

Analyse van de luchtvervuiling gekoppeld aan de consumptie door huishoudens in België in 2014: het geval van broeikasgasemissies

Working Paper voor het SUSPENS-onderzoeksproject
gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid

September 2019

Gertjan Cooreman, gc@plan.be
Jean-Maurice Frère, jmf@plan.be
Petra Zsuzsa Lévy
Josefine Vanhille
Gerlinde Verbist
Tim Goedemé

Federaal Planbureau

Het Federaal Planbureau (FPB) is een instelling van openbaar nut die beleidsrelevante studies en vooruitzichten maakt over economische, socio-economische en milieuvraagstukken. Daarnaast bestudeert het de integratie van die vraagstukken in een context van duurzame ontwikkeling. Het stelt zijn wetenschappelijke expertise onder meer ter beschikking van de regering, het Parlement, de sociale gesprekspartners, nationale en internationale instellingen.

De werkzaamheden van het FPB worden steeds gekenmerkt door een onafhankelijke benadering, transparantie en aandacht voor het algemeen welzijn. De kwaliteit van de gegevens, een wetenschappelijke methodologie en de empirische geldigheid van de analyses staan daarbij centraal. Tot slot zorgt het FPB voor een ruime verspreiding van de resultaten van zijn werkzaamheden en draagt zo bij tot het democratisch debat.

Het Federaal Planbureau is EMAS en Ecodynamische Onderneming (drie sterren) gecertificeerd voor zijn milieubeheer.

url: <http://www.plan.be>

e-mail: contact@plan.be

Overname wordt toegestaan, behalve voor handelsdoeleinden, mits bronvermelding.

Verantwoordelijke uitgever: Philippe Donnay

Wettelijk Depot: D/2019/7433/26

Federaal Planbureau

Kunstlaan 47-49, 1000 Brussel

tel.: +32-2-5077311

fax: +32-2-5077373

e-mail: contact@plan.be<http://www.plan.be>

Analyse van de luchtvervuiling gekoppeld aan de consumptie door huishoudens in België in 2014: het geval van broeikasgasemissies

Working Paper voor het SUSPENS-onderzoeksproject
gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid

September 2019

Gertjan Cooreman (gc@plan.be), Jean-Maurice Frère (jmf@plan.be),
Petra Zsuzsa Lévy*, Josefina Vanhille*, Gerlinde Verbist*, Tim Goedemé**

Abstract - Dit rapport onderzoekt welke socio-economische kenmerken de broeikasgasemissies in België bepalen. De analyse steunt op een nieuwe versie van de PEACH2AIR-gegevensbank die de luchtverontreinigingsgegevens koppelt aan de consumptieve bestedingen van de huishoudens, zoals aangegeven in het huishoudbudgetonderzoek van 2014. We stellen vast dat voeding, transportbrandstoffen en het energieverbruik van huishoudens meer dan 60 % van de broeikasgasemissies uitmaken, terwijl ze minder dan 30 % van de totale uitgaven vertegenwoordigen. De totale broeikasgasemissies per huishouden stijgen met het inkomen, maar de pollutie-intensiteit (gram vervuiling per uitgegeven euro) vermindert naarmate het inkomen stijgt. Nadat er is gecontroleerd voor de impact van de andere variabelen, blijkt dat de leeftijd, het opleidingsniveau van het gezinshoofd en de oppervlakte van de woning leiden tot hogere broeikasgasemissies op huishoudniveau, terwijl werkloos zijn, in een appartement wonen of een woning huren tot lagere broeikasgasemissies leiden.

Jel Classification - C67, C81, D12, Q53, Q56

Keywords - duurzame ontwikkeling, huishoudconsumptie, milieu-economische rekeningen

* Centrum voor Sociaal Beleid Herman Deleeck – Universiteit van Antwerpen

** Institute for New Economic Thinking at the Oxford Martin School, Department of Social Policy and Intervention – University of Oxford; Nuffield College

Inhoudstafel

Synthese.....	1
1. Inleiding	2
2. Context en literatuurstudie	4
3. Gegevens en methodologie	7
3.1. Consumptiegegevens	8
3.2. Directe vervuilingcoëfficiënten	10
3.3. Indirecte luchtvervuilingcoëfficiënten	11
3.4. Gegevensbeperkingen	11
4. Beschrijving van de luchtvervuilingspatronen van huishoudelijke consumptie	14
4.1. Hoe zijn de BKG-emissies verdeeld over de huishoudens?	14
4.1.1. Aandeel van de verschillende productcategorieën in de totale vervuiling	14
4.1.2. Equivalente inkomensdecielen	16
4.1.3. Armoederisico	19
4.1.4. Gemeten energiearmoede	20
4.1.5. Huishoudensgrootte	21
4.1.6. Huishoudenstype	22
4.1.7. Gewest	22
4.1.8. Woningtype	23
4.1.9. Verwarmingstype	24
4.1.10. Conclusie	25
4.2. Welke huishoudkenmerken zijn gekoppeld aan het niveau van de BKG-emissies van de huishoudens?	25
4.2.1. Multivariate analyse	25
4.2.2. Conclusie	31
5. Conclusie	33
6. Bijlage.....	34
6.1. Aggregatie van de COICOP-categorieën	34
6.2. Behandeling van niet-frequente uitgaven	34
6.3. Corrigeren van ondergerapporteerde brandstofuitgaven door huishoudens met een bedrijfswagen	36
6.3.1. Inleiding	36
6.3.2. Aantal bedrijfswagens in België	37
6.3.3. Aantal bedrijfswagens in het HBO	38

6.3.4. Bezit van een motorfiets	39
6.3.5. Brandstofuitgaven en volgorde van de voertuigen in de huishoudens	40
6.3.6. Brandstofmix	41
6.3.7. Imputatie	42
6.4. De berekening van de directe luchtvervuilingscoëfficiënten	43
6.4.1. Directe luchtvervuilingscoëfficiënten: transport	43
6.4.2. Directe luchtvervuilingscoëfficiënten: huishoudelijke energie	45
6.5. Samenvattende statistieken van variabelen die in de regressiemodellen zijn opgenomen	49
7. Bibliografie	51

Lijst van tabellen

Tabel 1	Uitgaven-/inkomenselasticiteit van de BKG-/CO ₂ -emissies in de literatuur	6
Tabel 2	Aandeel van de verschillende productcategorieën in de totale vervuiling en totale uitgaven	15
Tabel 3	Uitgaven en broeikasgasemissies per huishoudenstype	22
Tabel 4	Uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden volgens verwarmingstype	24
Tabel 5	Resultaten van de multivariate analyse	27
Tabel 6	Percentage huishoudens die een verwarmingstype gebruiken opgesplitst volgens gewest	31
Tabel 7	Percentage huishoudens opgesplitst volgens bouwjaar van de woning	31
Tabel 8	Overzicht van de COICOP-categorieën in 5 geaggregeerde categorieën	34
Tabel 9	Percentage huishoudens dat nuluitgaven voor brandstof rapporteert, opgesplitst volgens wagenbezit	36
Tabel 10	Ramingen van het totale aantal bedrijfswagens in België	38
Tabel 11	Aantal huishoudens opgesplitst naar aantal bedrijfswagens in het huishouden en bezit van het hoofdvoertuig van het huishouden	39
Tabel 12	Percentage huishoudens met privéwagens en bedrijfswagens	39
Tabel 13	Percentage huishoudens opgesplitst volgens wagen- en motorfietsbezit	40
Tabel 14	Gemiddelde maandelijkse brandstofkosten (euro), uitgesplitst naar het aantal privéwagens en bedrijfswagens van het huishouden	41
Tabel 15	Meer informatie over de verdeling van de brandstofkosten (euro) in de dichtstbevolkte cellen	41
Tabel 16	Gemiddeld aandeel van de verschillende brandstoffen in de totale brandstofuitgaven van de huishoudens (benzine, diesel, andere)	42
Tabel 17	Drempelwaarden voor de imputatie met het gemiddelde van brandstofkosten	43
Tabel 18	Waarden van de directe luchtvervuilingscoëfficiënten van brandstoffen die worden gebruikt voor het transport van verschillende vervuilende stoffen	44

Tabel 19	Waarden van de directe luchtvervuilingscoëfficiënten van brandstoffen die worden gebruikt voor huishoudelijke verwarming voor verschillende vervuilende stoffen.....	46
Tabel 20	Overzicht van de verbanden tussen COICOP en de categorie van emissiefactoren	46
Tabel 21	Overzicht van de verbanden tussen COICOP en de categorie van emissiefactoren	47
Tabel 22	Omrekening van hout en pellets naar kWh	49
Tabel 23	Samenvattende statistieken van de continue variabelen die in de regressiemodellen zijn opgenomen	49
Tabel 24	Samenvattende statistieken beroepsstatus.....	49
Tabel 25	Samenvattende statistieken hoogste opleidingsniveau in het huishouden	49
Tabel 26	Samenvattende statistieken hoogste gewest	49
Tabel 27	Samenvattende statistieken woningtype.....	50
Tabel 28	Samenvattende statistieken eigendomssituatie	50

Lijst van figuren

Figuur 1	Aantal academische publicaties over energieverbruik en broeikasgasemissies in de residentiële sector.....	4
Figuur 2	Vervuiling van broeikasgassen en uitgaven per huishouden volgens equivalente inkomensdecielen.....	17
Figuur 3	Uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden per type product voor elk equivalent inkomensdeciel.....	18
Figuur 4	Vervuiling van meerdere vervuilende stoffen en uitgaven per huishouden volgens equivalente inkomensdecielen.....	19
Figuur 5	Uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden met al dan niet een armoederisico	20
Figuur 6	Uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden die al dan niet in gemeten energiearmoede leven	21
Figuur 7	Uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden naar huishoudensgrootte	21
Figuur 8	Uitgaven en broeikasgasemissies van de huishoudens per gewest	23
Figuur 9	Uitgaven en broeikasgasemissies van huishoudens per woningtype	24

Synthese

Om het broeikaseffect en de klimaatverandering te bestrijden, zoals bepaald door verschillende internationale verdragen, moeten de broeikasgasemissies aanzienlijk worden verminderd. België heeft zich er bijvoorbeeld toe verbonden om de broeikasgasemissies in de niet-ETS-sectoren met 35 % te verminderen tussen 2005 en 2030. Huishoudens, bedrijven en de overheid hebben een gedeelde verantwoordelijkheid in dit verband. Dit rapport richt zich op de huishoudens.

In dit rapport wordt onderzocht welke socio-economische kenmerken de broeikasgasemissies ten gevolge van huishoudelijke consumptie bepalen. De PEACH2AIR-gegevensbank vormt de basis voor dit onderzoek. PEACH2AIR houdt rekening met een aantal hypothesen, waarvan de belangrijkste stelt dat ingevoerde goederen en diensten dezelfde mate van luchtverontreiniging veroorzaken als goederen en diensten die in België worden geproduceerd. PEACH2AIR koppelt de luchtverontreinigingsgegevens aan de consumptieve bestedingen van de Belgische huishoudens, zoals aangegeven in het huishoudbudgetonderzoek van 2014. Er werden een aantal verbeteringen aangebracht aan PEACH2AIR in vergelijking met de versie van 2018, zoals een betere verrekening van onregelmatige uitgaven en meer nauwkeurige luchtverontreinigingsgegevens.

Deze analyse toont dat voeding, vervoerbrandstoffen en het energieverbruik van huishoudens meer dan 60 % van de broeikasgasemissies uitmaken, terwijl ze minder dan 30 % van de totale uitgaven vertegenwoordigen. Deze categorieën hebben bijgevolg een hoge vervuilingintensiteit.

De totale broeikasgasemissies stijgen met het inkomen, maar de vervuilingintensiteit (gram vervuiling per uitgegeven euro) vermindert naarmate het inkomen stijgt. Dat kan worden verklaard doordat hoe hoger het inkomen, hoe lager het aandeel van de uitgaven voor energie voor huisvesting en voeding in de totale uitgaven, en het zijn net deze uitgaven die verhoudingsgewijs sterk vervuילend zijn. Deze relatieve ontkoppeling tussen luchtvervuiling en inkomen blijft bestaan nadat er wordt gecontroleerd voor de impact van de overige socio-economische huishoudkenmerken. Dezelfde redenering geldt voor de broeikasgasemissies en de huishoudensgrootte. Naarmate het huishouden groter wordt, stijgen de totale broeikasgasemissies, maar dalen ze per lid van het huishouden, wat kan worden verklaard door schaalvoordelen.

Nadat er is gecontroleerd voor de impact van de andere variabelen, blijkt hoe hoger de leeftijd en het opleidingsniveau van het gezinshoofd en de oppervlakte van de woning des te hoger de broeikasgasemissies op huishoudniveau zijn. Het omgekeerde geldt voor de huishoudens waarvan het gezinshoofd werkloos is, die in een appartement (eerder dan in een huis) wonen of die een woning huren. Deze resultaten dragen bij tot een beter begrip van de verdeling tussen huishoudens van hun bijdrage tot de broeikasgasemissies in België, de mogelijk herverdelende effecten van milieubeleidsmaatregelen en de huishoudens die meer behoefte zouden kunnen hebben aan steun om hun emissies te verminderen.

Dit rapport maakt deel uit van het SUSPENS-onderzoeksproject dat is gefinancierd door de Programmatorische federale Overheidsdienst Wetenschapsbeleid. SUSPENS wil bijdragen tot de beleidsvoorbereiding die de sociale transitie naar minder vervuïlende consumptiepatronen vergezelt.

1. Inleiding

Sinds 1992, het jaar waarin het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatverandering werd goedgekeurd, is de internationale gemeenschap zich steeds meer bewust van de noodzaak om de broeikasgasemissies te verminderen en dus de opwarming van de aarde te beperken. De internationaal goedgekeurde doelstelling is om de opwarming van de aarde te beperken tot 1,5°C of 2°C boven de pre-industriële niveaus. De *Sustainable Development Goals* die in 2015 zijn goedgekeurd door de Algemene Vergadering van de Verenigde Naties stellen ondubbelzinnig in SDG 13 dat dringende actie nodig is om de klimaatverandering en de impact ervan te bestrijden.

Sinds 2005 is de markt voor emissierechten, waarvan het totaal elk jaar wordt verminderd, ontwikkeld op Europees niveau voor energie-intensieve industrieën en de luchtvaartsector. Die markt wordt de EU-regeling voor de handel in emissierechten (EU ETS) genoemd. Het is een kostenefficiënte wijze voor deze sectoren om hun emissies te verminderen. In lijn met het zogenaamde Akkoord van Parijs van 2015, heeft de EU er ook mee ingestemd om de broeikasgasemissies voor de niet-ETS-sectoren als geheel te verminderen met 40 % tussen 2005 en 2030. Alle belangrijke wetgeving om deze doelstelling uit te voeren, werd eind 2018 goedgekeurd. Voor België komt deze doelstelling overeen met een vermindering van de broeikasgasemissies met 35 %. De niet-ETS-sectoren omvatten de sectoren van landbouw, transport (uitgezonderd de luchtvaart en scheepvaart), de residentiële sector, de commerciële sector, de afvalsector en de overige niet-energie-intensieve industrieën.

Dit beleidskader en deze doelstellingen zetten de toon voor dit rapport. Om de broeikasgasemissies te verminderen en dus de opwarming van de aarde te beperken, moeten de consumptiepatronen van de huishoudens evolueren naar koolstofarme patronen. Koolstofarme productie en consumptiepatronen zijn niet alleen een klimatologisch probleem. Ze zijn ook een maatschappelijke kwestie omdat niet alle burgers in gelijke mate bijdragen tot de broeikasgasemissies wanneer ze goederen en diensten kopen en gebruiken. Alles is afhankelijk van het consumptiepatroon van de huishoudens. Bovendien hebben niet alle huishoudens dezelfde mogelijkheid om hun consumptiegerelateerde broeikasgasemissies te verminderen.

Dit rapport beschrijft de relatie tussen de consumptiepatronen van de Belgische huishoudens, hun inkomen en de overige socio-economische kenmerken, enerzijds, en de broeikasgasemissies anderzijds. Het is de concrete output van taak 3.1 van het SUSPENS-onderzoeksproject, dat is gefinancierd door het Federaal Wetenschapsbeleid.

De analyse is gebaseerd op de PEACH2AIR-dataset (Frère, Vandille, Wolff: 2018), die in deze paper verder wordt uitgewerkt. De gegevensbank koppelt de uitgaven voor producten en diensten in het Belgische huishoudbudgetonderzoek (HBO) van 2014 aan de luchtvervuilingsgegevens van deze producten aan de hand van het volgende algemene beginsel:

$$totale\ vervuiling\ (gram) = uitgaven\ (\text{€}) * luchtvervuilingscoëfficiënt\ \left(\frac{gram}{\text{€}}\right) \quad (1)$$

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen directe en indirecte luchtvervuilingscoëfficiënten. Die laatste verwijzen naar de emissies die worden uitgestoten tijdens de productie van goederen en diensten,

terwijl de eerste verwijzen naar de directe emissies die worden veroorzaakt door het gebruik door huishoudens van brandstoffen. Door de coëfficiënten per product te berekenen, houden we alleen rekening met de Belgische luchtvervuiling zoals opgenomen in de nationale statistieken: de luchtvervuiling die wordt veroorzaakt door de buitenlandse productie van goederen die worden gekocht door de Belgische huishoudens wordt verondersteld hetzelfde te zijn als wanneer die producten werden geproduceerd in België. Alles bij elkaar genomen staat de op consumptie gebaseerde evaluatie van emissies zoals gepresenteerd in dit rapport in contrast met het meer gangbare boekhoudkundig kader dat gebaseerd is op productie en dat emissies met betrekking tot de productie van goederen en diensten toewijst aan de plaats en locatie waar ze werden geproduceerd.

Aan de hand van de bovenvermelde algemene formule kan de luchtvervuiling van elk product dat is opgenomen in het huishoudbudgetonderzoek worden berekend en dan samen worden geanalyseerd met de socio-economische kenmerken van de huishoudens die het product hebben gekocht. Meer precies zal een antwoord worden gegeven op de volgende onderzoeksvragen.

- Hoe zijn de BKG-emissies verdeeld over de huishoudens?
- Welke huishoudkenmerken zijn gekoppeld aan het niveau van de BKG-emissies van de huishoudens?

Het antwoord op deze vragen kan beleidsmakers helpen om maatregelen te verfijnen om de bovenvermelde doelstellingen met betrekking tot de opwarming van de aarde te bereiken zonder de sociale doelstellingen te verwaarlozen, en omgekeerd.

Dit rapport is onderverdeeld in de volgende hoofdstukken.

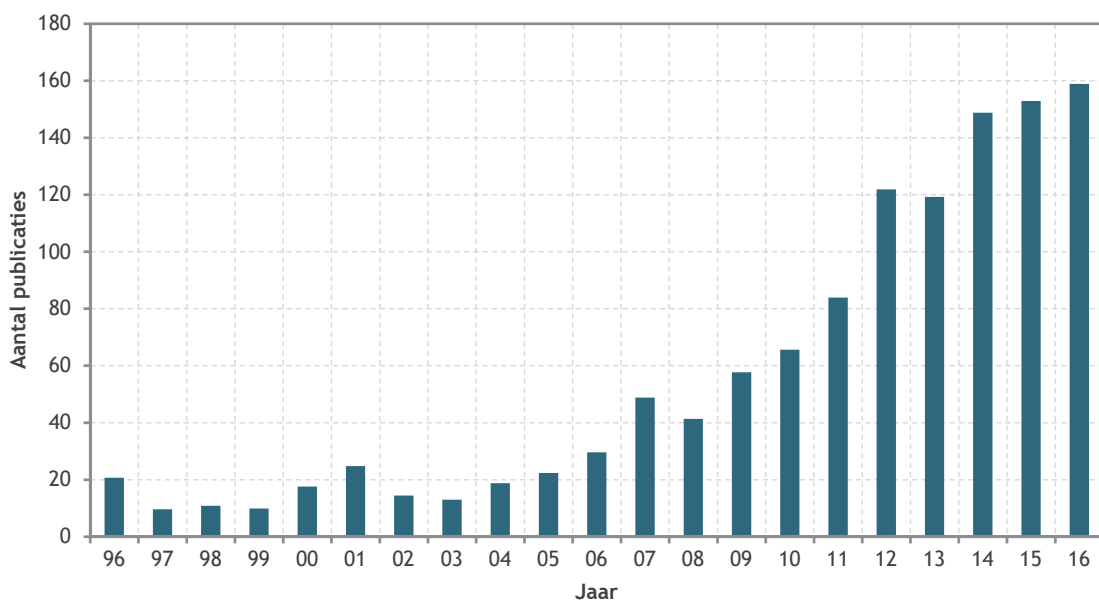
- Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de literatuur die gebaseerd is op dezelfde methode als in dit rapport en gaat dieper in op de elasticiteit van de vervuilende stoffen in verband met de uitgaven, een van de kwesties die verder zullen worden besproken in dit rapport.
- Hoofdstuk 3 verduidelijkt de methode om de gezinsbestedingen te koppelen aan de gegevens over de vervuiling die wordt veroorzaakt door die bestedingen en geeft uitleg over de mogelijkheden en beperkingen.
- Hoofdstuk 4 presenteert de onderzoeksresultaten en beantwoordt de onderzoeksvragen. Ten eerste wordt de vervuiling met betrekking tot de gezinsbestedingen beschreven en in verband gebracht met de verschillende afzonderlijke huishoudkenmerken. Vervolgens wordt een multivariate analyse van de relatieve impact van de verschillende huishoudkenmerken op deze vervuiling uitgevoerd.
- Tot slot geeft hoofdstuk 5 een samenvatting van de resultaten en de beperkingen van het onderzoek en formuleert het enkele conclusies.

Statbel, het statistiekbureau van België, de Commissie voor de bescherming van de persoonlijke levenssfeer, de experts van de milieustrategie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en de experts die waren uitgenodigd op het seminarie georganiseerd door het Federaal Planbureau en het Centrum voor Sociaal Beleid Herman Deleeck op 6 juni 2019 en, tot slot, iedereen die heeft samengewerkt in het SUSPENS-consortium hebben bijgedragen tot dit rapport. De auteurs willen deze organisaties bedanken en nemen hun verantwoordelijkheid voor alle overblijvende fouten en inconsistenties.

