE AVOND EN DE NACHT ZWAARDER TELT DAN HET GELUID OVERDAG. TIJDENS DE NACHTPERIODE (22.00-07.00U) WORDT EEN STRAFMAAT VAN 10 DB TOEGEVOEGD, TIJDENS DE AVONDUREN (19.00-23.00U) EEN STRAFMAAT VAN 5 dB.

⁴ L_{nigt} IS HET GEMIDDELDE GELUIDSNIVEAU OVER LANGE TERMIJN, VASTGESTELD OVER ALLE NACHTPERIODEN VAN EEN JAAR, WAARBIJ DE NACHTPERIODE DE PERIODE IS TUSSEN 23.00 EN 07.00U.

Statistische verwerking

Door de ruimtelijke koppeling zijn per respondent zowel de enquêteresultaten beschikbaar, als de waarden voor luchtkwaliteit en omgevingsgeluid. Om na te gaan of de gemiddelde waarde van de omgevingsvariabele per antwoordcategorie significant verschillend is, wordt per vraag een tweezijdige t-test voor twee onafhankelijke steekproeven uitgevoerd. Door de keuze voor dergelijke test dienen de antwoordcategorieën gehercodeerd te worden naar een dichotome variabele (zie Enquête p.6).

Bij het uitvoeren van deze test in SPSS wordt tegelijk een Levene-test uitgevoerd om na te gaan of de varianties binnen beide antwoordcategorieën gelijk zijn en aansluitend wordt een t-test met of zonder aanname van gelijke variantie beschouwd. De omgevingsvariabelen voor luchtkwaliteit en omgevingsgeluid zijn niet perfect normaal verdeeld, maar benaderen wel een normale verdeling. Daar een t-test echter niet zo gevoelig is voor een lichte afwijking van een normale verdeling wordt deze toch toegepast, in plaats van een non-parametrische test.

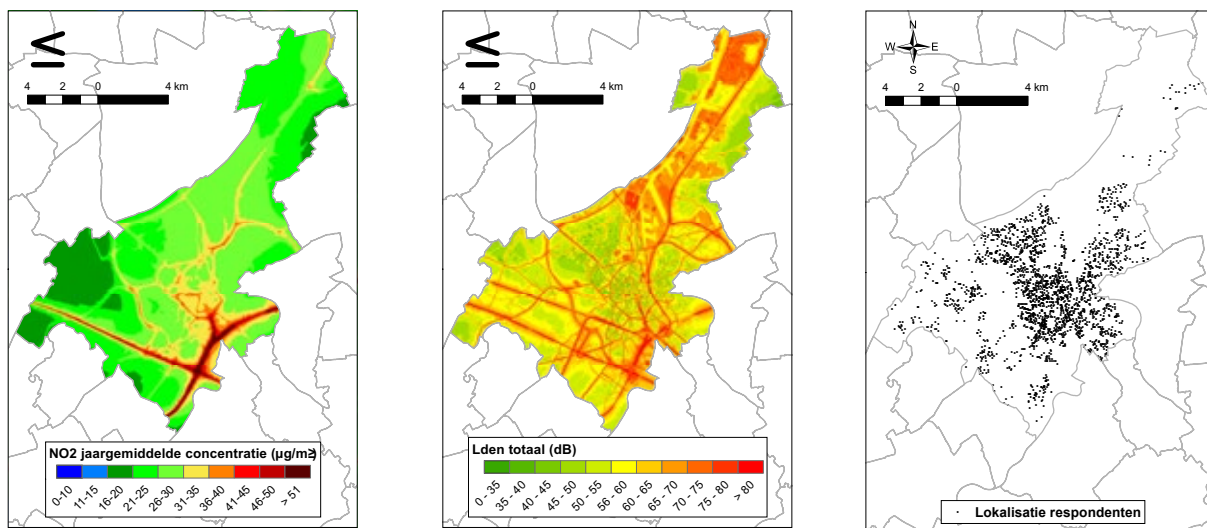
Daar de keuze voor dichotome tests informatieverlies inhoudt, door het verlies aan antwoordcategorieën, worden aanvullend per vraag zogenaamde **error bar charts** getoond. Dit is een grafische weergave van het betrouwbaarheidsinterval (in casu 95%) voor het gemiddelde per categorie. In dergelijke voorstelling kunnen dus alle antwoordcategorieën worden gebruikt. De grafische weergave toont niet of verschillen in resultaten significant zijn, maar kan wel wijzen op een bepaalde trend.

De statistische significantietests blijven dus louter dichotoom, wat enerzijds de interpretatie van de test eenvoudig maakt, maar anderzijds zoals hierboven reeds aangehaald voor informatieverlies zorgt. Bovendien bestaan er mogelijk interactie-effecten tussen verschillende verklarende variabelen (bv. inkomen en scholingsgraad) die op deze manier niet blootgelegd kunnen worden. Door one way ANOVA tests te gebruiken zouden enerzijds meerdere antwoordcategorieën binnen eenzelfde vraag behouden blijven in de significantietest, en kunnen anderzijds twee of meerdere verklarende variabelen met elkaar gecombineerd worden. Dergelijke tests zijn echter veel gecompliceerder en zullen in de context van dit artikel niet aan bod komen. De resultaten van de eenvoudige tests die hierna worden besproken moeten dus met de nodige voorzichtigheid worden bekeken. Waar relevant wordt aangegeven welke verdere analyses interessant kunnen zijn.



FIGUUR 1.

RUIMTELIJKE SPREIDING VAN JAARGEMIDDELTE CONCENTRATIE NO₂ (2012), L_{DEN} TOTAAL (2010) EN DE RESPONDENTEN VAN DE ENQUÊTE (2013), GENT.



Resultaten

De ruimtelijke verdeling van luchtkwaliteit en omgevingsgeluid

In eerste instantie bekijken we de algemene spreiding van luchtkwaliteit en omgevingsgeluid over het grondgebied Gent. Dit toont de ruimtelijke variatie binnen de indicatoren.

In Figuur 1 zien we duidelijk een ongelijk patroon voor zowel jaargemiddelde NO₂ concentratie als L_{den} totaal, met voor luchtverontreiniging vooral hoge waarden rond de snelwegen en ten zuiden van het stadscentrum, terwijl voor omgevingslawaai een zeer gespreid patroon naar voor komt over het hele grondgebied. Ook de verdeling van respondenten over het grondgebied Gent is op kaart weergegeven. De spreiding komt grotendeels overeen met de grootste bevolkingsconcentraties in de stad.

De relatie tussen gemodelleerd omgevingsgeluid en de ervaring van geluidshinder

Het nagaan van de relatie tussen gemodelleerde omgevingskwaliteit en de hinder die ervaren wordt, is enkel mogelijk voor het aspect geluid, gezien er in de enquête niet gevraagd wordt naar hinder door luchtverontreiniging. Gezien de drie vragen met betrekking tot geluidshinder betrekking hebben op specifieke aspecten van omgevingslawaai, is aan elke van deze drie vragen de relevante indicator gekoppeld: voor hinder door verkeerslawaai "L_{den} weg", voor hinder door industriellawaai "L_{den} industrie" en voor hinder door nachtlawaai "L_{ngt} totaal". De concrete vragen en antwoordcategorieën zijn terug te vinden in paragraaf "Enquête" (p.6)

De resultaten van deze analyse zijn te vinden in Tabel 1. Om de tabel te kunnen interpreteren wordt hieronder de weergave van de resultaten voor de eerste vraag (66-4) toegelicht.

Interpretatie Tabel 1

Op de vraag naar hinder door verkeerslawaai zijn er 962 respondenten die geantwoord hebben dat ze geen of weinig lawaai ervaren, en 1328 respondenten dat ze een beetje of veel lawaai ervaren.

De weinig tot niet gehinderde groep respondenten blijkt, op basis van de koppeling met de geluidskaarten, blootgesteld te zijn aan een (gemodelleerd) gemiddeld geluidsniveau van omgevingslawaai door wegverkeer van 58,33 dB, de andere groep respondenten is blootgesteld aan een geluidsniveau van gemiddeld 63,20 dB.

