

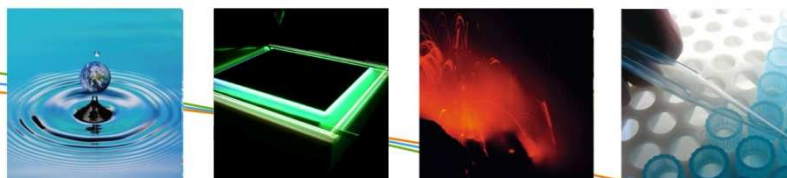
Eindrapport

Impactberekening klimaatacties stad Antwerpen

Erika Meynaerts, Nele Renders, Inge Cools, Pieter Lodewijks

Studie uitgevoerd in opdracht van: Stad Antwerpen
2012/TEM/R/37

Februari 2012



Alle rechten, waaronder het auteursrecht, op de informatie vermeld in dit document berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. De informatie zoals verstrekt in dit document is vertrouwelijke informatie van VITO. Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO mag dit document niet worden gereproduceerd of verspreid worden noch geheel of gedeeltelijk gebruikt worden voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin aangewend worden

SAMENVATTING

Voorliggende studie werd uitgevoerd in opdracht van de Stad Antwerpen en kadert binnen de uitvoering van het Klimaatplan Antwerpen, dat 28 januari 2011 werd goedgekeurd door het College van burgemeester en schepenen. Dit Klimaatplan bestaat uit de stedelijke visie op klimaatverandering, een CO₂-nulmeting en een opsomming van de maatregelen binnen 7 domeinen. Deze maatregelen geven aan waar de stad de komende 10 jaar op wil inzetten om in 2020 de totale stedelijke CO₂-uitstoot met 20% en de uitstoot van de stedelijke organisatie met 50% te reduceren ten opzichte van 2005. Deze studie geeft inzicht in het CO₂-reductiepotentieel tegen 2020.

Uitgangspunt was de CO₂-nulmeting die in het kader van het Klimaatplan Antwerpen opgemaakt werd en de verschillende plannen en nota's waarin acties werden gedefinieerd die een impact hebben op de CO₂-uitstoot van het stedelijke grondgebied en de stedelijke organisatie. Binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen maakten we een onderscheid tussen volgende bronnen van CO₂:

- industrie (niet-ETS),
- tertiaire sector,
- residentiële sector,
- mobiliteit en transport (excl. internationale zeevaart en luchtvaart),
- lokale energieproductie,
- stedelijke organisatie: stedelijke diensten (incl. Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen, OCMW/Zorgbedrijf) en stedelijke vloot.

De CO₂-uitstoot die binnen deze studieopdracht berekend werd, omvat zowel de directe CO₂-emissies uit bronnen die zich op het stedelijk grondgebied Antwerpen bevinden (scope 1 emissies), als de indirecte CO₂-emissies tengevolge van het gebruik van, bijvoorbeeld, elektriciteit binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen maar die buiten het stedelijk grondgebied geproduceerd werd (scope 2 emissies).

We bekeken niet alleen het potentieel van acties die primair gericht zijn op de reductie van CO₂ maar ook het effect van niet-klimaat acties op de uitstoot van CO₂. De effecten van acties op andere broeikasgassen (CH₄, N₂O en F-gassen) of de bijdrage van acties tot het voorkomen van de negatieve effecten van klimaatverandering (adaptatie) werden niet in kaart gebracht. Acties die CO₂ capteren (CO₂ sinks) dragen niet bij tot de realisatie van de doelstellingen van Antwerpen en maakten bijgevolg geen deel uit van deze studieopdracht.

Gecorrigeerde CO₂-nulmeting en maximum CO₂-plafond

Voordat we van start gingen met de inschatting van het toekomstig CO₂-reductiepotentieel werd het uitgangspunt, met name de CO₂-nulmeting, geanalyseerd en geverifieerd. Deze analyse resulteerde in een herberekening van de CO₂-uitstoot voor 2005 (en 2007). Het betrof enerzijds een aantal wijzigingen in de methodologie met een relevante impact op de directe CO₂-emissies van de lokale energieproductie. Anderzijds pasten we enkele basisgegevens (verbruiken) aan met een relevant impact op de (directe en indirecte) CO₂-uitstoot van de residentiële sector en de industriële sector.

Verdere berekeningen in het kader van deze studie gingen uit van de "gecorrigeerde" nulmeting. De CO₂-uitstoot op het stedelijk grondgebied Antwerpen bedroeg ca. 4.178 kton in 2005 of een verschil van +11% ten opzichte van de nulmeting in het Klimaatplan Antwerpen. De residentiële sector vertegenwoordigde het belangrijkste aandeel in de totale CO₂-uitstoot of ca. 27%. De indirecte CO₂ (scope 2) emissies vertegenwoordigden een aandeel van ca. 35%. De CO₂-uitstoot van

de stedelijke organisatie bedroeg ca. 122 kton in 2005. Aardgas vertegenwoordigde het belangrijkste aandeel in deze uitstoot of ca. 51%.

Gegeven de CO₂-reductiedoelstelling van -20% ten opzichte van 2005, mag de CO₂-uitstoot in 2020 nog maximum 3.342 kton zijn op het stedelijk grondgebied Antwerpen. De CO₂-emissies van de binnenvaart werden meegenomen in de berekening van het plafond, i.e. 63 kton CO₂ of 2% van de totale CO₂ uitstoot op het stedelijk grondgebied in 2005. Gegeven CO₂-reductiedoelstelling van -50% ten opzichte van 2005, mag de CO₂-uitstoot in 2020 nog maximum 61 kton zijn voor de stedelijke organisatie.

Referentiescenario 2020: autonome evolutie en impact beslist beleid op CO₂-uitstoot

We schatten het bijkomend CO₂-reductiepotentieel in ten opzichte van de CO₂-uitstoot in 2020 volgens het referentiescenario. In dit scenario hielden we rekening met de autonome evolutie van de CO₂-uitstoot tussen 2005 en 2020 en de impact van beslist Vlaams (federaal) beleid op deze uitstoot. Ook de geplande acties uit het Klimaatplan Antwerpen die reeds beslist werden, werden mee doorgerekend in het referentiescenario. Waar mogelijk gingen we uit van gegevensbronnen op schaalniveau van het stedelijk grondgebied Antwerpen, zoals bijvoorbeeld de evolutie van de voertuigkilometers uit het Masterplan Antwerpen of de evolutie van het aantal huishoudens in Antwerpen van de Studiedienst van de Vlaamse Regering.

In het referentiescenario bedraagt de CO₂-uitstoot op het stedelijk grondgebied Antwerpen ca. 3.922 kton in 2020 of wordt een reductie van 6% gerealiseerd ten opzichte van 2005. Er is een kloof van ca. 580 kton CO₂ ten opzichte van het maximale CO₂-plafond in 2020. De CO₂-uitstoot van de stedelijke organisatie bedraagt ca. 71 kton of er wordt een reductie van 42% ten opzichte van 2005 gerealiseerd. Er is een kloof van 10 kton CO₂ ten opzichte van het maximale CO₂-plafond in 2020. Indien de stedelijke diensten geen CO₂-neutrale stroom contract afsluiten, blijft de CO₂-reductie ten opzichte van 2005 beperkt tot -19% en bedraagt de kloof nog ca. 38 kton.

Voor alle sectoren buigt het beslist beleid op federaal, Vlaams en lokaal niveau de autonome groei in het energieverbruik om. Er zullen weliswaar bijkomende acties nodig zijn om de vooropgestelde CO₂-reductiedoelstellingen te realiseren. Deze acties moeten zoveel mogelijk gericht zijn op een reductie van de CO₂-uitstoot van de belangrijkste bronnen:

- Industrie niet-ETS: elektriciteitsverbruik scheikundige nijverheid;
- Residentiële sector: brandstofverbruik gerelateerd aan verwarming en sanitair warm water in bestaande woningen;
- Tertiaire sector: elektriciteitsverbruik gerelateerd aan het gebruik van elektrische toestellen, HVAC en verlichting;
- Transport en mobiliteit (inclusief stedelijke vloot): vervoer van personen en goederen over de weg (ring);
- Stedelijke organisatie: brandstofverbruik gerelateerd aan verwarming en sanitair warm water gebouwen stad.

In 2020 kan ca. 9% van de elektriciteitsvraag op het stedelijk grondgebied Antwerpen met lokale elektriciteitsproductie worden ingevuld, ten opzichte van ca. 2% in 2005. De lokale hernieuwbare elektriciteitsproductie bedraagt in 2020 ca. 335 GWh of ca. 7% van de totale elektriciteitsvraag op het stedelijk grondgebied Antwerpen. De CO₂-uitstoot van de lokale energieproductie bedraagt in 2020 ca. 308 kton waarvan 95% gerelateerd is aan de verbranding van de niet-hernieuwbare fractie van afval. De emissiefactor van de lokale elektriciteitsproductie bedraagt 707 gram per kWh. Windturbines vertegenwoordigen in 2020 ca. 51% in de lokale elektriciteitsproductie, ten opzichte van ca. 7% in 2005.

Bijkomend CO₂-reductiepotentieel tegen 2020: selectie en doorrekening van maatregelen

Om een idee te krijgen van de bijkomende maatregelen en het bijkomend CO₂-reductiepotentieel op het stedelijk grondgebied Antwerpen organiseerden we een overlegronde met een aantal experts van de stedelijke diensten. Bijkomende maatregelen werden geïnitieerd met open vizier om daarna de maatregelen te selecteren waarvoor wij een implementatie tegen 2020 realistisch achtten.

De haalbaarheid tegen 2020 vormde een belangrijk criterium in onze selectie van bijkomende maatregelen. We selecteerden maatregelen die vandaag reeds vanuit diverse beleidsniveaus gestimuleerd worden en bijgevolg vanuit technisch standpunt geïmplementeerd kunnen worden. We maakten een aanname over de verhoogde inzet van deze maatregelen ten opzichte van het referentiescenario. Aangezien allerlei drempels (juridisch, technisch, maatschappelijk) nu reeds de uitvoering van het besliste beleid verhinderen of vertragen, zullen niet alle geselecteerde maatregelen voor het volledig technisch potentieel ingezet kunnen worden tegen 2020. In onze selectie van maatregelen hielden we naast de haalbaarheid ook rekening met het instrumentarium waarover de stad Antwerpen beschikt om de sectoren te stimuleren tot een ver(der)gaande inzet van CO₂-reductiemaatregelen in 2020.

Voor de geselecteerde maatregelen rekenden we de impact op de CO₂-uitstoot in 2020 door en schatten we de totale jaarlijkse kost van deze maatregelen in. Voor een inschatting van het bijkomend CO₂-reductiepotentieel gingen we uit van het referentiescenario. Voor de berekening van de jaarlijkse (kapitaal)kost gingen we uit van een maatschappelijk perspectief. We maakten ondermeer abstractie van subsidies en belastingen en gingen uit van een discontovoet van 4%.

Het merendeel van de geselecteerde, bijkomende maatregelen is gericht op een verbetering van de energie-efficiëntie. Deze maatregelen realiseren ca. 79% van de totale CO₂-reductie. Dit is in lijn met de prioriteiten vanuit het Covenant of Mayors en de principes van de “trias energetica”. Het merendeel van deze maatregelen realiseert ook een totale jaarlijkse besparing omdat de besparing in energiekosten de (eventuele) jaarlijkse kapitaalkost compenseert. De grootste energiebesparing en CO₂-reductie wordt gerealiseerd door de residentiële sector en de tertiaire sector. Deze sectoren nemen, respectievelijk 48% en 29% van de CO₂-reductie voor hun rekening. De industriële sector neemt ca. 10% van de totale CO₂-reductie voor zijn rekening, de transportsector ca. 8% en de stedelijke diensten ca. 5%.

Ná inzet van alle maatregelen uit het referentiescenario en alle bijkomende maatregelen bedraagt de CO₂-uitstoot op het stedelijk grondgebied Antwerpen ca. 3.626 kton in 2020. Bijgevolg wordt een CO₂-reductie van 13% gerealiseerd ten opzichte van de nulmeting in 2005. De totale jaarlijkse besparing die met het ganse pakket van bijkomende maatregelen kan gerealiseerd worden, bedraagt ca. 2,2 mio euro. Door de inzet van de (referentie en bijkomende) maatregelen van de stedelijke diensten bedraagt de CO₂-uitstoot van de stedelijke organisatie (stedelijke diensten en stedelijke vloot) ca. 57 kton in 2020. Bijgevolg wordt een CO₂-reductie van 53% gerealiseerd ten opzichte van de nulmeting in 2005. De totale jaarlijkse kost van het ganse pakket van bijkomende maatregelen van de stedelijke diensten bedraagt ca. 71 keuro.

Instrumenten stad

Het besliste beleid op federaal, Vlaams en lokaal niveau en de geplande maatregelen in Antwerpen zijn onvoldoende om de vooropgestelde CO₂-reductiedoelstellingen tegen 2020 te realiseren. De stad zal een mix of een set van beleidsinstrumenten moeten inzetten opdat de sectoren de verdergaande energiebesparingen realiseren en de vereiste investeringen plaatsvinden.

De Stad Antwerpen kan via sociale regulering en financiële instrumenten zijn bewoners sensibiliseren en aanzetten tot energiezuiniger gedrag. Deze instrumenten werden ook in het verleden ingezet door de stad en staan centraal in het Klimaatplan Antwerpen en de acties die ondernomen worden in het kader van Antwerpen Duurzame stad. Daarnaast bevestigen de vergaande CO₂-reductiedoelstelling voor de stedelijke organisatie, en de geplande investeringen, de voorbeeldrol van de Stad. Uit de overlegondes met de experts kwamen een aantal concrete voorbeelden van instrumenten die de Stad kan inzetten. Het merendeel van deze voorbeelden bevestigen of versterken de lopende of geplande acties.

Wat de instrumenten voor de residentiële en tertiaire sector betreft, kan de effectiviteit van de bestaande instrumenten verhoogd worden door, bijvoorbeeld, de keuze van het instrument af te stemmen op het profiel van de gebouwgebruiker/eigenaar of op de kosteneffectiviteit van maatregelen. Gegeven de investeringen die nodig zijn om een verregaande energiebesparing of CO₂-reductie te realiseren, moet er specifieke en voldoende aandacht zijn voor de sociaal zwakkere groepen en de problematiek huurder versus verhuurder. Specifiek voor de tertiaire sector is het wegwerken van de bestaande lacunes in kennis en databeschikbaarheid van groot belang. Hiervoor dient onderzoek te gebeuren naar de specifieke energieverbruiken en gebouwkenmerken per subsector binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen. Dit laat toe om de impact en kostprijs van CO₂-reductiemaatregelen met een grotere betrouwbaarheid te kunnen bepalen en, op zijn beurt, de beleidsuitvoerende instrumenten beter af te stemmen op de te dichten CO₂-kloof.

De stad kan gebruik maken van bestaande mechanismen, zoals bijvoorbeeld premies netbeheerders, om bijkomende ondersteuning of financiering te geven. Op die manier kunnen de bijkomende reguleringskosten beperkt blijven voor de Stad maar ook voor de bedrijven. De Stad kan de bedrijven informeren en stimuleren om gebruik te maken van bestaande mechanismen of nieuwe initiatieven, zoals bijvoorbeeld de groene waarborg. De Stad kan ook een belangrijke rol spelen in het ontsluiten, integreren en dissemineren van informatie zodat potentiële gekend zijn en een dynamiek op gang gebracht wordt tussen de bedrijven.

Voor de transportsector maakten we voor drie concrete beleidsinstrumenten, die kunnen ingezet worden om een model shift of absolute daling van het aantal voertuigkilometers te bewerkstelligen, een (ruwe) inschatting van het CO₂-reductiepotentieel. Het is een maximaal potentieel dat uitgaat van een maximale reductie van het aantal voertuigkilometers, zonder rekening te houden met mogelijke maatschappelijke (bv. draagvlak) of technische (bv. infrastructuur) drempels:

- Volledig autovrij maken van “Antwerpen centrum”: ca. 51,5 kton CO₂.
- Congestion charge (naar voorbeeld van Londen) : ca. 8,3 kton CO₂ voor personenwagens en ca. 0,36 kton CO₂ voor zwaar vervoer.
- Low emission zone: beperkt (bijkomend) CO₂-reductiepotentieel, aangezien vlootoptimalisatie reeds doorgerekend werd in het referentiescenario.

Monitoring en evaluatie

De inschatting van het CO₂-reductiepotentieel van bijkomende maatregelen maar ook het referentiescenario zijn gebaseerd op aannames met betrekking tot de evolutie van exogene parameters en aannames over het ambitieniveau van het energie- en klimaatbeleid op federaal, Vlaams en lokaal niveau. Deze parameters kunnen de komende jaren wijzigen en zelfs negatief inwerken op de CO₂-uitstoot. Daarnaast zal de Stad Antwerpen nieuwe inzichten verwerven over de haalbaarheid van de CO₂-reductiedoelstellingen tegen 2020 en het ambitieniveau ná 2020. Het is dan ook belangrijk om de evolutie van het energieverbruik, de CO₂-uitstoot en de parameters die deze evolutie sturen te monitoren.

De ontwikkeling en operationalisering van een monitoringsysteem dat de ganse beheers- en beleidscyclus omvat, was niet haalbaar binnen deze studieopdracht. De gegevens die verzameld werden en de inzichten die verworven werden binnen deze studie kunnen wel gebruikt worden om een eerste indicatie te krijgen van de impact van het beleid op de CO₂-uitstoot en de “kloof” ten opzichte van de CO₂-reductiedoelstellingen. Op basis van de informatie die verzameld werd over de bijkomende maatregelen kunnen ook prioriteiten gesteld worden in functie van kosten, effecten en uitvoerbaarheid.

Echter, indien de realisatie van de CO₂-reductiedoelstellingen tegen 2020 wordt vooropgesteld, lijkt een afweging tussen de geselecteerde maatregelen op basis van tijdschema, kosten en effecten niet aan de orde. Ook al worden alle geselecteerde maatregelen ingezet, de CO₂-reductiedoelstelling voor het stedelijk grondgebied wordt niet gerealiseerd. Bovendien hield de selectie van de bijkomende maatregelen reeds een afweging in op basis van juridische, technische, maatschappelijke haalbaarheid. Bij deze selectie hielden we ook rekening met het instrumentarium waarover de stad Antwerpen beschikt om de sectoren te stimuleren. Niet alleen bij de selectie van de maatregelen maar ook bij de doorrekening van hun impact op de CO₂-uitstoot hebben we (impliciet) prioriteiten gesteld. Indien meerder maatregelen samen konden ingezet worden en elkaar niet uitsloten, maakten we een assumptie over de volgtijdelijkheid van de maatregelen uitgaande van de principes van de “trias energetica”.

INHOUD

HOOFDSTUK 1. Inleiding	1
1.1. <i>Achtergrond</i>	1
1.2. <i>Doel</i>	1
HOOFDSTUK 2. Plan van aanpak	2
2.1. <i>Analyse gegevens- en informatiebronnen</i>	2
2.2. <i>Afbakening studiedomein</i>	2
2.3. <i>Stapsgewijze aanpak</i>	3
2.3.1. <i>CO₂ nulmeting: analyse en verificatie</i>	3
2.3.2. <i>Referentiescenario: autonome evolutie en impact beslist beleid</i>	3
2.3.3. <i>Selectie en doorrekening bijkomende maatregelen</i>	4
2.3.4. <i>Prioriteitenstelling geselecteerde maatregelen</i>	5
2.4. <i>Monitoring tool</i>	5
HOOFDSTUK 3. Afbakening studiedomein	6
3.1. <i>Stedelijk grondgebied</i>	6
3.2. <i>Polluenten en milieuthema's</i>	7
3.3. <i>Emissiebronnen</i>	8
3.4. <i>Tijdshorizon: referentiejaar en zichtjaren</i>	9
HOOFDSTUK 4. Nulmeting en doelstelling	10
4.1. <i>CO₂-nulmeting Klimaatplan Antwerpen</i>	10
4.2. <i>Aanpassingen CO₂-nulmeting</i>	11
4.2.1. <i>Emissiefactoren</i>	11
4.2.2. <i>Residentiële sector</i>	11
4.2.3. <i>Tertiaire sector</i>	13
4.2.4. <i>Industrie niet-ETS</i>	15
4.2.5. <i>Mobiliteit en transport</i>	19
4.2.6. <i>Lokale energieproductie (niet-ETS)</i>	19
4.2.7. <i>Scope 1 en scope 2</i>	22
4.3. <i>Gecorrigeerde nulmeting 2005 en 2007</i>	23
4.4. <i>Maximale CO₂-uitstoot</i>	26
HOOFDSTUK 5. Referentie scenario 2020	27
5.1. <i>Residentiële sector</i>	27
5.1.1. <i>Energieverbruik en CO₂-uitstoot 2005</i>	27
5.1.2. <i>Uitgangspunt referentiescenario: Vlaamse energie- en broeikasgasprognoses</i>	28
5.1.3. <i>Exogene aannames referentiescenario</i>	28
5.1.4. <i>Maatregelen Vlaams beleid</i>	30
5.1.5. <i>Maatregelen Klimaatplan Antwerpen</i>	32
5.1.6. <i>Referentiescenario 2020</i>	33

5.2.	<i>Tertiaire sector</i>	36
5.2.1.	Energieverbruik en CO ₂ -uitstoot 2005 _____	36
5.2.2.	Uitgangspunt referentiescenario: Vlaamse energie- en broeikasgasprognoses ____	37
5.2.3.	Exogene aannames referentiescenario _____	37
5.2.4.	Maatregelen Vlaams beleid _____	40
5.2.5.	Maatregelen klimaatplan Antwerpen _____	41
5.2.6.	Referentiescenario 2020 _____	41
5.3.	<i>Industriële sector (niet-ETS)</i>	45
5.3.1.	Energieverbruik en CO ₂ -uitstoot 2005 _____	45
5.3.2.	Uitgangspunt referentiescenario: Vlaamse energie- en broeikasgasprognoses ____	46
5.3.3.	Exogene aannames referentiescenario _____	46
5.3.4.	Maatregelen Vlaams beleid _____	49
5.3.5.	Maatregelen klimaatplan Antwerpen _____	49
5.3.6.	Referentiescenario 2020 _____	50
5.4.	<i>Mobiliteit en transport</i>	54
5.4.1.	Energieverbruik en CO ₂ -uitstoot 2005 _____	54
5.4.2.	Uitgangspunt referentiescenario: Milieuverkenning 2030 _____	56
5.4.3.	Exogene aannames referentiescenario _____	59
5.4.4.	Referentiescenario 2020 _____	60
5.5.	<i>Stedelijke vloot</i>	65
5.6.	<i>Stedelijke diensten</i>	67
5.6.1.	Energieverbruik en CO ₂ -uitstoot 2005 _____	67
5.6.2.	Uitgangspunt referentiescenario: energieverbruik 2008 en lijst geplande maatregelen _____	68
5.6.3.	Referentiescenario 2020 _____	72
5.7.	<i>Lokale energieproductie</i>	75
5.7.1.	Energieverbruik en CO ₂ -uitstoot 2005 _____	75
5.7.2.	Uitgangspunt referentiescenario: concrete projecten stedelijk grondgebied ____	77
5.7.3.	Maatregelen klimaatplan Antwerpen _____	82
5.7.4.	Referentiescenario 2020 _____	83
5.8.	<i>Belgische elektriciteitsproductie</i>	85
5.9.	<i>Emissiekloof 2005 – 2020</i>	86
5.9.1.	Kloof ten opzichte van 20%-doelstelling _____	86
5.9.2.	Kloof ten opzichte van 50%-doelstelling _____	87
5.9.3.	Gevoeligheidsanalyses _____	88
HOOFDSTUK 6.	Selectie en impact bijkomende maatregelen _____	91
6.1.	<i>Expertenoverleg met open vizier</i>	91
6.2.	<i>Selectie bijkomende maatregelen per sector</i>	92
6.2.1.	Residentiële sector _____	92
6.2.2.	Tertiaire sector _____	97
6.2.3.	Industriële sector (niet-ETS) _____	101
6.2.4.	Mobiliteit en transport _____	112
6.2.5.	Stedelijke vloot _____	123
6.2.6.	Stedelijke diensten _____	124
6.2.7.	Lokale energieproductie _____	128

6.3.	<i>CO₂-reductie en totale jaarlijkse kost bijkomende maatregelen</i>	135
6.3.1.	Totale jaarlijkse kosten _____	135
6.3.2.	Totale jaarlijkse CO ₂ -reductie _____	139
6.3.3.	Doorrekening totaal pakket geselecteerde maatregelen _____	140
HOOFDSTUK 7.	Instrumenten stad _____	144
7.1.	<i>Het instrumentarium</i>	144
7.1.1.	Directe regulering _____	145
7.1.2.	Marktconforme regulering _____	145
7.1.3.	Sociale regulering _____	146
7.2.	<i>Voorbeelden per sector</i>	147
7.2.1.	Residentiële sector _____	147
7.2.2.	Tertiaire sector _____	149
7.2.3.	Industrie niet-ETS _____	150
7.2.4.	Mobiliteit en transport _____	151
7.2.5.	Lokale energieproductie _____	154
7.3.	<i>Reguleringskosten</i>	155
HOOFDSTUK 8.	Monitoring en evaluatie _____	157
8.1.	<i>Monitoring en evaluatie in een notendop</i>	157
8.2.	<i>Tools voor de Stad Antwerpen</i>	160
8.2.1.	Monitoring emissies en verbruiken _____	160
8.2.2.	Evaluatie bijkomende maatregelen _____	161
HOOFDSTUK 9.	Conclusies _____	164

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Emissiefactoren fossiele brandstoffen _____	11
Tabel 2: Woningpark anno 2000: Antwerpen versus Vlaanderen _____	12
Tabel 3: Nieuwbouw Antwerpen in de periode 2001-2009 _____	13
Tabel 4: Aandeel en kWh per brandstoftype voor residentiële sector 2005 en 2007 (% en kWh) _	13
Tabel 5: Onderscheid elektriciteitsverbruik verwarming, elektrische toestellen en verlichting ___	13
Tabel 6: Procentuele verdeling energieverbruik tertiaire sector over subsectoren _____	14
Tabel 7: Energieverbruik per brandstoftype voor de ETS en niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen (in PJ en %, 2007= 2005) _____	16
<i>Tabel 8: Energieverbruik per brandstoftype voor de niet-ETS bedrijven (in GWh en %, 2007) _____</i>	<i>17</i>
<i>Tabel 9: CO₂-emissies per brandstoftype industrie niet-ETS (in kton, 2005 en 2007) _____</i>	<i>19</i>
Tabel 10: Energieproductie PV en zonneboilers (2003 – 2009) _____	20
Tabel 11: Lokale energieproductie (niet-ETS) en gerelateerde brandstofverbruik _____	20
Tabel 12: Emissiefactor gemiddeld Belgisch elektriciteitspark in 2005 en 2007 _____	22
Tabel 13: Projectie van het aantal huishoudens binnen het stedelijke grondgebied Antwerpen __	28
Tabel 14: Projectie van het aantal wooneenheden binnen het stedelijke grondgebied Antwerpen opgedeeld naar bestaand en nieuwbouw _____	29
Tabel 15: Evolutie brandstofprijzen huishoudens (2005 – 2020) _____	30
Tabel 16: Evolutie E-peil nieuwbouw (woningen en appartementen – vanaf 2006) _____	30
Tabel 17: Maatregelen bestaande woningen binnen het stedelijke grondgebied Antwerpen ____	31
Tabel 18: Aantal REG-premies voor dakisolatie Antwerpen versus Vlaanderen (2007 – 2010) ____	31
Tabel 19: Verbruik per energiedrager in 2020 volgens referentiescenario (GWh en %) _____	33
Tabel 20: Brandstofverbruik per wooneenheid referentiescenario (verwarming en sanitair warm water) _____	34
Tabel 21: Elektriciteitsverbruik per huishouden referentiescenario (elektrische toestellen en verlichting) _____	34
Tabel 22: CO ₂ -emissies per energiedrager in 2020 volgens referentiescenario (kton en %) _____	34
Tabel 23: Evolutie toegevoegde waarde tertiaire sector, per subsector 2005 – 2020 (2005= 100) op basis van cijfers Federaal Planbureau (België) _____	37
Tabel 24: Evolutie energieverbruik tertiaire sector, per subsector 2005 – 2020 (2005= 100) op basis van evolutie in toegevoegde waarde _____	38
Tabel 25: Evolutie brandstof- en elektriciteitsprijzen tertiaire sector (2005 – 2020) _____	39
Tabel 26: Evolutie E-peil nieuwbouw (tertiaire sector – gebouwd vanaf 2006) _____	40
Tabel 27: Overzicht energiebesparingsmaatregelen bestaande gebouwen in de tertiaire sector __	41
Tabel 28: Finaal verbruik en CO ₂ -uitstoot per energiedrager en per subsector in 2020 (GWh en kton) _____	41
Tabel 29: Evolutie productievolume per sector (2005= 100) _____	47
Tabel 30: Evolutie brandstof- en elektriciteitsprijzen industrie (2005 – 2020) _____	47
Tabel 31: Energieverbruik per brandstoftype voor de niet-ETS bedrijven (in GWh en %, 2020) ____	50
Tabel 32: Energieverbruik per brandstoftype stedelijke diensten in 2005 (in kWh) _____	67
Tabel 33: CO ₂ -uitstoot stedelijke diensten per energiedrager in 2005 (in ton en %) _____	68
Tabel 34: Lijst geplande maatregelen stedelijke diensten _____	71
Tabel 35: Emissiefactor eigen elektriciteitsproductie versus gemiddeld Belgisch park in 2005 en 2007 (in g per kWh) _____	76
Tabel 36: Verbruik en productie van WKK die effectief geplaatst worden tegen 2020 _____	77
Tabel 37: Huidige capaciteit en gekende projecten PV in Antwerpen _____	79
Tabel 38: Warmteproductie zonneboilers 2005 – 2009 (excl. zwembaden) _____	80
Tabel 39: Overzicht lokale energieproductie –brandstofverbruik en productie van elektriciteit en warmte in 2020 (MWh) _____	83

Tabel 40: Overzicht per sector van reductie CO ₂ -uitstoot in 2020 ten opzichte van 2005 (%)	87
Tabel 41: Selectie bijkomende maatregelen met enkele kengetallen	95
Tabel 42: Maximale toepasbaarheid per geselecteerde maatregel	96
Tabel 43: Referentierendementen voor toepassing van voorwaarden kwalitatieve WKK	108
Tabel 44: Ketel schone houtchips (2 MWth)	111
Tabel 45: Modal shift doelstellingen hinterland containertransport	122
Tabel 46: Investeringskost en levensduur niet-besliste maatregelen stedelijke diensten	127
Tabel 47: Brandstof- en elektriciteitsbesparing ten opzichte van referentiescenario 2020	127
Tabel 48: Overzicht brandstof- en elektriciteitsprijzen per sector en energiedrager (2020)	137
Tabel 49: Levensduur bijkomende maatregelen	137
Tabel 50: Overzicht energiebesparing, CO ₂ - reductie en totale jaarlijkse kosten voor de geselecteerde bijkomende maatregelen (in 2020)	141
Tabel 51: Ketels schone houtchips en opgeschoonde houtchips	177
Tabel 52: Roosterverbranding stukhout (incl. multicycloon)	177
Tabel 53: WKK turbine op vaste biomassa	178

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Grafische voorstelling stapsgewijze aanpak	3
Figuur 3: Afbakening stedelijk grondgebied op niveau districten	6
Figuur 4: Scope 1, scope 2 en scope 3 emissies	7
Figuur 5: Afbakening emissiebronnen stedelijk grondgebied en stedelijke diensten	9
Figuur 6: Totale CO ₂ -uitstoot per emissiebron (ton)	10
Figuur 7: Verdeling energieverbruik over de verschillende subsectoren voor de ETS en niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen(%, 2007= 2005)	17
Figuur 8: Vergelijking CO ₂ -uitstoot per sector en per brandstoftype voor en na aanpassingen (2005)	23
Figuur 9: Vergelijking CO ₂ -uitstoot per sector en per brandstoftype voor en na aanpassingen (2007)	23
Figuur 10: Aandeel sectoren in totale CO ₂ -uitstoot stedelijk grondgebied in 2005 en 2007 (%)	24
Figuur 11: CO ₂ -uitstoot per sector en energiedrager in 2005 (in ton)	25
Figuur 12: CO ₂ -uitstoot per sector en energiedrager in 2007 (in ton)	25
Figuur 13: Aandeel energiedragers in finaal verbruik en CO ₂ -uitstoot huishoudens in 2005 (%)	27
Figuur 14: Vergelijking energieverbruik per energiedrager 2005 en 2020 (in GWh)	33
Figuur 15: Vergelijking CO ₂ -emissies huishoudens 2005 en 2020 (in kton)	35
Figuur 16: Aandeel subsectoren in finaal verbruik en CO ₂ -uitstoot tertiaire sector in 2005 (%)	36
Figuur 17: Vergelijking energieverbruik per brandstoftype en per subsector 2005 en 2020 (in GWh)	43
Figuur 18: Vergelijking CO ₂ -emissies per brandstoftype en per subsector 2005 en 2020 (in kton)	43
Figuur 19: Vergelijking CO ₂ -emissies tertiaire sector 2005 en 2020 (in kton)	44
Figuur 20: Aandeel energiedragers in finaal verbruik en CO ₂ -uitstoot industrie (niet-ETS) in 2005 (%)	45
Figuur 21: Aandeel subsectoren in CO ₂ -uitstoot industrie (niet-ETS) in 2005 (%)	46
Figuur 22: Vergelijking energieverbruik per brandstoftype 2007= 2005 en 2020 (in GWh)	51
Figuur 23: CO ₂ -uitstoot industrie (niet-ETS) per sector en per energiedrager in 2020 (in ton en %)	52
Figuur 24: Vergelijking CO ₂ -emissies industrie (niet-ETS) 2005 en 2020 (in kton)	53
Figuur 25: Aandeel wegverkeer, treinverkeer, tramverkeer en binnenvaart in totale CO ₂ -uitstoot in 2005 en 2007	54
Figuur 26: Aandeel voertuigtypes in emissies wegverkeer Vlaanderen (2007)	55
Figuur 27: Verdeling CO ₂ -emissies volgens wegtype voor Vlaanderen (2010) en Antwerpen (2007)	56
Figuur 28: Percentage kilometers afgelegd door vrachtwagens per wegtype in Vlaanderen en in Antwerpen (voor spitsuren)	56
Figuur 29: Assumpties samenstelling nieuwe voertuigen	59
Figuur 30: Vergelijking CO ₂ -emissies wegverkeer in 2005 en nulscenario in 2020 (in kg)	61
Figuur 31: Evolutie aantal voertuigkilometers in Vlaanderen (2007 – 2010)	62
Figuur 32: Historische evolutie voertuigkilometers Vlaanderen en groeivoet Masterplan toegepast op Vlaamse schaal (1990 – 2020)	63
Figuur 33: Vergelijking CO ₂ -emissies wegverkeer in 2005, nulscenario en bijgesteld nulscenario in 2020 (in kg)	63
Figuur 34: Vergelijking CO ₂ -emissies wegverkeer in 2005, nulscenario, bijgesteld nulscenario en referentiescenario in 2020 (in kg)	64
Figuur 35: Aandeel vloot stad, Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen (GHA), lokale politie (LP) en brandweer (BW) in CO ₂ -uitstoot in 2005 en 2007	65
Figuur 36: Evolutie brandstofverbruik vloot stad 1990 – 2010 (in liters)	66
Figuur 37: Aantal wagens in vloot stad volgens jaar van aankoop (1995 – 2010)	66

Figuur 38: Procentueel aandeel stedelijke diensten in het totaal verbruik per energiedrager in 2005	68
Figuur 39: Evolutie energieverbruik 2005 – 2008 stedelijke diensten (in kWh)	69
Figuur 40: Elektriciteits- en brandstofverbruik stedelijke diensten in 2005 en 2020 (in kWh)	73
Figuur 41: Vergelijking CO ₂ -uitstoot stedelijke diensten (excl. stedelijke vloot) in 2005 en 2020 (in ton)	74
Figuur 42: Vergelijking CO ₂ -uitstoot 2005 en referentiescenario 2020 per energiedrager en emissiebron (in ton)	75
Figuur 43: Energieproductie en –verbruik per brandstoftype in 2005 en 2007 (in kWh)	76
Figuur 44: Windkracht in Vlaanderen 2004 - 2009	78
Figuur 45: Evolutie oppervlakte zonnecollectoren voor sanitair warm water productie of ruimteverwarming (1998-2008)	80
Figuur 46: Prognose stortgasproductie Hooge Maey tot 2020	81
Figuur 47: Evolutie elektriciteitsproductie stortgasmotoren Hooge Maey (2004 – 2010)	82
Figuur 48: Energieproductie en –verbruik per brandstoftype 2005, 2007 en 2020 (in kWh)	84
Figuur 49: Energiegebruik voor de productie en distributie van elektriciteit (a) en netto stroomproductie (b) in het REF-, het EUR- en het VISI-scenario (Vlaanderen, 2006-2030)	85
Figuur 50: CO ₂ -kloof referentiescenario 2020 ten opzichte van 2005 (in kton)	86
Figuur 51: CO ₂ -kloof referentiescenario 2020 ten opzichte van 2005 (in ton)	87
Figuur 52: CO ₂ -kloof 2020 ten opzichte van 2005 (in kton) – gevoeligheidsanalyse geen CO ₂ -neutrale stroom stedelijke diensten	88
Figuur 53: CO ₂ -kloof 2020 ten opzichte van 2005 (in ton) – gevoeligheidsanalyse geen CO ₂ -neutrale stroom stedelijke diensten	89
Figuur 54: CO ₂ -kloof 2020 ten opzichte van 2005 (in kton) – gevoeligheidsanalyse geen omschakeling van kwikcel naar membraanprocédé	89
Figuur 55: CO ₂ -kloof 2020 ten opzichte van 2005 (in kton) – gevoeligheidsanalyse geen windturbines rechteroever	90
Figuur 56: Veldmodel residentiële sector – bestaande gebouwen	93
Figuur 57: Veldmodel tertiaire sector	98
Figuur 58: Veldmodel industrie niet-ETS	102
Figuur 59: Effectiviteit convenanten in Nederland	104
Figuur 60: Locatie KMO's waarvoor eerstelijns energiescans werden uitgevoerd door het Agentschap Ondernemen	105
Figuur 61: Gemiddeld elektriciteitsbesparingspotentieel per sector(in kWh, als % van de factuur)	106
Figuur 62: Gemiddeld brandstofbesparingspotentieel per sector(in kWh, als % van de factuur)	106
Figuur 63: Aantal adviezen per thema en gemiddeld energiebesparingspotentieel	107
Figuur 64: Vergelijking CO ₂ -uitstoot na inzet maatregelen “vergroening” brandstofmix met nulmeting 2005 en referentiescenario 2020 (in ton)	109
Figuur 65: Evolutie productie groene warmte in Vlaanderen (2005 – 2010)	110
Figuur 66: Veldmodel mobiliteit en transport	114
Figuur 67: Hoofdvervoerswijze per verplaatsingsmotief	116
Figuur 68: Vergelijking modal split voor woonwerkverkeer tussen Vlaanderen en Antwerpen (cijfers 2010)	117
Figuur 69: Aandeel van de gemeentelijke inkomende pendel bij de loontrekkende binnenlandse werkgelegenheid in 2007	118
Figuur 70: Verdeling aantal verplaatsingen en totale afgelegde afstanden (in kilometer) woonwerkverkeer volgens afstand	120
Figuur 71: Veldmodel stedelijke diensten – gebouwen en installaties	125
Figuur 72: Beslissingsboom lokale elektriciteitsproductie Covenant of Mayors	129
Figuur 73: Evolutie groene stroom en groene warmte in Vlaanderen, 2005 -2010 (in GJ)	131

Figuur 74: Investerings-baten ratio (na 15 jaar productie) van verschillende types kleine windturbines ten opzichte van grote windturbines en PV (in euro per kWh) _____	133
Figuur 75: Warmteverliezen (petro)chemische clusters havengebied en warmteverbruik in en rondom havengebied Antwerpen _____	134
Figuur 76: CO ₂ -uitstoot nulmeting, referentiescenario en referentiescenario+bijkomende maatregelen stedelijk grondgebied Antwerpen (in ton) _____	142
Figuur 77: CO ₂ -uitstoot nulmeting, referentiescenario en referentiescenario+bijkomende maatregelen stedelijke diensten en stedelijke vloot (in ton) _____	143
Figuur 79: Indeling van doelgroepen volgens engagement, vermogen, bereidheid en impact ____	146
Figuur 80: Voorbeelden van drijfveren en katalysatoren volgens groep _____	147
Figuur 81: Puntensysteem GAOZ subsidiereglement _____	149
Figuur 82: Typologie milieubeleidskosten _____	155
Figuur 83: Beleids- en beheerscyclus _____	158
Figuur 78: Rangschikking bijkomende maatregelen in functie van kost per eenheid CO ₂ -reductie	162
Figuur 2: Voorbeeld kwalitatieve beoordeling maatregelen Limburg CO ₂ -neutraal (TACO2-studie) _____	163

HOOFDSTUK 1. INLEIDING

1.1. ACHTERGROND

Sinds 28 januari 2011 heeft Antwerpen een door het college van burgemeester en schepenen goedgekeurd klimaatplan dat de basis vormt van het Antwerps klimaatbeleid. Dit plan kadert in de ondertekening van het Europees Burgemeestersconvenant (“**Covenant of Mayors**”) in 2009 door de stad Antwerpen. Dat convenant verenigt vooruitziende steden in Europa om ervaringen uit te wisselen en energie-efficiëntie te stimuleren.

Het klimaatplan bestaat uit de stedelijke visie op klimaatverandering, een CO₂-nulmeting (emissie-inventaris) en een opsomming van de maatregelen binnen 7 domeinen. Deze maatregelen geven aan waar de stad de komende 10 jaar op wil inzetten om in 2020 de totale stedelijke CO₂-uitstoot met 20% en de uitstoot van de eigen stedelijke organisatie met 50% te reduceren ten opzichte van 2005.

Het klimaatplan maakt deel uit van de beleidsnota “**Antwerpen, duurzame stad voor iedereen**” waarin de beleidsvisie op duurzaamheid in het stedelijk beleid gevat wordt. Het Antwerps klimaatbeleid zet in op maatregelen om enerzijds klimaatverandering te voorkomen door reductie van de CO₂-uitstoot op stedelijk grondgebied (mitigatie) en anderzijds de negatieve effecten van klimaatverandering te beheersen (adaptatie).

1.2. DOEL

Met voorliggende studieopdracht willen we:

Inzicht geven in het CO₂-besparingspotentieel en prioriteitenstelling van geplande en bijkomende acties:

- Hoeveel CO₂ kan gereduceerd worden met de geplande acties?
- Welke acties kunnen (bijkomend) genomen worden om tegen 2020 de vooropgestelde CO₂ reductie te realiseren?
- Welke acties moeten eerst uitgevoerd worden in functie van uitvoerbaarheid, kostprijs en CO₂ reductiepotentieel?

Een instrument ontwikkelen om de uitvoering van de acties te meten, te evalueren en bij te sturen. De specificaties van dit instrument worden afgestemd op de rapporteringsvereisten in het kader van het Europees burgemeestersconvenant en de rapportering binnen het stadsbestuur.

HOOFDSTUK 2. PLAN VAN AANPAK

2.1. ANALYSE GEGEVENS- EN INFORMATIEBRONNEN

We analyseren de CO₂-nulmeting voor het stedelijk grondgebied Antwerpen en de stedelijke diensten.

- Kunnen we op basis van de CO₂-nulmeting het studiedomein (verder) afbakenen?
- Is er voldoende informatie aanwezig over de activiteiten die de CO₂-uitstoot veroorzaken en de gerelateerde emissiefactoren?
- Op welk schaalniveau is voornoemde informatie beschikbaar?
- ...

We analyseren het klimaatplan Antwerpen en bijhorende actietabel zodat we een beeld krijgen van de klimaatacties die gepland zijn op het stedelijk grondgebied Antwerpen en voor de stedelijke diensten.

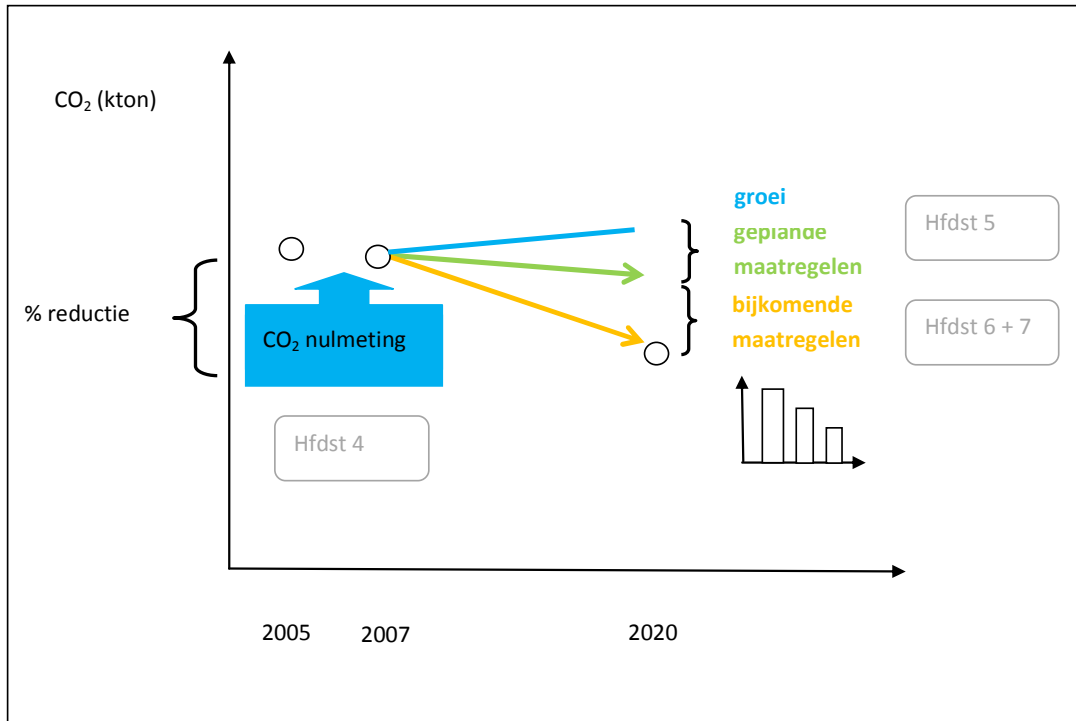
- Zijn de acties voldoende concreet geformuleerd zodat we een inschatting kunnen maken van effecten op CO₂?
- Is het mogelijk om de acties te koppelen aan de emissiebronnen/actoren uit de CO₂-nulmeting?
- Voor welke acties werd er reeds een inschatting gemaakt van effecten (en kosten)?
- ...

We leggen ook de link naar andere beleidsdomeinen en kijken of er in andere plannen/nota's acties zijn opgenomen met een impact op de CO₂-uitstoot (bv. beleidsnota duurzame stad, energienota).

2.2. AFBAKENING STUDIEDOMEIN

We bakenen samen met de opdrachtgever het studiedomein af. We leggen de geografische afbakening van het stedelijk grondgebied Antwerpen vast. We definiëren en concretiseren begrippen zoals emissiebronnen, pollutanten en milieuthema's. We selecteren het referentiejaar en zichtjaar.

2.3. STAPSGEWIJZE AANPAK



Figuur 1: Grafische voorstelling stapsgewijze aanpak

2.3.1. CO₂ NULMETING: ANALYSE EN VERIFICATIE

De analyse en verificatie van de CO₂-nulmeting is cruciaal om de toekomstige CO₂-emissies te kunnen inschatten en de vooropgestelde CO₂-reductiedoelstelling te kunnen vertalen naar een maximaal CO₂-plafond.

Uitgangspunt is de nulmeting die werd opgemaakt in het kader van het Klimaatplan Antwerpen. We analyseren de achterliggende basisgegevens waarmee de berekeningen werden uitgevoerd en passen indien nodig en relevant de berekeningen en/of gegevens aan.

2.3.2. REFERENTIESCENARIO: AUTONOME EVOLUTIE EN IMPACT BESLIST BELEID

Voor een inschatting van het bijkomend CO₂-reductiepotentieel wordt (per bron) uitgegaan van een referentiescenario. Hierbij houden we rekening met de autonome evolutie van de CO₂-uitstoot en impact van beslist Vlaams (federaal) beleid ten opzichte van de CO₂-nulmeting. Ook de geplande maatregelen uit het Klimaatplan Antwerpen die reeds beslist werden, worden mee doorgerekend in het referentiescenario. Een analyse van deze maatregelen op basis van, bijvoorbeeld, hun kosteneffectiviteit is niet relevant, aangezien deze maatregelen geïmplementeerd zullen worden.

Aannames over evolutie van exogene parameters, zoals bijvoorbeeld bevolkingsgroei of economische groei, gaan zoveel mogelijk uit van specifieke gegevensbronnen. Daarnaast maken we

ook aannames over de impact van Vlaams beleid op basis van, bijvoorbeeld, de energie- en broeikasgasprognoses voor Vlaanderen.

We vergelijken de CO₂-emissies van het referentiescenario met de doelstellingen die vooropgesteld werden voor, respectievelijk, de stedelijke organisatie (50% x nulmeting 2005) en de totale stedelijke uitstoot (80% x nulmeting 2005). Indien de doelstellingen in 2020 niet bereikt worden, worden bijkomende maatregelen gedefinieerd.

2.3.3. SELECTIE EN DOORREKENING BIJKOMENDE MAATREGELLEN

→ **Identificeren en selecteren van bijkomende maatregelen**

Om een idee te krijgen van de bijkomende maatregelen en het bijkomend CO₂-reductiepotentieel op het stedelijk grondgebied Antwerpen wordt, per emissiebron, een overlegronde georganiseerd met experts van de stedelijke diensten en (indien relevant) experts van VITO. Bijkomende maatregelen worden geïnitieerd met open vizier om daarna de maatregelen te selecteren waarvoor wij een implementatie tegen 2020 realistisch achten.

→ **Doorrekenen impact en kosten van bijkomende maatregelen**

Indien voldoende informatie beschikbaar is, rekenen we voor de geselecteerde bijkomende maatregelen de impact op de CO₂-uitstoot in 2020 door en schatten we de totale jaarlijkse kostprijs van deze maatregelen in.

Voor een inschatting van het bijkomend CO₂-reductiepotentieel wordt (per sector) uitgegaan van het referentiescenario. We maken een aanname over de inzet van de maatregelen die we realistisch achten tegen 2020.

Voor de bepaling van de jaarlijkse kost gaan we uit van:

- kosten van maatregelen die de verschillende sectoren en stedelijke diensten moeten nemen om de CO₂-uitstoot te reduceren; geen reguleringskosten (bv. kosten beleidsvoorbereiding en –handhaving) want deze kosten dragen niet rechtstreeks bij tot CO₂-reductie.
- directe kosten: investeringskost, operationele kost en besparing (bv. door besparing op brandstof- en/of elektriciteitsverbruik).
- maatschappelijk perspectief: wat zich weerspiegelt in de berekening van de (kapitaal)kost; er wordt ondermeer abstractie gemaakt van subsidies en belastingen en uitgegaan van een discontovoet van 4%.

We gaan uit van een discontovoet van 4% omdat deze aanname ook gemaakt werd bij de opmaak van de Vlaamse energie- en broeikasgasprognoses in april 2011 (VITO i.o.v. LNE). Zoals eerder aangegeven, zullen we voor bepaalde sectoren van deze prognoses uitgaan om de impact van het Vlaams energie- en klimaatbeleid door te rekenen.

2.3.4. PRIORITEITENSTELLING GESELECTEERDE MAATREGELEN

→ **Vergelijken geselecteerde maatregelen op basis van kosten en effecten**

We vergelijken de geselecteerde maatregelen op basis van hun reductiepotentieel (ton CO₂ gereduceerd) en hun kosteneffectiviteit (euro per ton CO₂ gereduceerd). Voor de kwantificering van deze criteria gaan we uit van de resultaten van voorgaande projectstap. We geven aan indien er interacties zijn tussen maatregelen zodat kosten en/of effecten niet zomaar optelbaar zijn.

→ **Vergelijken geselecteerde maatregelen op basis van andere criteria**

We vergelijken de geselecteerde maatregelen in functie van hun uitvoerbaarheid. We geven aan, zij het eerder kwalitatief, of de maatregelen naast de impact op CO₂ ook een impact hebben op andere milieucompartimenten.

2.4. MONITORING TOOL

De monitoring tool wordt opgebouwd in Excel uitgaande van de gegevensbestanden en rekenbestanden die VITO opmaakt in het kader van de verschillende projectstappen.

De tool moet het mogelijk maken om voor een bepaald jaar de effectieve CO₂-uitstoot en het energieverbruik te evalueren, enerzijds, een indicatie te krijgen van de "kloof" ten opzichte van de CO₂-doelstelling in 2020 en, anderzijds, om een zicht te krijgen op de parameters die de uitstoot beïnvloeden (zoals bijvoorbeeld energieverbruik, samenstelling brandstofmix). De tool moet tevens de nodige informatie bevatten over de bijkomende maatregelen zodat de opdrachtgever een indicatie heeft van de kosten en effecten en prioriteiten kan stellen tussen maatregelen op basis van verschillende criteria zoals kosteneffectiviteit en uitvoerbaarheid.

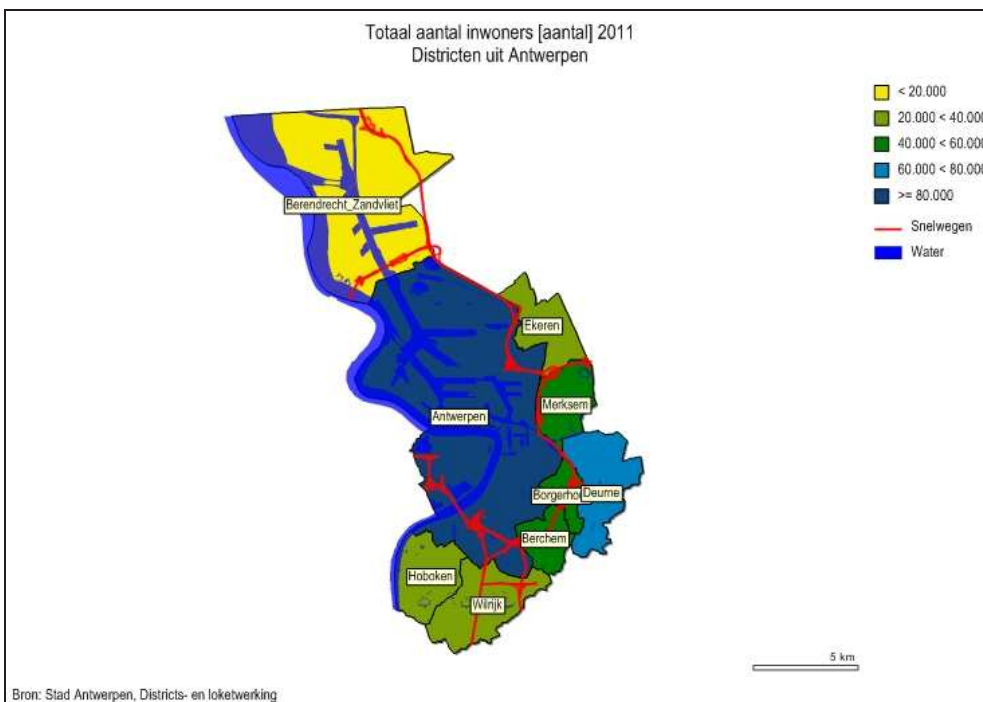
HOOFDSTUK 3. AFBAKENING STUDIEDOMEIN

3.1. STEDELIJK GRONDGEBIED

De afbakening van het stedelijk grondgebied Antwerpen, en zijn 9 districten, wordt geografisch weergegeven op onderstaande kaart. Voor elk district wordt op de kaart een indicatie gegeven van het aantal inwoners dd. 14/04/2011. De 9 districten op het stedelijk grondgebied zijn:

- Antwerpen
- Berchem
- Berendrecht/ Lillo/ Zandvliet
- Borgerhout
- Deurne
- Ekeren
- Hoboken
- Merksem
- Wilrijk

De postcodes van de gemeentes waarmee we het grondgebied hebben afgebakend, zijn: 2000, 2018, 2020, 2030, 2040, 2050, 2060, 2100, 2140, 2170, 2180, 2600, 2610, 2660.



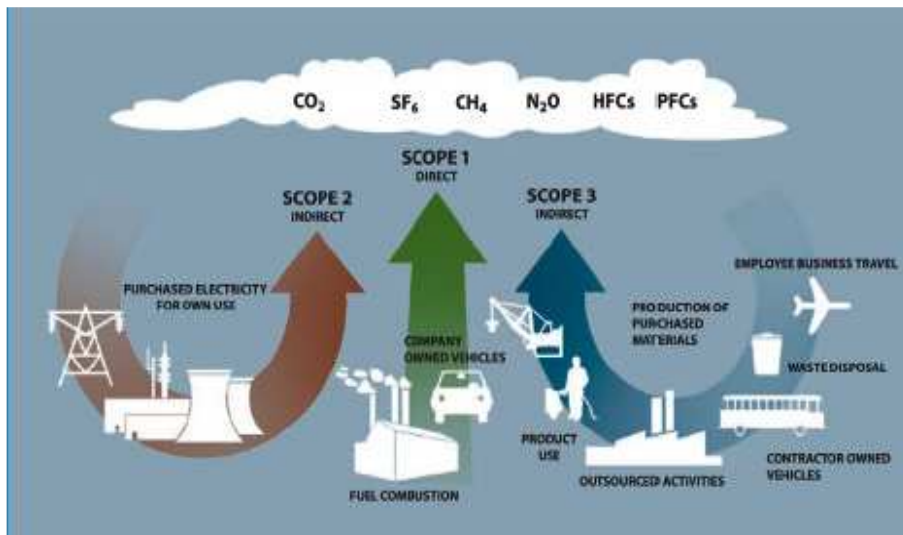
Figuur 2: Afbakening stedelijk grondgebied op niveau districten

Bron: <http://www.antwerpen.buurtmonitor.be/>

3.2. POLLUENTEN EN MILIEUTHEMA'S

We bekijken het effect van acties op de uitstoot van CO₂. Het gaat hier zowel om scope 1 als scope 2 emissies. Scope 3 emissies worden niet meegenomen binnen deze studieopdracht. In volgende figuur worden de drie scopes schematisch weergegeven:

- Scope 1: directe emissies uit bronnen die zich op het stedelijk grondgebied Antwerpen bevinden;
- Scope 2: indirecte emissies tengevolge van het gebruik van, bijvoorbeeld, elektriciteit binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen maar die buiten het stedelijk grondgebied geproduceerd wordt;
- Scope 3: indirecte emissies die het gevolg zijn van activiteiten binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen maar waarvan de emissies zich buiten het stedelijk grondgebied bevinden, bijvoorbeeld, verwerking van stedelijk afval.



Figuur 3: Scope 1, scope 2 en scope 3 emissies

Bron: <http://www.ghgprotocol.org/>

We bekijken niet alleen het effect van acties die primair gericht zijn op de reductie van CO₂ maar ook het effect van niet-klimaat acties op de uitstoot van CO₂ (bv. acties uit het geïntegreerd actieplan voor de verbetering van de luchtkwaliteit en de beheersing van geluidshinder in de stad Antwerpen).

De effecten van acties op andere broeikasgassen (CH₄, N₂O en F-gassen) of de bijdrage van acties tot het voorkomen van de negatieve effecten van klimaatverandering (adaptatie) worden niet in kaart gebracht. Dit wil zeggen dat, bijvoorbeeld, de uitstoot van lachgas als gevolg van de productie van caprolactam geen deel uitmaakt van het studiedomein van deze opdracht.

Acties die CO₂ capteren (CO₂ sinks) dragen niet bij tot de realisatie van de doelstellingen van Antwerpen en maken bijgevolg geen deel uit van deze studieopdracht.

3.3. EMISSIEBRONNEN

Binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen maken we een onderscheid tussen volgende bronnen van CO₂:

- industrie (niet-ETS),
- tertiaire sector,
- residentiële sector,
- mobiliteit en transport,
- lokale (of eigen) energieproductie.

Aangezien voor de stedelijke organisatie een afzonderlijke CO₂-reductiedoelstelling vooropgesteld wordt, worden de gebouwen/installaties van de stedelijke diensten (incl. het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen, OCMW/ Zorgbedrijf), de openbare verlichting, de havengebonden tuigen en de stedelijke vloot als aparte emissiebron bekeken.