2. Context en literatuurstudie

De analyse van de milieu-impact van huishoudens dateert van de jaren 1970. Bullard en Herendeen (1975) waren de eersten om een input-outputmodel te koppelen aan een enquête naar de consumentenbestedingen (CES) om de energie-impact van de consumentenkeuzes te berekenen. Hun werkzaamheden bouwden verder op de milieu-input-outputmodellen (EEIO) die werden ontwikkeld door Leontief (1970). De latere studies spitsten zich niet alleen toe op de energievereisten, maar ook op CO₂-emissies en andere types van vervuilende stoffen. Tot het midden van de jaren 2000 bleef het totale aantal studies dat op die manier werd uitgevoerd relatief beperkt. In zijn beoordeling van de levensloopbenaderingen van duurzame ontwikkeling, citeert Hertwich (2005) 12 studies die de milieu-input-outputmodellen combineren met enquêtes naar de consumentenbestedingen. Daarna steeg het aantal studies naar de (koolstof)emissies van de huishoudconsumptie snel: Zhang, Luo en Skitmore (2015) toetsten 69 papers die allemaal na 2000 werden gepubliceerd. De bibliometrische studie van Geng et al. (2017) van 1 197 papers over de emissies van het huishoudelijk energieverbruik toont deze trend: hoewel er vóór het midden van de jaren 2000 jaarlijks minder dan 20 paper over werden gepubliceerd, steeg dat aantal tot bijna 160 papers per jaar tegen 2016. De toename van papers kan enerzijds worden toegeschreven aan een groeiende wereldwijde bezorgdheid over de uitputting van energiebronnen, klimaatverandering (Geng et al., 2017) en de sociale impact ervan, en anderzijds door de grote beschikbaarheid van 'single region' en 'multi region' milieu-input-outputmodellen. Die laatste kan worden toegeschreven aan versterkte computermogelijkheden, een grotere beschikbaarheid van economische rekeningen, milieurekeningen en handelsgegevens (Wiedmann, 2009).

Figuur 1 Aantal academische publicaties over energieverbruik en broeikasgasemissies in de residentiële sector



Bron: Geng et al., 2017

Van de papers die de methodologie gebruiken waarbij de CES aan de macro-economische EEIO wordt gekoppeld, is de meerderheid ervan – zoals in deze paper – gericht op het leveren van een algemeen overzicht van de verdeling van de consumptiegebonden huishoudemissies (Abdallah, Gough, Johnson,

Ryan-Collins, & Smith, 2011; Büchs & Schnepf, 2013; Duarte, Mainar, & Sánchez- Chóliz, 2012; Lenzen, 1998; Pohlmann & Ohlendorf, 2014; Steen-Olsen, Wood, & Hertwich, 2016; Weber & Matthews, 2008; Wier, Lenzen, Munksgaard, & Smed, 2001). De methodologie maakt het ook mogelijk om studies uit te voeren die zich toespitsen op specifieke onderwerpen, zoals de impact van veroudering op consumptiegebonden emissies (Shigetomi, Nansai, Kagawa, & Tohno, 2014), verschillen in emissies tussen generaties (Chancel, 2014), verschillende vervuilende stoffen (Roca & Serrano, 2007), het verband tussen verstedelijking en emissies (Ala-Mantila, Heinonen, & Junnila, 2014), de impact van verschillende levenswijzen op emissies (Fan, Guo, Marinova, Wu, & Zhao, 2012), het verband tussen woonplaats en emissies (Poom & Ahas, 2016), het verband tussen uitgaven en emissies (Isaksen & Narbel, 2017) en studies die regionale of landelijke verschillen in de consumptiegebonden huishoudemissies verklaren (Ivanova et al., 2016; Kerkhof, Benders, & Moll, 2009).

In de bovenvermelde literatuur bleken de leefomstandigheden van de huishoudens (gemeten aan de hand van het inkomen of de uitgaven) de belangrijkste beïnvloedende factor te zijn om de consumptiegebonden emissies te verklaren. De huishoudensgrootte bleek ook een essentiële determinant te zijn: grotere huishoudens stoten meer uit op een absolute basis. Per capita wordt de trend omgekeerd door schaalvoordelen. De andere dimensies die een grote invloed hebben op de huishoudemissies waren arbeidsstatuut, stedelijk of plattelandsgebied, leeftijd, type woning en opleiding.

Veel studies die de EEIO-tabellen koppelen aan de CES bespreken de uitgaven- (of inkomens)elasticiteit van de BKG- of CO₂-emissies en maken een raming van de manier waarop de huishoudemissies worden beïnvloed door de veranderingen in het niveau van de uitgaven. De elasticiteit van emissies met betrekking tot de uitgaven meet de procentuele verandering in de koolstofemissies als gevolg van een verandering van 1 procent in de uitgaven. Dit concept is essentieel om te begrijpen of een toename van het inkomen en de emissies al dan niet losgekoppeld kunnen worden van elkaar. De vraag of een inkomensstijging mogelijk is zonder grotere milieuschade is uitgebreid onderzocht op macroniveau (d.w.z. landelijk, regionaal) en de literatuur over de voetafdruk van huishoudelijke consumptie voegt aan dit breed onderzoeksdomein een microperspectief toe. De microanalyse is cruciaal om de gevoeligheid van de huishoudemissies voor de veranderingen in de hoogte van inkomens en de mogelijke impact van de klimaatmaatregelen aan de vraagzijde te begrijpen. Dit wordt ook besproken in deze studie, meer bepaald in het deel over de determinanten van de huishoudemissies.

Tabel 1 geeft een lijst van de ramingen van de elasticiteit in de vorige studies. De groepering van de uitgavencategorieën in de studies stemmen niet noodzakelijk met elkaar overeen. De algemene conclusie die naar voren komt is dat de uitgaven-/inkomenselasticiteit van de emissies die verbonden zijn aan de consumptie categorieën die in basisbehoeften voorzien, zoals verwarming of voeding, veel lager is dan die van meer luxueuzere productgroepen, zoals recreatie en transport. De elasticiteit van de emissies van voedselconsumptie is het laagste, gevolgd door energie en huisvesting, transport, goederen en diensten. Transport en goederen hebben meestal een elasticiteit hoger dan 1, wat betekent dat een stijging van één procent in de uitgaven leidt tot een stijging van de emissies met meer dan één procent.

Tabel 1 Uitgaven-/inkomenselasticiteit van de BKG-/CO₂-emissies in de literatuur

Paper	Land	Alle	Voeding	Energie en huisvesting	Transport	Goederen	Diensten
Ala-Mantila et al. (2014)	FI	0,790 ^a	0,512	0,133		1,233	1,42
Büchs & Schnepf (2013)	VK	0,432		0,187 ^b	0,598		
Duarte et al. (2012)	ES	0,84					
Girod & Haan, (2010)	CH	0,94 ^c			1,21	1,3	
Isaksen & Narbel (2017)	NO	0,99	0,5	0,25 ^d	1,01		
Kerkhof et al. (2009)	NL	0,84					
Lenzen (1998)	AU	0,7 ^e					
Steen-Olsen et al. (2016)	NO	1,14	0,98	1,02	1,48	1,26-1,29)	0,57-1,05).
Weber & Matthews (2008)	VS	0,6-0,7 ^f					
Wier et al. (2001)	DK	0,9 ^g					

a: Uitgavenelasticiteit: 0,790. Inkomenselasticiteit 0,577.

b: Emissies huisenergie

c: Uitgavenelasticiteit wanneer emissies worden berekend op monetaire basis: 0,94. Elasticiteit wanneer emissies worden berekend aan de hand van eenheden: 0,53

d: Alleen energie, geen huisvesting. Uitgavenelasticiteit van emissies van kleding: 1,3

e: Elasticiteit van energie-uitgaven met betrekking tot monetaire uitgaven/inkomen. Uitgavenelasticiteit: Nederland 0,63, Australië: 0,59. Inkomenselasticiteit VS: 0,73, Nederland: 0,83, Australië: 0,74

f: Uitgavenelasticiteit schommelt tussen 0,6 en 0,7. Inkomenselasticiteit schommelt tussen 0,35 en 0,52.

g: Uitgavenelasticiteit: 0,9. Inkomenselasticiteit 0,48

3. Gegevens en methodologie

Voor onze analyse zijn twee types van informatie vereist: consumptie- en vervuilingsgegevens. De PEACH2AIR-gegevensbank combineert deze twee types van informatie in één dataset, die de basis vormt van onze berekeningen. De gegevensbank werd opgezet door het Belgische Federaal Planbureau en het Centrum voor Sociaal Beleid Herman Deleeck van de Universiteit van Antwerpen. Die gegevensbank voegt een 'single region' milieu-input-outputmodel samen met het Belgische huishoudbudgetonderzoek van 2014.

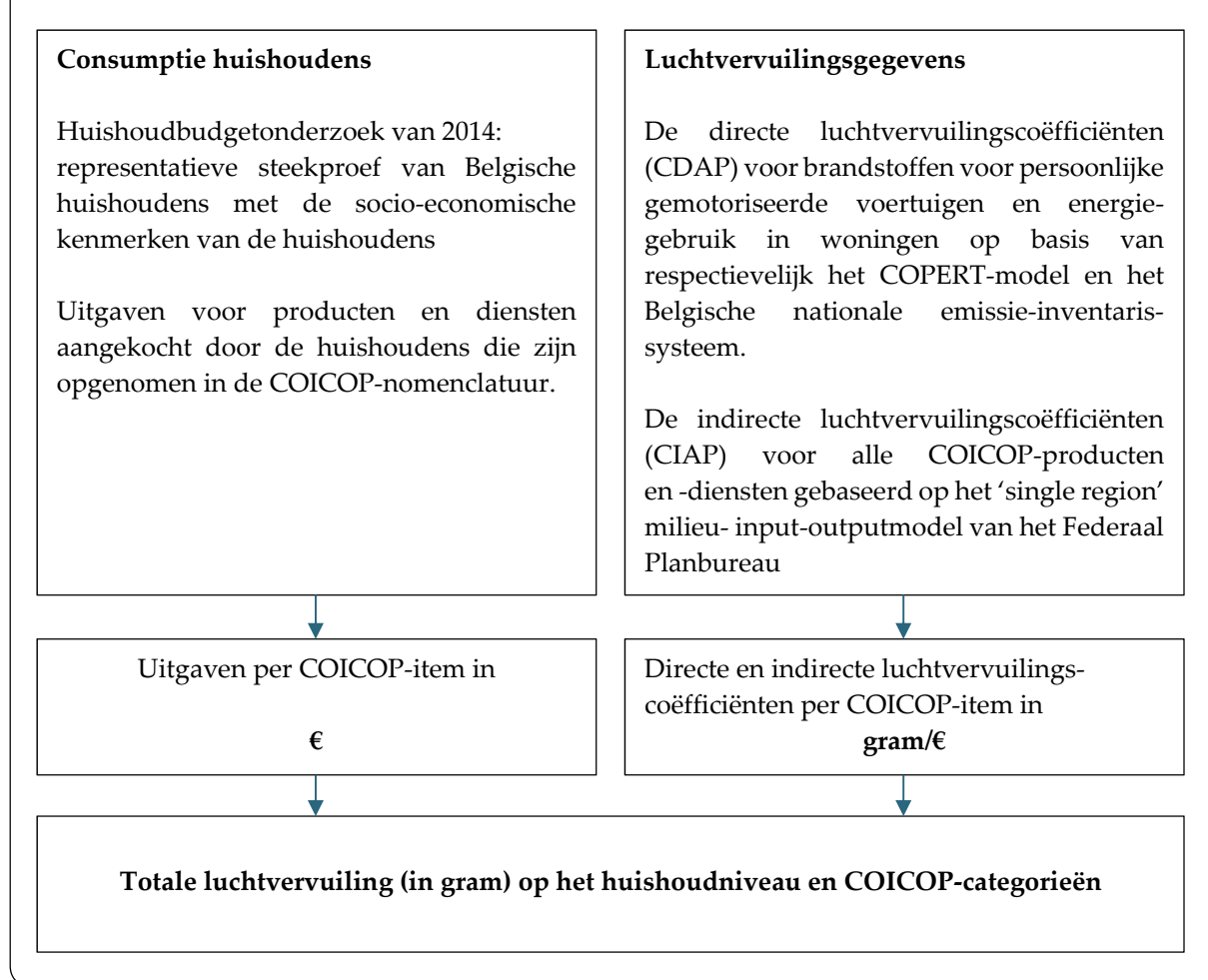
De PEACH2AIR-dataset werd opgebouwd aan de hand van de volgende formule:

$$TAP_{h,p,c} = EXP_{h,c} \times (CDAP_{p,c} + CIAP_{p,c}) \quad (2)$$

De formule geeft aan dat de totale luchtvervuiling (TAP) in gram vervuilende stof p door huishouden h veroorzaakt door het verbruik van product c gelijk is aan de som van de directe luchtvervuilingscoëfficiënt (CDAP) en de indirecte luchtvervuilingscoëfficiënt (CIAP) van de vervuilende stof p en product c , vermenigvuldigd met het bedrag (EXP) dat wordt uitgegeven aan product c van de COICOP-classificatie door huishouden h . De CDAP en CIAP van een gegeven combinatie van product en vervuilende stof wordt uitgedrukt in gram vervuiling per uitgegeven euro, terwijl de uitgaven worden uitgedrukt in euro. We onderscheiden 13 vervuilende stoffen (CO_2 , N_2O , CH_4 , NO_x , SO_x , NH_3 , NMVOC, CO, $PM_{2.5}$, PM_{10} , HFCs, PFCs en SF_6) en 3 indexen: Broeikasgasindex (BKG), vermogen van vorming van ozon in de troposfeer (TOFP) en verzuring (ACID).

Huishoudens vervuilen rechtstreeks (CDAP) of onrechtstreeks (CIAP). Directe vervuiling verwijst naar de vervuiling die wordt veroorzaakt wanneer huishoudens brandstoffen rechtstreeks verbranden. In ons model zijn dat brandstoffen voor verwarming of transport. De indirecte vervuiling van een product verwijst naar de emissies die vrijkomen tijdens het volledige productieproces van goederen en diensten. De CIAP en CDAP werden berekend aan de hand van een verschillende methodologie.

De gegevenskoppelingsmethode van de uitgaven voor goederen en diensten en de directe en indirecte luchtvervuiling kan schematisch als volgt worden voorgesteld.

Box 1 Schematische structuur van PEACH2AIR

In dit deel worden de gegevensbronnen kort beschreven. In delen 3.1, 3.2 en 3.3 beschrijven we respectievelijk de consumptie en de directe en de indirecte luchtvervuilingsgegevens. In deel 3.4 komen de gegevensbeperkingen aan bod.

3.1. Consumptiegegevens

De basis van onze analyse is het Belgische HBO van 2014 dat gedetailleerde informatie bevat over de socio-economische kenmerken en consumptiepatronen en -niveaus van een representatieve steekproef van Belgische huishoudens. Die steekproef omvat 6 135 huishoudens en 16 093 individuen. Het HBO is een tweejaarlijkse enquête die is gebaseerd op de Belgische enquête naar de arbeidskrachten (EAK)¹. De EAK-steekproef is een gestratificeerde steekproef in twee fasen waarvan het HBO wordt afgeleid in de derde fase. Er werd rekening gehouden met steekproefvariabelen voor de analyse in dit rapport. De HBO-microgegevens werden aangeleverd door Statbel, het statistische bureau van België.

Tijdens het HBO moesten de deelnemende huishoudens gedurende een maand een logboek invullen. In dat logboek noteerden ze alle uitgaven die ze deden (type van uitgave, prijs, hoeveelheid,

¹ Vóór 2012 werd de enquête jaarlijks uitgevoerd en los van de EAK.

meeteenheid, privégedeelte van de aankoop, plaats van aankoop). Aan het einde van de maand bezocht een interviewer het huishouden en noteerde hij de antwoorden op een enquête die informatie verzamelt over de samenstelling en de socio-economische kenmerken van het huishouden (inkomen, leeftijd, gewest, opleiding, enz.), details over de woning van het huishouden (bouwjaar, verwarmingstype, enz.), terugkerende uitgaven (bv. televisieabonnement) en het bezit van grote toestellen (bv. wagen, laptop, wasmachine). Er werden ook vragen gesteld over de aankoop van duurzame goederen tijdens de vier voorafgaande maanden.

De referentieperiode van het onderzoek is 2014: de uitgaven en emissies van de huishoudens worden uitgedrukt voor het volledige jaar 2014. De registratieperiode voor de uitgaven in het logboek is één maand (en verschillende huishoudens vullen het logboek in tijdens verschillende maanden). Die uitgaven werden vervolgens omgezet in jaarcijfers van 2014.

In het HBO worden de uitgaven gegroepeerd volgens de classificatie van individuele verbruiksfuncties (COICOP). De COICOP-classificatie is de internationale referentieclassificatie voor huishoudelijke uitgaven en wordt onderhouden door het departement economische en sociale zaken van de Verenigde Naties. Die classificatie bestaat uit 12 groepen op het eerste niveau, die verder worden opgesplitst in meer gedetailleerde subgroepen van het tweede, derde en vierde niveau. Voor België is er een vijfde niveau, wat neerkomt op een totaal van 1 154 consumptiecategorieën. Om de resultaten te presenteren, werden de volgende vijf grote consumptiecategorieën opgesteld. Voeding en drank, Energie en huisvesting, Transport, Goederen, Diensten (zie bijlage 6.1 voor meer details).

We hebben enige datamanipulatie doorgevoerd in het HBO om het beter geschikt te maken voor onze analyse. Er zijn twee kwesties die een probleem vormen om nauwkeurig rekening te houden met de emissies van elk huishouden. Ten eerste niet-frequente uitgaven, en ten tweede de onderrapportering van brandstofuitgaven van huishoudens die bedrijfswagens gebruiken. In de volgende twee paragrafen beschreven we kort hoe deze twee kwesties werden aangekaart. Voor meer details verwijzen we de lezer naar bijlagen 6.2 en 6.3.

- De niet-frequente uitgaven, zoals uitgaven voor duurzame goederen of vakantie, zijn problematisch omdat we waarnemen dat een groot aantal uitgaven (en bijgevolg emissies) worden gedaan voor deze goederen en diensten door een klein aantal huishoudens, en geen uitgaven voor de rest van de huishoudens. De rest van de huishoudens spenderen echter ook geld aan deze goederen en diensten en gebruiken ze, maar op tijdstippen die buiten de tijdspanne van de enquête vallen. Er is een kloof tussen de levensduur (of aankoopfrequentie) van deze goederen en diensten en het tijdsbestek van de enquête (één maand voor het logboek en een periode van vier maanden voorafgaand aan de enquête met betrekking tot vragen over duurzame aankopen). Dit probleem werd opgelost door huishoudclusters te maken en de niet-frequente uitgaven te verdelen over de huishoudens binnen elke cluster.
- Bedrijfswagens zijn een type van voordeel in natura die de werkgever verstrekt aan de werknemer. Zowel brandstofuitgaven voor pendelen als voor privégebruik van de werknemer worden deels of volledig terugbetaald door de werkgever. De huishoudens die bedrijfswagens gebruiken, geven vervolgens aan dat ze minder uitgeven aan brandstof in het HBO dan de overige huishoudens. Dat betekent echter niet dat huishoudens met een bedrijfswagen minder reizen en uitstoten dan de

overige huishoudens. Aangezien we in (1) in dit rapport de verdeling van de emissies onder de huishoudens analyseren en (2) de huishoudens met een bedrijfswagens zich in het middelste en bovenste deel van de inkomensverdeling bevinden, zouden we vertekende resultaten verkrijgen als we dit onderwerp niet aankaarten. Dit probleem werd opgelost door brandstofuitgaven voor huishoudens met een bedrijfswagen te imputeren op basis van de waargenomen brandstofuitgaven van de overige huishoudens.

3.2. Directe vervuilingcoëfficiënten

De directe vervuilingcoëfficiënt van de vervuilende stof p die wordt veroorzaakt door 1 euro van een bepaalde brandstof c voor transport te verbruiken is het resultaat van de bovenstaande formule. Een gedetailleerde beschrijving van alle componenten van deze formules bevindt zich in bijlage 6.4.

$$CDAP_{p,c} = \frac{\text{Totale directe vervuiling}_{p,c} (g)}{\text{Totale consumptie}_c (g) * \text{specifiek volume}_c (l/g) * \text{prijs}_c (euro/l)} \quad (3)$$

waarbij $c \in \{diesel, benzine, LPG, tweetaktmotorolie, andere brandstoffen\}$

De gegevens over de totale directe vervuiling en het totale brandstofverbruik voor transport zijn afkomstig van het COPERT-model. COPERT is een Europees emissie-inventarismodel voor het wegvervoer. We hebben de totale vervuiling- en verbruiksgegevens van COPERT gebruikt voor 2014 op basis van de inzending van 2019 en alleen de voertuigtypes geselecteerd die door de consumenten worden gebruikt zoals personenwagens. De specifieke volumes van de brandstoffen zijn afkomstig van de handleiding voor energiestatistieken van het Internationaal Energieagentschap. De prijzen per liter zijn gebaseerd op de uitgesplitste FPB-gegevens die worden gebruikt om de consumentenprijsindex te berekenen.

Om de directe vervuilingcoëfficiënten te berekenen van de brandstoffen die worden gebruikt voor het huishoudelijk energiegebruik, werden twee verschillende formules gebruikt, aangezien de prijzen van de vloeibare brandstoffen worden uitgedrukt in liter en omgezet moesten worden.

$$CDAP_{p,c} = \frac{\text{Emissiefactor}_{p,c} * \text{Energieconversiefactor}_c * \frac{\text{Netto Calorische Waarde}}{\text{Bruto Calorische Waarde}_c}}{\text{Prijs}_{(h),c}}$$

indien $c \in \left\{ \begin{array}{l} \text{aardgas, aardgas tweede woning,} \\ \text{butaan, propaan, steenkool, brandhout, andere vaste brandstoffen} \end{array} \right\}$

$$CDAP_{p,c} = \frac{\text{Emissiefactor}_{p,c} * \text{Energieconversiefactor}_c * \frac{\text{Netto Calorische Waarde}}{\text{Bruto Calorische Waarde}_c}}{\text{specifiek volume}_c * \text{Prijs}_{(h),c}} \quad (4)$$

indien $c \in \{\text{stookolie, andere vloeibare brandstoffen}\}$

Er werden emissiefactoren gebruikt die worden uitgedrukt in gram vervuiling per Joule en die afkomstig zijn van de Belgische emissie-inventaris van 2017 voor 2014 en de gegevens over de emissiefactoren van het Vlaams en Waals Gewest. De energieconversiefactoren en het specifieke volume

van bepaalde brandstoffen zijn beschikbaar in de handleiding voor energiestatistieken. De waarden van het aandeel van de netto calorische waarde in de bruto calorische waarde van een brandstof zijn gebaseerd op een IPCC-achtergrondnota getiteld 'Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories' (IPCC, 2001).

Voor aardgas en stookolie is de prijs per eenheid brandstof afhankelijkheid van de hoeveelheid die een huishouden heeft aangekocht, zoals aangegeven door het achtervoegsel (h). Dat is hoofdzakelijk te wijten aan verschillende belastingniveaus (aardgas) of doordat de eenheidsprijs aanzienlijk lager is voor grote bestellingen (stookolie). Voor alle andere brandstoffen en producten wordt verondersteld dat de prijzen uniform zijn.

3.3. Indirecte luchtvervuilingscoëfficiënten

Het leeuwendeel van de luchtvervuiling op huishoudniveau is onrechtstreeks en maakt deel uit van de toeleveringsketen van goederen en diensten die worden aangekocht door huishoudens. De indirecte emissies werden berekend aan de hand van een 'single region' milieu-input-outputmodel van het Federaal Planbureau. De methodologie wordt in detail besproken in Frère et al., 2018. In onze gegevensbank wordt aan elk huishouden de hoeveelheid emissies toegewezen met betrekking tot hun gerapporteerd verbruik.