De t-test bepaalt vervolgens of dit verschil significant is. Hiervoor worden alle waarden per antwoordcategorie in rekening gebracht. In principe worden er twee distributies of verdelingen met elkaar vergeleken, deze van de waarden voor wegverkeerslawaai voor alle respondenten in de ene categorie, met dezelfde verdeling in de andere antwoordcategorie. Als er teveel overlapping is tussen beide verdelingen kan het zijn dat het verschil tussen de gemiddelden toch niet significant is.

In dit geval heeft het verschil een zeer hoge significantie. Er kan besloten worden dat over alle respondenten heen diegene die verklaren geen of weinig lawaaihinder door wegverkeer te ervaren gemiddeld gezien ook effectief minder blootgesteld zijn aan (gemodelleerd) omgevingslawaai door wegverkeer, dan de respondenten die antwoorden wel enige lawaaihinder te ervaren.

De resultaten in Tabel 1 tonen duidelijk aan dat respondenten die zich meer gehinderd voelen door verkeerslawaai, industriellawaai en nachtlawaai ook in de geluidsmodelleringen aan hogere geluidsniveaus worden blootgesteld.

De grootte van het verschil tussen de antwoordcategorieën varieert van 2,38 dB tot 6,52 dB. Hoewel dit verschil relatief klein lijkt is dit toch relevant, gezien decibels verlopen volgens een logaritmische schaal. Er kan min of meer gesteld worden dat bij een toename van 3 dB het niveau van het lawaai verdubbelt, en dat een toename van 1 dB nog net waarneembaar is voor het menselijk oor.

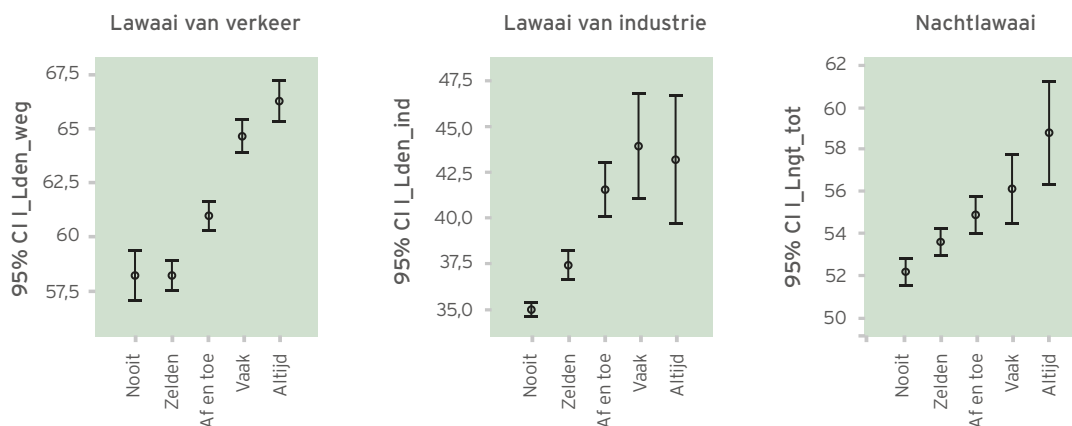
Het verschil in geluidsniveau tussen de gehinderden en niet-gehinderden vertoont voor de drie vragen een zeer hoge significantie ($P < 0,001$). Voor vraag 66-8, die peilt naar industriellawaai, bevat de categorie met gehinderden echter slechts 188 respondenten. Dit is te weinig om de representativiteit van de steekproef te waarborgen.

De error bar charts in Figuur 2 bevestigen deze analyse. In deze grafieken zijn telkens de vijf antwoordcategorieën opgenomen zoals ze in de oorspronkelijke enquête-resultaten bestaan. Per categorie wordt vervolgens het gemiddelde gegeven en een betrouwbaarheidsinterval van 95% voor dit gemiddelde. Dit moet geïnterpreteerd worden als: "er is 95% kans dat het effectieve gemiddelde van deze populatie binnen dit interval ligt" (de populatie bestaat dan bijvoorbeeld uit alle mensen in Gent die in een fictieve enquête zouden antwoorden nooit last te hebben van verkeerslawaai). Voor de drie relaties is telkens een eenduidig verband te zien, met lagere blootstellingswaarden aan lawaai voor respondenten die zeggen nooit of zelden last te hebben, en hogere waarden voor zij die vaak of altijd last hebben.

TABEL 1.
RELATIE GEMODELLEERD OMGEVINGSGELUID VS. GELUIDSHINDER
(T-TEST VOOR TWEE ONAFHANKELIJKE STEEKPROEVEN), GENT

vraag	variabele	categorie "geen of weinig lawaai" gemiddelde	categorie "een beetje of veel lawaai" gemiddelde	verschil	p-waarde
66-4 verkeerslawaai	L_{den} weg (dB)	58,33 (n = 962)	63,20 (n = 1328)	4,87	0,000***
66-8 industriellawaai	L_{den} industrie (dB)	35,41 (n = 2093)	41,93 (n = 188) < 380	6,52	0,000***
66-9 nachtlawaai	L_{ng}^t totaal (dB)	52,88 (n = 1663)	55,26 (n = 623)	2,38	0,000***

FIGUUR 2.
ERROR BAR CHARTS VOOR RELATIE GEMODELLEERD OMGEVINGSGELUID VS. GELUIDSHINDER
(VAN LINKS NAAR RECHTS: VRAGEN 66-4; 66-8; 66-9), GENT.



De hypothese kan dus bevestigd worden voor verkeerslawaai en nachtlawaai. De resultaten voor industrielawaai wijzen in dezelfde richting maar zijn niet statistisch onderbouwd gezien het tekort aan respondenten in de tweede antwoordcategorie.

De resultaten tonen aan dat de subjectieve geluidshinder uit de enquête goed correleert met het gemodelleerde omgevingslawaai uit de stedelijke geluidskaarten. Dit betekent dat de geluidskaarten tegelijk een goede proxy vormen voor de objectief vastgestelde geluidsniveaus (validering op het terrein, zie "Data - Geluid" (p.8)) en voor subjectieve lawaaihinder.

Blootstelling aan luchtverontreiniging en omgevingslawaai

De meest onderzochte vraag met betrekking tot milieugezondheid is of sociaal-economisch zwakkere bevolkingsgroepen meer blootgesteld zijn aan milieu-impacts. Sociaal-economische status wordt in onze analyse geoperationaliseerd door enquêtevragen naar gezinsinkomen, toereikendheid van het gezinsinkomen, scholingsgraad en nationaliteit. Als omgevingsvariabelen worden de jaargemiddelde concentratie NO₂ gebruikt, naast "L_{den} totaal" en "L_{den} weg". Voor geluid wordt ook

deze laatste indicator meegenomen, gezien deze beter overeenkomt met de luchtkwaliteitsindicator (die zich ook voornamelijk richt op luchtverontreiniging door verkeer). In de error bar charts wordt deze echter weggelaten gezien deze hetzelfde patroon blijkt te vertonen dan L_{den} totaal. De concrete enquêtevragen en antwoordcategorieën zijn terug te vinden in paragraaf in "Data - Enquête" (p.6).