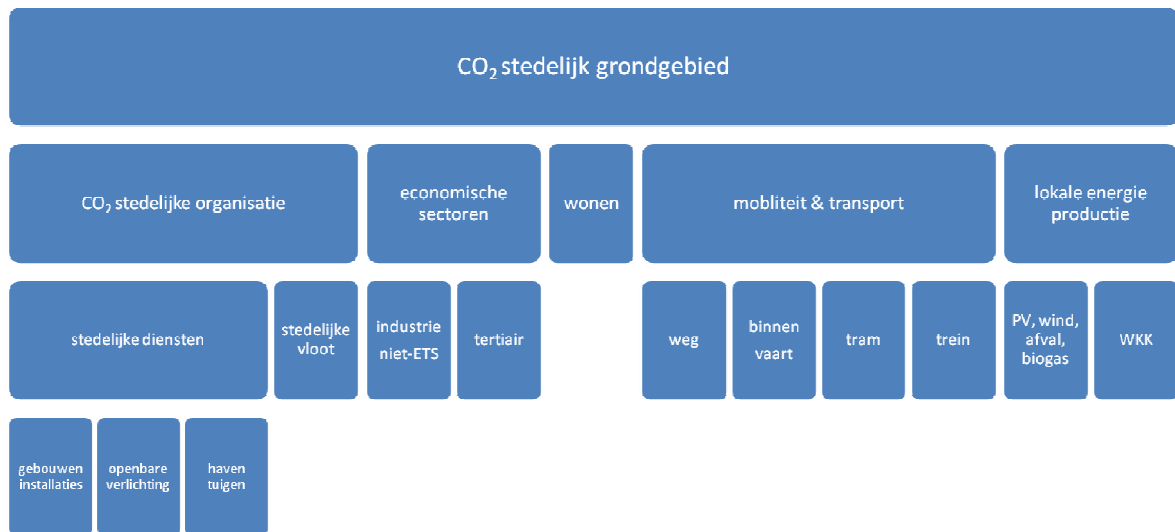
De industriële emissiebronnen die onder het systeem van CO₂-emissiehandel (ETS) vallen, behoren niet tot de scope van deze studie. Enkel de impact van acties op de CO₂-uitstoot van niet-ETS bedrijven wordt in kaart gebracht.

De uitstoot van goederenvervoer en personenwagens heeft in het klimaatplan enkel betrekking op de CO₂-emissies van het verkeer over de weg en het spoor. Binnen deze studieopdracht nemen we eveneens de CO₂-uitstoot mee van binnenvaart en de zeeschepen die zowel een binnenlandse vertrek- als eindbestemming hebben.

Het energieverbruik en de CO₂-emissies van de internationale zeevaart en luchtvaart worden noch in het klimaatplan, noch in het kader van deze studieopdracht meegenomen omdat de internationale bunkers ook geen deel uitmaken van de internationale rapporteringen van broeikasgasemissies aan de UNFCCC en de Europese Unie. Het verbruik van jetfuel wordt gerelateerd aan internationale vluchten; het verbruik van gasoline door de luchthaven van Deurne daarentegen kan beschouwd worden als binnenlands energieverbruik. Echter, de gerelateerde CO₂-uitstoot wordt niet meegenomen binnen deze studieopdracht aangezien deze uitstoot beperkt is, ca. 1 kton CO₂.

De CO₂-uitstoot van voornoemde bronnen zijn het gevolg van verbranding van fossiele brandstoffen of het gebruik van elektriciteit.

In volgende figuur wordt een schematisch overzicht gegeven van de verschillende emissiebronnen, met telkens ook een koppeling naar de verschillende sectoren uit de CO₂-nulmeting.



Figuur 4: Afbakening emissiebronnen stedelijk grondgebied en stedelijke diensten

3.4. TIJDSHORIZON: REFERENTIEJAAR EN ZICHTJAREN

Het referentiejaar voor doorrekening van het referentiescenario en de impact van geplande en bijkomende maatregelen is het meest recente jaar van de CO₂-nulmeting. Aangezien de CO₂-reductiedoelstelling voor het stedelijk grondgebied en de stedelijke organisatie wordt uitgedrukt ten opzichte van 2005, gaan we voor de bepaling van de maximale CO₂-uitstoot in 2020 uit van de CO₂-nulmeting voor 2005.

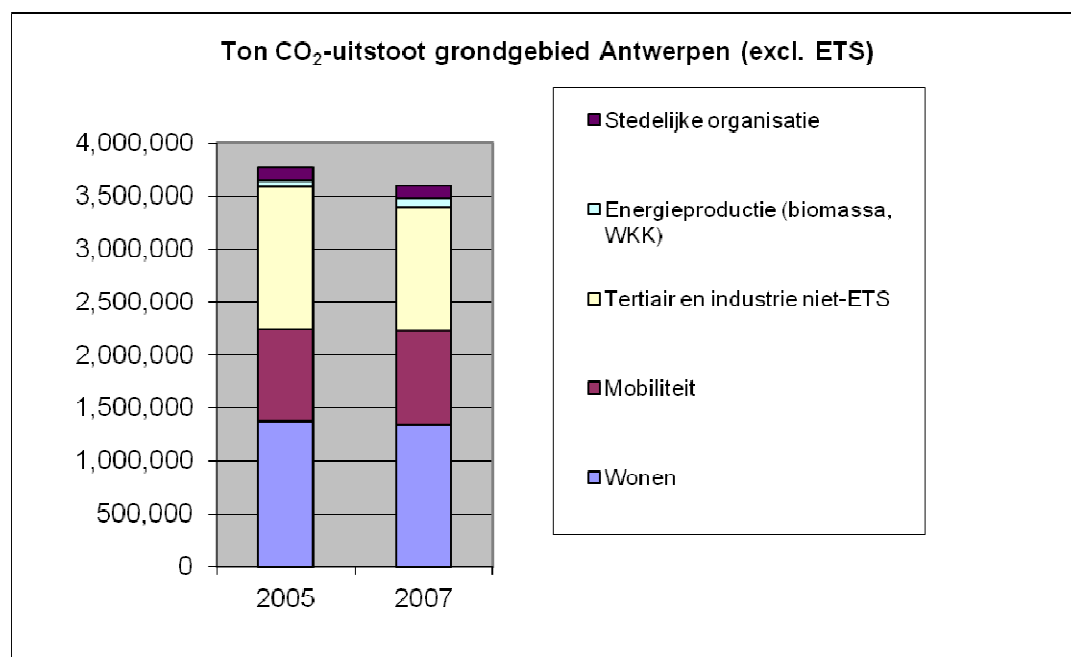
We rekenen voor het zichtjaar 2020 het referentiescenario en de impact van de geplande en bijkomende maatregelen door.

HOOFDSTUK 4. NULMETING EN DOELSTELLING

In hoofdstuk 2 analyseren we de CO₂-nulmeting die werd opgemaakt in het kader van het Klimaatplan Antwerpen. Indien deze analyse een aanpassing van de nulmeting vereiste, lichten we de relevantie en het resultaat van deze aanpassing toe. Uitgaande van de (gecorrigeerde) CO₂-uitstoot in 2005 vertalen we de vooropgestelde CO₂-reductiedoelstelling naar een maximaal CO₂-plafond.

4.1. CO₂-NULMETING KLIMAATPLAN ANTWERPEN

Volgens de nulmeting die werd opgemaakt in het kader van het Klimaatplan Antwerpen bedroeg in 2005 de totale CO₂-uitstoot op het stedelijk grondgebied Antwerpen **3.772 kton CO₂**. De stedelijke organisatie vertegenwoordigt een aandeel van ca. 3,2% of 120 kton CO₂. In 2007 bedroeg de CO₂-uitstoot, respectievelijk, **3.598 kton** en 118 kton (3,3%). Tussen 2005 en 2007 namen de emissies af met ca. 4,6%, voornamelijk in de economische sectoren (i.e. tertiaire sector en industrie (niet-ETS)). Volgende figuur geeft een overzicht van het aandeel van de verschillende emissiebronnen in de totale CO₂-uitstoot in 2005 en 2007.



Figuur 5: Totale CO₂-uitstoot per emissiebron (ton)

Bron: Klimaatplan Antwerpen (januari 2011)

4.2. AANPASSINGEN CO₂-NULMETING

4.2.1. EMISSIEFACTOREN

We gaan voor de verschillende *fossiele brandstoftypes* uit van dezelfde *emissiefactoren* als in de CO₂ nulmeting voor Antwerpen. We schatten de toekomstige uitstoot van CO₂ in op basis van het energieverbruik in kWh en de emissiefactoren van het Convenant of Mayors in ton CO₂ per kWh (European Union, 2010). Deze emissiefactoren zijn gebaseerd op de 2006 IPCC emissiefactoren. In volgende tabel wordt een overzicht gegeven van de verschillende emissiefactoren.

Tabel 1: Emissiefactoren fossiele brandstoffen

Brandstoftype	ton CO ₂ per kWh
aardgas	0,000202
zware stookolie	0,000279
gas- en dieselolie	0,000267
steenkool	0,000341
andere	0,000264
benzine	0,000249
LPG	0,000227
afval (niet-hernieuwbaar)	0,000395

Bron: European Union (2010)

Voor *hernieuwbare energiebronnen* zoals zon, wind en hydro maar ook hout, biogas RWZI en stortgas gaan we uit van een *emissiefactor* van 0 ton CO₂ per kWh. Voor *verbranding van afval* wordt voor de hernieuwbare fractie van het afval uitgegaan van een emissiefactor van 0 ton CO₂ per kWh. Voor de niet-hernieuwbare fractie gaan we uit van dezelfde emissiefactor als in de nulmeting of 0,000395 ton CO₂ per kWh. Tot 2008 wordt 41,075% van de totale afvalfractie als hernieuwbaar beschouwd (Jespers et al., februari 2011). Dit percentage werd bepaald aan de hand van sorteeranalyses van de huisvuilzak en de verbrandingswaarden van de verschillende fracties. Met ingang vanaf 1 juli 2009 werd de hernieuwbare fractie vastgelegd op 47,78% volgens het besluit van de Vlaamse Regering van 5 juni 2009 (Jespers et al., februari 2011).

Op die manier kunnen we de CO₂-impact van de elektriciteitsproductie op het stedelijk grondgebied ook correct vergelijken met deze van het gemiddeld Belgisch park (cf. paragraaf 4.2.7).

4.2.2. RESIDENTIËLE SECTOR

Voor 2005 behouden we het residentiële aardgas- en elektriciteitsverbruik dat gerapporteerd werd door de netbeheerders en gebruikt werd in de CO₂ nulmeting voor het Klimaatplan Antwerpen. Voor de andere brandstoffen (stookolie, elektriciteit, steenkool, hout en LPG) leiden we het verbruik af op basis van het aandeel dat deze brandstoffen vertegenwoordigden in het totaal energieverbruik in 2005. Hierbij houden we rekening met de specifieke eigenheden van het stedelijk grondgebied Antwerpen, zoals het grotere aandeel aardgas en het kleinere aandeel stookolie ten opzichte van Vlaanderen. Deze kenmerken leidden we af uit de algemene socio-economische enquête 2001 van het Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS), gecorrigeerd voor de brandstofomschakeling naar

aardgas, de sloop en nieuwbouw die plaatsvond in de periode 2000-2005. Voor laatstgenoemde correcties gaan we uit van de berekeningen in het kader van de Vlaamse Energie- en broeikasgasprognoses (VITO i.o.v. LNE, april 2011).

De algemene socio-economische enquête bevroeg de Belgische gezinnen naar eigenschappen van de woning, zoals woningleeftijd, woningtype en hoofdbrandstof voor verwarming. Volgende tabel vat de resultaten samen voor Vlaanderen en Antwerpen. We kunnen vaststellen dat het aandeel appartementen ouder dan 1970 voor Antwerpen hoger is t.o.v. Vlaanderen. Daarnaast ligt het aandeel aardgas in het totale energieverbruik in Antwerpen ook beduidend hoger in vergelijking met de rest van Vlaanderen (+23%). Dit heeft een positieve impact op de CO₂-emissies binnen Antwerpen, gezien de lage emissiefactor van aardgas ten opzichte van de andere brandstoffen zoals stookolie.

Tabel 2: Woningpark anno 2000: Antwerpen versus Vlaanderen

Woningtype	Woningleeftijd	Hoofdbrandstof	Vlaanderen	Antwerpen	Vershil
Appartement	>1970	Aardgas	5%	14%	8,66%
		Elektriciteit	2%	2%	0,31%
		Hout	0%	0%	0,04%
		LPG	0%	0%	0,04%
		Steenkool	0%	0%	0,06%
		Stookolie	1%	4%	2,47%
	≤1970	Aardgas	7%	26%	19,00%
		Elektriciteit	1%	2%	1,10%
		Hout	0%	0%	0,03%
		LPG	0%	0%	0,07%
		Steenkool	0%	0%	0,16%
		Stookolie	3%	10%	7,05%
Woning	>1970	Aardgas	12%	6%	-6,31%
		Elektriciteit	4%	1%	-3,03%
		Hout	0%	0%	-0,30%
		LPG	0%	0%	-0,17%
		Steenkool	0%	0%	-0,14%
		Stookolie	12%	1%	-10,99%
	≤1970	Aardgas	23%	25%	2,19%
		Elektriciteit	2%	1%	-0,54%
		Hout	1%	0%	-0,67%
		LPG	1%	0%	-0,86%
		Steenkool	2%	1%	-1,61%
		Stookolie	23%	6%	-16,53%

Op basis van: NIS (2001)

De samenstelling van het woningpark evolueert door de bouw van nieuwe woningen/appartementen en de sloop van bestaande woningen/appartementen. Gezien de beperkte sloop en geringe nieuwbouw in Antwerpen zijn deze wijzigingen echter beperkt (cf. <http://www.antwerpen.buurtmonitor.be/>). Onderstaande tabel geeft voor Antwerpen het aantal nieuwbouwappartementen en –eengezinswoningen weer voor de periode 2001-2009. Het aandeel appartementen bedraagt gemiddeld 60%.

Tabel 3. Nieuwbouw Antwerpen in de periode 2001-2009

Aantal wooneenheden	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aantal appartementen	1.305	1.391	1.907	2.102	2.078	2.263	2.215	1.816	964
Aantal woningen	1.687	1.010	979	1.164	1.286	1.449	1.171	1.160	632

Bron: NIS (2009)

Het aandeel van de andere brandstoftypes in het totale brandstofverbruik van 2005 en 2007 herzien we op basis van de verdeling in volgende tabel. We kennen het stookolieverbruik toe aan gas- en dieselolie. In de nulmeting voor het Klimaatplan werd dit verbruik toegekend aan zware stookolie. Echter, in Energiebalans Vlaanderen 1990 – 2008 (Aernouts et al., juli 2010) zien we voor de residentiële sector geen verbruik van zware stookolie in 2005 en 2007. We geven in de tabel eveneens een overzicht van het verbruik per brandstoftype voor 2005 en 2007 (in kWh), uitgedrukt voor 2.415 graaddagen (16,5/16,5).

Tabel 4: Aandeel en kWh per brandstoftype voor residentiële sector 2005 en 2007 (% en kWh)

Brandstoftype	2005		2007	
	%	kWh	%	kWh
Aardgas	73%	2.937.593.823	74%	2.866.229.258
Stookolie	25%	990.864.567	25%	956.899.531
LPG	0,3%	13.472.458	0,3%	11.542.875
Hout	1%	26.681.709	1%	29.455.562
Steenkool	1%	32.934.420	1%	29.090.496
TOTAAL	100%	4.001.546.976	100%	3.893.217.721

Zoals eerder aangegeven, behouden we het totaal elektriciteitsverbruik uit de nulmeting van Antwerpen voor 2005. We kennen ca. 4% van dit verbruik toe aan verwarming. Dit percentage is gebaseerd op de resultaten van de Vlaamse Energie- en broeikasgasprognoses (VITO i.o.v. LNE, april 2011). Het resterend verbruik van elektriciteit is gerelateerd aan het gebruik van elektrische toestellen en verlichting.

Tabel 5: Onderscheid elektriciteitsverbruik verwarming, elektrische toestellen en verlichting

Verbruik elektriciteit	kWh
Nulmeting Antwerpen 2005	849.822.977
Verbruik verwarming 2005 (2.415 graaddagen)	169.721.806
Verbruik verwarming 2005 (werkelijke graaddagen 2005)	156.931.177
Verbruik toestellen 2005	692.891.800

4.2.3. TERTIAIRE SECTOR

In de nulmeting voor het Klimaatplan Antwerpen werd voor de verdeling van het elektriciteitsverbruik van de tertiaire sector over de verschillende subsectoren telkens uitgegaan van de verdeling in de Energiebalans Vlaanderen voor het jaar 2004. Voor de verdeling van de

brandstofverbruiken werd, ongeacht het brandstoftype, uitgegaan van de verdeling uit de Discussienota Tertiaire sector. Deze nota werd opgemaakt in het kader van de studie “Energie en broeikasgasscenario’s voor het Vlaamse gewest – verkenning beleidsscenario’s tot 2030” (Duerinck et al., april 2007).

We stemmen de verdeling van de energieverbruiken over de verschillende subsectoren af op de overeenkomstige verdeling in de Energiebalans Vlaanderen en dit zowel voor het elektriciteitsverbruik als voor het brandstofverbruik. Voor de nulmeting van 2005 gaan we uit van de verdeling in de Energiebalans voor 2005 (Aernouts et al., juli 2010); voor de CO₂-uitstoot in 2007 gaan we uit van de verdeling in de Energiebalans voor 2007 (Aernouts et al., juli 2010). Wat het brandstofverbruik betreft, maken we een onderscheid tussen aardgas, gas- en dieselolie en LPG (andere brandstoffen in nulmeting Antwerpen). Deze aanpassingen hebben geen impact op het totale energieverbruik van de tertiaire sector.

Tabel 6: Procentuele verdeling energieverbruik tertiaire sector over subsectoren

Subsectoren	Energiebalans 2005	Energiebalans 2007
Elektriciteit		
Horeca	9%	8%
Ziekenhuizen	6%	7%
Onderwijs	6%	5%
Kantoren en administraties	37%	37%
Handel	34%	33%
Andere gemeenschaps-, sociale en persoonlijke dienstverlening	9%	10%
Aardgas		
Horeca	9%	8%
Ziekenhuizen	12%	14%
Onderwijs	15%	19%
Kantoren en administraties	31%	28%
Handel	24%	24%
Andere gemeenschaps-, sociale en persoonlijke dienstverlening	9%	7%
Gas- en dieselolie		
Horeca	19%	11%
Ziekenhuizen	5%	8%
Onderwijs	14%	12%
Kantoren en administraties	29%	29%
Handel	25%	29%
Andere gemeenschaps-, sociale en persoonlijke dienstverlening	8%	13%
LPG		
Horeca	75%	17%
Ziekenhuizen	0%	33%
Onderwijs	0%	0%
Kantoren en administraties	25%	50%
Handel	0%	0%
Andere gemeenschaps-, sociale en persoonlijke dienstverlening	0%	0%

Bron: Nulmeting Antwerpen en Aernouts et al. (juli 2010)

We kennen het stookolieverbruik toe aan gas- en dieselolie in plaats van zware stookolie. In de nulmeting voor het Klimaatplan werd dit verbruik toegekend aan zware stookolie. Echter, in Energiebalans Vlaanderen 1990 – 2008 (Aernouts et al., juli 2010) zien we in 2005 en 2007 een heel beperkt verbruik van zware stookolie voor de tertiaire sector. Van de petroleumproducten

vertegenwoordigen gas- en dieselolie het grootste aandeel, namelijk ca. 94% in 2005 en ca. 92% in 2007 (Aernouts et al., juli 2010).

Het verbruik van “andere brandstoffen” kennen we toe aan vloeibaar gas of LPG en corrigeren we voor de dubbeltelling van het houtverbruik.

4.2.4. INDUSTRIE NIET-ETS

In de CO₂-nulmeting voor het Klimaatplan Antwerpen werd voor de niet-ETS bedrijven uitgegaan van de collectieve bijschatting van de Vlaamse Milieumaatschappij. Echter, niet alle sectoren uit deze bijschatting zijn aanwezig of even relevant (naar energieverbruik) op het stedelijk grondgebied Antwerpen. Bovendien wordt het aandeel van de verschillende brandstoftypes in het totale energieverbruik op Rechteroever gestuurd door een concentratie van raffinaderijen en scheikundige nijverheid.

Op basis van de Energiebalans Vlaanderen schatten we de energieverbruiken en de gerelateerde CO₂-emissies in voor de niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen. Aan de hand van de postcode halen we uit de Energiebalans Vlaanderen enkel die bedrijven die gelegen zijn binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen (cf. paragraaf 3.1). We maken een onderscheid tussen ETS en niet-ETS bedrijven op basis van de lijst van ETS-bedrijven die raadpleegbaar is via: <http://www.lne.be/themas/klimaatverandering/co2-emissiehandel/vaste-installaties/cijfers>.

We willen bemerken dat in principe nog een bijschatting ontbreekt van de energieverbruiken van de bedrijven die niet op individueel niveau zijn opgenomen in de Energiebalans Vlaanderen. Dergelijke bijschatting vindt ook plaats bij opmaak van de Energiebalans voor Vlaanderen maar is beperkt (ca. 1,7% bijschatting voor industrie in 2008) (Aernouts et al., juli 2010). Het gaat om ongeveer de helft van het aantal bedrijven dat door de federaties is doorgegeven om aan te schrijven in het kader van Energiebalans Vlaanderen en die volgens postcode gelegen zijn in het stedelijk grondgebied Antwerpen. Ervaring bij de opmaak van de Energiebalans Vlaanderen, leert ons dat de bedrijven die rapporteren in het kader van de Energiebalans Vlaanderen ook de belangrijkste energieverbruikers zijn.

In onze herberekening van de nulmeting gaan we enkel uit van de energieverbruiken voor 2007. Gegeven de korte tijdsperiode waarover het gaat (2 jaar), beschouwen we de inschatting voor 2007 representatief voor 2005. Ook in de Energiebalans Vlaanderen zien we voor de sector industrie (ETS en niet-ETS) een beperkte verandering in totaal energieverbruik tussen 2005 en 2007 (-4%) en dan nog vooral in de ijzer en staal nijverheid (-13%). Laatstgenoemde sector maakt geen deel uit van onze herberekening.

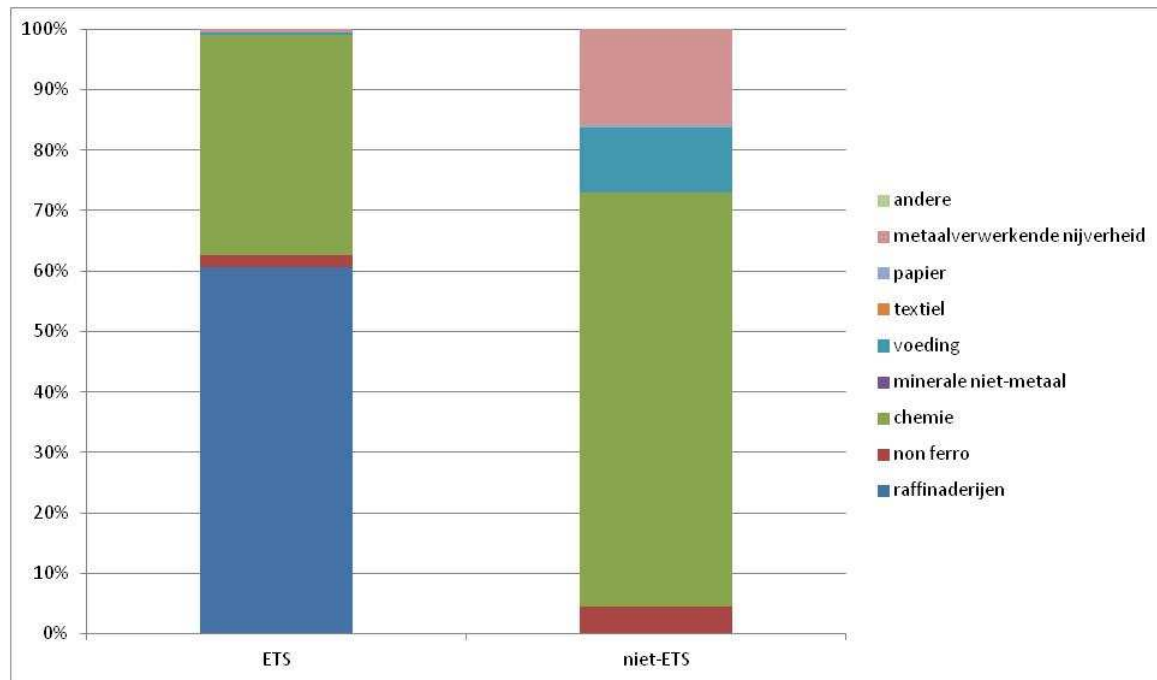
Tabel 7: Energieverbruik per brandstoftype voor de ETS en niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen (in PJ en %, 2007= 2005)

PJ	Cokes	Raff. gas	LPG	Gas-en dieselolie	Zware stookolie	Petroleum cokes	Aard- en mijngas	Andere	Hernieuwbare	Elektriciteit
ETS	1	41	0,0001	0,1	12	13	19	27	0	16
%	1	32	0,0001	0,1	10	10	14	21	0	12
niet-ETS	0	0	0,01	0,05	0,03	0	2	0	0	7
%	0	0	0,1	0,5	0,3	0	23	0	0	76

Op basis van: Aernouts et al. (juli 2010)

In 2007 bedroeg het totale energieverbruik voor de ETS en niet-ETS bedrijven ca. 138 TJ. De ETS-bedrijven vertegenwoordigden een aandeel van 93% in het totale industriële energieverbruik of ca. 128 TJ. In het totale energieverbruik van de ETS-bedrijven vertegenwoordigden raffinaderijgas en recuperatiebrandstoffen het belangrijkste aandeel, respectievelijk 32% en 21%. Voor de niet-ETS bedrijven vertegenwoordigden aardgas en elektriciteit het belangrijkste aandeel in het totale energieverbruik (ca. 10 TJ), respectievelijk, 23% en 76%.

Wat de verdeling over de verschillende subsectoren betreft, vertegenwoordigden de raffinaderijen en de scheikundige nijverheid het grootste aandeel in het totale energieverbruik van de ETS-bedrijven, respectievelijk 61% en 36%. De scheikundige nijverheid en de metaalverwerkende nijverheid vertegenwoordigden het grootste aandeel in het totale energieverbruik van de niet-ETS bedrijven, respectievelijk 69% en 16%.



Figuur 6: Verdeling energieverbruik over de verschillende subsectoren voor de ETS en niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen(% , 2007= 2005)

Op basis van: Aernouts et al. (juli 2010)

Op basis van het energieverbruik in 2007 (in kWh) van de niet-ETS-bedrijven en een emissiefactor (in kton CO₂ per kWh) kunnen we een inschatting maken van de CO₂-uitstoot van deze bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen. Wegens betrouwbaarheid van gegevens worden de resultaten enkel op een geaggregeerd niveau gerapporteerd.

Tabel 8: Energieverbruik per brandstoftype voor de niet-ETS bedrijven (in GWh en %, 2007)

Brandstoftype	Cokes	Raff. gas	LPG	Gas-en dieselolie	Zware stookolie	Petroleum cokes	Aard- en mijn gas	Andere	Hernieuwbare	Elektriciteit	Totaal
GWh	0	0	2	13	8	0	638	0		2.066	2.727
%			0,1%	0,5%	0,3%		23%			76%	100%

Omdat de emissiefactor van elektriciteit afhankelijk is van de samenstelling van het gemiddeld Belgisch park, respectievelijk 303 gram CO₂ per kWh en 273 gram CO₂ per kWh, is de CO₂-uitstoot verschillend voor de jaren 2005 en 2007. Voor de categorie “andere brandstoffen” gaan we uit van dezelfde CO₂-emissiefactor als in de studie “Opmaak van een carbon footprint en CO₂eq inventaris

voor het Havenbedrijf en de haven van Antwerpen” (Devlieger et al., mei 2011), namelijk 49 kton CO₂ per PJ.

Tabel 9: CO₂-emissies per brandstoftype industrie niet-ETS (in kton, 2005 en 2007)

kton CO ₂	Cokes	Raff. gas	LPG	Gas-en dieselolie	Zware stookolie	Petroleumcokes	Aard- en mijngas	Andere brandstof	Hernieuwbare	Elektriciteit	Totaal
2005	0	0	0,37	3	2	0	129	0	0	612	747
2007	0	0	0,37	3	2	0	129	0	0	546	681

In 2005 bedroeg de CO₂-uitstoot van industrie niet-ETS op het stedelijk grondgebied Antwerpen ca. 747 kton en in 2007 ca. 681 kton. Het elektriciteitsverbruik vertegenwoordigde een belangrijk aandeel in deze uitstoot, namelijk 82% in 2005 en 80% in 2007.

Naast de energiegerelateerde CO₂-emissies zijn er nog procesgerelateerde CO₂-emissies. Het gaat hier over emissiebronnen binnen de scheikundige nijverheid (bv. ammoniakproductie). In de studie "Opmaak van een carbon footprint en CO₂eq inventaris voor het Havenbedrijf en de haven van Antwerpen" (Devlieger et al., mei 2011) wordt aangegeven dat ongeveer 95% van de procesgerelateerde CO₂-emissies in Vlaanderen afkomstig is van het havengebied (rechteroever) of ca. 1.307 kton CO₂ in 2008. Omdat het hier gaat om ETS-bedrijven maken deze CO₂-emissiebronnen geen deel uit van deze studie opdracht.

4.2.5. MOBILITEIT EN TRANSPORT

De CO₂-nulmeting van de sector mobiliteit en transport, zoals die werd opgemaakt in het kader van het Klimaatplan Antwerpen, werd behouden. Het betreft de CO₂-emissies van zowel het vrachtverkeer als het personenverkeer op het stedelijk grondgebied Antwerpen, inclusief de stedelijke vloot. De nulmeting houdt rekening met verkeer over de weg, per spoor en via binnenvaart.

Een andere manier van transport is ondergronds transport via pijpleidingen. De RAPL pijpleiding wordt uitgebaat door een Nederlands bedrijf en vervoert ondergronds aardolie van Rotterdam naar de Antwerpse raffinaderijen. Jaarlijks wordt ongeveer 30 miljoen ton fluïdum verpompt van Rotterdam naar Antwerpen. De RAPL pijpleiding is ongeveer 100 km lang, waarvan een 10-tal kilometer onder het Antwerps havengebied ligt. Uit een gezamenlijke communicatie door Essencia en FETRAPI blijkt dat het energieverbruik van transport per pijpleiding per tonkilometer ca. 20 tot 25% van dat van het wegverkeer bedraagt (Essencia, 2010). De pompinstallaties om de pijpleidingen uit te baten werken op elektriciteit. Ook voor het transport van aardgas wordt gebruik gemaakt van pijpleidingen en stations voor (de)compressie van aardgas. Het is niet duidelijk of, en zo ja, op welke manier de nulmeting rekening houdt met de CO₂-uitstoot gerelateerd aan het energieverbruik van de pompinstallaties en (de)compressiestations.

4.2.6. LOKALE ENERGIEPRODUCTIE (NIET-ETS)

In de nulmeting voor het Klimaatplan Antwerpen werd voor de berekening van de energieproductie van PV en zonneboilers uitgegaan van de bijkomende vermogens, in plaats van het totaal

geïnstalleerd vermogen per jaar. We passen deze berekening aan op basis van de cumulatieve vermogens. Naar analogie met de nulmeting, gaan we voor PV uit van 850 draaiuren per jaar en voor zonneboilers van 536,6 draaiuren per jaar.

Tabel 10: Energieproductie PV en zonneboilers (2003 – 2009)

Technologie	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
PV (kWhe)	0	0	0	0	4.176	382.296	3.273.051
Zonneboilers (kWhq)	6.439	8.650	29.041	87.530	197.147	335.590	464.701

Op basis van: Nulmeting Antwerpen

In de nulmeting werd de lokale energieproductie (niet-ETS) in kWhe en kWhq, in plaats van het brandstofverbruik, vermenigvuldigd met de emissiefactor per brandstoftype. Door het lage rendement van de betreffende installaties, is er een onderschatting van de CO₂-emissies. In volgende tabel geven we voor 2005 en 2007 een overzicht van de energieproductie op het stedelijk grondgebied en het gerelateerde brandstofverbruik.

Tabel 11: Lokale energieproductie (niet-ETS) en gerelateerde brandstofverbruik

	Energieproductie		Brandstofverbruik
	kWhe	kWhq	kWh
2005			
wind	8.722.812	-	-
water	0	-	-
zon	0	29.041	-
afval	103.733.270	44.763.611	795.803.589
stortgas	6.478.000	-	19.630.460
biogas RWZI	568.848	-	24.970.200
WKK	0	0	0
TOTAAL	119.502.930	44.792.652	840.404.248
2007			
wind	10.001.902	-	-
water	0	-	-
zon	4.176	197.147	-
afval	112.946.671	41.872.778	830.878.869
stortgas	9.209.000	-	26.311.599
biogas RWZI	505.984	9.916.389	27.732.166
WKK	19.234.908	32.840.038	50.886.000
TOTAAL	151.902.641	84.826.352	935.808.635

Op basis van het brandstofverbruik (in kWh) en een emissiefactor (in kton CO₂ per kWh) schatten we de CO₂-uitstoot in van de (niet-ETS) energieproductie op het stedelijk grondgebied Antwerpen. Belangrijk om hierbij op te merken is dat de energieproductie of het brandstofverbruik van WKK-installaties (bv. BASF, Lanxess, Total) of installaties met hernieuwbare energieproductie (bv. windturbines site BASF) die deel uitmaken van een ETS-bedrijf niet worden meegenomen in de nulmeting. Dit wil ook zeggen dat het energieverbruik en de energieproductie van Zandvliet Power (STEG), geen deel uitmaakt van de nulmeting.

Er zijn enkel CO₂-emissies gerelateerd aan het verbruik van aardgas door de WKK-motoren en de verbranding van de niet-hernieuwbare afvalfractie. In 2005 bedraagt de CO₂-uitstoot ca. 253 kton en in 2007 ca. 273 kton.

4.2.7. SCOPE 1 EN SCOPE 2

We maken het onderscheid tussen scope 1 en scope 2 CO₂emissies expliciet.

Scope 1: de CO₂-uitstoot als gevolg van het brandstofverbruik op het stedelijk grondgebied berekenen we door het verbruik te vermenigvuldigen met een emissiefactor per brandstoftype. Deze uitstoot kennen we toe aan de sector waar het verbruik plaatsvindt. Dit wil zeggen dat er ook CO₂-emissies gerelateerd zijn aan de (niet-hernieuwbare) energieproductie die plaatsvindt op het eigen grondgebied, bijvoorbeeld, WKK-motoren op aardgas.

Scope 2: de CO₂-uitstoot als gevolg van het elektriciteitsverbruik berekenen we door dit verbruik eerst te verminderen met de lokale elektriciteitsproductie. Het resterend verbruik vermenigvuldigen we vervolgens met de emissiefactor van het gemiddeld Belgisch productiepark (cf. Tabel 12). De resulterende CO₂-uitstoot kennen we toe aan de sectoren die de elektriciteit verbruiken.

In de nulmeting, die in het kader van het Klimaatplan Antwerpen werd opgemaakt, werd voor het elektriciteitsverbruik uitgegaan van een emissiefactor aangeleverd door Electrabel of de energieleverancier van de stad. Echter, andere sectoren en particulieren kunnen ook bij andere energieleveranciers een contract afgesloten hebben. We leiden een *emissiefactor* voor het Belgisch productiepark af op basis van:

- de Belgische elektriciteitsproductie, zoals gerapporteerd in de statistieken van het EIA (<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>),
- de CO₂-emissies, zoals gerapporteerd in het National Inventory Report (NIR) onder het UNFCCC (http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/5888.php).

De emissiefactor van het gemiddeld Belgisch productiepark varieert jaarlijks aangezien ook de productie en uitstoot jaarlijks varieert.

Tabel 12: Emissiefactor gemiddeld Belgisch elektriciteitspark in 2005 en 2007

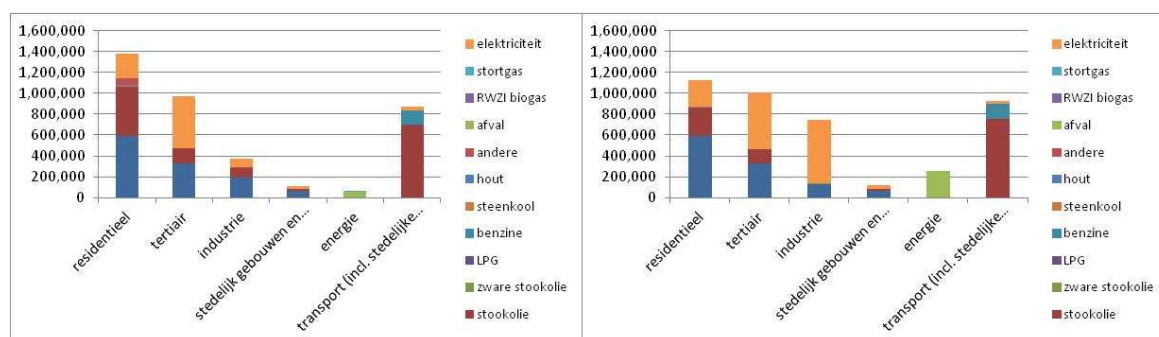
Afleiding emissiefactor	2005	2007
TWh	80	82
Gg	24.396	22.430
Gg per TWh	0,303	0,273
ton CO ₂ per kWh	0,000303	0,000273

Op basis van: Nulmeting Antwerpen, IEA (oktober 2011) en UNFCCC (oktober 2011)

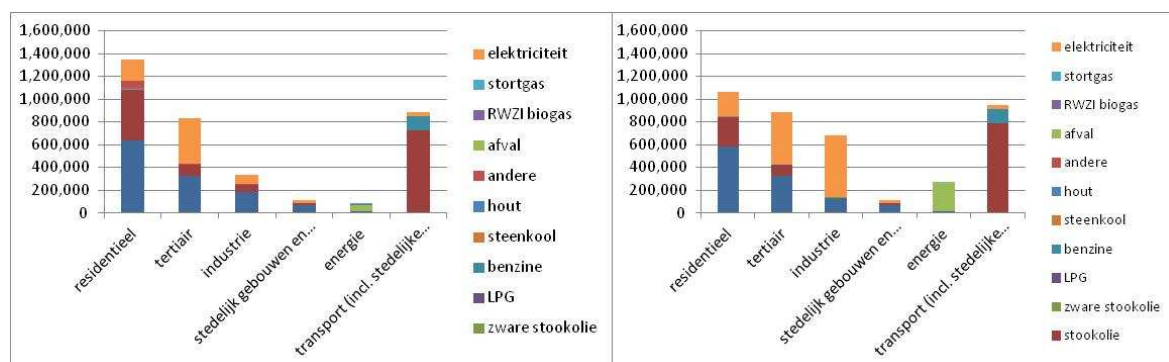
4.3. GECORRIGEERDE NULMETING 2005 EN 2007

In volgende figuren wordt, respectievelijk voor 2005 en 2007, een overzicht gegeven van de CO₂-uitstoot per sector en brandstoftype, vóór en ná voornoemde aanpassingen. We zien een noemenswaardig verschil voor de uitstoot van de industrie (ca. x2) en de lokale energieproductie op het stedelijk grondgebied (ca. x4). De totale CO₂-uitstoot is na de herberekening met ca. 11% toegenomen in 2005 en met ca. 10% in 2007.

Op basis van onze herberekeningen, kunnen we stellen dat de **totale CO₂-uitstoot op het stedelijk grondgebied ca. 4.178 kton** bedroeg **in 2005 en ca. 3.965 kton in 2007**. De **CO₂-uitstoot van de stedelijke organisatie**, i.e. gebouwen, installaties, openbare verlichting, tuigen én vloot, bedroeg **ca. 122 kton in 2005 en ca. 121 kton in 2007**. De totale CO₂-uitstoot is de som van de scope 1 én scope 2 uitstoot.

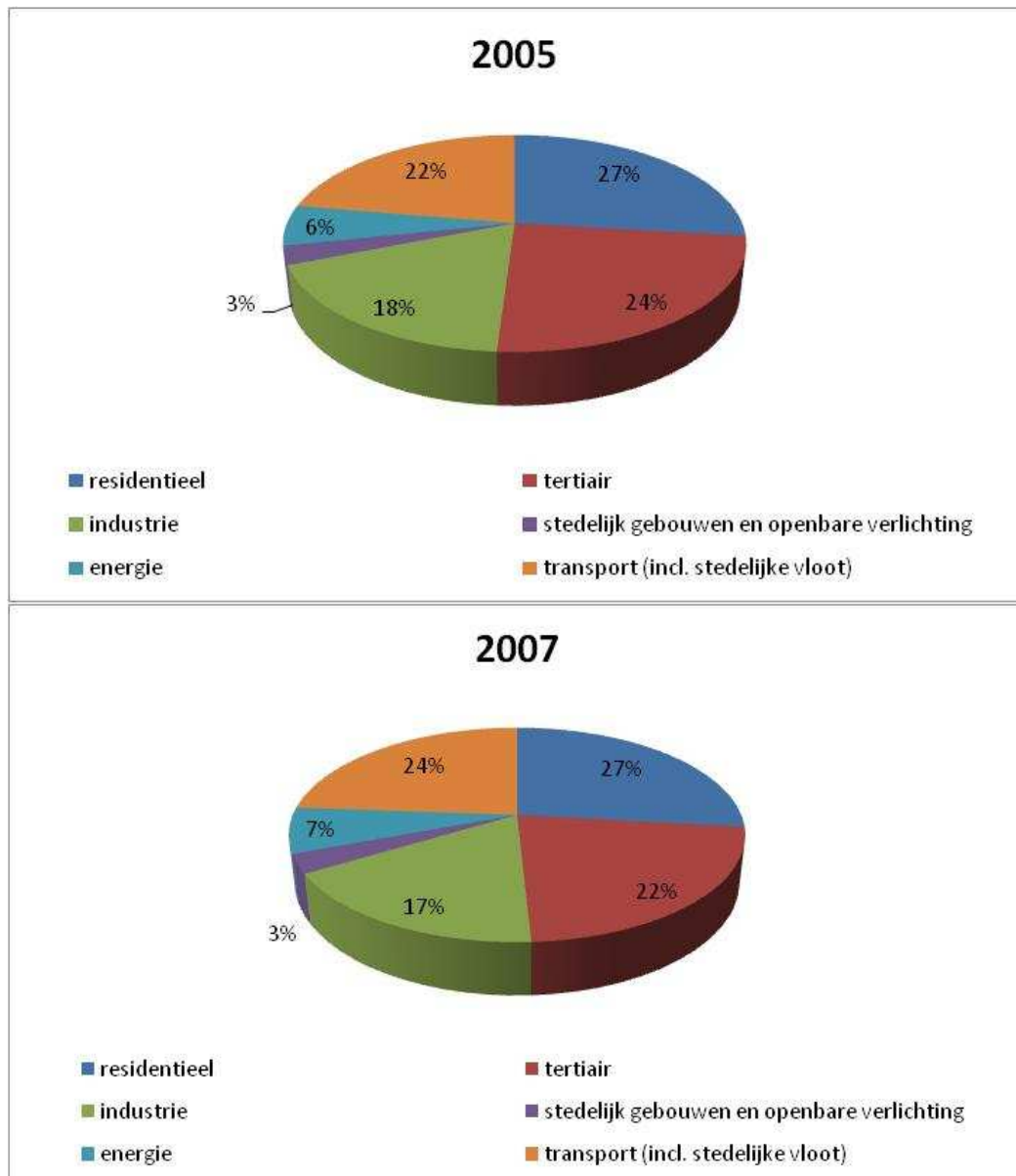


Figuur 7: Vergelijking CO₂-uitstoot per sector en per brandstoftype voor en na aanpassingen (2005)



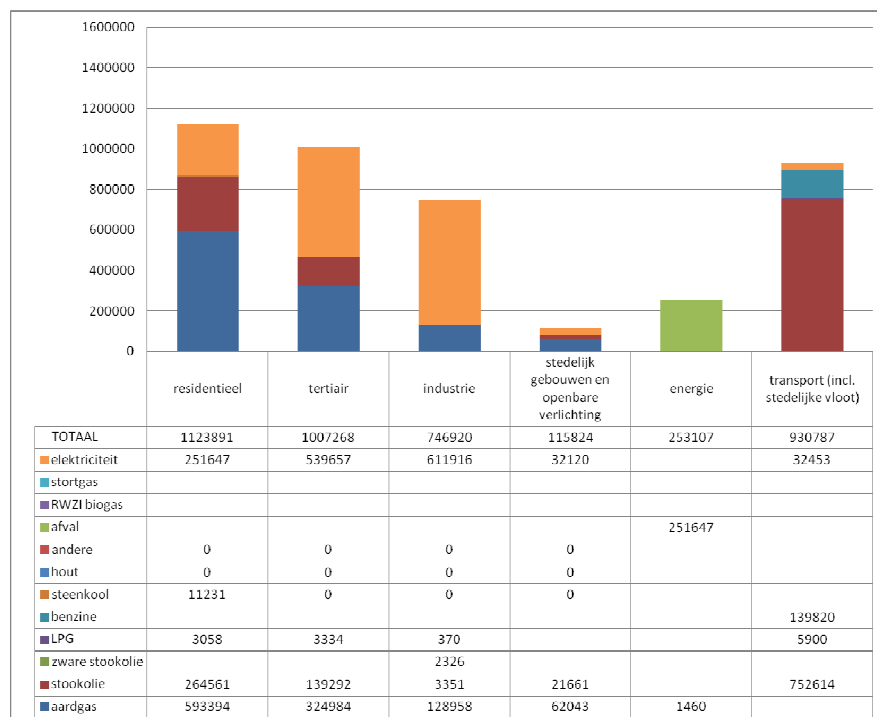
Figuur 8: Vergelijking CO₂-uitstoot per sector en per brandstoftype voor en na aanpassingen (2007)

In volgende figuren geven we het aandeel van de verschillende sectoren in de totale CO₂-uitstoot. Hierbij willen we opmerken dat het aandeel van de stedelijke vloot niet afzonderlijk wordt weergegeven. De CO₂-uitstoot van deze vloot zit immers verrekend in de CO₂-uitstoot van de sector transport. Zowel in 2005 als in 2007 vertegenwoordigde de residentiële sector het grootste aandeel in de totale uitstoot, namelijk ca. 27%.

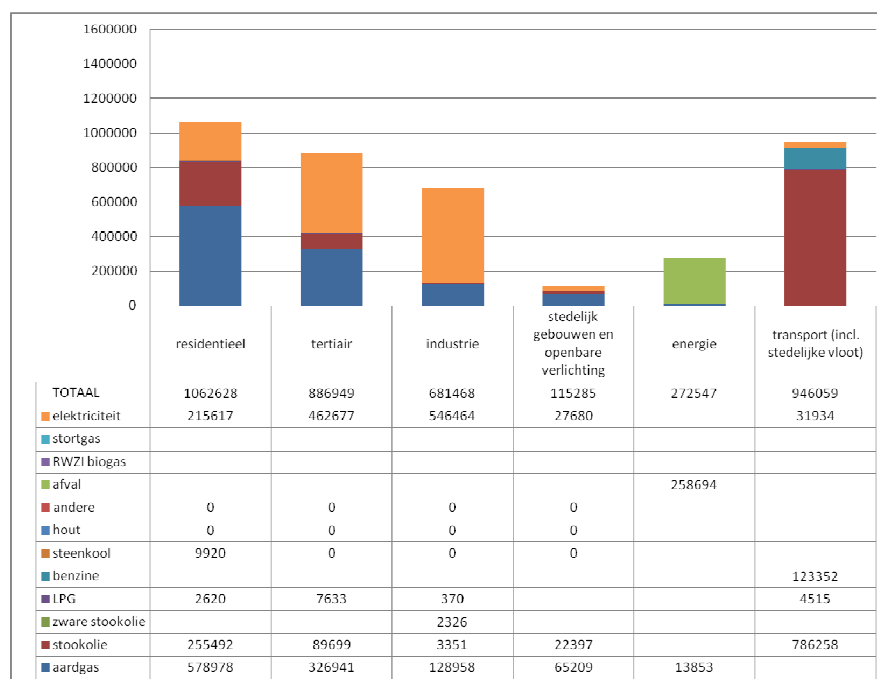


Figuur 9: Aandeel sectoren in totale CO₂-uitstoot stedelijk grondgebied in 2005 en 2007 (%)

In volgende figuren geven we voor, respectievelijk, 2005 en 2007 een meer gedetailleerd overzicht van de CO₂-uitstoot per sector en energiedrager. Het aandeel van de scope 2 emissies (cf. elektriciteit) bedraagt ca. 35% in 2005 en ca. 32% in 2007.



Figuur 10: CO₂-uitstoot per sector en energiedrager in 2005 (in ton)



Figuur 11: CO₂-uitstoot per sector en energiedrager in 2007 (in ton)

4.4. MAXIMALE CO₂-UITSTOOT

Gegeven de CO₂-nulmeting voor 2005 en de CO₂-reductiedoelstelling die vooropgesteld wordt voor 2020, mag de **uitstoot in 2020** nog **maximum 3.342 kton CO₂** zijn op het **stedelijk grondgebied** Antwerpen (-20% ten opzichte van 2005). De CO₂-emissies van de binnenvaart werden opgenomen in de berekening van het plafond, i.e. 63 kton CO₂ of 2% van de totale CO₂ uitstoot op het stedelijk grondgebied in 2005.

Gegeven de CO₂-nulmeting voor 2005 en de CO₂-reductiedoelstelling die vooropgesteld wordt voor 2020, mag de **uitstoot in 2020** nog **maximum 61 kton CO₂** zijn voor de **stedelijke organisatie** (-50% ten opzichte van 2005).

HOOFDSTUK 5. REFERENTIE SCENARIO 2020

In hoofdstuk 5 schatten we, per sector, het toekomstige energieverbruik en de gerelateerde CO₂-emissies in. Hierbij houden we rekening met de autonome evolutie van de CO₂-uitstoot tussen 2005 en 2020 en de impact van beslist Vlaams (federaal) beleid ten opzichte van de CO₂-uitstoot in 2005. Ook de geplande maatregelen uit het Klimaatplan Antwerpen die reeds beslist werden, worden mee doorgerekend in het referentiescenario.

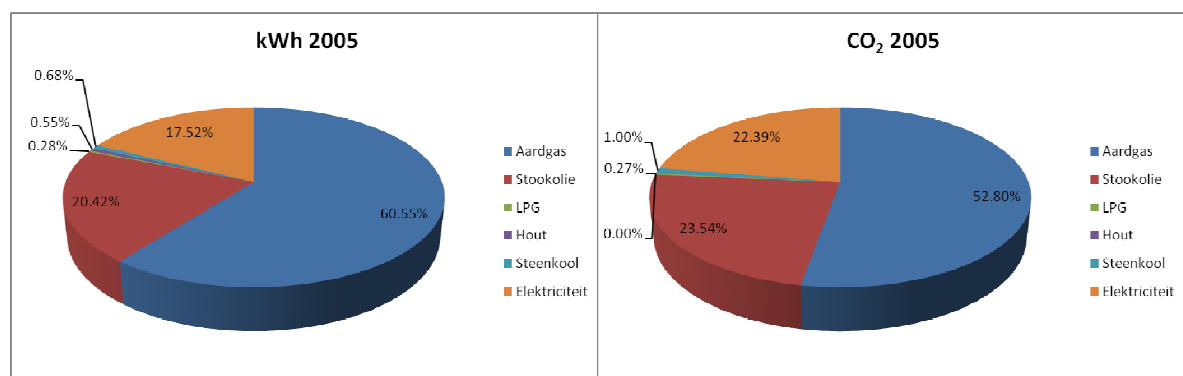
5.1. RESIDENTIËLE SECTOR

5.1.1. ENERGIEVERBRUIK EN CO₂-UITSTOOT 2005

In Vlaanderen vertegenwoordigen de huishoudens een belangrijk aandeel in het totale energieverbruik en de bijhorende CO₂-emissies. Dit gaat tevens op voor het stedelijk grondgebied Antwerpen (cf. paragraaf 4.3). Het energieverbruik van de residentiële sector bestaat uit drie componenten:

- brandstof- of elektriciteitsverbruik voor de verwarming van een woning,
- brandstof- of elektriciteitsverbruik voor de opwekking van sanitair warm water,
- elektriciteitsverbruik voor het gebruik van elektrische toestellen en verlichting.

Volgens de nulmeting voor 2005 werd er door de huishoudens ca. 4.851 GWh energie verbruikt. De gerelateerde uitstoot bedroeg ca. 1.124 kton CO₂. Van deze CO₂-uitstoot is ca. 53% gerelateerd aan de verbranding van aardgas voor verwarming en sanitair warm water. Aardgas vertegenwoordigt een aandeel van ca. 61% in het totale energieverbruik van de huishoudens in 2005. Omwille van de lagere emissiefactor van aardgas in vergelijking met de andere energiedragers ligt het aandeel in de CO₂-uitstoot lager. In 2005 werd 2.937 GWh aardgas verbruikt met 593 kton CO₂-emissies tot gevolg. Aan het verbruik van hout relateren we geen CO₂-uitstoot.



Figuur 12: Aandeel energiedragers in finaal verbruik en CO₂-uitstoot huishoudens in 2005 (%)

5.1.2. UITGANGSPUNT REFERENTIESCENARIO: VLAAMSE ENERGIE- EN BROEIKASGASPROGNOSES

In het kader van de energie- en broeikasgasprognoses voor Vlaanderen hebben we een ‘with measures’ (WM)-scenario doorgerekend (VITO i.o.v. LNE, april 2011). In dit WM-scenario brachten we de impact van het geplande en gekende beleid op de uitstoot van broeikasgassen in Vlaanderen in rekening. Het scenario heeft betrekking op zowel de energiegerelateerde als de niet-energiegerelateerde broeikasgasemissies van de residentiële, tertiaire, industriële en landbouw sector maar ook de centrale elektriciteitsproductie in Vlaanderen.

Het referentiescenario voor de residentiële sector in Antwerpen leiden we af van het WM-scenario voor Vlaanderen. Deze extrapolatie houdt meer in dan een zuivere herschaling naar het stedelijke grondgebied. We brengen specifieke karakteristieken van het Antwerpse woningpark in rekening, namelijk woningleeftijd, woningtype (eengezinswoning versus appartement) en brandstofmix. Voor bestaande woningen vormt de Algemene socio-economische enquête 2001 van het Nationaal Instituut voor de Statistiek het vertrekpunt, voor nieuwbouw de statistieken met betrekking tot begonnen residentiële nieuwbouw per bestemming (NIS, 2009).

5.1.3. EXOGENE AANNAMES REFERENTIESCENARIO**→ Demografische evolutie en evolutie aantal wooneenheden**

Het energieverbruik (brandstof, elektriciteit) van de huishoudens is afhankelijk van de evolutie van het aantal wooneenheden, dat op zijn beurt afhankelijk is van de evolutie van het aantal huishoudens. In 2005 telde het stedelijk grondgebied Antwerpen ca. 220.716 huishoudens (NIS, 2011). Voor een inschatting van het aantal huishoudens voor de periode 2010-2020 baseren we ons op de bevolkingsprojecties die recent werden opgesteld door de Studiedienst van de Vlaamse Regering (SVR) (maart 2011). Deze projecties werden opgemaakt voor de steden en gemeenten in Vlaanderen en voor de tijdshorizon 2009 - 2030. Volgens deze projecties zou het stedelijk grondgebied Antwerpen tegen 2020 ca. 246.788 huishoudens tellen. In onderstaande tabel geven we een overzicht van de projecties voor Antwerpen en dit voor de vijfjaarlijkse tijdsintervallen tussen 2005 – 2020.

Tabel 13: Projectie van het aantal huishoudens binnen het stedelijke grondgebied Antwerpen

Aantal	2005	2010	2015	2020
Huishoudens	220.716	227.352	238.470	246.788

Bron: Studiedienst Vlaamse Regering (maart 2011)

Indien we veronderstellen dat het aantal wooneenheden gelijk is aan het aantal gezinnen en dat de jaarlijkse sloop ca. 244 wooneenheden bedraagt, bekomen we onderstaande evolutie van het aantal wooneenheden, opgesplitst naar nieuwbouw (vanaf 2006) en bestaande woningen (vóór 2006). Het percentage sloop in Antwerpen is beperkt en hebben we gelijk verondersteld aan dat van Vlaanderen (op basis van het aantal aanvragen voor sloopvergunning). Dit houdt in dat we veronderstellen dat tussen 2005 en 2020 ca. 2% van de bestaande eengezinswoningen en appartementen die gebouwd werden vóór 1970 gesloopt wordt.

Tabel 14: Projectie van het aantal wooneenheden binnen het stedelijke grondgebied Antwerpen opgedeeld naar bestaand en nieuwbouw

Aantal wooneenheden	2005	2010	2015	2020
Bestaand	220.716	219.498	218.280	217.062
Nieuwbouw		7.853	20.190	29.726
TOTAAL	220.716	227.352	238.470	246.788

De opdeling van nieuwbouw naar appartementen en eengezinswoningen leiden we af uit de NIS-statistieken met betrekking tot de begonnen residentiële nieuwbouw per bestemming (NIS, 2009). Over de periode 2001 – 2009 vertegenwoordigden de appartementen een gemiddeld aandeel van ca. 60% in het totaal aantal nieuwe wooneenheden (cf. paragraaf 4.2.2). We veronderstellen dat dit aandeel ongewijzigd blijft voor de tijdshorizon 2010- 2020. Voor bestaande woningen maken we een onderscheid tussen appartementen en eengezinswoningen op basis van de resultaten van de algemene sociaal-economische enquête 2001 voor Antwerpen (NIS, 2001). Ook voor bestaande woningen vertegenwoordigen de appartementen een aandeel van ca. 60% in 2005 en in 2020.

→ Aantal graaddagen

De graaddagen geven een beeld van het gemiddelde profiel van de verwarmingsnoden van een woning. Voor een bepaalde dag zijn de graaddagen gelijk aan het verschil tussen 16,5°C en de gemiddelde dagtemperatuur gemeten door het KMI te Ukkel. Indien, bijvoorbeeld, de gemiddelde temperatuur van een dag -2°C was, is het aantal graaddagen voor die dag 18,5°C. Indien de gemiddelde dagtemperatuur hoger is dan 16,5°C wordt de waarde 0 aangenomen. Alle dagen van het jaar opgeteld, levert het aantal graaddagen per jaar op. Hoe meer graaddagen een jaar heeft, hoe kouder het is en hoe meer brandstof voor verwarming nodig is. In deze studie gaan we uit van 2.415 graaddagen (16,5), wat overeenstemt met het gemiddeld aantal graaddagen tussen 1975 en 2005.

→ Evolutie brandstofprijzen

We gaan uit van de energieprijzen die aangeleverd werden door de Europese Commissie in het kader van de rapportering van de energie- en broeikasgasprognoses 2011. Deze prijzen zijn gebaseerd op 'European Energy Trends 2009 update' (p.16): http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends_2030/doc/trends_to_2030_update_2009.pdf.

Voor de prijzen van biomassa baseren we ons op de gegevensbronnen die ook voor de 'Onrendabele Top' studies gebruikt worden (bv. Moorkens et al., mei 2009). De C.A.R.M.E.N. website (<http://www.carmen-ev.de>) geeft actuele prijsinformatie voor hernieuwbare brandstoffen. De projecties na 2010 werden door VITO opgesteld d.m.v. extrapolatie uit tijdsreeksen en in afstemming met de prijsstijgingen die PRIMES vooropstelt voor fossiele brandstoffen.

De brandstof- en elektriciteitsprijzen die in volgende tabel zijn opgenomen, zijn inclusief de sectorspecifieke distributiekosten.

Tabel 15: Evolutie brandstofprijzen huishoudens (2005 – 2020)

€ per kWh	2005	2010	2015	2020
Aardgas	0,04	0,04	0,04	0,05
Gas- en dieselolie	0,05	0,04	0,05	0,06
Hout (pellets)	0,05	0,06	0,07	0,07
Hout (chips)	0,03	0,04	0,05	0,06
Hout (stuk)	0,06	0,06	0,06	0,07
Elektriciteit	0,16	0,13	0,14	0,15

Bron: VITO

5.1.4. MAATREGELEN VLAAMS BELEID

We beschrijven het Vlaamse (en federale) beleid waarvan de impact in het referentiescenario in rekening werd gebracht. We bekijken dit afzonderlijk voor verwarming en sanitair warm water in nieuwbouw (vanaf 2006), voor verwarming en sanitair warm water in bestaande gebouwen en voor het elektriciteitsverbruik door toestellen en verlichting.