Input-output(IO)-analyse is een methodologie die gegevens op bedrijfstakniveau gebruikt om de toeleveringsketens in de economie in kaart te brengen. Wanneer die worden uitgebreid met luchtvervuilingsgegevens op bedrijfstakniveau wordt het mogelijk om te kwantificeren hoeveel luchtvervuiling verankerd zit in het productieproces van goederen en diensten op bedrijfstakniveau. Die gegevens op bedrijfstakniveau (volgens de Belgische SUT-classificatie) werden gekoppeld aan de COICOP-classificatie van het HBO om de luchtvervuiling die verankerd zit in het verbruik van goederen en diensten door huishoudens te kwantificeren. Meer details over de koppeling tussen SUT-COICOP zijn beschikbaar in Frère, Vandille en Wolff (2018).

We houden rekening met de emissies met betrekking tot ingevoerde goederen, hoewel wordt verondersteld dat de productietechnologie dezelfde is als de productietechnologie van hetzelfde product dat wordt geproduceerd in België. Dit type van input-outputmodel wordt een 'single region' input-outputmodel genoemd (in tegenstelling tot 'multi region' input-outputmodellen die aanbod- en gebruikstabellen gebruiken voor het IO-model van verschillende landen).

3.4. Gegevensbeperkingen

Onze modelgegevens stuiten op verschillende beperkingen. Ten eerste, zoals vermeld in het vorige deel, behoort het input-outputmodel tot de 'single region'-categorie, waar een belangrijk nadeel aan verbonden is. In tegenstelling tot de 'multi region'-modellen, veronderstellen de 'single region'-modellen dat de productietechnologie in de vreemde landen dezelfde is als in België. Wanneer de milieucoëfficiënten worden toegewezen aan goederen zoals appels of zonnepanelen, wordt verondersteld dat de productietechnologie identiek is aan die in België. We gebruiken met andere woorden de mix van inputs (voor grondstoffen, transport en productie) die in de Belgische industrie

wordt gebruikt voor dit product. Dat betekent dat we geen rekening houden met het feit dat de producten die werden aangekocht in België, maar geproduceerd in een ander land (bv. buitenlands staal) waarschijnlijk geproduceerd zijn met andere materialen en energie-inputs dan producten die in België zijn geproduceerd. Het grootste voordeel van een 'single region' input-outputmodel is dat het het meest gedetailleerde input-outputmodel van België is dat momenteel beschikbaar is. De SUT-classificatie omvat 354 bedrijfstakken, terwijl (voor zover bekend) het meest gedetailleerde MRIO-model – Exiobase – gegevens van 2007 gebruikt en 162 bedrijfstakken omvat.

Ten tweede koppelen we de emissies aan elke euro die wordt uitgegeven aan de consumptiecategorieën in het HBO. In werkelijkheid worden voor veel productiecategorieën emissies uitgestoten tijdens de productie van goedereneenheden. Aangezien onze pollutiecoëfficiënten worden uitgedrukt in gram van vervuiling per euro, moeten we veronderstellen dat de prijzen van goederen die tot dezelfde categorie behoren (bv. perziken of wagens) voldoende homogeen zijn.

Ten derde bestaat het risico dat sommige consumptiecategorieën ondergerapporteerd zijn in het huishoudbudgetonderzoek. Mensen kunnen geneigd zijn om lagere uitgaven dan in werkelijkheid te rapporteren voor producten met een stigma, zoals drugs, alcohol of tabak (en mogelijk andere consumptiecategorieën). Aangezien vergelijkbare externe statistieken moeilijk te verkrijgen of op te stellen zijn, is het moeilijk om de vertekening die daaruit voortvloeit af te leiden. Aangezien we veronderstellen dat de categorieën die het meest ondergerapporteerd worden ook de categorieën zijn met een lage milieu-impact, menen we dat de vertekening van onderrapportering een vrij minimale impact heeft op de algemene resultaten met betrekking tot de emissies.

Ten vierde, zoals besproken in deel 3.1, vormen de niet-frequente aankopen door huishoudens zoals gerapporteerd in het HBO en de onderrapportering van de brandstofuitgaven door huishoudens met een bedrijfswagen een probleem bij het nauwkeurig ramen van het niveau en de verdeling van de huishoudemissies. De details van de manier waarop we deze problemen hebben behandeld zijn beschikbaar in bijlage 6.3. Een andere kwestie met betrekking tot het HBO is de vervuiling die wordt veroorzaakt door de bouw van woningen en volledige woningrenovaties. Die zijn niet opgenomen in ons model omdat deze uitgaven niet frequent genoeg gebeuren om betrouwbaar te verschijnen in het HBO. Bovendien zijn de gegevens over het woningbestand in het HBO niet gedetailleerd genoeg om een bepaalde hoeveelheid vervuiling aan huisvesting te imputeren. Het gevolg daarvan is dat de uitgaven in verband met huur of hypotheeklasten niet worden opgenomen in PEACH2AIR en er bijgevolg geen vervuiling wordt toegekend aan deze uitgaven.

Ten vijfde steunen de HBO-uitgaven in verband met het huishoudelijk energieverbruik op een aanzienlijk aantal imputaties. Zoals vermeld in de methodologische nota van het HBO in 2014, konden de respondenten zogenaamde gecombineerde facturen gebruiken waarvoor slechts één bedrag beschikbaar is voor twee of meer types van energie-uitgaven. Er zijn bijvoorbeeld 4 522 gecombineerde facturen voor elektriciteit en aardgas op een totaal van 6 135 huishoudens. Er werd een regressie gebruikt die de elektriciteitsuitgaven voorspelt op basis van de huishoudensgrootte, het gewest, het bezit van een wasmachine en het bezit van zonnepanelen om die gecombineerde factoren te splitsen. Voor die 4 522 gevallen werd het resterende bedrag toegewezen aan aardgas. Bijgevolg zal alle potentiële resterende variatie in het elektriciteitsgebruik van huishoudens verschijnen in de uitgaven

voor aardgas. Een specifieke analyse van de energiegebonden uitgaven of vervuiling moet daarom met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd².

Tot slot zijn er de emissies met betrekking tot de (vrijwillige of onvrijwillige) consumptie van openbare diensten, zoals onderwijs, gezondheidszorg, sociale diensten en stadsplanning. Hoewel de indirecte pollutiecoëfficiënten rekening houden met de individuele vervuiling door de overheid voor bepaalde types van consumptie (onderwijs, gezondheidszorg en sociale diensten) wordt die vervuiling alleen opgenomen in ons model als die uitgaven vertegenwoordigd zijn in het HBO. In onze methodologie zou dit de toewijzing aan de huishoudens van vervuiling veroorzaakt door de consumptie van publieke goederen kunnen vertekenen.

² Zie de methodologische nota met betrekking tot HBO 2014 voor een volledig overzicht van alle imputaties van energiegebonden uitgaven.

4. Beschrijving van de luchtvervuilingspatronen van huishoudelijke consumptie

Aan de hand van de PEACH2AIR-dataset is het mogelijk om de huishoudensvervuiling te analyseren volgens de kenmerken van de individuele huishoudens en de verschillende types van producten die ze verbruiken. In dit hoofdstuk beantwoorden delen 4.1 en 4.2 de onderzoeksvragen van deze studie.

4.1. Hoe zijn de BKG-emissies verdeeld over de huishoudens?

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden, zal een bivariate analyse worden uitgevoerd. Eerst zullen we het aandeel van de verschillende types van producten in de totale vervuiling berekenen en bespreken. Vervolgens analyseren we de manier waarop bepaalde huishoudkenmerken gekoppeld zijn aan het vervuilingsniveau. De broeikasgasemissies staan centraal in onze analyse, maar de resultaten voor de overige typen van vervuilende stoffen zullen af en toe aan bod komen.

4.1.1. Aandeel van de verschillende productcategorieën in de totale vervuiling

Tabel 2 beschrijft het aandeel van de emissies die worden veroorzaakt door de verschillende types van consumptie categorieën in de totale BKG-emissies veroorzaakt door de consumptie van de huishoudens. De verdeling van de uitgaven wordt ook vermeld. De derde kolom toont de pollutie-intensiteit van elke type van product. De pollutie-intensiteit is de gemiddelde hoeveelheid broeikasgassen die wordt uitgestoten door 1 euro van de consumptie categorie te verbruiken.

Tabel 2 Aandeel van de verschillende productcategorieën in de totale vervuiling en totale uitgaven
Uitgaven en BKG in procent, BKG/EURO in gram per euro

COICOP-groep	Uitgaven	BKG	BKG/EURO
1 Voeding en niet-alcoholische drank	15,7%	18,0%	769
2 Alcoholische drank en tabak	2,5%	1,1%	305
3 Kleding en schoeisel	5,8%	1,7%	202
4.a Huisvesting: huur, watervoorziening	3,3%	1,9%	385
4.b Elektriciteit	3,0%	8,2%	1851
4.c Gas van het aardgasnet	2,0%	11,6%	3967
4.d Butaan of propaan in flessen	0,0%	0,1%	1789
4.e Stookolie	1,6%	9,3%	3814
4.f Andere vaste of vloeibare brandstoffen	0,2%	2,6%	9117
5 Meubelen, huishoudelijke apparaten en normaal onderhoud van de woning	7,4%	3,0%	276
6 Gezondheid	5,8%	6,2%	716
7.a Ppt*: niet-gemotoriseerde voertuigen, onderdelen en diensten	0,3%	0,1%	177
7.b Ppt*: gemotoriseerde voertuigen, onderdelen en diensten	10,7%	2,4%	148
7.c Ppt*: diesel	2,1%	7,9%	2466
7.d Ppt*: benzine	1,5%	3,8%	1698
7.e Ppt*: overige brandstoffen	0,0%	0,2%	2980
7.f Openbaar vervoer	1,2%	2,9%	1609
8 Communicatie	3,8%	0,8%	141
9 Recreatie en cultuur	10,4%	7,8%	499
10 Onderwijs	0,6%	4,0%	4233
11 Restaurants en hotels	8,2%	3,8%	311
12 Diverse goederen en diensten	13,8%	2,6%	129
Totaal (in miljard euro, in gram en in gram per euro)	136,66	9,16E+13	670

* Ppt: persoonlijk privaat transport

Op basis van onze berekeningen hebben de Belgische huishoudens 136,7 miljard euro gespenseerd aan goederen en diensten in 2014. Die totale uitgaven veroorzaakten 9,16 miljard gram broeikasgassen uitgedrukt in CO₂-equivalent. Elke euro die werd uitgegeven door huishoudens in 2014 was met andere woorden verantwoordelijk voor 670 gram broeikasgassen. Die gassen werden uitgestoten tijdens de productie van aangekochte goederen en diensten (indirecte emissies) en tijdens het gebruik van brandstoffen voor transport en huishoudelijk gebruik (beide directe emissies). Die 670 gram per euro stemmen overeen met de gemiddelde pollutie-intensiteit van broeikasgassen van de uitgaven van Belgische huishoudens.

De verdeling van deze uitgaven en broeikasgassen over de verschillende uitgavenposten toont dat bepaalde uitgavencategorieën gekoppeld zijn aan een verhoudingsgewijs grotere hoeveelheid broeikasgasemissies. De pollutie-intensiteit van die categorieën is met andere woorden groter. Drie uitgavencategorieën springen in het oog. Voeding en niet-alcoholische drank (18 % van BKG), huishoudelijk energiegebruik (4.b-4.f, 31,8 %) en brandstoffen voor transport (7.c-7.e, 11,9 %) zijn verantwoordelijk voor 62,8 % van de totale broeikasgasemissies. Die drie categorieën alleen vertegenwoordigen 21,6 % van de totale uitgaven en kunnen dus worden gekenmerkt als sterk vervuilend per euro.

Er moet één opmerking worden gemaakt. De hoge pollutie-intensiteit van onderwijs is te wijten aan onze methodologie. Huishoudens spenderen verhoudingsgewijs weinig aan onderwijs omdat dat een openbaar goed is dat door de staat wordt geleverd. Tijdens de berekening van de indirecte luchtvervuilingscoëfficiënten werd de individuele vervuiling door de overheid voor onderwijs, gezondheidszorg en sociale diensten toegevoegd aan de overeenkomstige directe

luchtvervuilingscoëfficiënten die rechtstreeks gekoppeld zijn aan de huishoudelijke consumptie (Frère et al., 2018: 22). Daardoor wordt ten minste een deel van de vervuiling die veroorzaakt wordt door openbare goederen te verbruiken tegen verlaagde prijzen in rekening genomen in ons model door hogere indirecte pollutiecoëfficiënten.

Het HBO bevat een grote waaier aan huishoudkenmerken zoals leeftijd, huishoudensgrootte, inkomen, belangrijkste manier om het huis te verwarmen, regio of aantal wagens. In de volgende figuren en tabellen wordt geanalyseerd of bepaalde huishoudkenmerken gekoppeld zijn aan een hoger of lager vervuilingsniveau per huishouden. Met formule (2) (zie blz. 7) in het achterhoofd kan de oorsprong van een bepaald vervuilingsniveau worden opgesplitst in twee delen: het uitgavenniveau en de gemiddelde pollutie-intensiteit, die wordt gedefinieerd als het quotiënt van de totale vervuiling en de totale uitgaven. Elk element is belangrijk, aangezien ze verschillende types van beleidsacties vereisen.

Box 2 Leeshulp voor de figuren

Hieronder wordt een reeks figuren gepresenteerd met op de horizontale as het aantal huishoudens in België dat tot een specifieke categorie behoort. De verticale as toont de gemiddelde broeikasgasemissies of de gemiddelde uitgaven per huishouden van elke categorie. Om de gemiddelde uitgaven en BKG-emissies per huishouden te presenteren op dezelfde verticale schaal, worden deze gemiddelden uitgedrukt als procent van het gemiddelde van de totale bevolking, d.w.z. 100 % of de stippellijn in de figuur. Het is dus mogelijk om te bepalen of de gemiddelde uitgaven of emissies per huishouden voor een gegeven huishoudcategorie hoger of lager liggen dan het gemiddelde van de totale bevolking.

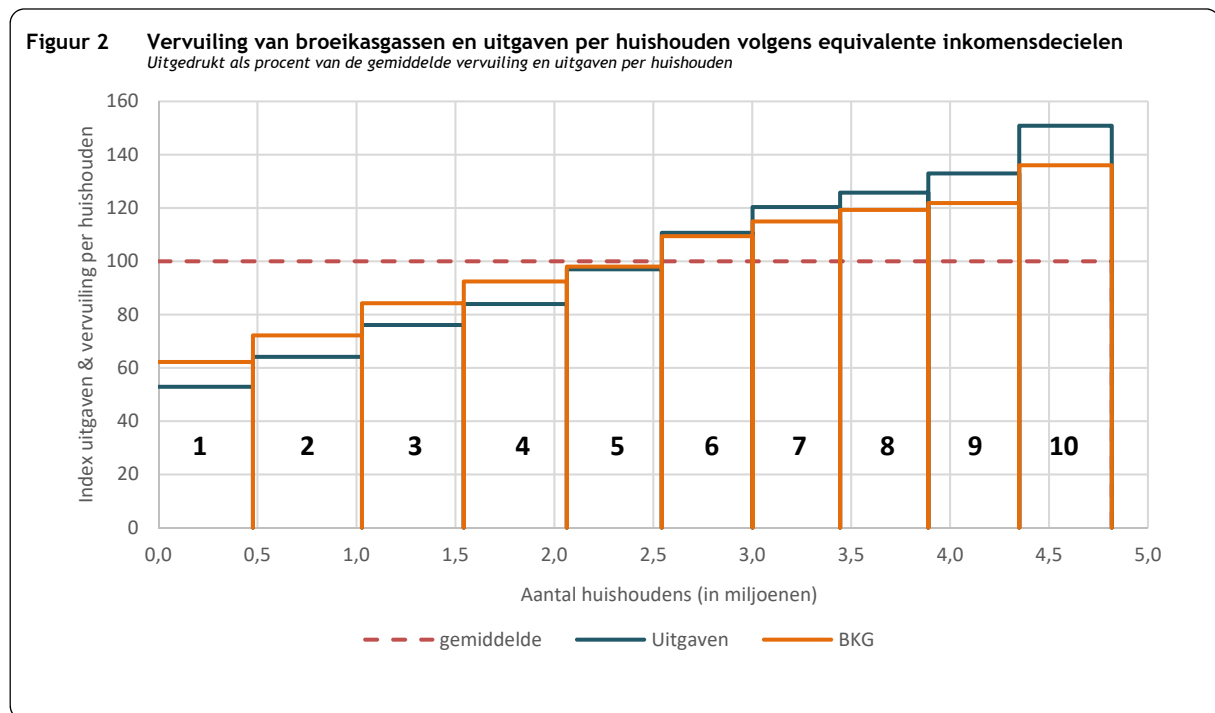
In deze voorstellingsmethode is het gebied van de kolommen de totale broeikasgasemissies van de verschillende huishoudcategorieën. De totale broeikasgasemissies van een specifieke categorie zijn gelijk aan het product van de gemiddelde broeikasgasemissies per huishouden in die categorie (d.w.z. de pollutie-intensiteit) en het aantal huishoudens in die categorie (dezelfde redenering geldt voor de uitgaven). Het is dus mogelijk om de invloed van beide factoren op de totale vervuiling van de verschillende huishoudenscategorieën te ramen.

4.1.2. Equivalente inkomensdecielen

In figuur 2 wordt elk huishouden toegewezen aan een inkomensdeciël op basis van hun beschikbaar equivalent netto-inkomen³. De breedte van de balken vertegenwoordigt het aantal huishoudens in elke groep. Zowel het uitgavenniveau als het niveau van de broeikasgasemissies zijn uitgedrukt als procent van de gemiddelde huishoudelijke uitgaven en de vervuiling van de totale bevolking. We kunnen duidelijk zien dat de vervuiling per huishouden aanzienlijk stijgt met het inkomen. De huishoudens in het eerste deciel vertegenwoordigen 62 % van de gemiddelde vervuiling per huishouden door 53 % van de gemiddelde uitgaven te doen. De huishoudens in het laatste deciel vertegenwoordigen 136 % van het gemiddelde door 151 % van het gemiddelde uitgavenniveau uit te geven. De pollutie-intensiteit, die overeenstemt met de gemiddelde vervuiling per uitgegeven euro, is doorgaans hoger dan gemiddeld wanneer het aandeel van de vervuiling hoger is dan het aandeel van de uitgaven. In figuur 2 kunnen

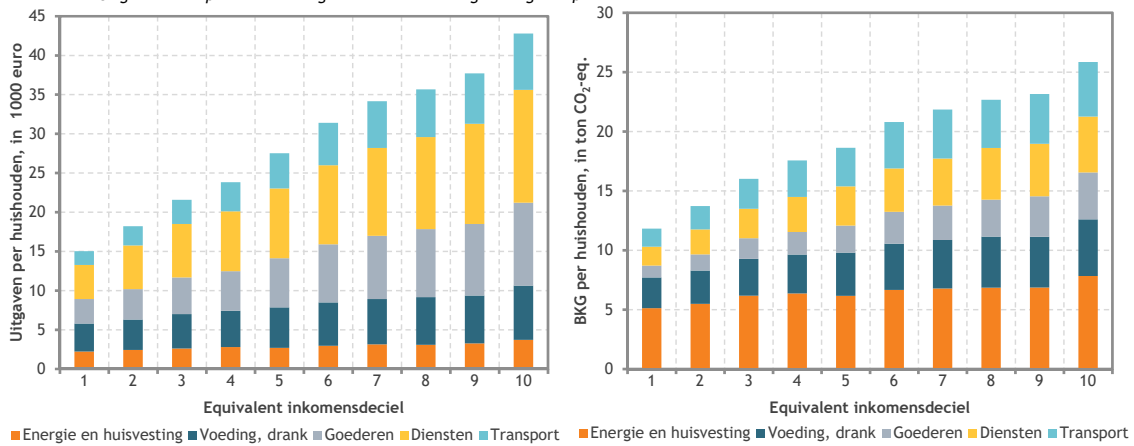
³ Daarvoor werd de OESO-equivalentieschaal gebruikt. Elk deciel bevat een tiende van de totale bevolking. Door verschillen in de gemiddelde huishoudensgrootte varieert het aantal huishoudens in elk deciel licht.

we waarnemen dat de pollutie-intensiteit hoger is dan gemiddeld in het eerste inkomensdeciël en lager dan gemiddeld in het laatste inkomensdeciël. Hoewel rijkere huishoudens dus meer vervuilen op absolute basis, daalt de pollutie-intensiteit per uitgegeven euro wanneer het inkomen stijgt. Het verband tussen inkomen en vervuiling wordt ook waargenomen door andere auteurs zoals Christis et al. (2019) en Sommer en Kratena (2017). Kerkhof, Benders and Moll (2009) stellen vast dat de emissie-intensiteit van de huishoudelijke consumptie daalt met het inkomen in het VK en Nederland en stijgt met het inkomen in Zweden en Noorwegen.



Figuur 3 toont de totale uitgaven en totale vervuiling per type product: energie en huisvesting, voeding en drank, goederen, diensten en transport. Het biedt een mogelijke verklaring voor de dalende pollutie-intensiteit. Wanneer het inkomen stijgt, zijn de huishoudens geneigd meer goederen en diensten te verbruiken. In vergelijking met energie en huisvesting, dat enigszins constant blijft over de inkomensverdeling, hebben goederen en diensten een lage pollutie-intensiteit. Beide effecten worden gedeeltelijk gecompenseerd door de stijgende uitgaven voor de sterk vervuilende transportcategorie, wat leidt tot een dalende pollutie-intensiteit.