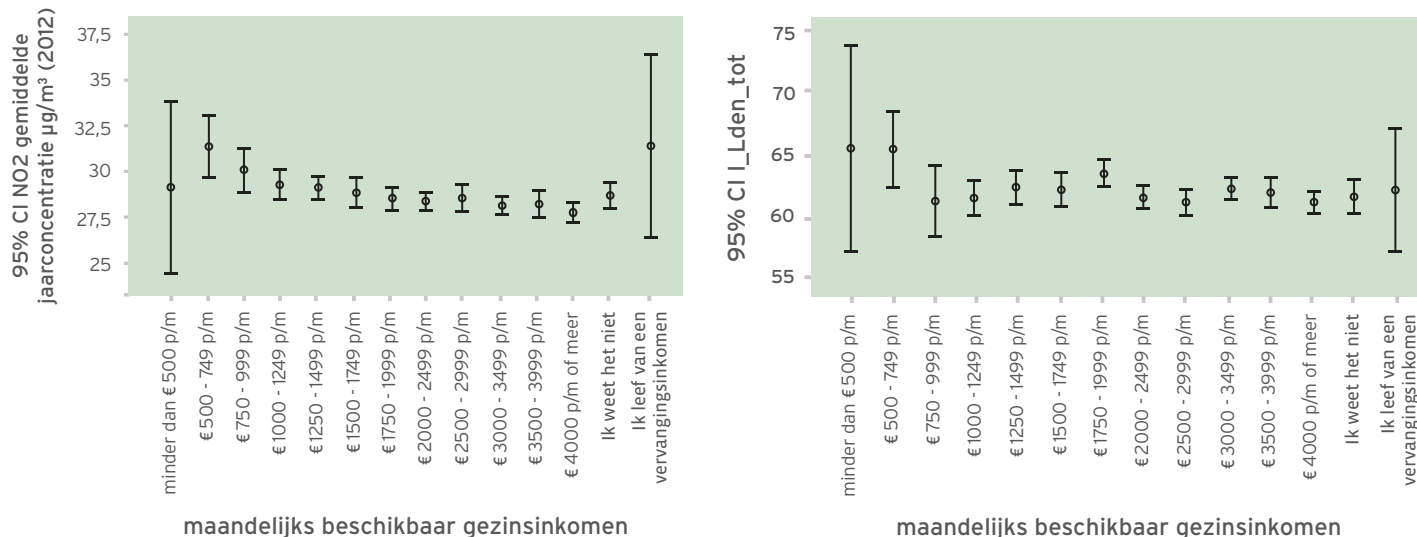
Gezinsinkomen

Voor gezinsinkomen (Tabel 2) kan voor de drie indicatoren een (zeer) significant verschil vastgesteld worden, waarbij de gemiddelde waarden voor luchtverontreiniging en omgevingsgeluid hoger liggen voor respondenten met lagere gezinsinkomens dan voor respondenten met hogere gezinsinkomens. Voor luchtkwaliteit is dit verschil signifikanter dan voor geluid. De absolute verschillen zijn echter tamelijk klein. De error bar charts (Figuur 3) geven in dit geval extra informatie. Waar voor luchtverontreiniging een algemene dalende tendens in NO₂ concentratie is vast te stellen, fluctueert dit bij de geluidsindicator veel meer. Er lijken zich meerdere 'pieken' voor te doen, onder meer bij de lagere middenklasse inkomens (tussen ca. 1250 en 2000 €).

TABEL 2.
OMGEVINGSKWALITEIT IN RELATIE TOT GEZINSINKOMEN (VRAAG 82) (T-TEST VOOR TWEE ONAFHANKELIJKE STEEKPROEVEN), GENT.

variabele	categorie "< 2000€" gemiddelde	categorie "> 2000€" gemiddelde	verschil	p-waarde
NO ₂ gemiddelde jaarconcentratie (µg/m ³)	29,09 (n = 776)	28,15 (n = 1392)	0,94	0,000***
L _{den} totaal (dB)	62,69 (n = 758)	61,75 (n = 1357)	0,94	0,014*
L _{den} weg (dB)	61,95 (n = 758)	60,84 (n = 1357)	1,11	0,006**

FIGUUR 3.
ERROR BAR CHARTS VOOR RELATIE GEZINSINKOMEN VS. OMGEVINGSKWALITEIT
(LINKS: NO₂ GEMIDDELDE JAARCONCENTRATIE, RECHTS: L_{den} TOTAAL), GENT.



Inkomenstoereikendheid

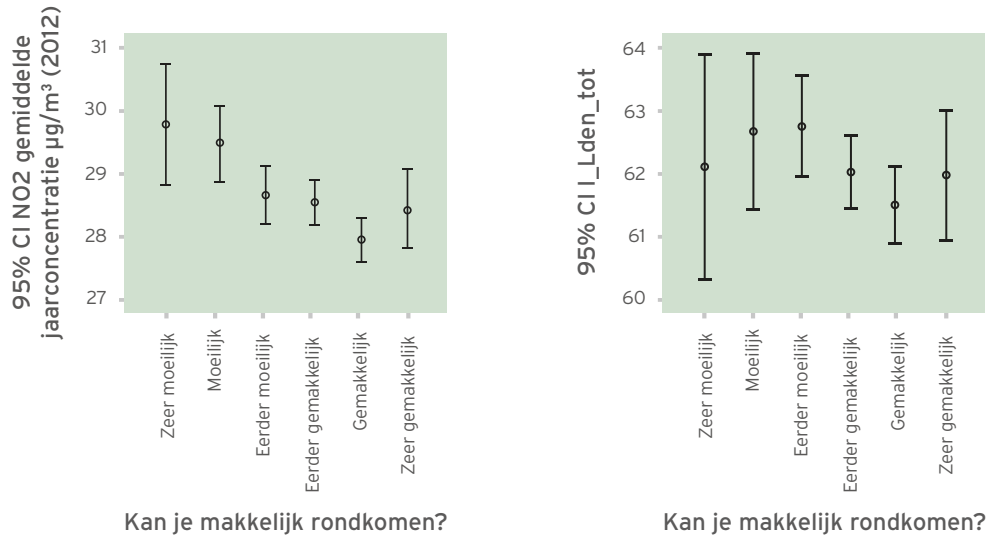
Gezien de indicator voor gezinsinkomen zijn beperkingen heeft - er wordt namelijk geen rekening gehouden met gezinsgrootte - werd daarnaast een analyse voor inkomenstoereikendheid uitgevoerd (Tabel 3). Deze indicator is evenwel veel subjectiever. De resultaten hiervan zijn gelijklopend met de analyse van gezinsinkomen, al worden de verschillen nog een fractie kleiner. De error

bar charts (Figuur 4) bevestigen dit beeld. Voor NO₂ concentratie is een duidelijke neerwaartse trend vast te stellen met stijgende toereikendheid, met bovendien beperkte betrouwbaarheidsintervallen. Voor de geluids-indicatoren zijn de betrouwbaarheidsintervallen veel breder en is de trend moeilijker af te leiden. Opnieuw lijkt de lagere middenklasse, die “eerder moeilijk” antwoordt op de vraag naar toereikendheid, het slechtst te scoren.

TABEL 3.
OMGEVINGSKWALITEIT IN RELATIE TOT INKOMENSTOEREIKENDHEID (VRAAG 81)
(T-TEST VOOR TWEE ONAFHANKELIJKE STEEKPROEVEN), GENT.

variabele	categorie “eerder moeilijk” gemiddelde	categorie “eerder gemakkelijk” gemiddelde	verschil	p-waarde
NO ₂ gemiddelde jaarconcentratie (µg/m ³)	29,02 (n = 665)	28,29 (n = 1689)	0,74	0,001**
L _{den} totaal (dB)	62,65 (n = 647)	61,78 (n = 1650)	0,86	0,027*
L _{den} weg (dB)	61,89 (n = 647)	60,87 (n = 1650)	1,03	0,013*

FIGUUR 4. ERROR BAR CHARTS VOOR RELATIE INKOMENSTOEREIKENDHEID VS. OMGEVINGSKWALITEIT (LINKS: NO₂ GEMIDDELTE JAARCONCENTRATIE, RECHTS: L_{den} TOTAAL), GENT.