→ Verwarming en sanitair warm water in nieuwbouw (vanaf 2006)

Een belangrijke beleidspijler binnen de bouwsector vormt de Energieprestatieregelgeving voor nieuwe woningen. In de Energieprestatieregelgeving legt men vanuit Vlaanderen het maximale E-peil waaraan een nieuwe woning moet voldoen vast. In het referentiescenario gaan we uit van de E-peil paden beschreven in onderstaande tabel.

Tabel 16: Evolutie E-peil nieuwbouw (woningen en appartementen – vanaf 2006)

Jaar	E-peil
2006	E100
2010	E80
2012	E70
2014	E60
2016	
2018	
2020	

In het kader van de (herziene) Europese richtlijn omtrent energieprestaties van gebouwen (EPBD recast 2010/31/EU) wordt aan de lidstaten gevraagd om vanaf 2020 enkel bijna-energie neutrale (BEN) nieuwbouw toe te laten. De Vlaamse overheid stelt hiertoe een Vlaams actieplan op om de bouw van bijna-energie neutrale gebouwen te stimuleren. Deze Europese richtlijn zal vermoedelijk vragen om een verscherping van het E-peil richting 2020 (lager dan E60). Op dit moment bestaat er echter nog onduidelijkheid over het pad evenals over de concrete, Vlaamse invulling van een BEN-gebouw.

→ Verwarming en sanitair warm water in bestaande woningen

De impact op het energieverbruik van zowel bestaande Vlaamse en federale beleidsmaatregelen (REG-acties, fiscale belastingsvermindering enz.) als het gewijzigde REG-premiebeleid (in voege vanaf 2012) zijn doorgerekend in het referentiescenario. Onderstaande tabel geeft zowel de lijst van maatregelen, als het cumulatief aantal geïmplementeerde maatregelen in de periode 2005-2020 binnen het stedelijke grondgebied Antwerpen volgens het referentiescenario. We willen opmerken dat onderstaande aantallen richtinggevend zijn en bijgevolg grootteordes aanduiden i.p.v. exacte aantallen.

Tabel 17: Maatregelen bestaande woningen binnen het stedelijke grondgebied Antwerpen

Type maatregel	Aantal maatregelen 2005-2020 (cumulatief)
Dakisolatie	58.000
Beglazing hoogrendement	57.000
Vloerisolatie	3.500
Muurisolatie	8.800
Efficiënte ketels (vnl. condenserend)	68.400
Switch naar warmtepompen geothermisch	< 400
Switch naar pelletketels	< 1.500
Switch naar aardgas	1% omschakeling per jaar
Zonneboilers	4.450

De implementatiegraad van de energiebesparende maatregelen leiden we af van het Vlaamse WM-scenario. Voor de periode 2005-2010, baseren we de herschaling op het historische aandeel van Antwerpen in het totaal aantal REG-acties voor dakisolatie binnen Vlaanderen of ca. 4% gemiddeld. Onderstaande tabel geeft het aantal uitgereikte REG-premies weer voor dakisolatie op het stedelijke grondgebied Antwerpen vanaf het jaar 2007, aangeleverd door de Studiedienst Stadsobservatie (dd. oktober 2011). In deze tabel wordt eveneens een overzicht gegeven van de premies die uitgekeerd werden op Vlaams niveau (Tweede actieplan energie-efficiëntie Vlaams Gewest, 17 juni 2011).

Tabel 18: Aantal REG-premies voor dakisolatie Antwerpen versus Vlaanderen (2007 – 2010)

Aantal premies	2007	2008	2009	2010
Dakisolatie Antwerpen	565	815	854	1.818
Dakisolatie Vlaanderen	8.861	19.523	52.451	58.662

Voor de periode ná 2010 gaan we uit van het gemiddeld aandeel dat de huishoudens in Antwerpen vertegenwoordigden in het totaal aantal huishoudens in Vlaanderen in de periode 2003-2009 of ca. 9% (NIS, 2011).

→ Elektrische toestellen en verlichting

Het elektriciteitsverbruik in woningen kent een autonome efficiëntieverbetering dankzij technologische vooruitgang. In het WM-scenario neemt VITO een jaarlijkse verbetering aan van 0,97% (Lodewijks et al., 2008). Deze efficiëntieverbetering en de demografische evolutie (cf. supra) bepalen voor de huishoudens in Antwerpen de autonome evolutie van het toekomstige elektriciteitsverbruik.

Energiebesparingen kunnen gerealiseerd worden door investeringen in energiezuinige toestellen en verlichting. In het kader van de Vlaamse energie- en broeikasgasprognoses definieerden we als energiebesparende maatregel een investering in 7 typen van apparaten (koelkast, diepvriezer, combinatie koelkast - diepvriezer, wasmachine, vaatwasmachine, verlichting en droogkast). Een vervanging van alle voornoemde apparaten kan voor een besparing van het jaarlijks elektriciteitsverbruik met 26% per woning zorgen. In het WM-scenario werd, gegeven het bestaande Vlaamse REG-beleid, deze maatregel niet ingezet vóór 2020.

5.1.5. MAATREGELEN KLIMAATPLAN ANTWERPEN

De maatregelen uit het Klimaatplan Antwerpen die specifiek gericht zijn op een reductie van het residentiële energieverbruik en de gerelateerde CO₂-uitstoot kunnen we als volgt samenvatten:

- Verankeren van het Vlaams beleid en handhaving in lokale instrumenten;
- Bouwpromotoren (publiek en privaat) en sociale huisvestingsmaatschappijen stimuleren inzake energiezuinige renovatie van hun patrimonium en energiezuinig bouwen;
- Sensibilisatie en informatie;
- Financieel ondersteunen van eigenaars voor energiebesparende investeringen;
- Samenwerking met kennisinstellingen en organisaties voor de promotie en ondersteuning van energiezuinig bouwen.

Voor de residentiële sector in Antwerpen zijn er geen maatregelen uit het Klimaatplan die bijkomend ten opzichte van het Vlaams beleid (cf. paragraaf 5.1.4) worden doorgerekend. De maatregelen uit het klimaatplan Antwerpen zijn flankerende maatregelen die de implementatie van Vlaams beleid door Antwerpen ondersteunen. We veronderstellen dat de impact op de CO₂-uitstoot van deze flankerende maatregelen verrekend zit in de impact van het Vlaams beleid.

5.1.6. REFERENTIESCENARIO 2020

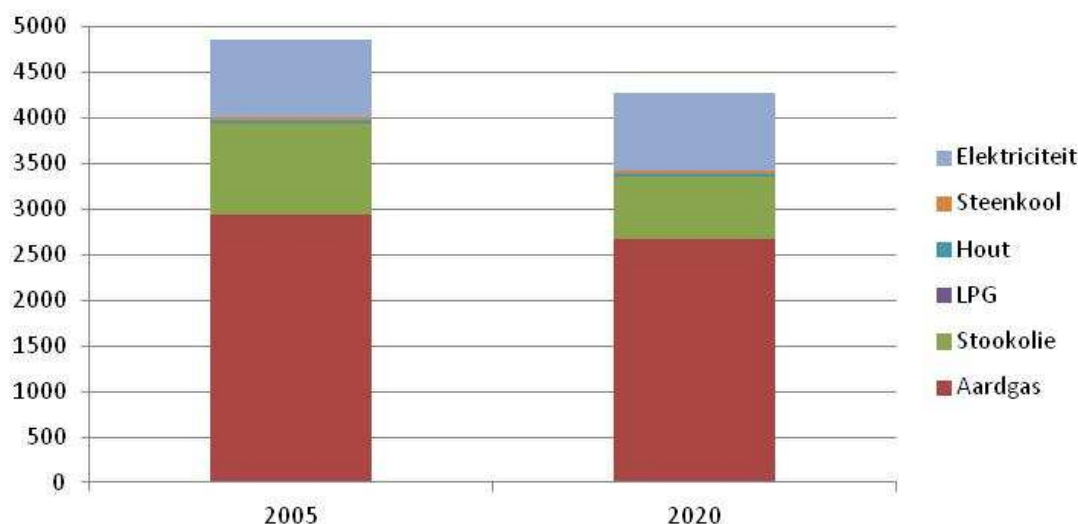
→ Energieverbruik

Het totale brandstof- en elektriciteitsverbruik op het stedelijke grondgebied Antwerpen bedraagt volgens het referentiescenario ca. 4.264 GWh in 2020. In onderstaande tabel vind je per energiedrager een overzicht terug.

Tabel 19: Verbruik per energiedrager in 2020 volgens referentiescenario (GWh en %)

Brandstoftype	GWh	Aandeel
Aardgas	2.669	63%
Stookolie	684	16%
LPG	7	0,2%
Hout	33	1%
Steenkool	23	1%
Elektriciteit	848	20%
TOTAAL	4.264	100%

Tussen 2005 en 2020 neemt het energieverbruik af met 12%, dankzij de implementatie van energiebesparende maatregelen en de omschakeling naar aardgas. Deze besparingen compenseren volledig de toename van het verbruik door het stijgend aantal huishoudens. Laatstgenoemde groei is immers beperkt en bovendien is de hieraan gekoppelde nieuwbouw energiezuinig.



Figuur 13: Vergelijking energieverbruik per energiedrager 2005 en 2020 (in GWh)

In onderstaande tabel geven we voor het referentiescenario een overzicht van het energieverbruik voor verwarming en sanitair warm water per wooneenheid (inclusief elektriciteitsverbruik). Tevens maken we een onderscheid tussen appartementen en eengezinswoningen.

Tabel 20: Brandstofverbruik per wooneenheid referentiescenario (verwarming en sanitair warm water)

kWh energieverbruik	2005	2010	2015	2020
Per wooneenheid	18.841	17.102	15.647	14.422
Per flat	9.915	10.377	10.102	9.988
Per eengezinswoning	31.471	26.674	23.607	20.828

In volgende tabel geven we het elektriciteitsverbruik door elektrische toestellen en verlichting per huishouden.

Tabel 21: Elektriciteitsverbruik per huishouden referentiescenario (elektrische toestellen en verlichting)

kWh elektriciteitsverbruik	2005	2010	2015	2020
Per huishouden	3.139	3.161	2.997	2.857

→ CO₂-emissies

De totale CO₂ –emissies in 2020 volgens het referentiescenario vind je terug in onderstaande tabel. Deze emissies dalen met ca. 13% ten opzichte van 2005.

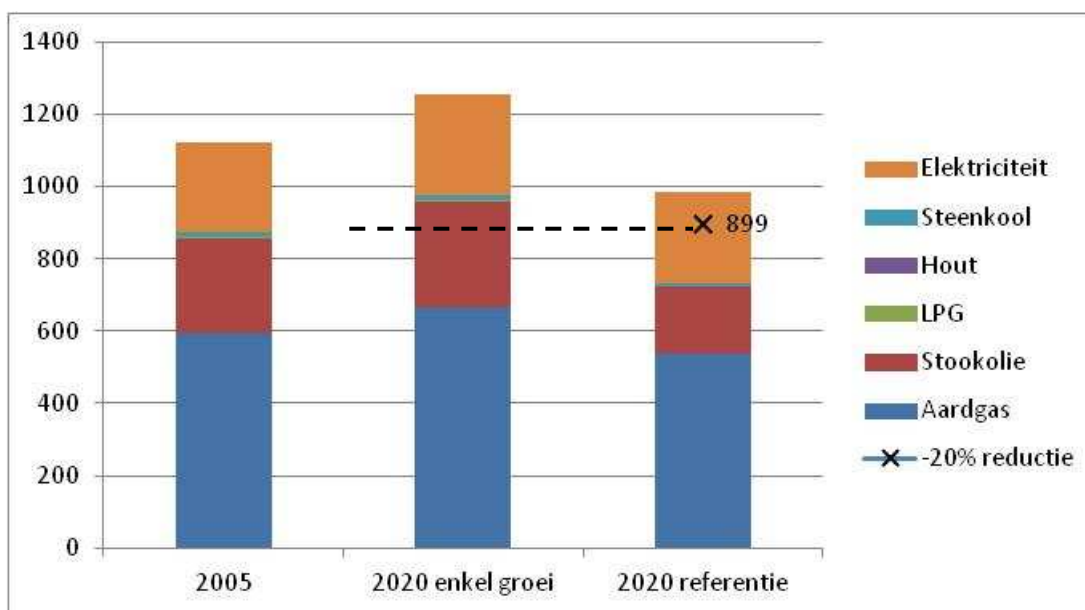
Tabel 22: CO₂-emissies per energiedrager in 2020 volgens referentiescenario (kton en %)

Brandstoftype	kton CO ₂	Aandeel
Aardgas	539	55%
Stookolie	183	19%
LPG	2	0,2%
Hout	0	0%
Steenkool	8	1%
Elektriciteit	252	26%
TOTAAL	983	100%

De omschakeling naar aardgas heeft een positieve impact op de emissies. De emissiefactor van elektriciteit van het gemiddelde Belgische park daarentegen neemt lichtjes toe tussen 2005 en 2020 (de daling in nucleaire capaciteit wordt naast hernieuwbare immers ook opgevangen door superkritische kolencentrales). Wanneer we de CO₂-emissies afzonderlijk bekijken voor verwarming en sanitair warm water in nieuwbouw (vanaf 2006), voor verwarming & SWW in bestaande gebouwen en voor het elektriciteitsverbruik door toestellen & verlichting, bekomen we volgende aandelen in 2020:

- 15% voor verwarming en sanitair warm water in nieuwbouw;
- 65% voor verwarming en sanitair warm water in bestaande woningen;
- 20% voor elektriciteitsverbruik voor elektrische toestellen en verlichting.

In volgende figuur wordt de CO₂-uitstoot per energiedrager vergeleken voor 2005 en 2020. Voor 2020 hebben we niet alleen de uitstoot volgens de aannames in het referentiescenario in kaart gebracht maar ook de CO₂-uitstoot indien er geen beleid gevoerd zou worden vanaf 2005, i.e. een scenario waarbij enkel de groei van het aantal huishoudens (of wooneenheden) in rekening wordt gebracht.



Figuur 14: Vergelijking CO₂-emissies huishoudens 2005 en 2020 (in kton)

In het **referentiescenario** heeft de residentiële sector in 2020 een uitstoot van **983 kton CO₂**.

Indien we zouden veronderstellen dat elke sector op het stedelijk grondgebied Antwerpen de CO₂-uitstoot tegen 2020 met 20% moet reduceren ten opzichte van 2005, zou de CO₂-uitstoot van de residentiële sector **maximum 899 kton** mogen bedragen in 2020. Ten opzichte van het referentiescenario houdt dit een bijkomende reductie van 8% of 84 kton CO₂-emissies in.

Indien we zouden veronderstellen dat er **geen beleid** meer gevoerd wordt vanaf 2005 en enkel de groei van het aantal huishoudens (aantal wooneenheden) het energieverbruik in 2020 bepaalt, neemt het energieverbruik toe met 12% ten opzichte van 2005. Indien er geen brandstofomschakeling plaatsvindt, neemt de gerelateerde CO₂-uitstoot eveneens toe met 12% of **1.257 kton CO₂** in 2020 (cf. 2020 enkel groei).

5.2. TERTIAIRE SECTOR

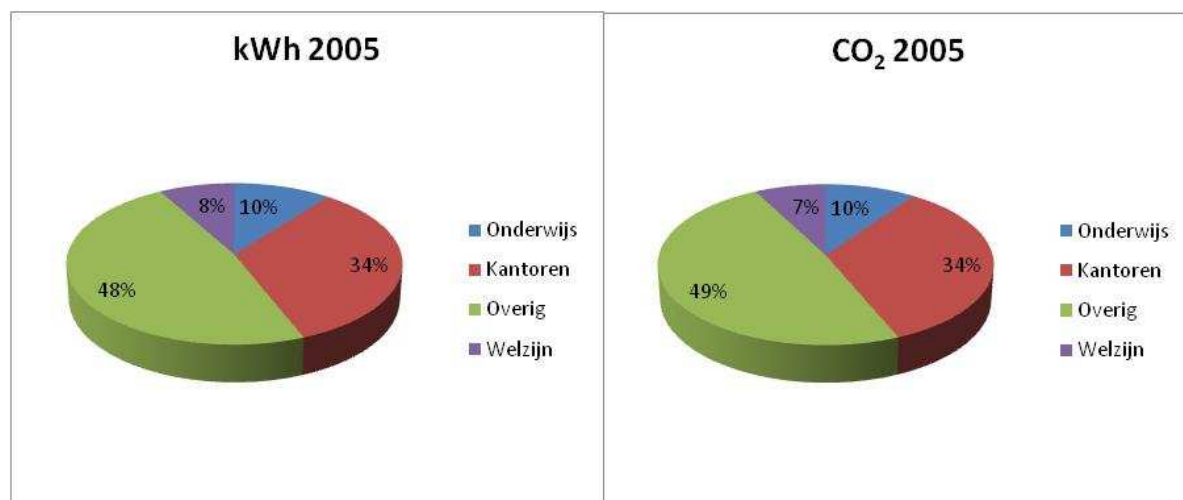
5.2.1. ENERGIEVERBRUIK EN CO₂-UITSTOOT 2005

De tertiaire sector is een heterogene sector en delen we bijgevolg op in verschillende subsectoren:

- Onderwijs;
- Welzijn;
- Kantoren en administratie;
- Overige (kleinhandel, horeca, andere gemeenschaps-, sociale en persoonlijke dienstverlening)

Deze subsectoren verbruiken enerzijds brandstoffen voor de verwarming van gebouwen en sanitair warm water (SWW) en anderzijds elektriciteit voor elektrische toestellen, HVAC en verlichting. Volgens de nulmeting verbruikte de tertiaire sector in Antwerpen ca. 2.145 GWh aan brandstoffen en 1.822 GWh elektriciteit in 2005. De tertiaire sector in Antwerpen verbruikt voornamelijk aardgas voor verwarming en SWW: in 2005 werd 1.609 GWh aardgas verbruikt met een gerelateerde CO₂-uitstoot van ca. 325 kton. De belangrijkste energiedrager is echter elektriciteit aangewend voor elektrische toestellen, HVAC (heating, ventilation & airconditioning) en verlichting of 1.822 GWh in 2005 en 540 kton CO₂-emissies.

De totale CO₂-emissies bedroegen in 2005 ca. 1.007 kton. Onderstaande figuur geeft het aandeel van de verschillende subsectoren in het totale energieverbruik en de gerelateerde CO₂-emissies in 2005. De kantoren vertegenwoordigen in 2005 ca. 34%, zowel in het finaal energieverbruik als in de CO₂-uitstoot. Het elektriciteitsverbruik vertegenwoordigt een aandeel van ca. 58% in de CO₂-uitstoot van de kantoren.



Figuur 15: Aandeel subsectoren in finaal verbruik en CO₂-uitstoot tertiaire sector in 2005 (%)

We merken hierbij op dat het energieverbruik en de gerelateerde CO₂-uitstoot van de gebouwen van de stedelijke diensten en de openbare verlichting tot de sector 'stedelijke diensten' behoren. De CO₂-uitstoot gerelateerd aan het brandstofverbruik van WKK's, afvalverbranding en storten van afval kennen we toe aan de sector 'lokale energieproductie'.

5.2.2. UITGANGSPUNT REFERENTIESCENARIO: VLAAMSE ENERGIE- EN BROEIKASGASPROGNOSES

Het referentiescenario voor de tertiaire sector in Antwerpen leiden we af van het ‘with measures’ (WM)-scenario voor Vlaanderen. Zoals reeds aangegeven in paragraaf 2.3.2, werd dit WM-scenario opgemaakt door VITO in het kader van de energie- en broeikasgasprognoses voor Vlaanderen (VITO i.o.v. LNE, april 2011).

5.2.3. EXOGENE AANNAMES REFERENTIESCENARIO→ **Evolutie toegevoegde waarde**

De evolutie van het energieverbruik (brandstof, elektriciteit) van de tertiaire sector tussen 2005 en 2020 is functie van de evolutie van de toegevoegde waarde. Voor het WM-scenario gingen we uit van de groei in toegevoegde waarde zoals aangeleverd door het Federaal Planbureau (Bosier et al., 2011). De groei die vooropgesteld werd voor België veronderstellen we analoog voor Antwerpen. Onderstaande tabel geeft deze groei in toegevoegde waarde weer voor de periode 2005-2020.

Tabel 23: Evolutie toegevoegde waarde tertiaire sector, per subsector 2005 – 2020 (2005= 100) op basis van cijfers Federaal Planbureau (België)

	2005	2010	2015	2020
Kantoren	100%	111%	125%	140%
Overig	100%	105%	114%	125%
Welzijn	100%	114%	131%	145%
Onderwijs	100%	103%	110%	117%

Noot:

Kantoren= mix van Krediet, Overige Marktdiensten en Niet-verhandelbare diensten

Welzijn= gezondheidszorg

Onderwijs= niet-verhandelbare diensten

Overige= mix van handel en horeca en 25% gezondheidszorg

Een vergelijking van deze groeicijfers met historische en verwachte tendensen specifiek voor Antwerpen, geeft aan dat deze in dezelfde lijn liggen. Zo beschikte Antwerpen in 2006, volgens het Strategisch Ruimtelijk Structuurplan Antwerpen (www.ruimtelijkstructuurplanantwerpen.be), over ca. 1,65 miljoen m² aan kantooroppervlakte. Dit is een aandeel van 29% van het totale aantal m² kantooroppervlakte in Vlaanderen of ca. 5,75 miljoen m². In het Structuurplan geeft men aan dat als Antwerpen een belangrijke rol wil spelen op de internationale markt, de stad jaarlijks tussen de 40.000 en 60.000 m² kantooroppervlakte (3% jaarlijkse groei) zou moeten ontwikkelen.

Met betrekking tot de horeca sector telde het arrondissement Antwerpen, anno 2010, ca. 5.366 horeca ondernemingen, waarvan 3.188 van deze ondernemingen, ofwel ca. 60%, is gevestigd in de stad Antwerpen (<http://www.antwerpen.be> - Sector- en competentiefoto Horeca). In 2004 en 2005 werden er jaarlijks ongeveer 350 horecazaken opgericht in de stad Antwerpen. Sinds 2006 nam het aantal oprichtingen toe tot 370. Het grootste deel van deze oprichtingen is te vinden bij de drankgelegenheden en in de fastfoodsector. Wanneer men het saldo van het aantal opgerichte en

geschrapte ondernemingen bekijkt, stelt men vast dat dit vanaf 2004 positief is: sinds 2004 nam de Antwerpse horecasector jaarlijks toe met een 40-tal zaken, wat overeenstemt met een jaarlijkse groei van 1%. Anderzijds valt wel te verwachten dat de toename van het aantal horecaondernemingen minder groot zal zijn dan de voorbije jaren onder druk van steeds strenger wordende fiscale en sociale regelgeving (communicatie Stad Antwerpen, Werk en Economie).

Het Strategisch Ruimtelijk Structuurplan Antwerpen geeft aan dat een schatting maken van de jaarlijkse vraag aan kleinhandel een bijna onmogelijke opdracht is. Gebaseerd op de behoeften volgens de bouwaanvragen, is er een vraag van 15.000 m² per jaar. Dit aantal betreft zowel de bouw van nieuwe winkels als de renovatie van bestaande winkels en gebouwen. Er zijn ca. 10 aanvragen per jaar voor grootschalige kleinhandel. Analyse van de grootschalige kleinhandel wijst uit dat de toekomstige vraag zeer beperkt zal zijn. Dit is te wijten aan het feit dat in Vlaanderen het aantal m² grootschalige kleinhandel voldoende is per inwoner.

In 2011 bedraagt het aantal bedden in de subsector welzijn ca. 12.500 (communicatie stad Antwerpen, Bestuurszaken - Studiedienst Stadsobservatie). Men verwacht tegen 2016 een afname van het aantal rusthuisbedden met 165 bedden, maar een toename van het aantal plaatsen in serviceflats met 900. Daarenboven plant men de bouw van een nieuw centrumziekenhuis met een verwachte capaciteit van ongeveer 600 bedden. Er wordt verwacht dat dit ziekenhuis tegen 2018 zijn deuren opent. In totaal betekent dit een capaciteitsverhoging van ca. 1.350 bedden of 11% (ten opzichte van 2011) binnen het stedelijke grondgebied Antwerpen.

Enkel voor het elektriciteitsverbruik in kantoren veronderstellen we een perfect lineair verband tussen toegevoegde waarde en energieverbruik. Voor het elektriciteitsverbruik in de overige subsectoren en het brandstofverbruik vlakken we de groei af met een elasticiteit van 0,27 (Duerinck et al., 2008). In onderstaande tabel wordt voor 2005 – 2020 een overzicht gegeven van deze gecorrigeerde groeicijfers, opgesplitst naar brandstoffen en elektriciteit. Deze groei bepaalt de nood aan nieuwbouw binnen de stad. Deze nieuwe gebouwen moeten voldoen aan de Energieprestatieregelgeving (E-peil) vooropgesteld door het Vlaamse beleid.

Tabel 24: Evolutie energieverbruik tertiaire sector, per subsector 2005 – 2020 (2005= 100) op basis van evolutie in toegevoegde waarde

	2005	2010	2015	2020
<i>Brandstoffen</i>				
Onderwijs	100%	100%	101%	103%
Kantoren	100%	109%	113%	116%
Overig	100%	100%	102%	104%
Welzijn	100%	105%	109%	112%
<i>Elektriciteit</i>				
Onderwijs	100%	100%	101%	103%
Kantoren	100%	111%	125%	140%
Overig	100%	100%	102%	104%
Welzijn	100%	105%	109%	112%

→ **Aantal graaddagen**

Zoals reeds aangegeven in paragraaf 5.1.3, gaan we voor onze berekeningen uit van 2.415 graaddagen (16,5), wat overeenstemt met het gemiddeld aantal graaddagen tussen 1975 en 2005.

→ **Evolutie brandstofprijzen**

We gaan uit van de energieprijzen die aangeleverd werden door de Europese Commissie in het kader van de rapportering van de energie- en broeikasgasprognoses 2011. Deze prijzen zijn gebaseerd op 'European Energy Trends 2009 update' (p.16): http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends_2030/doc/trends_to_2030_update_2009.pdf.

Voor de prijzen van biomassa baseren we ons op de gegevensbronnen die ook voor de 'Onrendabele Top' studies gebruikt worden (bv. Moorkens et al., 2009). De C.A.R.M.E.N. website (<http://www.carmen-ev.de>) geeft actuele prijsinformatie voor hernieuwbare brandstoffen. De projecties na 2010 werden door VITO opgesteld d.m.v. extrapolatie uit tijdsreeksen en in afstemming met de prijsstijgingen die PRIMES vooropstelt voor fossiele brandstoffen.

In volgende tabel geven we de brandstofprijzen voor de tertiaire sector, inclusief de sectorspecifieke distributiekosten.

Tabel 25: Evolutie brandstof- en elektriciteitsprijzen tertiaire sector (2005 – 2020)

€ per kWh	2005	2010	2015	2020
Aardgas	0,03	0,03	0,04	0,04
Gas- en dieselolie	0,04	0,04	0,04	0,06
Hout (pellets)	0,05	0,05	0,06	0,07
Hout (chips)	0,03	0,04	0,05	0,05
Hout (stuk)	0,05	0,06	0,06	0,06
Elektriciteit	0,14	0,11	0,12	0,13

5.2.4. MAATREGELEN VLAAMS BELEID

Een belangrijke beleidspijler binnen de bouwsector vormt de Energieprestatieregelgeving voor nieuwe gebouwen (vanaf 2006). In de Energieprestatieregelgeving legt men het maximale E-peil waaraan een nieuw gebouw moet voldoen vast. Naast het energieverbruik voor verwarming, sanitair warm water en koeling, maakt het verbruik voor verlichting ook deel uit van het E-peil, en dit in tegenstelling tot de residentiële sector. In het referentiescenario gingen we uit van de E-peil paden beschreven in onderstaande tabel. De energieprestatie-eisen van de subsector welzijn stemmen overeen met de VIPA duurzaamheidscriteria (Ministerieel besluit van 12 januari 2010) geldig voor projecten die VIPA-investeringsubsidies willen bekomen (Vlaams Infrastructuurfonds voor Persoonsgebonden Aangelegenheden (welzijns- en gezondheidsvoorzieningen). Deze eisen gelden vanaf 22 januari 2010.

Tabel 26: Evolutie E-peil nieuwbouw (tertiaire sector – gebouwd vanaf 2006)

Jaar	2006	2010	2012	2014 - 2020
Kantoren en Onderwijs	E100	E100	E70	E60
Welzijn	E100	E80	E80	E80
Overige	E100	E100	E100	E100

Vanuit de (herziene) Europese richtlijn omtrent energieprestatie van gebouwen (EPBD recast 2010/31/EU) wordt aan de lidstaten gevraagd om vanaf 2020 enkel bijna-energie neutrale (BEN) nieuwbouw toe te laten. De Vlaamse overheid stelt hiertoe een Vlaams actieplan op om de bouw van bijna-energie neutrale gebouwen te stimuleren. Deze Europese richtlijn zal vermoedelijk vragen om een verscherping van het E-peil tegen 2020. Op dit moment bestaat er echter nog onduidelijkheid over het pad evenals over de concrete, Vlaamse invulling van een BEN-gebouw.

Wat betreft bestaande gebouwen, rekenen we de impact op het energieverbruik van zowel bestaande REG-acties als het gewijzigde REG-premiebeleid (in voege vanaf 2012) door in het referentiescenario. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de energiebesparende maatregelen per subsector die we veronderstellen in het referentiescenario.

Tabel 27: Overzicht energiebesparingsmaatregelen bestaande gebouwen in de tertiaire sector

Maatregel		Kantoren	Onderwijs	Welzijn	Overige
Brandstof	ventilatie met energierecuperatie	x		x	
	HR-, condensatieketel	x	x	x	x
	Isolatie	x	x	x	x
	Nachtverlaging		x	x	x
	Warmtepompen geothermisch	x	x	x	
Elektriciteit	Relighting	x	x	x	x
	Energy star label	x			
	Minder koeling	x			

5.2.5. MAATREGELEN KLIMAATPLAN ANTWERPEN

De maatregelen uit het Klimaatplan Antwerpen die specifiek gericht zijn op een reductie van het tertiaire energieverbruik en de gerelateerde CO₂-uitstoot kunnen we als volgt samenvatten:

- Verlenen van REG-subsidies aan kantoren/handel;
- Initiatieven naar handelaars: praktische informatie m.b.t. energiebesparing aanbieden;
- Een energiezuinigere kantorenmarkt: Vlaams beleid ondersteunen door stimulerende maatregelen (controle, energie audit, kennisdeling).

Voor de tertiaire sector zijn er geen maatregelen uit het Klimaatplan die bijkomend ten opzichte van het Vlaams beleid (cf. paragraaf 5.2.4) worden doorgerekend. De maatregelen uit het klimaatplan Antwerpen zijn flankerende maatregelen die de implementatie van Vlaams beleid door Antwerpen ondersteunen. We veronderstellen dat de impact op de CO₂-uitstoot van deze flankerende maatregelen verrekend zit in de impact van het Vlaams beleid.

5.2.6. REFERENTIESCENARIO 2020

Zoals eerder aangehaald, leiden we het referentiescenario voor de tertiaire sector in Antwerpen af van het WM-scenario voor Vlaanderen. Hiertoe herschalen we het energieverbruik per subsector en energiedrager, uitgaande van het aandeel van Antwerpen in 2005. We merken hierbij op dat de heterogeniteit tussen de subsectoren en het gebrek aan betrouwbare data –zowel op niveau Vlaanderen als Antwerpen - leiden tot een bijkomende onzekerheid op de resultaten.

In het referentiescenario bedraagt de CO₂-uitstoot in 2020 ca. 990 kton en is er een finaal energieverbruik van ca. 3.814 GWh.

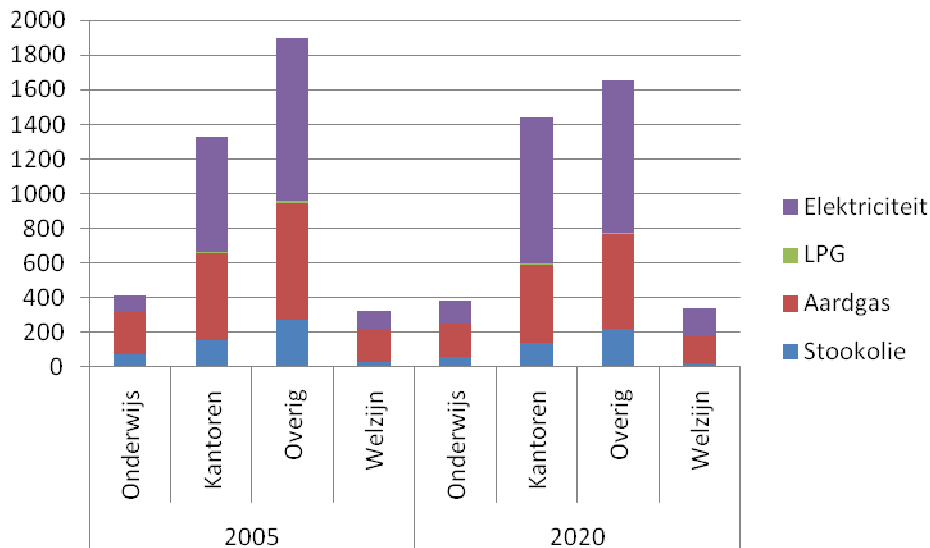
In onderstaande tabel geven we voor de tertiaire sector een overzicht van het brandstof- en elektriciteitsverbruik en de gerelateerde CO₂-uitstoot in 2020. We maken in de tabel eveneens een onderscheid tussen de verschillende subsectoren en energiedragers.

Tabel 28: Finaal verbruik en CO₂-uitstoot per energiedrager en per subsector in 2020 (GWh en kton)

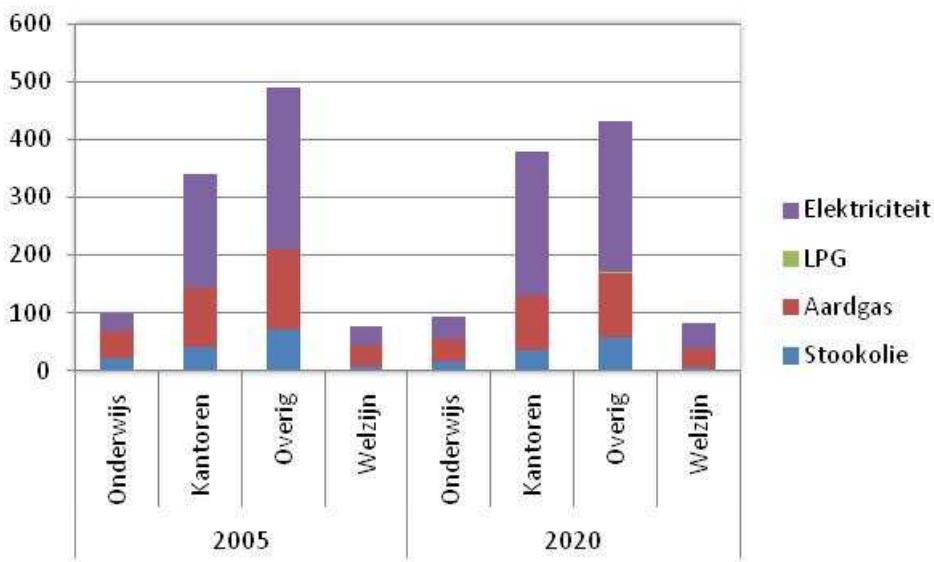
2020	GWh	kton CO ₂
<i>Kantoren en administratie</i>		
Stookolie	60	16
Aardgas	190	38
LPG		
Elektriciteit	135	40
<i>Welzijn</i>		
Stookolie	136	36
Aardgas	455	92
LPG	3	1
Elektriciteit	841	250
<i>Onderwijs</i>		
Stookolie	218	58
Aardgas	549	111
LPG	9	2
Elektriciteit	880	261
<i>Overige</i>		
Stookolie	23	6
Aardgas	162	33
LPG		
Elektriciteit	151	45
TOTAAL	3.814	989

Tussen 2005 en 2020 neemt het energieverbruik slechts af met 4%. Deze geringe afname kunnen we verklaren door de toename van het elektriciteitsverbruik met 10%, dat we op zijn beurt kunnen verklaren door de groei in toegevoegde waarde en een slechts geringe implementatie van elektriciteit besparende maatregelen. Het brandstofverbruik voor verwarming (en sanitair warm water) daarentegen neemt tegen 2020 af met 16% ten opzichte van 2005 door de sterke implementatie van brandstof besparende maatregelen (bestaand en nieuwbouw). De totale CO₂ – emissies dalen minder dan het energieverbruik of ca. 2% in 2020 ten opzichte van 2005 door een lichte toename van de CO₂-emissiefactor van het gemiddelde Belgische elektriciteit park.

In volgende figuren worden, respectievelijk, het energieverbruik en de CO₂-uitstoot in 2005 en 2020 met elkaar vergeleken. We maken hierbij een onderscheid tussen de verschillende sectoren en energiedragers.

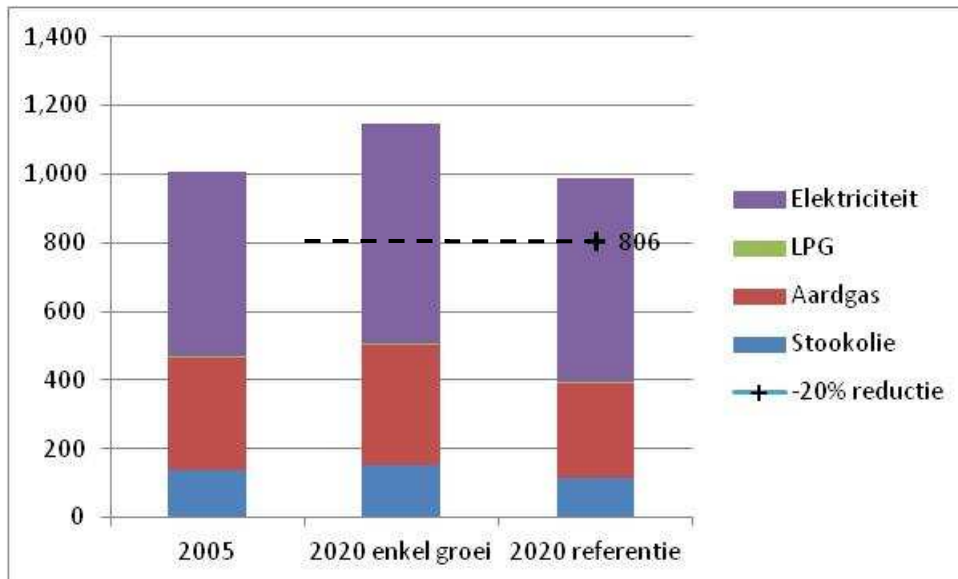


Figuur 16: Vergelijking energieverbruik per brandstoftype en per subsector 2005 en 2020 (in GWh)



Figuur 17: Vergelijking CO₂-emissies per brandstoftype en per subsector 2005 en 2020 (in kton)

In volgende figuur wordt de CO₂-uitstoot per energiedrager vergeleken voor 2005 en 2020. Voor 2020 hebben we niet alleen de uitstoot volgens de aannames in het referentiescenario in kaart gebracht maar ook de CO₂-uitstoot indien er geen beleid gevoerd zou worden vanaf 2005, i.e. een scenario waarbij enkel de groei in rekening wordt gebracht.



Figuur 18: Vergelijking CO₂-emissies tertiaire sector 2005 en 2020 (in kton)

In het **referentiescenario** heeft de tertiaire sector in 2020 een uitstoot van **989 kton CO₂**.

Indien we zouden veronderstellen dat elke sector op het stedelijk grondgebied Antwerpen de CO₂-uitstoot tegen 2020 met 20% moet reduceren ten opzichte van 2005, zou de CO₂-uitstoot van de tertiaire sector **maximum 806 kton** mogen bedragen in 2020. Ten opzichte van het referentiescenario houdt dit een bijkomende reductie van 19% of 190 kton CO₂-emissies in.

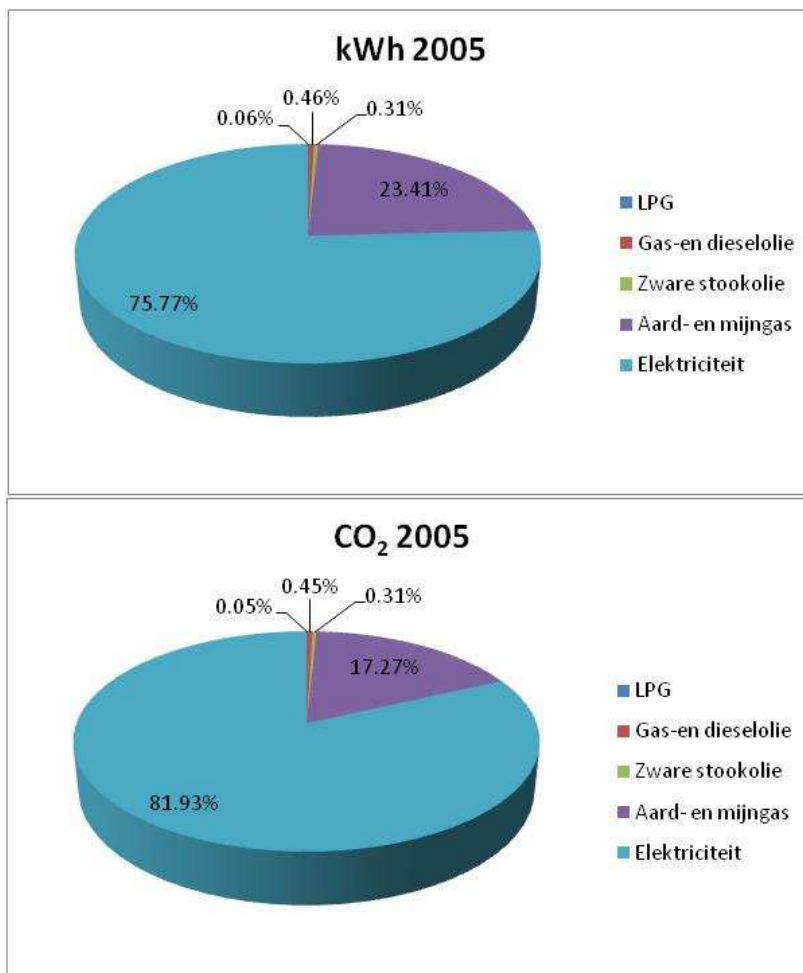
Indien we zouden veronderstellen dat er **geen beleid** meer gevoerd wordt vanaf 2005 en enkel de groei het energieverbruik in 2020 bepaalt, neemt het energieverbruik toe met 14% ten opzichte van 2005. Indien er geen brandstofomschakeling plaatsvindt, neemt de gerelateerde CO₂-uitstoot eveneens toe met 14% of **1.144 kton CO₂** in 2020 (cf. 2020 enkel groei).

5.3. INDUSTRIËLE SECTOR (NIET-ETS)

5.3.1. ENERGIEVERBRUIK EN CO₂-UITSTOOT 2005

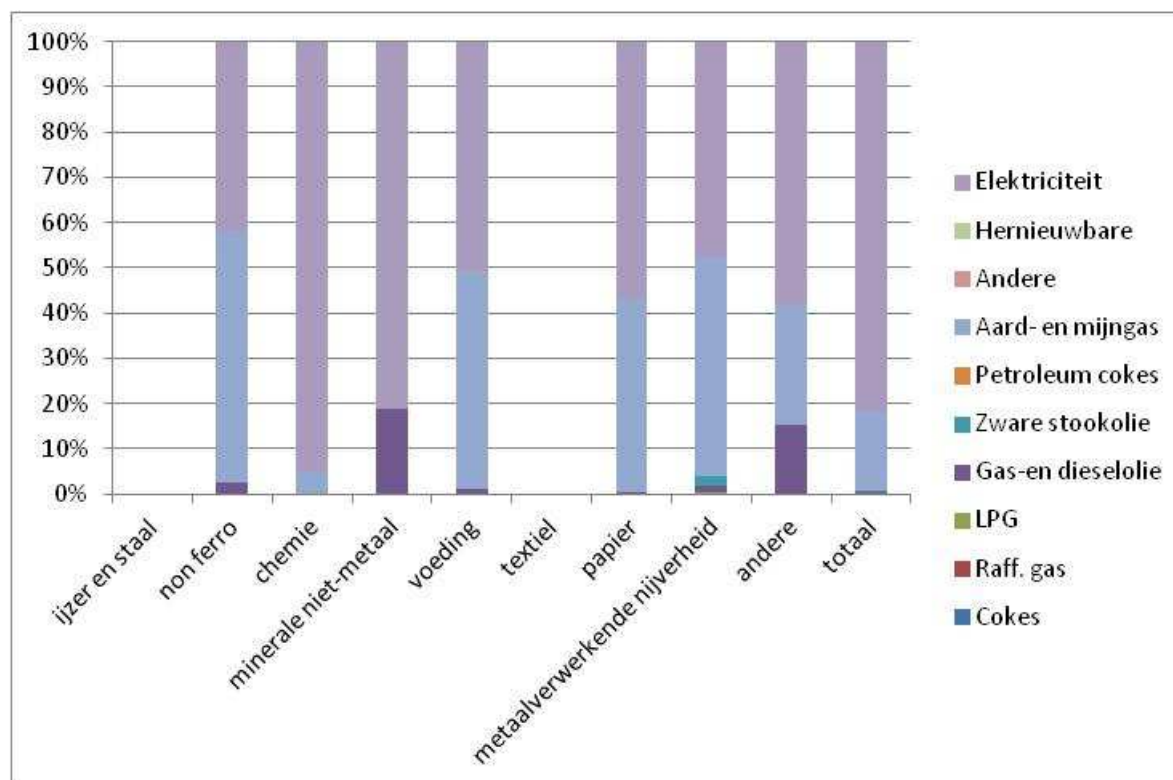
De sector industrie omvat de CO₂-emissiebronnen binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen die niet vallen onder het systeem van de CO₂-emissiehandel (of niet-ETS). De CO₂-uitstoot van deze bronnen is het gevolg van verbruik van fossiele brandstoffen en het gebruik van elektriciteit.

In 2005 bedroeg het energieverbruik van niet-ETS industrie op het stedelijk grondgebied Antwerpen ca. 2.727 GWh. De gerelateerde CO₂-uitstoot bedroeg ca. 747 kton. Het elektriciteitsverbruik vertegenwoordigde een belangrijk aandeel in deze uitstoot, namelijk ca. 82%. Het aandeel van elektriciteit in de CO₂-uitstoot ligt hoger dan het aandeel in het totale energieverbruik (76%) omdat de emissiefactor voor elektriciteit hoger is dan deze voor aardgas, respectievelijk 303 g CO₂ per kWh en 202 g CO₂ per kWh.



Figuur 19: Aandeel energiedragers in finaal verbruik en CO₂-uitstoot industrie (niet-ETS) in 2005 (%)

De scheikundige nijverheid vertegenwoordigde in 2005 het belangrijkste aandeel in de CO₂-uitstoot van industrie (niet-ETS), namelijk ca. 72%. Ongeveer 95% van de uitstoot van de scheikundige nijverheid was gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik.



Figuur 20: Aandeel subsectoren in CO₂-uitstoot industrie (niet-ETS) in 2005 (%)

5.3.2. UITGANGSPUNT REFERENTIESCENARIO: VLAAMSE ENERGIE- EN BROEIKASGASPROGNOSES

Voor industrie vertrekken we van het WM-scenario dat door VITO werd opgemaakt in het kader van de Vlaamse energie- en broeikasgasprognoses (VITO i.o.v. LNE, april 2011). De procentuele verandering in energieverbruik (2008 – 2020), per brandstoftype en per (sub)sector, gebruikten we als uitgangspunt om de toekomstige CO₂-uitstoot voor de niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen in te schatten.

5.3.3. EXOGENE AANNAMES REFERENTIESCENARIO

→ Evolutie productievolume

Het energieverbruik (brandstof, elektriciteit) van de industrie is afhankelijk van de evolutie in de productie. In het kader van de energie- en broeikasgasprognoses voor Vlaanderen hebben we een lineaire trend bepaald uitgaande van de tijdsreeks 1995-2010 van het Federaal Planbureau (Bossier et al., 2011). De lineaire trend werd gehanteerd voor alle sectoren, met uitzondering van volgende aanpassingen:

- De fijnchemie hoort thuis onder de verbruiksgoederen, de basischemie onder de intermediaire goederen. De groei van de intermediaire goederen is groter dan de groei van de

verbruiksgoederen. Dit is niet logisch voor deze sectoren en bijgevolg werden deze groeicijfers aangepast.

- Automobielassemblage: we passen geen lineaire groei toe, maar berekenen het effect van de sluiting van Opel Antwerpen begin 2010 en houden het groeiscenario constant na 2010.
- We nemen een nulgroei aan voor de raffinaderijsector.

In onderstaande tabel wordt het resultaat van de lineaire trend analyse gegeven, ná bovenstaande aanpassingen. In de tabel worden enkel de sectoren opgenomen die relevant zijn voor de niet-ETS bedrijven binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen.

Tabel 29: Evolutie productievolume per sector (2005= 100)

Bedrijf	2005	2010	2015	2020	2025	2030
ANDERE INDUSTRIE	100	103	119	128	137	145
AUTOMOBIELASSEMBLAGE	100	78	78	78	78	78
FIJNCHEMIE	100	103	119	128	137	145
BASISCHEMIE	100	98	105	107	108	110
METAALVERWERKENDE NIJVERHEID	100	103	119	128	137	145
NON FERRO	100	103	119	128	137	145
PAPIER	100	103	119	128	137	145
VOEDING	100	103	119	128	137	145

Bron: VITO

→ Evolutie brandstofprijzen

We gaan uit van de energieprijzen die aangeleverd werden door de Europese Commissie in het kader van de rapportering van energie- en broeikasgasprognoses 2011. Deze prijzen zijn gebaseerd op 'European Energy Trends 2009 update', (p.16): http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends_2030/doc/trends_to_2030_update_2009.pdf.

Voor de prijzen van biomassa baseren we ons op de gegevensbronnen die ook voor de studie "Onrendabele toppen groene warmte" (Moorkens et al., 2009) gebruikt werden. De C.A.R.M.E.N. website (<http://www.carmen-ev.de>) geeft actuele prijsinformatie voor hernieuwbare brandstoffen. De projecties na 2010 werden door VITO opgesteld d.m.v. extrapolatie uit tijdsreeksen en in afstemming met de prijsstijgingen die PRIMES vooropstelt voor fossiele brandstoffen. De brandstofprijzen in volgende tabel zijn inclusief de sectorspecifieke distributiekosten.

Tabel 30: Evolutie brandstof- en elektriciteitsprijzen industrie (2005 – 2020)

€ per kWh	2005	2010	2015	2020
Aardgas	0,02	0,02	0,02	0,03
Zware stookolie	0,03	0,03	0,03	0,03
Gas- en dieselolie	0,05	0,04	0,05	0,06

Hout (pellets)	0,04	0,04	0,05	0,06
Hout (chips)	0,02	0,03	0,03	0,04
Hout (stuk)	0,04	0,04	0,05	0,05
Elektriciteit	0,10	0,06	0,07	0,09

Bron: VITO

5.3.4. MAATREGELEN VLAAMS BELEID

Wat de inzet van WKK en hernieuwbare energie in de industrie betreft, werd in het WM-scenario uitgegaan van het business-as-usual (BAU)-scenario uit de studie “Prognoses voor hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling tot 2020” (Briffaerts et al., oktober 2009). In het BAU-scenario werd uitgegaan van de beleidsmaatregelen die op het moment van uitvoering van de studie vastlagen, zoals het groene stroom- en WKK-certificatensysteem, ecologiepremie voor investeringen en investeringsaftrek.

De inzet van energiebesparende maatregelen werd in het WM-scenario gestuurd door kostenefficiëntie overwegingen. We kunnen stellen dat in het WM-scenario (minstens) de energie-efficiëntieverbetering in rekening gebracht werd die volgt uit de uitvoering van het benchmark- en auditconvenant. In bijlage A wordt een overzicht gegeven van de (mogelijke) energiebesparende maatregelen waarvan kosten en effecten afgewogen zijn in het WM-scenario. In de tabel in bijlage worden enkel de sectoren opgenomen die relevant zijn voor de niet-ETS bedrijven binnen het stedelijk grondgebied Antwerpen.

Het gebruik van elektriciteit bij de chemiesector situeert zich voornamelijk bij typische productieprocessen. Hiervan is chloorproductie de grootste elektriciteitsgebruiker met ongeveer 22% van het totale gebruik binnen de chemiesector in Vlaanderen. Terwijl chloorproductie momenteel nog grotendeels gebeurt door middel van het kwikcel-procédé zal dit proces vervangen worden door het energie- en milieuvriendelijker membraanelektrolyse-procédé. Reeds in 2002 werd door de Europese Commissie een voorstel gedaan om tegen 2010 het gebruik van kwikcellen voor chloor/alkali productie uit te faseren (COM(2002)489). In Vlarem Afd. 5.7.5 is dit vertaald naar Vlaamse wetgeving. Door de Vlaamse regering werd evenwel beslist (Besluit van 19.09.2008) om het reeds in 1995 besliste verbod op het toepassen van het kwikcelprocédé na 2010 uit te stellen tot 2015 (zie artikel 5.7.5.1. van Vlarem II). Het verlengen van de toepassing van kwikceltechnologie in Vlaanderen is niet conform BBT omdat de BBT gerelateerde emissiegrenswaarden voor kwik momenteel niet gehaald worden en ook in de toekomst niet kunnen gegarandeerd worden. De BREF stelt expliciet dat gedurende de resterende levensduur van de kwikcelinstallaties alle mogelijke maatregelen moeten genomen worden ter bescherming van het milieu in zijn geheel. De bijhorende BBT gerelateerde emissiegrenswaarde voor kwik naar lucht, water en producten ligt tussen 0,2 – 0,5 g Hg/ ton chloorcapaciteit. In het WM-scenario werd uitgegaan van een verplichte uitfasering tussen 2010 en 2015. Deze maatregel bespaart ongeveer 22 % elektriciteit voor eenzelfde productiehoeveelheid.

5.3.5. MAATREGELEN KLIMAATPLAN ANTWERPEN

Het aantal maatregelen uit het Klimaatplan Antwerpen die specifiek gericht zijn op een reductie van het energieverbruik en de gerelateerde CO₂-uitstoot van industrie niet-ETS zijn beperkt en zijn flankerende maatregelen die de implementatie van Vlaams beleid door Antwerpen ondersteunen (bv. evaluatie huidig beleid en uitwerken van ondersteuningsinstrumenten voor energiebesparing door KMO's, industrie (niet-ETS), winkels). We veronderstellen dat de impact van deze flankerende maatregelen op de CO₂-uitstoot verrekend zit in de impact van het Vlaamse beleid (cf. paragraaf 5.3.4).

5.3.6. REFERENTIESCENARIO 2020

→ **Energieverbruik**

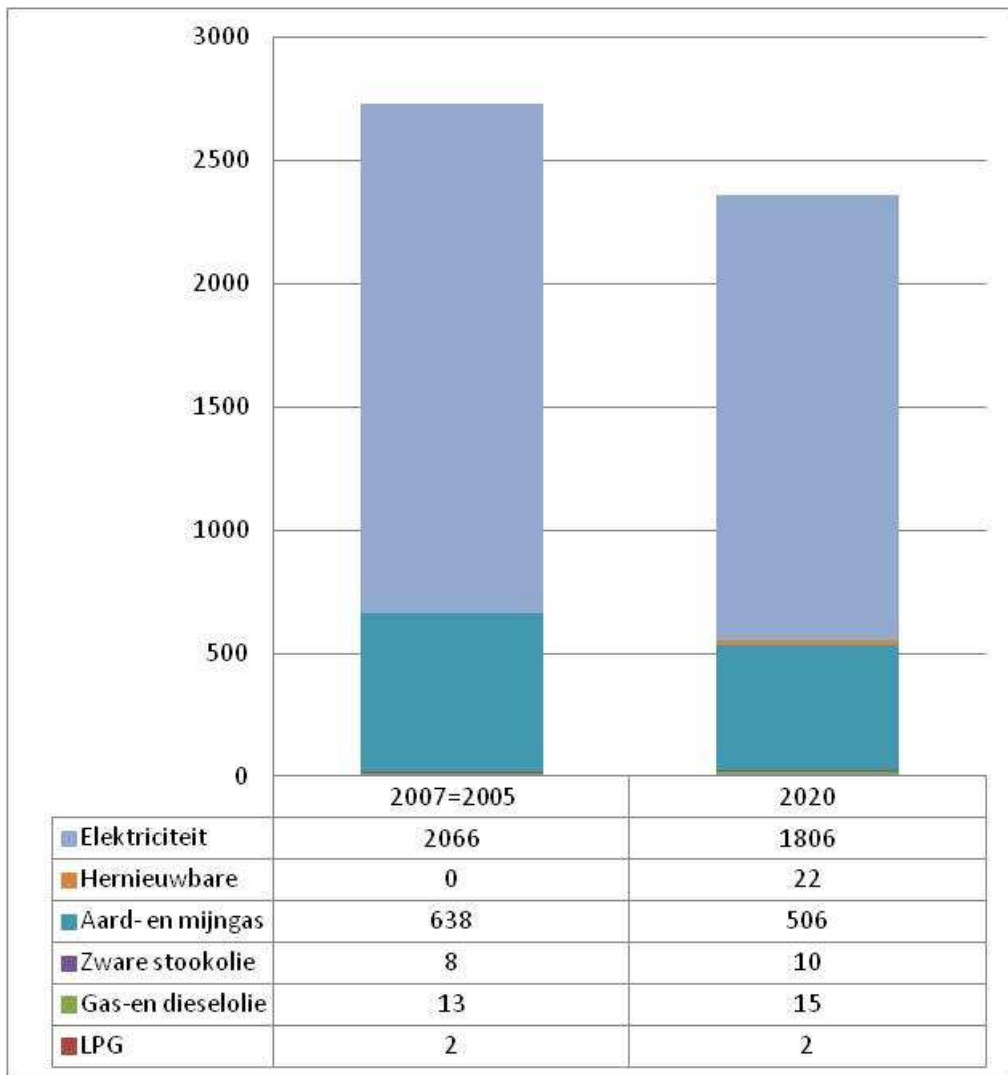
Voor de inschatting van het referentie energieverbruik in 2020 gaan we uit van het energieverbruik in 2007, per brandstoftype (cf. paragraaf 4.2.4). Dit verbruik corrigeren we voor de sluiting van Opel Antwerpen. De procentuele evolutie van het verbruik uit het WM-scenario (voor industrie < 20 MW) passen we, per brandstoftype, toe op het gecorrigeerde verbruik. Uitzondering is de chloorproductie, waarvoor we het elektriciteitsverbruik van 2007 (nulmeting) enkel corrigeren voor de omschakeling van kwikcel- naar membraanprocédé.

We schatten dat het energieverbruik voor industrie niet-ETS op het stedelijk grondgebied Antwerpen in 2020 ca. 2.361 GWh bedraagt. Het aardgas en elektriciteitsverbruik vertegenwoordigen het belangrijkste aandeel, respectievelijk ca. 21% en ca. 76%. Biomassa (warm water/stoom) vertegenwoordigt in 2020 ca. 1% van het energieverbruik. De scheikundige nijverheid vertegenwoordigt in 2020 ca. 76% van het energieverbruik.