Figuur 3 Uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden per type product voor elk equivalent inkomensdeciël
 Uitgedrukt als procent van de gemiddelde vervuiling en uitgaven per huishouden

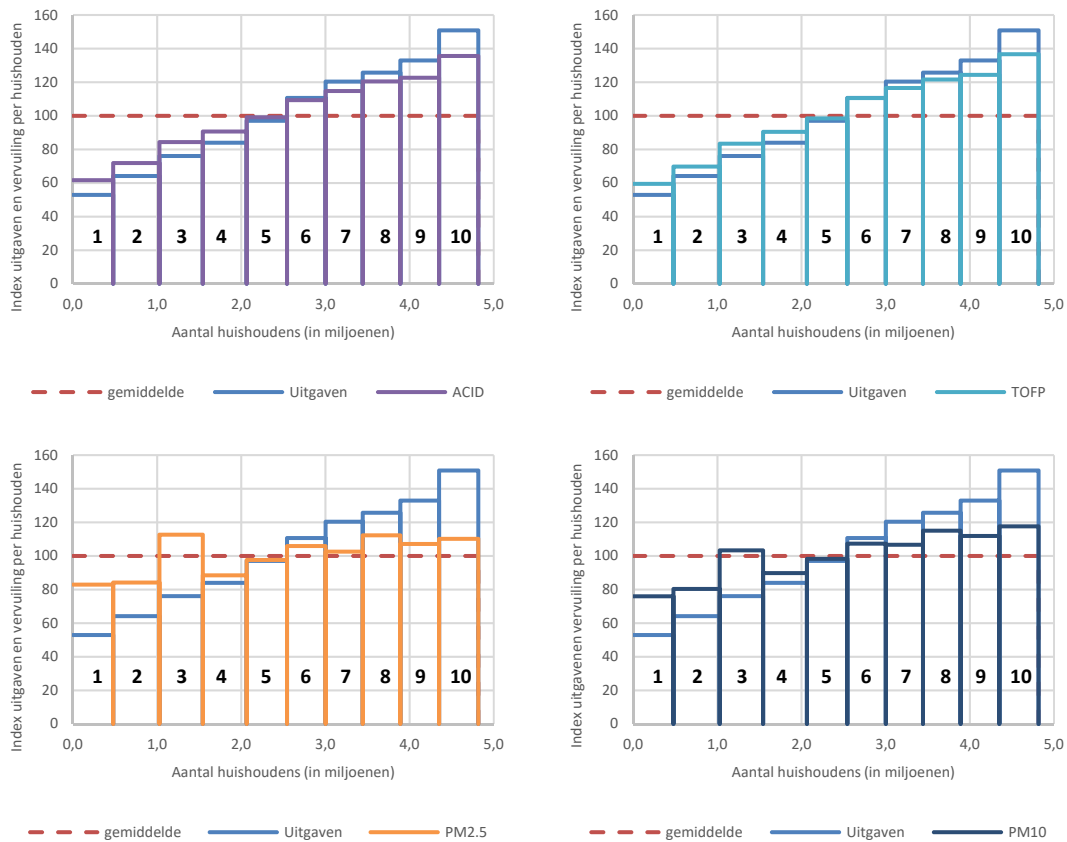


* Huisvesting verwijst naar de woninggebonden kosten zoals algemeen onderhoud, water en afvalinzameling. Huur, huurwaarde en hypotheek zijn niet inbegrepen.

Zoals eerder vermeld, bevat PEACH2AIR ook gegevens over andere vervuulende stoffen dan de broeikasgasindex. In figuur 4 werden de ACID- en TOFP-index en twee maatstaven voor zwevende deeltjes toegevoegd aan figuur 2. De waarneming dat de vervuiling stijgt en de pollutie-intensiteit daalt met het inkomen geldt voor bijna alle variabelen. De pollutie-intensiteit van zwevende deeltjes is bijzonder hoog voor de eerste drie inkomensdecielen. Dat kan worden verklaard doordat het verbranden van steenkool en hout een aanzienlijk deel van de totale emissies van zwevende deeltjes veroorzaakt en ongeveer 70 % van de huishoudens die in het HBO hebben aangegeven dat kool verbranden de belangrijkste wijze van verwarming is, bevinden zich in de eerste drie inkomensdecielen.

Figuur 4 Vervuiling van meerdere vervuilende stoffen en uitgaven per huishouden volgens equivalente inkomensdecielen

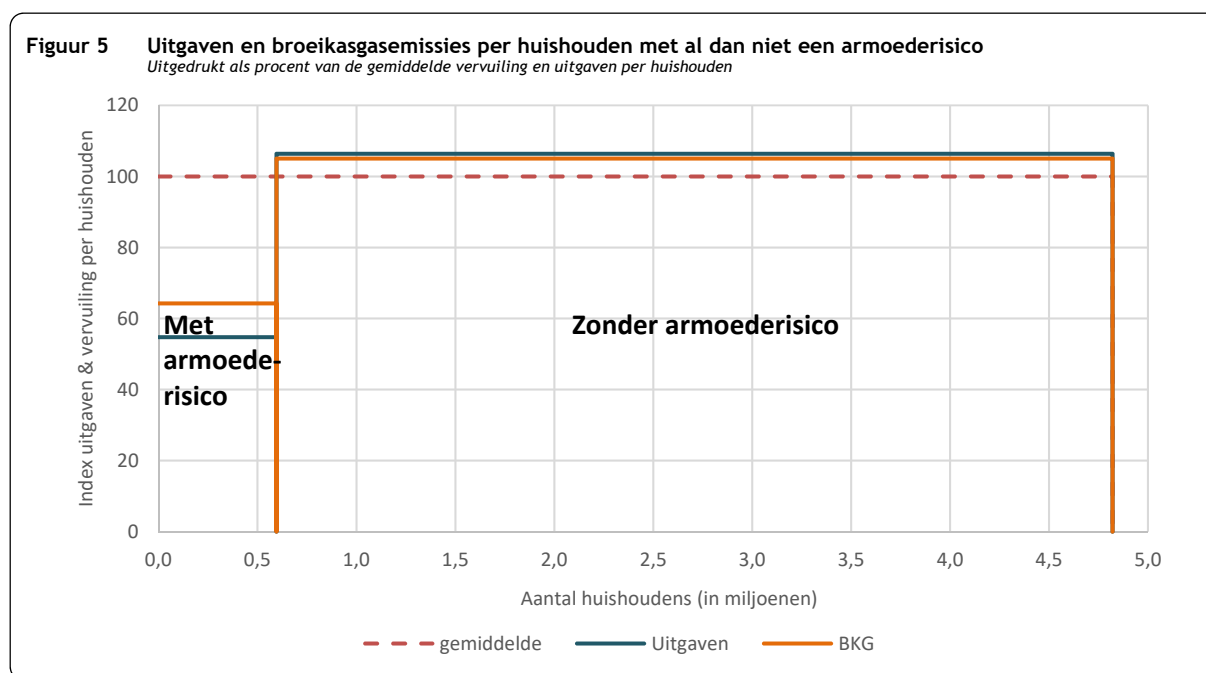
Uitgedrukt als procent van de gemiddelde vervuiling en uitgaven per huishouden



4.1.3. Armoederisico

Het vorige punt stond in het teken van de verdeling van broeikasgassen en andere gassen over de verschillende inkomensdecielen. Het equivalent inkomen werd gebruikt om de huishoudens te rangschikken van lage naar hoge inkomens. Hetzelfde inkomensconcept wordt gebruikt om de bevolking met een armoederisico te berekenen. Een huishouden loopt een armoederisico als het equivalent inkomen lager ligt dan 60 % van het mediaan equivalent inkomen. Op basis van het HBO liep 12,3 % van de Belgische bevolking een risico op armoede. Merk op dat de officiële armoedestatistieken op basis van de statistieken over inkomen en levensomstandigheden (SILC) voor datzelfde jaar 15,5 % rapporteren.

In figuur 5 kan worden waargenomen dat de huishoudens met een laag armoederisico lagere uitgaven hebben en minder broeikasgassen uitstoten dan gemiddeld. Maar belangrijker is nog, zoals aangegeven in het vorige deel, dat hun pollutie-intensiteit hoger is. De uitgaven van die gezinnen vertegenwoordigen ongeveer 55 % van de mediaane uitgaven, terwijl hun vervuiling 64 % van de mediaan uitmaakt. Algemeen genomen vervuilen personen met een armoederisico dus minder dan personen die niet in armoede leven, Maar hun pollutie-intensiteit – de vervuiling die wordt veroorzaakt door elke uitgegeven euro – is hoger.



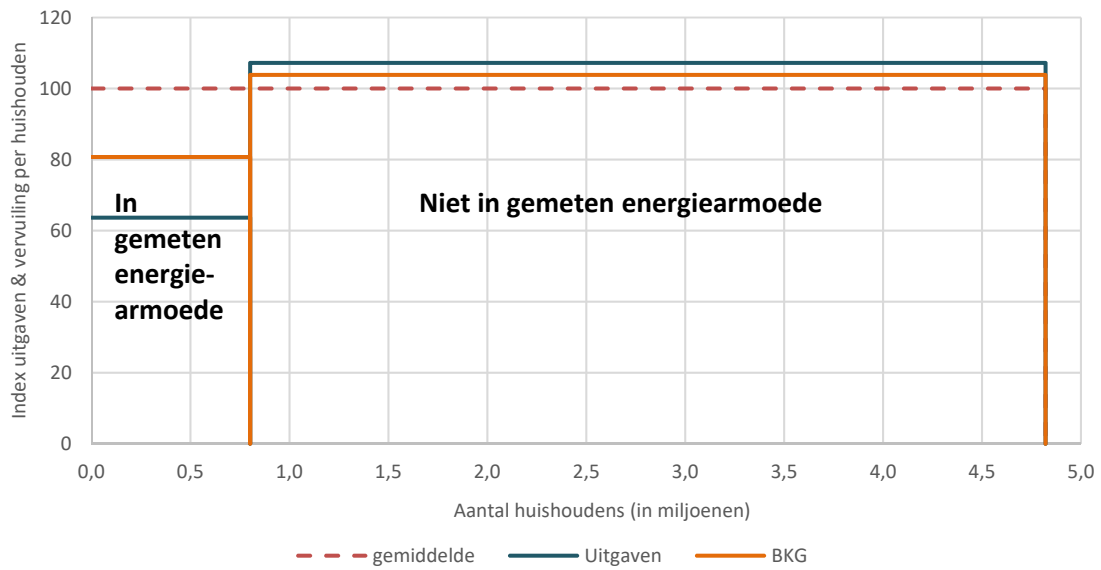
4.1.4. Gemeten energiearmoede

Aan de hand van de methodologie die is ontwikkeld door Coene en Delbeke (2014) hebben we berekend welke huishoudens in gemeten energiearmoede leven. In tegenstelling tot deze auteurs hebben we HBO-gegevens in de PEACH2AIR-dataset gebruikt in plaats van SILC-gegevens. Een huishouden wordt geacht in gemeten energiearmoede te leven als de verhouding tussen de energie-uitgaven en het inkomen zonder de huisvestingskosten⁴ hoger is dan het dubbele van de gemiddelde verhouding van deze twee. Deze huishoudens moeten zich ook in de eerste vijf (equivalente) inkomensdecielen bevinden. Aan de hand van de HBO-gegevens leeft 12,8 % van de bevolking in gemeten energiearmoede, in vergelijking met 14,6 % gemeten op basis van de SILC-gegevens door Coene en Delbeke.

Figuur 6 toont dat de huishoudens die in energiearmoede leven minder vervuilen dan het gemiddelde huishouden, maar een hogere pollutie-intensiteit hebben. Er moet worden opgemerkt dat als de figuur per hoofd zou worden uitgedrukt, de vervuiling per hoofd van het huishouden in energiearmoede 15 % hoger zou liggen dan de vervuiling per hoofd, terwijl de uitgaven 90 % van de uitgaven per hoofd zouden bedragen. Dat wijst erop dat de huishoudens die in energiearmoede leven kleiner zijn dan gemiddeld.

⁴ Die kosten zijn huur of terugbetaling van een hypotheeklening, onroerende voorheffing, onderhoudskosten voor gemeenschappelijke ruimten en het gebruik van liften en onderhoudskosten en kleine reparatiekosten.

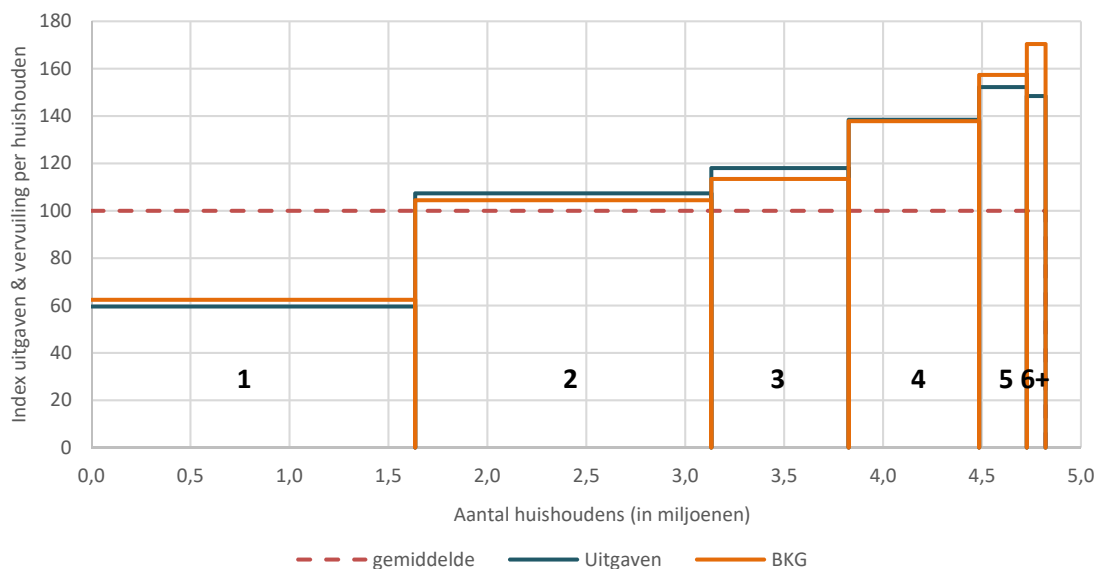
Figuur 6 Uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden die al dan niet in gemeten energiearmoede leven
 Uitgedrukt als procent van de gemiddelde vervuiling en uitgaven per huishouden



4.1.5. Huishoudensgrootte

De totale vervuiling neemt toe met de huishoudensgrootte, maar op een minder evenredige manier (figuur 7). Dit kan worden geïnterpreteerd als een schaafeffect en verschijnt zowel aan de zijde van de uitgaven als de totale vervuiling. De pollutie-intensiteit is hoger dan gemiddeld voor een eenpersoonshuishouden en zeer grote huishoudens. Huishoudens met twee of drie personen hebben een lagere pollutie-intensiteit dan gemiddeld.

Figuur 7 Uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden naar huishoudensgrootte
 Uitgedrukt als procent van de gemiddelde vervuiling en uitgaven per huishouden



4.1.6. Huishoudenstype

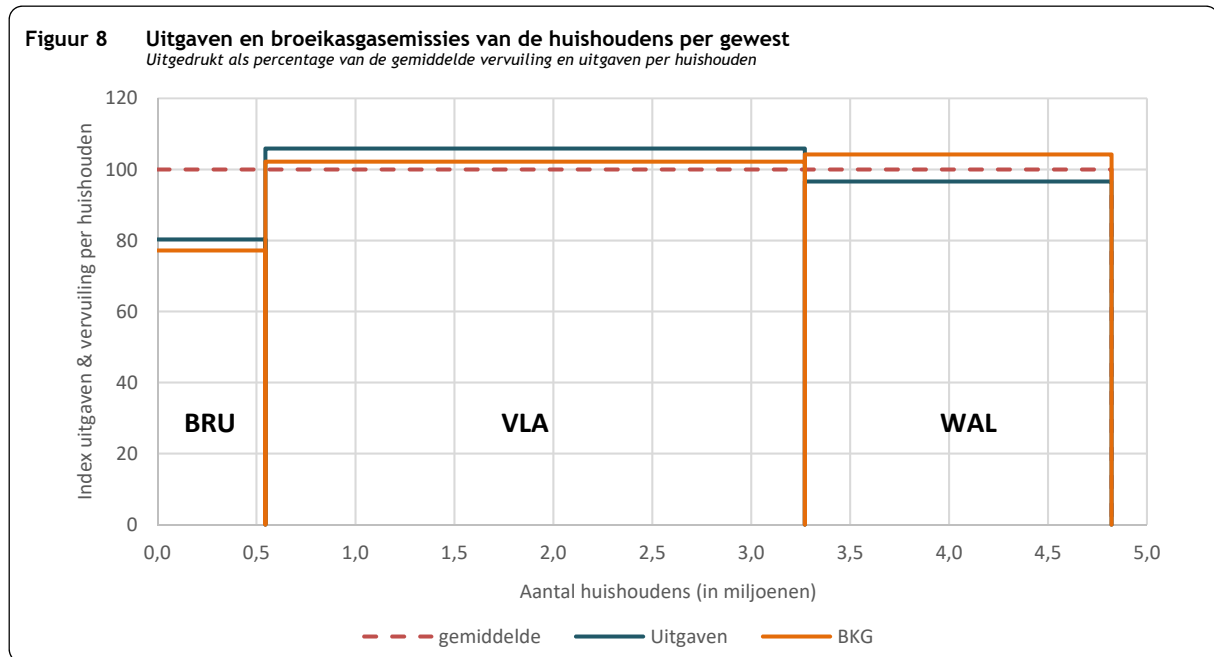
In tabel 3 werden tien verschillende huishoudenstypes geïdentificeerd op basis van het aantal volwassenen, het aantal kinderen en de leeftijd van de referentiepersoon in het huishouden. In het HBO is de referentiepersoon de persoon met het hoogste individuele inkomen. De tabel toont de uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden, uitgedrukt als percentage van de gemiddelde vervuiling en uitgaven, evenals de pollutie-intensiteit. Voor een vergelijkbare huishoudensgrootte, hebben oudere huishoudens hogere broeikasgasemissies en een hogere pollutie-intensiteit dan huishoudens met een referentiepersoon die jonger is dan 65 jaar. Mogelijke verklaringen zijn een minder energie-efficiënte woning en het feit dat 65-plussers meer uren thuis doorbrengen. Huishoudens met kinderen hebben hogere emissies, geven meer uit en hebben een hogere pollutie-intensiteit dan huishoudens zonder of met minder kinderen.

Tabel 3 Uitgaven en broeikasgasemissies per huishoudenstype

Huishoudenstype	Aantal huishoudens In miljoenen	Uitgaven per huishouden Als % van het gemiddelde	BKG per huishouden Als % van het gemiddelde	Pollutie-intensiteit Gram/euro
1 volwassene <65	1,20	58,79	60,88	693,97
1 volwassene+kinderen ten laste	0,32	83,17	91,51	737,32
1 volwassene, 65+	0,44	61,78	66,55	721,85
2 volwassenen met 1 kind ten laste	0,43	123,35	115,64	628,15
2 volwassenen met 2 kinderen ten laste	0,52	140,65	139,45	664,34
2 volwassenen met >= 3 kinderen ten laste	0,25	156,05	168,28	722,58
2 volwassenen, <65, geen kinderen	0,77	111,58	104,82	629,48
2 volwassenen, >65, geen kinderen	0,57	109,69	109,49	668,86
Meer dan twee volwassenen met kinderen	0,14	143,14	142,53	667,17
Meer dan twee volwassenen, geen kinderen ten laste	0,20	129,94	124,70	643,06

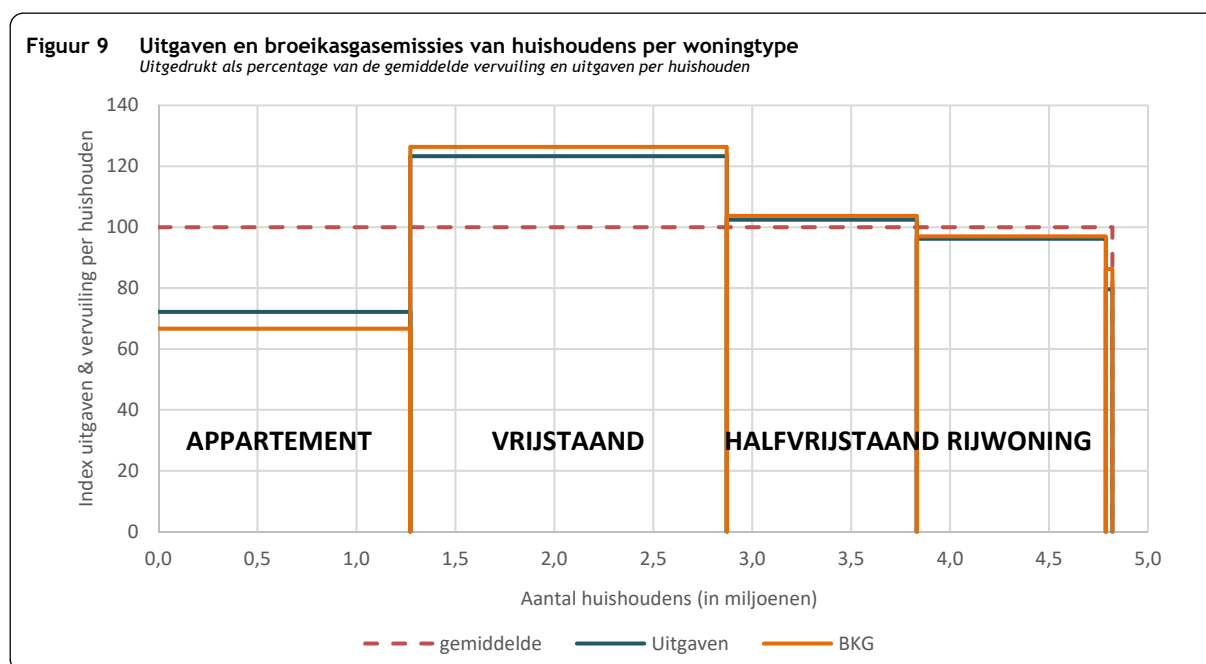
4.1.7. Gewest

De vervuiling per huishouden is in het Waals Gewest licht hoger dan in het Vlaams Gewest (figuur 8), terwijl de uitgaven hoger liggen in het Vlaams Gewest. Dit betekent dat de pollutie-intensiteit ook hoger is in het Waals Gewest. In Brussel ligt het niveau van vervuiling en uitgaven aanzienlijk lager dan in de twee andere gewesten. De resultaten zijn vergelijkbaar per capita. Het is onwaarschijnlijk dat het verschil in broeikasgasemissies louter toe te schrijven is aan het gewest waartoe een huishouden behoort. De regionale variabele is waarschijnlijk een proxy voor regionale verschillen zoals bevolkingsdichtheid, verschillen in woningbestand, verwarmingstypes en mogelijke regionale verschillen in milieubeleid, die in deze analyse niet aan bod komen.



4.1.8. Woningtype

Het woningtype heeft een impact op het vervuilingsniveau en de pollutie-intensiteit van een huishouden (figuur 9). Huishoudens die in een vrijstaande woning wonen, stoten 26 % meer broeikasgassen uit dan gemiddeld, wat meer is dan elk ander woningtype. Vrijstaande woningen hebben ook een hoger vervuilingsniveau dan gemiddeld. Hoe dichter een woningtype is (halfvrijstaande woning, rijwoning, appartement), hoe minder een huishouden vervuult. Huishoudens die in een appartement wonen vervuilen niet alleen het minst, hun totale vervuiling is slechts iets meer dan de helft van die van een vrijstaande woning, maar ze hebben ook de laagste pollutie-intensiteit. Dit verschil in vervuiling per huishouden zou toe te schrijven zijn aan de hogere gemiddelde huishoudensgrootte in vrijstaande woningen. Dit is evenwel slechts gedeeltelijk correct. Zelfs de vervuiling per capita ligt meer dan 10 % hoger dan gemiddeld in een vrijstaande woning en de pollutie-intensiteit is nog steeds hoger dan gemiddeld.



4.1.9. Verwarmingstype

De gemiddelde vervuiling per huishouden varieert sterk tussen de verschillende verwarmingstypes (tabel 4). De vervuiling per huishouden is het grootst voor de kleine groep die een warmtepomp gebruikt, terwijl hun pollutie-intensiteit het laagst is. Dat komt grotendeels door de groter dan gemiddelde huishoudensgrootte van deze groep, aangezien de vervuiling per capita het laagst van alle beschouwde verwarmingstypes is. Huishoudens die stookolie als belangrijkste verwarmingsbron gebruiken, stoten meer uit dan gemiddeld en hebben een zeer hoge pollutie-intensiteit. Alleen huishoudens die verwarmen met steenkool hebben een nog hogere emissie-intensiteit, maar vervuilen minder dan het gemiddelde huishouden. Aardgas, de meest gebruikte verwarmingsvorm, wordt gekenmerkt door een lager dan gemiddelde vervuiling en pollutie-intensiteit.