Scholingsgraad

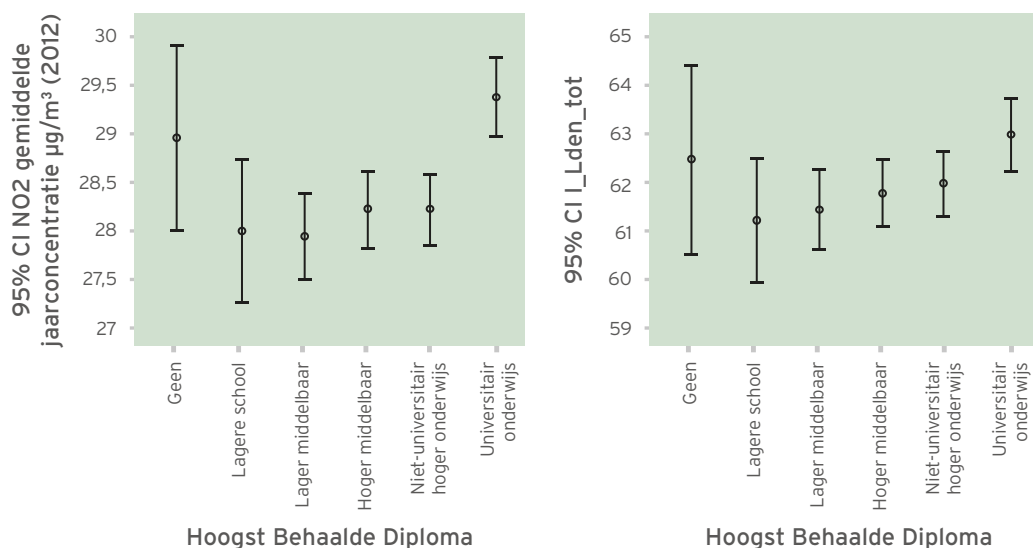
Voor scholingsgraad (Tabel 4) wordt verrassend genoeg een omgekeerd verband vastgesteld. Er is voor de drie omgevingsvariabelen telkens een gemiddeld lagere (dus betere) waarde vast te stellen voor lager geschoolden dan voor hoger geschoolden. Dit verschil is significant voor omgevingsgeluid en zeer significant voor luchtverontreiniging, doch opnieuw klein in absolute termen. Als we naar de error bar charts (Figuur 5) kijken wordt dit verschil nog opvallender, het blijken naast de respondenten zonder scholing vooral de universitair geschoolden te zijn die opvallend veel lawaaihinder en luchtverontreiniging ondergaan.



TABEL 4. OMGEVINGSKWALITEIT IN RELATIE TOT SCHOLINGSGRAAD (VRAAG 77) (T-TEST VOOR TWEE ONAFHANKELIJKE STEEKPROEVEN), GENT.

variabele	categorie "geen hoger onderwijs" gemiddelde	categorie "hoger onderwijs" gemiddelde	verschil	p-waarde
NO ₂ gemiddelde jaarconcentratie (µg/m ³)	28,17 (n = 1172)	28,79 (n = 1161)	-0,62	0,003**
L _{den} totaal (dB)	61,66 (n = 1146)	62,42 (n = 1129)	-0,77	0,030*
L _{den} weg (dB)	60,76 (n = 1146)	61,57 (n = 1129)	-0,82	0,029*

FIGUUR 5.
ERROR BAR CHARTS VOOR RELATIE SCHOLINGSGRAAD VS. OMGEVINGSKWALITEIT
(LINKS: NO₂ GEMIDDELDE JAARCONCENTRATIE, RECHTS: L_{den} TOTAAL), GENT.



Nationaliteit

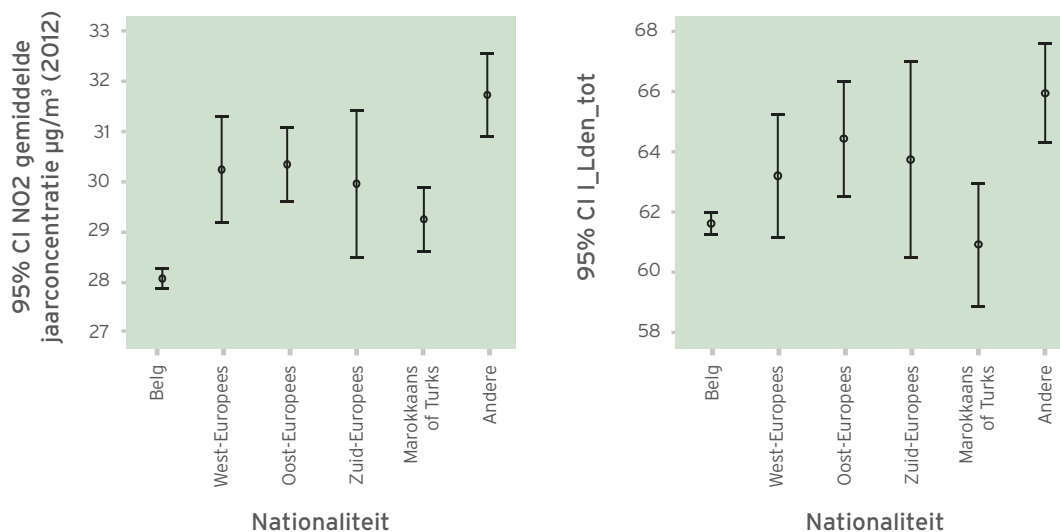
Tot slot is bekeken of nationaliteit een rol speelt (Tabel 5). Dit blijkt wel degelijk zo te zijn, en bovendien zijn de verschillen veel groter dan voor inkomen of scholingsgraad. Niet-Belgen ondergaan gemiddeld een hogere luchtverontreiniging en meer omgevingslawaai dan Belgen. Dit verschil is bovendien voor alle indicatoren van een zeer hoge significantie. Er dient echter opgemerkt te worden dat de categorie niet-Belgen voor de analyses van omgevingslawaai minder dan 380 respondenten bevat. Voor luchtverontreiniging is het aantal respondenten net voldoende, maar dienen de resultaten toch ook met voorzichtigheid te worden benaderd.

De error bar charts (Figuur 6) geven iets meer duiding. Voor NO₂ concentratie is duidelijk dat alle niet-Belgische nationaliteiten gemiddeld gezien een hogere waarde hebben. De grafiek voor lawaaihinder geeft een veel diffuser beeld, gemiddeld gezien ligt de waarde voor niet-Belgen hoger, maar respondenten met de Marokkaanse of Turkse nationaliteit scoren ongeveer hetzelfde, zij het met een veel groter betrouwbaarheidsinterval door het beperkt aantal respondenten. De grote betrouwbaarheidsintervallen voor niet-Belgische nationaliteiten tonen aan dat de resultaten van deze specifieke analyse zeer voorzichtig moeten worden geïnterpreteerd.

TABEL 5.
OMGEVINGSKWALITEIT IN RELATIE TOT NATIONALITEIT (VRAAG 73)
(T-TEST VOOR TWEE ONAFHANKELIJKE STEEKPROEVEN), GENT.

variabele	categorie "niet-Belg" gemiddelde	categorie "Belg" gemiddelde	verschil	p-waarde
NO ₂ gemiddelde jaarconcentratie (µg/m ³)	30,58 (n = 386)	28,05 (n = 1975)	2,53	0,000***
L _{den} totaal (dB)	63,97 (n = 377) < 380	61,64 (n = 1926)	2,33	0,000***
L _{den} weg (dB)	63,34 (n = 377) < 380	60,73 (n = 1926)	2,61	0,000***

FIGUUR 6.
ERROR BAR CHARTS VOOR RELATIE NATIONALITEIT VS. OMGEVINGSKWALITEIT
(LINKS: NO₂ GEMIDDELTE JAARCONCENTRATIE, RECHTS: LDEN TOTAAL)⁵, GENT.