Tabel 31: Energieverbruik per brandstoftype voor de niet-ETS bedrijven (in GWh en %, 2020)

Brandstoftype	Cokes	Raff. gas	LPG	Gas-en dieselolie	Zware stookolie	Petroleum cokes	Aard- en mijngas	Andere	Hernieuwbare	Elektriciteit	Totaal
GWh	0	0	2	15	10	0	506	0	22	1.806	2.361
%	0%	0%	0,1%	1%	0,4%	0%	22%	0%	1%	76%	100%

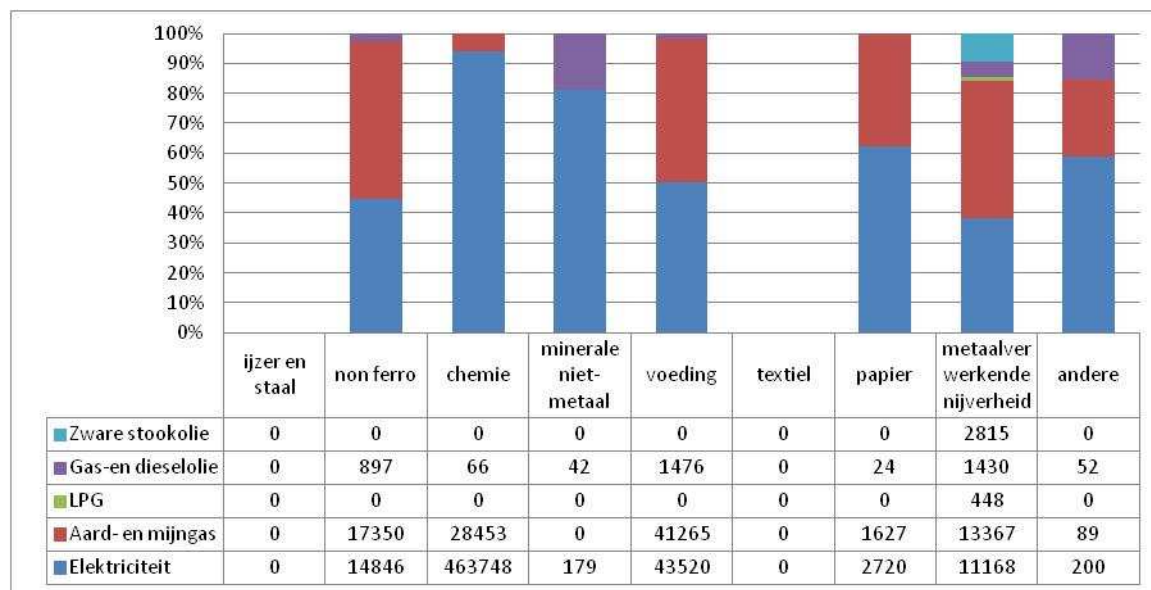
Indien we het energieverbruik vergelijken tussen 2005 en 2020, stellen we vast dat het totale energieverbruik afneemt met 13%. Het verbruik van elektriciteit daalt tussen 2005 en 2020 met 13%, als gevolg van de overschakeling van het kwikcel procédé naar het membraanelektrolyse procédé. Het verbruik van aardgas daalt met ca. 21% tussen 2005 en 2020. In laatstgenoemde daling, speelt de sluiting van Opel Antwerpen een belangrijke rol.



Figuur 21: Vergelijking energieverbruik per brandstoftype 2007= 2005 en 2020 (in GWh)

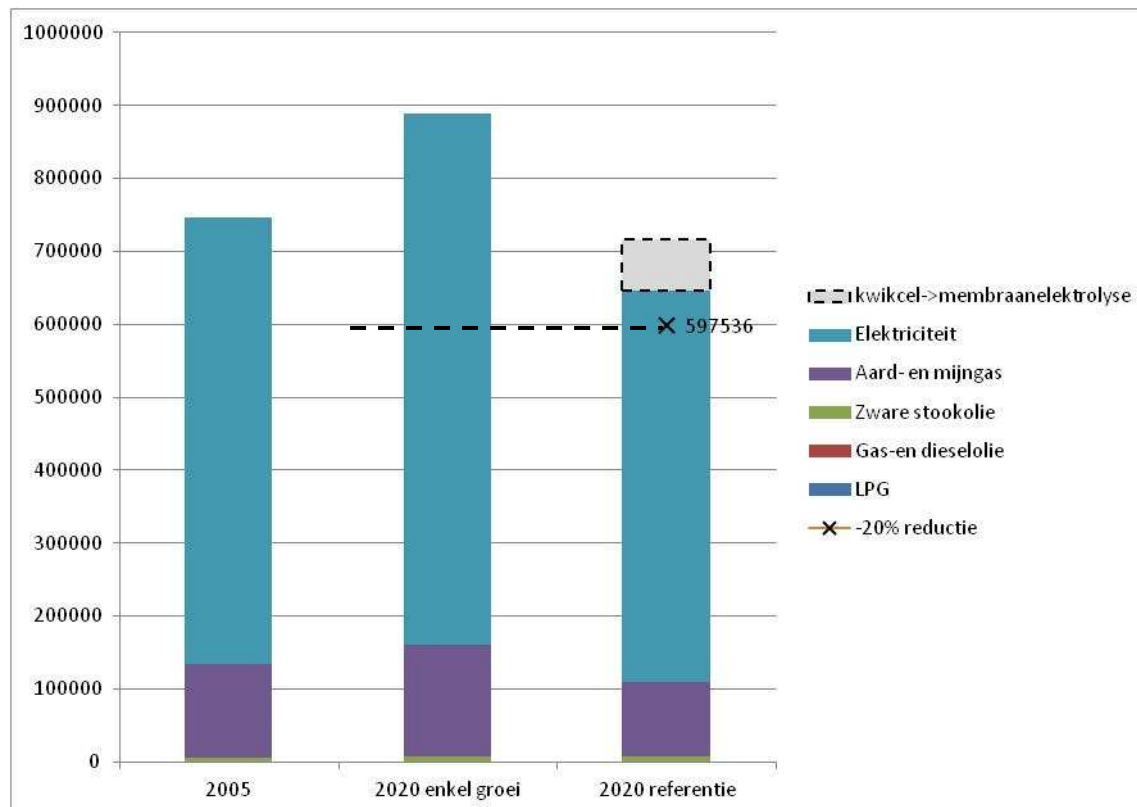
→ CO₂-emissies

In het referentiescenario voor 2020 daalt de CO₂-uitstoot met ca. 14% ten opzichte van de nulmeting in 2005. De scheikundige nijverheid en voedingsindustrie vertegenwoordigen een aandeel van, respectievelijk, ca. 76% en ca. 13% in deze uitstoot. Elektriciteit- en aardgasverbruik vertegenwoordigen een aandeel van, respectievelijk, ca. 83% en ca. 16% in de totale CO₂-uitstoot van industrie niet-ETS in 2020.



Figuur 22: CO₂-uitstoot industrie (niet-ETS) per sector en per energiedrager in 2020 (in ton en %)

In volgende figuur wordt de CO₂-uitstoot per energiedrager vergeleken voor 2005 en 2020. Voor 2020 hebben we niet alleen de uitstoot volgens de aannames in het referentiescenario in kaart gebracht maar ook de CO₂-uitstoot indien er geen beleid gevoerd zou worden vanaf 2005, i.e. een scenario waarbij enkel de groei in rekening wordt gebracht.



Figuur 23: Vergelijking CO₂-emissies industrie (niet-ETS) 2005 en 2020 (in kton)

In het **referentiescenario** hebben de niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen een uitstoot van **646 kton CO₂**. Indien in de chloorproductie de vervanging van het kwikcel procédé door membraanelektrolyse procédé niet zou plaatsvinden, zou de CO₂-uitstoot in 2020 **ca. 716 kton CO₂** bedragen.

Indien we zouden veronderstellen dat elke sector op het stedelijk grondgebied Antwerpen de CO₂-uitstoot tegen 2020 met 20% moet reduceren ten opzichte van 2005, zou de CO₂-uitstoot van de industrie (niet-ETS) **maximum 598 kton** mogen bedragen in 2020. Ten opzichte van het referentiescenario houdt dit een bijkomende reductie van 7% of 48 kton CO₂-emissies in.

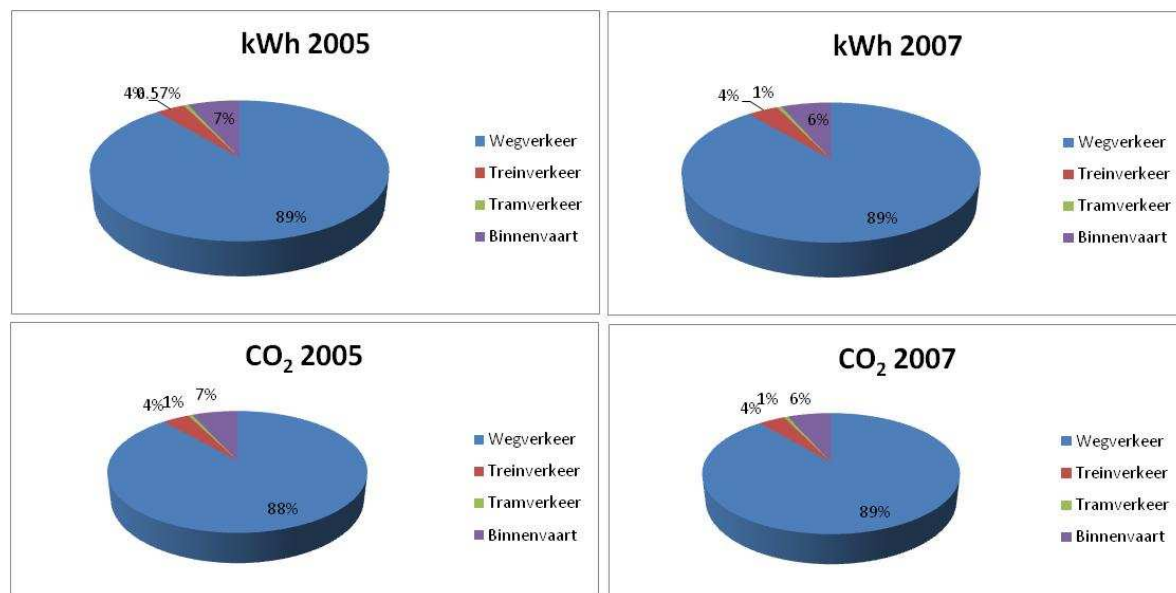
Indien er **geen beleid** zou gevoerd worden tussen 2005 – 2020 zou het energieverbruik toenemen met ca. 19% ten opzichte van 2005. Dit is de gemiddelde groei over de verschillende subsectoren heen in 2020 ten opzichte van 2005 (cf. Tabel 29). Indien we veronderstellen dat de energiemix ongewijzigd blijft tussen 2005 – 2020 zal ook de CO₂-uitstoot met 19% toenemen ten opzichte van 2005 tot ca. **890 kton** (cf. 2020 enkel groei).

5.4. MOBILITEIT EN TRANSPORT

In het kader van de nulmeting werden voor wegtransport zowel de emissies op het stedelijk grondgebied Antwerpen in kaart gebracht als de emissies die veroorzaakt werden door de stedelijke vloot (allerhande dienstvoertuigen). In paragraaf 5.5 wordt de CO₂-uitstoot van stedelijke vloot afzonderlijk toegelicht. Omdat deze voertuigen zich ook verplaatsen binnen Antwerpen zijn ze weliswaar inbegrepen in het referentiescenario voor transport dat we in volgende paragrafen toelichten.

5.4.1. ENERGIEVERBRUIK EN CO₂-UITSTOOT 2005

In het kader van het Klimaatplan Antwerpen werd een inschatting gemaakt van de CO₂-uitstoot gerelateerd aan het wegverkeer, treinverkeer en tramverkeer op het stedelijk grondgebied Antwerpen. Daarnaast werden ook de CO₂-emissies voor de binnenvaart gerapporteerd. Uitgaande van een emissiefactor per energiedrager werd eveneens het energieverbruik in kWh berekend. In onderstaande figuren geven we een overzicht van de resultaten voor 2005 en 2007.



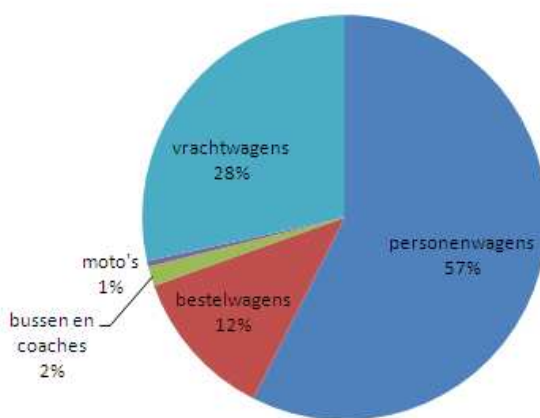
Figuur 24: Aandeel wegverkeer, treinverkeer, tramverkeer en binnenvaart in totale CO₂-uitstoot in 2005 en 2007

Op basis van: Nulmeting Antwerpen

In 2005 bedroegen de CO₂-emissies ca. 931 kton waarvan ca. 97% gerelateerd aan het verbruik van brandstoffen en ca. 3% gerelateerd aan het geëlektrificeerd tram- en treinverkeer. Het wegverkeer vertegenwoordigde een aandeel van bijna 90% in de totale CO₂-uitstoot; voornamelijk gerelateerd aan het verbruik van gas- en dieselolie. Bij de opmaak van het referentiescenario concentreren we ons dan ook op de belangrijkste bron van CO₂ met name wegverkeer (zowel personenverkeer als goederenverkeer).

Om een indicatie te hebben van de opsplitsing van de emissies van wegverkeer per wegtype (autosnelweg, gewestweg, gemeentewegen), hebben we in het kader van deze studie opdracht de CO₂-uitstoot voor 2007 herberekend met het MIMOSA-model. Deze modelrun geeft aan dat in 2007 de uitstoot van wegverkeer op het stedelijk grondgebied ca. 852 kton CO₂ bedraagt. Deze berekening houdt rekening met alle verkeer op alle wegen op het Antwerps grondgebied, dus ook het transitverkeer op de Antwerpse Ring. De Antwerpse emissies vertegenwoordigen ca. 6,36% van de emissies van het Vlaams Gewest in 2007, terwijl het Antwerps grondgebied ca. 1,5% van het Vlaamse Gewest beslaat. Op basis van een combinatie van gegevens over de voertuigmix per type weg (voor Vlaanderen) (cf. Figuur 25) en de modelruns met MIMOSA voor CO₂-emissies per wegtype (voor Vlaanderen en voor Antwerpen), (cf. Figuur 26) kunnen we een aantal conclusies trekken specifiek voor het wegverkeer op het Antwerps grondgebied.

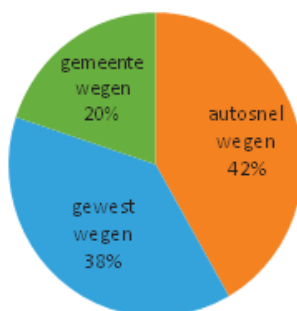
Aandeel van de voertuigtypes in de emissies wegverkeer voor Vlaanderen 2007



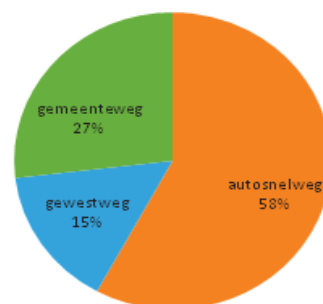
Figuur 25: Aandeel voertuigtypes in emissies wegverkeer Vlaanderen (2007)

Bron: VITO – MIMOSA model

Verdeling van de broeikasgasemissies 2010 volgens wegtype voor Vlaanderen



Verdeling van de emissies volgens wegtype voor grondgebied Antwerpen

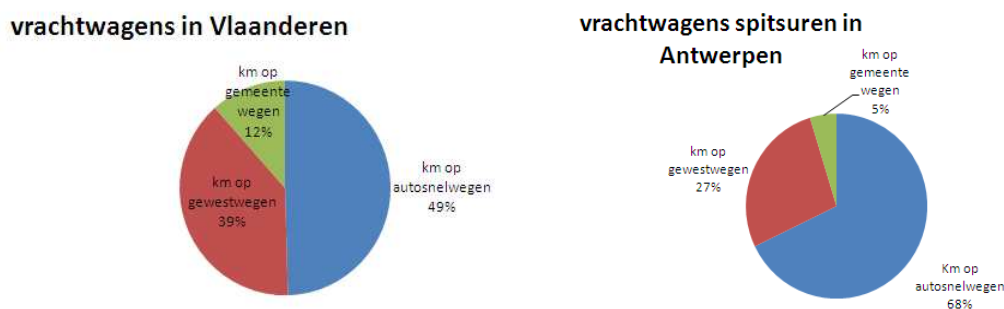


Figuur 26: Verdeling CO₂-emissies volgens wegtype voor Vlaanderen (2010) en Antwerpen (2007)

Bron: VITO – MIMOSA

Uit de berekeningen met MIMOSA blijkt dat in Antwerpen 58% van de CO₂ emissies van wegverkeer worden veroorzaakt op autosnelwegen. Dit kan worden verklaard door het feit dat op dit wegsegment een groot aantal voertuigkilometers worden afgelegd en door het feit dat dit wegsegment voor Antwerpen relatief belangrijk is. Uit een studie van Transport en Mobility Leuven (Maerivoet et al., 2008) blijkt dat de Antwerpse agglomeratie ca. 9% van de autosnelwegen in Vlaanderen vertegenwoordigt, 5% van de regionale wegen en 1,6% van de gemeentewegen.

Uit een vergelijking van de kilometergegevens (voor spitsuren) uit het Masterplan 2020 en de kilometergegevens voor Vlaanderen in MIMOSA, blijkt dat in Antwerpen vrachtwagens relatief veel meer kilometers afleggen op autosnelwegen dan op gewest- of gemeentewegen. Dit wordt geïllustreerd in volgende figuren.



Figuur 27: Percentage kilometers afgelegd door vrachtwagens per wegtype in Vlaanderen en in Antwerpen (voor spitsuren)

Op basis van: Masterplan 2020, VITO - MIMOSA

Bovendien is de verhouding afgelegde kilometers tussen personenwagens en vrachtwagens in de spits in Antwerpen veel hoger dan het gemiddelde van Vlaanderen. Op autosnelwegen is de verhouding afgelegde kilometers door personenwagens ten opzichte van vrachtwagens voor Vlaanderen 5,2, en in Antwerpen is dit 11,6. Het verschil is nog groter voor gemeentewegen en gewestwegen: voor elke kilometer afgelegd door een vrachtwagen in Vlaanderen worden er 11 km afgelegd door een personenwagen. Voor Antwerpen bedraagt deze verhouding 1/32.

Deze analyse geeft aan dat het reductiepotentieel van CO₂ in de binnenstad kleiner is dan in de rand van Antwerpen en dat CO₂-reductiemaatregelen zich zowel moeten focussen op personenverkeer als op vrachtverkeer.

5.4.2. UITGANGSPUNT REFERENTIESCENARIO: MILIEUVERKENNING 2030

Voor **wegverkeer** gaan we uit van het referentiescenario dat werd opgemaakt in het kader van Milieuverkenning 2030 (VMM, november 2009). Uit dit scenario kunnen we de CO₂-emissies voor het stedelijk grondgebied voor 2015 en 2020 afleiden via een herschaling van de prognosewaarden op basis van het aandeel van de emissies van de Stad in de emissies voor Vlaanderen in 2007. Op die

manier krijgen we een beeld van de vermoedelijke evolutie van de emissies tot 2020 als er op stedelijk niveau, bovenop het gekende Europese, Belgische en Vlaamse beleid, geen bijkomende maatregelen worden genomen.

Enkele kanttekeningen die we moeten maken bij de herschaling van Vlaamse resultaten naar het stedelijk grondgebied Antwerpen:

- We veronderstellen dat de voertuigen die rondrijden op het stedelijk grondgebied Antwerpen dezelfde kenmerken hebben als de gemiddelde vloot die rondrijdt in Vlaanderen.
- We veronderstellen dat de voertuigvloot evolueert volgens een aantal kenmerken die ook in het referentiescenario voor de Milieuverkenning 2030 werden doorgerekend en die sindsdien werden aangepast volgens recente inzichten en nieuwe regelgeving op Europees, Belgisch of Vlaams niveau (cf. paragraaf 5.4.3).

Omdat mobiliteit en transport in Antwerpen verschilt van de gemiddelde situatie in Vlaanderen, hebben we de methode om de CO₂-emissies van Antwerpen te 'isoleren' uit het Vlaamse referentiescenario voor 2020 verfijnd:

- voor de evolutie van het aantal voertuigkilometers gaan we uit van het Masterplan Antwerpen (gecorrigeerd voor de economische groeivertraging in de periode 2008-2010, cf. infra)
- voor de evolutie van de emissiefactoren per voertuigtype gaan we uit van voertuiggegevens op Vlaamse schaal.

Voor toekomstige monitoring en prognoses zou het nuttig zijn om de gegevens over de voertuigvloot specifieker te maken voor Antwerpen. Momenteel ontbreken dergelijke gedetailleerde meetgegevens. De Stad kan deze gegevens, bijvoorbeeld, bestellen bij het Vlaams Verkeerscentrum. Het gaat ondermeer over meetgegevens over voertuigkilometers op Antwerpse wegen per voertuigtype geëxtrapoleerd op jaarbasis (en niet enkel voor de spitsuren zoals gerapporteerd in het Masterplan 2020).

Voor **treinverkeer en binnenvaart** houden we de directe CO₂-uitstoot en het elektriciteitsverbruik constant ten opzichte van de nulmeting in 2005. We gaan van deze aanname uit, gegeven het beperkte aandeel dat deze subsectoren vertegenwoordigen binnen de transportsector en de totale CO₂-uitstoot van het stedelijk grondgebied Antwerpen. Daarnaast hebben we onvoldoende cijfers voorhanden om een realistische inschatting te maken van de toekomstige CO₂-uitstoot van deze subsectoren voor het stedelijk grondgebied Antwerpen.

Voor het **tramverkeer** brengen we in rekening dat de Lijn vanaf 2008 rijdt op 100% groene stroom van Alpenenergie.

5.4.3. EXOGENE AANNAMES REFERENTIE SCENARIO

Zoals in voorgaande paragraaf aangegeven, komt het referentiescenario voor wegverkeer tot stand door twee projecties of voorspellingen met elkaar te combineren, namelijk de projectie van de evolutie van het aantal voertuigkilometers tot 2020 (Masterplan 2020) enerzijds en projectie van evolutie van de voertuigvloot tot 2020 (MIMOSA) anderzijds.

→ **Aantal voertuigkilometers**

De evolutie van het aantal voertuigkilometers wordt afgeleid uit ramingen omtrent de evolutie van het aantal voertuigkilometers voor Vlaanderen en informatie over de verwachte evolutie volgens het Masterplan 2020.

→ **Voertuigvloot**

De prognoses voor de voertuigvloot van het wegverkeer zijn concreet gebaseerd op de aannames gebruikt in het referentiescenario van de Milieuverkenning 2030, zoals:

- Euro 5 en euro 6 voor personenwagens en bestelwagens.
- Europese richtlijn 2006/40/EC type koelvloeistof in mobiele airconditioning.

Een aantal van de aannames hebben we gecorrigeerd voor:

- effecten van Verordening (EG) nr. 443/2009 met betrekking tot CO₂ grenzen voor personenwagens (130 g CO₂ vanaf 2015),
- Euro VI norm voor zwaar vervoer,
- minder sterke stimulans voor de aanschaf van kleine personenwagens dan initieel voorzien,
- een groeiend aandeel van biobrandstoffen in de verkochte brandstoffen aan de pomp: met name bijmenging van 6% biodiesel in diesel in 2020 en bijmenging van 7% bioethanol in benzine in 2020.

Het referentie scenario houdt rekening met assumpties omtrent de samenstelling van de nieuwe voertuigen in volgende figuur.

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
benzine*	23,92	21,50	22,75	19,25	12,75
benzine hybride	0,50	2,75	7,00	12,25	17,00
brandstofcel H ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
CNG	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
diesel	75,33	74,17	64,00	54,00	46,50
diesel hybride	0,00	0,83	5,00	10,00	15,00
elektrisch	0,00	0,00	0,00	2,50	5,00
H ₂ ICE	0,00	0,00	0,00	0,25	0,50
LPG	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
<i>totaal</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>	<i>100,00</i>

* benzinetehnologie omvat ook flexi-fuel voertuigen die zowel op benzine, als op ethanolmengsels kunnen rijden

Bron: VITO (De Vlieger et al., 2009)

Figuur 28: Assumpties samenstelling nieuwe voertuigen

Bron: De Vlieger et al. (2009)

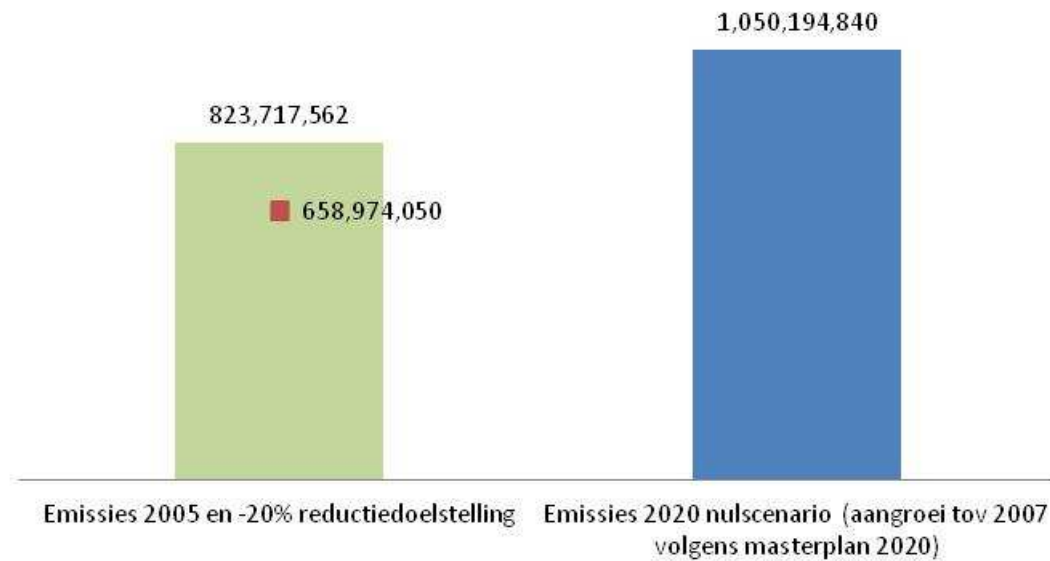
5.4.4. REFERENTIESCENARIO 2020

We bouwen het referentiescenario op vertrekkende van een “**nulscenario 2020**”. Dit is een scenario zonder specifieke, bijkomende beleidsmaatregelen bovenop de aannames die in voorgaande paragraaf werden weergegeven. Het basisnetwerk van 2008 wordt slechts beperkt uitgebreid met de volgende maatregelen:

- spitsstrook op de E313,
- ondertunneling van de R11 aan de luchthaven van Deurne,
- realisatie van Brabo 1, dit zijn de tramlijnen Deurne – Wijnegem en Mortsel – Boechout,
- realisatie van Brabo 2, dit zijn de tramlijn Frankrijklei – Ekeren tot De Mieren, tramlijn Eilandje en tramlijn Brusselsestraat,
- realisatie van Livan1, dit is enerzijds de ingebruikname van de Metrokoker onder de Herentalsebaan en anderzijds de tramlijn Florent Pauwelslei –Ruggeveldlaan en de tramlijn P+R Wommelgem.

De voertuigkilometers stijgen in het nulscenario fors in 2020 ten opzichte van de huidige situatie. We gaan hiervoor uit van de aannames in het Masterplan 2020 (september 2011). Dit Masterplan voorziet volgende evolutie: voor de ochtendspits zal deze stijging voor het personenautoverkeer 22% zijn en voor het vrachtverkeer 27%. Tijdens de ochtendspits wordt er in 2020 zonder bijkomende investeringen in het studiegebied van het Provinciaal Verkeersmodel Antwerpen (dit komt niet volledig overeen met het grondgebied van de Stad en is ruimer) iets meer dan 4,3 miljoen voertuigkilometers (personenauto's) en iets meer dan 400.000 vrachtkilometers gepresteerd. De verdeling over de verschillende districten en wegennetten verandert niet wezenlijk. Enkel voor de snelwegen wordt het aandeel in de totale personenautoprestaties iets kleiner. Voor het vrachtverkeer wordt een omgekeerde evolutie vastgesteld. Door de sterkere stijging van het vrachtverkeer is er een zekere verdringing van het autoverkeer van het hoofdwegennet naar het onderliggend wegennet (gewestwegen en lokale wegen). De sterkste groeidistricten zijn – logischerwijze – de twee havendistricten. Verder valt Antwerpen-Noord ook uit de toon doordat hier de voertuigprestaties nauwelijks groeien.

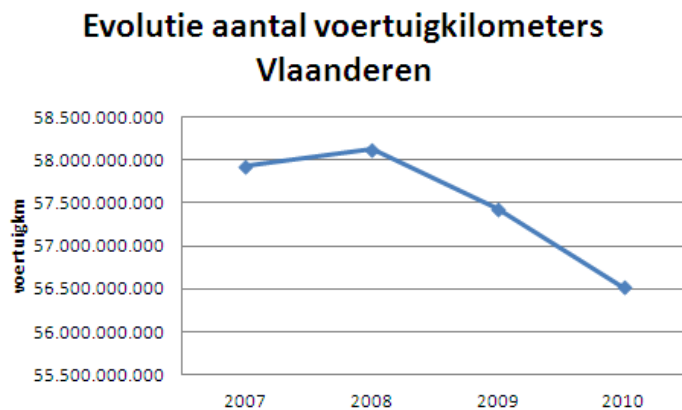
Rekening houdend met deze evolutie van de voertuigprestaties ramen we de evolutie van CO₂-emissies (geen bijkomende maatregelen – geen wijziging van de vlootkenmerken tot 2020). De uitstoot in het nulscenario, **1.050 kton CO₂**, ligt sterk boven de psychologische grens van -20% reductie ten opzichte van 2005 (of 658 kton).



Figuur 29: Vergelijking CO₂-emissies wegverkeer in 2005 en nulscenario in 2020 (in kg)

Het nulscenario houdt evenwel geen rekening met de impact van de crisis in 2008-2009. In die zin is de berekening hierboven een maximale berekening. Als we rekening houden met de economische groeivertraging kunnen we ook een meer realistische inschatting maken van de emissies.

Uit cijfers over de evolutie van het aantal voertuigkilometers 2008, 2009 en 2010 voor wegtransport in Vlaanderen, zoals ze gerapporteerd worden door het Vlaams Verkeerscentrum (VVC) blijkt dat er vooral in 2009 een sterke terugval was van het aantal voertuigkilometers, die zich ook verderzet in 2010.



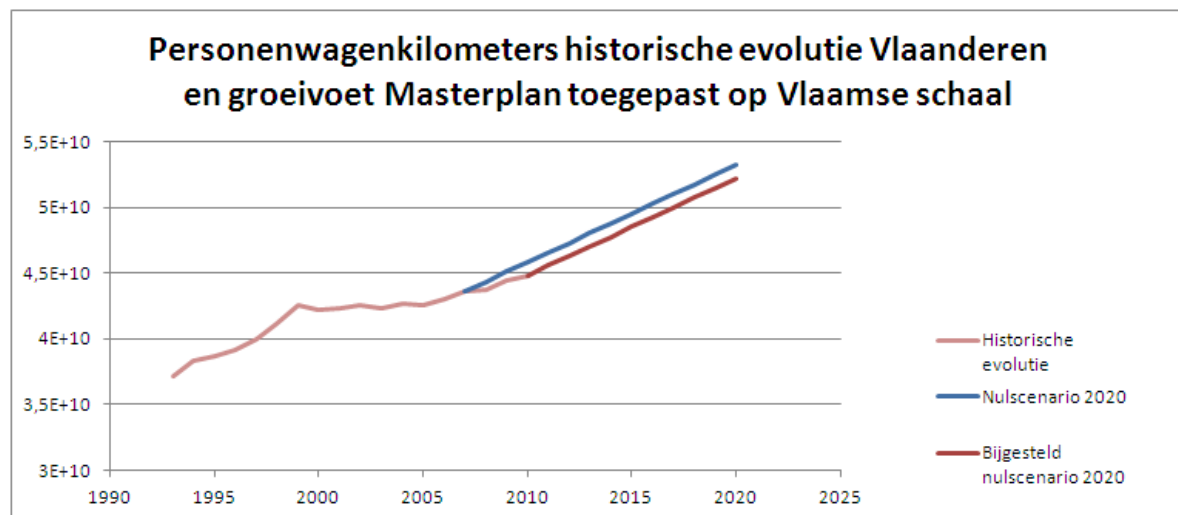
Figuur 30: Evolutie aantal voertuigkilometers in Vlaanderen (2007 – 2010)

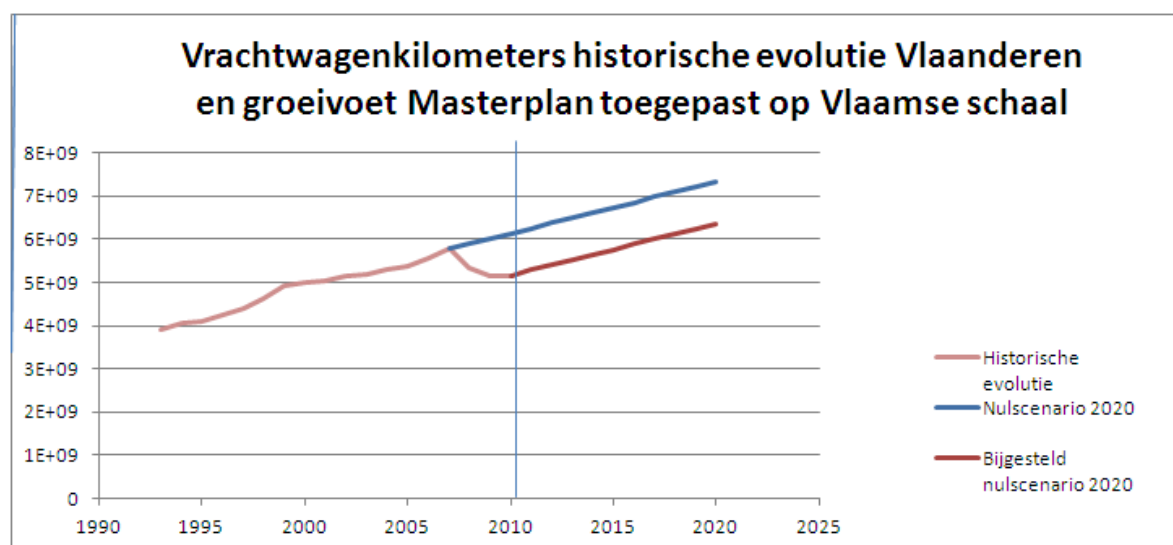
Bron: VMM rapportering op basis van meetgegevens van het Vlaams Verkeerscentrum

Dit betekent dat de prognoses die in 2007 werden opgesteld voor de periode 2010-2015-2020 waarschijnlijk uitgaan van een overschatting van het aantal voertuigkilometers op lange termijn omdat ze geen rekening hielden met deze terugval in de periode 2008-2010.

De evolutie van het aantal voertuigkilometers hangt uiteraard niet enkel af van de economische groei maar ook van de infrastructuurwerken die ondertussen worden uitgevoerd. In het Masterplan Antwerpen gaat men uit van verschillende scenario's.

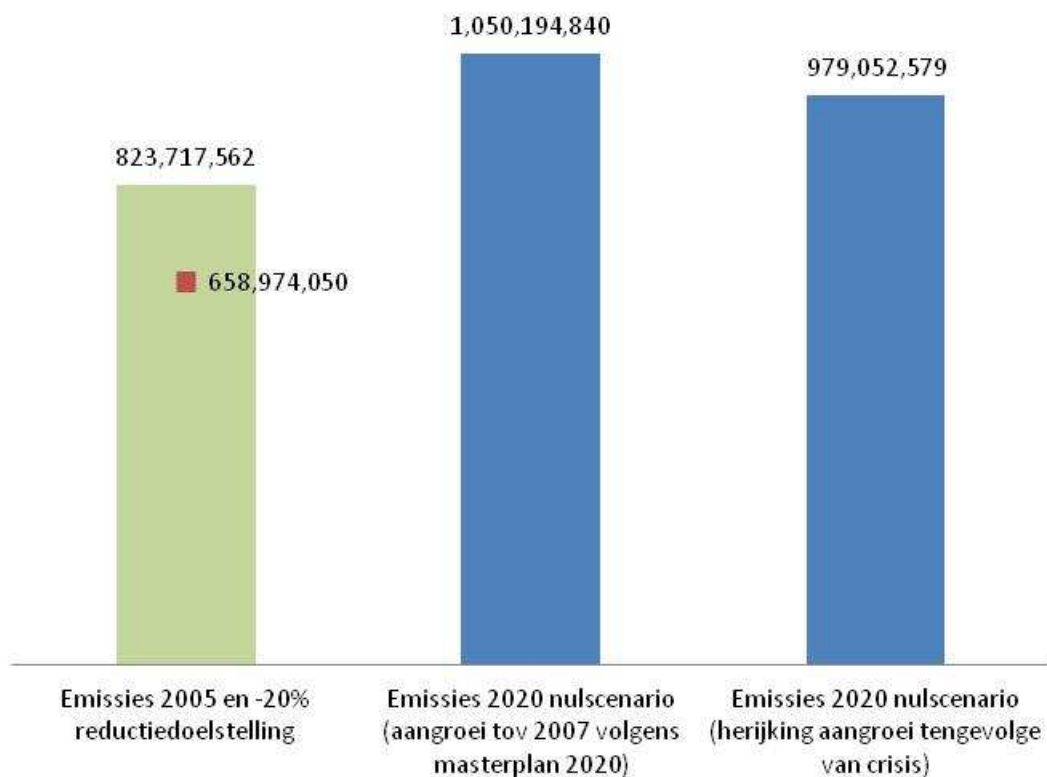
Als we de lange termijn evolutie voor Vlaanderen bekijken en we gaan na met welke groeivoeten voor Antwerpen werd rekening gehouden in het Masterplan, krijgen we de evolutie in volgende figuren. We maken tevens een onderscheid tussen personenwagens en vrachtwagens.





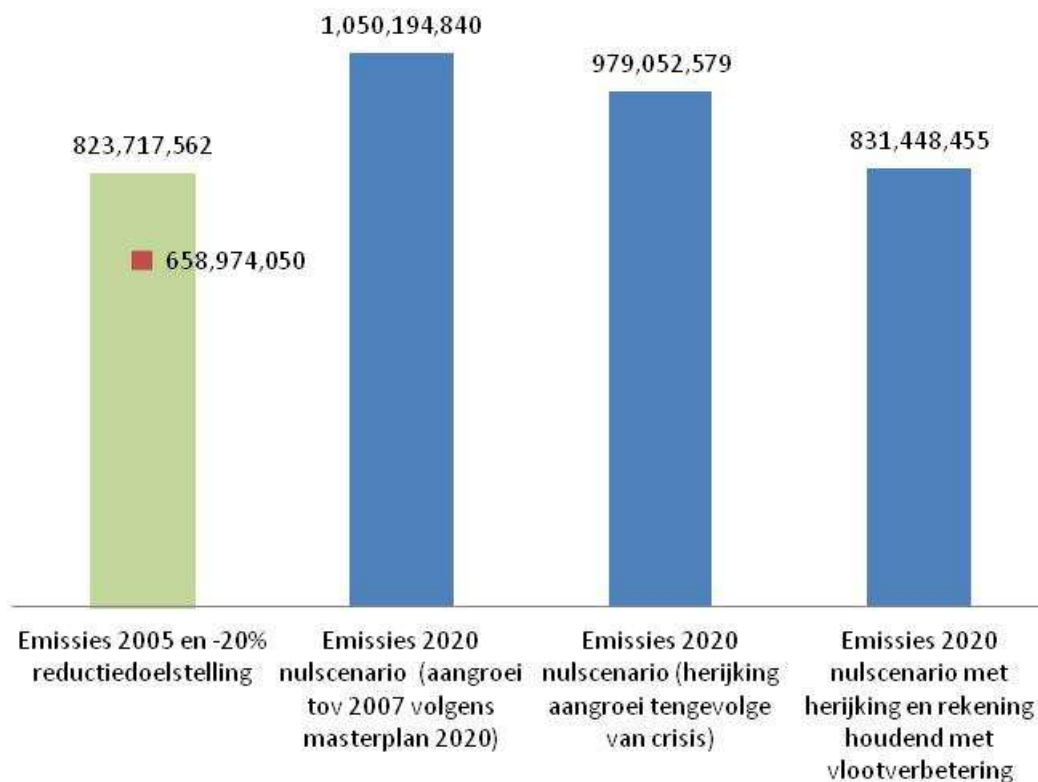
Figuur 31: Historische evolutie voertuigkilometers Vlaanderen en groeivoet Masterplan toegepast op Vlaamse schaal (1990 – 2020)

Als we dezelfde groei veronderstellen als in het Masterplan Antwerpen, maar een correctie doorvoeren voor de groeivertraging 2008-2010 krijgen we een **bijgesteld nulscenario 2020**. De berekening van de CO₂-emissies valt in dat geval lager uit, namelijk **ca. 979 kton** in 2020.



Figuur 32: Vergelijking CO₂-emissies wegverkeer in 2005, nulscenario en bijgesteld nulscenario in 2020 (in kg)

Bovenstaande berekening gaat uit van dezelfde vlootkenmerken in 2020 als in 2007. De emissiefactoren per voertuigtype zullen echter door Europees, federaal en Vlaams beleid verbeteren in de tussenliggende periode. Voor het **referentiescenario 2020** houden we wel rekening met deze evolutie. We schatten in het referentiescenario de CO₂-uitstoot voor wegverkeer op ca. **831 kton**.



Figuur 33: Vergelijking CO₂-emissies wegverkeer in 2005, nulscenario, bijgesteld nulscenario en referentiescenario in 2020 (in kg)

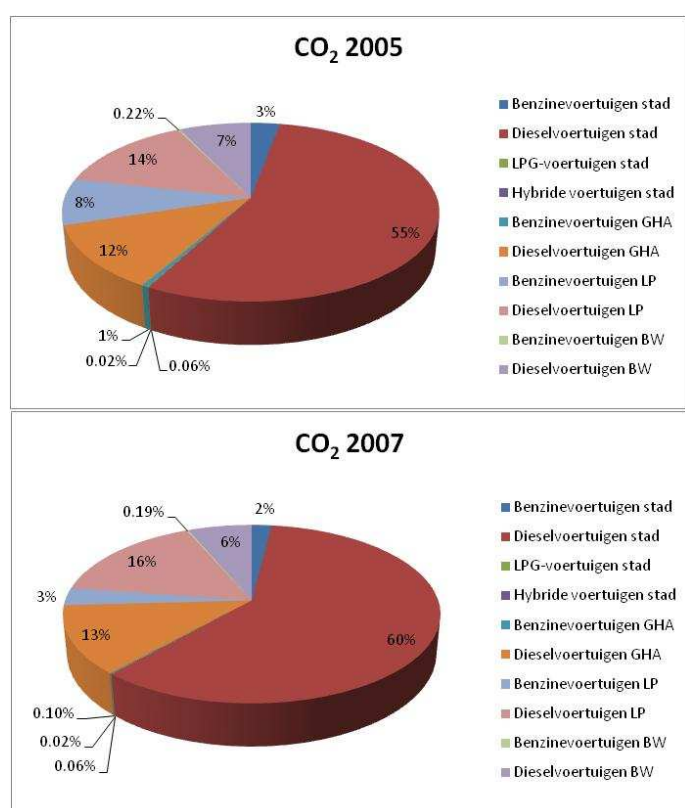
De vlootoptimalisatie zal de groei van het aantal voertuigprestaties 2005-2020 kunnen opvangen. Bijkomende maatregelen zijn echter nodig om de -20% reductie te realiseren. De kloof bedraagt ongeveer 172 kton.

Voor de evolutie van het treinverkeer en binnenvaart zijn er geen specifieke gegevens voor Antwerpen bekend. De CO₂- uitstoot van het **treinverkeer** blijft in 2020 ca. **38 kton CO₂**. Voor **binnenvaart** blijft de CO₂-uitstoot ca. **63 kton in 2020**. De Lijn rijdt sinds 1/06/2008 op 100% groene stroom van Alpenergie zodat de CO₂-uitstoot gerelateerd aan het **tramverkeer** gelijk is aan **0 kton**.

5.5. STEDELIJKE VLOOT

Zoals reeds eerder aangegeven, zijn in het referentiescenario voor mobiliteit en transport ook de emissies die veroorzaakt worden door de stedelijke vloot meegerekend. De verplaatsingen door de voertuigen van de stedelijke vloot veroorzaken immers ook emissies op het stedelijk grondgebied Antwerpen en zijn inbegrepen in de verkeerstellingen.

In het kader van het Klimaatplan Antwerpen werd een inschatting gemaakt van de CO₂-emissies gerelateerd aan de stedelijke vloot (i.e. stad, politie, brandweer en Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen). Over de vloot van het OCMW/ Zorgbedrijf waren er geen gegevens beschikbaar. De CO₂-uitstoot werd ingeschat op ca. 6 kton CO₂ in 2005 en in 2007. In onderstaande figuren geven we een overzicht van het aandeel van de verschillende “type voertuigen” in de totale CO₂-uitstoot.



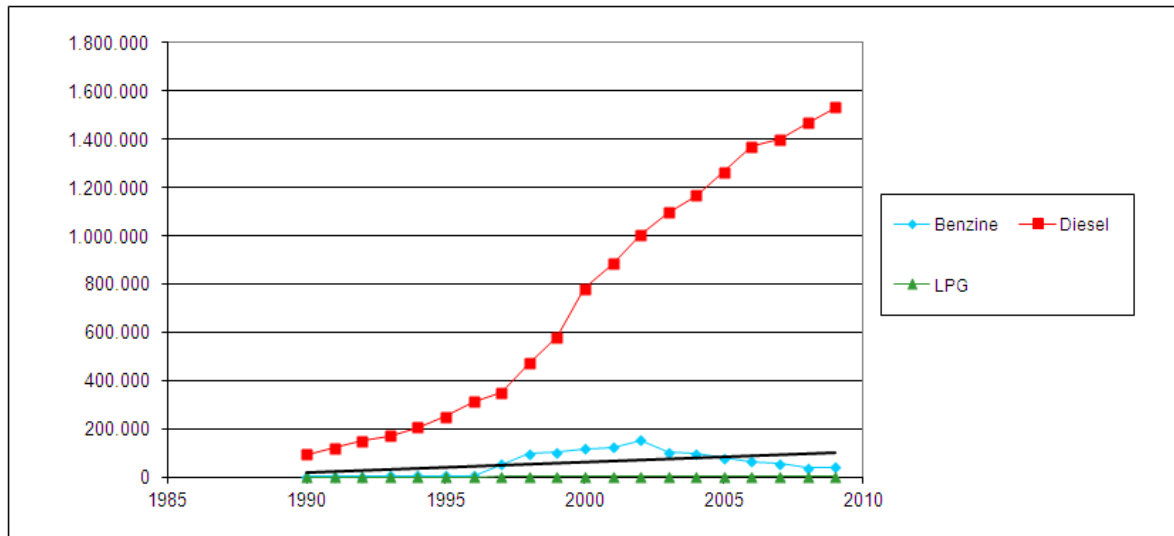
Figuur 34: Aandeel vloot stad, Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen (GHA), lokale politie (LP) en brandweer (BW) in CO₂-uitstoot in 2005 en 2007

Bron: Nulmeting Antwerpen

De dieselveertuigen van de stad (i.e. in beheer van het Voertuigencentrum), vertegenwoordigen het grootste aandeel in de totale uitstoot, zowel in 2005 als in 2007. Voor de hybride voertuigen werd bij de inschatting van de CO₂-uitstoot uitgegaan van de emissiefactor van benzine.

Op dit moment is er geen volledige inventaris van de stedelijke vloot beschikbaar en hebben we enkel gedetailleerde cijfers over de de brandstofverbruiken voor eigen voertuigen.

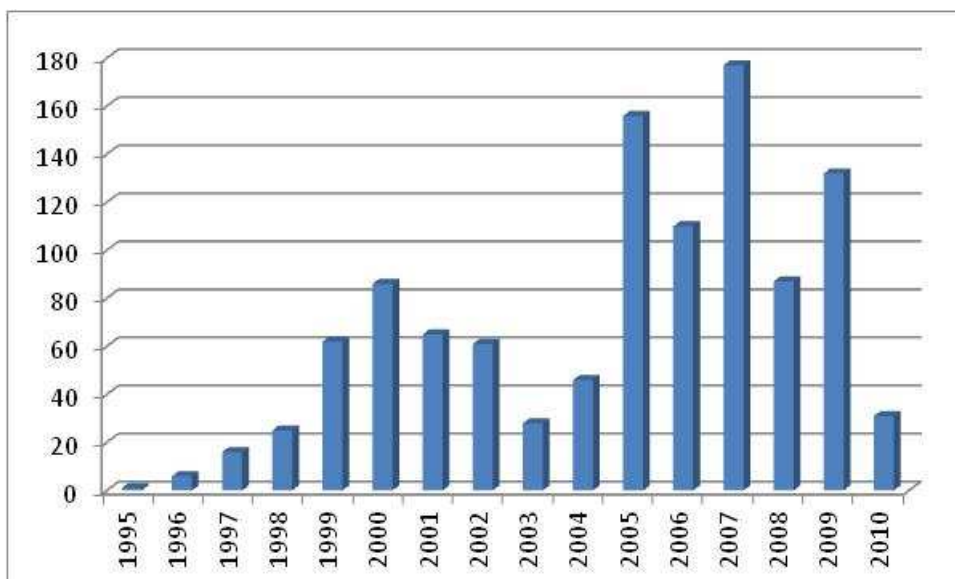
Op basis van de gegevens die beschikbaar zijn voor (een deel van) de stedelijke vloot, kunnen we concluderen dat er sinds 1997 een sterke aangroei is van de vloot, een sterke toename van de dieselveertuigen en een sterk stijgend brandstofverbruik. Dit blijkt onder andere uit volgende grafiek:



Figuur 35: Evolutie brandstofverbruik vloot stad 1990 – 2010 (in liters)

Bron: Voertuigencentrum - Planon

Uit de statistieken die Stad Antwerpen ter beschikking stelde, kunnen we vaststellen dat er momenteel ca. 1.000 wagens actief gebruikt worden. Deze wagens zijn gemiddeld 5 jaar oud en zijn dus recenter (en potentieel ook milieuvriendelijker) dan het Vlaams gemiddelde (i.e. meer dan 9 jaar).



Figuur 36: Aantal wagens in vloot stad volgens jaar van aankoop (1995 – 2010)

Bron: Voertuigencentrum - Planon

Wegens gebrek aan stadspecifieke cijfers en omwille van de vaststelling dat de vloot relatief jong is (cf. Figuur 36), stellen we voor om in het referentiescenario 2020 uit te gaan van de CO₂-uitstoot in 2005, maar dan gecorrigeerd voor de aangroei in kilometers zoals die ook in het Masterplan Antwerpen is voorzien. Dit resulteert in een aangroei van de CO₂-uitstoot met 27,5% voor de periode 2005-2020 en in emissies tot **ca. 8 kton CO₂ in 2020** ten opzichte van het cijfer gerapporteerd in de nulmeting (6 kton CO₂).

5.6. STEDELIJKE DIENSTEN

De stad verbruikt energie voor stedelijke dienstverlening en voorzieningen. Gebouwen, installaties, apparatuur, voertuigen en personen zijn verantwoordelijk voor het stedelijk energieverbruik. Bovendien staat de stad in voor de openbare verlichting. De emissies van de sector “stedelijke diensten” zijn gerelateerd aan het energieverbruik van:

- gebouwen en installaties van de stad, Autonoom Gemeentebedrijf Stedelijk Onderwijs, het OCMW/Zorgbedrijf en het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen (GHA),
- havengebonden tuigen (sleepdienst, baggerdienst, vlot- en walkranen, peilboten),
- openbare verlichting.

Voor meer informatie over de CO₂-uitstoot van de stedelijke vloot verwijzen we naar paragraaf 5.5.

5.6.1. ENERGIEVERBRUIK EN CO₂-UITSTOOT 2005

In volgende tabel geven we per brandstoftype een overzicht van het energieverbruik (in kWh) van de stedelijke diensten in 2005. Deze cijfers zijn gebaseerd op de nulmeting die werd opgemaakt in het kader van het Klimaatplan Antwerpen.

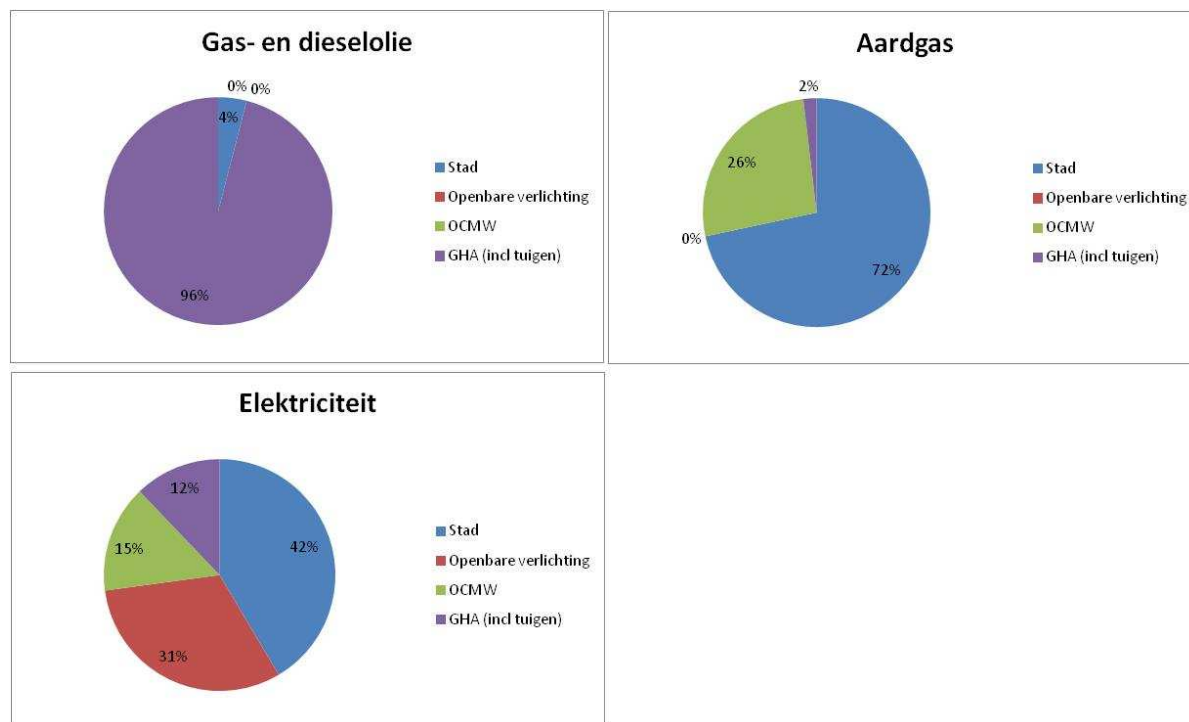
Tabel 32: *Energieverbruik per brandstoftype stedelijke diensten in 2005 (in kWh)*

kWh	Gas- en dieselolie	Aardgas	Elektriciteit	%
Stad	3.270.487	220.102.816	44.994.036	54%
Openbare verlichting	0	0	34.046.263	7%
OCMW	0	81.296.156	16.257.919	20%
GHA (incl. tuigen)	77.856.848	5.744.622	13.170.994	19%
Totaal	81.127.335	307.143.595	108.469.212	100%

Bron: Nulmeting Antwerpen

In 2005 bedroeg het totale energieverbruik van de stedelijke diensten ca. 497 GWh. De stad vertegenwoordigde een aandeel van ca. 54%. Van de verschillende energiedrager vertegenwoordigde aardgas het belangrijkste aandeel, namelijk ca. 62%.

In volgende figuur geven we per energiedrager een overzicht van het procentueel aandeel van de verschillende subsectoren. Zowel in het aardgas- als het elektriciteitsverbruik vertegenwoordigde de stad in 2005 het grootste aandeel, resp. 72% en 42%. Wat het verbruik van gas- en dieselolie betreft, vertegenwoordigt het Gemeentelijk Havenbedrijf het belangrijkste aandeel, namelijk ca. 96%. Het merendeel (ca. 94% in 2005) van dit gebruik is gerelateerd aan de havengebonden tuigen.



Figuur 37: Procentueel aandeel stedelijke diensten in het totaal verbruik per energiedrager in 2005

De CO₂-uitstoot van de stedelijke diensten werd ingeschat op basis van het energieverbruik in 2005 (in kWh) en een emissiefactor (in kton CO₂ per kWh). De resultaten van deze inschatting kunt u terugvinden in volgende tabel. De emissiefactor van elektriciteit is afhankelijk van de samenstelling van het gemiddeld Belgisch park en bedroeg in 2005 303 gram CO₂ per kWh. In 2005 bedroeg de totale CO₂-uitstoot van de stedelijke diensten ca. 116 kton. Het aardgasverbruik vertegenwoordigde een belangrijk aandeel in deze uitstoot, namelijk 54%. De stad vertegenwoordigde een aandeel van ca. 51% in de totale CO₂-uitstoot.

Tabel 33: CO₂-uitstoot stedelijke diensten per energiedrager in 2005 (in ton en %)

ton	Gas- en dieselolie	Aardgas	Elektriciteit	%
Stad	873	44.461	13.324	51%
Openbare verlichting	0	0	10.082	9%
OCMW	0	16.422	4.814	18%
GHA (incl. tuigen)	20.788	1.160	3.900	22%
Totaal	21.661	62.043	32.120	
%	19%	54%	28%	

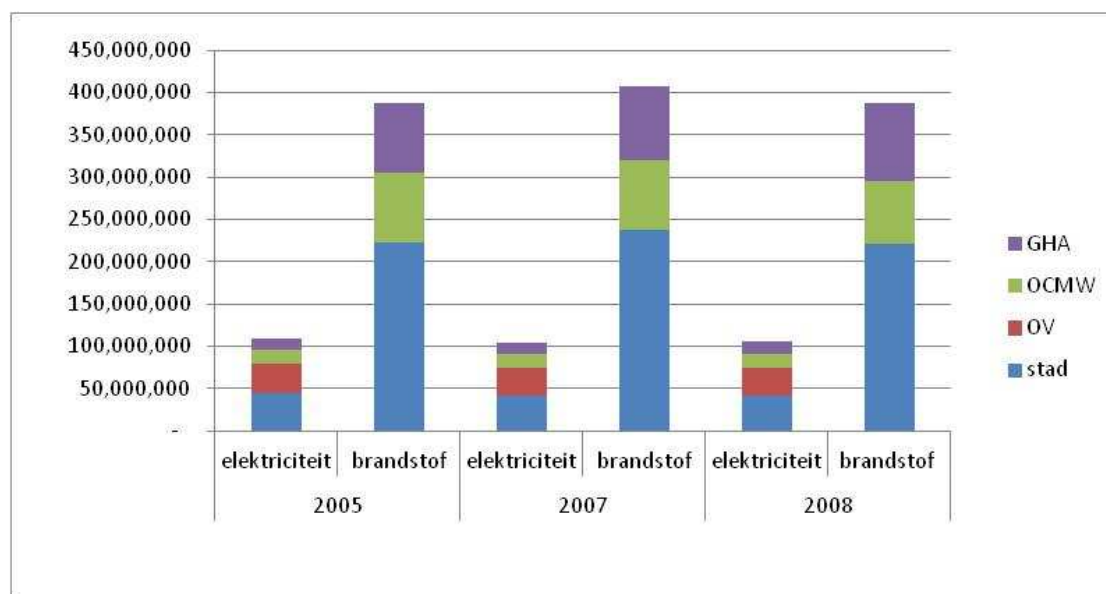
5.6.2. UITGANGSPUNT REFERENTIESCENARIO: ENERGIEVERBRUIK 2008 EN LIJST GEPLANDE MAATREGELEN

Bij de opmaak van het referentiescenario gaan we uit van de brandstof- en elektriciteitsverbruiken in 2008 en een lijst van geplande maatregelen met hun energiebesparingspotentieel. Deze lijst van maatregelen werd opgemaakt door de Afdeling Energie en Milieu Antwerpen, in samenwerking met de betrokken stedelijke diensten, en is een verdere concretisering van de maatregelen die gedefinieerd werden in het Klimaatplan Antwerpen. In het referentiescenario rekenen we enkel de impact door van die maatregelen die reeds beslist zijn. De maatregelen uit de lijst die nog niet beslist zijn, hebben we als bijkomende maatregelen opgenomen.

In principe zou voor de stedelijke diensten dezelfde benadering kunnen gevolgd worden als voor de tertiaire sector. Echter, in samenspraak met de opdrachtgever werd beslist om voor de stedelijke diensten niet uit te gaan van een herschaling van Vlaamse cijfers. Er is voldoende stadspecifieke informatie voorhanden om een referentiescenario voor 2020 op te bouwen en de besliste maatregelen die verder gaan dan het besliste Vlaams beleid (bv. laagenergieprojecten AG Vespa, passiefscholen) expliciet in rekening te brengen.