Tabel 4 Uitgaven en broeikasgasemissies per huishouden volgens verwarmingstype

CD_Heatingmean	Aantal hh	Uitgaven per hh		Pollutie-intensiteit Gram/euro
	In miljoenen	Als % van het gemiddelde	Als % van het gemiddelde	
Butaan_Propaan	0,05	95,74	82,60	578,22
Steenkool	0,05	70,41	94,05	895,18
Elektriciteit	0,34	91,13	79,08	581,60
Warmtepomp	0,04	150,63	121,70	541,46
Stookolie	1,26	110,42	120,67	732,38
Aardgas	2,85	96,71	92,62	641,84
Andere energiebron	0,00	83,18	63,27	509,78
Hout	0,11	97,05	108,49	749,16
Houtpellets	0,11	93,94	112,33	801,33

hh= huishouden

4.1.10. Conclusie

Rekening houdend met een aantal methodologische beperkingen heeft onze analyse aangetoond dat het grootste deel van de broeikasgasemissies veroorzaakt door huishoudelijke consumptie kan worden toegewezen aan drie uitgavencategorieën: voeding, transportbrandstof en energieverbruik voor de woning. Samen zijn deze categorieën verantwoordelijk voor drie vijfde van de totale emissies, terwijl ze slechts een kwart van de totale uitgaven vertegenwoordigen.

De analyse toont dat de totale vervuiling toeneemt met het inkomen. Dat is logisch gezien het feit dat de uitgaven stijgen met het inkomen en dat de uitgaven een van de bepalende parameters zijn voor de totale emissies, zoals vermeld in formule (2). Anders gezegd, lagere inkomens, waaronder huishoudens met een inkomen onder de armoederisicodrempel of huishoudens met een gemeten energiearmoede, stoten minder uit dan hogere inkomens. De pollutie-intensiteit, d.w.z. de uitstoot per uitgegeven euro, volgt echter een tegengesteld patroon: deze neemt af naarmate het inkomen stijgt.

Hoewel uit de voorgaande delen blijkt dat de totale broeikasgasemissies van een huishouden variëren naargelang van de huishoudkenmerken, moet de toewijzing van (de grootte van) deze verschillen aan de specifieke huishoudkenmerken met de nodige voorzichtigheid gepaard gaan. Ze kunnen een proxy zijn voor andere variabelen die niet deze analyse worden gebruikt. Bijvoorbeeld regionale verschillen in vervuiling kunnen het gevolg zijn van verschillen in bevolkingsdichtheid of woningtype. Daarnaast zijn huishoudens met hogere inkomens en uitgaven over het algemeen groter en hebben ze waarschijnlijk een hoger opleidingsniveau. Een regressieanalyse die de verschillende kenmerken tegelijkertijd beschouwt, dient inzicht te geven in de impact van elk kenmerk op de totale vervuiling van een huishouden.

4.2. Welke huishoudkenmerken zijn gekoppeld aan het niveau van de BKG-emissies van de huishoudens?

De vorige bivariate analyse gaf inzicht in hoe de huishoudemissies zich verhouden tot de verschillende huishoudkenmerken. In dit deel gebruiken we een multivariate analyse om de individuele effecten van deze kenmerken te ontrafelen.

Het volgende deel beschrijft deze multivariate analyse en het daaropvolgende deel formuleert een aantal conclusies.

4.2.1. Multivariate analyse

In navolging van de papers die in het literatuuronderzoek worden beschreven, voeren we meervoudige regressies uit, waarbij de BKG-emissies van de huishoudens worden verklaard met socio-economische en woninggebonden kenmerken.

Ons regressiemodel neemt de volgende vorm aan:

$$\ln(GHG_i) = \alpha + \beta \ln(inc_i) + \delta_i x_i + \gamma_i z_i + u_i \quad (5)$$

waar GHG_i overeenstemt met de jaarlijkse BKG-emissies van huishouden i , inc_i met het jaarlijkse netto-inkomen van huishouden i , x_i een vector is van de socio-economische variabelen van huishouden i (aantal volwassenen, aantal kinderen, leeftijd van het gezinshoofd, beroepsstatus van het gezinshoofd, hoogste opleidingsniveau in het huishouden, en het gewest van het huishouden), z_i een vector is van de woninggebonden variabelen (eigendomssituatie, aantal kamers, woningtype). α , β , δ_i , en γ_i zijn parameters en parametervectoren die moeten worden geraamd. We hebben het model geschat aan de hand van de gewone methode van de kleinste kwadraten met de statistische software Stata en gebruikten het voorvoegsel 'svy' om rekening te houden met het doel van de enquête om puntschattingen en standaardfouten correct te schatten.

Om beter te begrijpen hoe de emissies van de verschillende consumptie categorieën zich verhouden tot de verklarende variabelen, werd het regressiemodel (5) afzonderlijk geschat met emissies van vijf consumptie categorieën (voeding, energie en huisvesting, transport, goederen, en diensten) aan de linkerkant. Meer details over de manier waarop die categorieën werden opgesteld, zijn te vinden in de bijlage.

Aangezien we het logaritme van zowel de huishoudemissies als het huishoudinkomen hebben genomen, kan de β -coëfficiënt worden geïnterpreteerd als de elasticiteit van de emissies ten opzichte van het inkomen.

De tabellen in bijlage 6.5 tonen samenvattende statistieken van de continue en categorische variabelen die in het regressiemodel zijn opgenomen.

Tabel 5 Resultaten van de multivariate analyse

	(1) ln(BKG_alle)	(2) ln(BKG_Voeding)	(3) ln(BKG_Energie_ huisvesting)	(4) ln(BKG_Transport)	(5) ln(BKG_Goederen)	(6) ln(BKG_Diensten)
Inkomen	0,323*** (0,019)	0,235*** (0,019)	0,114*** (0,025)	0,589*** (0,040)	0,693*** (0,030)	0,582*** (0,046)
Aantal volwassenen						
1	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)
2	0,199*** (0,017)	0,437*** (0,019)	0,103*** (0,025)	0,360*** (0,036)	0,203*** (0,023)	0,175*** (0,049)
3	0,264*** (0,023)	0,573*** (0,027)	0,149*** (0,032)	0,300*** (0,065)	0,126*** (0,030)	0,236*** (0,062)
>=4	0,354*** (0,029)	0,738*** (0,026)	0,192*** (0,043)	0,284*** (0,056)	0,140*** (0,032)	0,387*** (0,086)
Aantal kinderen						
0	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)
1	0,095*** (0,015)	0,123*** (0,023)	0,070** (0,024)	-0,038 (0,040)	-0,018 (0,018)	0,269*** (0,039)
2	0,122*** (0,015)	0,225*** (0,022)	-0,009 (0,025)	-0,088* (0,039)	-0,066** (0,020)	0,444*** (0,050)
3	0,190*** (0,034)	0,316*** (0,032)	0,052 (0,054)	-0,105 (0,075)	-0,084* (0,033)	0,636*** (0,087)
>=4	0,292*** (0,055)	0,428*** (0,069)	0,122 (0,118)	0,093 (0,151)	0,051 (0,053)	0,730*** (0,185)
Leeftijd van de referentiepersoon	0,005*** (0,001)	0,010*** (0,001)	0,005*** (0,001)	-0,001 (0,002)	0,001 (0,001)	0,008*** (0,002)
Beroepsstatus referentiepersoon						
werkend	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)
werkloos	-0,085** (0,030)	-0,084 (0,045)	0,018 (0,048)	-0,404*** (0,072)	-0,198*** (0,040)	-0,246*** (0,069)
student	-0,067 (0,098)	-0,120 (0,096)	-0,034 (0,187)	-0,360** (0,136)	-0,104 (0,115)	0,090 (0,178)
huisvrouw	-0,046 (0,064)	-0,127* (0,061)	0,051 (0,133)	-0,235 (0,204)	-0,096 (0,061)	-0,199 (0,179)
arbeidsongeschikt	-0,046 (0,034)	0,009 (0,037)	0,047 (0,059)	-0,406*** (0,074)	-0,067 (0,039)	-0,062 (0,075)
pensioen	-0,049* (0,025)	-0,030 (0,024)	-0,007 (0,037)	-0,149** (0,056)	0,003 (0,033)	-0,053 (0,060)
Opleiding referentiepersoon						
Basisonderwijs of minder	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)
Lager middelbaar onderwijs	0,025 (0,031)	-0,023 (0,044)	0,060 (0,065)	0,055 (0,091)	0,017 (0,045)	0,083 (0,074)
Hoger middelbaar onderwijs	0,092** (0,030)	0,044 (0,040)	0,074 (0,051)	0,262** (0,081)	0,110** (0,040)	0,301*** (0,077)
tertiair onderwijs	0,173*** (0,032)	0,147*** (0,040)	0,092 (0,055)	0,323*** (0,077)	0,236*** (0,040)	0,515*** (0,078)
Gewest						
BRU	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)
VL	0,019 (0,028)	-0,034 (0,025)	-0,021 (0,038)	0,170* (0,073)	0,035 (0,022)	0,080 (0,061)
WA	0,100*** (0,029)	-0,016 (0,024)	0,200*** (0,038)	0,314*** (0,075)	0,017 (0,023)	-0,108 (0,063)
Aantal kamers						
1	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)	0,000 (,)
2	0,185*** (0,052)	0,168* (0,065)	0,119 (0,084)	0,184 (0,156)	0,126 (0,066)	0,348*** (0,091)
3	0,248*** (0,049)	0,095 (0,064)	0,218* (0,087)	0,342* (0,154)	0,177 (0,071)	0,462*** (0,092)
4	0,323*** (0,047)	0,139* (0,068)	0,330*** (0,083)	0,473*** (0,153)	0,186** (0,071)	0,465*** (0,092)
5	0,356*** (0,048)	0,196** (0,069)	0,405*** (0,088)	0,473*** (0,158)	0,203** (0,071)	0,466*** (0,092)
>=6	0,398*** (0,049)	0,230*** (0,067)	0,471*** (0,088)	0,429** (0,165)	0,236*** (0,069)	0,516*** (0,097)

	(1) Ln(BKG_alle)	(2) ln(BKG_Voeding)	(3) ln(BKG_Energie_ huisvesting)	(4) ln(BKG_Transport)	(5) ln(BKG_Goederen)	(6) ln(BKG_Diensten)
Woningtype						
Vrijstaand	0.000 (,)	0.000 (,)	0.000 (,)	0.000 (,)	0.000 (,)	0.000 (,)
Halfvrijstaand	-0,083*** (0,012)	-0.008 (0,016)	-0,134*** (0,021)	-0,175*** (0,030)	-0.012 (0,020)	-0.010 (0,030)
Appartement	-0,162*** (0,019)	-0,061* (0,025)	-0,371*** (0,035)	-0,254*** (0,050)	-0,066* (0,028)	0,137** (0,052)
Ander	-0.015 (0,082)	-0.046 (0,135)	-0.118 (0,171)	-0.155 (0,188)	0.156 (0,126)	0.170 (0,191)
Eigendomssituatie						
Eigenaar	0.000 (,)	0.000 (,)	0.000 (,)	0.000 (,)	0.000 (,)	0.000 (,)
Huurder	-0,109*** (0,016)	-0,050* (0,024)	-0,060* (0,026)	-0,242*** (0,045)	-0,113*** (0,018)	-0,315*** (0,043)
Constante	-1,342*** (0,218)	-2,389*** (0,221)	-0.171 (0,298)	-6,080*** (0,470)	-7,021*** (0,295)	-6,931*** (0,483)
Observaties	6124	6124	6124	6124	6124	6124
R ²	0.581	0.486	0.265	0.411	0.620	0.354

Standaardfouten tussen haakjes: * p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

De inkomenscoëfficiënt in het model 'Totaal' bedraagt 0,323, wat betekent dat een stijging van het huishoudinkomen met één procent gepaard gaat met een stijging van de BKG-emissies van de huishoudens met 0,323 procent. De elasticiteit is lager dan 1. Dat is consequent met de bestaande literatuur. Net als bij onze resultaten blijkt uit de meeste studies op het terrein dat er geen absolute ontkoppeling is tussen inkomen en emissies, maar dat er wel een relatieve ontkoppeling kan worden waargenomen. Naarmate het inkomen stijgt, neemt het emissieniveau toe, maar op een minder evenredige manier. De geraamde inkomens- of uitgavenelasticiteit in andere studies varieert van 0 tot 1; d.w.z. een stijging van het inkomen met 1 procent gaat gepaard met een stijging van de emissies met 0-1 procent. Voor een overzicht van de elasticiteiten in andere studies, zie tabel 1 (p. 6).

We stellen vast dat de inkomenselasticiteit van de emissies van categorieën die voorzien in de basisbehoeften ('Energie en huisvesting' en 'Voeding') lager is dan die van andere productgroepen. De vraag en de daaruit voortvloeiende emissies van deze productcategorieën zijn minder gevoelig voor veranderingen in het totale inkomensniveau. De inkomenselasticiteit van de emissies verbonden aan de consumptie van producten in de categorie 'Energie en huisvesting' is het laagst (0,114), terwijl die van 'Goederen' het hoogst is (0,693). Dit betekent dat een stijging van het totale inkomensniveau van de huishoudens met 10 % gepaard gaat met een stijging van de BKG-emissies van 'Energie en huisvesting' met 1,1 % en van de BKG-emissies van 'Goederen' met 6,9 %. Deze bevindingen sluiten aan bij de resultaten van andere papers die zijn voorgesteld in tabel 1. De elasticiteit van de huishoudemissies ten opzichte van de uitgaven is hoger dan ten opzichte van het inkomen. Auteurs die categorie-specifieke elasticiteiten berekenden, maakten in hun regressies gebruik van uitgaven in plaats van inkomsten (Steen-Olsen et al. (2016), Isaksen & Narbel (2017), Girod & Hann (2010), Ala-Mantila et. Al. (2014). Onze resultaten zijn dus enkel rechtstreeks vergelijkbaar met die van Büchs en Schnepf (2013). Voor het Verenigd Koninkrijk stelden zij vast dat de totale emissie-elasticiteit ten opzichte van het inkomen 0,432 bedroeg, wat iets hoger is dan onze raming van 0,323. Zij stelden vast dat de elasticiteit van de emissies van 'Energie en huisvesting' en 'Transport' ten opzichte van het inkomen respectievelijk 0,187 en 0,594 bedraagt. Deze ramingen liggen in de buurt van onze respectieve ramingen van 0,114 en 0,589.

De huishoudensgrootte heeft een positieve impact op de huishoudemissies. Volgens onze ramingen in het model 'Totaal' stoot een huishouden met twee (drie) personen 20 (26) procent meer uit dan een

alleenstaand huishouden. Dit betekent dat als de huishoudensgrootte verdubbelt (verdrievoudigt), de emissies stijgen, maar niet verdubbelen (verdrievoudigen). Per capita nemen de emissies af naarmate de huishoudens groter worden. Dat wijst op de aanwezigheid van schaalvoordelen. In grotere huishoudens worden hulpbronnen, zoals woonruimte, verwarming of brandstoffen voor voertuigen gedeeld en dit resulteert in minder emissies per capita. In de productspecifieke modellen zien we dat de impact van de huishoudensgrootte sterk verschilt. De geraamde coëfficiënten voor de variabelen voor volwassenen en kinderen zijn het laagst in het model 'Energie en huisvesting', zodat de schaalvoordelen het grootst zijn voor deze consumptie categorie. Een extra huishoudlid voegt weinig of niets toe aan de verwarmings- en andere woninggebonden kosten en de daaruit voortvloeiende emissies. De geraamde coëfficiënten voor de variabelen voor volwassenen en kinderen zijn het hoogst in het model 'Voeding', zodat de schaalvoordelen het kleinst zijn voor deze categorie. Een extra huishoudlid leidt tot aanzienlijk meer uitgaven voor voeding en dranken en ook tot meer emissies. Onze bevindingen over de aanwezigheid van schaalvoordelen in de BKG-emissies van de huishoudens wijzen erop dat een kleinere gemiddelde huishoudensgrootte in de samenleving een opwaartse druk uitoefent op de BKG-emissies.

De coëfficiënten van de variabele voor kinderen zijn kleiner dan die van de variabele voor volwassenen. De aanwezigheid van kinderen voegt minder toe aan de totale huishoudemissies dan de aanwezigheid van volwassenen. De categorie-specifieke regressieresultaten tonen dat de positieve impact van kinderen op de totale huishoudemissies voornamelijk toe te schrijven is aan de emissies van 'Voeding' en 'Diensten'. De geraamde coëfficiënten van kinderen in de regressies 'Energie en huisvesting', 'Goederen' en 'Transport' zijn klein en niet-significant.

Leeftijd heeft een kleine en significant positieve impact op de totale emissies. De leeftijdsvariabele geeft de leeftijd van het gezinshoofd weer. In het model 'Totaal' gaat een extra jaar gepaard met 0,5 procent hogere emissies, onder overigens gelijke omstandigheden. Of, met andere woorden, 10 jaar meer gaat gepaard met 5 procent hogere emissies. Dit kan een weerspiegeling zijn van het feit dat waarden en levensstijlen veranderen met de leeftijd en zich vertalen in verschillende consumptie- en emissiepatronen. Ook andere auteurs vonden een kleine, maar significante impact van de leeftijd op de emissies. Büchs en Schnepf (2013) raamden de leeftijdscoëfficiënt op basis van gegevens van het VK op 0,02, Golley en Meng (2012) raamden de coëfficiënt op 0,001 op basis van Chinese gegevens. De leeftijdscoëfficiënt is niet significant in de modellen 'Transport' en 'Goederen' en heeft de grootste geraamde waarde in het model 'Voeding': een extra leeftijdsjaar van het gezinshoofd wordt geassocieerd met 1 procent meer emissies van voeding en drank.

De variabele beroepsstatus geeft de beroepsstatus van het gezinshoofd weer en de referentiecategorie is 'werkende'. De geraamde coëfficiënten van de andere categorieën zijn negatief in alle modellen (met uitzondering van het model 'Energie en huisvesting'). Dit betekent dat huishoudens waar het gezinshoofd werkloos, student, arbeidsongeschikt, huisvrouw of met pensioen is, minder uitstoten dan huishoudens waar het gezinshoofd werkt. Het enige model waarbij de coëfficiënten van de beroepsstatuscategorieën positief zijn, is het model 'Energie en huisvesting'. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat niet-werkende mensen meer tijd thuis doorbrengen, wat zich vertaalt in een hogere verwarmingsbehoefte en dus hogere emissies van 'Energie en huisvesting'. De hoogste beroepsstatuscoëfficiënt is die van de arbeidsongeschikte categorie in de regressie 'Transport'. De

emissies van transport zijn 41 procent lager voor huishoudens met een arbeidsongeschikt gezinshoofd dan voor huishoudens met een werkend gezinshoofd. Ook in de regressie 'Transport' bedraagt de werkloosheidscoëfficiënt $-0,404$, wat betekent dat een huishouden met een werkloos gezinshoofd 40 procent minder emissies heeft dan een huishouden met een werkend gezinshoofd, onder overigens gelijke omstandigheden. Deze bevinding toont dat werklozen minder pendelen of dat ze minder middelen hebben om te reizen in hun vrije tijd.

Hoe hoger het opleidingsniveau in het huishouden, hoe hoger de emissies. De referentiecategorie van de opleidingsvariabele is 'basisonderwijs of minder'. Vergelijken met deze categorie liggen de emissies van huishoudens met lager middelbaar, hoger middelbaar en tertiair onderwijs respectievelijk 3, 9 en 17 procent hoger in het model 'Totaal'. Alleen de coëfficiënt van het tertiair onderwijs is significant op het significantieniveau van 1 %. We vonden de sterkste correlatie tussen onderwijs en emissies in het model 'Diensten', waarbij de emissies van een huishouden met tertiair onderwijs 52 procent hoger liggen dan voor een huishouden met als hoogste opleidingsniveau basisonderwijs of minder. Een mogelijke drijvende kracht achter de positieve relatie tussen onderwijs en emissies kan zijn dat mensen met een hoger opleidingsniveau andere voorkeuren, normen en waarden hebben over hoe ze hun vrije tijd doorbrengen dan mensen met een lager opleidingsniveau. Deze verschillende voorkeuren kunnen zich vertalen in meer emissie-intensieve consumptiepatronen. Het is echter belangrijk op te merken dat ons model de exacte drijvende krachten achter de positieve relatie tussen onderwijs en emissies niet kan vatten. Er zijn gemengde resultaten gevonden in de literatuur over het verband tussen de koolstofvoetafdruk van huishoudens en opleiding. Sommige auteurs stelden vast dat het opleidingsniveau en de emissies ook na controle op andere factoren positief gecorreleerd zijn (Büchs & Schnepf, 2013; Poom & Ahas, 2016), terwijl anderen negatieve correlaties vonden onder gelijke omstandigheden (Lenzen et al., 2006).

De Gewestvariabele omvat drie categorieën: Brussels Hoofdstedelijk Gewest (referentiecategorie), Wallonië en Vlaanderen. Huishoudens in Wallonië en Vlaanderen stoten meer uit dan Brusselse huishoudens. De coëfficiënt van Wallonië is significant in het model 'Totaal': Waalse huishoudens stoten 10 procent meer uit dan Brusselse huishoudens. De categorie-specifieke regressies tonen dat het grote positieve effect afkomstig is van de emissies in de regressies 'Energie en huisvesting' en 'Transport'. Tabel 7 toont dat de woningen in Wallonië ouder zijn. De sterk vervuilende verwarmingstypes steenkool, stookolie en hout komen ook meer voor in Wallonië (tabel 6). Dit zou een drijvende kracht kunnen zijn achter de positieve significante coëfficiënt die we in het model 'Energie en huisvesting' hebben gevonden. Bij het model 'Transport' gaan we ervan uit dat reis-, pendel- en rijafstanden in Wallonië groter zijn dan in Brussel, en daarom heeft het gewest een groot en significant effect. We hebben geen gegevens over rijafstanden, het onderscheid tussen stad en platteland en de kwaliteit en dichtheid van het openbaar vervoer. Idealiter zouden we deze variabelen moeten opnemen in de regressie 'Transport'. We gaan ervan uit dat de Gewestvariabele de effecten van deze factoren oppikt.