Samengevat is er duidelijk een ongelijke spreiding van luchtverontreiniging en omgevingslawaai over verschillende bevolkingsgroepen. Voor inkomen en nationaliteit kan de hypothese worden bevestigd, namelijk dat mensen met een lagere sociaal-economische status (lagere inkomens, lagere inkomensstoereikendheid en niet-Belgen) gemiddeld een iets hogere luchtverontreiniging en meer omgevingslawaai ervaren. Het is opvallend dat voor nationaliteit het verschil groter is, al is dit een zeer voorbarige conclusie gezien het te beperkt aantal niet-Belgen in de analyse. Voor deze drie analyses is het verschil steeds significanter voor luchtverontreiniging dan voor lawaai. Dit is in lijn met de grotere consensus wat betreft ongelijke blootstelling aan luchtverontreiniging in bestaand onderzoek, vergeleken met blootstelling aan omgevingslawaai, aangehaald in het begin van deze paper. Er dient hier ook vermeld te worden dat de indicator 'gezinsinkomen' zijn beperkingen kent. Doordat in de enquête het volledige netto gezinsinkomen wordt beschouwd, met inbegrip van bijvoorbeeld kinderbijslag, is dit inkomen zeer gevoelig voor gezinsgrootte. Bovendien is het niet duidelijk voor hoeveel mensen dit inkomen moet instaan. Daarom werd een tweede inkomensindicator berekend, waarbij de gezinsinkomens werden aangepast naargelang gezinsgrootte volgens de square root scale (o.a. voorgesteld door de OESO⁶, zie <http://www.oecd.org/eco/growth/OECD-Note-EquivalenceScales.pdf>). De resultaten van de statistische tests met deze aangepaste indicator leverden echter weinig verschil op ten opzichte van de tests met de basisindicator

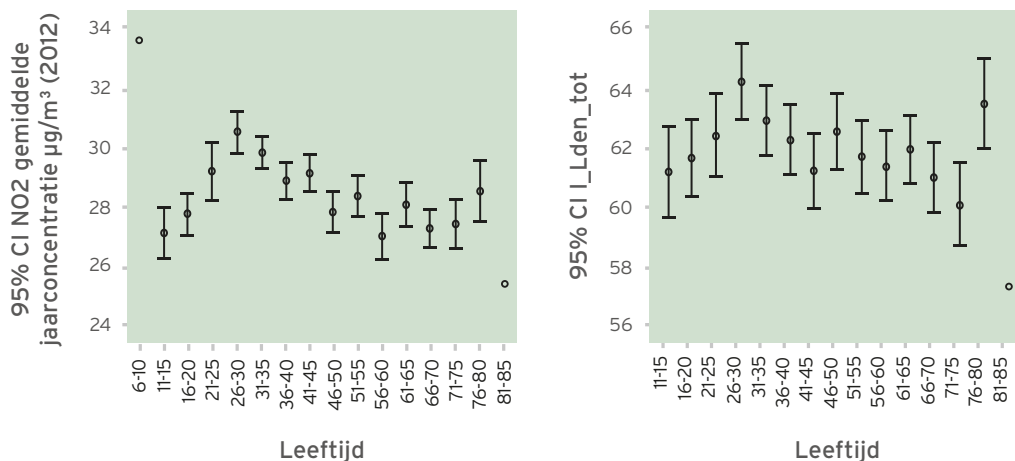
gezinsinkomen, het absolute verschil in blootstelling werd zelfs iets kleiner (wanneer de populatie werd opgesplitst door middel van het gemiddelde aangepaste gezinsinkomen). De resultaten van deze tests zijn dan ook niet opgenomen in deze working paper.

Verrassend genoeg kan de hypothese voor scholingsgraad niet bevestigd worden, maar is er integendeel een omgekeerd verband vast te stellen dat significant is. Een eenduidige verklaring hiervoor is niet meteen te vinden. Een mogelijke verklaring is dat het hier voor een deel gaat om jonge starters die na hun studies een aantal jaren op een goedkopere, verkeersbelaste locatie wonen (zoals een appartement in het centrum van Gent) en pas later verhuizen naar een gezondere woonomgeving. Om deze verklaring kort te toetsen werd een error bar chart opgesteld op basis van leeftijdscategorieën. Hiervoor werd enquêtevraag 71, waarin gevraagd wordt naar geboortear van de respondent, gehercodeerd naar leeftijdscategorieën (met 2013 als referentiejaar, zie "Data - Enquête" (p.6). Deze error bar charts (Figuur 7) vertonen een opvallend patroon. Voor zowel luchtverontreiniging als omgevingslawaai tonen de grafieken dat er zich een piek situeert tussen de leeftijd van 21 en 35. Dit ondersteunt alvast de hypothese dat jonge starters (in Gent vaak met een universitair diploma) vaker dan gemiddeld op een minder gezonde locatie wonen. Dit is ook logisch te verklaren, gezien starters - ongeacht het inkomen of het diploma - vaak nog niet voldoende financiële draagkracht hebben om zich een comfortabele en goed gelegen woning te veroorloven. Om de interactie-effecten tussen inkomen, scholingsgraad en leeftijd beter in beeld te brengen, is een uitgebreidere one way ANOVA analyse nodig.

⁵ VOOR EEN BETERE VISUALISATIE IS DE ANTWOORDCATEGORIE "IK WEEET HET NIET" WEGGELATEN GEZIEN HET ZEER BEPERKT AANTAL RESPONDENTEN IN DEZE CATEGORIE EN EEN BIJGEVOLG ZEER GROOT BETROUWBAARHEIDSIINTERVAL.

⁶ ORGANISATIE VOOR ECONOMISCHE SAMENWERKING EN ONTWIKKELING

FIGUUR 7. ERROR BAR CHARTS VOOR RELATIE LEEFTIJDSCATEGORIE VS. OMGEVINGSKWALITEIT (LINKS: NO₂ GEMIDDELTE JAARCONCENTRATIE, RECHTS: L_{DEN} TOTAAL), GENT.



Verantwoordelijkheid voor luchtverontreiniging en omgevingslawaai

Om na te gaan of er een ongelijke verdeling is van de lusten en lasten van gemotoriseerd vervoer, bekijken we de relatie tussen autobezit en verplaatsingsgedrag enerzijds en de omgevingsvariabelen voor luchtkwaliteit en omgevingsgeluid anderzijds.

Autobezit

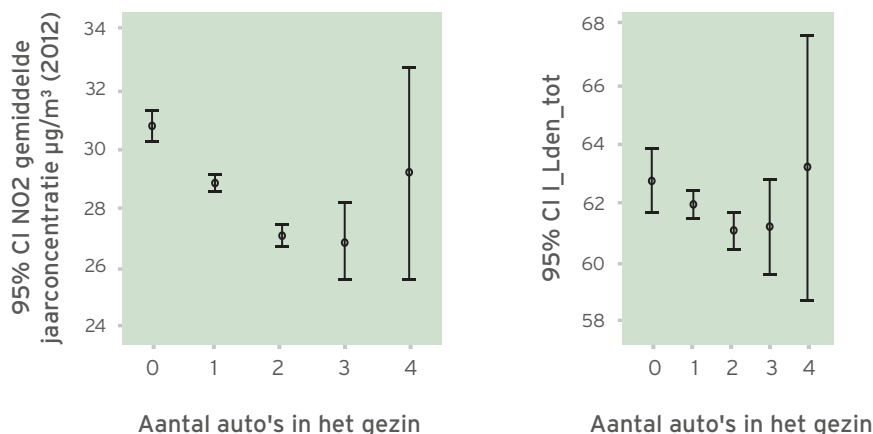
Als we naar het verschil in blootstelling kijken tussen respondenten met een auto en deze zonder, zien we vooral een duidelijk verschil voor luchtkwaliteit (Tabel 6). Voor jaargemiddelde concentratie NO₂ zien we dat autobezitters minder blootgesteld worden dan mensen zonder auto. Dit verschil is bovendien tamelijk groot en kent een zeer hoge significantie. Voor de twee omgevingslawaaivariabelen kan een gelijkaardige trend worden vastgesteld, doch de verschillen tussen beide categorieën

zijn niet significant. De resultaten van de drie analyses zijn echter niet representatief voor de Gentse populatie, gezien in de categorie “geen autobezit” er minder dan 380 respondenten zitten. Bijgevolg moeten de resultaten met zeer grote voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. De error bar charts (Figuur 8) geven in dit geval extra informatie, zeker wat betreft de relatie tussen autobezit en luchtverontreiniging. Hier blijkt dat niet enkel respondenten zonder auto meer luchtverontreiniging ondergaan dan andere respondenten, maar ook dat respondenten met één auto slechter af zijn dan respondenten met twee of drie auto's. Dit geeft extra argumentatie om toch van een ongelijkheid te spreken. Voor omgevingslawaai is de tendens gelijkaardig maar veel minder sterk. Doordat de betrouwbaarheidsintervallen in grote mate overlappen kunnen hieruit eigenlijk geen conclusies worden getrokken.