→ **Brandstof- en elektriciteitsverbruik in 2008**

In volgende figuur geven we voor 2005 – 2008 en per subsector een overzicht van de evolutie van het elektriciteits- en brandstofverbruik. Het totale energieverbruik is in 2008 zo goed als ongewijzigd gebleven ten opzichte van 2005. In het brandstofverbruik zit tevens het dieselverbruik van de havengebonden tuigen verrekend.



Figuur 38: Evolutie energieverbruik 2005 – 2008 stedelijke diensten (in kWh)

Als we de evolutie per subsector bekijken is voornamelijk het elektriciteitsverbruik van de stad en het brandstofverbruik van het OCMW/Zorgbedrijf gedaald, elk met ca. 8% ten opzichte van 2005. Het elektriciteits- en brandstofverbruik van het Gemeentelijk havenbedrijf Antwerpen is toegenomen met resp. 12% en 10% ten opzichte van 2005. Het elektriciteitsverbruik openbare verlichting en het brandstofverbruik van de stad zijn beperkt gedaald, elk met ca. 1% ten opzichte van 2005.

→ **Lijst van maatregelen**

Hieronder geven we een overzicht van de geplande maatregelen. We geven tevens aan op welke subsector de maatregel een impact heeft en of het om een maatregel gaat die al dan niet beslist werd. We maken een inschatting van de besparing in brandstofverbruik en/of elektriciteitsverbruik die (kan) gerealiseerd worden. Een negatief cijfer duidt op een besparing; een positief cijfer duidt op een toename van het verbruik.

De lijst van maatregelen concretiseert een aantal doelstellingen/maatregelen die in het Klimaatplan werden opgenomen in het kader van de “stad als goede voorbeeld”:

- Meer aandacht voor energie in stedelijke gebouwen;
- De stad als producent en aankoper van hernieuwbare energie;
- Energiebesparing bij openbare verlichting;
- Stimuleren van klimaatvriendelijk gedrag van het stadspersoneel;
- Aankopen van 100% groene stroom.

Met de besliste maatregelen wordt verwacht om een besparing van het elektriciteitsverbruik van 13 GWh te realiseren en een besparing van het brandstofverbruik van 103 GWh.

De toename in energieproductie door de plaatsing van WKK's in woon- en zorgcentra en PV-panelen enerzijds en het brandstofverbruik van de WKK's anderzijds, worden doorgerekend binnen de sector “lokale energieproductie” (cf. paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). De inzet van WKK's zorgt wel voor een reductie van het brandstofverbruik van de sector “stedelijke diensten” omwille van de vervanging van de bestaande stookinstallaties door WKK.

Tabel 34: Lijst geplande maatregelen stedelijke diensten

Nr	Beschrijving maatregel	Elektriciteit (kWh)	Brandstof (kWh)	Stad	OCMW	GHA	Beslist?
1	Stimuleren van klimaatvriendelijk gedrag binnen de stedelijke gebouwen en diensten	-3.634.192	-15.300.734	x	x	x	Beslist beleid
2	Monitoring van het energieverbruik in stedelijke gebouwen/faciliteiten	-2.180.515	-9.180.441	x	x	x	Beslist beleid
3	Uitvoeren van bouw/technische maatregelen in bestaande stadsgebouwen	-1.436.483	-27.210.834	x			Beslist beleid
4	Uitvoeren van bouw/technische maatregelen in bestaande OCMW-gebouwen	0	-9.145.833		x		Beslist beleid
5	Uitvoeren van bouw/technische maatregelen in bestaande havengebouwen	-488.600	-9.255.386			x	Beslist beleid
6	Extra maatregelen brandstof	8.094.924	-53.026.789	x	x	x	Niet-beslist beleid
7	Extra maatregelen bouwfysica	-79.783	-7.847.108	x			Niet-beslist beleid
8	Extra maatregelen elektriciteit	-912.501		x			Niet-beslist beleid
9	Kleine maatregelen HVAC		-5.420.637	x	x		Beslist beleid
10	Energiezuinige renovaties	-74.921	-6.641.257	x	x		Niet-beslist beleid
11	Bouwen van passieve nieuwbouwscholen	-466.186	-2.827.881	x			Beslist beleid
12	Laagenergieprojecten AG Vespa, PO en CS	860.181	-12.997.552	x	x		Beslist beleid
13	Centraliseren van functies	330.000	-3.811.000	x			Beslist beleid
14	Elektriciteitsbesparing op ICT	-60.000		x			Niet-beslist beleid
16	Opmaken van een lichtplan en uitvoeren van acties om de openbare verlichting energiezuiniger te maken	-5.565.884		x			Beslist beleid
18	WKK in zwembaden en woon- en zorgcentra		-7.876.981	x	x		Beslist beleid
17	PV-panelen op gebouwen stedelijke diensten			x		x	Beslist beleid

Bron: Stad Antwerpen – Afdeling Energie en Milieu Antwerpen

Extra maatregelen brandstof: 1 GBS alle gebouwen, ontluchters en vuilafscheiders CV, BEO en warmtepompen, spaardouchekoppen, isoleren pompen, kraanhuizen en appendages

Extra maatregelen bouwfysica: inspuiten spouwmuren, zoldervloerisolatie, zonwering + witte EPDM + raamfolie

Extra maatregelen elektriciteit: spanningsverlagers of inklikarmaturen, aanwezigheidsdetectie op ventilatie en verlichting in toiletten en kledkamers

Energiezuinige renovaties: zorgstrategisch plan (OCMW/Zorgbedrijf), patrimoniumonderhoud (PO)

Elektriciteitsbesparing op ICT: free chilling van server rooms Den Bell, DA I Generaal Armstrongweg 1, DA II Generaal Armstrongweg 1

5.6.3. REFERENTIESCENARIO 2020

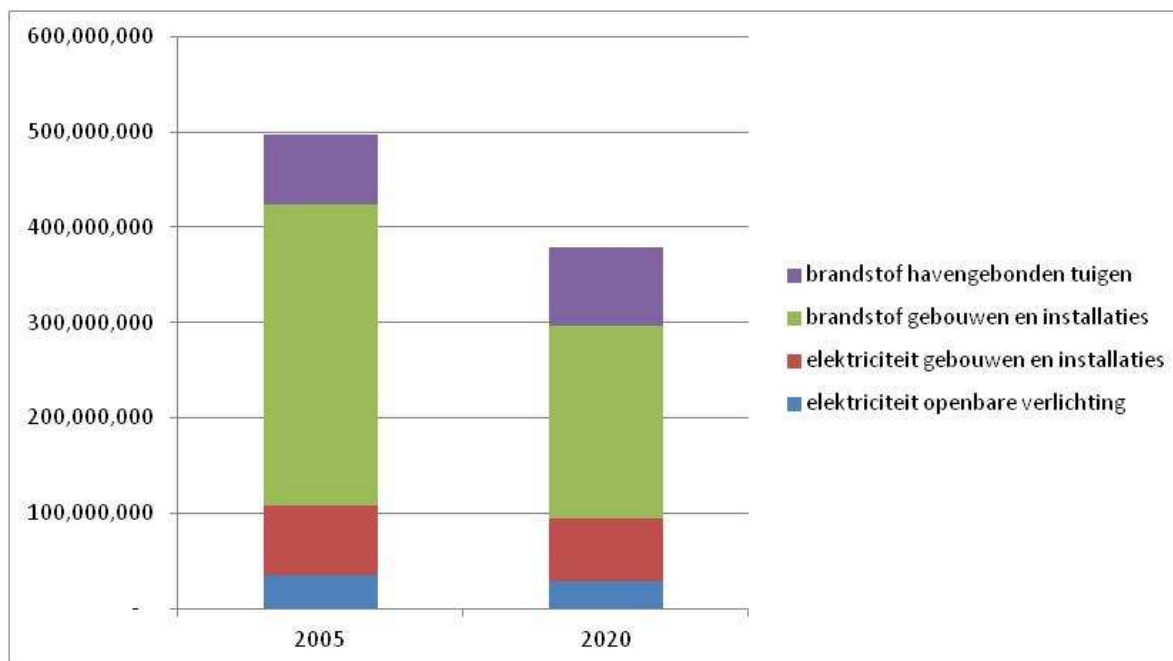
Zoals reeds eerder aangegeven, brengen we enkel voor de besliste maatregelen de impact op het brandstof- en/of elektriciteitsverbruik van de stedelijke diensten (excl. stedelijke vloot!) in rekening. Op basis van de informatie die werd aangeleverd, kunnen we de impact op het brandstofverbruik enkel doorrekenen over de brandstoftypes en subsectoren heen.

Het totale brandstofverbruik verdelen we, na de impact berekening, over aardgas en gas- en dieselolie a rato van de verdeling in 2008, namelijk ca. 98% aardgas en 2% gas- en dieselolie. Aangezien de besliste maatregelen geen betrekking hebben op de havengebonden tuigen, werd het gas- en dieselolie verbruik van deze tuigen ook niet meegerekend in de bepaling van de verdeling.

Wat de havengebonden tuigen betreft, is er onvoldoende informatie beschikbaar over, bijvoorbeeld, type, aantal, ouderdom, verbruik per tuig om een inschatting te kunnen maken van het toekomstig verbruik. Het gas- en dieselverbruik wordt in 2020 gelijk aan 2008 verondersteld.

Naast de besliste maatregelen uit voorgaande tabel, brengen we voor de stedelijke diensten de impact van een CO₂-neutraal stroomcontract in rekening. Dit houdt in dat de CO₂-uitstoot gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik van de stedelijke diensten, inclusief het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen en het OCMW/Zorgbedrijf, in 2020 gelijk is aan 0 kton.

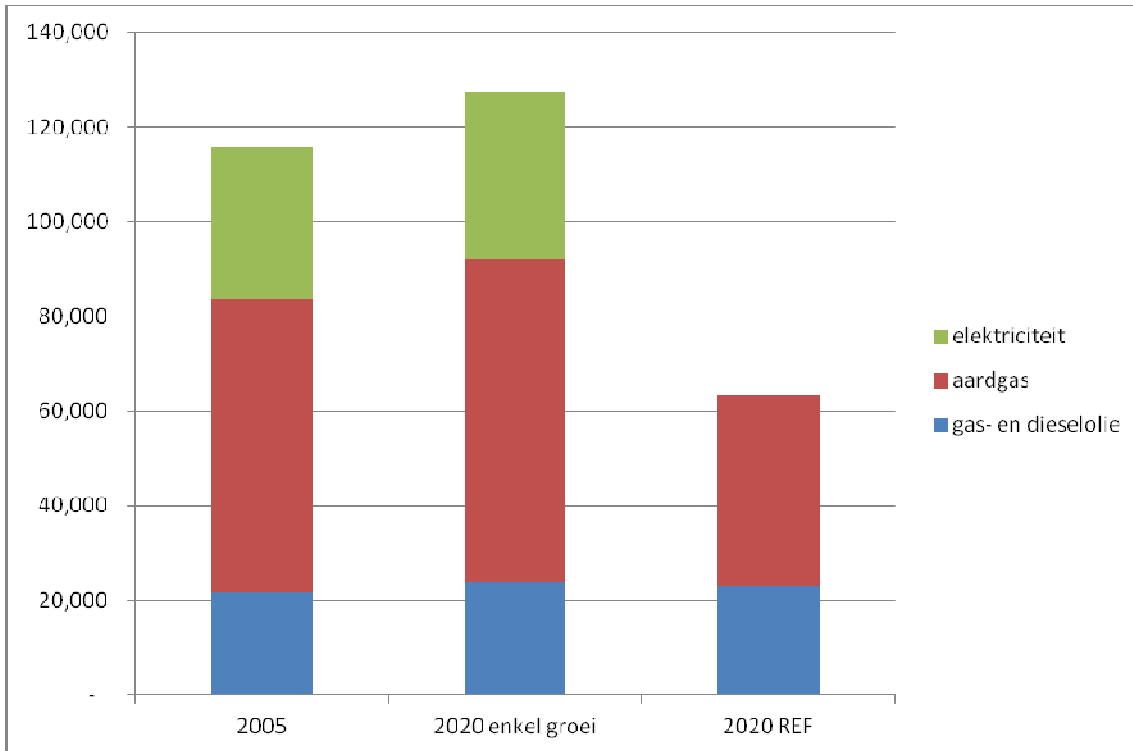
In het referentiescenario voor 2020 schatten we het elektriciteitsverbruik voor de stedelijke diensten in op ca. 94 GWh en het brandstofverbruik op ca. 284 GWh (inclusief havengebonden tuigen), waarvan 198 GWh aardgas en 86 GWh gas- en dieselolie. Tussen 2005 en 2020 dalen zowel het elektriciteits- als het brandstofverbruik van de stedelijke diensten met resp. 13% en 27%. De daling in het brandstofverbruik wordt gerealiseerd dankzij een besparing van -36% in het verbruik van (hoofdzakelijk) aardgas voor verwarming en sanitair warm water. Het gas- en dieselolie verbruik van de havengebonden tuigen neemt toe met ca. 11%. Er is een daling van het elektriciteitsverbruik voor openbare verlichting met ca. 17% en een daling van het elektriciteitsverbruik voor verlichting, HVAC en gebruik elektrische installaties/toestellen met ca. 12%.



Figuur 39: Elektriciteits- en brandstofverbruik stedelijke diensten in 2005 en 2020 (in kWh)

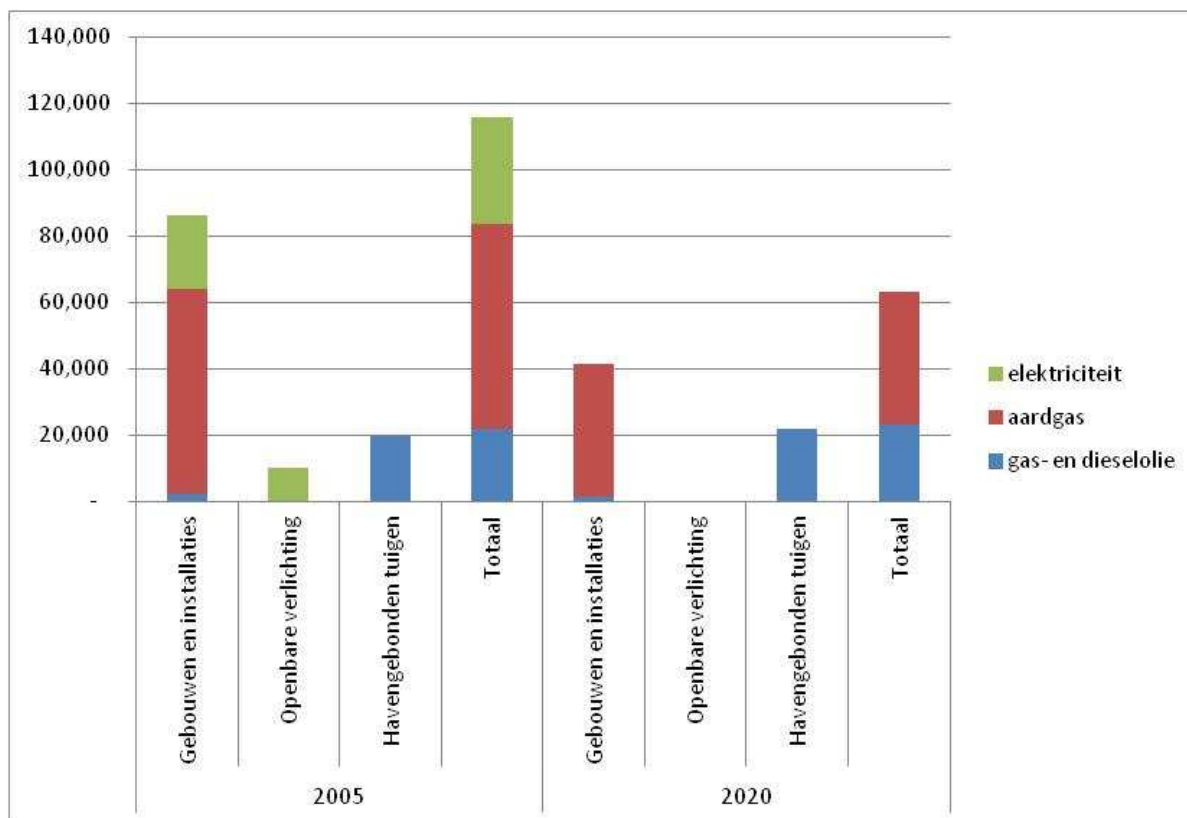
In het **referentiescenario** hebben de stedelijke diensten (excl. stedelijke vloot!) in 2020 een (brandstofgerelateerde) uitstoot van ca. **63 kton CO₂**. Ongeveer 63% van deze uitstoot is gerelateerd aan het verbruik van aardgas. Ten opzichte van 2005 daalt de CO₂-uitstoot van de stedelijke diensten met 46%.

Indien we zouden veronderstellen dat er **geen beleid** meer gevoerd wordt vanaf 2005, neemt het energieverbruik autonoom toe met 10% ten opzichte van 2005. Indien er geen brandstofomschakeling plaatsvindt, neemt de gerelateerde CO₂-uitstoot eveneens toe met 10% ten opzichte van 2005 of **128 kton CO₂** in 2020 (cf. 2020 enkel groei). Hierbij willen we opmerken dat we voor de bepaling van de autonome groei enkel rekening houden met de goedgekeurde nieuwbouw projecten waarover informatie beschikbaar werd gesteld door de Afdeling Energie en Milieu Antwerpen (cf. bijlage B). Ook voor de nieuwbouw projecten wordt uitgegaan van de verdeling 2% gas- en dieselolie en 98% aardgas.



Figuur 40: Vergelijking CO₂-uitstoot stedelijke diensten (excl. stedelijke vloot) in 2005 en 2020 (in ton)

De daling van de CO₂-uitstoot in het referentiescenario 2020 is niet alleen gerelateerd aan het CO₂-neutrale stroom contract dat werd/wordt afgesloten. De daling in het aardgasverbruik doet de gerelateerde CO₂-uitstoot dalen met 36%. De CO₂-uitstoot gerelateerd aan het verbruik van gas- en dieselolie neemt in 2020 toe met 7% ten opzichte van 2005. Ongeveer 94% van deze uitstoot is het gevolg van het verbruik van gas- en dieselolie door de havengebonden tuigen.



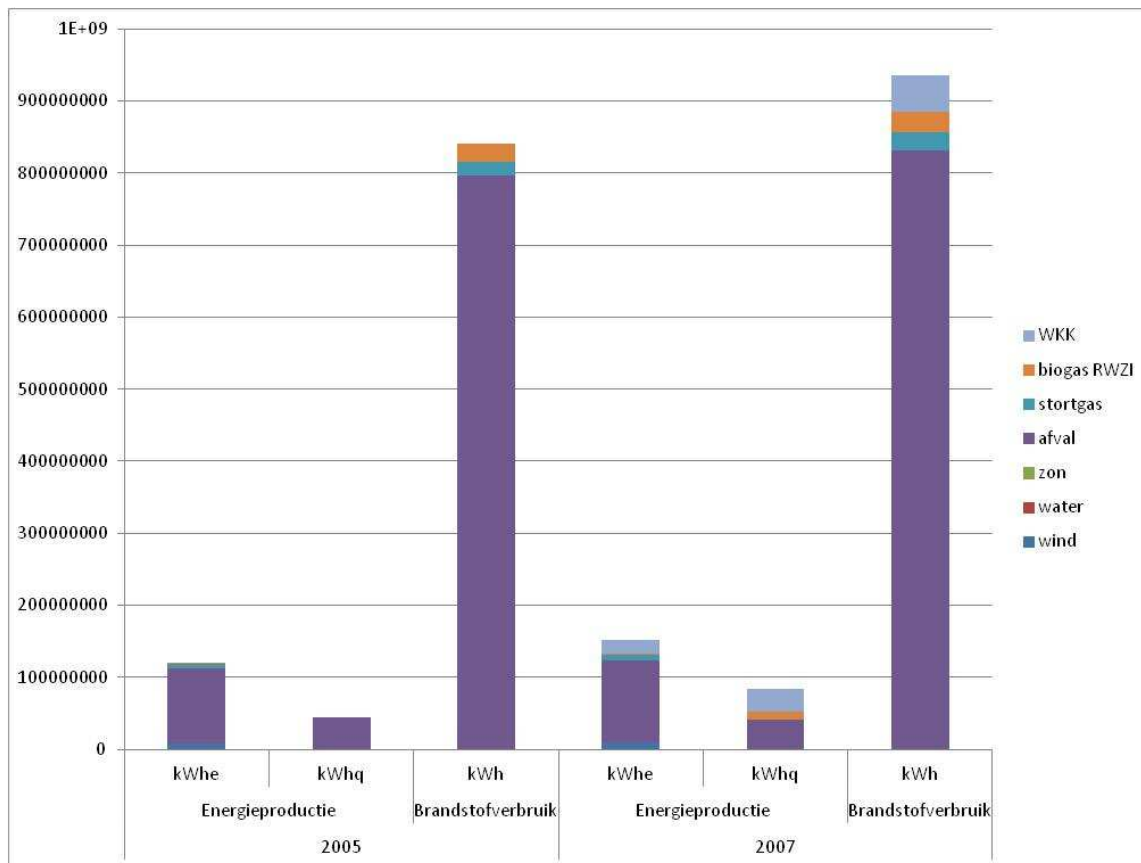
Figuur 41: Vergelijking CO₂-uitstoot 2005 en referentiescenario 2020 per energiedrager en emissiebron (in ton)

5.7. LOKALE ENERGIEPRODUCTIE

5.7.1. ENERGIEVERBRUIK EN CO₂-UITSTOOT 2005

De lokale energieproductie omvat de productie van warmte en elektriciteit door WKK en hernieuwbare energieproductie (PV, wind, waterkracht, biomassa).

Voor een overzicht van de lokale energieproductie (niet-ETS) en het gerelateerde brandstofverbruik in 2005 en 2007 verwijzen we naar paragraaf 4.2.5. In 2005 en 2007 vertegenwoordigden de elektriciteitsproductie bij verbranding van afval het grootste aandeel in de lokale elektriciteitsproductie, respectievelijk, 87% en 74%. De windturbines vertegenwoordigden in 2005 en 2007 een beperkt aandeel in de lokale elektriciteitsproductie, ca. 7%.



Figuur 42: Energieproductie en –verbruik per brandstoftype in 2005 en 2007 (in kWh)

In 2005 bedroeg de CO₂-uitstoot ca. 253 kton en in 2007 ca. 273 kton. De emissies als gevolg van afvalverbranding (niet-hernieuwbare fractie) vertegenwoordigden hierin het belangrijkste aandeel, namelijk ca. 99% in 2005 en ca. 96% in 2007. Hierbij merken we op dat de productie van elektriciteit slechts van ondergeschikt belang is aan de verwerking van het afval. In 2005 en in 2007 vertegenwoordigde de lokale (niet-ETS) elektriciteitsproductie een aandeel van, respectievelijk, ca. 2% en 3% in het elektriciteitsverbruik op het stedelijk grondgebied Antwerpen.

In volgende tabel wordt, voor 2005 en 2007, de emissiefactor van de elektriciteitsproductie op het stedelijk grondgebied vergeleken met de emissiefactor van het gemiddeld Belgisch elektriciteitspark.

Tabel 35: Emissiefactor lokale elektriciteitsproductie versus gemiddeld Belgisch park in 2005 en 2007 (in g per kWh)

g CO ₂ per kWhe	2005	2007
Lokale elektriciteitsproductie	2.118	1.794
Gemiddeld Belgisch park	303	273

5.7.2. UITGANGSPUNT REFERENTIESCENARIO: CONCRETE PROJECTEN STEDELIJK GRONDGEBIED

Om de CO₂-uitstoot voor 2020 te kunnen inschatten, moeten we eerst aannames maken over de productiecapaciteit die tegen 2020 op het stedelijk grondgebied operationeel zal zijn. De uitbreiding van de capaciteit wordt gestuurd door het (Vlaams) beleid met betrekking tot, bijvoorbeeld, groene stroom en WKK maar ook de geplande maatregelen uit het Klimaatplan Antwerpen die reeds beslist werden, worden mee doorgerekend in het referentiescenario. We baseren ons op concrete plannen voor uitbreiding van capaciteit op het stedelijk grondgebied die vóór 2020 effectief gerealiseerd worden:

- WKK-installaties stedelijke zwembaden, woon- en zorgcentra,
- windturbinepark in het havengebied (rechteroever) en windturbines Blue Gate Antwerp,
- PV Blue Gate Antwerp, stadsgebouwen, gebouwen Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen, particulieren/bedrijven,
- biogascentrale Blue Gate Antwerp.

→ **WarmteKrachtKoppeling**

Binnen de stedelijke diensten is er informatie beschikbaar over de WKK's die effectief geplaatst zullen worden tegen 2020. Het betreft hier drie WKK's in stedelijke zwembaden en een achttal WKK's in woon- en zorgcentra (Zorgbedrijf). Deze bijkomende capaciteit heeft een totaal aardgasverbruik van 14 GWh en een energieproductie van 13 GWh (elektrisch + thermisch). Voor elk van deze WKK's is de verwachte elektriciteitsproductie ingeschat. Voor de bepaling van het aardgasverbruik en de warmteproductie, gaan we uit van een elektrisch en thermisch rendement van respectievelijk, 37,8% en 49,4%. Deze rendementen werden eveneens gebruikt in de nulmeting voor het Klimaatplan Antwerpen om een inschatting te kunnen maken van de energieproductie van interne verbrandingsmotoren op aardgas.

Tabel 36: Verbruik en productie van WKK die effectief geplaatst worden tegen 2020

	kWh aardgasverbruik	kWh warmteproductie	kWh elektriciteitsproductie
Zwembad Wezenberg	2.919.294	1.442.131	1.103.493
Zwembad Merksem	414.286	204.657	156.600
Zwembad Wilrijk	435.185	214.981	164.500
Woon- en zorgcentra (WKK)	5.291.005	2.613.757	2.000.000
Woon- en zorgcentra (WKK & condenserende ketels)	5.291.005	2.613.757	2.000.000
Totaal	14.350.775	7.089.283	5.424.593

Voor de WKK's die in 2007 reeds operationeel waren, wordt het verbruik van aardgas en de elektriciteit- en warmteproductie in 2020 gelijk verondersteld aan respectievelijk het verbruik (50,9 GWh) en de productie (19,2 GWh en 32,8 GWh) in 2007.

→ **Wind**

Op dit moment zijn er 7 windturbines operationeel met een totaal vermogen van 15 MW. Tegen 2015 wordt door het Gemeentelijk Havenbedrijf 90 à 120 MW aan windturbines op rechteroever voorzien. In het referentiescenario gaan we uit van een gemiddelde capaciteit van 105 MW aan windturbines tegen 2020. Om een inschatting te kunnen maken van de bijkomende elektriciteitsproductie gaan we uit van de meest recent productiecijfers van de Vleemo windturbines. In 2010 produceerde de 7 windturbines ca. 28 GWh aan elektriciteit (www.vleemo.be). Uitgaande van een vermogen van 15 MW komt dit overeen met 1.863 vollasturen. Het aantal vollasturen ligt gevoelig hoger dan deze van een gemiddelde windturbine in Vlaanderen (cf. Figuur 43).

	<i>aantal (1)</i>	<i>geïnstalleerd vermogen kWe (2)</i>	<i>netto elektriciteitsproductie MWh (3)</i>	<i>Vollastdraaiuren (h) (4)</i>
2004	26	94.742	95.044	1.003
2005	31	140.542	154.443	1.099
2006	35	161.545	237.492	1.470
2007	43	188.745	284.520	1.507
2008	52	212.773	332.965	1.565
2009	70	271.273	383.721	1.415

(1) aantal volgens VREG marktrapport 2009 [9]

(2) vermogen volgens VREG marktrapport 2009 [9]

(3) productie volgens VREG (GSC) aangeleverd aan VITO en afgestemd met totalen volgens VREG marktrapport 2009 [9]

(4) vollastdraaiuren= productie/vermogen

Figuur 43: Windkracht in Vlaanderen 2004 - 2009

Bron: Jaspers et al. (februari 2011)

De elektriciteitsproductie in 2020 schatten we op ca. 224 GWh of 105.000 kW x 1.863 uren + 27.941.000 kWh.

In de haalbaarheidsstudie voor Blue Gate Antwerp wordt aangegeven dat er een capaciteit van 9 MW aan windturbines wordt vooropgesteld. Deze bijkomende capaciteit valt binnen de onzekerheidsmarge van voorgaande inschatting voor het windturbinepark op rechteroever.

→ **Photovoltaïsche panelen (PV)**

Voor een inschatting van de elektriciteitsproductie van PV in 2020 op het stedelijk grondgebied Antwerpen gaan we uit van het geïnstalleerd vermogen (dd. 31/03/2011) of 13,5 MW en de gekende projecten, die samen een vermogen van 25,5 MW vertegenwoordigen. Bijgevolg is er tussen 2011 en 2020 een verdrievoudiging van het geïnstalleerd vermogen in Antwerpen.

Tabel 37: Huidige capaciteit en gekende projecten PV in Antwerpen

Geïnstalleerd vermogen	MW
Antwerpen dd. 31/03/2011	13,5
Blue Gate Antwerp	15
GHA	0,5
Stad	10
TOTAAL	39

Bron: <http://www.vreg.be/statistieken-groene-stroom>; Stad Antwerpen - Afdeling Energie en Milieu Antwerpen

Het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen (GHA) voorziet tegen juni 2012 maximum 0,5 MW aan PV op haar eigen gebouwen. In een haalbaarheidsstudie voor 80 stadsgebouwen werd het potentieel recentelijk ingeschat op 10 MW. In de haalbaarheidsstudie voor Blue Gate Antwerp wordt een capaciteit van 15 MW aan PV vooropgesteld.

Bovenop de bestaande capaciteit, gaan we uit van een (beperkte) bijkomende inzet van PV door particulieren en bedrijven. Laatstgenoemde als gevolg van de versoepeling van het toelatingsbeleid voor zonnepanelen in het havengebied. Tot 2010 stond het Havenbedrijf zelf in voor het beheer van het elektriciteitsdistributienet (tot 30 kV) op rechteroever. Daardoor kon het Havenbedrijf de plaatsing van zonnepanelen in het havengebied slechts beperkt toestaan. Eind 2010 besliste de raad van bestuur om het beheer van de elektriciteitsdistributie op rechteroever over te dragen aan de intercommunale Iveg. Door die overname en de daaruit voortvloeiende schaalvergroting wordt een distributienet gecreëerd met voldoende opvangcapaciteit en draagkracht voor het opkopen van groenestroomcertificaten. Dat opent perspectieven voor de plaatsing van zonnepanelen in het havengebied (Jaarverslag 2011, GHA). We veronderstellen dat er vanaf 2013 jaarlijks 0,5 MW aan geïnstalleerd vermogen bijkomt of een equivalent van ca. 100 huizen per jaar (uitgaande van 5 kW geïnstalleerd vermogen of 20 PV-panelen per huis). In 2020 komt er in totaal 4,5 MW geïnstalleerd vermogen bij, bovenop de bestaande capaciteit van 13,5 MW en de gekende projecten van 25,5 MW.

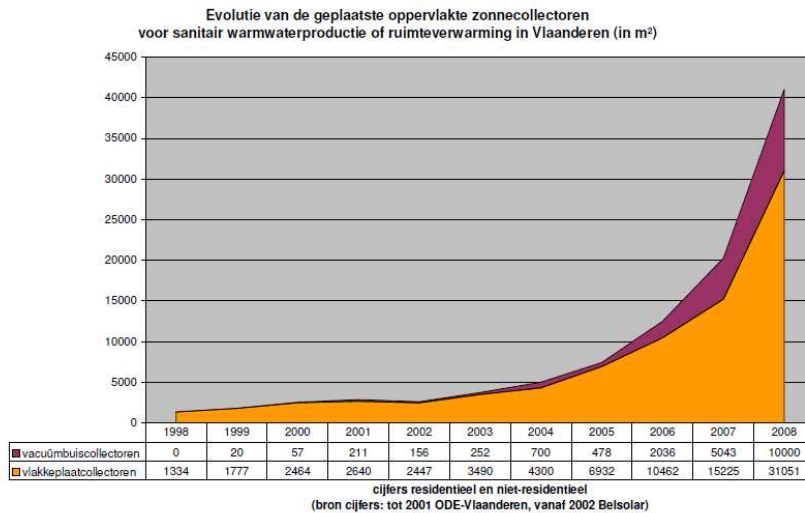
Indien we, naar analogie met de nulmeting, uitgaan van 850 vollasturen (kWh/kWp/jaar), komt dit overeen met een elektriciteitsproductie van ca. 37 GWh in 2020.

In 2011 vertegenwoordigde het geïnstalleerd vermogen aan PV in Antwerpen een aandeel van 1% in het totaal opgesteld vermogen in Vlaanderen (1.193 MW). In het kader van de energie- en broeikasgasprognoses voor Vlaanderen hebben we eveneens een inschatting gemaakt van de toekomstige capaciteit aan PV in Vlaanderen. Voor 2020 veronderstellen we een geïnstalleerd vermogen van 2.370 MW in Vlaanderen. Bijgevolg verdubbelt het aandeel van Antwerpen in de Vlaamse capaciteit tussen 2011 en 2020.

→ Zonneboilers

We herschalen de prognoses voor zonneboilers die we hebben opgemaakt voor Vlaanderen (Briffaerts et al. oktober 2009) op basis van het aandeel van de productie op het stedelijk grondgebied in de Vlaamse productie. Dit aandeel bepalen we op basis van de meest recente "Inventaris duurzame energie in Vlaanderen 2009" (Jespers et al., februari 2011). In deze inventaris

wordt de warmteproductie als volgt berekend: warmteproductie = aantal geïnstalleerde m² zonnecollectoren X gemiddelde opbrengst per geïnstalleerde m² per jaar. Tot en met 2008 is het aantal m² zonnecollectoren gebaseerd op de cijfers in volgende figuur.



Figuur 44: Evolutie oppervlakte zonnecollectoren voor sanitair warm water productie of ruimteverwarming (1998-2008)

Bron: <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/milieuvriendelijke/Cijfers&statistieken/>

De cijfers voor 2009 zijn overgenomen uit de REG acties van de netbeheerders (voorlopig cijfer). De gemiddelde opbrengst per geïnstalleerde m² per jaar is een gegeven van BELSOLAR van 372 kWh/m² en per jaar. In onderstaande tabel geven we een overzicht van de warmteproductie (omgerekend van GJ naar kWh) in de periode 2005 – 2009, excl. zonnecollectoren voor zwembadverwarming. In de laatste kolom geven we het aandeel van de warmteproductie door zonneboilers op het stedelijk grondgebied in de Vlaamse productie.

Tabel 38: Warmteproductie zonneboilers 2005 – 2009 (excl. zwembaden)

Jaar	kWh	% Antwerpen
2005	11.635.093	0,2%
2006	16.564.855	0,5%
2007	23.831.302	0,8%
2008	39.111.702	0,9%
2009	46.176.164	1,0%

Op basis van: Inventaris duurzame energie in Vlaanderen 2009 (Jespers et al., februari 2011)

In de studie “Prognoses hernieuwbare en WKK tot 2020” (Briffaerts et al., oktober 2009) werd het potentieel voor zonneboilers tot 2020 voor Vlaanderen ingeschat. Volgens het PRO-scenario wordt in 2020 ca. 831 GWh aan warmte geproduceerd door 2.232.706 m² aan zonnecollectoren, exclusief verwarming van zwembaden. We gaan uit van het PRO-scenario omdat dit door het Vlaams Energie Agentschap (VEA) ook werd gebruikt voor het tweede Actieplan Energie-efficiëntie dat Vlaanderen indiende in juni 2011.

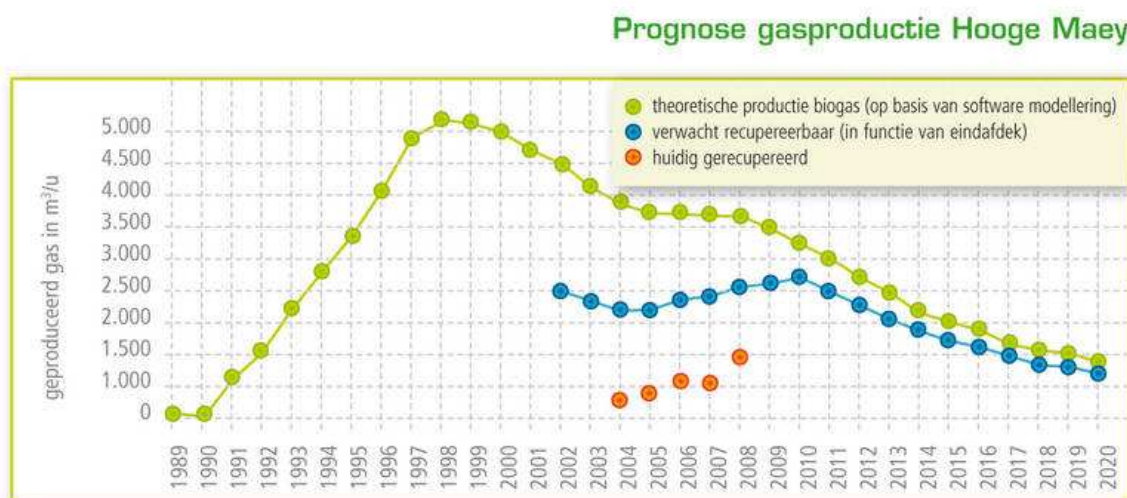
Indien we veronderstellen dat het aandeel van het stedelijk grondgebied in de Vlaamse productie constant blijft tussen 2009 en 2020 (i.e. 1%), schatten we in dat tegen 2020 ca. 8 GWh aan warmte geproduceerd wordt op het stedelijk grondgebied. Uitgaande van voornoemde gemiddelde opbrengst van 372 kWh per m² en per jaar, komt deze productie overeen met ca. 22.483 m² aan zonnecollectoren in 2020.

Indien we veronderstellen dat een huishouden ca. 5 m² aan zonnecollectoren installeert, wil dit zeggen dat tegen 2020 ca. 4.497 gezinnen een zonneboiler geplaatst hebben of 2% van het totaal aantal gezinnen in 2020.

→ Biogas en afvalverbranding

Voor biogas RWZI wordt het energieverbruik en energieproductie in 2020 gelijk aan deze in 2007 verondersteld (cf. Tabel 11). We passen voor afvalverbranding de hernieuwbare fractie aan van 41,075% naar 47,78% (cf. paragraaf 4.2.1). We brengen de 4e lijn bij Indaver (Medipower), in rekening, zowel naar hoeveelheid afval die verwerkt wordt (110 GWh) als naar energieproductie (149 GWh).

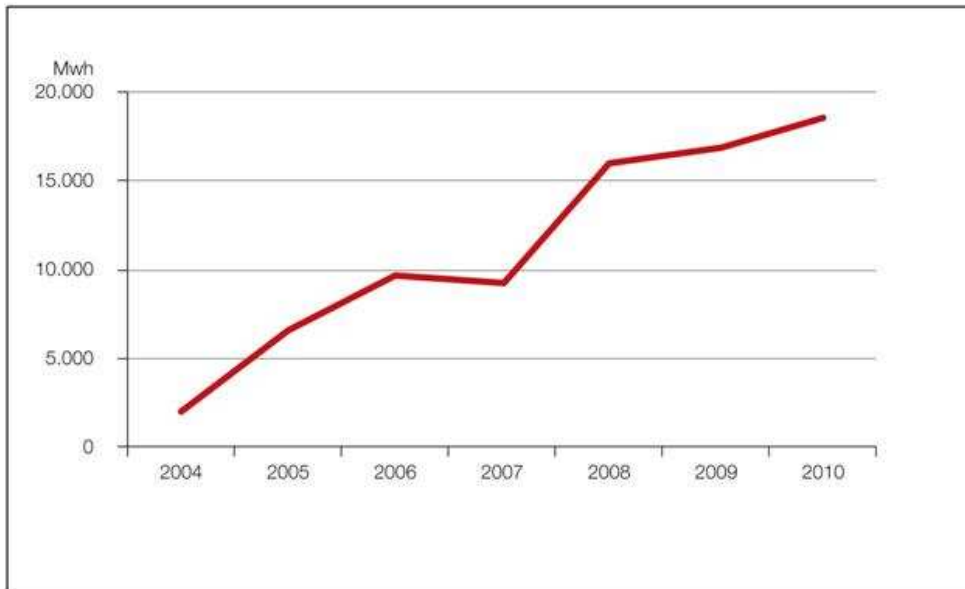
Omwille van een dalende aanwezigheid en dus productie van stortgas door de Hooge Maey, wordt verondersteld dat er tegen 2020 nog 1 motor op stortgas operationeel zal zijn (<http://www.hoogemaey.be>).



Figuur 45: Prognose stortgasproductie Hooge Maey tot 2020

Bron: <http://www.hoogemaey.be>

In volgende figuur wordt een overzicht gegeven van de elektriciteitsproductie door de motoren op stortgas. De productie steeg aanzienlijk in 2008 door de indienstname van een derde motor midden 2007. Eind 2009 werd een vierde motor in dienst genomen. De elektriciteitsproductie steeg slechts licht in 2010 ten opzichte van 2009 omdat de nieuwe motor niet op volle capaciteit kon ingezet worden.



Figuur 46: Evolutie elektriciteitsproductie stortgasmotoren Hooge Maey (2004 – 2010)

Bron: <http://www.hoogemaey.be>

De elektriciteitsproductie van de stortgasmotor die in 2020 nog operationeel zal zijn, schatten we in op ca. 5,3 GWhe (i.e. productie gemiddelde stortgas motor in 2008). We veronderstellen bijgevolg dat de operationele parameters (bv. draaiuren, eigen verbruik, elektrisch rendement) ongewijzigd blijven ten opzichte van 2008 en dat de drie motoren die in 2008 operationeel zijn hetzelfde vermogen hebben. Uitgaande van een elektrisch rendement van ca. 40% (<http://www.hoogemaey.be>), wordt het verbruik in 2020 ca. 13.194.258 kWh verondersteld.

We houden rekening met de biogascentrale van Blue Gate Antwerp waarvan verwacht wordt dat ze in 2015 opgestart wordt, en tegen 2020 ca. 15 GWhe elektriciteit zal produceren. Het elektrisch rendement wordt ingeschat op ca. 35% - 42%. Voor de inschatting van het verbruik aan biogas (39 GWhe) (door vergisting van GFT-afval en bermmaaisel) zijn we uitgegaan van een gemiddeld elektrisch rendement van 39%.

5.7.3. MAATREGELEN KLIMAATPLAN ANTWERPEN

De maatregelen uit het Klimaatplan Antwerpen zijn voornamelijk gericht op kennisopbouw en het in kaart brengen van het (bijkomend) potentieel voor windenergie (binnen en buiten het havengebied), zonne-energie (PV), geothermie, hydro-energie (getijdencentrale, golfslagenergie), productie van biogas. Voor PV en wind wordt in de actietabel ook aangegeven dat het bijkomend potentieel benut moet worden.

Voor hydro-energie wordt er geen bijkomende productie capaciteit in het referentiescenario opgenomen omdat het potentieel beperkt is. Voor geothermie is het potentieel op dit moment ongekend. Er is onvoldoende informatie voor handen om realistische aannames te maken over de effectieve energieproductie tegen 2020.

Solvay heeft met het Antwerpse Havenbedrijf een intentieverklaring getekend om de haalbaarheid te onderzoeken van een grote biomassa-centrale van 200 à 400 MWe op de site van Solvay

(Persmededeling Haven van Antwerpen en Solvay, oktober 2011). Deze haalbaarheidstudie zal in 2013 – 2014 uitgevoerd worden. Er zal ondermeer bekeken worden of de restwarmte nuttig kan ingezet worden door, bijvoorbeeld, Solvay (ARGUSactueel, 22/12/2011, <http://www.argusactueel.be/binnenlands-nieuws/eon-werpt-kolenschep-in-de-schelde>).

Aangezien de opstart van deze centrale ten vroegste voor 2019 voorzien is, wordt de bijkomende capaciteit niet doorgerekend in het referentiescenario.

5.7.4. REFERENTIE SCENARIO 2020

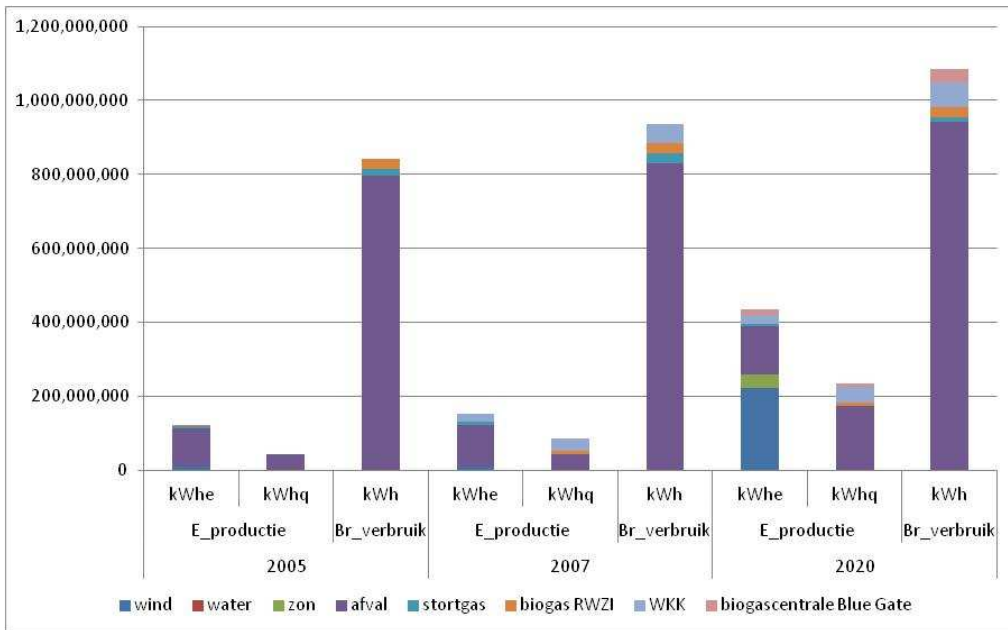
In volgende tabel wordt een overzicht gegeven van het brandstofverbruik en de productie van warmte en elektriciteit op het stedelijk grondgebied Antwerpen.

Tabel 39: Overzicht lokale energieproductie –brandstofverbruik en productie van elektriciteit en warmte in 2020 (MWh)

	Verbruik brandstof	Aardgas	Biomassa/Biogas				Productie Elektriciteit	Productie Warmte	
			afval NON REN	afval REN	biogas RWZI	biogas stortgas BGA			
Totaal	1.086.003	82.930	737.048	203.831	10.039	39.961	13.194	-435.165	-243.612
WKK	65.237	65.237	0	0	0	0	0	-24.660	-39.9292
Wind	0	0	0	0	0	0	0	--223.528	0
Zon	0	0	0	0	0	0	0	-36.747	-8.364
Waterkracht	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biogas, Afval	1.020.766	17.693	737.048	203.831	10.039	38.961	13.194	-150.230	-195.319

De elektriciteitsproductie op het stedelijk grondgebied is tegen 2020 verviervoudigd ten opzichte van de lokale productie in 2005. In 2020 kan 9% van de totale elektriciteitsvraag op het stedelijk grondgebied Antwerpen met lokale elektriciteitsproductie worden ingevuld, ten opzichte van 2% in 2005. De lokale hernieuwbare elektriciteitsproductie bedraagt ca. 335 GWh in 2020. Bijgevolg kan ca. 7% van de totale elektriciteitsvraag op het stedelijk grondgebied Antwerpen ingevuld worden door lokale hernieuwbare elektriciteitsproductie.

In het brandstofverbruik vertegenwoordigt afval het belangrijkste aandeel, zowel in 2005 en 2007, als in 2020. De windturbines vertegenwoordigen in 2020 ca. 51% in de elektriciteitsproductie. In 2005 en 2007 vertegenwoordigden de elektriciteitsproductie bij verbranding van afval het grootste aandeel in de lokale elektriciteitsproductie, respectievelijk 87% en 74%. De windturbines vertegenwoordigden in 2005 en 2007 een beperkt aandeel in de lokale elektriciteitsproductie (ca. 7%).

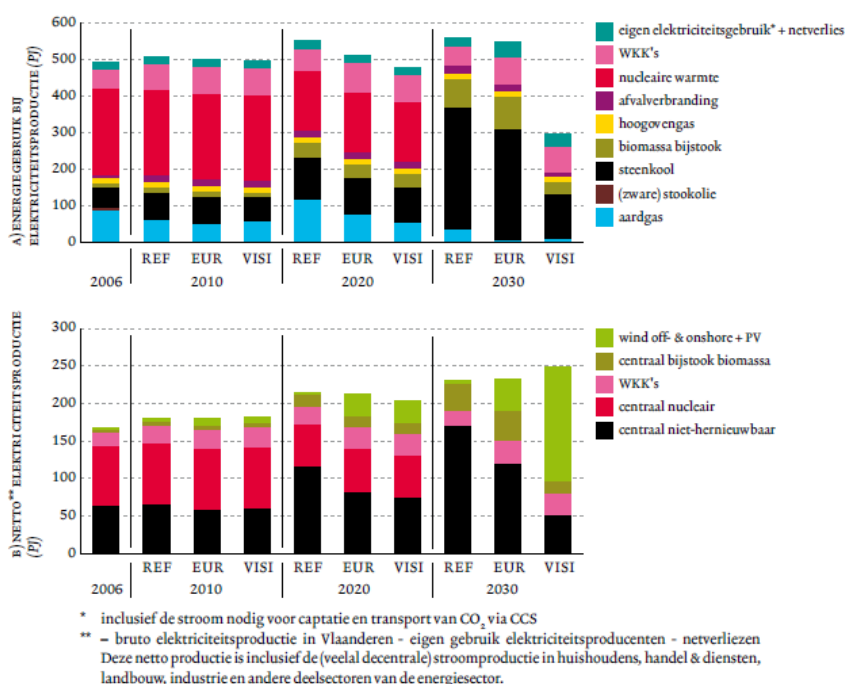


Figuur 47: Energieproductie en –verbruik per brandstofype 2005, 2007 en 2020 (in kWh)

In 2020 bedraagt de CO₂-uitstoot als gevolg van de lokale energieproductie ca. 308 kton of 707 gram per kWh elektriciteitsproductie. Deze uitstoot is voor ca. 95% gerelateerd aan de verbranding van (de niet-hernieuwbare fractie van) afval. De resterende emissies van CO₂ kunnen gerelateerd worden aan het verbruik van aardgas door WKK motoren. In het referentiescenario voor 2020 neemt de CO₂-uitstoot van de lokale energieproductie toe met 22% ten opzichte van 2005. Deze toename in emissies kan verklaard worden door de toename in het verbruik van fossiele brandstoffen (aardgas) en de hoeveelheid afval die verbrand wordt.

5.8. BELGISCHE ELEKTRICITEITSPRODUCTIE

Voor de evolutie van de CO₂-uitstoot per kWh van het gemiddelde, Belgische elektriciteitspark gaan we uit van het Europa-scenario (EUR) uit de Milieuverkenning 2030 (VMM-MIRA, november 2009). In volgende figuren tonen we de evolutie in het primair energieverbruik en de netto elektriciteitsproductie voor 2006, 2010, 2020, 2030. Om een indicatie te kunnen geven van het ambitieniveau van het Europa-scenario hebben we eveneens de resultaten van het referentiescenario (REF) en visionair scenario (VISI) uit de Milieuverkenning opgenomen.



Figuur 48: Energiegebruik voor de productie en distributie van elektriciteit (a) en netto stroomproductie (b) in het REF-, het EUR- en het VISI-scenario (Vlaanderen, 2006-2030)

Bron: Milieuverkenning 2030 (VMM-MIRA, november 2009)

In het Europa scenario verandert het elektriciteitspark in België grondig, ondermeer omwille van de graduele sluiting van de nucleaire centrales vanaf 2015. De afname in nucleaire capaciteit wordt voornamelijk opgevangen door nieuwe superkritische kolencentrales, inclusief 20% bijstook van biomassa. Vandaar dat de emissiefactor van het Belgische park in 2020 hoger ligt dan de factor voor 2005 en 2007 (cf. Tabel 12).

Voor 2020 gaan we voor het gemiddeld Belgisch park uit van een emissiefactor van 327 g CO₂ per kWh. Deze emissiefactor gaat uit van de Belgische elektriciteitsproductie (30.179 GWh) en gerelateerde CO₂-uitstoot (92.151 kton) in 2020. Voor het elektriciteitsverbruik van de stedelijke diensten (incl. OCMW/Zorgbedrijf, Autonoom Stedelijk Onderwijs en Gemeentelijk Havenbedrijf

Antwerpen) en de tram hanteren we in 2020 een emissiefactor van 0 g CO₂ per kWh (CO₂-neutraal stroom contract).

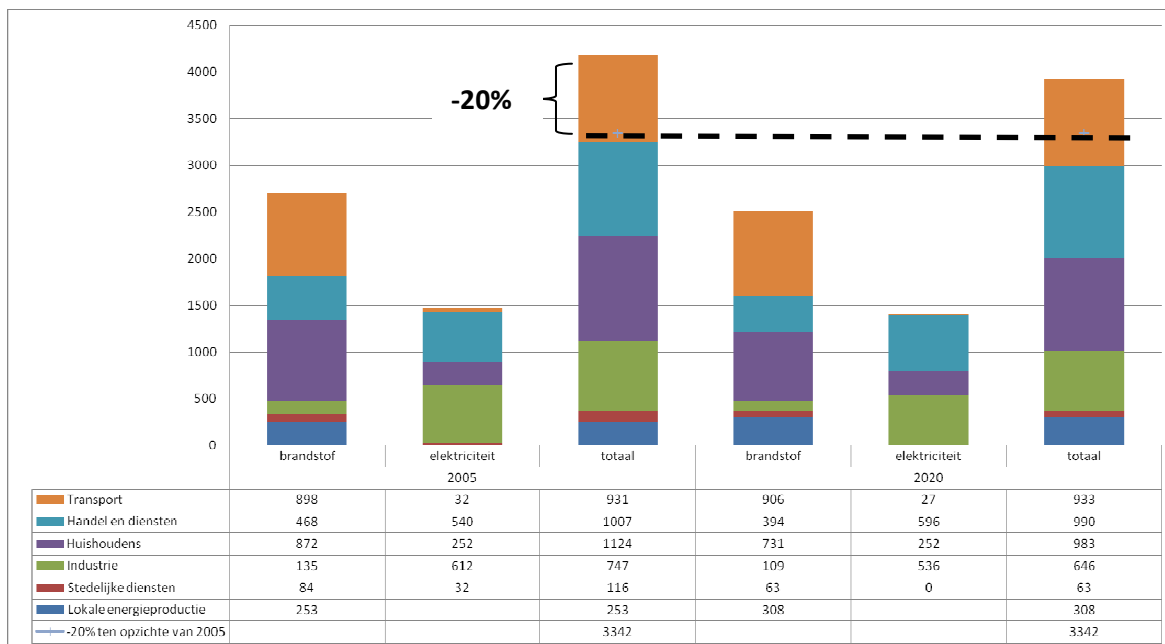
We brengen enkel de indirecte uitstoot in rekening van de andere sectoren (industrie, gebouwen, tertiair, transport, stedelijke diensten, stedelijke vloot), i.e. de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik geproduceerd buiten het stedelijk grondgebied Antwerpen. De CO₂-uitstoot als gevolg van de energieproductie op het stedelijk grondgebied Antwerpen wordt toegekend aan de sector “lokale energieproductie” en is gerelateerd aan het brandstofverbruik.

5.9. EMISSIEKLOOF 2005 – 2020

5.9.1. KLOOF TEN OPZICHTE VAN 20%-DOELSTELLING

Als we voor alle sectoren de emissies doorrekenen volgens het referentiescenario dat in voorgaande paragrafen beschreven werd, is de CO₂-uitstoot in 2020 gelijk aan ca. 3.922 kton. Ten opzichte van 2005 wordt de uitstoot gereduceerd met 6%. De brandstofgerelateerde CO₂-uitstoot neemt af met ca. 7% ten opzichte van 2005. De CO₂-uitstoot gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik neemt af met ca. 4% ten opzichte van 2005.

Er is nog een kloof van ca. 580 kton CO₂ ten opzichte van het maximale plafond van 3.342 kton CO₂. Een bijkomende reductie van ca. 14% is vereist om de doelstelling van -20% ten opzichte van 2005 te realiseren.



Figuur 49: CO₂-kloof referentiescenario 2020 ten opzichte van 2005 (in kton)

In volgende tabel geven we per sector een overzicht van de procentuele CO₂-reductie die gerealiseerd wordt in 2020 ten opzichte van 2005. Met uitzondering van de lokale energieproductie en de transportsector, realiseren de sectoren een daling van de CO₂-uitstoot gerelateerd aan het brandstofverbruik. De belangrijkste reductie in de CO₂-uitstoot gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik wordt gerealiseerd door het CO₂-neutrale stroom contract van de stedelijke

diensten en De Lijn (tramverkeer). De impact van de toename van de CO₂-uitstoot van de lokale energieproductie is beperkt omdat deze sector slechts een beperkt aandeel vertegenwoordigt in de totale CO₂-uitstoot.

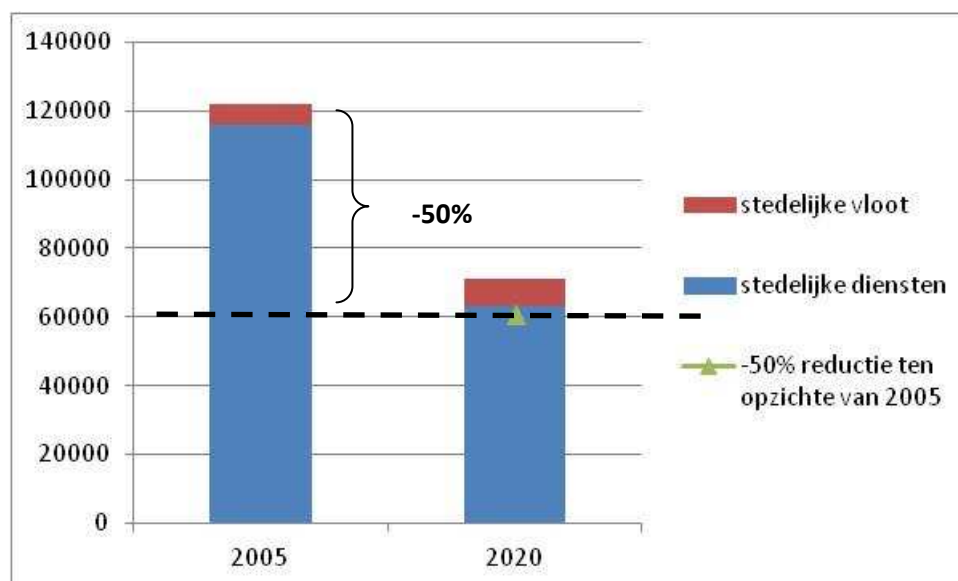
Tabel 40: Overzicht per sector van reductie CO₂-uitstoot in 2020 ten opzichte van 2005 (%)

Sector	Brandstof	Elektriciteit	Totaal
Lokale energieproductie	22%		22%
Stedelijke diensten	-25%	-100%	-46%
Industrie	-19%	-12%	-14%
Huishoudens	-16%	0%	-13%
Handel en diensten	-16%	11%	-2%
Transport (incl. stedelijke vloot)	1%	-18%	0%
Totaal	-7%	-4%	-6%

5.9.2. KLOOF TEN OPZICHTE VAN 50%-DOELSTELLING

Als we voor de stedelijke diensten (gebouwen, apparaten/toestellen en openbare verlichting) en de stedelijke vloot de emissies doorrekenen volgens het referentiescenario dat in voorgaande paragrafen beschreven werd, is de CO₂-uitstoot in 2020 gelijk aan ca. 71 kton. Ten opzichte van 2005 wordt de uitstoot gereduceerd met 42%. De brandstofgerelateerde CO₂-uitstoot neemt af met ca. 21% ten opzichte van 2005. Vanaf 2020 is er geen CO₂-uitstoot meer gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik omwille van de aanname dat er een CO₂-neutrale stroom contract wordt afgesloten.

Er is nog een kloof van ca. 10 kton CO₂ ten opzichte van het maximale plafond van 61 kton CO₂. Een bijkomende reductie van ca. 8% is vereist om de doelstelling van -50% ten opzichte van 2005 te realiseren.