Tabel 6 Percentage huishoudens die een verwarmingstype gebruiken opgesplitst volgens gewest

Verwarmingstype	VLA	WAL	BRU	Totaal	Aandeel verwarmingstype ^a
Aardgas	64,4%	19,7%	15,9%	100%	59,3%
Butaan	59,2%	34,3%	6,5%	100%	0,2%
Propaan	30,2%	69,8%	0,0%	100%	0,8%
Elektriciteit	61,9%	32,5%	5,7%	100%	7,1%
Stookolie	43,9%	50,8%	5,2%	100%	26,3%
Steenkool	29,7%	68,5%	1,8%	100%	1,0%
Hout	40,6%	58,4%	1,0%	100%	2,3%
Houtpellets	25,3%	74,7%	0,0%	100%	2,3%
Warmtepomp	52,2%	46,3%	1,4%	100%	0,8%
Andere energiebron	0,0%	63,7%	36,3%	100%	0,0%

a: Aandeel van het verwarmingstype (rij) in het totaal aantal huishoudens

Tabel 7 Percentage huishoudens opgesplitst volgens bouwjaar van de woning

Bouwjaar	BRU	VLA	WAL
1. Vóór 1946	38,67	19,43	41,04
2. 1946-1960	22,7	14,78	16,69
3. 1961-1970	15,5	12,98	9,05
4. 1971-1980	6,22	17,77	11,21
5. 1981-1990	2,6	10,74	5,92
6. 1991-2000	1,63	10,47	6,29
Totaal	100	100	100

Het aantal kamers heeft een positieve impact op de emissies en heeft de hoogste coëfficiënten in het model 'Diensten'.

Huishoudens die in halfvrijstaande woningen of in appartementen wonen, stoten minder uit dan huishoudens die in vrijstaande woningen wonen. De impact is significant in het model 'Energie en huisvesting' en kan wellicht worden verklaard door het feit dat vrijstaande woningen over het algemeen een hogere verwarmingsbehoefte hebben: de oppervlakte van de woning is doorgaans groter, terwijl de energieprestatie van een (gemiddelde) vrijstaande woning doorgaans lager is dan van een (gemiddeld) appartement.

Huurders stoten minder uit dan eigenaars en het effect is het sterkst in het model 'Diensten'. Dat zou deels het gevolg kunnen zijn van de manier waarop ons model is opgesteld. Huurders besteden een hoger percentage van hun inkomen aan woninggebonden kosten dan eigenaars, terwijl ons model geen rekening houdt met uitgaven voor huur en hypotheeklasten.

4.2.2. Conclusie

De resultaten van de multi-pele regressieanalyse in deel 4.2.1 sluiten aan bij de resultaten van de bivariate analyse. De toegevoegde waarde van de multivariate analyse was dat we de effecten van individuele variabelen konden ontrafelen en kwantificeren. We stellen vast dat inkomen, huishoudensgrootte, leeftijd, opleiding en de grootte van de woning een positieve impact hebben op de BKG-emissies van de huishoudens. Werkloos zijn, in een appartement wonen (in plaats van in een huis) en huurder zijn, zijn negatief gecorreleerd met de huishoudemissies. Er zijn regionale verschillen in de huishoudemissies, die voornamelijk het gevolg zijn van hogere emissies voor transport, energie en huisvesting in Wallonië en Vlaanderen dan in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

We vonden een zeer sterk schaaleffect: huishoudens met meer leden stoten meer uit in absolute termen, maar niet per capita. Dit komt doordat de meest vervuilende consumptie categorie (Energie en huisvesting) het meest wordt gedeeld door de leden van het huishouden. Zo nemen de emissies van de verwarming van een woning niet toe als er een extra lid aan het huishouden wordt toegevoegd. Aan de andere kant nemen de emissies van voedselconsumptie wel aanzienlijk toe naarmate het huishouden groter wordt. Met andere woorden, de verdeling van de consumptieve bestedingen over de leden van het huishouden heeft een negatieve impact op de totale huishoudemissies. De statistische trend in de richting van kleinere huishoudens die we in de demografische statistieken zien, zet een opwaartse druk op de emissies.

De belangrijkste variabele die ons interesseerde was het inkomen. We stelden vast dat er een relatieve ontkoppeling is tussen inkomen en emissies, d.w.z. dat de emissies toenemen met het inkomen, maar op een minder evenredige manier. De elasticiteit van de emissies ten opzichte van het inkomen bedraagt 0,323, d.w.z. een stijging van het inkomen met 10 % gaat gepaard met een stijging van de emissies met 3,23 %. Een belangrijke drijvende kracht achter de relatieve ontkoppeling is het feit dat het aandeel van de meest vervuilende consumptie categorieën ('Energie en huisvesting' en 'Voeding') in de totale uitgaven in het onderste deel van de inkomensverdeling hoger is dan in het bovenste deel. Dit is aangetoond in figuur 3, en de controle voor andere socio-economische factoren in de multiële regressieanalyse ondersteunde de bevindingen in de figuur.

5. Conclusie

In dit rapport onderzochten we de relatie tussen de broeikasgasemissies als gevolg van de consumptie van goederen en diensten door huishoudens en het socio-economisch statuut van de Belgische huishoudens. De PEACH2AIR-gegevensbank, die het huishoudbudgetonderzoek van 2014 koppelt aan de luchtverontreinigingsgegevens, vormt de basis voor dit onderzoek. In vergelijking met de eerste analyse (Frère, Vandille, Wolff: 2018), is PEACH2AIR verbeterd. Die verbeteringen hebben met name betrekking op de imputaties van de brandstofkosten voor transport en nauwkeurigere directe pollutiëfficiënten.

Twee onderzoeksvragen waren voor ons van belang. Het antwoord op deze vragen kan de context verduidelijken waarin het beleid gericht op het beperken van consumptiegebonden broeikasgasemissies moet worden gevoerd.

- Hoe zijn de BKG-emissies verdeeld over de huishoudens?
- Welke huishoudkenmerken zijn gekoppeld aan het niveau van de BKG-emissies van de huishoudens?

Wat de eerste vraag betreft, blijkt uit de bivariate analyses dat voeding, brandstoffen voor transport en huishoudelijk energieverbruik verantwoordelijk zijn voor meer dan 60 % van de broeikasgasemissies, terwijl deze minder dan 30 % van de totale uitgaven uitmaken. Het is dan ook niet verrassend dat dit categorieën zijn met een hoge pollutie-intensiteit. We zien ook dat de vervuiling toeneemt met het inkomen, maar dat de pollutie-intensiteit (gram vervuiling per uitgegeven euro) vermindert naarmate het inkomen stijgt. Met andere woorden, hoe hoger het inkomen is, hoe lager het aandeel van de emissie-intensieve consumptie is, zoals verwarming. Algemeen kunnen verschillende huishoudkenmerken, zoals gewest, verwarmingstype, woningtype of huishoudensgrootte gekoppeld zijn aan verschillende vervuilingsniveaus. Deze kenmerken zijn echter onderling afhankelijk.

De tweede onderzoeksvraag werd beantwoord met behulp van een multi-pele regressieanalyse. Deze analyse werd uitgevoerd voor alle huishouduitgaven samen en vervolgens afzonderlijk voor de uitgaven met betrekking tot voeding, energieverbruik voor de woning, transport, goederen en diensten. Het inkomen, de huishoudensgrootte, de leeftijd, de opleiding en de grootte van de woning hebben een positieve impact op de BKG-emissies van de huishoudens. Huishoudens met meer leden stoten meer uit in absolute termen, maar niet per capita. Na controle voor andere socio-economische factoren blijkt er ook een relatieve ontkoppeling te bestaan tussen inkomen en emissies. Broeikasgasemissies nemen minder evenredig toe met het inkomen, omdat het aandeel van de meest vervuilende consumptie categorieën, namelijk 'Energie en huisvesting' en 'Voeding' in de totale uitgaven afneemt met het inkomen, wat de bivariate analyse bevestigt.

6. Bijlage

6.1. Aggregatie van de COICOP-categorieën

Om de interpretatie te vergemakkelijken, hebben we de 1 154 COICOP-categorieën (6 digits) geaggregeerd in 5 grote categorieën: Voeding en dranken, Energie en huisvesting, Transport, Goederen, Diensten. De onderstaande tabel geeft een overzicht van deze aggregatie (sommige geaggregeerde codes werden onderverdeeld in 'goederen' en 'diensten'):

Tabel 8 Overzicht van de COICOP-categorieën in 5 geaggregeerde categorieën

COICOP-categorie 1 digit	Geaggregeerde categorie
01 Voeding en niet-alcoholische dranken	'Voeding en dranken'
02 Alcoholische dranken en tabak	'Voeding en dranken'
03 Kleding en schoeisel	'Goederen'
04 Huisvesting, water, elektriciteit, gas en andere brandstoffen	'Energie en huisvesting'
05 Meubelen, huishoudelijke apparaten en normaal onderhoud van de woning	'Goederen' of 'Diensten'
06 Gezondheid	'Goederen' of 'Diensten'
07 Transport	'Transport'
08 Communicatie	'Goederen' of 'Diensten'
09 Recreatie en cultuur	'Goederen' of 'Diensten'
10 Onderwijs	'Diensten'
11 Restaurants en hotels	'Diensten'

Subklassen van de COICOP-categorie (1 digit) omvatten zowel goederen als diensten. Om ze te onderscheiden, gebruiken we een variabele die de COICOP-nomenclatuur (3 digits) onderverdeelt in duurzame goederen, semi-duurzame goederen, niet-duurzame goederen en diensten. Deze variabele is gedownload van de website van de afdeling Statistiek van de Verenigde Naties.

6.2. Behandeling van niet-frequente uitgaven

Niet-frequente uitgaven vormen een probleem voor onze analyse. Uitgaven die niet regelmatig voorkomen, worden slechts voor een klein deel van alle huishoudens in de gegevens geregistreerd. Dergelijke uitgaven omvatten bijvoorbeeld duurzame goederen (zoals een koelkast), onderhoudsdiensten of vakantiekosten. Hoewel slechts een klein aantal huishoudens melding maakt van uitgaven voor deze goederen en diensten, weten we dat alle andere huishoudens deze ook kopen op tijden die buiten de enquêteperiode vallen. Daarom observeren we een klein aantal huishoudens met grote uitgaven en veel huishoudens met nuluitgaven voor deze producten.

We hebben dit probleem aangepakt door niet-frequente uitgaven onder de huishoudens af te vlakken. We gebruikten een licht gewijzigde versie van de methode 'imputatie met het gemiddelde' voorgesteld door Beznoska and Ochmann (2013)⁵. We creëerden 14 huishoudclusters op basis van de netto jaarlijkse inkomenskwartielen van huishoudens en een categorische variabele voor de huishoudensgrootte (1,2,3

⁵ Amendola and Vecchi (2014) beschrijft dat in armoedebeoordelingsrapporten duurzame goederen niet in het welvaartsaggregaat worden opgenomen of dat een van de volgende benaderingen wordt gebruikt: de 'aankoopmethode' (d.w.z. gebruik van de aankoopprijs van de goederen), de 'geïmputeerde huurmethode' (d.w.z. gebruik van de markthuurgprijzen om de verbruiksstromen te ramen), de 'gebruikerskostenbenadering' (d.w.z. berekenen van de kosten voor de aankoop van de duurzame goederen aan het begin van de referentieperiode en de verkoop ervan aan het einde van de periode). Zowel Amendola and Vecchi (2014) en Deaton and Zaidi (2002) beschrijven duidelijk waarom de 'gebruikerskostenbenadering' zowel theoretisch als praktisch gezien superieur is aan de andere benaderingen. Hoewel deze benadering onze voorkeur geniet voor duurzame uitgaven, kunnen we er geen gebruik van maken omdat er in het onderzoek geen informatie is over de marktwaarde en leeftijd van de duurzame goederen, wat onmisbaar is voor de raming.

of meer)⁶. Vervolgens hebben we voor elk duurzaam product en elke cluster de totale uitgaven berekend en een deel van de totale uitgaven toegewezen aan elk huishouden. Op deze manier wordt aan elk huishouden een klein deel van de duurzame uitgaven toegewezen, in plaats van dat een klein aantal huishoudens grote hoeveelheden consumeert en de meeste huishoudens nul consumeren.

Niet-frequente aankopen werden geïdentificeerd met twee variabelen. In de eerste plaats is tijdens het persoonlijk interview aan de huishoudens gevraagd naar hun duurzame en niet-frequente aankopen in de vier maanden voorafgaand aan het interview. De prijs van deze aankopen wordt opgenomen in een andere variabele dan de prijs van alle andere aankopen. De tweede variabele is een categorische variabele van de COICOP-categorisering met de volgende categorieën: niet-duurzame goederen, semi-duurzame goederen, duurzame goederen, diensten en is afkomstig van de website van de Verenigde Naties (United Nations, 2017). De twee variabelen vallen niet perfect samen. Enerzijds zijn er categorieën die in de COICOP-categorisering als duurzaam worden bestempeld, maar die in het maandelijkse logboek staan en niet in de vragenlijst. Anderzijds zijn er categorieën in de vragenlijst die in de COICOP-categorisering niet als duurzaam worden bestempeld (bv. vakantie, vluchten). We namen de samenvoeging van de twee variabelen, d.w.z. we hebben de uitgaven van alle categorieën die in de persoonlijke vragenlijst waren opgenomen of die in de duurzame categorie van de COICOP-categorisering vielen afgevlakt.

Voor twee consumptie categorieën is de afvlakking anders uitgevoerd. De eerste categorie bestaat uit 12 duurzame goederen waarover tijdens het onderzoek eigendomsinformatie is verzameld. Tijdens het persoonlijke interview vroeg de interviewer hoeveel van elk van de volgende 12 goederen het huishouden bezit: mobiele telefoon, vaste telefoon, motor, scooter, desktop, laptop, tablet, televisie, wasmachine, vaatwasser, koelkast en auto. De tweede categorie bestaat uit 141 producten en diensten waarover we geen eigendomsinformatie hebben. Bijvoorbeeld: meubilair, huishoudelijke apparaten en gereedschappen, kleinere elektronische producten, bepaalde onderhouds- en reparatiediensten, vakantiekosten.

Voor de eerste groep (d.w.z. met eigendomsinformatie over het aantal items dat elk huishouden bezit), hebben we de duurzame uitgaven afgevlakt door de volgende stappen uit te voeren.

In de eerste stap hebben we een clusterspecifieke eenheidsprijs berekend door de totale uitgaven te delen door het totale aantal items dat elke cluster bezit:

$$UP_{kc} = \frac{\sum_{i=1}^{n_c} p_{ik}}{\sum_{i=1}^{n_c} q_{ik}} \quad (6)$$

UP_{kc} staat voor de eenheidsprijs van duurzaam goed k in cluster c , p_{ik} staat voor de uitgaven van huishouden i aan duurzaam goed k , q_{ik} staat voor het aantal k dat huishouden i bezit, en n_c stemt overeen met het aantal huishoudens in cluster c waar huishouden i toe behoort.

⁶ Het oorspronkelijk aantal clusters bedroeg 16 (4 inkomensgroepen maal 4 groepen van huishoudensgrootte). Door hun geringe grootte zijn de derde en vierde groep van huishoudengrootte in het eerste inkomenskwartaal en de eerste en tweede groep in het vierde inkomenskwartaal samengevoegd.

In de tweede stap hebben we aan elk huishouden een afgevlakt uitgavenbedrag toegewezen door de clusterspecifieke eenheidsprijs te vermenigvuldigen met het aantal items dat het huishouden bezit:

$$p_{ikSM} = UP_{kc} * q_{ik} \quad (7)$$

p_{ikSM} staat voor de afgevlakte uitgaven van huishouden i aan duurzaam goed k , UP_{kc} werd berekend in de eerste stap en staat voor de eenheidsprijs van goed k in cluster c waar huishouden i toe behoort, en q_{ik} staat voor het aantal k dat huishouden i bezit. Merk op dat als een huishouden geen duurzaam goed k bezit, er geen afgevlakte uitgaven voor k worden toegewezen aan dat huishouden. Als een huishouden twee k 's bezit, zijn de toegewezen afgevlakte uitgaven voor k twee keer zo groot als voor een huishouden dat slechts een k bezit.

Voor de tweede categorie niet-frequent aangekochte goederen en diensten (waarover we geen eigendomsinformatie hebben), hebben we de totale uitgaven op clusterniveau gelijkmatig verdeeld over de huishoudens in de cluster:

$$p_{ikSM} = \sum_{i=1}^{n_c} p_{ik} / n_c \quad (8)$$

Opnieuw staat p_{ikSM} voor de afgevlakte uitgaven van huishouden i voor goed k , p_{ik} staat voor de uitgaven van huishouden i voor duurzaam goed k , en n_c is het aantal huishoudens in cluster c waar huishouden i toe behoort. Merk op dat p_{ikSM} gelijk is voor elk huishouden in een cluster maar verschilt tussen verschillende clusters.

6.3. Corrigeren van ondergerapporteerde brandstofuitgaven door huishoudens met een bedrijfswagen

6.3.1. Inleiding

Er rijst een probleem bij het ramen van de emissies van huishoudens met een bedrijfswagen. Een deel van de brandstofkosten van deze huishoudens wordt betaald door de werkgever en staat niet vermeld bij de uitgaven van de huishoudens in het HBO. Uit een Wald-test bleek dat de gemiddelde maandelijkse brandstofkosten van huishoudens met een bedrijfswagen ($M = 78,31$, $se = 5,67$) beduidend lager zijn dan die van huishoudens zonder bedrijfswagen ($M = 104,98$, $se = 1,64$), $F(1 \ 337) = 19,10$, $p = 0,000$. Bovendien ligt het percentage huishoudens dat nuluitgaven voor brandstof rapporteert hoger voor huishoudens met een bedrijfswagen (tabel 9). Doordat we de huishoudemissies berekenen op basis van de gerapporteerde uitgaven in het HBO, is onze raming van de emissies van deze huishoudens naar beneden toe vertekend. Op die manier worden de brandstofkosten voor huishoudens met een bedrijfswagen geïmputeerd.

Tabel 9 Percentage huishoudens dat nuluitgaven voor brandstof rapporteert, opgesplitst volgens wagenbezit

Privéwagen	Bedrijfswagen	
	Neen	Ja
Neen	90,3	64,8
Ja	12,8	22,5

Bij de imputatie van de brandstofkosten voor huishoudens met een bedrijfswagen, moesten vier problemen worden opgelost. Ten eerste stellen we vast dat het aandeel van de bedrijfswagens licht onderschat is in het HBO in vergelijking met de officiële statistieken. Daarom hebben we de gegevens gecorrigeerd en enkele bedrijfswagens geïdentificeerd die voorheen als privéwagens waren gelabeld. Ten tweede, wanneer huishoudens zowel wagens als motorfietsen bezitten, is het niet mogelijk om het brandstofaandeel dat voor de wagen werd aangekocht te bepalen. Ten derde stellen we vast dat de brandstofuitgaven niet lineair toenemen met het aantal wagens in het huishouden, zodat we tijdens de imputatie rekening moesten houden met de volgorde van de voertuigen. Tot slot moesten we hypothesen maken over de geïmputeerde brandstofmix.

6.3.2. Aantal bedrijfswagens in België

Bij het trachten te valideren van het aandeel van de bedrijfswagens in het HBO met behulp van externe bronnen, hebben we vastgesteld dat het niet mogelijk is om het exacte aantal bedrijfswagens in België te achterhalen uit de officiële statistieken. De reden hiervoor wordt toegelicht in de volgende paragrafen, die een samenvatting zijn van het artikel van May (2017).

Er zijn twee methodes om het aantal bedrijfswagens in België te berekenen. De eerste methode maakt gebruik van fiscale informatie. In België zijn er twee soorten begunstigen van bedrijfswagens: werknemers en bedrijfsleiders. Voor bedrijfswagens gelden twee wettelijke verplichtingen. (1) Werkgevers moeten een zogenaamde CO₂-solidariteitsbijdrage betalen. Die bijdrage moet alleen voor werknemers worden betaald en niet voor bedrijfsleiders. Volgens de door de werkgevers betaalde CO₂-solidariteitsbijdragen werden 425 000 wagens ter beschikking van de werknemers gesteld. (2) Werknemers en bedrijfsleiders moeten een voordeel in natura aangeven in hun inkomstenbelasting. In het geval van bedrijfsleiders kunnen bedrijfswagens geïdentificeerd worden via de corresponderende code van de belastingaangifte. In het geval van werknemers is het echter niet mogelijk om deze informatie te achterhalen, omdat de overeenkomstige code in hun geval een bredere categorie is en voordelen van alle aard omvat. Voor de bedrijfsleiders vermeldt 41,5 % het gebruik van bedrijfswagens in hun belastingaangifte, wat overeenkomt met 125 000 wagens in 2015. Op basis van de twee bovenstaande elementen waren er in 2015 in België 550 000 bedrijfswagens. Dat aantal van 550 000 is waarschijnlijk echter een ondergrens van de raming, omdat er mogelijk sprake is van onderrapportage in de belastingaangiften van de bedrijfsleiders.

Een andere methode om het aantal bedrijfswagens in België te berekenen is de 831 000 wagens van rechtspersonen te nemen en alle voertuigen af te trekken die geen bedrijfswagens zijn (kortetermijnverhuur, vervangwagens, deelwagens en dienstwagens). Dit geeft een bovengrens van 670 000 bedrijfswagens. De stappen die werden genomen om van 831 000 naar 670 000 te gaan, staan beschreven in tabel 10.

Tabel 10 Ramingen van het totale aantal bedrijfswagens in België

	2015 ^a - officieel	2014 ^b - officieel	2014 - HBO	2014 - gecorrigeerde HBO
Personenwagens		5527074	5455932	5455932
Wagens in bezit van privépersonen		4698910		
Bedrijfswagens in het HBO			455598	579825
Wagens in het bezit van rechtspersonen	831000*	828164		
- Kortetermijnverhuur	17000			
- Vervangwagens	52000			
- Cambio en Zencar	670			
- Dienstwagens	91200			
Bovengrens raming	670000			
Ondergrens raming	550000			
+ Wagens beschikbaar gesteld voor werknemers	425000			
+ Wagens voor bedrijfsleiders	125000			

a: Bron: Mei (2017).

b: Bron: Denys (2016).

* Het totaal aantal wagens in het bezit van rechtspersonen bedraagt 859 350 in Denys (2016).

Tot besluit, in 2015 waren er in België minstens 550 000 bedrijfswagens (425 000 voor werknemers en 125 000 voor bedrijfsleiders) en hoogstens 670 000. De laatste voorzichtige raming van mei (2017) is 626 000 bedrijfswagens voor 2015, wat neerkomt op 11 % van alle wagens. Voor 2014 geeft een andere bron (Denys, 2016) alleen het aantal wagens dat in het bezit was van rechtspersonen. Dat aantal bedroeg 828 164.

6.3.3. Aantal bedrijfswagens in het HBO

Er zijn drie wagenrelateerde variabelen in het HBO:

- ms_cars: Het aantal wagens in het huishouden
- ms_carsemployer: Hoeveel van het totale aantal wagens heeft de werkgever ter beschikking gesteld?
- cd_mainvehicle: Categorische variabele over het bezit van de hoofdwagen van het huishouden. De variabele heeft vijf waarden:
 - Eigendom van het huishouden
 - Gratis ter beschikking gesteld door de werkgever
 - Gratis ter beschikking gesteld door een andere persoon dan de werkgever
 - Geleased
 - Ander

Het totale gewogen aantal wagens (5 455 932) op basis van de variabele ms_cars komt in omvang overeen met de officiële statistieken (5 552 074). Op basis van de variabele ms_carsemployer bedroeg het aantal bedrijfswagens 455 598 in 2014, wat slechts 8,4 % van het totale aantal wagens is. Dit ligt onder de ondergrens van de raming (11 %) van mei (2017). 11 % in het HBO zou overeenstemmen met 600 153 bedrijfswagens. Dat is 32 % hoger dan de huidige raming van 455 598.