TABEL 6. OMGEVINGSKWALITEIT IN RELATIE TOT AUTOBEZIT (VRAAG 46) (T-TEST VOOR TWEE ONAFHANKELIJKE STEEKPROEVEN), GENT.

variabele	categorie “geen auto in bezit” gemiddelde	categorie “minstens één auto in bezit” gemiddelde	verschil	p-waarde
NO ₂ gemiddelde jaarconcentratie (µg/m³)	30,60 (n = 282) < 380	28,13 (n = 1999)	2,47	0,000***
L _{den} totaal (dB)	62,96 (n = 279) < 380	61,83 (n = 1944)	1,12	0,056
L _{den} weg (dB)	62,13 (n = 279) < 380	60,95 (n = 1944)	1,18	0,061

FIGUUR 8.
ERROR BAR CHARTS VOOR RELATIE AUTOBEZIT VS. OMGEVINGSKwaliteit
(LINKS: NO₂ GEMIDDELTE JAARCONCENTRATIE, RECHTS: L_{DEN} TOTAAL), GENT.



Verplaatsingsgedrag

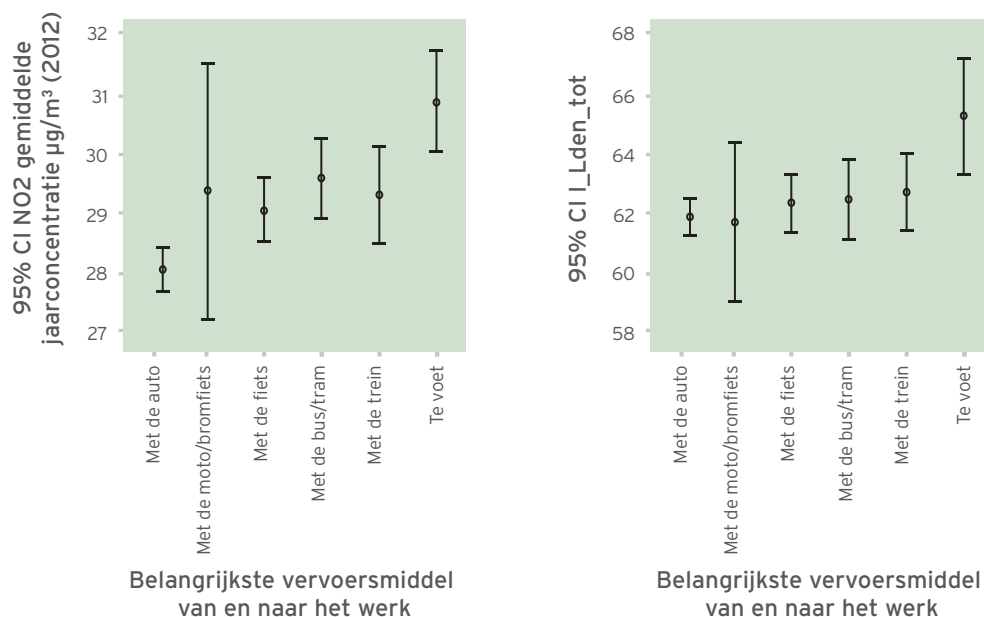
Als we kijken naar de relatie met het woon-werk verplaatsingsgedrag, komen gelijkaardige bevindingen naar voor (Tabel 7). Voor NO₂ worden respondenten die niet-gemotoriseerde modi en openbaar vervoer gebruiken, in hun woonomgeving gemiddeld aan meer verontreiniging blootgesteld dan respondenten die privaat gemotoriseerd vervoer (auto/moto) verkiezen. Het verschil in blootstelling is iets minder groot dan voor autobezit, maar eveneens van een zeer hoge significantie. Voor blootstelling aan omgevingslawaai zien we een vergelijkbaar verschil dan bij autobezit, doch nu zijn de verschillen wel significant (maar minder dan de verschillen voor luchtverontreiniging). Voor de drie relaties zijn er telkens voldoende respondenten in beide categorieën, dus de resultaten van deze test zijn betrouwbaarder.

Ook in dit geval leveren de error bar charts (Figuur 9) interessante bijkomende informatie op. Het is duidelijk dat de verschillen tussen de antwoordcategorieën voor luchtverontreiniging groter zijn. Hier zijn duidelijk drie groepen te onderscheiden: de autogebruikers met de laagste blootstelling op hun thuisadres, de fietsers en openbaar vervoer gebruikers met een gemiddelde blootstelling, en de voetgangers met de hoogste blootstelling. Bij de error bar chart voor omgevingslawaai zijn het vooral de voetgangers die zich in negatieve zin onderscheiden.

TABEL 7.
OMGEVINGSKwaliteit IN RELATIE TOT VERPLAATSINGSGEDRAG (VRAAG 48)
(T-TEST VOOR TWEE ONAFHANKELIJKE STEEKPROEVEN), GENT.

variabele	categorie "auto/moto/bromfiets" gemiddelde	categorie "fiets/bus/tram/trein/te voet" gemiddelde	verschil	p-waarde
NO ₂ gemiddelde jaarconcentratie (µg/m ³)	28,14 (n = 713)	29,45 (n = 769)	-1,31	0,000***
L _{den} totaal (dB)	61,88 (n = 687)	62,80 (n = 752)	-0,92	0,043*
L _{den} weg (dB)	60,97 (n = 687)	61,99 (n = 752)	-1,02	0,034*

FIGUUR 9.
 ERROR BAR CHARTS VOOR RELATIE VERPLAATSINGSGEDRAG VS. OMGEVINGSKWALITEIT
 (LINKS: NO₂ GEMIDDELTE JAARCONCENTRATIE, RECHTS: L_{DEN} TOTAAL), GENT.



Op basis van deze analyse kan afgeleid worden dat er inderdaad een ongelijke verdeling bestaat met betrekking tot de lusten en lasten van gemotoriseerd vervoer. Personen die het meest de hinder door wegverkeer veroorzaken (gemeten door autobezit en verplaatsingsgedrag) ondergaan in hun woonomgeving minder de milieu-impacts veroorzaakt door dit gemotoriseerd verkeer. Dit ligt in lijn met de resultaten van ander exploratief empirisch onderzoek en kan een indicatie zijn voor een situatie van milieuonrechtvaardigheid.

Discussie

Op basis van de analyses kan op alle onderzoeksvragen een antwoord gegeven worden. De hypothesen kunnen ook grotendeels bevestigd worden.

De eerste onderzoeksvraag peilde naar de relatie tussen de ervaring van geluidshinder en gemodelleerd omgevingslawaai. De resultaten bevestigen een hoge mate van correlatie tussen beide datasets. Hiermee is aangetoond dat gemodelleerd omgevingslawaai in de stedelijke geluidskaarten een goede proxy vormt voor perceptie van omgevingslawaai. Dit is van belang gezien uit onderzoek blijkt dat perceptie en persoonlijke gevoeligheid, meer nog dan effectieve blootstelling, de gezondheidsimpact bepaalt (Schreckenberget al., 2010). Dat de gemodel-

leerde geluidskaarten ook een goede proxy zijn voor de objectieve, meetbare geluidsbelasting, werd aangetoond in de kwaliteitscontrole bij de opmaak van de geluidskaarten (GIM nv en Vinçotte Environment nv, 2010a, b).

Als antwoord op de tweede onderzoeksvraag blijkt dat voor zowel inkomen als nationaliteit de hypothese bevestigd kan worden, en zowel lagere (of ontoereikende) inkomens als niet-Belgen blootgesteld worden aan meer luchtverontreiniging en omgevingslawaai. De resultaten voor de relatie tussen inkomen of inkomensstoereikendheid en luchtkwaliteit bevestigen de consistente bevindingen van reeds uitgevoerd empirisch onderzoek (O'Neill et al., 2003; Chaix et al., 2006; Braubach and Fairburn, 2010). De iets zwakkere relatie tussen inkomen of inkomensstoereikendheid en blootstelling aan omgevingslawaai is ook consistent met het minder eenduidige verband voor omgevingslawaai in vergelijkbaar onderzoek (Kruize and Bouwman, 2004; Fyhri and Klæboe, 2006; Bocquier et al., 2013). De resultaten voor nationaliteit dienen zeer voorzichtig geïnterpreteerd te worden. Enerzijds is een arbitraire indeling gemaakt waarbij alle niet-Belgische nationaliteiten gegroepeerd worden, anderzijds is het aantal respondenten in de groep niet-Belgen erg laag waardoor de representativiteit in het gedrang komt. Daartegenover staat wel dat de error bar charts, zeker voor luchtkwaliteit, een duidelijke trend aantonen.