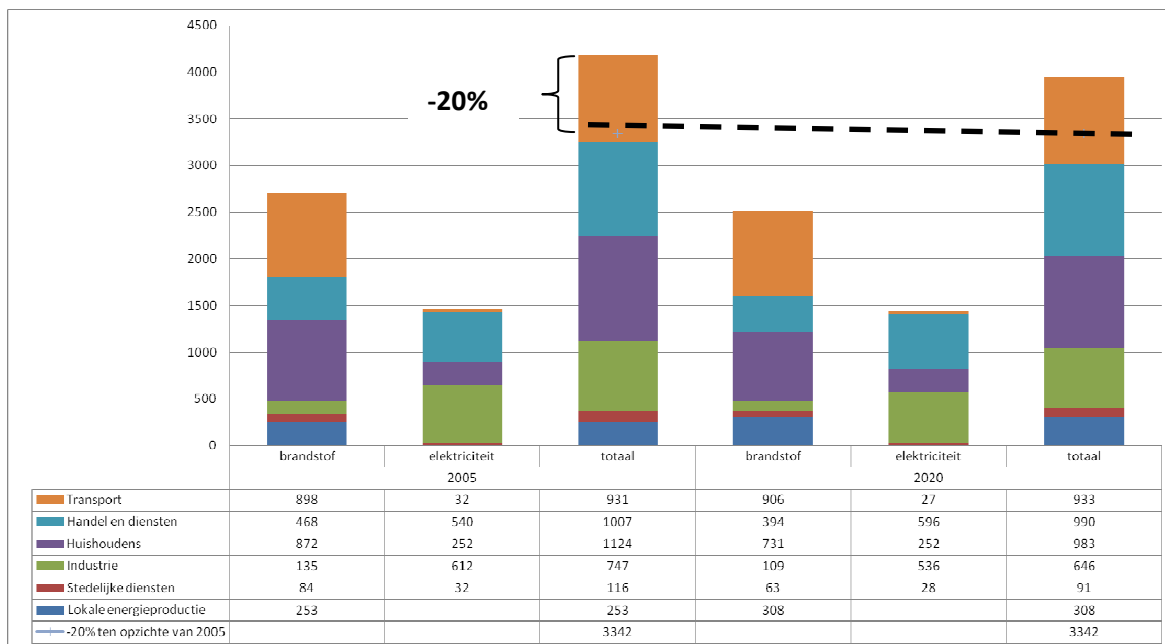
Figuur 50: CO₂-kloof referentiescenario 2020 ten opzichte van 2005 (in ton)

De reductie van de CO₂-uitstoot in het referentiescenario ten opzichte van 2005 is te danken aan de energiebesparende maatregelen en het afsluiten van het CO₂-neutrale stroom contract door de stedelijke diensten. De CO₂-uitstoot van de stedelijke diensten (excl. vloot) daalt tussen 2005 en 2020 met ca. 46%. De CO₂-uitstoot van de stedelijke vloot neemt toe tussen 2005 en 2020 met ca. 27,5%.

5.9.3. GEVOELIGHEIDSANALYSES

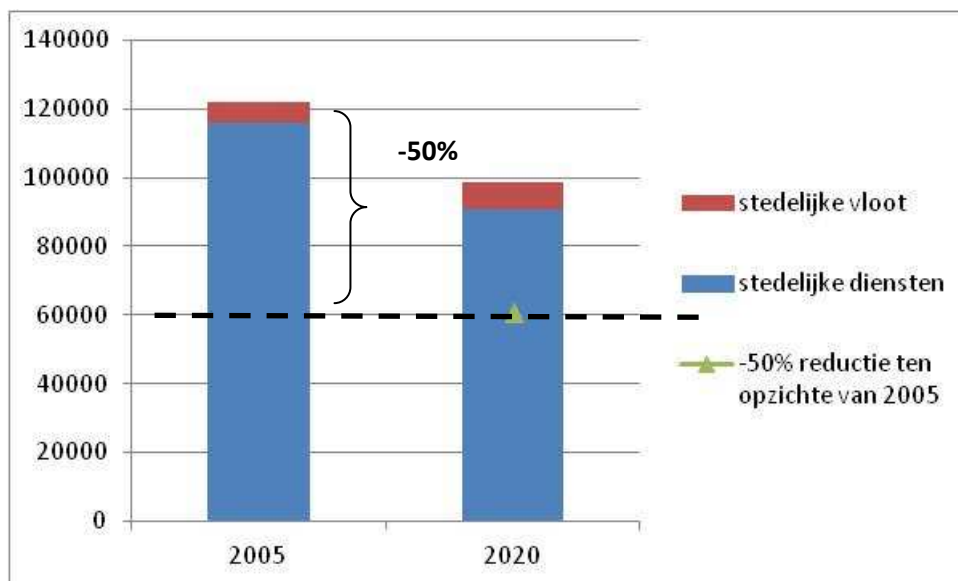
→ **Geen CO₂-neutrale stroom contract voor stedelijke diensten**

Indien we veronderstellen dat de stedelijke diensten geen CO₂-neutrale stroom contract afsluiten, wordt er in 2020 een reductie van 5% in plaats van 6% gerealiseerd ten opzichte van 2005. De totale CO₂-uitstoot in 2020 bedraagt ca. 3.950 kton. De brandstofgerelateerde CO₂-uitstoot blijft ongewijzigd ten opzichte van het resultaat in paragraaf 5.9.1. De CO₂-uitstoot gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik daarentegen daalt met 2% in plaats van 4% ten opzichte van 2005.



Figuur 51: CO₂-kloof 2020 ten opzichte van 2005 (in kton) – gevoeligheidsanalyse geen CO₂-neutrale stroom stedelijke diensten

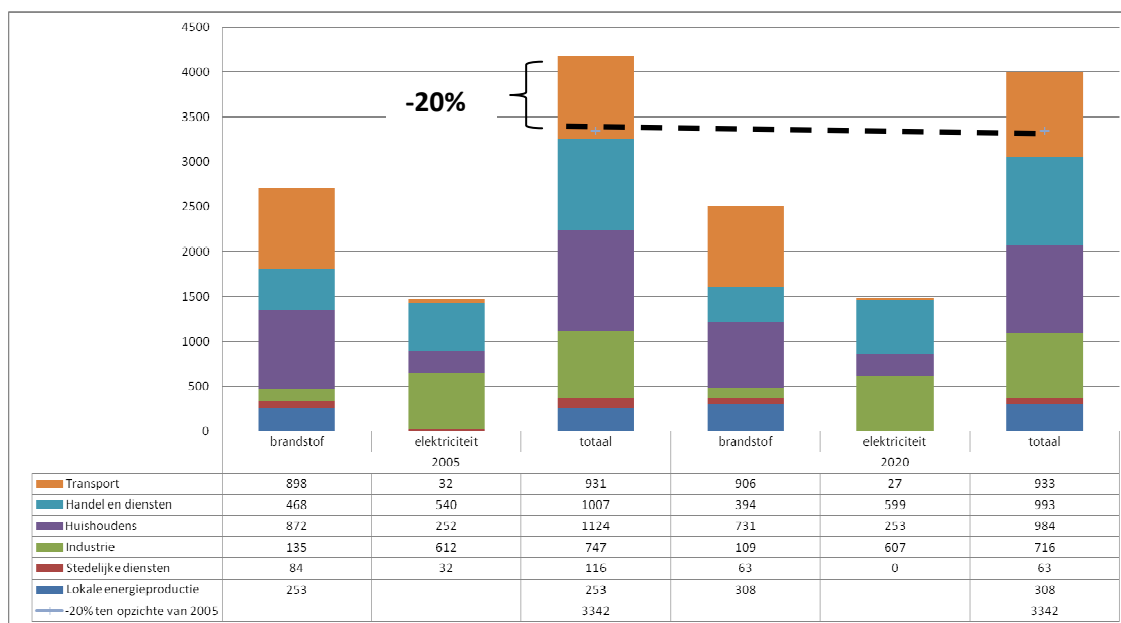
De impact is groter wat de realisatie van de -50%-doelstelling betreft. De stedelijke diensten realiseren ten opzichte van 2005 een reductie van de CO₂-uitstoot van ca. 19% in plaats van ca. 41%. De totale CO₂-uitstoot in 2020 bedraagt ca. 99 kton zodat er nog een kloof is van ca. 38 kton ten opzicht van de vooropgestelde doelstelling.



Figuur 52: CO₂-kloof 2020 ten opzichte van 2005 (in ton) – gevoeligheidsanalyse geen CO₂-neutrale stroom stedelijke diensten

→ **Geen omschakeling van kwikcel naar membraanprocédé**

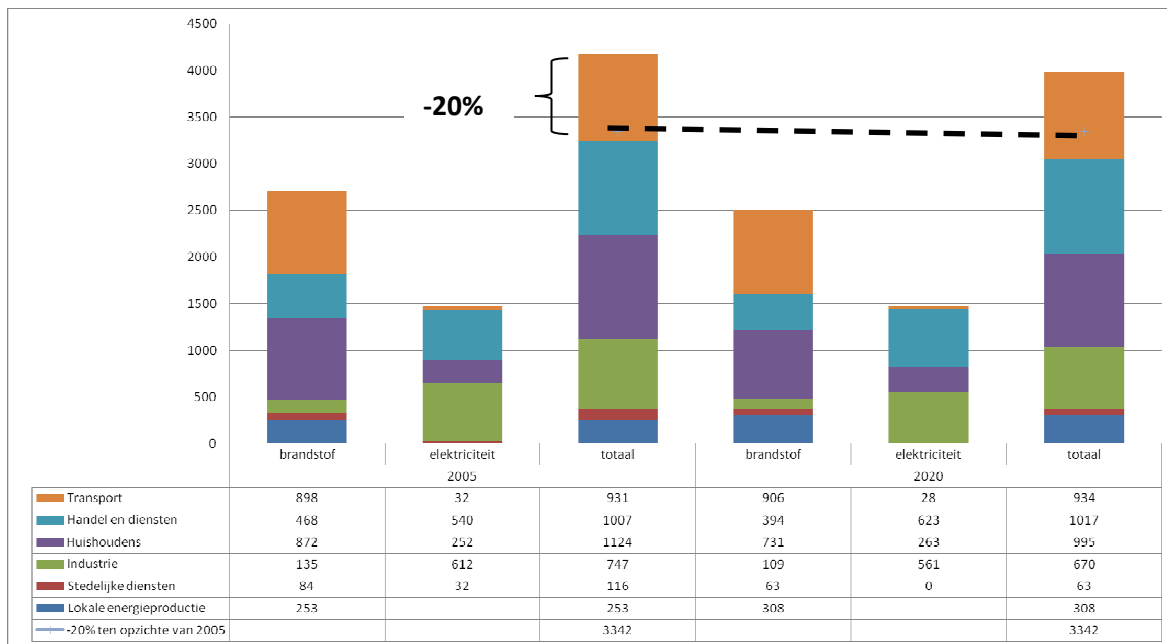
Indien we veronderstellen dat er geen omschakeling van kwikcel naar membraanprocédé plaatsvindt in de chloorproductie, wordt er in 2020 een reductie van 4% in plaats van 6% gerealiseerd ten opzichte van 2005. De totale CO₂-uitstoot in 2020 bedraagt ca. 3.996 kton. De brandstofgerelateerde CO₂-uitstoot blijft ongewijzigd ten opzichte van het resultaat in paragraaf 5.9.1. De CO₂-uitstoot gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik daarentegen neemt toe met 1% in plaats van een reductie van 4% ten opzichte van 2005.



Figuur 53: CO₂-kloof 2020 ten opzichte van 2005 (in kton) – gevoeligheidsanalyse geen omschakeling van kwikcel naar membraanprocédé

→ **Geen windturbinepark rechteroever**

Indien we veronderstellen dat er geen windturbinepark op rechteroever komt, wordt er in 2020 een reductie van 5% in plaats van 6% gerealiseerd ten opzichte van 2005. De totale CO₂-uitstoot in 2020 bedraagt ca. 3.986 kton. De brandstofgerelateerde CO₂-uitstoot blijft ongewijzigd ten opzichte van het resultaat in paragraaf 5.9.1. De CO₂-uitstoot gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik daarentegen neemt toe met 1% in plaats van een reductie van 4% ten opzichte van 2005.



Figuur 54: CO₂-kloof 2020 ten opzichte van 2005 (in kton) – gevoeligheidsanalyse geen windturbines rechteroever

HOOFDSTUK 6. SELECTIE EN IMPACT BIJKOMENDE MAATREGELEN

In hoofdstuk 6 geven we per sector een overzicht van maatregelen die tegen 2020 een bijkomende CO₂-reductie kunnen realiseren ten opzichte van het referentiescenario. We geven een indicatie van de eenheidskosten en het reductiepotentieel per maatregel. We sluiten het hoofdstuk af met een doorrekening van de totale CO₂-impact en totale jaarlijkse kosten van een selectie van maatregelen die kunnen bijdragen tot de realisatie van de CO₂-reductiedoelstellingen in 2020.

6.1. EXPERTENOVERLEG MET OPEN VIZIER

Om een idee te krijgen van de bijkomende maatregelen en het bijkomend CO₂-reductiepotentieel op het stedelijk grondgebied Antwerpen werd, per sector, een overlegronde georganiseerd met experts van de stedelijke diensten en (indien relevant) experts van VITO. Ter voorbereiding van dit overleg ontvingen de experts een document waarin volgende informatie was opgenomen:

- emissies CO₂ in 2005 (en 2007),
- referentie emissies CO₂ in 2020,
- reductie CO₂ in 2020 ten opzichte van 2005, gegeven beslist beleid,
- mogelijke bijkomende maatregelen.

Tijdens de overlegondes werd samen met de experts een olijsting gemaakt van mogelijke maatregelen om het energieverbruik of de CO₂-uitstoot te reduceren. Hierbij moeten we opmerken dat voornoemde lijst ook maatregelen bevat die eerder iets zeggen over de manier waarop de stad de verschillende sectoren ertoe kan aanzetten om acties (technologieën, gedragsverandering) te ondernemen dan over de acties op zich die CO₂ reduceren. Voor deze beleidsinstrumenten kan je onmogelijk kosten en effecten doorrekenen zonder eerst een voorafname te doen van de (mate van) actie die verwacht wordt. Voordat de instrumentkeuze gemaakt kan worden, moet echter duidelijk zijn van wie, welke actie verwacht wordt: hoeveel CO₂ moet gereduceerd worden door welke (sub)sector? Dit is een politieke keuze waarbij verschillende criteria een rol kunnen spelen zoals, bijvoorbeeld, een afweging van kosten en effecten (kosteneffectiviteit) van maatregelen binnen en tussen (sub)sectoren.

Vandaar dat we in volgende paragrafen eerst een indicatie geven van het CO₂-reductiepotentieel per sector: welke bijkomende CO₂-reductie kan gerealiseerd worden tegen 2020? In hoofdstuk 7 geven we een (niet-limitatief) overzicht van beleids(uitvoerende) instrumenten die door de stad kunnen ingezet worden om de sectoren aan te zetten om de bijkomende CO₂-reductie effectief te realiseren. Hiervoor koppelen we terug naar de resultaten van de verschillende overlegondes.

6.2. SELECTIE BIJKOMENDE MAATREGELN PER SECTOR

Per sector (bron) geven we aan de hand van een **veldmodel** een schematisch overzicht van de parameters die de CO₂-uitstoot beïnvloeden (oranje) en het type van maatregelen dat een impact kan hebben op deze parameters (groen).

In volgende paragrafen maken we per sector een **selectie** van maatregelen waarvoor wij een implementatie tegen 2020 realistisch achten. De **haalbaarheid** tegen 2020 vormt een belangrijk criterium in onze selectie van mogelijke maatregelen. We selecteren maatregelen die vandaag reeds vanuit diverse beleidsniveaus gestimuleerd worden en bijgevolg vanuit technisch standpunt geïmplementeerd kunnen worden. We maken een aanname over de verhoogde inzet van deze maatregelen ten opzichte van het referentiescenario. Aangezien allerlei drempels (**juridisch, technisch, maatschappelijk**) nu reeds de uitvoering van het besliste beleid verhinderen of vertragen, zullen niet alle geselecteerde maatregelen voor het volledig technisch potentieel ingezet kunnen worden tegen 2020.

Er is bijkomend, ondersteunend beleid noodzakelijk om een verdergaande inzet van de geselecteerde maatregelen ten opzichte van het referentiescenario te realiseren. In onze selectie van maatregelen houden we naast de (juridisch, technische, maatschappelijke) haalbaarheid ook rekening met het **instrumentarium waarover de stad Antwerpen beschikt** om de sectoren te stimuleren tot een ver(der)gaande inzet van CO₂-reductiemaatregelen in 2020.

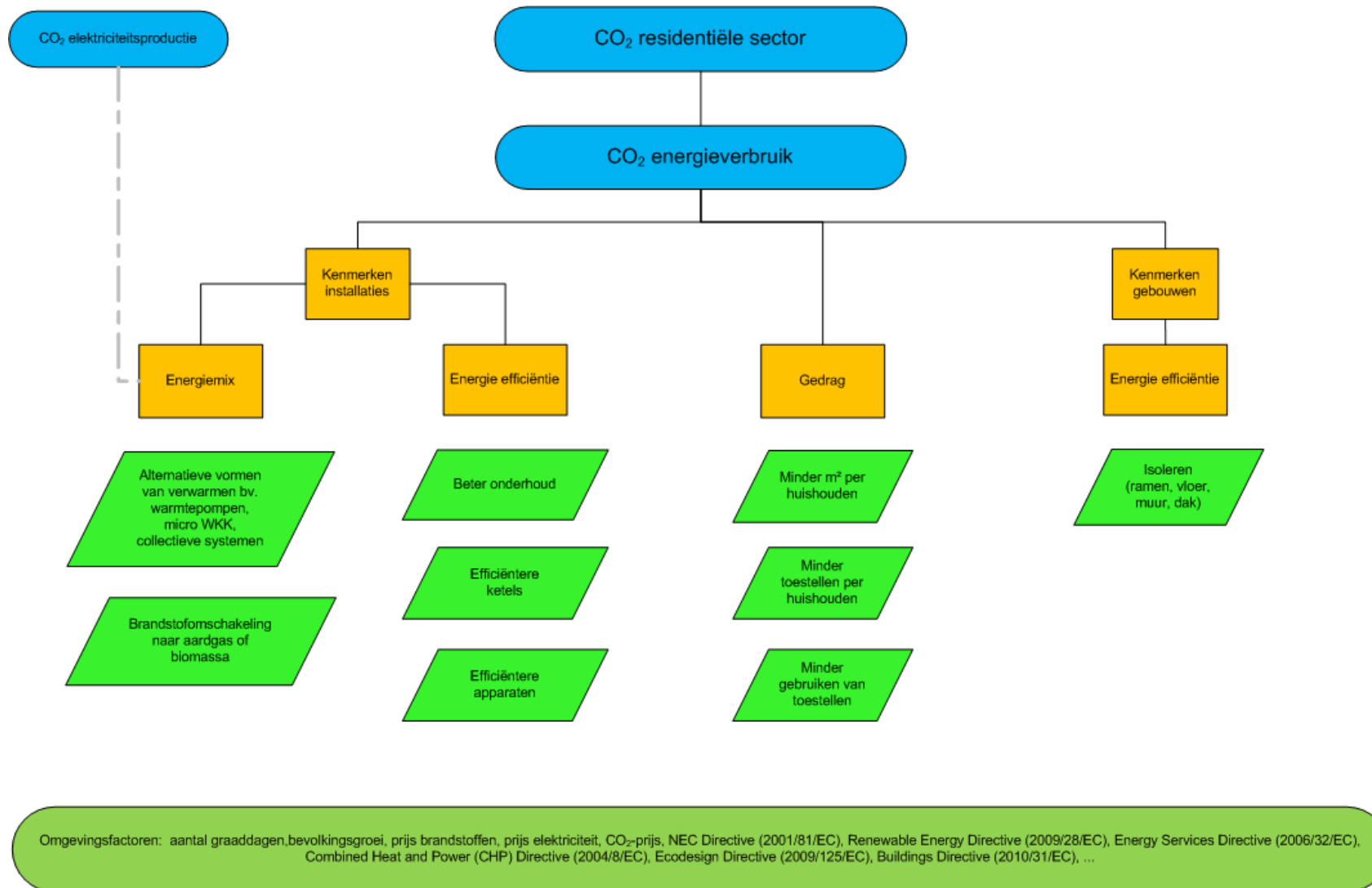
Voor de geselecteerde maatregelen geven we een overzicht van enkele **kengetallen** die we in paragraaf 6.3 gebruiken voor een doorrekening van de totale CO₂-impact en totale jaarlijkse kosten.

6.2.1. RESIDENTIËLE SECTOR

→ **Veldmodel: overzicht mogelijke bijkomende maatregelen**

De CO₂-uitstoot van de residentiële sector is gerelateerd aan het energieverbruik. Bijgevolg kunnen we ingrijpen op twee parameters om de uitstoot te reduceren. We kunnen het energieverbruik reduceren (kWh) of we kunnen de energiemix (brandstof of elektrische stroom) die verbruikt wordt “groener” maken (CO₂ per kWh). Daarnaast zijn er ook omgevingsfactoren die een impact hebben op het energieverbruik maar die de stad niet (of moeilijker) kan sturen, zoals bijvoorbeeld de bevolkingsgroei, klimatologische omstandigheden, het Europese beleidskader en de implementatie ervan in België/Vlaanderen.

Het veldmodel concentreert zich op bestaande gebouwen in de residentiële sector, gegeven het belang en de haalbaarheid van bijkomende energiebesparingen tegen 2020.



Figuur 55: Veldmodel residentiële sector – bestaande gebouwen

→ Selectie en kengetallen bijkomende maatregelen

Wanneer we in het referentiescenario 2020 kijken naar de verdeling van het huishoudelijke energieverbruik over nieuwbouw, bestaande woningen en elektrische toestellen is het duidelijk dat het brandstofverbruik in bestaande gebouwen een belangrijk aandeel vertegenwoordigt in de totale CO₂-uitstoot.

Gezien het belang en de haalbaarheid van bijkomende besparingen, leggen we de focus op energiebesparingen bij verwarming en sanitair warm water in bestaande woningen. Besparingen bij het gebruik van elektrische toestellen en verlichting zijn vanuit technologisch standpunt eenvoudig en op korte termijn te realiseren, maar vanuit sociologisch standpunt moeilijk te realiseren. Deze besparingen vragen immers om de kentering van de tendens “meer toestellen per gezin”. Bewustmaking van de consument via diverse kanalen (bv. energiewedstrijden in een wijk, informatiecampagnes) en andere maatregelen kunnen een ommekeer in dit gedrag induceren met een belangrijke impact op lange termijn tot gevolg. Inzetten op energiezuinige nieuwbouw zal een belangrijke pijler vormen binnen het energie- en klimaatbeleid 2030-2050.

Niet enkel energiebesparingen maar ook het vergroenen van de gebruikte energie kan tot reducties van de CO₂-uitstoot leiden. Voor de verwarming van gebouwen kan men de inzet van groene warmte verhogen (houtpellet, warmtepompen). Hierbij willen we opmerken dat ketels op biomassa aanleiding kunnen geven tot een hoge uitstoot van fijn stof, met een verhoogd gezondheidsrisico op buiten- en binnenlucht tot gevolg. De kwaliteit van de biomassa (bv. vochtigheidsgehalte) heeft een sterke impact op deze emissies. Daarnaast kan er potentieel een spanningsveld ontstaan omtrent de gebruikte biomassastromen voor verschillende toepassingen (voedsel versus brandstof), voor verschillende energietoepassingen (bv. biobrandstoffen of elektriciteitsopwekking) en voor energie versus materiaaltoepassingen.

In volgende tabel hebben we enkele kengetallen opgenomen voor een selectie van maatregelen waarvan we denken dat zij een bijkomende energiebesparing en CO₂-reductie kunnen realiseren in de residentiële sector tegen 2020. Per maatregel geven we een indicatie van de impact (CO₂-reductie per wooneenheid) en kostprijs (totale investeringskost per wooneenheid). Deze cijfers zijn indicatief en duiden bijgevolg grootteordes aan i.p.v. exacte cijfers. De maatregelen houtpellet en warmtepompen hebben niet enkel een energiebesparing tot gevolg, maar ook een verandering in de brandstofmix.

Tabel 41: Selectie bijkomende maatregelen met enkele kengetallen

Maatregel	Impact CO ₂ ton CO ₂ per wooneenheid	Investeringskost euro per wooneenheid	Levensduur jaar	Extra informatie
Dakisolatie	1,9	2.450	50	U-waarde = 0,2
Muurisolatie	1,5	2.145	50	U-waarde = 0,4
Vloerisolatie	0,6	1.596	50	U-waarde = 0,4
Betere beglazing	0,5	3.478	30	U-waarde = 1,1
Efficiëntere ketel ¹	0,7	3.804	20	Vnl. condensierend
Geowarmtepompen ¹	2,5	14.000	20	incl. kost verticale boring
Luchtwarmtepompen ¹	2,4	9.000	15	lucht/waterwarmtepomp (meest voorkomend)
Houtpellet ketel ¹	3	8.500	20	incl. kost opslagruimte

¹De ingeschatte effecten van de bijkomende ketel/kachelvervangingen veronderstellen reeds de implementatie van de bijkomende isolatiemaatregelen (dak, muur, vloer en glas) tegen 2020 ten opzichte van het referentiescenario ("trias energetica").

Bron: Renders et al. (2011), Cyx et al. (2011), Briffaerts et al. (2009), European Union (2010)

De CO₂-reductie per wooneenheid is bepaald uitgaande van de brandstofmix volgens het referentiescenario in het jaar 2020, uitgedrukt in 2.415 graaddagen (16,5). Zowel de kostprijs als de CO₂-impact zijn gemiddelde waarden die van toepassing zijn op een gemiddelde woning.

De kostprijs van de maatregel is enkel de investeringskost in euro's, inclusief plaatsing en exclusief BTW. De prijs heeft daarenboven zuiver betrekking op de isolatie en de verwarmingsinstallatie en niet op de mogelijke, bijkomende aanpassingen aan de woning (bv. plaatsing van vloerverwarming, schrijnwerk). Deze bijkomende aanpassingen worden vaak gecombineerd met het plaatsen van de energiebesparende maatregel op zich. Dit kan enerzijds technisch noodzakelijk zijn; anderzijds kan het de kwaliteit van de woning verhogen (bv. comfort, esthetiek). De kosten van bijkomende aanpassingen kunnen we bijgevolg niet volledig toekennen aan de energiebesparende maatregel. Daarenboven zullen deze bijkomende kosten sterk variëren van woning tot woning, gezien de grote diversiteit aan woningen en individuele preferenties. De graad van afwerking en materiaalkeuze kunnen, bijvoorbeeld, sterk individueel gebonden zijn.

In volgende tabel geven we voor elk van de geselecteerde maatregelen de toename in implementatiegraad tegen 2020 en dit ten opzichte van het referentiescenario.

Tabel 42: Maximale toepasbaarheid per geselecteerde maatregel

Maatregel	Referentie 2005-2020	Extra 2011-2020	Extra informatie
	Aantal wooneenheden	Aantal wooneenheden	
Dakisolatie	58.000	11.600	Technisch potentieel bereikt d.w.z. 95% huishoudens
Efficiëntere ketel	68.400	96.500	
Muurisolatie	8.800	8.800	Verdubbeling t.o.v. REF
Vloerisolatie	3.500	3.500	
Betere beglazing	57.000	57.000	
Geowarmtepompen	Zeer beperkt	1.700	O.v.v. progressief HEB beleid
Luchtwarmtepompen	/	1.670	
Houtpellet ketel	Zeer beperkt	440	

Voor de maatregelen dakisolatie en efficiëntere (voornamelijk condenserende) ketel veronderstellen we een bijkomende inzet ten opzichte van het referentiescenario tot het maximale (d.w.z. technisch) potentieel bereikt is, namelijk 95% van de huishoudens. Voor muur- en vloerisolatie en betere beglazing (vervanging enkel of dubbel glas) lijkt het ons niet realistisch om uit te gaan van het technische potentieel. We veronderstellen tegen 2020 een verdubbeling van de inzet ten opzichte van het referentiescenario.

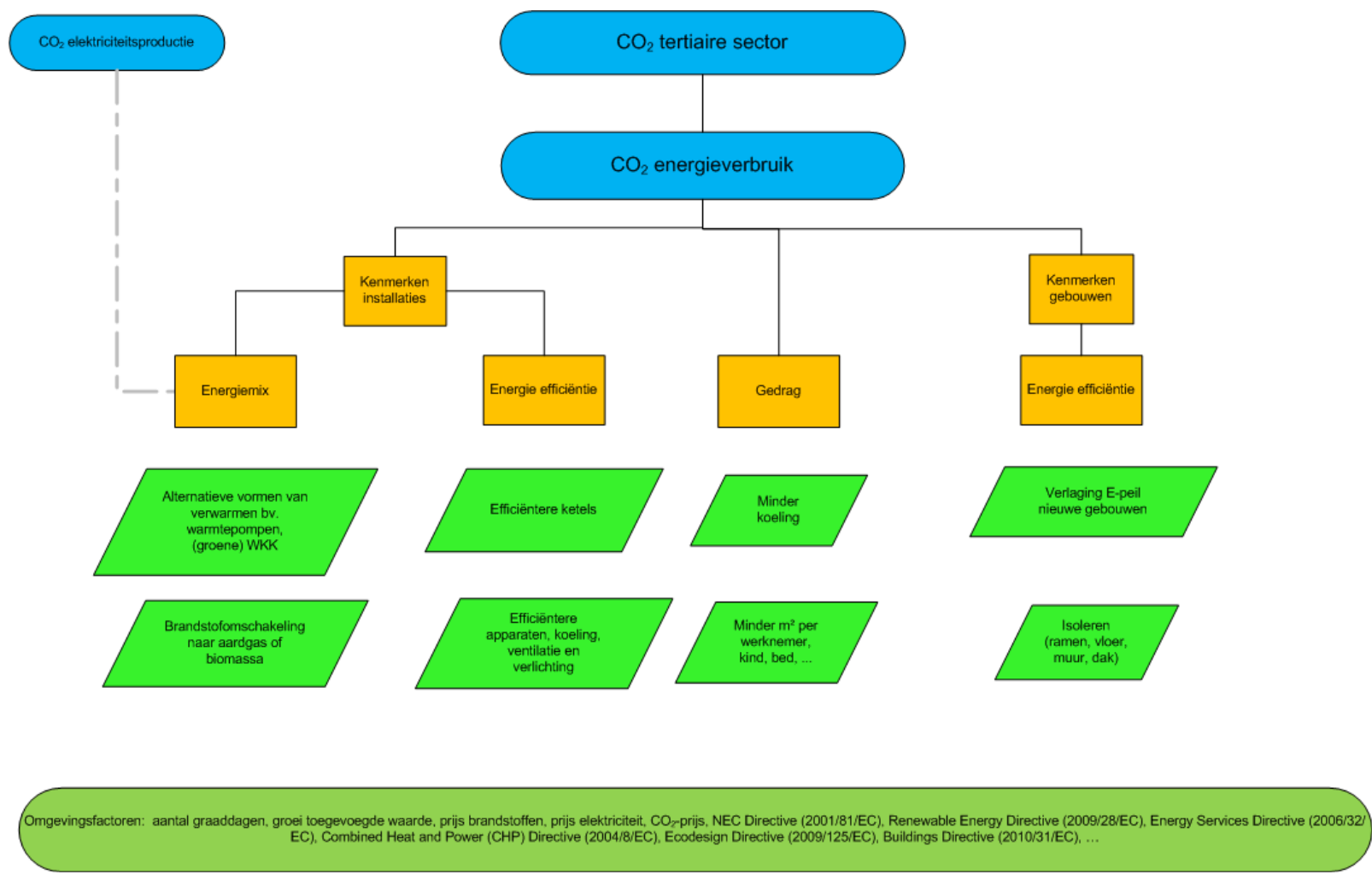
Tijdens de overleggronde gaven de experts aan dat de mogelijkheden van betere beglazing en muurisolatie beperkt zijn bij beschermde woningen. Volgens de website Onroerend Erfgoed Antwerpen (<http://www.antwerpen.be/eCache/ABE/2/229.Y29udGV4dD04MDM0MDQ2.html>) zijn er 1.100 beschermde monumenten op het grondgebied Antwerpen gelegen. Daarnaast kent Antwerpen 1.300 panden die deel uitmaken van een beschermd stads- of dorpsgezicht. In vergelijking met het totaal aantal wooneenheden binnen Antwerpen (ongeveer 225.000) vertegenwoordigen de beschermde woningen slechts een zeer gering aandeel (<1%), wetende dat niet alle beschermde panden een residentiële bestemming hebben.

Het potentieel van warmtepompen en verwarmingsketels op houtpellets wordt tegen 2020 eerder beperkt verondersteld. Niettemin vereist deze implementatie een progressief beleid met betrekking tot hernieuwbare energie, en groene warmte in het bijzonder (Briffaerts et al., 2009, Desmedt et al., 2010). Tijdens de overleggronde met de experts werd bovendien aangegeven dat geowarmtepompen voornamelijk in de districten kunnen worden geïnstalleerd en niet zozeer in de stad zelf.

6.2.2. TERTIAIRE SECTOR

→ Veldmodel: overzicht mogelijke bijkomende maatregelen

Het veldmodel voor de tertiaire sector is heel gelijkaardig aan dat van de residentiële sector. We kunnen de CO₂-uitstoot reduceren door het energieverbruik te reduceren (kWh) of we kunnen het type energie (brandstof of elektrische stroom) dat verbruikt wordt “groener” maken (CO₂ per kWh). Daarnaast zijn er ook omgevingsfactoren die een impact hebben op het energieverbruik maar die de stad niet (of moeilijker) kan sturen, zoals bijvoorbeeld de groei in toegevoegde waarde, klimatologische omstandigheden, het Europese beleidskader en de implementatie ervan in België/Vlaanderen.



Figuur 56: Veldmodel tertiaire sector

→ **Selectie en kengetallen bijkomende maatregelen**

Eigen aan de tertiaire sector is het grote aandeel dat het elektriciteitsverbruik vertegenwoordigt in het totale energieverbruik, namelijk ca. 46% in 2005 en ca. 53% in 2020 volgens het referentiescenario. Rekening houdend met de eigenheden van de sector en de parameters die het energieverbruik beïnvloeden, kunnen volgende maatregelen bijkomend ingezet worden tegen 2020:

- Isoleren;
- Zonwerende beglazing;
- Mechanische ventilatie met warmterecuperatie of natuurlijke ventilatie;
- Compressiekoelmachine en ventilo-convectoren voor verwarming en koeling;
- Zonneboilers;
- Plaatsen van efficiëntere verwarmingsinstallaties (inclusief frequentiegestuurde pompen en stooklijnregeling);
- Brandstofomschakeling naar aardgas, biomassa of installatie van een grondgekoppelde warmtepomp;
- Relighting: een energiezuinige verlichtingsinstallatie (hoog rendement armaturen, lampen en voorschakelapparaten) aangevuld met daglichtsturing, veegpuls en afwezigheidsdetectie, waar mogelijk;
- Minder koeling, passieve koeling en freecooling;
- Efficiëntere kantoorapparatuur, groene ICT;
- Plaatsing van groene WKK (bv. bio-olie);
- Verder verlagen van het energieprestatiepeil van nieuwe gebouwen.

Sommige van bovenstaande maatregelen kunnen eenvoudig en binnen een korte tijdsspanne (i.e. tegen 2020) worden geïmplementeerd in de tertiaire gebouwen, zoals isolatie, efficiëntere ketels, relighting. Andere maatregelen daarentegen, zoals groene WKK en grondgekoppelde warmtepompen, kunnen slechts in zeer beperkte mate tegen 2020 ingezet worden, aangezien allerlei drempels (zoals juridische en technische beperkingen) de uitvoering kunnen vertragen. Bovendien maken de energetische eigenheden van elke subsector dat niet elke maatregel in elke subsector even geschikt is. Zo is de installatie van een groene WKK of een grondgekoppelde warmtepomp in de subsector handel niet aan te raden, maar wel in de subsector welzijn, gegeven de grote, constante vraag naar warmte en de eenvoudige interne valorisatie van de geproduceerde elektriciteit (in geval van WKK).

Tijdens het expertenoverleg werden, specifiek voor de subsector handel, de plaatsing van **led verlichting** in winketalages (d.w.z. relighting) en de plaatsing van slimme deuren gecombineerd met warmtegardijnen als bijkomende maatregelen voorgesteld. Wat ledverlichting betreft, geeft de literatuur aan dat deze sector nog voor een aantal uitdagingen staat waardoor een versnelde toepassing in Europa belemmerd wordt, zoals bijvoorbeeld hoge kosten, gebrek aan bekendheid en het ontbreken van gemeenschappelijke normen. De Europese Commissie erkent deze uitdagingen en heeft eind december een groenboek goedgekeurd en organiseert in februari 2012 een raadpleging over de toekomst van op leds gebaseerde verlichtingsystemen (http://ec.europa.eu/information_society/digital-agenda/actions/ssl-consultation/index_en.htm). In december 2011 verscheen het rapport "Led projects and economic test cases in Europe" (Valentová et al.) met resultaten van 106 led test cases in 17 Europese landen, waaronder een case in 130 Delhaize supermarkten in België. Er zit een grote spreiding op de resultaten: energiebesparingen variëren van 10% tot 90% en de terugverdientijd varieert van 2 tot 10 jaar. Gegeven de grote variatie aan LED-toepassingen en de experimentele fase waarbinnen een groot deel van de cases zitten, zijn de resultaten moeilijk extrapolbaar en niet bruikbaar binnen deze studie opdracht. Een alternatief voor LED in etalages kunnen metaalhalidelampen zijn.

Binnen het Milieu- en energietechnologie Innovatie Platform (<http://www.mipvlaanderen.be/>) bekijken Alcatel-Lucent Bell NV in samenwerking met een aantal partners en onderaannemers (waaronder VITO) de haalbaarheid van **energieneutrale datacenters**. Er wordt zowel gekeken naar het energieverbruik (bv. geavanceerd energiemanagement, energiezuinige servers, bodemgekoppelde koeling) als de valorisatie van restwarmte die vrijkomt in een datacenter. Eind 2012 worden de resultaten van deze haalbaarheidstudie bekend gemaakt.

Aangezien het referentiescenario voor de tertiaire sector reeds gekenmerkt wordt door een grote mate van onzekerheid (omwille van heterogeniteit tussen subsectoren en gebrek aan (betrouwbare) gegevens), kunnen we de CO₂-impact en gerelateerde kosten van bijkomende maatregelen niet eenduidig doorrekenen. We stellen dan ook een globaal pakket van maatregelen voor waarbij we abstractie maken van het potentieel van individuele maatregelen binnen de verschillende subsectoren.

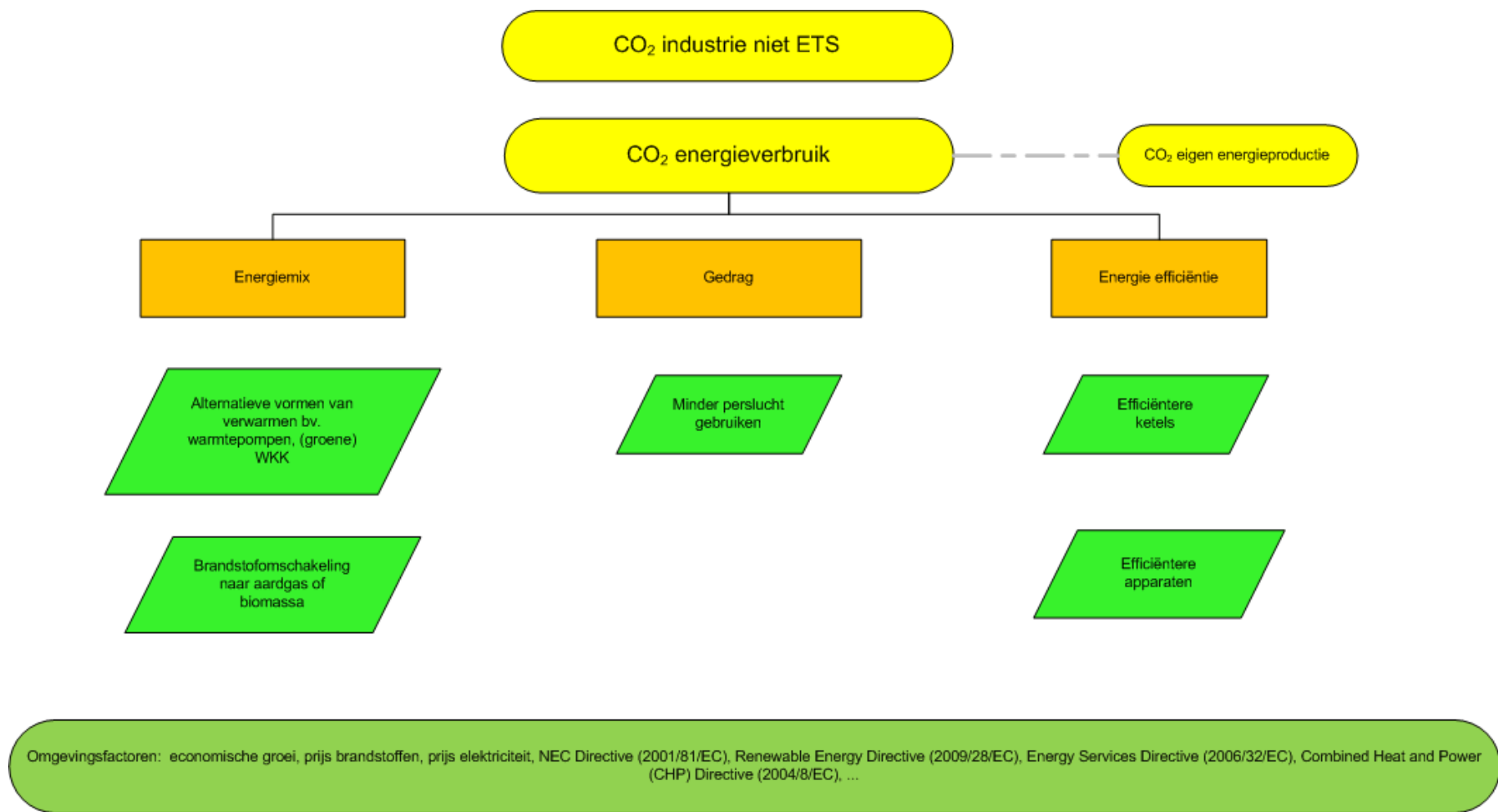
Voor de tertiaire sector stellen we als bijkomende maatregel een doorgedreven renovatie van 30% van de bestaande tertiaire gebouwen voor. Deze renovatie richt zich op een **reductie** van het **energieverbruik voor HVAC (Heat, Ventilation & Air Conditioning) en verlichting**. Dit veronderstelt een jaarlijkse renovatiegraad van 3% van het bruto vloeroppervlakte BVO tussen 2010 en 2020. Volgens European Commission (2011) is 3% de historisch waargenomen renovatiesnelheid van publieke gebouwen. Mits goede samenwerking van de betrokken subsectoren, de bouwsector en bevoegde beleidsdomeinen achten we een doorgedreven renovatie van 30% van de bestaande tertiaire gebouwen op het stedelijke grondgebied Antwerpen haalbaar. We nemen hierbij aan dat HVAC en verlichting zo goed als alle brandstofverbruik en ca. 70 à 90% van het elektriciteitsverbruik (Gusbin et al., 2004; JRC, 2009) vertegenwoordigen in de totale energieconsumptie van de tertiaire sector. Opdat de energievraag van alle subsectoren binnen de tertiaire sector zou dalen, veronderstellen we een verzameling van mogelijke ingrepen: isolatie, zonwerende beglazing, mechanische ventilatie of natuurlijke ventilatie, condenserende ketel, compressiekoelmachine en ventilo-convectoren voor verwarming en koeling, zonneboilers en energiezuinige verlichting met aanwezigheidsdetectie en daglichtsturing.

We schatten in dat het energieverbruik voor HVAC en verlichting bij 30% van de bestaande gebouwen afneemt met 50% ten opzichte van het verbruik in 2005 (De Coninck et al., 2005). Indien we deze besparing uitzetten ten opzichte van het referentiescenario in 2020 merken we echter dat de maatregel enkel een bijkomende impact heeft op het elektriciteitsverbruik en niet op het brandstofverbruik. We nemen daarenboven aan dat 15% van de bestaande gebouwen (anno 2005 – uitgedrukt in m² BVO) tegen 2020 zijn gesloopt of uit gebruik zijn genomen (VMM-MIRA, 2009). De CO₂-reductie bedraagt ca. 0,03 ton CO₂ per m² bruto vloeroppervlakte (BVO) ten opzichte van het referentiescenario en kan gerealiseerd worden tegen een meerkost van ongeveer 100 euro per m² BVO, inclusief plaatsing en exclusief BTW (De Coninck et al., 2005). De CO₂-reductie per eenheid hebben we ingeschat uitgaande van het energieverbruik en de brandstofmix in 2005, uitgedrukt in 2.415 graaddagen (16,5).

6.2.3. INDUSTRIËLE SECTOR (NIET-ETS)

→ Veldmodel: overzicht mogelijke bijkomende maatregelen

De CO₂-uitstoot van industrie (niet-ETS) is gerelateerd aan het energieverbruik. Bijgevolg kunnen we ingrijpen op twee parameters om de uitstoot te reduceren. We kunnen het energieverbruik reduceren (kWh) of we kunnen het type energie (stroom of brandstof) dat verbruikt wordt “groener” maken (CO₂ per kWh). Bovendien moeten we rekening houden met een aantal omgevingsfactoren zoals, bijvoorbeeld, een substantiële toename in productie tussen 2005 en 2020 en dit voor het merendeel van de subsectoren.



Figuur 57: Veldmodel industrie niet-ETS

→ Selectie en kengetallen bijkomende maatregelen

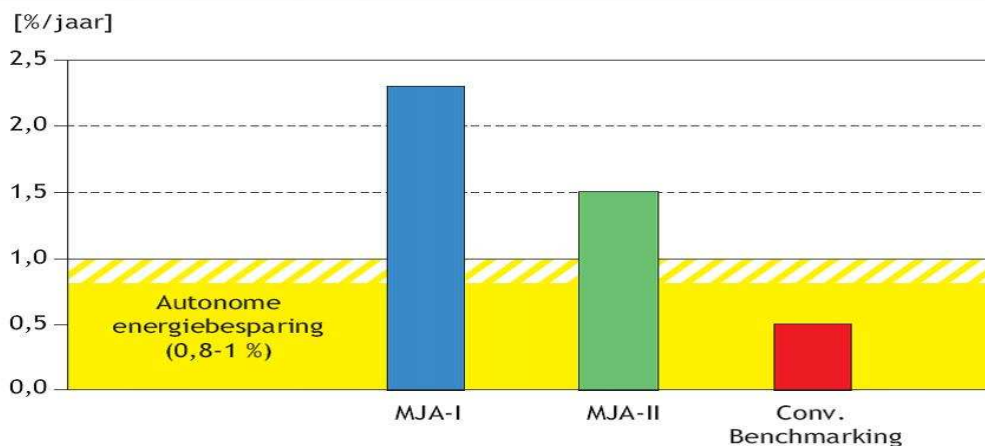
In het referentiescenario vertegenwoordigt het elektriciteitsverbruik ca. 76% van het totale energieverbruik van de niet-ETS bedrijven in 2020. Het resterend brandstofverbruik is voornamelijk aardgas. De meerderheid van de CO₂-uitstoot in 2020, namelijk 83%, is dan ook gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik. Het merendeel van de CO₂-uitstoot zit ook geconcentreerd in twee sectoren (en een beperkt aantal bedrijven), met name de scheikundige nijverheid (ca. 76% in 2020) en de voedingsindustrie (ca. 13% in 2020). Een relevante CO₂-reductie kan verwacht worden van maatregelen die zich richten op een **reductie en/of “vergroening” van het elektriciteitsverbruik**.

Efficiëntieverbetering

Indien we de efficiëntieverbetering vergelijken tussen het referentiescenario 2020 en de nulmeting 2005, stellen we vast dat zowel het brandstof- als het elektriciteitsverbruik jaarlijks met ca. 2% daalt. Dit is een gemiddelde efficiëntieverbetering over de verschillende subsectoren heen en gecorrigeerd voor de gemiddelde groei van ca. 1% per jaar. Indien we geen rekening houden met de reductie van het elektriciteitsverbruik door overschakeling van kwikcel naar membraanprocédé, wordt er een gemiddelde efficiëntieverbetering van 1% per jaar gerealiseerd.

Het besparingstempo dat aangenomen wordt in het referentiescenario is hoog, zeker voor de bedrijven die in het verleden reeds energiebesparende maatregelen genomen hebben en het “laaghangend fruit” geplukt hebben. Buiten het benchmarking convenant en auditconvenant is er (voorlopig) geen echte “stok achter de deur” die de bedrijven tot vergaande efficiëntieverbeteringen aanzet. Als er competitie is tussen middelen, halen energiebesparende maatregelen het vaak niet van investeringen in “core business” of “venture capital”, zoals proces- of capaciteitsuitbreiding. Het is dan ook belangrijk om de effectieve voortgang in efficiëntieverbetering te monitoren en vanuit de stad de nodige (aanvullende) instrumenten te voorzien die de bedrijven kan aanzetten tot effectieve investeringen in energiebesparende maatregelen.

In opdracht van de Algemene Rekenkamer heeft CE Delft de kosten en effecten geëvalueerd ten aanzien van energiebesparing in de Nederlandse industrie en energiesector van 1995 tot en met 2008 (Nieuwsbrief Milieu en Economie, december 2011). Het energiebesparingstempo lag in de periode van de meerjarenafspraken hoger dan het “autonome” tempo (zonder beleid) dankzij een combinatie van meerjarenafspraken en ondersteunend beleid zoals subsidies, energie-investeringsaftrek en energiebelastingen. In de periode van het convenant benchmarking lag het besparingsritme lager dan het “autonome” tempo, o.a. omdat het “laaghangend fruit” al geplukt was maar ook door een gebrek aan beleidsdruk.



Figuur 58: Effectiviteit convenanten in Nederland

Bron: CE Delft - Nieuwsbrief Milieu en Economie (december 2011)

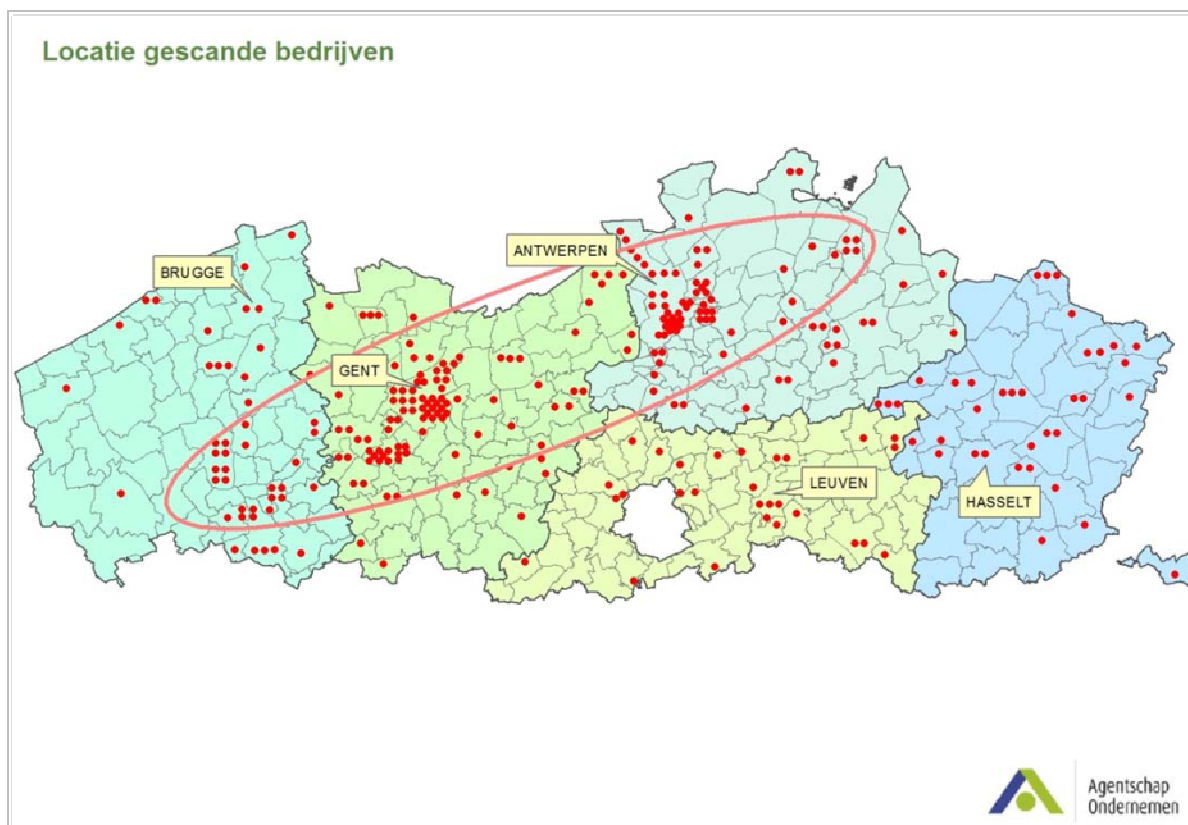
Als we kijken naar de **energie-intensieve bedrijven** onder de niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen, stellen we vast dat het om een beperkt aantal bedrijven en specifieke processen gaat, zoals bijvoorbeeld chloorproductie. Bovendien maken de grote energieverbruikers deel uit van het benchmarking of auditconvenant:

- http://www.benchmarking.be/nl/voortgang_wie.asp: bv. Solvic, Solvin, Coca-Cola,
- http://www.auditconvenant.be/nl/nl70_voortgang.asp: bv. AVEVE, Unipro, Vertellus.

Een inschatting van het bijkomend energiebesparingspotentieel ten opzichte van het referentiescenario vraagt om een bedrijfsspecifieke of processpecifieke benadering in onderling overleg met de betrokken actoren.

Als we kijken naar de **niet energie-intensieve bedrijven**, die geen deel uitmaken van het benchmarking of auditconvenant, stellen we voor om flankerende acties te ondernemen. Dit zijn acties die de drempel moeten verlagen voor bedrijven om energiescans of –audits te laten uitvoeren of om een beroep te doen op financieringsmechanismen zoals bv. ecologiepremie, groene waarborg (publicatie Ministerieel Besluit wordt in februari 2012 verwacht), premies netbeheerders. Op die manier krijgen de bedrijven een beter zicht op het energiebesparingspotentieel en de financieringsmogelijkheden.

Door het Agentschap Ondernemen wordt in het rapport “Rationeel energiegebruik in KMO’s – Enkele cijfers op basis van de dienstverlening van het Agentschap Ondernemen” een overzicht gegeven van de resultaten van 300 eerstelijns energiescans die uitgevoerd werden bij KMO’s in het kader van het EFRO-project “REG in KMO’s” (1/11/2008 – 31/10/2011).



Figuur 59: Locatie KMO's waarvoor eerstelijns energiescans werden uitgevoerd door het Agentschap Ondernemen

Bron: Agentschap Ondernemen

Aangezien niet voor alle sectoren of type maatregelen een representatief aantal bedrijven doorgelicht werd, kunnen de resultaten niet zomaar geëxtrapoleerd worden naar de bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen. Niettemin komt het Agentschap Ondernemen tot een aantal algemene conclusies die een interessante insteek kunnen zijn naar de instrumenten die stad Antwerpen kan inzetten, aanvullend op het Vlaamse en federale beleid.

Uit voornoemde energiescans blijkt dat er nog een belangrijk energiebesparingspotentieel kan gerealiseerd worden bij de KMO's in Vlaanderen en dat dit potentieel sterk kan variëren tussen verschillende sectoren. In volgende tabel wordt voor de bezochte bedrijven een overzicht gegeven van het gemiddelde elektriciteits- en brandstofbesparingspotentieel (in kWh, als % van de factuur) per sector. De cijfers in deze tabel hebben betrekking op bedrijven binnen de industriële, tertiaire, transport en tuinbouw sector.

	aantal bedrijven	elektriciteit	
		gemiddeld (kWh)	%
Transport	2	12.946	24
Kleinhandel	42	7.066	21
Supermarkten en grotere winkels	5	19.752	18
Garages en carrosserie	37	15.686	15
Logistiek	11	27.973	14
Administratie en kantoren	37	24.908	14
Tuinbouw	5	24.618	13
Metaalbewerking	20	59.151	11
Houtbewerking	11	57.739	11
Overige productie	20	46.892	9
Instellingen	4	34.087	9
Bouw	11	31.985	8
Voeding	20	80.820	7
Kunststoffen	12	69.610	7
Drukkerij	10	18.909	5
Wasserij	1	992	3

Figuur 60: Gemiddeld elektriciteitsbesparingspotentieel per sector (in kWh, als % van de factuur)

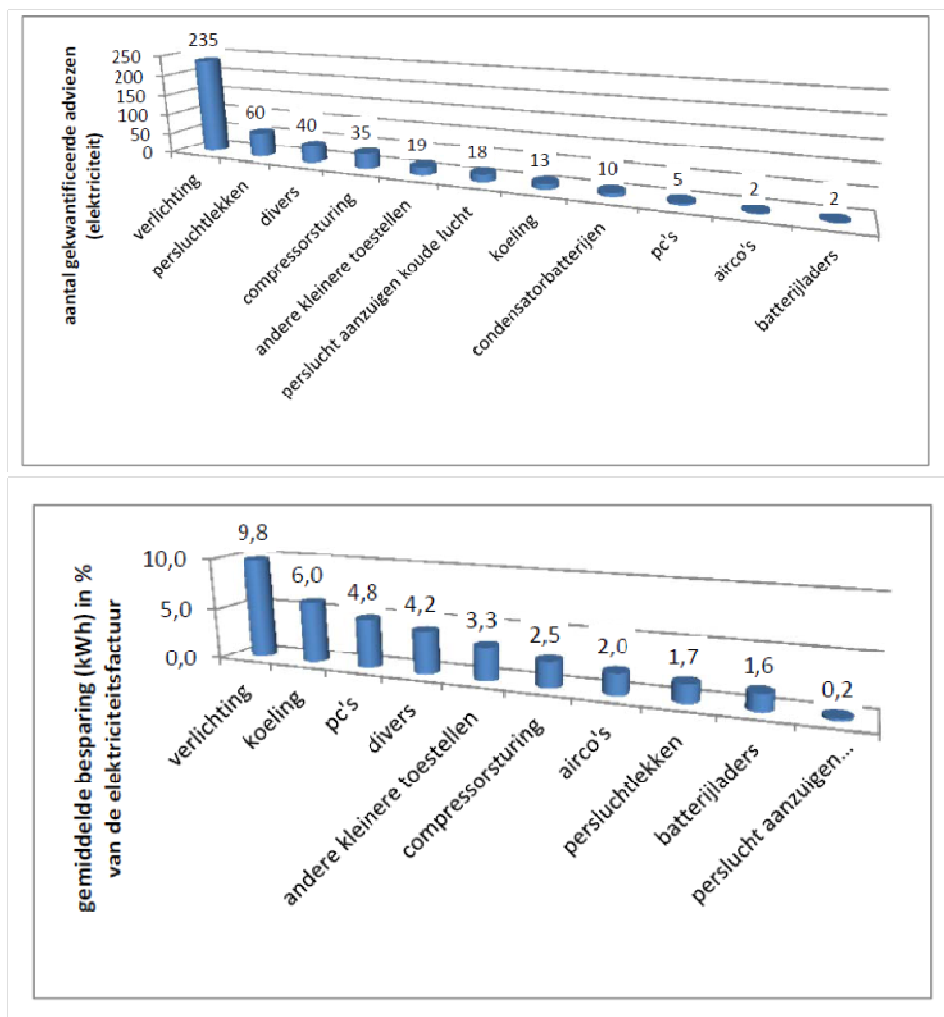
Bron: Agentschap Ondernemen

		brandstof	
		gemiddeld (kWh)	%
Tuinbouw	2	295.656	53
Instellingen	2	110.189	46
Houtbewerking	7	298.186	44
Kleinhandel	20	17.407	29
Supermarkten en grotere winkels	15	72.310	27
Garages en carrosserie	39	56.669	27
Logistiek	8	252.899	26
Metaalbewerking	8	293.868	25
Overige productie	14	186.735	25
Drukkerij	10	116.556	21
Administratie en kantoren	36	59.258	18
Voeding	11	104.366	17
Bouw	9	73.386	15
Transport	4	38.654	15
Kunststoffen	6	97.839	14
Wasserij	0	0	0

Figuur 61: Gemiddeld brandstofbesparingspotentieel per sector (in kWh, als % van de factuur)

Bron: Agentschap Ondernemen

Door het Agentschap Ondernemen wordt ook een overzicht gegeven van het gemiddeld besparingspotentieel per "type" maatregel.