Wanneer we echter de variabelen ms_carsemployer en cd_mainvehicle in een tabel opnemen (tabel 11), blijkt dat er 121 huishoudens zijn die geen bedrijfswagen hebben op basis van de variabele

ms_carsemployer, maar die melden dat het hoofdvoertuig gratis ter beschikking is gesteld door de werkgever in de variabele cd_mainvehicle. De gemiddelde brandstofuitgaven van deze 121 huishoudens zijn lager dan de gemiddelde brandstofuitgaven van de gehele bevolking. We gaan er dus van uit dat in deze 121 gevallen de variabele cd_mainvehicle correct is, terwijl ms_carsemployer dat niet is en ms_carsemployer werd hergecodeerd van nul naar één. Na deze correctie bedraagt het gewogen aantal bedrijfswagens op basis van de variabele ms_carsemployer 579 825. Dit is 10,6 % van het totale aantal wagens, een raming die dicht aansluit bij de 11 % van mei (2017).

Tabel 11 Aantal huishoudens opgesplitst naar aantal bedrijfswagens in het huishouden en bezit van het hoofdvoertuig van het huishouden

Aantal bedrijfswagens in het huishouden	Eigendom van het huishouden	Hoofdvoertuig van het huishouden					Totaal
		Gratis - van de werkgever	Gratis - andere	Geleased	Andere	NA	
0	4590	121	25	16	9	847	5608
1	218	178	1	8	3	0	408
2	35	59	3	13	2	0	112
3	4	3	0	0	0	0	7
Totaal	4847	361	29	37	14	847	6135

Noot: Aantal huishoudens in de cellen

Tabel 12 Percentage huishoudens met privéwagens en bedrijfswagens

Aantal privéwagens in het huishouden	Aantal bedrijfswagens in het huishouden				Totaal
	0	1	2	3	
0	17,0	2,5	1,5	0,1	21,1
1	54,2	4,7	0,2	0,1	59,2
2	17,1	0,6	0,0	0,0	17,7
3	1,6	0,2	0,0	0,0	1,7
4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	90,0	8,0	1,8	0,1	100,0

Noot: Aantal huishoudens in de cellen

6.3.4. Bezit van een motorfiets

Het HBO bevat informatie over het bezit van een wagen en van een motorfiets. Er zijn 544 huishoudens die zowel wagen(s) als motorfiets(en) bezitten, of 7,7 procent van alle huishoudens (tabel 13). Bij deze huishoudens is het niet duidelijk of de brandstof is aangekocht voor de wagen, voor de motorfiets of voor beide. Om het beeld van de brandstofaankopen niet te vertroebelen, worden deze huishoudens niet opgenomen in de imputatie. Zij vertegenwoordigen echter 10,3 procent van de huishoudens die een wagen gebruiken. Aangezien dit een hoog aandeel is, verminderen we het aantal uitgesloten huishoudens op basis van de vaststelling dat motorfietsmotoren op benzine en niet op diesel rijden. Zo kunnen we er altijd zeker van zijn dat de diesel is aangekocht voor wagens en niet voor motorfietsen. Als een huishouden wagen(s) en motor(en) bezit, zijn er drie mogelijke gevallen van brandstofverbruik:

1. Het huishouden koopt benzine en geen diesel. In dit geval kunnen we niet weten hoeveel van deze benzine is gebruikt voor de motorfiets. Deze huishoudens (147 in totaal) zijn bij de imputatie buiten beschouwing gelaten.

2. Het huishouden koopt diesel en geen benzine. We kunnen er met zekerheid van uitgaan dat de diesel is aangeschaft voor de wagen en niet voor de motorfiets. Deze huishoudens (183 in totaal) zijn in de imputatie opgenomen.
3. Het huishouden koopt zowel benzine als diesel. In dit geval, als het huishouden één auto heeft, kunnen we ervan uitgaan dat de diesel voor de wagen is gekocht en de benzine voor de motorfiets. Als er meer wagens zijn, kunnen we niet weten welk deel van de benzine voor de wagen en welk deel voor de motorfiets is aangekocht. Deze huishoudens (92 in totaal) zijn in de imputatie dus buiten beschouwing gelaten.

Tabel 13 Percentage huishoudens opgesplitst volgens wagen- en motorfietsbezit

Wagen	Motorfiets		Totaal
	Neen	Ja	
Neen	16,1	0,9	17,0
Ja	75,3	7,7	83,0
Totaal	91,4	8,6	100,0

6.3.5. Brandstofuitgaven en volgorde van de voertuigen in de huishoudens

Tabel 14 en tabel 15 tonen de gemiddelde maandelijkse brandstofuitgaven van huishoudens, uitgesplitst naar het aantal bedrijfs- en privéwagens dat het huishouden bezit. De kolommen 'a' en 'b' in tabel 14 vertegenwoordigen de geraamde gemiddelden, respectievelijk met en zonder nuluitgaven. Op basis van deze tabellen worden twee vaststellingen belicht.

Onze eerste vaststelling is dat bij een gelijk aantal wagens de gemiddelde maandelijkse brandstofkosten altijd lager zijn wanneer minstens één van de wagens een bedrijfswagen is. Voor huishoudens met één wagen bedragen de gemiddelde maandelijkse brandstofkosten 88 euro wanneer de wagen privé is en 47 euro wanneer de wagen door het bedrijf ter beschikking wordt gesteld. Voor huishoudens met twee wagens bedragen de gemiddelde maandelijkse brandstofkosten van huishoudens met twee privéwagens 151 euro, terwijl dat voor huishoudens met één privéwagen en één bedrijfswagen 93 euro is. Huishoudens met twee bedrijfswagens geven gemiddeld 68 euro uit aan brandstof.

Onze tweede vaststelling is dat de maandelijkse brandstofkosten niet evenredig toenemen met het aantal wagens dat door het huishouden wordt gebruikt, d.w.z. dat de brandstofkosten niet verdubbelen wanneer het aantal wagens verdubbelt. De gemiddelde uitgaven van huishoudens met twee, drie en vier privéwagens zijn 72, 116 en 149 procent hoger dan die van huishoudens die slechts één privéwagen bezitten (en geen bedrijfswagen). Het zou dus onjuist zijn om het bedrag van de brandstofkosten van een huishouden met één wagen dubbel te imputeren voor een huishouden met twee wagens. Op basis daarvan hebben we rekening gehouden met de volgorde van de wagen in het huishouden en hebben we in de imputatie de bovenstaande percentages gevolgd.

Er zijn 849 huishoudens in het onderzoek die geen wagen bezitten. Hiervan rapporteren er 108 brandstofuitgaven. Er kunnen verschillende redenen zijn waarom huishoudens zonder wagen brandstof aanschaffen: bezit van een motorfiets (24 van de 108 bezitten motorfietsen), deelname aan een autodeelprogramma of het huren van een wagen.

Tabel 14 Gemiddelde maandelijkse brandstofkosten (euro), uitgesplitst naar het aantal privéwagens en bedrijfswagens van het huishouden

Aantal privéwagens	Aantal bedrijfswagens							
	nul		een		twee		drie	
	a	b	A	b	a	b	a	b
0	9	73	44	178	67	121	100	166
1	88	103	92	118	38	108	0	
2	151	163	105	129	33	33		
3	188	205	174	174				
4	213	219	146	146	139	139		
5	140	140						

Noot: a: nultuitgaven berekend als gemiddelde.

b: nultuitgaven die worden uitgesloten uit de berekening van het gemiddelde. Huishoudens die een motorfiets bezitten en benzine kopen zijn uitgesloten.

Tabel 15 Meer informatie over de verdeling van de brandstofkosten (euro) in de dichtstbevolkte cellen

	Gemiddelde	Lineaire standaardfout	[95 % Betr. interval]	Min	Max	Mediaan	
geen wagens	8,70	0,98	6,53	10,41	0	419,8	0
1 privéwagen, 0 bedrijfswagens	87,67	1,60	84,52	90,81	0	729,9	80
0 privéwagens, 1 bedrijfswagen	44,04	14,78	14,41	73,66	0	693,9	0
2 privéwagens, 0 bedrijfswagens	150,60	3,11	144,48	156,73	0	592	145,8
1 privéwagen, 1 bedrijfswagen	91,91	6,36	79,34	104,49	0	664,7	74,6
0 privéwagens, 2 bedrijfswagens	66,70	8,14	50,37	83,03	0	343,6	40

Noot: huishoudens die een motorfiets bezitten en benzine kopen, zijn uitgesloten.

6.3.6. Brandstofmix

Tabel 16 geeft aan hoe deze brandstofmix verandert afhankelijk van het aantal en het type (privé/bedrijfs)wagens dat het huishouden gebruikt. De tabel geeft het gemiddelde aandeel van de huishoudelijke uitgaven in alle brandstofkosten weer. Het gemiddelde aandeel van de dieseluittgaven in de totale brandstofkosten is hoger voor huishoudens die één bedrijfswagen gebruiken (0,66) dan voor huishoudens met een privéwagen (0,51). Het verschil in de brandstofmix van de huishoudens met een bedrijfswagen ten opzichte van een privéwagen kan worden verklaard door het feit dat het percentage dieselwagens in het Belgische bedrijfswagenpark hoger is dan in het privéwagenpark. Volgens Denys, Beckx en Vanhulsel (2016) was 86 procent van de bedrijfswagens in 2014 een dieselwagen. Het aandeel van dieselwagens was veel lager in het privéwagenpark; slechts 57 procent van de privéwagens was een dieselwagen. Op basis van deze cijfers vermoeden we dat de onderrapportage van brandstofuitgaven in huishoudens met een bedrijfswagen vooral te maken heeft met diesel en dat het gemiddelde aandeel van dieseluittgaven in deze huishoudens hoger is dan 66 procent. Zo imputeren we alleen diesel, behalve voor huishoudens die een bedrijfswagen bezitten en benzinekosten rapporteren.

Tabel 16 Gemiddeld aandeel van de verschillende brandstoffen in de totale brandstofuitgaven van de huishoudens (benzine, diesel, andere)

Aantal en type wagens in huishoudens	% huishoudens	Benzine			Diesel			Andere		
		Gemiddeld aandeel	95 % LCL	95 % UCL	Gemiddeld aandeel	95 % LCL	95 % UCL	Gemiddeld aandeel	95 % LCL	95 % UCL
Geen wagen	16,98	0,59	0,48	0,7	0,36	0,26	0,46	0,05	0,01	0,08
1 privéwagen	54,18	0,48	0,45	0,5	0,51	0,48	0,53	0,01	0,01	0,02
2 privéwagens	17,05	0,36	0,33	0,39	0,63	0,6	0,66	0,01	0,01	0,02
3 privéwagens	1,57	0,34	0,27	0,41	0,63	0,56	0,71	0,02	0	0,05
1 bedrijfswagen	2,53	0,34	0,16	0,51	0,66	0,49	0,84	0		
2 bedrijfswagens	1,53	0,46	0,31	0,61	0,51	0,36	0,66	0,03	-0,01	0,06
1 privéwagen, 1 bedrijfswagen	4,7	0,38	0,32	0,44	0,61	0,55	0,67	0,01	0	0,03
Andere	1,47	0,45	0,35	0,54	0,55	0,46	0,64	0,01	0	0,01
Totaal	100	0,45	0,43	0,46	0,54	0,52	0,56	0,01	0,01	0,02

Noot: LCL = laagste betrouwbaarheidsgrens UCL = hoogste betrouwbaarheidsgrens

6.3.7. Imputatie

Het doel is om de brandstofuitgaven voor huishoudens met (een) bedrijfswagen(s) te imputeren. We doen dit omdat de brandstofuitgaven van deze huishoudens vaak door de werkgever worden vergoed, waardoor hun gerapporteerde uitgaven in het HBO lager zijn dan die van huishoudens zonder bedrijfswagen.

We hebben de 'imputatie met het gemiddelde' uitgevoerd volgens de volgende procedure: Als de brandstofkosten van een huishouden met een bedrijfswagen lager waren dan de drempelwaarde in tabel 17, hebben we extra brandstofkosten geïmputeerd, zodat de totale brandstofkosten de drempelwaarde bereiken. Die drempelwaarde is gebaseerd op de gemiddelde brandstofkosten van huishoudens die alleen privéwagens bezitten (zie tabel 14). Als een huishouden met één bedrijfswagen en één privéwagen bijvoorbeeld 100 euro per maand uitgeeft aan brandstof, dan hebben we 51 euro toegevoegd aan de brandstofkosten om de drempelwaarde van 151 euro te bereiken. Dit is waarschijnlijk nog steeds een onderschatting van de werkelijke kosten, omdat de bezitters van bedrijfswagens meer kilometers per jaar rijden dan de bezitters van privéwagens (Laine en Van Steenberghe, 2016).

Wat de geïmputeerde brandstoffen betreft, hebben we alleen de dieselmotoren⁷ geïmputeerd, omdat we ervan uitgaan dat bedrijfswagens dieselveertuigen zijn, zoals in het vorige deel is uitgelegd. We hebben de uitgaven voor andere brandstoffen buiten beschouwing gelaten, omdat ze slechts een klein percentage van de totale brandstofkosten vertegenwoordigen (tabel 16).

⁷ Behalve in het geval dat een huishouden één bedrijfswagen heeft en benzinekosten heeft gerapporteerd. In dit geval kunnen we er zeker van zijn dat het huishouden een bedrijfswagen heeft die op benzine rijdt.

Tabel 17 Drempelwaarden voor de imputatie met het gemiddelde van brandstofkosten

Wagens in het huishouden		Drempelwaarde (in euro)
Aantal bedrijfswagens	Aantal privéwagens	
1	0	88
2	0	151
3	0	188
1	1	151
2	1	188
3	1	213
1	2	188
1	3	213

Noot: LCL = laagste betrouwbaarheidsgrens UCL= hoogste betrouwbaarheidsgrens

De totale brandstofkosten in de steekproef stegen na de imputatie met 6,7 procent.

Er zijn twee impliciete aannames in onze imputatiemethode. Ten eerste is de drempelwaarde voor de imputatie gebaseerd op de totale brandstofkosten van de huishoudens, inclusief diesel, benzine en andere brandstofkosten. Het aandeel van deze laatste is zo klein dat we er geen rekening mee hebben gehouden. We imputeren alleen diesel, want volgens Denys, Beckx en Vanhulsel (2016) was 86 procent van de bedrijfswagens in 2014 een dieselwagen, wat betekent dat de onderrapportering van de brandstofkosten waarschijnlijk te maken heeft met diesel. Een klein percentage van de bedrijfswagens rijdt evenwel op benzine. Als benzine duurder is dan diesel, gaan we er impliciet van uit dat deze huishoudens meer brandstof verbruiken. Ten tweede zijn de drempelwaarden voor de imputatie gebaseerd op huishoudens die een privéwagen gebruiken. We gaan er dus impliciet van uit dat het wagenpark van de privéwagens gelijkaardige kenmerken heeft als het bedrijfswagenpark. Bedrijfswagens zijn echter groter en nieuwer dan privéwagens. Grotere wagens hebben de neiging om meer te verbruiken, nieuwere wagens zijn meestal energiezuiniger en verbruiken dus minder. De totale impact van deze twee factoren is ons niet bekend, omdat we geen informatie hebben over het gemiddelde brandstofverbruik van bedrijfswagens en privéwagens.

Een andere manier om het probleem van de onderrapportage van de brandstofkosten van huishoudens met bedrijfswagens aan te pakken, is de brandstofkosten toelichten in een regressiekader. We hebben deze methode geprobeerd, maar het model presteerde slecht, dus besloten we ons aan de hierboven beschreven methode te houden.

6.4. De berekening van de directe luchtvervuilingscoëfficiënten

6.4.1. Directe luchtvervuilingscoëfficiënten: transport

Een directe luchtvervuilingscoëfficiënt (CDAP) geeft de hoeveelheid directe luchtvervuiling per euro die aan een bepaald product wordt uitgegeven. Voor een gegeven brandstof c , wordt de CDAP van een vervuilende stof p berekend met de volgende formule:

$$CDAP_{p,c} = \frac{\text{Totale directe vervuiling}_{p,c} (g)}{\text{Totale consumptie}_c (g) * \text{specifiek volume}_c (l/g) * \text{prijs}_c (\text{euro}/l)} \quad (9)$$

waarbij $c \in \{\text{diesel, benzine, LPG, tweetaktmotorolie, andere brandstoffen}\}$

Bij gebrek aan uitgesplitste gegevens gingen we ervan uit dat de CDAP van COICOP 07223C 'Andere brandstoffen' gelijk is aan de CDAP van benzine. Het relatieve belang van deze restcategorie is eerder laag.

De resulterende waarden van de directe luchtvervuilingscoëfficiënten zijn in de onderstaande tabel opgenomen. De gebruikte gegevensbronnen en de precieze definitie van elke variabele die in de bovenstaande formule wordt gebruikt, worden hierna beschreven.

Tabel 18 Waarden van de directe luchtvervuilingscoëfficiënten van brandstoffen die worden gebruikt voor het transport van verschillende vervuilende stoffen
Vervuiling in gram per uitgegeven euro

Vervuilende stof (a)/ COICOP	Diesel 07221A	Benzine 07222A	LPG 07223A	Tweetakt- motorolie 07223B	Andere brandstoffen 07223C
CO ₂	2220,6980	1453,1221	2856,0772	1513,0833	1453,1221
CH ₄	0,0070	0,1370	0,3221	0,5607	0,1370
N ₂ O	0,0880	0,0141	0,0662	0,0240	0,0141
NO _x	8,9816	1,0180	3,2748	3,8788	1,0180
CO ₂	0,7974	11,7406	31,1659	51,2302	11,7406
NMVOG	0,1208	1,6976	2,7277	62,7387	1,6976
SO _x	0,0118	0,0040	0,0000	0,0040	0,0040
NH ₃	0,0218	0,2579	0,7022	0,0240	0,2579
PM _{2,5}	0,4031	0,1040	0,2070	0,6592	0,1040
PM ₁₀	0,5402	0,1833	0,3654	0,7647	0,1833

a: De waarden voor HFC, PFC en SF₆ zijn allemaal 0.

a. Totale directe vervuiling_{p,c} (gram)

De totale directe vervuiling voor elk van de 13 bestudeerde vervuilende stoffen (p) is gebaseerd op gegevens van het COPERT-model. COPERT is een Europees emissie-inventarismodel voor het wegvervoer. De Belgische COPERT-gegevens voor 2014 op basis van de inzending van 2019 worden gebruikt en werden verstrekt door Leefmilieu Brussel met toestemming van de andere Belgische gewesten. COPERT onderscheidt vervuiling veroorzaakt door zowel de *gebruikte* als de *verkochte brandstof*⁸. We hebben gegevens gebruikt die zijn uitgedrukt op basis van de *gebruikte brandstof*. Voor diesel, benzine en LPG hebben we alle vervuiling van de LRTAP-klasse 'Personenwagens'⁹ bij elkaar opgeteld, met uitzondering van de CO₂-emissies van biomassa die als CO₂-neutraal worden beschouwd. De vervuiling door tweetaktolie is berekend met behulp van de LRTAP-klasse 'Bromfietsen en motorfietsen', waarvan alleen de subsectoren '2-takt < 50 cm³' en '2-takt > 50 cm³' zijn behouden. CO₂-emissies van biomassa werden opnieuw uitgesloten.

b. Totale verbruik_c (gram)

Het totale verbruik van elk afzonderlijk brandstoftype *c* werd berekend door de COPERT-gegevens op dezelfde manier te aggregeren als bij de totale directe vervuiling. Het totale verbruik is uitgedrukt op basis van de gebruikte brandstof, net zoals de vervuiling hierboven.

⁸ Het verschil tussen gebruikte en de verkochte brandstof kan het gevolg zijn van een wijziging in de voorraden of aankopen voor buitenlands verbruik.

⁹ De andere klassen zijn 'Zware bedrijfsvoertuigen', 'Lichte bedrijfsvoertuigen' en 'Bromfietsen & Motorfietsen'.

c. Specifiek volume_c (liter/gram)

Het specifieke volume van elk brandstoftype in liter per gram is afkomstig van de handleiding voor energiestatistieken van het Internationaal Energieagentschap.¹⁰ Voor tweetaktolie gingen we ervan uit dat 97 % van de olie bestaat uit benzine en 3 % uit synthetische olie voor tweetaktbenzinemotoren.

d. Prijs_c (euro/liter)

De prijs per liter voor benzine, diesel en LPG is gebaseerd op uitgesplitste FPB-gegevens die worden gebruikt om de CPI (consumentenprijsindex) te berekenen. De gebruikte prijzen zijn de gemiddelde prijzen (inclusief btw en accijnzen) van deze brandstoffen in 2014. Voor benzine hebben we een gewogen gemiddelde van 98ron en 95ron berekend, gebaseerd op hun respectieve gewicht in de berekeningen van de CPI. We gingen ervan uit dat de prijs per liter tweetaktolie dezelfde was als die van benzine.

6.4.2. Directe luchtvervuilingscoëfficiënten: huishoudelijke energie

De directe luchtvervuilingscoëfficiënten voor huishoudelijke energie werden berekend met behulp van twee verschillende formules. We hebben de eerste formule toegepast op alle brandstofftypes behalve 'stookolie' en 'andere vloeibare brandstoffen', waarvoor de tweede formule werd gebruikt.

$$CDAP_{p,c} = \frac{Emissiefactor_{p,c} * Energieconversiefactor_c * \frac{NCV}{GCV_c}}{Prijs_{(h),c}}$$

indien $c \in \left\{ \begin{array}{l} \text{aardgas, aardgas tweede woning,} \\ \text{butaan, propaan, steenkool, brandhout, andere vaste brandstoffen} \end{array} \right\}$ (10)

$$CDAP_{p,c} = \frac{Emissiefactor_{p,c} * Energieconversiefactor_c * \frac{NCV}{GCV_c}}{\text{specifiek volume}_c * Prijs_{(h),c}}$$

indien $c \in \{\text{stookolie, andere vloeibare brandstoffen}\}$

De resulterende waarden van de directe luchtvervuilingscoëfficiënten zijn in de onderstaande tabel opgenomen. De gebruikte gegevensbronnen en de precieze definitie van elke variabele die in de bovenstaande formules wordt gebruikt, worden hierna beschreven.

¹⁰ Internationaal Energieagentschap (2005). Handleiding voor energiestatistieken, 181.