Voor scholingsgraad werd in onze analyse verrassend genoeg een omgekeerd significant verband gevonden voor alle omgevingsvariabelen en kan de hypothese dus niet bevestigd worden. Een mogelijke verklaring is dat jonge starters (met minder financiële mogelijkheden) na het afstuderen tijdelijk op verkeersbelaste locaties wonen, dichtbij het centrum. Deze these werd bevestigd door een exploratieve analyse van de relatie tussen leeftijdsgroep en luchtverontreiniging/omgevingslawaai, waarbij de 20- tot 35-jarigen relatief gezien de hoogste blootstelling ervaren.

Tot slot toont de analyse voor de dimensie “verantwoordelijkheid” aan dat er een onevenwicht is tussen het veroorzaken van luchtverontreiniging en omgevingslawaai, en de blootstelling daaraan. Respondenten die geen auto hebben of zich hoofdzakelijk niet-gemotoriseerd en met openbaar vervoer verplaatsen, hebben een significant hogere luchtverontreiniging en omgevingslawaai in hun woonomgeving. Wat betreft autobezit dient deze uitkomst met de nodige voorzichtigheid benaderd te worden, gezien het te beperkt aantal respondenten in de groep niet-autobezitters. Daartegenover wezen de error bar charts op een duidelijk verband, zeker voor lucht_kwaliteit, waarbij ook een verschil bestaat tussen respondenten met één auto en deze met meer auto's. De uitkomsten voor verplaatsingsgedrag hebben een betere representativiteit en wijzen op dezelfde tendens, opnieuw sterker voor luchtkwaliteit dan voor omgevingslawaai. Deze uitkomsten bevestigen vergelijkbaar onderzoek (Mitchell and Dorling, 2003; Davoudi and Brooks, 2014).

Niettegenstaande de duidelijke resultaten die uit de analyse naar voor komen, moeten een aantal kanttekeningen worden geplaatst bij de gebruikte data en analysemethoden.

- De enquêteresultaten beslaan een groep van 2380 respondenten. De enquête werd afgenomen volgens een gestratificeerde steekproef waarbij een stadsdeel een stratum is. De enquête is dus representatief op het niveau van de vier stadsdelen maar is niet representatief op wijkniveau. Het is dus mogelijk dat bepaalde wijken, met meer of minder overlast, onder- of oververtegenwoordigd zijn. Dit beïnvloedt uiteraard de resultaten. Er kunnen dus enkel uitspraken worden gedaan over de ganse Gentse populatie, het is dan ook niet mogelijk om met deze analyse de probleemwijken te bepalen of bepaalde wijken met elkaar te gaan vergelijken.
- De gebruikte data om omgevingsgeluid en luchtkwaliteit te kwantificeren zijn het resultaat van

modelleringen, die voor beide impacts wel vertrekken vanuit meetgegevens. Hoewel de modelleringen bovendien gevalideerd zijn door tests op het terrein, blijven het schattingen van de werkelijkheid. Bovendien zijn bepaalde effecten (zoals street canyons bij luchtkwaliteit) niet vervat in het model, bevatten de modellen voor luchtkwaliteit voornamelijk de effecten van wegverkeer en wordt bij de geluidskaarten geen rekening gehouden met impulsmatig en laagfrequent geluid, om maar enkele beperkingen te noemen.

- De gebruikte statistische methode kent eveneens zijn beperkingen. De hercodering in twee antwoordcategorieën is voor de meeste vragen zonder veel onderbouwing gebeurd. Dit kan de resultaten echter grondig beïnvloeden. Deze hercodering naar een dichotome variabele houdt bovendien informatieverlies in. Om dit enigszins op te vangen werden ter aanvulling error bar charts getoond, die een betrouwbaarheidsinterval voor het gemiddelde per categorie tonen. Tot slot werden alle relaties enkelvoudig bekeken en werd er geen onderzoek gedaan naar interactie-effecten. Een verkenning van de relatie tussen beide datasets door middel van one way ANOVA tests, waarbij enerzijds meerdere antwoordcategorieën kunnen behouden blijven, en anderzijds interactie-effecten kunnen worden meegenomen, is een interessant spoor voor verder onderzoek.
- Ook de keuze voor t-tests is niet helemaal gerechtvaardigd, gezien de data niet volledig normaal verdeeld zijn. Bij controle met non-parametrische tests werden daarentegen steeds dezelfde tendensen gevonden.
- Tot slot dient opgemerkt te worden dat de vastgestelde verschillen in blootstelling doorgaans zeer klein zijn. Op populatieniveau lijkt het dat er geen fundamentele, grote verschillen zijn in omgevingskwaliteit, wat op zich een goed teken is. Toch worden deze verschillen relevant geacht. Enerzijds om gezondheidsredenen, gezien er namelijk geen veilige of gezonde grens te trekken valt wat betreft blootstelling aan luchtkwaliteit of geluidsoverlast. Minder overlast is met andere woorden altijd beter, ook al is dit slechts 1 dB of $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ verschil. Anderzijds worden door de analysemethode grotere ongelijkheden afgevlakt, doordat met slechts twee categorieën wordt gewerkt. Het kleine verschil is dan ook vooral een trend die mogelijk wijst

op grotere verschillen tussen andere subpopulaties (bv. tussen het laagste kwartiel inkomens en het hoogste kwartiel inkomens, of tussen twee wijken of stadsdelen). De volgende stap bestaat er dan ook in om op zoek te gaan naar subpopulaties of buurten waar de ongelijkheid het grootst is. De error bar charts geven hiervoor alvast een indicatie (enkel wat betreft subpopulaties), maar verder onderzoek is nodig.

Zonder deze beperkingen te willen minimaliseren, kan toch gesteld worden dat de resultaten van de analyse vrij duidelijk zijn en statistisch tamelijk goed onderbouwd zijn. Deze analyse toont echter enkel ongelijkheden aan, wat niet verward mag worden met onrechtvaardigheden (Walker, 2012). Een ongelijkheid is een beschrijvend begrip, dat een situatie van ongelijkheid beschrijft voor een bepaald element, tussen verschillende groepen of mensen. Ongelijkheid kan dus worden gemeten en beschreven, alhoewel een beschrijving van ongelijkheid nooit een volledig neutrale oefening zal zijn en men verschillende opvattingen kan hebben over wat een goede of voldoende robuuste onderzoeksmethodologie is (Walker, 2012). In tegenstelling tot ongelijkheid is onrechtvaardigheid echter een normatief begrip, dat een vorm van beoordeling of waardering inhoudt. Een geobserveerde ongelijkheid (zoals een ongelijke verdeling van luchtverontreiniging over een stad) betekent niet per definitie dat deze

ongelijke verdeling ook onrechtvaardig is, en dat beleidsinterventie nodig is. Het normatieve karakter van de term houdt in dat er geen universele voorschriften zijn over een eerlijke verdeling van omgevingskwaliteit op eender welk schaalniveau, en dat een oordeel over rechtvaardigheid van een situatie steeds ethisch en politiek geladen is, in plaats van enkel empirisch of statistisch (Low and Gleeson, 1998).