Figuur 62: Aantal adviezen per thema en gemiddeld energiebesparingspotentieel

Bron: Agentschap Ondernemen

Energiebesparende maatregelen met betrekking tot verlichting en gebruik van perslucht kwamen ook uit de overleggronde met de experten als mogelijke acties met relevant energiebesparingspotentieel. Op basis van de verleende adviezen stelt het Agentschap Ondernemen dat maatregelen die te maken hebben met detectie van persluchtlekken, een gemiddeld besparingspotentieel hebben van ca. 1,7% op de elektriciteitsfactuur. Door het Agentschap Ondernemen wordt ook aangegeven dat deze maatregelen “laaghangend fruit” zijn of maatregelen met een beperkte terugverdientijd (op basis van de verleende adviezen ca. 3,5 jaar). Ondanks het feit dat de meeste bedrijven ondertussen op de hoogte zijn van dit besparingspotentieel worden er in de praktijk geen acties ondernomen. Maatregelen die betrekking hebben op verlichting, zoals bijvoorbeeld de vervanging van halogeenlampen, de vervanging van armaturen, daglicht- of aanwezigheidsdetectie, hebben een gemiddeld elektriciteitsbesparingspotentieel van bijna 10% op de elektriciteitsfactuur.

In 2011 subsidieerde het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen energie-audits in verschillende bedrijven in het havengebied. De definitieve resultaten van deze audits worden verwacht in maart 2012.

Vergroening energiemix

De CO₂-uitstoot van de niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied kan ook gereduceerd worden door het “**vergroenen**” van de **brandstofmix**. De bestaande ketels op fossiele brandstoffen kunnen vervangen worden door WKK’s op biomassa (of aardgas) of door ketels op biomassa. Idealiter, wordt het potentieel aan WKK-installaties ingeschat op basis van de aanwezige warmtevraag van een bedrijf of bedrijventerrein. Voor onze berekeningen hebben we de vraag naar warmte afgeleid van het verbruik van fossiele brandstoffen in het referentiescenario en de referentierendementen uit het Ministerieel besluit van 06.10.2006 inzake de vastlegging van referentierendementen voor toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmtekrachtinstallaties.

Tabel 43: Referentierendementen voor toepassing van voorwaarden kwalitatieve WKK

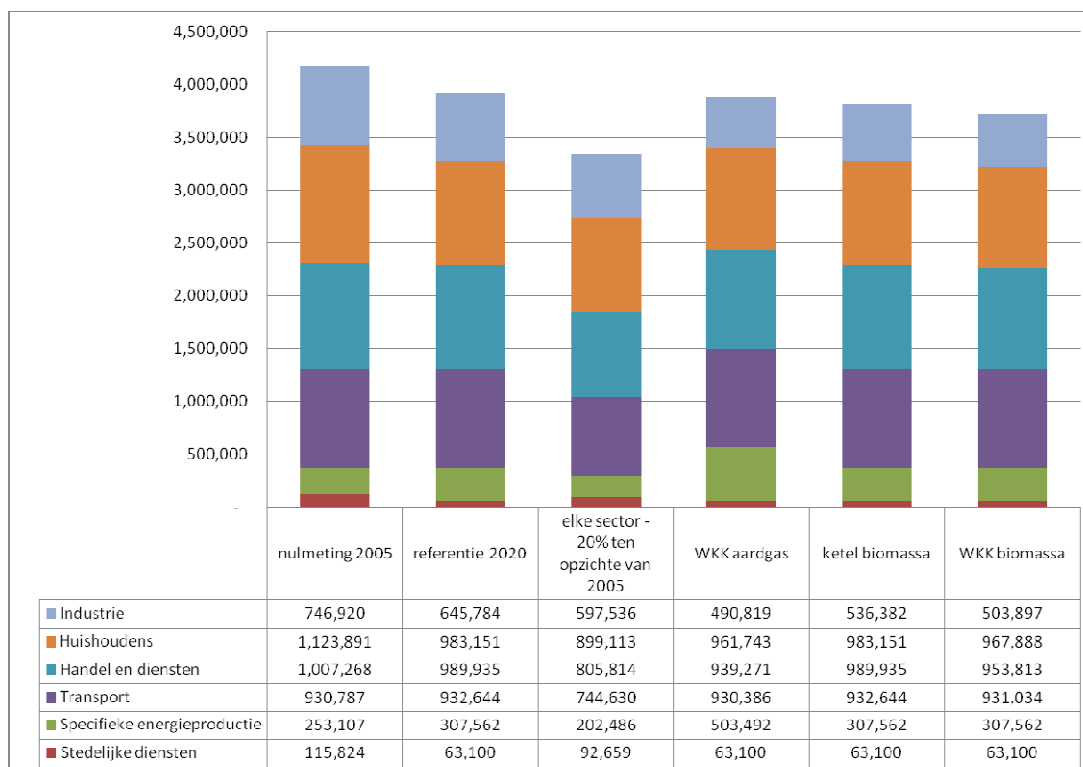
Brandstoftype	Stoom/warm water
Steenkool/Cokes	88%
Bruinkool/Bruinkoolbriketten	86%
Turf/turfbriketten	86%
Houtbrandstoffen en houtafval	86%
Landbouwbiomassa	80%
Bio-afbreekbaar (stads)afval	80%
Niet-hernieuwbaar (stads- en industrie-)afval	80%
Steenolie	86%
Olie (gasolie + stookolie), LPG	89%
Biobrandstoffen	89%
Bio-afbreekbaar afval	80%
Niet-hernieuwbaar afval	80%
Aardgas	90%
Raffinaderijgas/waterstof	89%
Biogas	70%
Cokesovengas, hoogovengas + andere afvalgassen	80%

Bron: <http://212.123.19.141/ALLESNL/wet/detailframe.vwp?SID=0&WetID=1015220>

In volgende figuur vergelijken we de CO₂-uitstoot in de nulmeting en het referentiescenario met de resterende CO₂-uitstoot in 2020 indien:

- alle bestaande ketels industrie niet-ETS op fossiele brandstoffen worden vervangen door WKK’s op aardgas (WKK aardgas);
- alle bestaande ketels industrie niet-ETS op fossiele brandstoffen worden vervangen door ketels op hernieuwbare brandstof (ketel biomassa);
- WKK biomassa: alle bestaande ketels industrie niet-ETS op fossiele brandstoffen worden vervangen door WKK’s op hernieuwbare brandstof (WKK biomassa).

We hebben in de figuur de totale CO₂-uitstoot op het stedelijk grondgebied opgenomen. Enerzijds heeft de vervanging van ketels bij industrie door WKK’s een impact op de CO₂-uitstoot van de lokale energieproductie. Anderzijds heeft een toename van de lokale energieproductie ook een impact op de scope 2 emissies van de verschillende sectoren. Laatstgenoemde CO₂-emissies zijn gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik dat niet ingevuld kan worden door de elektriciteitsproductie op het eigen grondgebied.



Figuur 63: Vergelijking CO₂-uitstoot na inzet maatregelen “vergroening” brandstofmix met nulmeting 2005 en referentiescenario 2020 (in ton)

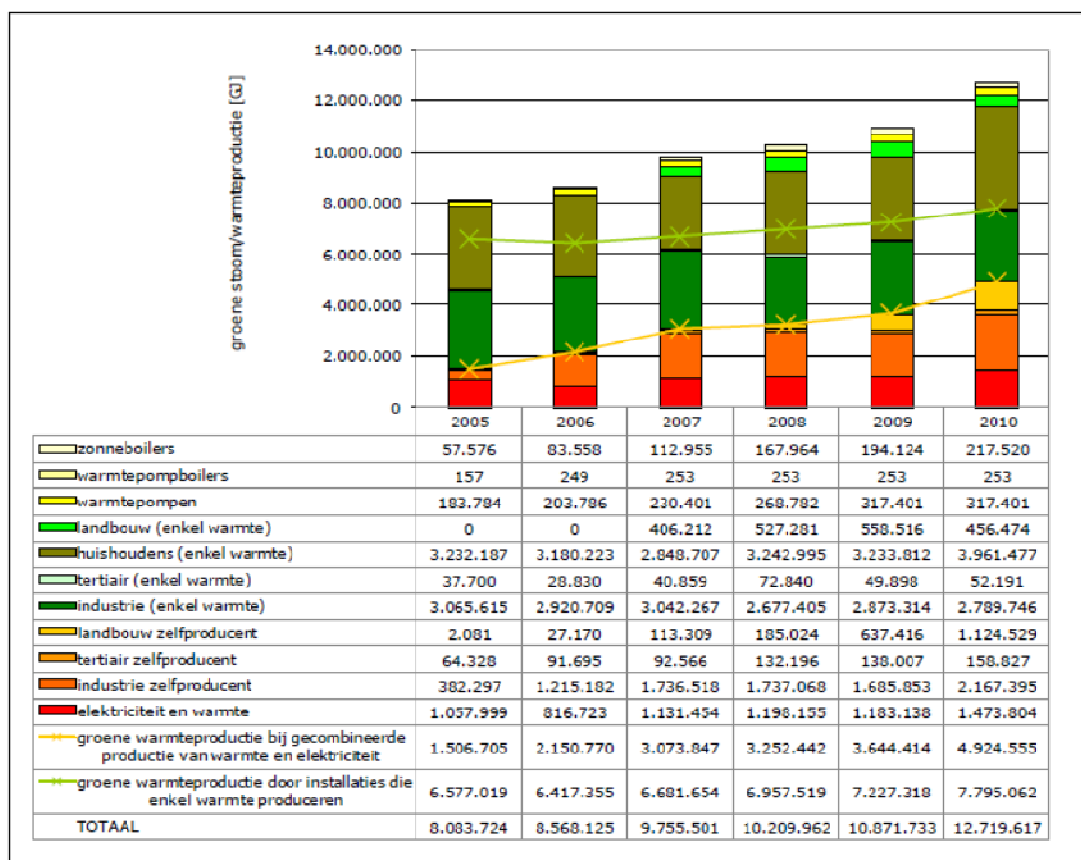
Ten opzichte van het referentiescenario kan een verdere “vergroening” van de brandstofmix tot maximaal 5% van de CO₂-uitstoot reduceren. Hierbij moeten we opmerken dat de maatregelen elkaar uitsluiten, zodat de impact niet cumuleerbaar is. Bovendien veronderstellen we dat de maatregelen voor hun volledig technisch potentieel worden ingezet. In de praktijk zullen niet alle bedrijven een (groene) WKK op een kwalitatieve wijze kunnen inzetten. De huidige inzet van WKK door de niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen, is alleszins zeer beperkt (cf. nulmeting). Ook in het referentiescenario, dat rekening houdt met beslist beleid (o.a. WKK-certificaten), wordt er voor de niet-ETS bedrijven geen bijkomende inzet van WKK’s verondersteld.

Wat de inzet van biomassa betreft, zullen er praktische belemmeringen zijn die de omschakeling van fossiele brandstoffen naar biomassa bemoeilijken, zoals bijvoorbeeld de beschikbaarheid van biogas, transport en opslag van vaste biomassa. In veel gevallen is er ook een nageschakelde rookgasreiniging nodig (multicycloon, SCR of SNCR, doekfilter) om bij verbranding van vaste biomassa de emissienormen voor NO_x en stof te kunnen halen. Bovendien kan er een spanningsveld ontstaan tussen de inzet van biomassa voor de productie van stoom/warmte in de industrie en andere toepassingen (elektriciteitsproductie, materiaaltoepassingen, voedsel, biobrandstoffen). In het referentiescenario, dat rekening houdt met het beslist beleid (o.a. groene stroom certificaten), vertegenwoordigt biomassa een aandeel van ca. 4% in het totale brandstofverbruik van industrie niet-ETS in 2020.

Het gebrek aan ondersteuningsmechanismen voor groene warmte en de onzekerheid over de bestaande ondersteuningsmechanismen voor WKK en groene stroom (door overaanbod op de certificatenmarkt), maakt investeringen in groene ketels en groene (niet kwalitatieve) WKK’s onzeker. Als een ketel voor het einde van zijn levensduur moet vervangen worden, geldt ook hier

de bemerking dat in een competitie om middelen, de “internal rate of return” van dergelijke investering dusdanig hoog kan liggen en een vroegtijdige vervangingsinvestering het niet haalt ten opzichte van een investering in “venture capital”.

De inzet van biomassa voor productie van warmte/stoom (en stroom) door industrie lijkt ons enkel haalbaar mits de aanname van een progressief hernieuwbare energiebeleid in Vlaanderen en flankerende maatregelen vanuit de stad. Als we de evolutie van de productie van groene warmte in Vlaanderen bekijken tussen 2005 en 2010 (Jespers et al., 2011) zien we een (beperkte) daling van productie van groene warmte/stoom in industrie (omvat zowel ETS als niet-ETS bedrijven!). De toename van de warmteproductie door groene WKK's in industrie in 2010 ten opzichte van 2009 kan verklaard worden door de installatie van een grote WKK-installatie bij Stora Enso (sector papier en uitgeverijen) die als inputstromen houtafval (B-hout) en een RDF-fractie (Refused Derived Fuel) aanwendt (Jespers et al., 2011).



Figuur 64: Evolutie productie groene warmte in Vlaanderen (2005 – 2010)

Enkel warmte= installaties die enkel warmte produceren (niet-WKK).

Zelfproducent= bedrijf (energieverbruiker) financiert en exploiteert zelf WKK-installatie.

Elektriciteit en warmte= WKK-installatie niet-zelfproducenten.

Bron: Jespers et al. (2011)

Aangezien er vandaag op het stedelijk grondgebied Antwerpen nog geen industriële ketels (bij niet-ETS bedrijven) zijn overgeschakeld op biomassa, veronderstellen we een eerder beperkt bijkomend potentieel ten opzichte van het referentiescenario, namelijk 21%. Bovenop de inzet van biomassa in het referentiescenario geeft dit een aandeel van ca. 25% in 2020. Gegeven het verschil in thermisch rendement tussen een ketel op aardgas (90%) en een ketel op vaste biomassa (86%) (Tabel 43), betekent een bijkomende inzet van biomassa met 21% dat **148 GWh aardgasverbruik vervangen wordt door 155 GWh vaste biomassa**.

We veronderstellen dat het potentieel aan biomassa ingevuld wordt door vaste biomassa. In de inventaris duurzame energie in Vlaanderen 2010 (Jespers et al., 2011) zien we dat vaste biomassa een aandeel van 89% vertegenwoordigt in de totale productie van warmte/stoom door industriële installaties die enkel warmte/stoom produceren (dus geen WKK). De prijs van een ketel op biomassa is functie van het opgesteld vermogen en de brandstof die ingezet wordt. In het overzicht met kengetallen in Tabel 44 maar ook in onze berekeningen in paragraaf 6.3, gaan we uit van een ketel met gemiddeld geïnstalleerd vermogen van 2 MWth op schone houtchips. Door Moorkens et al. (2009) wordt ook aangegeven dat het merendeel van de bestaande industriële houtverbranders in Vlaanderen een vermogen hebben in de grootte orde tot 2 MWth. In bijlage C wordt een globaal overzicht gegeven van kengetallen voor ketels en WKK-turbines op vaste biomassa.

Tabel 44: Ketel schone houtchips (2 MWth)

	Eenheid	Waarde
Unit grootte	kW	2.000
Bedrijfstijd/vollasturen	uren per jaar	4.500
Economische levensduur	Jaar	10
Elektrisch rendement	%	-
Thermisch rendement ¹	%	86
Investeringskosten ²	euro per kW	208
Onderhoudskosten	euro per kWh	0,001
Overige operationele kosten ³	euro per kWh	0,004
CO ₂ -emissiefactor	ton CO ₂ per kWh	0
CO ₂ -reductie ⁴	ton CO ₂ per kWh	-0,000202

¹Referentierendement voor houtbrandstoffen volgens het Ministerieel besluit inzake de vastlegging van referentierendementen voor toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmtekrachtinstallatie.

²Investeringskosten zijn exclusief BTW maar inclusief planning en ontwikkeling. De investeringskosten omvatten geen rookgasreinigingstechnologie maar wel aanpassingen aan bestaande gebouwen, ketel met opslag (buffervat), toevoersysteem, rookgasafvoer, regeling, waterzijdige aansluiting, transportleiding en verzwarende elektrische leidingen.

³Overige operationele kosten zijn de kosten voor dagelijks onderhoud en bediening, kosten voor asverwijdering en -afvoer, elektriciteitsverbruik installatie.

⁴Ten opzichte van ketel op aardgas.

Bron: Moorkens et al. (2009)

Om bij verbranding van vaste biomassa de emissienormen voor NO_x en stof te kunnen halen is in veel gevallen een nageschakelde rookgasreiniging nodig, zoals bijvoorbeeld multicycloon, SCR of SNCR, doekfilter. De kwaliteit van de brandstof (bv. schone versus opgeschoonde houtchips) bepaalt in grote mate het soort rookgasreiniging dat zal moeten toegepast worden. In de studie "Onrendabele toppen groene warmte" (Moorkens et al., 2009) zijn eenheidskosten terug te vinden

voor een doekenfilter op een ketel met een vermogen van 2 MWth (4.500 vollasturen): investeringskost van 91 euro per kW en een operationele kost van 0,0010 per kWh.

Naast voornoemde kosten is er ook nog een verschil in brandstofkosten dat in rekening moet gebracht worden. Gegeven dat ca. 95% van het fossiele brandstofverbruik in het referentiescenario in 2020 aardgas is, veronderstellen we dat de ketels op biomassa, ter vervanging komen van ketels op aardgas. Voor een overzicht van de brandstof- en elektriciteitsprijzen voor industrie wordt verwezen naar Tabel 30.

CCS en CCUS

In 2011 heeft het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen een aantal studietrajecten opgezet met betrekking tot **Carbon-capture-and-storage (CCS)** en het **hergebruik van CO₂ (CCUS)**. Er werden vier onderzoeksdomeinen geïdentificeerd (Jaarverslag 2010):

- CCS-potentieelbepaling in de haven van Antwerpen;
- Mogelijkheden van CO₂-hergebruik;
- Economische analyse van de CO₂-transportmogelijkheden vanuit Antwerpen naar CCS-opslagvelden;
- Analyse van de marktspelers met betrekking tot opslag van CO₂.

Uiteindelijk is het de bedoeling om op middellange termijn (5-10 jaar) een CCS-demonstratieproject in de haven te realiseren. Gegeven het vroege stadium waarin het onderzoek zich bevindt en het feit dat voorliggende studie opdracht zich concentreert op de niet-ETS bedrijven, lijkt het ons niet realistisch om uit te gaan van een relevant CO₂-reductiepotentieel voor CCS of CCUS tegen 2020.

6.2.4. MOBILITEIT EN TRANSPORT

→ **Veldmodel: overzicht mogelijke bijkomende maatregelen**

De CO₂-uitstoot van de sector mobiliteit en transport wordt gestuurd door verschillende parameters. De maatregelen die inwerken op het **aantal gereden kilometers** zijn uiteraard het meest effectief want elke vermeden kilometer is vermeden CO₂.

Daarnaast zijn ook ingrepen mogelijk op andere aspecten van mobiliteit, zonder dat daarbij wordt ingebonden op het aantal verplaatsingen:

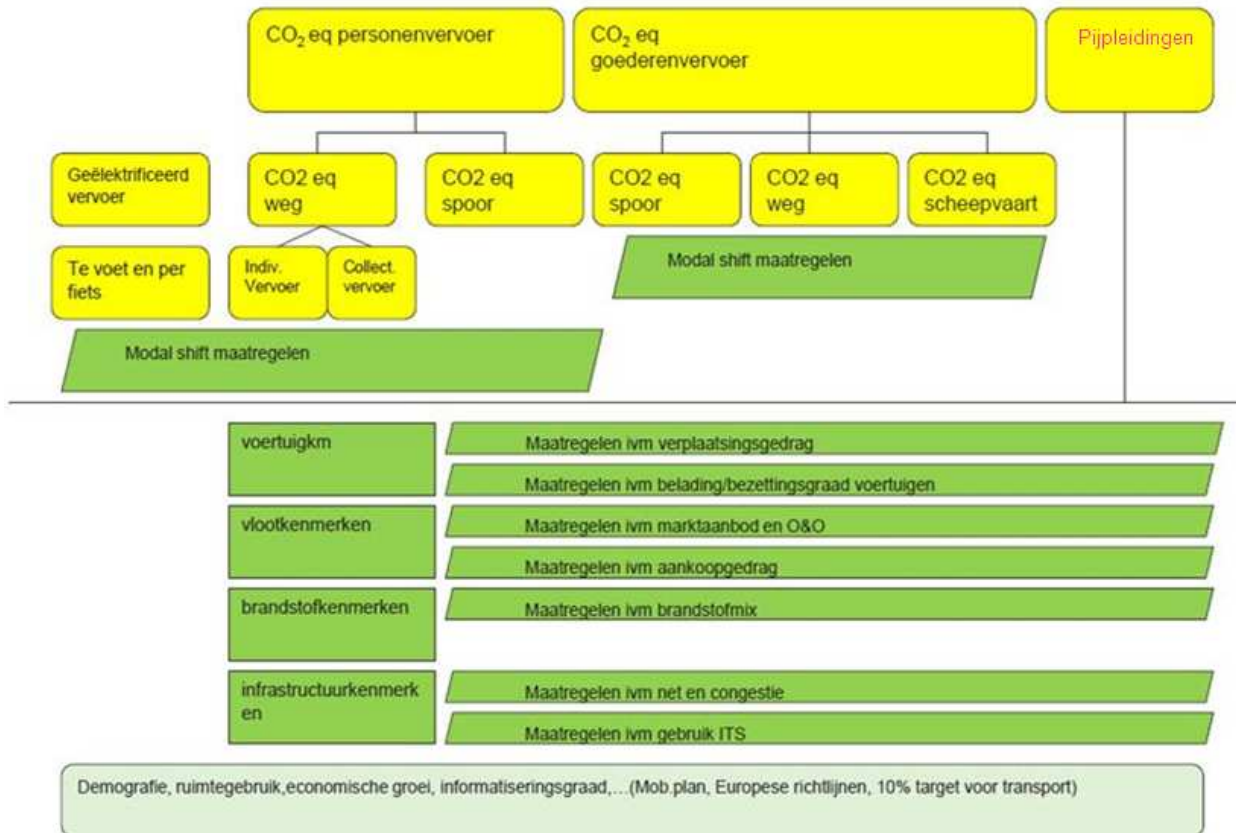
- Maatregelen op het vlak van milieukeurmerken van de **voertuigvloot**, bijvoorbeeld zuinigere voertuigen met een brandstofmotor of hybride voertuigen en elektrische voertuigen.
- Maatregelen op het vlak van **brandstoffen**, bijvoorbeeld bijmengen van biobrandstoffen in diesel en benzine of elektrificatie van vervoer.
- Maatregelen op het vlak van **infrastructuur**: aanpassingen aan het wegennet en de verkeersgeleiding zodat congestie wordt vermeden en de doorstroming wordt verbeterd. Studies tonen immers aan dat een vlottere doorstroming meestal leidt tot een verbetering van de emissies; zelfs in bepaalde gevallen waarbij er zich een rebound effect voordoet en de infrastructurele ingreep (bv. aanleg weg of brug) aanleiding geeft tot meer verkeer (OECD, 2009).

Vaak wordt ook ingezet op **modal shift** om de CO₂-uitstoot gerelateerd aan personenvervoer en goederenvervoer te reduceren: een shift van verplaatsingen met vervuilende modi naar milieuvriendelijkere modi. Een type maatregel die daarbij vaak centraal staat, is de shift van

individueel personenvervoer naar meer collectief vervoer. Voor vrachtvervoer is een shift mogelijk van vervoer per vrachtwagen naar vervoer per spoor of per binnenschip. Ook ondergronds transport via pijpleidingen vormt een alternatief voor het transport van, bijvoorbeeld, liquide goederen over de weg.

De verschillende parameters en types van maatregelen worden in volgende figuur weergegeven

.



Figuur 65: Veldmodel mobiliteit en transport

→ **Selectie en kengetallen bijkomende maatregelen**

De selectie van bijkomende maatregelen beperkt zich tot **modal shift** van het personenverkeer (met focus op woonwerkverkeer) en modal shift van het vrachtverkeer. De focus ligt op wegtransport omdat dit de grootste CO₂-emissiebron is binnen de sector mobiliteit en transport.

De maatregelen, die betrekking hebben op een aanpassing van de **voertuigvloot** en de samenstelling van de **brandstoffen**, zijn moeilijker te nemen op het lokale bestuursniveau (milieukeurmerken van de Vlaamse vloot behoren tot de bevoegdheid van de Vlaamse Overheid en brandstoffen tot de federale bevoegdheid). Indien de stad maatregelen zou nemen op dit vlak voor haar inwoners dan blijft er steeds een belangrijk aandeel van de verkeersstromen die worden gegenereerd op het stedelijk grondgebied door niet-inwoners of door inwoners die, bijvoorbeeld, elders tanken. Instrumenten zoals congestion charge, rekening rijden of Low Emission Zones omzeilen dit dilemma omdat ze het gebruik van de wagen of van bepaalde types voertuigen afremmen. Het zijn typisch instrumenten die erop gericht zijn het **aantal voertuigkilometers** dat wordt afgelegd binnen de stadsgrenzen te beperken. In hoofdstuk 7 gaan we daar dieper op in.

Voor wat betreft aanpassingen aan de **infrastructuur** is de tijdshorizon 2020 korte termijn, in het referentiescenario 2020 werden dan ook de maatregelen uit het Masterplan 2020 die in die periode kunnen gerealiseerd werden meegenomen. We veronderstellen geen bijkomende maatregelen tegen 2020 met een grote impact op de CO₂-emissies.

We willen opmerken dat de impactberekeningen eerste inschattingen zijn, op basis van informatie die ter beschikking werd gesteld tijdens de uitvoering van deze studie. Deze inschattingen hebben als doel om het potentieel van bijkomende maatregelen voor 2020 in kaart te brengen. Om gedetailleerde ramingen te kunnen maken zouden er gedetailleerde voertuigkilometerprognoses beschikbaar moeten zijn per district, per voertuigtype en wegtype. De impactberekeningen gaan uit van:

- globale voertuigkilometerprognoses herijkt voor de economische crisis 2008-2010;
- gegevens over afgelegde kilometers per type weg/district uit het Masterplan Antwerpen in de spits;
- aannames omtrent evolutie van de vloot;
- gegevens over het verplaatsingsgedrag op niveau van het Vlaams Gewest (Onderzoek VerplaatsingsGedrag 4.2, uitgevoerd door Instituut voor Mobiliteit (IMOB) in opdracht van LNE).

Om voornoemde modal shift te bewerkstelligen en het reductiepotentieel te realiseren is een mix van beleidsinstrumenten noodzakelijk. Deze instrumenten komen aan bod in hoofdstuk 7.

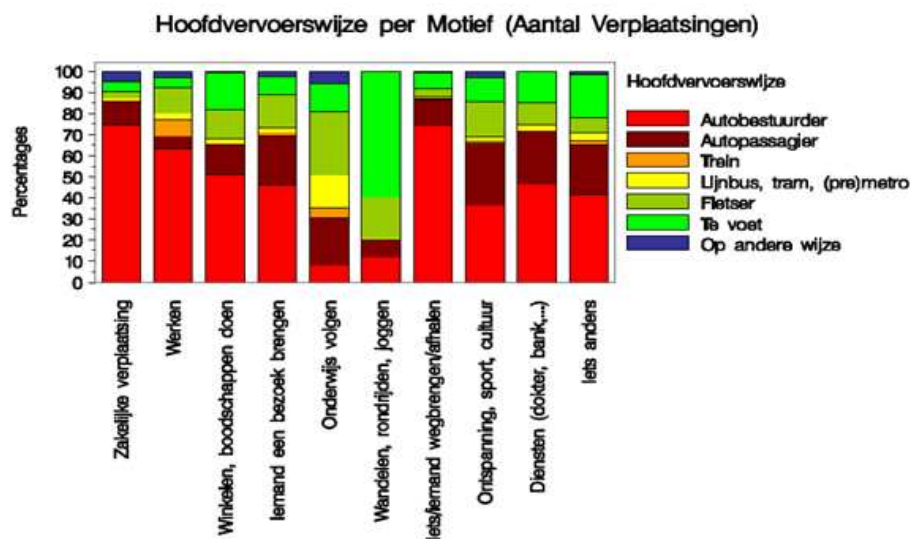
Modal shift van het woonwerkverkeer

Modal shift kan een belangrijke impact hebben op de CO₂-emissies van personenvervoer (woonwerkverkeer). We denken bijvoorbeeld aan:

1. Meer stappen en fietsen;
2. Meer gebruik maken van openbaar vervoer (tram en trein gevoed met groene stroom)
3. Meer gebruik maken van mobiliteitsdiensten waarbij een vlotte combinatie van openbaar vervoer, elektrische fiets, fiets, (deel)wagens mogelijk wordt.

Op Vlaams niveau werd in het kader van Vlaanderen in Actie (ViA) de PACT 2020 doelstelling geformuleerd dat in 2020 40% van het woonwerkverkeer moet gebeuren te voet, met de fiets of met het openbaar vervoer (<http://vlaandereninactie.be/actie/pact-2020/>). In onze berekeningen gaan we na wat deze doelstelling aan CO₂-reductiepotentieel kan opleveren voor Antwerpen. De berekening geeft ook een eerste indicatie van de mogelijke impact van modal shift maatregelen voor andere types van verplaatsingen, zoals bijvoorbeeld recreatieve verplaatsingen.

We baseren onze berekeningen op de cijfers van de mobiliteitsenquête voor Antwerpen en op gegevens van het Onderzoek Verplaatsingsgedrag (OVG) dat regelmatig geactualiseerd wordt en het verplaatsingsgedrag gedetailleerd in kaart brengt. Voor woonwerkverplaatsingen in Vlaanderen wordt in ca. 70% van de gevallen gebruik gemaakt van de wagen als hoofdvervoersmiddel: 3% van de woon-werkverplaatsingen wordt afgelegd door autopassagiers en 67% door autobestuurders. Als men alle verplaatsingsmotieven samen beschouwt, dan nemen autobestuurders minder dan de helft van alle verplaatsingen voor hun rekening.

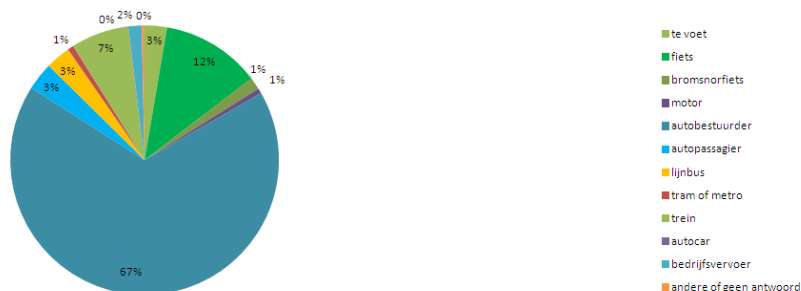


Figuur 66: Hoofdvervoerswijze per verplaatsingsmotief

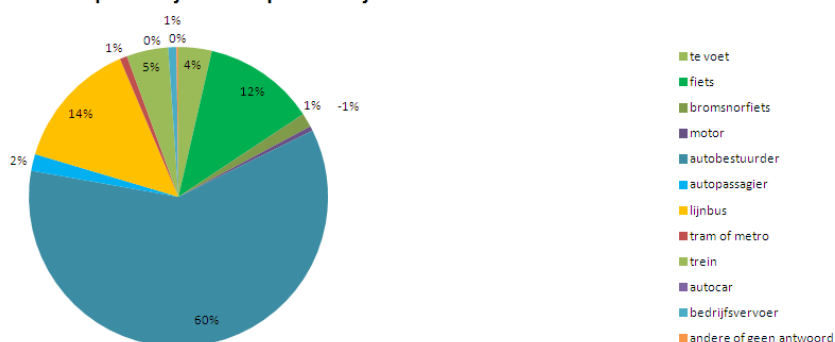
Bron: IMOB (OVG 4.2)

De Antwerpse cijfers wijken af van de Vlaamse cijfers: in Antwerpen wordt relatief minder gebruik gemaakt van de wagen voor woonwerkverkeer dan gemiddeld in Vlaanderen. In volgende figuren wordt een vergelijking gemaakt van het woonwerkverkeer in Vlaanderen en in Antwerpen. De cijfers voor Antwerpen gaan uit van de voorlopige resultaten van de Mobiliteitsenquête Antwerpen (Traject, 2010). In deze enquête worden een aantal categorieën gegroepeerd weergegeven, deze categorieën werden in de figuur opgesplitst volgens de split voor Vlaanderen om de vergelijkbaarheid te bevorderen. Het gaat om een uitsplitsing van motoren en bromfietsen enerzijds, en om een uitsplitsing van lijnbus en tram-metroverkeer anderzijds. De opdeling in deze categorieën kan in Antwerpen dus licht afwijken van de weergave in de figuur.

hoofdvervoertype gebruikt bij woon-werkverplaatsingen (beroepsactieven)
OVG 4.2



vervoertype gebruikt bij woon-werkverplaatsingen (beroepsactieven)
Enquête bij Antwerpse bedrijven



Figuur 67: Vergelijking modal split voor woonwerkverkeer tussen Vlaanderen en Antwerpen (cijfers 2010)

Bron: IMOB (OVG 4.2); Traject (2010)

Uit bovenstaande vergelijking blijkt dat Antwerpse bedrijven aangeven in de enquête dat hun werknemers relatief minder gebruik maken van de wagen (ca. 8%) en relatief meer van het openbaar vervoer (ca. 11%). Uit deze cijfers zou men kunnen afleiden dat Antwerpen bijna voldoet aan de 40/60 doelstelling van het Pact 2020: het vervoertype te voet, fiets en openbaar vervoer heeft een aandeel van ca. 36%. Uit de mobiliteitsenquête blijkt echter dat de situatie voor het grondgebied van Antwerpen verschilt naargelang:

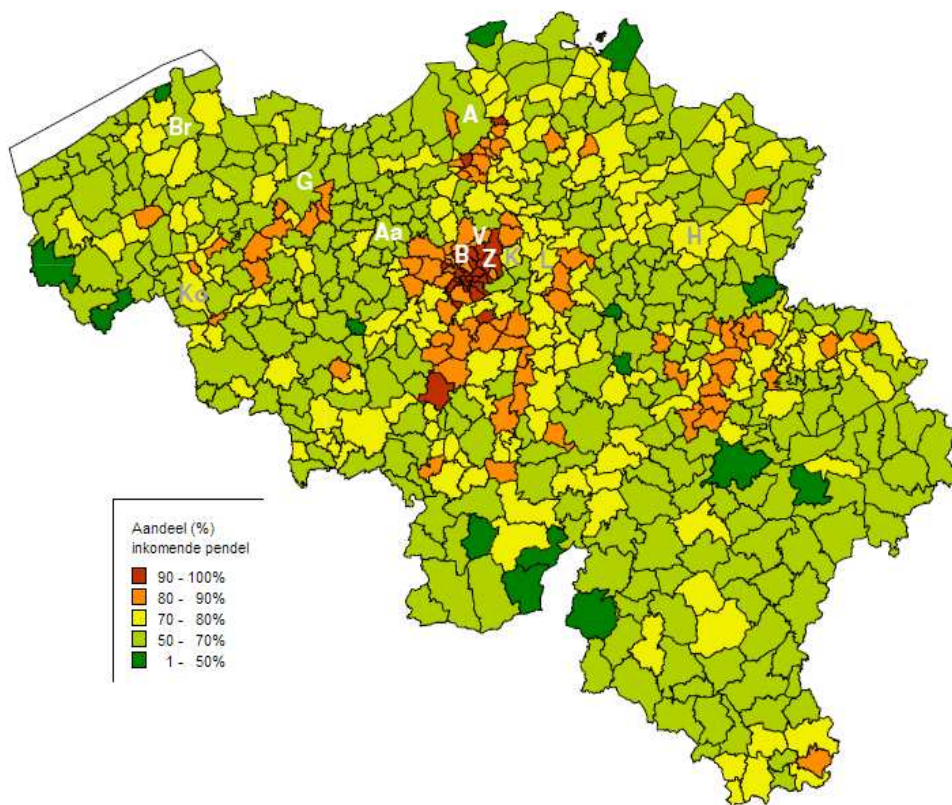
- de locatie van bedrijven: hoe dicht de werkplek bij een openbaar vervoerknooppunt gelegen is, hoe meer het openbaar vervoer gebruikt wordt voor de woonwerkverplaatsing.
- de districten: het gebruik van de wagen bedraagt binnen de ring in het district Deurne ongeveer 50% terwijl in BeZaLi meer dan 90% van de werknemers naar het werk gaat met de wagen.

Deze spreiding van de cijfers heeft ongetwijfeld een invloed op de afgelegde afstanden en het CO₂-reductiepotentieel. De broeikasgasemissies zijn immers eerder gerelateerd aan het aantal voertuigkilometer (en dus de verplaatsingsafstanden). Informatie over verplaatsingsafstanden voor woonwerkverkeer op het grondgebied Antwerpen ontbreekt.

Om een benaderende berekening van het CO₂-reductiepotentieel te kunnen maken, nemen we twee cijfers onder de loep, namelijk het aantal woonwerkverplaatsingen en de afgelegde afstanden

per woonwerkverplaatsing met de wagen. Het aantal woonwerkverplaatsingen is niet rechtstreeks gecorreleerd met de Antwerpse beroepsbevolking maar eerder met het aantal jobs op het Antwerpse grondgebied. Antwerpen had in 2007 enerzijds een inkomende pendelintensiteit van ca. 61%. Deze indicator wordt berekend als het aandeel personen dat vanuit een andere gemeente komt werken in gemeente X ten opzichte van het totaal aantal werknemers met een job in die gemeente X. Dit betekent dat ca. 61% van de Antwerpse werknemers buiten Antwerpen woont. Anderzijds heeft Antwerpen een heel lage uitgaande pendelintensiteit (met 39% de laagste van alle Belgische gemeenten). Slechts twee op vijf loontrekkende Antwerpenaren heeft een job buiten de stad. De overige, drie op vijf, woont en werkt in Antwerpen. (<http://www4.vlaanderen.be/dar/svr/Pages/2009-10-13-pendel.aspx>)

Figuur 1. Aandeel (%) gemeentelijke inkomende pendel bij de loontrekkende binnenlandse werkgelegenheid (in personen vanaf 15 jaar), Belgische gemeenten, 2007



Legende lettercodes + % inkomende pendel: B = Brussel (94%), V = Vilvoorde (87%), Z = Zaventem (95%), K = Kortenberg (78%), L = Leuven (74%), Aa = Aalst (64%), A = Antwerpen (61%), G = Gent (65%), Br = Brugge (58%), Ko = Kortrijk (72%), H = Hasselt (73%)
Bron: Vlaamse Arbeidsrekening (Bewerking Steunpunt WSE/Departement WSE)

Figuur 68: Aandeel van de gemeentelijke inkomende pendel bij de loontrekkende binnenlandse werkgelegenheid in 2007

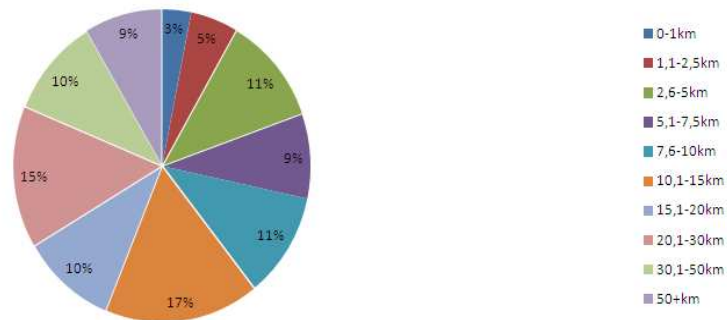
Bron: Steunpunt Werk en Sociale Economie (oktober 2009)

Uit de Vlaamse Arbeidsrekening die ter beschikking wordt gesteld door het Beleidsdomein Werk en Sociale Economie (WSE) van de Vlaamse Overheid blijkt dat het grondgebied van Antwerpen in 2009 ca. 280.370 jobs telde. Dit is ca. 10,5% van het Vlaamse jobaanbod. Uit het OVG 4.2 op Vlaams niveau kan worden afgeleid dat de Vlaamse bevolking ca. 6 miljard verplaatsingen per jaar maakt, waarvan ca. 15% voor woonwerkverkeer. Deze berekening resulteert in ca. 96 miljoen woonwerkverplaatsingen voor Antwerpen. Uit het Onderzoek Verplaatsingsgedrag voor Antwerpen bleek dat de gemiddelde afstand woonwerkverkeer voor Antwerpenaren (Antwerpse actieve beroepsbevolking dus niet noodzakelijk de Antwerpse werknemers) 15,6 km bedraagt. Dit is iets lager dan het Vlaamse gemiddelde van 18,8 km. Als we het Antwerpse cijfer toepassen op het aantal geraamde verplaatsingen voor alle woonwerkverplaatsingen in Antwerpen resulteert dit in meer dan 1,5 miljard voertuigkilometer met de wagen.

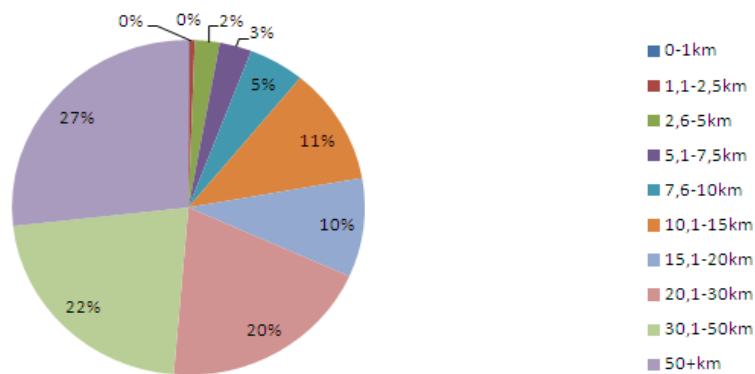
De Pact 2020 doelstelling houdt in dat het aantal verplaatsingen in het woonwerkverkeer met de wagen wordt teruggebracht tot maximaal 60%. Als we uitgaan van een aandeel van 57% autobestuurders, 2% autopassagiers en 1% motoren en bromfietsen betekent dit een reductie van het aantal verplaatsingen met bijna 3 miljoen. Het CO₂-reductiepotentieel van deze inkrimping hangt af van het soort verplaatsingen dat wordt gereduceerd: korte of lange verplaatsingen. Als we ervan uitgaan dat de reductie lineair wordt doorgevoerd bij alle verplaatsingsafstanden heeft dit een **CO₂-reductie van ca. 7 kton** tot gevolg.

Uit de Vlaamse cijfers blijkt dat in ca. 19% van de gevallen de auto wordt gebruikt voor verplaatsingen van minder dan 5 km (IMOB, OVG 4.2). Omdat de uitgangssituatie van Antwerpen beter is dan die van Vlaanderen kan eventueel een hoger ambitieniveau worden vooropgesteld. Als we aannemen dat het aantal woon-werkverkeerverplaatsingen dat momenteel gebeurt met de wagen door autobestuurders met 10% wordt gereduceerd dan levert dit een **reductie op van ca. 23 kton CO₂** bij een lineaire reductie over alle verplaatsingsafstanden.

Verplaatsingen door autobestuurders voor woonwerkverkeer



Afstanden afgelegd door autobestuurders voor woonwerkverkeer



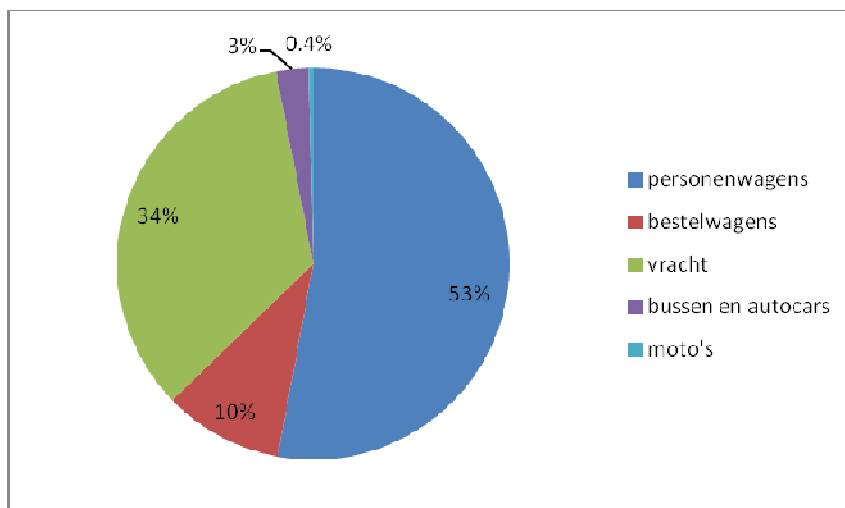
Figuur 69: Verdeling aantal verplaatsingen en totale afgelegde afstanden (in kilometer) woonwerkverkeer volgens afstand

Bron: IMOB (OVG 4.2)

We veronderstellen dat de modal shift woonwerkverkeer geen bijkomende kosten met zich brengt. Dit onder de assumptie dat de bestaande capaciteit van, bijvoorbeeld, openbaar vervoer volstaat en er geen infrastructuuruitbreidingen noodzakelijk zijn.

Modal shift van het vrachtverkeer

Gedetailleerde meetgegevens op jaarbasis over het aantal afgelegde voertuigkilometers door vrachtwagens voor het grondgebied Antwerpen waren op het moment van de studie niet beschikbaar. Op basis van cijfers die beschikbaar zijn in de referenties die in voorgaande paragrafen werden aangehaald en die een combinatie zijn van cijfers op schaalniveau Antwerpen en op schaalniveau Vlaanderen, ramen we dat vrachtverkeer ongeveer een derde van de CO₂-emissies van het wegtransport veroorzaakt.



Figuur: Raming verdeling CO₂-emissies wegtransport in Antwerpen op basis van Vlaamse modal split cijfers

Een aanzienlijk deel van het vrachtverkeer is gerelateerd aan de havenactiviteiten op het grondgebied Antwerpen en wordt veroorzaakt op De Ring. De haven verwacht een sterke uitbreiding van de havenactiviteiten en een stijging van de trafiek tot 2020. Dit heeft een stijging van het aantal tonkilometers en het aantal voertuigkilometers tot gevolg:

- Stijging van de emissies door toename van de totale trafiek;
- Wijziging van de emissies door een toename van het gecontaineriseerd vervoer ten opzichte van andere goederensoorten;
- Wijziging van de emissies door de modal shift van wegverkeer naar spoor en binnenvaart.

Het Gemeentelijk Havenbedrijf heeft expliciete doelstellingen met betrekking tot modal shift van vrachtwagens naar binnenvaart en naar spoor voor het vrachtverkeer dat vanuit de havenactiviteiten wordt gegenereerd. Volgens cijfers van het GHA bedroeg de modal split in 2010 in het havengebied:

Modal split globale trafiek (in %)

	Maritiem	Industrie	Totaal
Pijpleiding	4%	56%	25%
Transshipment	25%	-	15%
Weg	35%	6%	23%
Lichter	28%	36%	31%
Spoor	8%	2%	6%

Figuur: overzicht modal split 2010 van de globale trafiek in het havengebied Antwerpen

Bron: Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen

In rapporteringen over modal shift en bij de formulering van de modal shift doelstellingen worden meestal herrekende cijfers gebruikt (zonder pijpleidingtransport en transshipment). Volgende doelstellingen worden specifiek vooropgesteld door het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen voor het hinterland containertransport.

Tabel 45: Modal shift doelstellingen hinterland containertransport

Modal shift hinterland containertransport	2009	2020
Wegverkeer	55,4%	42%
Binnenvaart	34,6%	43%
Spoor	10%	15%

Het Gemeentelijk Havenbedrijf onderzoekt samen met de binnenvaartactoren mogelijke maatregelen om Antwerpen verder uit te bouwen tot een efficiënt functionerende haven met oog voor logistieke optimalisaties in de haven en in het achterland. Er wordt ook gewerkt aan een concrete gevalstudie om op korte termijn een consolidatieplatform op te richten voor binnenschepen die een terminal aanlopen met kleine aantallen containers. Een ander belangrijk initiatief om een structurele doorbraak op lange termijn te realiseren, is de optimalisatie van de afhandeling van de containerbinnenvaart (Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen, 2010).

Tegelijkertijd zorgt het Gemeentelijk Havenbedrijf, samen met de bevoegde overheid en spoorinfrastructuurbeheerder Infrabel, voor een groter aandeel van de aan- en afvoer van goederen zodat deze milieuvriendelijke transportmodus de “extended gateway” rol van de haven ten volle kan waarmaken. Er wordt ook extra aandacht besteed aan de bundeling van ladingen en nieuwe spoorverbindingen naar delen in het achterland die niet of te weinig worden bediend. Dit AIS, Antwerp Intermodal Solutions II-project focust in de eerste plaats op containerstromen, omdat voor containertransporten reeds verschillende vrachten van verschillende opdrachtgevers gecombineerd worden op één transport (Jaarverslag 2010).

De modal shift oplossingen zetten dus meestal in op:

- Co-modaliteit en overslag van goederen op bepaalde punten op een andere modus. Bijvoorbeeld: per vrachtwagen aanvoeren tot een bepaald punt en daar overladen op binnenschip of per spoor afvoeren en naderhand overladen op vrachtwagen.
- Wijzigingen in beladingen. Bijvoorbeeld: bundling, kleine containervolumes, containerisatie.
- Creëren van een zogenaamde Extended gateway: de havengebonden stromen worden verlengd tot aan meer toegankelijke gebieden.

De berekening van de impact op de CO₂-uitstoot moet op projectbasis worden bekeken en kan niet in globo worden uitgevoerd. Factoren die een rol spelen zijn:

- het voor- en natraject;
- het overslagpunt en energieverbruik bij stockage/overslag;
- de manier van beladen (aantal ton vervoerd per voertuigkm, aantal lege vrachten).

Ook de kostprijs zal sterk afhankelijk zijn van de infrastructuurgebonden investeringen die men zal moeten uitvoeren om het plan te doen slagen. Uit studies blijkt dat een gedetailleerde kostenbatenanalyse per deelproject noodzakelijk is. Zo geeft de studie die door TNO in 2011 werd uitgevoerd aan dat in de praktijk nieuwe stadsdistributieconcepten, zoals bijvoorbeeld

overlaadpunten waar ladingen aan de stadsrand worden overgeladen van vrachtwagens op kleinere, schonere bestelwagens die de goederen in het stadscentrum afleveren, het vaak financieel moeilijk hebben. Er wordt geraamd dat de oprichting van dergelijk overslagpunt ca. 4,7 miljoen euro kost, exclusief recurrente operationele kosten.

6.2.5. STEDELIJKE VLOOT

Het Voertuigencentrum van de Stad Antwerpen heeft in 2011 een plan uitgewerkt voor de eigen vloot. De voorgestelde maatregelen hebben voornamelijk betrekking op de samenstelling, het beheer en het onderhoud van het voertuigpark:

- Voor de personenwagens en de kleine bestelwagens de "natuurlijke" vervangplanning behouden zodat tegen 2015 het grootste deel van de vloot vervangen is. De resultaten van het proefproject met 6 elektrische personenwagens zullen de aankoopplanning vanaf 2013 beïnvloeden.
- Voor de lichte vrachtwagens en de vrachtwagens de resultaten van de testpool (20 lichte vrachtwagens op CNG, 5 elektrische lichte vrachtwagens en 4 zware vrachtwagens) afwachten (eind 2013) en nadien de aankoopplanning eventueel wijzigen in functie van de behaalde resultaten. Uiteraard zal bij vervanging steeds de hoogst beschikbare euronorm worden aangekocht. De beschikbaarheid van elektrische oplaadpunten en aardgasstations in de stad is een voorwaarde zodat de dagelijkse werking van de stadsdiensten gegarandeerd blijft.
- Bij elke vervanging van een wagen nagaan of de te vervangen wagen nog nodig is met als doel een optimalisatie van het aantal ingezette personenwagens.
- Overleg opstarten met brandweer, politie en OCMW om bij hen dezelfde principes toe te passen.
- Na een positieve evaluatie van het bandenspanningsproject binnen de stad, het project ook uitrollen naar de dochters.
- Bij de dochters van de stad een sensibiliseringscampagne opstarten om de gebruikers van de dienstvoertuigen ertoe aan te zetten de bandenspanning regelmatig te controleren.

Mogelijke maatregelen die naar voren kwamen tijdens de workshop met de experts:

- Vervroegd buiten gebruik stellen van oudere, vervuilende modellen;
- Gebruik van fietsen en openbaar vervoer voor dienstverplaatsingen;
- Elektrificatie en hybridisering van de eigen vloot in de toekomst (aankoopbeleid);
- Het inzetten van oudere, vervuilendere modellen als "back up" voertuig of op diensten waar een voertuig ter beschikking moet zijn voor een beperkt aantal verplaatsingen;
- Doorlichten van het gebruik van vrachtwagens en vuilniswagens: optimalisering van de beladingsgraad en van de afgelegde trajecten.

Een meer doorgedreven analyse van het voertuiggebruik (afgelegde kilometers) door de stedelijke diensten is noodzakelijk om maatregelen te kunnen definiëren die de vooropgestelde reductiedoelstelling van -50% ondersteunen en de sterke groei ombuigen.

6.2.6. STEDELIJKE DIENSTEN

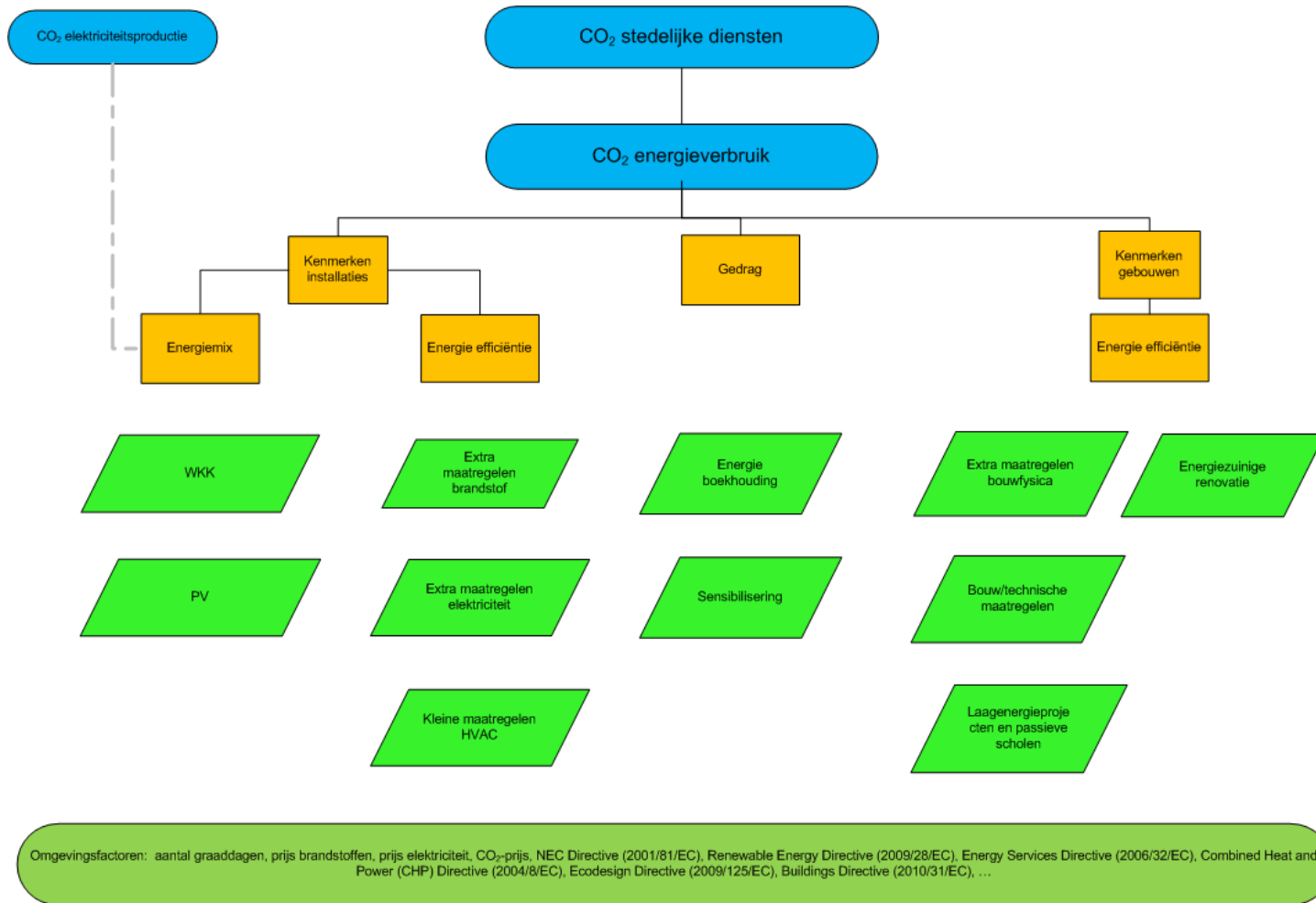
Zoals reeds aangegeven in paragraaf 5.6, zijn de CO₂-emissies van de sector “stedelijke diensten” gerelateerd aan het energieverbruik van:

- gebouwen en installaties van de stad, Autonoom Gemeentebedrijf Stedelijk Onderwijs, het OCMW/Zorgbedrijf en het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen (GHA),
- havengebonden tuigen (sleepdienst, baggerdienst, vlot- en walkranen, peilboten),
- openbare verlichting.

→ **Veldmodel: overzicht mogelijke bijkomende maatregelen**

Het veldmodel voor de stedelijke diensten sluit sterk aan op dat van de tertiaire sector (cf. Figuur 56). Maatregelen om CO₂ te reduceren richten zich op een reductie van het energieverbruik en/of vergroening van de energiemix.

Het veldmodel heeft enkel betrekking op de CO₂-emissies gerelateerd aan het energieverbruik van gebouwen en installaties. Voor deze CO₂-bronnen kunnen de stedelijke diensten tegen 2020 nog bijkomende maatregelen inzetten waarmee de CO₂-reductiedoelstelling van -50% gerealiseerd kan worden en die bovendien de voorbeeldfunctie van de stad versterken.



Figuur 70: Veldmodel stedelijke diensten – gebouwen en installaties

→ Selectie en kengetallen bijkomende maatregelen

Openbare verlichting

Wat de openbare verlichting betreft, worden acties om energiezuiniger te verlichten opgenomen in het Lichtplan. De impact van deze acties hebben we doorgerekend in het referentiescenario. Tijdens het overleg met de experts van de stedelijke diensten werd aangegeven dat er per lichtpunt 40% van het elektriciteitsverbruik kan bespaard worden door de armaturen te vervangen. Indien de helft vervangen wordt of ca. 2.000 armaturen per jaar, kan een besparing van 20% gerealiseerd worden. In het referentiescenario werd de impact doorgerekend van de vervanging van 65% van de 45.000 armaturen (excl. havengebied). De voorbije 10 jaar werd het elektriciteitsverbruik gerelateerd aan openbare verlichting opgevolgd. Uit deze monitoring blijkt dat er een dalende trend is van het verbruik; door bijkomend 20% te besparen kan deze dalende trend verdergezet worden.

Havengebonden tuigen

Wat de havengebonden tuigen betreft, is er onvoldoende informatie beschikbaar over, bijvoorbeeld, type, aantal, ouderdom, verbruik per tuig om een inschatting te kunnen maken van het toekomstig verbruik en de impact van (bijkomende) energiebesparende maatregelen.

Gebouwen en installaties

Zoals reeds aangegeven in paragraaf 5.6, zijn mogelijke bijkomende maatregelen om het energieverbruik van de stedelijke diensten te reduceren tegen 2020, de niet-besliste maatregelen uit Tabel 34.

Deze maatregelen doen het elektriciteitsverbruik toenemen met ca. 7 GWh en het brandstofverbruik dalen met ca. 68 GWh. Hiermee kan een bijkomende reductie van de CO₂-uitstoot gerealiseerd worden van 14 kton of -22% ten opzichte van het referentiescenario 2020. In volgende tabel geven we voor elk van deze maatregelen een inschatting van de investeringskost en de levensduur.