Tabel 19 Waarden van de directe luchtvervuilingscoëfficiënten van brandstoffen die worden gebruikt voor huishoudelijke verwarming voor verschillende vervuilende stoffen
Vervuiling in gram per uitgegeven euro

Vervuilende stof (a)/COICOP	Aardgas (b) 04521A 04521B	Butaangas (zonder deposit) 04522A	Propaangas (zonder deposit) 04522B	Stookolie (c) 04530A	Andere vloeibare brandstoffen 04530B	Steenkool 04541A	Brandhout 04549A	Andere brandstoffen (e) 04549B
CO ₂	2932,87	1299,72	1330,17	3564,10	3464,46	6109,26	9915,98	6862,76
CH ₄	0,2614	0,1158	0,1185	0,4743	0,4610	19,3739	26,5607	18,3824
N ₂ O	0,0052	0,0023	0,0024	0,0281	0,0273	0,0969	0,3541	0,2451
NO _x	1,3155	1,0404	1,0648	1,8982	1,8451	6,4580	4,4268	4,9020
CO ₂	1,2224	0,5396	0,5523	0,7584	0,7372	129,1598	354,1420	18,3824
NMVOG	0,0959	0,0424	0,0434	0,0138	0,0134	19,3740	53,1213	0,6127
SO _x	0,0000	0,0000	0,0000	2,3223	2,2574	38,7479	0,9739	0,6740
PM _{2,5}	0,0285	0,0121	0,0124	0,0764	0,0742	29,0609	65,5163	3,6765
PM ₁₀	0,0285	0,0121	0,0124	0,0764	0,0742	29,0609	67,2870	3,6765
NH ₃	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0194	6,1975	0,7353

(a): De waarden voor HFC, PFC en SF₆ zijn allemaal 0.

(b): De prijs is afhankelijk van de hoeveelheid die door elk huishouden wordt aangekocht. De CDAP voor een huishouden dat 23 260 kWh per jaar verbruikt wordt hier getoond.

(c): De prijs is afhankelijk van de hoeveelheid die door elk huishouden wordt aangekocht. De CDAP voor een huishouden dat meer dan 2000 liter verbruikt wordt hier getoond.

(d): bv. kerosine

(e): bv. houtskool, houtpellets

a. Emissiefactor van CO₂, CH₄ en N₂O (g/J)

Voor CO₂, CH₄ en N₂O gebruikten we gegevens die afkomstig zijn van de Belgische emissie-inventaris van 2017 voor het jaar 2014¹¹. Tabel 20 bevat een overzicht van de impliciete emissiefactoren uit de nationale inventaris die zijn gebruikt voor elke COICOP-code.

Tabel 20 Overzicht van de verbanden tussen COICOP en de categorie van emissiefactoren

	COICOP	COICOP-benaming	Nationale brandstofinventaris
1.	04521A	Aardgas	gasvormige brandstoffen
2.	04521B	Aardgas 2e woning	gasvormige brandstoffen
3.	04522A	Butaan	gasvormige brandstoffen
4.	04522B	Propaan	gasvormige brandstoffen
5.	04530A	Stookolie	vloeibare brandstoffen
6.	04530B	Andere vloeibare brandstoffen	vloeibare brandstoffen
7.	04541A	Steenkool	vaste brandstoffen
8.	04549A	Brandhout	biomassa
9.	04549B	Andere vaste brandstoffen, bv. pellets	vaste brandstoffen

b. Emissiefactoren van NO_x, SO_x, NH₃, NMVOG, CO, PM_{2,5}, PM₁₀

De emissiefactoren van NO_x, SO_x, NH₃, NMVOG, CO, PM_{2,5} en PM₁₀ zijn gebaseerd op gegevens die ons door het Vlaams en Waals Gewest zijn verstrekt. In een vorige versie van het PEACH2AIR-model¹² gebruikten we gegevens uit de EMEP/EEA-handleiding over de inventaris van de luchtverontreinigende emissies van 2016. De nieuwe gegevens van Vlaanderen maken gebruik van de zogenaamde tier 2-methode, die voor een bepaalde brandstof een onderscheid maakt tussen verschillende types verwarmingstoestellen/stookketels. Door de totale vervuiling van elk brandstoftype

¹¹ Tabel 1.A(a) sheet 4

¹² Frère, J.-M., Vandille, G., & Wolff, S. (2018). De PEACH2AIR-gegevensbank van luchtvervuiling gekoppeld aan de consumptie door huishoudens in België in 2014 (Working Paper 3-18).

te delen door het totale energieverbruik van elk brandstoftype, krijgen we de gewogen gemiddelde emissiefactoren. We hebben specifiek gebruik gemaakt van de Vlaamse gegevens omdat de tier 2-methode, die nauwkeuriger is dan andere methoden die momenteel in gebruik zijn, nog niet door elk gewest wordt toegepast. Eén uitzondering wordt gemaakt voor hout en pellets, die geaggregeerd worden in de Vlaamse gegevens en waarvoor we de meer gedetailleerde en uitgesplitste gegevens uit Wallonië gebruiken. Een overzicht van welke categorie van emissiefactoren in de regionale bron is gekoppeld aan welke COICOP-code wordt getoond in tabel 21.

Tabel 21 Overzicht van de verbanden tussen COICOP en de categorie van emissiefactoren

	COICOP	COICOP-benaming	Gewest	Benaming van de categorie van emissiefactoren in de regionale bron
1.	04521A	Aardgas	Vlaanderen	Aardgas
2.	04521B	Aardgas 2e woning	Vlaanderen	Aardgas
3.	04522A	Butaan	Vlaanderen	propaan-butaan-LPG
4.	04522B	Propan	Vlaanderen	propaan-butaan-LPG
5.	04530A	Stookolie	Vlaanderen	Stookolie
6.	04530B	Andere vloeibare brandstoffen	Vlaanderen	Stookolie
7.	04541A	Steenkool	Vlaanderen	Kolen
8.	04549A	Brandhout	Wallonië	Poêle bois
9.	04549B	Andere vaste brandstoffen, bv. pellets	Wallonië	pellets

c. Energieconversiefactoren ($\frac{J}{kWh}$, $\frac{J}{g}$) en Specifiek volume ($\frac{l}{g}$)

De energieconversiefactor om Joule om te zetten naar kWh is per definitie 3,6 miljoen J/kWh en wordt gebruikt om de CDAP van aardgas, brandhout en andere vaste brandstoffen te berekenen. De andere conversiefactoren in J/gram zijn terug te vinden in de handleiding voor energiestatistieken van het Internationaal Energieagentschap¹³. In de tweede formule, die wordt gebruikt om de CDAP van stookolie en andere vloeibare brandstoffen te berekenen, wordt een specifiek volume toegepast om gram om te zetten in liter. Deze stap is noodzakelijk omdat deze brandstoffen worden gekocht en geprijsd per liter en niet per gram. Het specifieke volume is ook afkomstig uit de handleiding voor energiestatistieken.

d. Het aandeel van de netto calorische waarde in de bruto calorische waarde ($\frac{NCV}{GCV}$)

De hierboven beschreven emissiefactoren worden uitgedrukt en gekocht in netto calorische waarde. De prijzen voor, bijvoorbeeld, aardgas worden uitgedrukt in bruto calorische waarde. Een correctie is nodig om beide concepten op elkaar af te stemmen. De waarden van deze aandelen (0,9 voor gassen, 0,95 voor alle andere brandstoffen) zijn gebaseerd op de IPCC-achtergrondnota getiteld 'Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories'.

e. Prijs_{(h),c} ($\frac{EUR}{kWh}$) van aardgas

De gemiddelde prijs van aardgas is afhankelijk van de hoeveelheid die een huishouden verbruikt. In de uitgesplitste CPI-gegevens van het FPB met gemiddelde aardgasprijzen wordt een onderscheid

¹³ Internationaal Energieagentschap (2005). Handleiding voor energiestatistieken, 181.

gemaakt tussen vier soorten verbruikers¹⁴. Elk type heeft zijn eigen gemiddelde prijs bij een bepaald verbruik van kWh (bv. 23 260 kWh). De gemiddelde prijs is inclusief distributiekosten en heffingen. Alle profielen gaan uit van een vaste prijs per kWh gas exclusief distributiekosten en heffingen. De gemiddelde prijzen zijn gemiddelden van het jaar 2014. Op basis van de zogenaamde 'boordtabel'¹⁵ van de Belgische energie- en gasregulator CREG hebben we vastgesteld dat de CPI-gegevens van het FPB de gemiddelde kostprijs per kWh voor het D3-profiel (23 260 kWh) met ongeveer 3,5 % onderschatten. Daarom hebben we ervoor geopteerd om de gemiddelde prijs per kWh voor de vier profielen met 3,5 % aan te passen.

Gezien de hoeveelheid kWh en de gemiddelde prijs hebben we de totale uitgaven van elk profiel berekend in de CPI-gegevens. Voor elk huishouden worden de uitgaven in het HBO voor aardgas geaggregeerd op het COICOP-niveau van aardgas (COICOP 04521A en 04521B). Hierna hebben we de totale uitgaven van elk huishouden vergeleken met de totale prijs van de 4 profielen in de CPI-gegevens en hebben we de gemiddelde prijs van de twee profielen die boven en onder de totale uitgaven van een huishouden liggen, geïnterpoleerd. Bijgevolg heeft (bijna) elk huishouden zijn eigen unieke gemiddelde prijs per kWh. Dit wordt in de bovenstaande formule aangegeven door de (h) in de formule. Voor profielen onder 2 326 kWh en boven 34 890 kWh is interpolatie niet mogelijk. Bijgevolg gingen we ervan uit dat de gemiddelde prijs gelijk is aan de gemiddelde prijs van respectievelijk profiel D1 en D3b.

f. Prijs_{(h),c} van stookolie, butaan, propaan, andere vloeibare brandstoffen en steenkool

De prijs van butaan, propaan, andere vloeibare brandstoffen en steenkool is gebaseerd op de uitgesplitste CPI-gegevens op basis waarvan we de gemiddelde prijs in 2014 hebben berekend. Voor 'andere vloeibare brandstoffen' (COICOP 04530B) gaan we ervan uit dat de prijs gelijk is aan die van stookolie voor bestellingen van minder dan 2 000 liter.

De prijs van de stookolie is afhankelijk van de hoeveelheid die een huishouden bestelt. Op basis van de totale hoeveelheid aangekochte stookolie en uitgaande van rationeel gedrag hebben we een lagere gemiddelde prijs per liter toegepast als er meer dan 2 000 liter werd besteld. Beide prijzen waren afkomstig van uitgesplitste CPI-gegevens.

g. Prijs_{(h),c} van hout en andere vaste brandstoffen (pellets)

Voor hout werd de gemiddelde prijs van 2014, zoals gepubliceerd door APERe, een Belgische vzw, gebruikt. De prijs van 'andere vaste brandstoffen' zoals pellets en houtskool is gebaseerd op de APERe-prijzen voor houtpellets. De prijzen zijn het resultaat van een marktstudie door de vzw Valbiom. Deze prijzen, die worden uitgedrukt in stère, MAP of kg, worden door APERe omgerekend naar kWh op basis van de volgende hypothesen¹⁶:

¹⁴ Profielen D1 (2 326 kWh), D2 (4 652 kWh), D3 (23 260 kWh) en D3b (34 890 kWh) worden onderscheiden.

¹⁵ CREG (2014). Maandelijkse boordtabel elektriciteit en aardgas. Uit: <http://www.creg.info/Tarifs/Boordtabel-Tableaudebord/Nederlands/>

¹⁶ Apere (6 maart 2018). Hypothesen en Methodologie. Uit: http://www.apere.org/sites/default/files/OBS_Hypoth%C3%A8ses_Methodologie_0.pdf

Tabel 22 Omrekening van hout en pellets naar kWh

Type product	Omrekeningshypothese
1. Boomstammen	1800 kWh/stère
2. Houtsnippers	800 kWh/MAP
3. Houtpellets	5 kWh/kg

MAP: kubieke meter houtsnippers, een eenheid om m³ houtsnippers te meten.

6.5. Samenvattende statistieken van variabelen die in de regressiemodellen zijn opgenomen

Tabel 23 Samenvattende statistieken van de continue variabelen die in de regressiemodellen zijn opgenomen

Variabele	Aantal obs.	Gemiddelde	Standaardafwijking	Min	Max
Huishoudinkomen	6135	40422,82	25050,42	0,00	514080,00
Aantal volwassenen	6136	2,06	0,88	1,00	4,00
Aantal kinderen	6136	0,53	0,90	0,00	4,00
Leeftijd referentiepersoon	6135	49,59	14,14	16,65	93,94
Aantal kamers	6128	4,32	1,24	1,00	6,00
BKG totaal*	6136	20,65	11,32	0,00	182,66
BKG voeding*	6135	3,94	2,21	0,01	18,44
BKG energie en huisvesting*	6135	6,87	4,36	0,05	74,14
BKG transport*	6135	3,71	2,95	0,01	21,42
BKG goederen*	6135	2,58	1,73	0,25	34,82
BKG diensten*	6135	3,57	6,31	0,03	157,69

* BKG-emissies van de huishoudens afkomstig van de consumptie van de categorie

Tabel 24 Samenvattende statistieken beroepsstatus

Beroepsstatus van de referentiepersoon	Freq.	Procent	Cum.
Werkend	3894	63,47	63,47
Werkloos	437	7,12	70,59
Student	42	0,68	71,28
Huisvrouw	49	0,80	72,08
Arbeidsongeschikt	327	5,33	77,41
Pensioen	1386	22,59	100,00
Totaal	6135	100,00	

Tabel 25 Samenvattende statistieken hoogste opleidingsniveau in het huishouden

Hoogste opleidingsniveau in het huishouden	Freq.	Procent	Cum.
Basisonderwijs of minder	297	4,84	4,84
Lager middelbaar onderwijs	593	9,67	14,51
Hoger middelbaar onderwijs	2106	34,33	48,83
Tertiair onderwijs	3139	51,17	100,00
Totaal	6135	100,00	

Tabel 26 Samenvattende statistieken hoogste gewest

Gewest	Freq.	Procent	Cum.
Brussels Hoofdstedelijk Gewest	633	10,32	10,32
Vlaanderen	2893	47,16	57,47
Wallonië	2609	42,53	100,00
Totaal	6135	100,00	

Tabel 27 Samenvattende statistieken woningtype

Woningtype	Freq.	Procent	Cum.
Vrijstaand	2269	36,99	36,99
Halfvrijstaand	2465	40,19	77,18
Appartement	1368	22,30	99,48
Ander	32	0,52	100,00
Totaal	6134	100,00	

Tabel 28 Samenvattende statistieken eigendomssituatie

Eigendomssituatie	Freq.	Procent	Cum.
Eigenaar	4424	72,11	72,11
Huurder	1711	27,89	100,00
Totaal	6135	100,00	

7. Bibliografie

- Abdallah, S., Gough, I., Johnson, V., Ryan-Collins, J., & Smith, C. (2011). *The distribution of total greenhouse gas emissions by households in the UK , and some implications for social policy* (CASE No. 152). CASE, Centre for Analysis of Social Exclusion. Londen. Uit: <http://sticerd.lse.ac.uk/dps/case/cp/CASEpaper152.pdf>
- Ala-Mantila, S., Heinonen, J., & Junnila, S. (2014). Relationship between urbanization, direct and indirect greenhouse gas emissions, and expenditures: A multivariate analysis. *Ecological Economics*, 104, 129–139. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.04.019>
- Amendola, N., & Vecchi, G. (2014). *Durable Goods and Poverty Measurement* (Policy Research Working Paper Series No. 7105)
- Apere (6 maart 2018). *Hypothèses et Méthodologie*. Retrieved from: http://www.apere.org/sites/default/files/OBS_Hypoth%C3%A8ses_Methodologie_0.pdf
- Beznoska, M., & Ochmann, R. (2013). The interest elasticity of household savings: a structural approach with German micro data. *Empirical Economics*, 45(1), 371–399. <https://doi.org/10.1007/s00181-012-0626-9>
- Büchs, M., & Schnepf, S. V. (2013). Who emits most? Associations between socio-economic factors and UK households' home energy, transport, indirect and total CO₂ emissions. *Ecological Economics*, 90, 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.03.007>
- Bullard, C. W., & Herendeen, R. A. (1975). Energy Impact of Consumption Decisions. *Proceedings of the IEEE*, 63(3), 484–493. <https://doi.org/10.1109/PROC.1975.9775>
- Chancel, L. (2014). Analysis Are younger generations higher carbon emitters than their elders? Inequalities, generations and CO₂ emissions in France and in the USA. *Ecological Economics*, 100, 195–207. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.02.009>
- Christis, M., Breemersch, K., Vercalsteren, A., & Dils, E. (2019). A detailed household carbon footprint analysis using expenditure accounts—case of Flanders (Belgium). *Journal of Cleaner Production*, 228, 1167-1175.
- Creg (2014). *Maandelijkse boordtabel elektriciteit en aardgas*. Uit: <http://www.creg.info/Tarifs/Boordtabel-Tableaudebord/Francais/>
- Deaton, A., & Zaidi, S. (2002). *Guidelines for Constructing Consumption Aggregates For Welfare Analysis* (Living Standards Measurement Study No. 135). Washington, DC. Uit: https://www.princeton.edu/rpds/papers/pdfs/deaton_zaidi_consumption.pdf
- Duarte, R., Mainar, A., & Sánchez-Chóliz, J. (2012). Social groups and CO₂ emissions in Spanish households. *Energy Policy*, 44, 441–450. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.020>
- Denys, T., Beckx, C., & Vanhulsel, M. (2016). Analysis of the Belgian Car Fleet 2016. VITO report. Uit: http://ecoscore.be/files/Analysis_CarFleet2016.pdf on 22/02/2019
- Fan, J., Guo, X., Marinova, D., Wu, Y., & Zhao, D. (2012). Embedded carbon footprint of Chinese urban households: structure and changes. *Journal of Cleaner Production*, 33, 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.018>

- Frère, J.-M., Vandille, G., & Wolff, S. (2018). *The PEACH2AIR database of air pollution associated with household consumption in Belgium in 2014*, Working Paper No. 3–18
- Geng, Y., Chen, W., Liu, Z., Chiu, A. S. F., Han, W., Liu, Z., ... Cui, X. (2017). A bibliometric review: Energy consumption and greenhouse gas emissions in the residential sector. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.091>
- Girod, B., & de Haan, P. (2010). More or better? A model for changes in household greenhouse gas emissions due to higher income. *Journal of Industrial Ecology*, 14(1), 31–49. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00202.x>
- Hertwich, E. G. (2005). Life Cycle Approaches to Sustainable Consumption: A Critical Review. *Environmental Science & Technology*, 39(13), 4673–4684. <https://doi.org/10.1021/es0497375>
- International Energy Agency (2005). *Energy Statistics Manual*, 181
- Intergovernmental panel on climate change (2001). *Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories*. Institute for Global Environmental Strategies for the IPCC
- Isaksen, E. T., & Narbel, P. A. (2017). A carbon footprint proportional to expenditure - A case for Norway? *Ecological Economics*, 131, 152–165. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.08.027>
- Ivanova, D., Stadler, K., Steen-Olsen, K., Wood, R., Vita, G., Tukker, A., & Hertwich, E. G. (2016). Environmental Impact Assessment of Household Consumption. *Journal of Industrial Ecology*, 20(3), 526–536. <https://doi.org/10.1111/jiec.12371>
- Kerkhof, A. C., Benders, R. M. J., & Moll, H. C. (2009). Determinants of variation in household CO₂ emissions between and within countries. *Energy Policy*, 37(4), 1509–1517. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.12.013>
- Kerkhof, A. C., Nonhebel, S., & Moll, H. C. (2009). Relating the environmental impact of consumption to household expenditures: An input–output analysis. *Ecological Economics*, 68, 1160–1170. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.08.004>
- Laine, B., & Van Steenberg, A. (2016), *The fiscal treatment of company cars in Belgium: Effects on car demand, travel behaviour and external costs*, Working Paper No. 3-16
- Lenzen, M., Wier, M., Cohen, C., Hayami, H., Pachauri, S., & Schaeffer, R. (2006). A comparative multivariate analysis of household energy requirements in Australia, Brazil, Denmark, India and Japan. *Energy*, 31(2–3), 181–207. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2005.01.009>
- Lenzen, M. (1998). Energy and greenhouse gas cost of living for Australia during 1993/94. *Energy*, 23(6), 497–516. [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(98\)00020-6](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(98)00020-6)
- Leontief, W. (1970). Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach. *The Review of Economics and Statistics*, 52(3), 262–271. Uit: http://paper.blog.bbq.jp/Leontief_1970.pdf
- May, X. (2017). The debate regarding the number of company cars in Belgium. *Brussels Studies* [Online], Fact Sheets, no 113, URL : <http://brussels.revues.org/1540>

- Ntziachristos, L., Gkatzoflias, D., Kouridis, C. and Samaras, Z. (2009). COPERT: a European road transport emission inventory model. *Information technologies in environmental engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg. 491-504.
- Pohlmann, J., & Ohlendorf, N. (2014). Equity and emissions. How are household emissions distributed, what are their drivers and what are possible implications for future climate mitigation? In *Degrowth conference Leipzig*. Retrieved from <https://www.degrowth.info/en/catalogue-entry/equity-and-emissions-how-are-household-emissions-distributed-what-are-their-drivers-and-what-are-possible-implications-for-future-climate-mitigation/>
- Poom, A., & Ahas, R. (2016). How does the environmental load of Household consumption depend on residential location? *Sustainability*, 8(799). <https://doi.org/10.3390/su8090799>
- Roca, J., & Serrano, M. (2007). Income growth and atmospheric pollution in Spain: An input–output approach. *Ecological Economics*, 63, 230–242. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.11.012>
- Shigetomi, Y., Nansai, K., Kagawa, S., & Tohno, S. (2014). Changes in the Carbon Footprint of Japanese Households in an Aging Society. *Environmental Science & Technology*, 48, 6069–6080. <https://doi.org/10.1021/es404939d>
- Sommer, M., Kratena, K. (2017). The carbon footprint of European households and income distribution. *Ecological Economics*, 136, 62-72. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.12.008>
- Steen-Olsen, K., Wood, R., & Hertwich, E. G. (2016). The Carbon Footprint of Norwegian Household Consumption 1999-2012. *Journal of Industrial Ecology*, 20(3), 582–592. <https://doi.org/10.1111/jiec.12405>
- United Nations (2016). Global Sustainable Development Report 2016. New York: Department of Economic and Social Affairs.
- United Nations. (2017). Statistical Classifications. Retrieved from <https://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regdnld.asp?Lg=1>
- van Bavel, B., Curtis, D. R., and Soens, T. (2018). Economic inequality and institutional adaptation in response to flood hazards: a historical analysis. *Ecology and Society*, 23(4):30. <https://doi.org/10.5751/ES-10491-230430>
- Weber, C. L., & Matthews, H. S. (2008). Quantifying the global and distributional aspects of American household carbon footprint. *Ecological Economics*, 66, 379–391. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.09.021>
- Wiedmann, T. (2009). A review of recent multi-region input-output models used for consumption-based emission and resource accounting. *Ecological Economics*, 69(2), 211–222. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.08.026>
- Wier, M., Lenzen, M., Munksgaard, J., & Smed, S. (2001). Effects of Household Consumption Patterns on CO₂ Requirements. *Jesper Munksgaard & Sinne Smed*, 13(3), 259–274. <https://doi.org/10.1080/09537320120070149>
- Zhang, X., Luo, L., & Skitmore, M. (2015). Household carbon emission research: An analytical review of measurement, influencing factors and mitigation prospects. *Journal of Cleaner Production*, 103, 873–883. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.024>