Daarom is het in kaart brengen van de ruimtelijke verdeling van milieu-impacts en het detecteren van ongelijkheden, zoals in deze working paper gebeurde, slechts de eerste stap in een analyse van milieuonrechtvaardigheid. Om situaties van milieuonrechtvaardigheid te kunnen benoemen dient er inzicht te worden verkregen in de processen die hebben geleid tot deze ongelijkheden, de sociale structuren die ermee gepaard gaan, de perceptie van bewoners en de waarden die zij aan hun omgeving hechten. Kortom moet de top-down, positivistische, op data gebaseerde aanpak worden gecombineerd met een bottom-up aanpak die vertrekt vanuit de menselijke ervaring, en contextuele en situationele verklaringen in acht neemt (Davoudi and Brooks, 2014). Enkel zo kunnen de voordelen, nadelen en principes van een bepaalde situatie op een relationele manier bekeken worden, kunnen prioriteiten worden gesteld en kunnen uitspraken over milieurechtvaardigheid worden onderbouwd.



Referenties

- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., Stansfeld, S., 2014. Auditory and Non-Auditory Effects of Noise on Health. *The Lancet*, 383(9925), pp. 1325-1332.
- Bocquier, A., Cortaredona, S., Boutin, C., David, A., Bigot, A., Chaix, B., Gaudart, J., Verger, P., 2013. Small-area analysis of social inequalities in residential exposure to road traffic noise in Marseilles, France. *The European Journal of Public Health*, 23(4), pp. 540-546.
- Botteldooren, D., Dekoninck, L., Gillis, D., 2011. The Influence of Traffic Noise on Appreciation of the Living Quality of a Neighborhood. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(3), pp. 777-798.
- Boussauw, K., 2014. City profile: Ghent, Belgium. *Cities*, 40, Part A(0), pp. 32-43.
- Brainard, J. S., Jones, A. P., Bateman, I. J., Lovett, A. A., Fallon, P. J., 2002. Modelling environmental equity: access to air quality in Birmingham, England. *Environment and Planning A*, 34(4), pp. 695-716.
- Braubach, M., Fairburn, J., 2010. Social inequities in environmental risks associated with housing and residential location—a review of evidence. pp. 36-42.
- Chaix, B., Gustafsson, S., Jerrett, M., Kristersson, H., Lithman, T., Boalt, Å., Merlo, J., 2006. Children's exposure to nitrogen dioxide in Sweden: investigating environmental injustice in an egalitarian country. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60(3), pp. 234-241.
- Dannenberg, A. L., Jackson, R. J., Frumkin, H., Schieber, R. A., Pratt, M., Kochtitzky, C., Tilson, H. H., 2003. The Impact of Community Design and Land-Use Choices on Public Health: A Scientific Research Agenda. *American Journal of Public Health*, 93(9), pp. 1500-1508.
- Davoudi, S., Brooks, E., 2014. When does unequal become unfair? Judging claims of environmental injustice. *Environment and Planning A*, 46(11), pp. 2686-2702.
- Frumkin, H., 2003. Healthy Places: Exploring the Evidence. *American Journal of Public Health*, 93(9), pp. 1451-1456.
- Fyhri, A., Klæboe, R., 2006. Direct, indirect influences of income on road traffic noise annoyance. *Journal of Environmental Psychology*, 26(1), pp. 27-37.
- GIM nv en Vinçotte Environment nv, 2010a. Studie voor de opmaak van geluidsbelastingskaarten voor de stad Gent in het kader van de Europese richtlijn omgevingslawaai 2002/49/EG - Eindrapport Luik 1.
- GIM nv en Vinçotte Environment nv, 2010b. Studie voor de opmaak van geluidsbelastingskaarten voor de stad Gent in het kader van de Europese richtlijn omgevingslawaai 2002/49/EG - Eindrapport Luik 2.
- Goodman, A., Wilkinson, P., Stafford, M., Tonne, C., 2011. Characterising socio-economic inequalities in exposure to air pollution: A comparison of socio-economic markers and scales of measurement. *Health & Place*, 17(3), pp. 767-774.
- Hänninen, O., Knol, A. B., Jantunen, M., Lim, T.-A., Conrad, A., Rappolder, M., Carrer, P., Fanetti, A.-C., Kim, R., Buekers, J., Torfs, R., Iavarone, I., Classen, T., Hornberg, C., Mekel, O. C. L., 2014. Environmental Burden of Disease in Europe: Assessing Nine Risk Factors in Six Countries. *Environmental Health Perspectives*, 122(5), pp. 439-446.
- Havard, S., Reich, B. J., Bean, K., Chaix, B., 2011. Social inequalities in residential exposure to road traffic noise: An environmental justice analysis based on the RECORD Cohort Study. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(5), pp. 366-374.
- Health Effects Institute, 2010. *Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects*. Boston, MA: Health Effects Institute.
- Jackson, L. E., 2003a. The Relationship of Urban Design to Human Health and Condition. *Landscape and Urban Planning*, 64, pp. 191-200.

- Jackson, R. J., 2003b. The Impact of the Built Environment on Health: An Emerging Field. *American Journal of Public Health*, 93(9), pp. 1382-1384.
- Kohlhuber, M., Mielck, A., Weiland, S. K., Bolte, G., 2006. Social inequality in perceived environmental exposures in relation to housing conditions in Germany. *Environmental Research*, 101, pp. 246-255.
- Kruize, H. A., Bouwman, A. A., 2004. Environmental (in)equity in the Netherlands: a case study on the distribution of environmental quality in the Rijnmond region. Bilthoven: RIVM.
- Lefebvre, W., Degrawe, B., Beckx, C., Vanhulsel, M., Kochan, B., Bellemans, T., Janssens, D., Wets, G., Janssen, S., de Vlieger, I., Int Panis, L., Dhondt, S., 2013. Presentation and evaluation of an integrated model chain to respond to traffic- and health-related policy questions. *Environmental Modelling & Software*, 40(0), pp. 160-170.
- Low, N., Gleeson, B., 1998. *Justice, society, and nature: an exploration of political ecology*. Hove: Psychology Press.
- Maslow, A. H., 1962. *Towards a psychology of being*. Princeton (New Jersey, USA): Van Nostrand.
- Mitchell, G., Dorling, D., 2003. An environmental justice analysis of British air quality. *Environment and Planning A*, 35(5), pp. 909-929.
- Næss, P., 2013. Urban Form, Sustainability and Health: The Case of Greater Oslo. *European Planning Studies*, pp. 1-20.
- O'Neill, M. S., Jerrett, M., Kawachi, I., Levy, J. I., Cohen, A. J., Gouveia, N., Wilkinson, P., Fletcher, T., Cifuentes, L., Schwartz, J., 2003. Health, Wealth, and Air Pollution: Advancing Theory and Methods. *Environmental Health Perspectives*, 111(16), pp. 1861-1870.
- Pearce, J. R., Richardson, E. A., Mitchell, R. J., Shortt, N. K., 2010. Environmental justice and health: the implications of the socio-spatial distribution of multiple environmental deprivation for health inequalities in the United Kingdom. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 35(4), pp. 522-539.
- Portney, P. R., 2000. Environmental Problems and Policy: 2000-2050. *The Journal of Economic Perspectives*, 14(1), pp. 199-206.
- Schreckenberg, D., Griefahn, B., Meis, M., 2010. The Associations between Noise Sensitivity, Reported Physical and Mental Health, Perceived Environmental Quality, and Noise Annoyance. *Noise and Health*, 12(46), pp. 7-16.
- Vlaamse Milieumaatschappij, 2013. *MIRA Indicatorrapport 2012*.
- Walker, G., 2012. *Environmental justice: concepts, evidence and politics*. London: Routledge.



COLOFON

v.u. Burgemeester Daniël Termont,
Botermarkt 1, 9000 Gent

Teksten: Stad Gent

Fotografie: Stad Gent

Wettelijk depotnummer: D/2015/0341/09

ISBN-nummer: 9789090296388

Meer informatie:

Over de dienstverlening van de stadsdiensten en
het stadsbestuur van Gent:

Gentinfo 09 210 10 10 of gentinfo@stad.gent

van maandag tot en met zaterdag van 8 tot 19 uur

Over het onderzoek en de onderzoeksresultaten:

Data en Informatie: 09 266 82 00 of statistiek@stad.gent
stad.gent/gentincijfers

Deze publicatie kwam tot stand met de steun van