Tabel 46: Investeringskost en levensduur niet-besliste maatregelen stedelijke diensten

	Investering (keuro)	Levensduur (jaren)	Stad	OCMW	GHA
Extra maatregelen brandstof	12.260	20	x	x	x
Extra maatregelen bouwfysica	17.229	50	x		
Extra maatregelen elektriciteit	744	15	x		
Energiezuinige renovaties	3.266	50	x	x	
Elektriciteitsbesparing op ICT	500	10	x		

Extra maatregelen brandstof: 1 GBS alle gebouwen, ontluchters en vuilafscidders CV, BEO en warmtepompen, spaardouchekoppen, isoleren pompen, kraanhuizen en appendages

Extra maatregelen bouwfysica: inspuiten spouwmuur, zoldervloerisolatie, zonwering + witte EPDM + raamfolie

Extra maatregelen elektriciteit: spanningsverlagers of inklikarmaturen, aanwezigheidsdetectie op ventilatie en verlichting in toiletten en kleedkamers

Energiezuinige renovaties: zorgstrategisch plan (OCMW/Zorgbedrijf), patrimoniumonderhoud (PO)

Elektriciteitsbesparing op ICT: free chilling van server rooms Den Bell, DA I Generaal Armstrongweg 1, DA II Generaal Armstrongweg 1

Bron: Afdeling Energie en Milieu Antwerpen

Daarnaast zijn er ook de kosten of besparingen gerelateerd aan, respectievelijk, een toename of afname van het energieverbruik (cf. Tabel 47). De gemiddelde prijzen voor de stad zijn momenteel 0,15 euro per kWh voor elektriciteit en 0,04 euro per kWh voor aardgas.

Tabel 47: Brandstof- en elektriciteitsbesparing ten opzichte van referentiescenario 2020

	Besparing elektriciteit (-) (GWh)	Besparing brandstof (-) (GWh)
Extra maatregelen brandstof	8	-53
Extra maatregelen bouwfysica	-0,1	-8
Extra maatregelen elektriciteit	-1	nvt
Energiezuinige renovaties	-0,1	-7
Elektriciteitsbesparing op ICT	-0,1	nvt

Door de experts van de stedelijke diensten werd tijdens de overlegronde aangegeven dat er bijkomend energiebesparingspotentieel zit in bestaande gebouwen (of in geval van nieuwbouw: vermijden van kosten) door het beheer (bv. benuttingsgraad) en onderhoud van deze gebouwen (verder) te optimaliseren. Patrimoniumonderhoud werkt voor een aantal van haar onderhoudscontracten (bv. in een aantal zwembaden) reeds volgens de Esco-formule (onderhouds- en energieprestatiecontract). Deze formule kan uitgebreid worden naar andere gebouwen, andere diensten en autonome gemeentebedrijven. Eerste stap is wel een goede energieboekhouding zodat niet naleving van het contract kan bestraft worden. De opmaak van de maatregelenmatrices, waarop Tabel 34 gebaseerd is, moet verder gezet worden want er zit zeker

nog energiebesparingspotentieel bij de top 200 gebouwen. De minder rendabele maatregelen werden tot nu toe enkel aangepakt als de gelegenheid zich voordeed.

Door de experts werden tijdens de overlegronde ook een aantal maatregelen opgesteld die gericht zijn op een specifiek energieverbruik binnen de stad:

- Gebruik dieselgeneratoren bij evenementen beperken door afstemming op de vraag; generatoren vermijden door aansluitingspunten op CO₂-neutrale stroom stad te voorzien.
- Verbruik stadsfonteinen reduceren door debiet te regelen in functie van bv. evenementen of festiviteiten of door regelmatig onderhoud; in plaats van fonteinen energiezuinige kunstwerken.
- Monumenten energiezuiniger maken; van monument bv. museum maken, is niet altijd energiezuinige keuze (klimatisatie).

Een doorrekening van het energiebesparingspotentieel van laatstgenoemde maatregelen vereist een "case-by-case" aanpak. Volgende referenties naar praktijkvoorbeelden in andere steden of gemeenten, geven alvast een indicatie van de technische mogelijkheden en het besparingspotentieel.

Plein van de kat in Hotton: bronzen standbeeld van de kat van Philippe Geluck dat enkel zonne-energie verbruikt om verlicht te worden en de fontein te doen werken. (http://www.opt.be/informations/toeristische_attracties_hotton_plein_van_de_kat_van_philippe_geluck/nl/V/56285.html)

Hofvijver in Den Haag: in fontein wordt LED-verlichting onder water toegepast. De LED-verlichting leverde een besparing van 90% van de energiekosten op in vergelijking met de oude verlichting. Het totale energieverbruik is gedaald van 870 Watt naar slechts 88 Watt. De LED-verlichting gaat met 50.000 branduren ook nog eens zes keer langer mee dan de oude verlichting. (<http://www.denhaag.nl/home/bedrijven-en-instellingen/verkeer-en-vervoer/to/Straatverlichting-in-Den-Haag.htm>)

Voorbeelden van monumenten in Nederland die duurzaam gerenoveerd werden: <http://www.stichtingduurzaamrenoveren.nl/>, ondermeer het Paushuize in Utrecht, het meest energiezuinige monument van Nederland (<http://www.provincie-utrecht.nl/paushuize/renovatie/duurzaamheid/>).

6.2.7. LOKALE ENERGIEPRODUCTIE

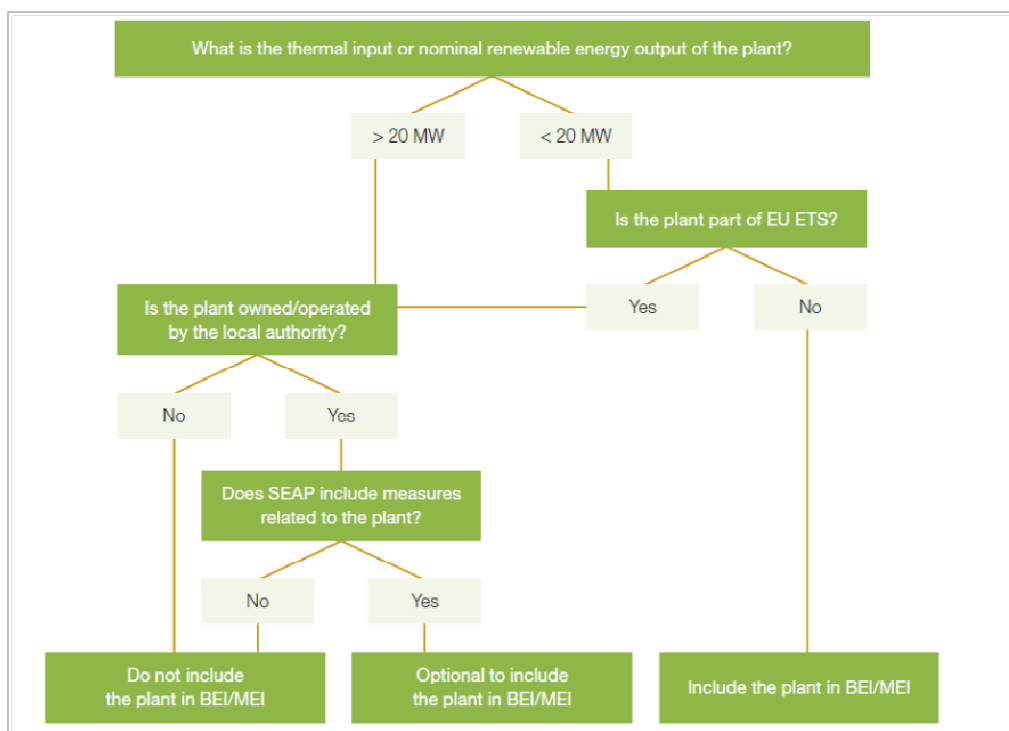
Bijkomende maatregelen voor de lokale energieproductie richten zich op een reductie van de CO₂ uitstoot per kWh elektriciteit die geproduceerd wordt. Dit kan door het aandeel groene stroom productie in de totale elektriciteitsproductie te doen toenemen. In het referentiescenario 2020 bedraagt de emissiefactor van de lokale elektriciteitsproductie ca. 707 gram CO₂ per kWh en de emissiefactor van het gemiddeld Belgisch elektriciteitspark ca. 327 gram CO₂ per kWh.

Hierbij moeten we opmerken dat in het SEAP guide book "How to develop a sustainable energy action plan" (EU, 2010) wordt aangegeven onder welke voorwaarden maatregelen met betrekking tot lokale elektriciteitsproductie in rekening mogen/kunnen gebracht worden. Indien de lokale elektriciteitsproductie wordt meegenomen, moeten volgende installaties meegenomen worden:

- niet-ETS installaties,

- installaties $\leq 20 \text{ MW}_{\text{brandstof}}$, thermische input in geval van installaties die fossiele brandstoffen of biomassa verbranden,
- installaties $\leq 20 \text{ MW}_{\text{elektriciteit}}$, nominale elektriciteitsproductie in geval van PV of wind.

Beleed of acties door de lokale overheid zullen ook eerder een impact hebben op voornoemde (kleinere) installaties dan de (grotere) installaties die onder het Europese systeem van CO₂-emissierechten handel (ETS) vallen. Installaties die niet vallen onder voornoemde opsomming mogen meegenomen worden in de emissie-inventaris (nulmeting/monitoring) indien de lokale overheid (mede) eigenaar of beheerder is van de betreffende installatie en er in het SEAP maatregelen gedefinieerd worden met betrekking tot deze installaties.



Figuur 71: Beslissingsboom lokale elektriciteitsproductie Covenant of Mayors

Bron: SEAP guide book (2010)

De hoeveelheid elektriciteit die op het stedelijk grondgebied geproduceerd wordt, heeft ook een impact op de scope 2 emissies of de CO₂-uitstoot gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik van de sectoren. In onze berekeningen wordt het aandeel van het elektriciteitsverbruik dat niet kan ingevuld worden door de lokale productie, vanuit het gemiddeld Belgisch park aangeleverd.

Voornoemde scope 2 emissies kunnen gereduceerd worden door de aankoop van CO₂-neutrale stroom. In het referentiescenario schatten we voor 2020 de lokale elektriciteitsproductie op ca. 435 Gwh. De vraag naar elektriciteit vanuit de sectoren schatten we in 2020 op ca. 4.865. Van deze vraag wordt in 2020 ca. 2% ingevuld via een CO₂-neutrale stroom contract, namelijk voor het elektriciteitsverbruik van de stedelijke diensten en tram. De stad Antwerpen zou ervoor kunnen opteren om ook bij de andere sectoren de aankoop van groene stroom te promoten en dit voor het elektriciteitsverbruik dat niet in Antwerpen geproduceerd wordt maar wel verbruikt wordt. Belangrijk hierbij is dat er voldoende garanties zijn dat de aangekochte stroom werkelijk groen is en deze aankoop geen afwenteling inhoudt naar andere steden.

De stad kan er ook voor opteren om op eigen grondgebied te investeren in duurzame energievoorzieningen. Een uitbreiding van het lokale productiepark, dat bij voorkeur CO₂-neutraal is, zorgt eveneens voor een reductie van de scope 2 emissies en draagt bij tot de transitie naar een energieneutrale en CO₂-neutrale stad.

→ Afvalverbranding

De CO₂-uitstoot gerelateerd aan de lokale energieproductie is, zowel in de nulmeting als in het referentiescenario 2020, hoofdzakelijk het gevolg van de verbranding van afval. Hierbij is de productie van elektriciteit slechts van ondergeschikt belang. Indien we de CO₂-uitstoot van afvalverbranding willen beperken, moeten we de hoeveelheid afval die verbrand wordt beperken. Deze beperking houdt ook in dat de lokale (voor een deel hernieuwbare) energieproductie gereduceerd wordt maar ook dat minder kilometers moeten gereden worden om het afval op te halen.

Door de internationalisering van de afvalhandel is vooral de verbrandingscapaciteit bepalend voor de evolutie in broeikasgasemissies. In Vlaanderen werd in het Uitvoeringsplan Huishoudelijk afval (OVAM) vooropgesteld om voor 2015 vraag en aanbod op elkaar af te stemmen. Hierbij werd rekening gehouden met een 4-tal projecten waaronder de 4e lijn van Indaver (Medipower). Het is onduidelijk of ook ná 2015 dezelfde doelstelling vooropgesteld zal worden. De huidige afvalverbrandingsinstallaties zitten nu reeds op ca. 93% van de theoretisch beschikbare capaciteit, dus er is geen overcapaciteit gegeven dat er ook nog ruimte voor bv. onderhoud moet zijn. Mocht er overcapaciteit zijn, laat de herziening van de Europese Kaderrichtlijn Afval de mogelijkheid om (bedrijfs)afval te importeren/exporteren (naar R1 installaties). Bovendien kan de vraag gesteld worden of bijkomende Vlaamse capaciteit die het van import van afval moet hebben, de concurrentiedruk met, bijvoorbeeld, Duitsland en Nederland aankan aangezien er daar zodanig veel overcapaciteit is dat 'dumping' prijzen gehanteerd worden.

→ Vergroening elektriciteitsproductie stedelijk grondgebied

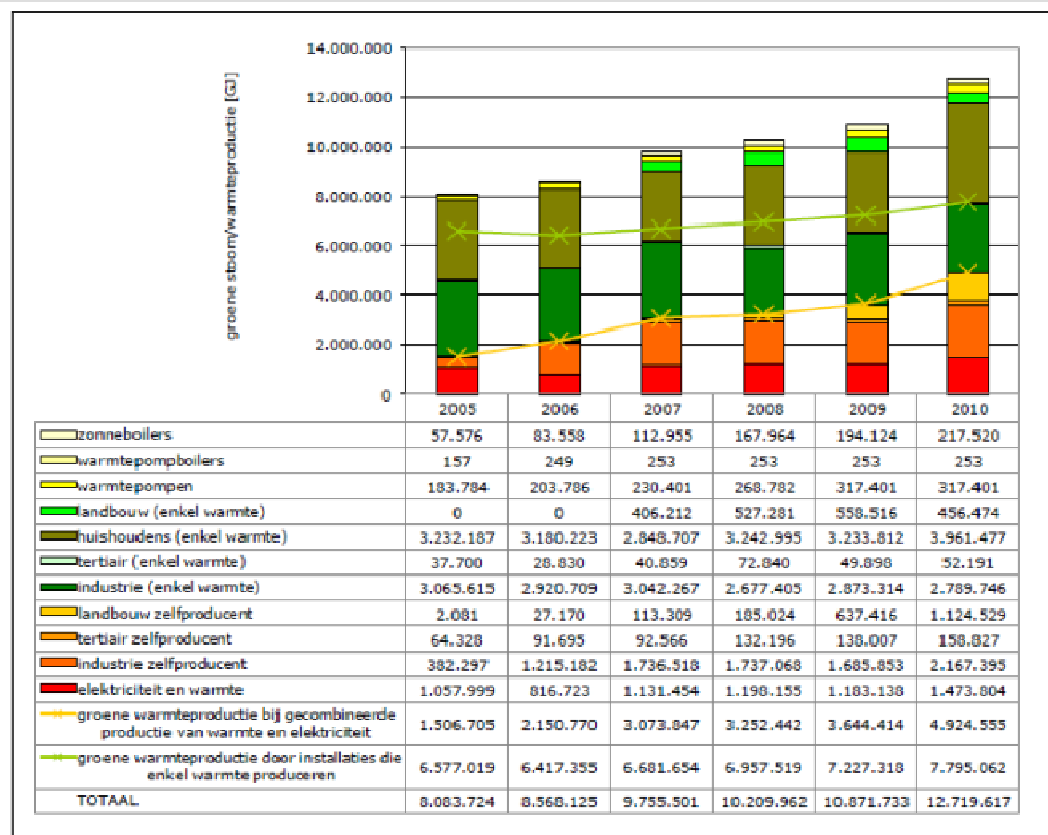
WKK-motoren op biogas

Het brandstofverbruik van WKK's wordt meegenomen onder de lokale energieproductie omdat verondersteld wordt dat de (netto) stroom op het net geplaatst wordt. De CO₂-reductie, gerelateerd aan een daling van het verbruik van fossiele brandstoffen voor de productie van warmte, wordt gerealiseerd in de sectoren die investeren in de WKK's.

Het aantal bestaande WKK's (niet-ETS) op het stedelijk grondgebied is beperkt (cf. nulmeting). Het bijkomend potentieel aan WKK's werd reeds verrekend in het referentiescenario en is bijgevolg beslist beleid. Zowel de bestaande WKK's, als de bijkomende WKK's zijn motoren op aardgas. Gegeven het feit dat het merendeel van de WKK's recent geplaatst zijn of op korte termijn zullen geplaatst worden en de randbemerkingen die we gemaakt hebben met betrekking tot de inzet van biomassa (cf. paragraaf 6.2.3), achten we het niet realistisch om een brandstofomschakeling tegen 2020 voor te stellen. Als de inzet van, bijvoorbeeld, biogas of bio-olie opportuun zou geweest zijn, zou de keuze gemaakt zijn bij het nemen van de investeringsbeslissing.

De bestaande WKK's en de WKK's die in het referentiescenario ingezet worden, zijn voornamelijk WKK's in ziekenhuizen, zwembaden, woon- en zorgcentra. In de inventaris hernieuwbare energie Vlaanderen (Jespers et al., november 2011) stellen we vast dat het aandeel groene WKK's in de tertiaire sector beperkt is ten opzichte van de totale groene warmte productie in Vlaanderen (ca.

1% in 2010) maar ook ten opzichte van de groene warmteproductie door WKK's in de industriële en landbouwsector.



Figuur 72: Evolutie groene stroom en groene warmte in Vlaanderen, 2005 -2010 (in GJ)

Enkel warmte= installaties die enkel warmte produceren (niet-WKK)

Zelfproducent= bedrijf (energieverbruiker) financiert en exploiteert zelf WKK-installatie

Elektriciteit en warmte= WKK-installatie niet-zelfproducenten

Bron: Jespers et al. (november 2011)

De groene WKK's die in Vlaanderen in de tertiaire sector worden ingezet, zijn voornamelijk WKK's op biogas. Deze WKK's vertegenwoordigen een aandeel van ca. 91 % van de warmte/stoomproductie door groene WKK's in de tertiaire sector. De beschikbaarheid van biogas op het stedelijk grondgebied Antwerpen kan een potentieel probleem zijn, gegeven de installatie van een biogasturbine in het kader van Blue Gate Antwerp. De WKK's die in het referentiescenario worden doorgerekend, produceren ca. 7 GWh warmte en ca. 5 GWh elektriciteit. De biogascentrale in het kader van Blue Gate Antwerp zal ca. 11 GWh warmte en ca. 15 GWh elektriciteit leveren (communicatie Afdeling Energie en Milieu Antwerpen).

Biomassacentrale

Zoals reeds aangegeven in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, plant het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen in 2013 – 2014 een haalbaarheidstudie met betrekking tot de bouw van een biomassacentrale in het havengebied (rechteroever). We hebben de potentiële CO₂-impact van deze biomassacentrale niet in rekening gebracht in het referentiescenario omdat door het GHA werd aangegeven dat een in dienst name ten vroegste in 2019 kan verwacht worden.

We brengen de biomassacentrale ook niet als bijkomende maatregel in rekening, aangezien de haalbaarheidstudie nog uitbesteed moet worden en we op dit moment onvoldoende zicht hebben op de technische specificaties (bv. vermogen, recuperatie warmte, biomassastroom).

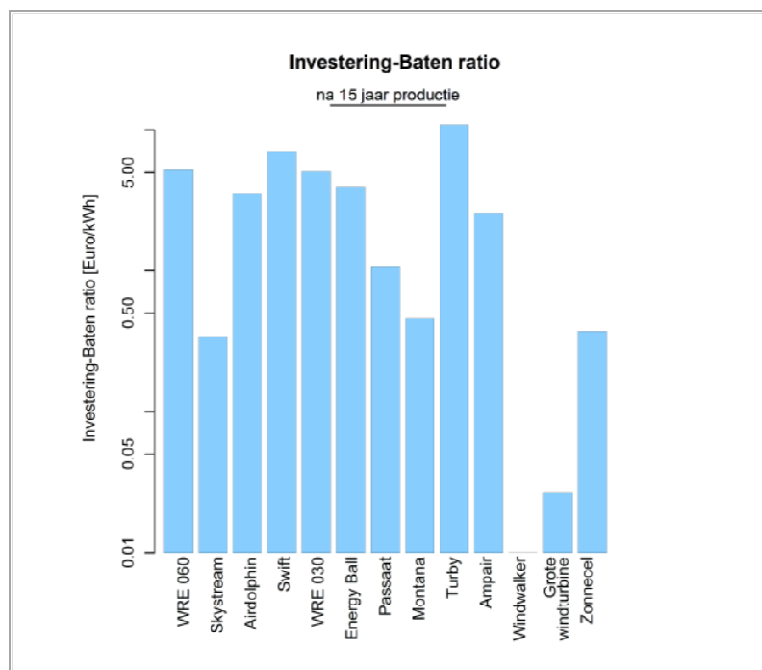
We kunnen wel reeds aangeven dat dergelijke maatregel een significante rol kan spelen in de realisatie van de CO₂-reductiedoelstelling. Door de inzet van een biomassacentrale van, bijvoorbeeld, 250 MWe en uitgaande van 7.000 vollasturen (80% van het jaar), daalt de emissiefactor van de lokale elektriciteitsproductie tot 141 gram CO₂ per kWh elektriciteitsproductie. Ten opzichte van het referentiescenario betekent de inzet van een biomassacentrale van 250 MWe een reductie van de CO₂-uitstoot op het stedelijk grondgebied in 2020 met 15%. Afhankelijk van de warmtetoepassing wordt er in de andere sectoren ook bespaard op het verbruik van brandstof voor de productie van warmte.

Zon, water, wind

Zoals reeds aangegeven in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, is het potentieel van **hydro-energie** beperkt.

Het potentieel aan **windenergie** dat gerealiseerd kan worden tegen 2020 hebben we in het referentiescenario doorgerekend. Tijdens de overlegronde met de experts werd het idee gelanceerd van **mirco windturbines** of windmolens die speciaal ontworpen zijn voor plaatsing op een dak of in de tuin. Echter, de markt van kleine windturbines staat in België nog in zijn kinderschoenen en de gemeentes zijn erg terughoudend in het verlenen van een stedenbouwkundige vergunning. Bovendien tonen grootschalige projecten zoals “Wind energy integration in the Urban Environment – Wineur” (Intelligent Energy Europe) (<http://www.urbanwind.net/wineur.html>), en kleinschalige testprojecten zoals in Nederland (http://provincie.zeeeland.nl/milieu_natuur/windenergie/) en Groot-Brittannië (<http://www.warwickwindtrials.org.uk/>), aan dat de opbrengst van de kleine windturbines niet opweegt tegen deze van grote windturbines of PV en dat kleine windturbines niet altijd financieel rendabel zijn.

We illustreren dit aan de hand van de resultaten van het testproject in Schoondijke (Provincie Zeeland, Nederland). Gedurende een jaar (april 2008 tot april 2009) werd op een testveld de windsnelheid en de energieopbrengst van elf kleine windturbines gemeten.



Figuur 73: Investerings-baten ratio (na 15 jaar productie) van verschillende types kleine windturbines ten opzichte van grote windturbines en PV (in euro per kWh)

Bron: Mertens (2009)

In het evaluatierapport (Mertens, 2009) wordt aangegeven dat, ondanks de lage windsnelheid (3,8 m per seconde) tijdens het testjaar en ondanks de jonge markt, de betere kleine windturbines vergelijkbare investerings-baten ratio's hebben als zonnepanelen. Een certificering van kleine windturbines kan dan ook bijdragen tot een kwaliteitsverbetering en, in combinatie met een ondersteunende subsidie, de markt vergroten.

Ondertussen is de Universiteit van Gent gestart met onderzoek naar kleine windturbines vanuit het perspectief dat technologische verbeteringen kunnen bijdragen tot de ontwikkeling van de markt en de verbetering van de financiële rendabiliteit (De Kooning et al., 2011). De Power-Link PowerMonitor (<http://tools.power-link.be/monitoring/>) meet, logt en toont de elektrische opbrengsten van het demonstratiepark voor decentrale energietechnieken op het Greenbridge wetenschapspark (wind, PV, micro-WKK). Daarnaast worden ook de lokale meteorologische parameters zoals windsnelheid, windrichting, temperatuur, zonlicht, etc. opgemeten en gevisualiseerd.

Voor **fotovoltaïsche zonne-energie** hebben we in het referentiescenario ondermeer het potentieel uit de haalbaarheidsstudie van de stad en het GHA in rekening gebracht. Zelfs al zouden we uitgaan van een verdubbeling van de stroomproductie door PV (i.e. 37 GWh x 2= 74 GWh), dan zou de CO₂-uitstoot op het stedelijk grondgebied slechts met -0,3% gereduceerd worden ten opzichte van het referentiescenario 2020. Bovendien is het op dit moment onduidelijk wat de impact zal zijn van de afbouw van de Vlaamse steun (groene stroomcertificaten) en afschaf van de federale belastingvrijstelling op de investeringen in PV door particulieren.

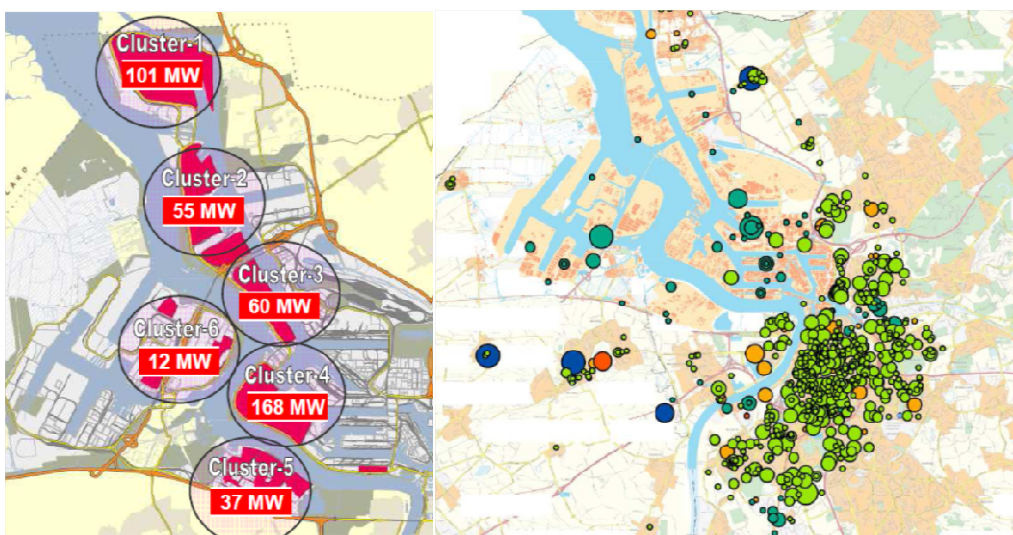
Groene warmte: restwarmte, geothermie

Maatregelen met betrekking tot centrale warmteproductie en verspreiding van deze warmte via warmtenetten maakt deel uit van de sector “lokale energieproductie”. Bij centrale warmteproductie wordt de CO₂-reductie gerealiseerd bij de sectoren die hun fossiel brandstofverbruik kunnen reduceren. Maatregelen met betrekking tot decentrale warmteproductie, zoals bijvoorbeeld warmtepompen en zonneboilers, werden besproken bij de sectoren waar deze maatregelen kunnen ingezet worden (bv. residentiële sector).

Voor geothermie en restwarmtevalorisatie is er op dit moment onvoldoende informatie voor handen om (realistische) aannames te kunnen maken over de effectieve warmteproductie tegen 2020 en de impact op de totale CO₂-uitstoot (~ naar welke (sub)sector gaat hoeveel “groene” warmte?). Onderzoek is lopende om vraag en aanbod in kaart te brengen en de haalbaarheid van technische concepten af te toetsen, ondermeer binnen het Milieu-en energietechnologie Innovatie Platform (MIP).

Binnen het Milieu-en energietechnologie Innovatie Platform (MIP) wordt een haalbaarheidsstudie “Restwarmtevalorisatie Haven van Antwerpen” uitgevoerd (<http://www.mipvlaanderen.be/>). De Haven van Antwerpen, in samenwerking met een aantal partners en onderaannemers, gaat na welke concepten voor recuperatie en valorisatie van restwarmte haalbaar zijn. Er wordt niet alleen gekeken naar de technische haalbaarheid van de concepten maar ook naar de economische haalbaarheid en de juridische barrières. In het kader van deze studie werd een inventaris opgemaakt van de warmtebronnen in het havengebied en de warmteverbruikers in en rond het havengebied (Paul De Rache, Symposium Warmtenetten Vlaanderen 27/01/2012):

- ca. 480 MW aan warmteverliezen binnen (petro)chemische clusters in havengebied geïnventariseerd; totaal warmteverliezen ingeschat op 1.000 MW (>1MW, temp. 80°C < T < 120°, excl. warmte van elektriciteitsproductie),
- warmteverbruik ingeschat op ca. 2.500 MW of 5.000 GWh.



Figuur 74: Warmteverliezen (petro)chemische clusters havengebied en warmteverbruik in en rondom havengebied Antwerpen

Bron: Presentatie Paul De Rache, Symposium Warmtenetten Vlaanderen (27/01/2011)

Voorlopige conclusies met betrekking tot de mogelijkheden van restwarmtevalorisatie in en rondom het havengebied Antwerpen (Paul De Rache, Symposium Warmtenetten Vlaanderen 27/01/2012):

- Warmteuitkoppeling: sterk uiteenlopende kosten en complexiteit;
- Industrieel gebruik restwarmte: beperkt industrieel gebruik van lage T°-warmte;
- Productie van demin-water: marktrijp? Grootteorde verbruik?
- ORC: laagdrempelig en realiseerbaar door individueel bedrijf maar economische rendabiliteit sterk uiteenlopend;
- Glastuinbouw: recente ruimtelijke uitvoeringsplannen voorzien geen ruimte voor grootschalige ontwikkelingsprojecten;
- Stadsverwarming: meest universeel verspreid concept voor grootschalige valorisatie. De vragen rond haalbaarheid stadsverwarming in Antwerpen zullen draaien rond:
 1. complexiteit warmte-uitkoppeling petrochemische processen
 2. morfologie havengebied
 3. grootschalige uitkoppeling- en transportinfrastructuur maken het moeilijk om te starten met kleinschalige piloten

Ondertussen is HEAT- Energieclusters Antwerpen (Stad Antwerpen, Infrac, EDF Luminus, GHA, VZW Werk en Economie) (<http://www.mipvlaanderen.be/nl/webpage/162/heat.aspx>) van start gegaan waarin de haalbaarheid van lokale warmtenetten en de meest geschikte exploitatievorm voor de stad Antwerpen onderzocht wordt. Er zullen twee energieclusters onderzocht worden. De eerste cluster wordt een selectie van publieke gebouwen waarbij aan niet-publieke gebouwen in de nabijheid van het traject de mogelijkheid wordt geboden om aan te sluiten. De tweede cluster gaat over een nieuw stadsontwikkelingsproject (Nieuw Zuid in combinatie met het nabij gelegen Petroleum Zuid ('Blue Gate Antwerp')). Naast de technische en economische haalbaarheid, is de identificatie van barrières voor implementatie een belangrijk aandachtspunt.

6.3. CO₂-REDUCTIE EN TOTALE JAARLIJKSE KOST BIJKOMENDE MAATREGELEN

We rekenen voor alle geselecteerde maatregelen de impact door ten opzichte van de CO₂-uitstoot in 2020 en geven een overzicht van de totale jaarlijkse kosten in 2020. Het betreft een reductie van de CO₂-uitstoot ten opzichte van het referentiescenario, gegeven de aannames over brandstofmix en energieverbruik die beschreven werden in hoofdstuk 5.

6.3.1. TOTALE JAARLIJKSE KOSTEN

We gaan uit van kosten van **maatregelen** die de verschillende sectoren kunnen inzetten om een effectieve reductie van het energieverbruik en de CO₂-uitstoot te realiseren. Kosten van beleidsmaatregelen of –instrumenten (zogenaamde reguleringskosten) nemen we niet mee want deze instrumenten dragen niet rechtstreeks bij tot de reductie van de CO₂-uitstoot (cf. paragraaf 7.3).

We nemen **directe kosten** van maatregelen mee: investeringskosten, operationele kosten en opbrengsten (bv. door besparing op brandstof- en/of elektriciteitsverbruik). We maken hierbij abstractie van subsidies, belastingen, transactie- en programmakosten, maar ook van partiële en algemene evenwichtseffecten op gerelateerde of afgeleide markten.

We gaan uit van een **maatschappelijk perspectief**. Dit weerspiegelt zich in de berekening van de (kapitaal)kost: er wordt ondermeer abstractie gemaakt van subsidies en belastingen en uitgegaan van een discontovoet van 4%.

De **totale jaarlijkse kost** in 2020 omvat:

- de annuïteit van de investeringskost per maatregel (kapitaalkost), verrekend aan de levensduur van de maatregel en een maatschappelijke discontovoet van 4%;
- de jaarlijkse operationele kost;
- de jaarlijkse brandstofkost of –besparing.

De eenmalige investeringskosten (I_0) worden omgerekend naar een jaarlijkse kost (JK). De jaarlijkse kapitaalkosten worden berekend door de investeringsuitgaven over de levensduur van de maatregel met een annuïteitenfactor te vermenigvuldigen. De som van de afschrijvingen en de rentekost worden als een constant bedrag over de levensduur van de maatregel beschouwd (Ochelen et al., 2007):

$$JK = I_0 \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Met:

- JK = jaarlijkse kapitaalkost
- I_0 = eenmalig investeringsbedrag
- r = discontovoet in %
- n = levensduur in jaren

De jaarlijkse investeringskosten worden opgeteld bij de andere jaarlijkse kosten/opbrengsten (bv. operationele kosten).

De jaarlijkse brandstofkost of –besparing als gevolg van, respectievelijk, een toename of besparing van het energieverbruik, is afhankelijk van de energiedrager. In hoofdstuk 5 werd per sector reeds een overzicht gegeven van de evolutie van de brandstof- en elektriciteitsprijzen voor 2005 – 2020.

Hieronder geven we een overzicht van de brandstof- en elektriciteitsprijzen voor 2020 die gebruikt werden in de berekening van de totale jaarlijkse kosten.

Tabel 48: Overzicht brandstof- en elektriciteitsprijzen per sector en energiedrager (2020)

euro per kWh	Residentiële sector	Tertiaire sector	Stedelijke diensten	Industriële sector
Aardgas	0,05	0,04	0,04	0,03
Zware stookolie	Nvt	Nvt	Nvt	0,03
Gas- en dieselolie	0,06	0,06	Nvt	0,06
Hout (pellets)	0,07	0,07	Nvt	0,06
Hout (chips)	0,06	0,05	Nvt	0,04
Hout (stuk)	0,07	0,06	Nvt	0,05
Elektriciteit	0,15	0,13	0,15	0,09

Bron: VITO

In volgende tabel geven we per maatregel, per sector, een overzicht van de levensduur (in jaren) die gebruikt werd in de berekening van de totale jaarlijkse kosten.

Tabel 49: Levensduur bijkomende maatregelen

Maatregel	Beschrijving	Levensduur
residentieel-01	95% wooneenheden dakisolatie	50
residentieel-02	52% wooneenheden muurisolatie	50
residentieel-03	16% wooneenheden vloerisolatie	50
residentieel-04	50% wooneenheden betere beglazing (HR)	30
residentieel-05	95% efficiëntere ketel (vnl. condenserend)	20
residentieel-06	Geowarmtepompen progressief HEB beleid	20
residentieel-07	Luchtwarmtepompen progressief HEB beleid	15
residentieel-08	Houtpelletketels progressief HEB beleid	20
industrie-01	21% aardgasverbruik omschakelen naar schone houtchips	10
stedelijke dienst-01	Extra maatregelen brandstof	20
stedelijke dienst-02	Extra maatregelen bouwfysica	50
stedelijke dienst-03	Extra maatregelen elektriciteit	15
stedelijke dienst-04	Energiezuinige renovaties	50
stedelijke dienst-05	Elektriciteitsbesparing op ICT	10
tertiair-01	Doorgedreven renovatie bij 30% van de bestaande gebouwen	20

Bron: VITO

6.3.2. TOTALE JAARLIJKSE CO₂-REDUCTIE

De toename of afname van het energieverbruik en de gerelateerde impact op CO₂ wordt uitgedrukt **ten opzichte van de CO₂-uitstoot in het referentiescenario**. We berekenen de CO₂-reductie **ten opzichte van de totale CO₂-uitstoot in 2020 op stedelijk grondgebied Antwerpen**. Maatregelen die een impact hebben op de hoeveelheid elektriciteit die verbruikt of geproduceerd wordt op het eigen grondgebied, wijzigen de CO₂-uitstoot gerelateerd aan het elektriciteitsverbruik in alle sectoren.

We gaan voor de bepaling van de CO₂-reductie steeds uit van de **inzet** van maatregelen zoals die in paragraaf 6.2 vastgelegd werd. Deze inzet kan afwijken van het maximaal technisch potentieel van de maatregelen.

Er kunnen **interacties** zijn **tussen maatregelen binnen een bepaalde sector** die een impact kunnen hebben op het CO₂-reductiepotentieel van de maatregelen.

Voorbeeld: de vraag naar energie binnen de huishoudelijke sector daalt door het plaatsen van isolatie, wat leidt tot een kleinere reductie t.g.v. ketel/kachelvervanging. Onze ingeschatte effecten op CO₂-emissies van bijkomende ketel/kachelvervangingen veronderstellen reeds de implementatie van de bijkomende isolatiemaatregelen tegen 2020 (cf. volgtijdelijkheid - “trias energetica”).

Uitsluitbaarheid: indien maatregelen niet samen kunnen ingezet worden omdat ze betrekking hebben op hetzelfde energieverbruik of dezelfde CO₂-uitstoot, moeten er op voorhand keuzes gemaakt worden over de inzet van deze maatregelen. Indien het gaat over één bron dan sluiten de maatregelen elkaar uit en moet er een keuze gemaakt worden (bv. op basis van kosteneffectiviteit) welke maatregel doorgerekend wordt en welke niet. Indien het gaat over meerdere bronnen kunnen de maatregelen samen ingezet worden, maar de totale inzet van de maatregelen mag niet hoger zijn dan 100% of de maximale toepasbaarheid.

Voorbeeld: bestaande ketels op fossiele brandstof vervangen door WKK sluit de optie uit om dezelfde ketels te vervangen door ketels op biomassa. Indien er een vervangingspotentieel van 100% is, kan wel x% van de bestaande ketels op fossiele brandstoffen vervangen worden door een WKK en y% omschakelen op biomassa, zolang $x\% + y\% \leq 100\%$. De inzet van de maatregelen moet op voorhand vastgelegd worden om te vermijden dat alle mogelijke opties gedefinieerd moeten worden.

Volgtijdelijkheid: indien meerder maatregelen samen kunnen ingezet worden en elkaar niet uitsluiten, maken we een assumptie over de volgtijdelijkheid. We baseren ons op de principes van de “trias energetica”:

1. Verminder vraag naar energie;
2. Gebruik en productie van duurzame energie;
3. Efficiënt gebruik van fossiele brandstoffen.

Voorbeeld: isoleren van woningen voordat overgeschakeld wordt naar warmtepompen.

6.3.3. DOORREKENING TOTAAL PAKKET GESELECTEERDE MAATREGELEN

In volgende tabel wordt per sector en per maatregel een overzicht gegeven van het CO₂-reductiepotentieel tegen 2020 en de totale jaarlijkse kosten in 2020. Tevens wordt een indicatie gegeven van de toename (-) of besparing (+) in het energieverbruik in 2020. Zoals reeds eerder aangegeven, moeten de resultaten geïnterpreteerd worden ten opzichte van de CO₂-uitstoot en het energieverbruik (-mix) in het referentiescenario. De energiebesparing en de CO₂-reductie die gerealiseerd wordt door inzet van de maatregelen in de residentiële sector is enkel geldig voor de volgorde dat de maatregelen zijn weergegeven in de tabel. In de tabel worden ook enkel die maatregelen opgelijst waarvoor een inschatting kon gemaakt worden van het reductiepotentieel in 2020 en de gerelateerde kosten en/of besparingen.

Het merendeel van de maatregelen in de tabel is gericht op een verbetering van de energie-efficiëntie. Deze maatregelen realiseren ca. 79% van de totale CO₂-reductie. Dit is in lijn met de prioriteiten vanuit het Covenant of Mayors en de principes van de “trias energetica”. Het merendeel van deze maatregelen realiseert ook een totale jaarlijkse besparing omdat de besparing in energiekosten de (eventuele) jaarlijkse kapitaalkost compenseert.

De maatregelen die uitgaan van de inzet van een warmtepomp doen het elektriciteitsverbruik toenemen. Het totale energieverbruik wordt weliswaar gereduceerd door de besparing in het brandstofverbruik.

De maatregelen die gericht zijn op een reductie van het elektriciteitsverbruik van de stedelijke diensten, leveren geen bijkomende reductie in de CO₂-uitstoot op omdat in het referentiescenario wordt uitgegaan van een CO₂-neutrale aankoop van stroom. Deze maatregelen dragen weliswaar bij tot de realisatie van de doelstelling van de Stad Antwerpen om tegen 2020 20% van het verbruik van elektriciteit en brandstof te reduceren ten opzichte van 1990.

De grootste energiebesparing en CO₂-reductie wordt gerealiseerd door het pakket van maatregelen in de residentiële sector en de doorgedreven renovatie bij 30% van de bestaande gebouwen in de tertiaire sector. Deze maatregelen nemen respectievelijk 48% en 29% van de CO₂-reductie voor hun rekening. De industriële sector neemt ca. 10% van de totale CO₂-reductie voor zijn rekening, de transportsector ca. 8% en de stedelijke diensten ca. 5%.

We willen hierbij aangeven dat de maatregel die voor de tertiaire sector gedefinieerd werd, een pakket van maatregelen is. We doen dan ook geen uitspraak over het CO₂-reductiepotentieel of de totale jaarlijkse kosten/opbrengsten van de individuele maatregelen. Zoals reeds werd aangegeven in paragraaf 6.2.2, gaat het om een ruwe inschatting en kan het potentieel enkel gerealiseerd worden tegen 2020 mits grote inspanningen en goede samenwerking van de betrokken subsectoren, de bouwsector en de bevoegde beleidsdomeinen.

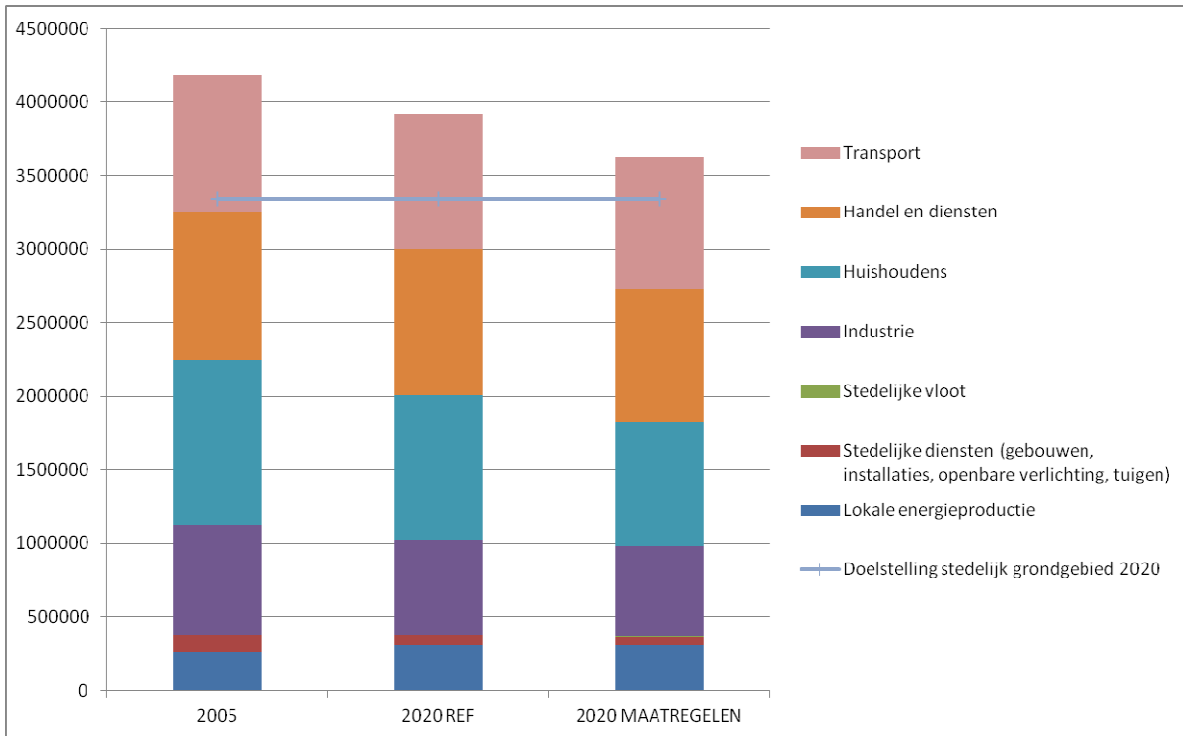
Tabel 50: Overzicht energiebesparing, CO₂-reductie en totale jaarlijkse kosten voor de geselecteerde bijkomende maatregelen (in 2020)

MaatregelID	Beschrijving	Type	Sector	Besparing Brandstof (kWh)	Besparing elektriciteit (kWh)	Reductie CO ₂ (ton)	Totale jaarlijkse kost (euro)
residentieel-01	95% wooneenheden dakisolatie	energie efficiëntie	residentieel	101.844.751		22.146	-4.222.171
residentieel-02	52% wooneenheden muurisolatie	energie efficiëntie	residentieel	60.038.959		13.056	-2.379.276
residentieel-03	16% wooneenheden vloerisolatie	energie efficiëntie	residentieel	9.361.540		2.036	-246.106
residentieel-04	50% wooneenheden betere beglazing (HR)	energie efficiëntie	residentieel	116.815.396		25.402	5.203.656
residentieel-05	95% efficiëntere ketel (vnl. condenserend)	energie efficiëntie	residentieel	321.627.118		69.916	9.528.161
residentieel-06	Geowarmtepompen progressief HEB beleid	energiemix	residentieel	24.195.009	-4.368.543	4.311	1.126.773
residentieel-07	Luchtwarmtepompen progressief HEB beleid	energiemix	residentieel	23.352.532	-5.234.188	3.940	874.273
residentieel-08	Houtpelletketels progressief HEB beleid	energiemix	residentieel	1.156.402		1.341	295.872
industrie-01	21% aardgasverbruik omschakelen naar schone houtchips	energiemix	industrie	-6.901.216		29.972	2.086.184
stedelijke dienst-01	Extra maatregelen brandstof	energie efficiëntie	stedelijke dienst	53.026.789	-8.094.924	10.794	-183.966
stedelijke dienst-02	Extra maatregelen bouw fysica	energie efficiëntie	stedelijke dienst	7.847.108	79.783	1.597	449.660
stedelijke dienst-03	Extra maatregelen elektriciteit	energie efficiëntie	stedelijke dienst		1.110.908		-99.751
stedelijke dienst-04	Energiezuinige renovaties	energie efficiëntie	stedelijke dienst	6.641.257	74.921	1.352	-147.303
stedelijke dienst-05	Elektriciteitsbesparing op ICT	energie efficiëntie	stedelijke dienst		60.000		52.645
tertiair-01	Doorgedreven renovatie bij 30% van de bestaande gebouwen	energie efficiëntie	tertiair	-56.896.642	303.210.358	86.628	-14.523.121
transport-01	Tegen 2020 gaat 50% van de mensen die in Antwerpen werken met wagen (=10% reductie t.o.v. huidige situatie)	modal shift	transport			23.262	

Noot:

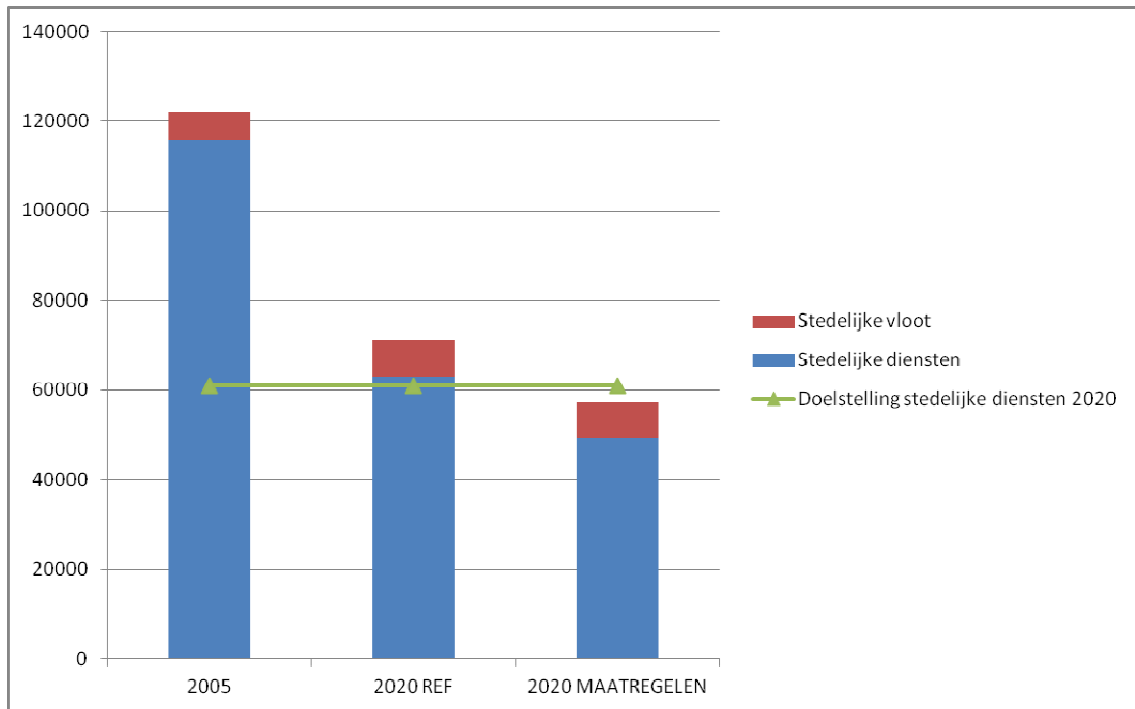
Besparing en reductie maatregel residentieel-05 werd berekend uitgaande van de inzet van maatregel residentieel-01 tot en met residentieel-04 (pakket van maatregelen gebouwschil waarvan impact optelbaar is). Dezelfde benadering werd ook gevolgd voor maatregel residentieel-06, residentieel-07 en residentieel-08. De inzet van maatregelen residentieel 05 tot en met residentieel-08 kan niet hoger zijn dan 100%.

Door de inzet van alle maatregelen uit het referentiescenario en alle bijkomende maatregelen bedraagt de CO₂-uitstoot op het stedelijk grondgebied Antwerpen ca. 3.626 kton in 2020. Bijgevolg wordt een CO₂-reductie van 13% gerealiseerd ten opzichte van de nulmeting in 2005. De totale jaarlijkse besparing die met het ganse pakket van bijkomende maatregelen kan gerealiseerd worden, bedraagt ca. 2,2 mio euro.



Figuur 75: CO₂-uitstoot nulmeting, referentiescenario en referentiescenario+bijkomende maatregelen stedelijk grondgebied Antwerpen (in ton)

Door de inzet van de maatregelen van de stedelijke diensten (excl. stedelijke vloot) uit het referentiescenario en de bijkomende maatregelen van de stedelijke diensten bedraagt de CO₂-uitstoot van de stedelijke organisatie ca. 57 kton in 2020. Bijgevolg wordt een CO₂-reductie van 53% gerealiseerd ten opzichte van de nulmeting in 2005. De totale jaarlijkse kost van het ganse pakket van bijkomende maatregelen van de stedelijke diensten bedraagt ca. 71 keuro.



Figuur 76: CO₂-uitstoot nulmeting, referentiescenario en referentiescenario+bijkomende maatregelen stedelijke diensten en stedelijke vloot (in ton)

HOOFDSTUK 7. INSTRUMENTEN STAD

In hoofdstuk 6 werd een selectie gemaakt van, voornamelijk, technische maatregelen waarvoor we het realistisch achten dat ze tegen 2020 kunnen ingezet worden om bijkomende CO₂-reducties te realiseren, i.e. bovenop de reductie die vooropgesteld wordt in het referentiescenario. Een aantal van de energiebesparende maatregelen zijn “no regret maatregelen” of maatregelen met een negatieve kost per eenheid CO₂-reductie. De praktijk leert ons dat we niet zomaar kunnen aannemen dat deze maatregelen “spontaan” worden genomen (barrière-effecten) en als ze genomen worden, de vooropgestelde energiebesparingen gerealiseerd worden (rebound effecten). Daartegenover staan de maatregelen met een positieve kost per eenheid CO₂-reductie die meer dan het 10-voud bedraagt van de CO₂-prijs (EU ETS) die verwacht wordt in 2020, namelijk 25 euro per ton CO₂ (PRIMES, with measures scenario). Het besliste beleid op federaal, Vlaams en lokaal niveau en de geplande maatregelen in Antwerpen zijn onvoldoende om de vooropgestelde CO₂-reductiedoelstellingen tegen 2020 te realiseren. De stad zal een mix of een set van beleidsinstrumenten moeten inzetten opdat de sectoren de vergaande energiebesparingen realiseren en de vereiste investeringen plaatsvinden. In volgende paragrafen geven we een overzicht van de mix aan beleidsinstrumenten die de Stad Antwerpen kan inzetten. We beschrijven de verschillende types van instrumenten en geven een aantal concrete voorbeelden. Een afweging of prioriteitenstelling tussen instrumenten in functie van, bijvoorbeeld, uitvoerbaarheid hoort niet tot de scope van deze studie.

7.1. HET INSTRUMENTARIUM

Ochelen et al. (2007) maken een onderscheid tussen drie types van instrumenten:

- Directe regulering: instrumenten die als doel hebben om gedrag rechtstreeks te beïnvloeden bv. normen, verboden, eisen.
- Marktconforme regulering: instrumenten die als doel hebben om gedrag te sturen door een prijs te zetten op ongewenst gedrag bv. subsidies, heffingen.
- Sociale regulering: instrumenten die als doel hebben om milieu- of energiebewustzijn te laten meespelen bij persoonlijke beslissingen bv. milieueducatie.

De Stad Antwerpen kan voornamelijk via sociale regulering en financiële instrumenten zijn bewoners sensibiliseren en aanzetten tot energiezuiniger gedrag. Deze instrumenten werden ook in het verleden ingezet door de stad en staan centraal in het Klimaatplan Antwerpen en de acties die ondernomen worden in het kader van Antwerpen Duurzame stad. Daarnaast geeft de stad ook aan dat ze inzake klimaat en energie op verschillende vlakken een voorbeeldrol wil spelen. De (voorbeeld)rol van de stad als consument en dienstverlener is uitgesproken. Er gaat immers een CO₂-impact gepaard met het bouwen en beheren van de eigen gebouwen, van de bouwprojecten waarin de stad als ontwikkelaar betrokken is, de inrichting, (her)aanleg en beheer van het openbaar domein, van de aankopen die de stad doet en van de organisatie van de eigen diensten. De maatregelen die door de stad tegen 2020 ingezet (kunnen) worden, werden beschreven in paragraaf 5.6 (gepland) en paragraaf 0 (bijkomend).

7.1.1. DIRECTE REGULERING

De mogelijkheden tot **directe regulering** voor het stedelijk beleid zijn relatief beperkt en zijn geregeld via de Belgische grondwet en via het gemeentedecreet. Daarnaast worden de gemeenten ook betrokken bij een aantal procedures (bv. milieuvergunningsprocedure, convenanten, beleidsplannen), waar de gemeente dus wel op een indirecte manier invloed kan uitoefenen.

In Antwerpen, bijvoorbeeld, is sinds 4 april 2011 een nieuwe bouwcode van kracht (<http://www.antwerpen.be/eCache/ABE/80/66/325.html>). Deze bouwcode is een verzameling van regels die bepalen hoe in de stad Antwerpen gebouwd of verbouwd mag worden. Bouwplannen moeten aan deze voorschriften voldoen om een stedenbouwkundige vergunning te krijgen. De nieuwe bouwcode stimuleert duurzaam en milieuvriendelijk bouwen en verbouwen (bv aanleg groendaken).

7.1.2. MARKTCONFORME REGULERING

Onder de noemer **marktconforme regulering** denken we op stedelijk niveau in de eerste plaats aan de verfijning en uitbreiding van de subsidiemechanismen, zoals de REG-premies. Economische instrumenten in het energiebeleid zijn echter niet beperkt tot subsidies, ook belastingen en retributies zijn een optie. Via deze instrumenten grijpt het bestuur in op de kostprijs van acties die moeten worden ondernomen door burgers of bedrijven om een bepaalde CO₂-reductie te bewerkstelligen of maakt het bestuur minder energiezuinige alternatieven financieel minder aantrekkelijk.

Via **investeringsubsidies** kan de aankoopprijs van een bepaalde investering worden verlaagd. We denken hierbij, bijvoorbeeld, aan het Nationale Fietsplan in Nederland.

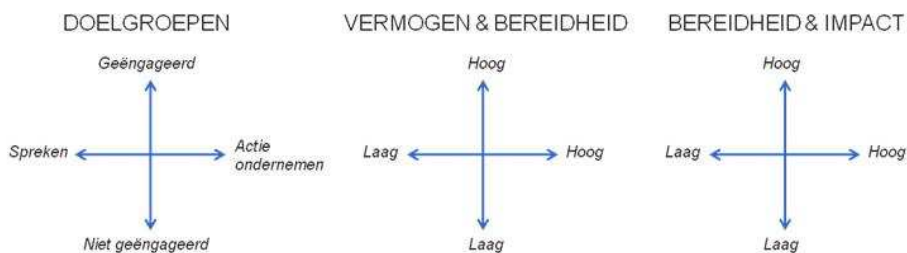
Via **belastingen** kan een bepaald gedrag ontmoedigd worden omdat de kostprijs stijgt. Via belastingvrijstellingen kan het gebruik van energiezuinigere goederen worden aangemoedigd. We denken daarbij, bijvoorbeeld, aan de invoering van congestietaks waardoor de prijs van een afgelegde voertuigkilometer met een personenwagen stijgt. Of de invoering van een slimme kilometerheffing waarbij er een heffing per kilometer wordt ingevoerd die variabel kan zijn in functie van het milieukeurmerk van het voertuig, de beladingsgraad, het tijdstip van de dag of de zone waar men zich verplaatst. In dit kader wordt ook wel eens gesproken over de “vergroening van de fiscaliteit”: de belastbare grondslag wordt dan niet afhankelijk gemaakt van, bijvoorbeeld, inkomen, aantal m² of aantal personen ten laste (zoals bij “klassieke” belastingen) maar van milieukeurmerken. De vergroening van belastingen werd het afgelopen decennium uitvoerig bestudeerd in het kader van het tegengaan van milieuvervuiling (Bachus, 2004). De politieke discussies hierrond zijn echter veelvoudig. Ook rond de belastingen voor bedrijven zijn er heel wat politieke en administratiefrechtelijke discussies gevoerd, een voorbeeld daarvan is de belasting op drijfkracht van motoren. De toepassing van de vergroening van belastingsreglementen in functie van klimaatdoelstellingen is recenter en is zeker op gemeentelijk niveau nog quasi onontgonnen terrein en moet legistisch verder worden uitgeklaard. Ook in de inventaris duurzame stad werd een actie in dit kader geformuleerd: “Onderzoek mogelijkheden heffing van gemeentelijke belastingen aanpassen, zodat eco-en klimaatgerelateerde incentives verwerkt worden”.

Via de **invoering van derdebetalersystemen of retributies** kan de kostprijs van vervuilende activiteiten worden verschoven tussen partijen (van de overheid naar de private partijen die de vervuiling veroorzaken) of kan de kostprijs worden gedeeld tussen de verschillende partijen (gemeentebestuur betaalt een deel van de kostprijs die anders ten laste komt van de private partijen). Voorbeelden hiervan zijn de invoering van een derdebetalersysteem voor openbaar vervoer binnen een gemeente of verminderde tarieven voor parkeerretibuties voor elektrische wagens. Via volgende hyperlink krijgt u een overzicht van alle gemeenten en steden die een derdebetalersysteem toepassen in het kader van de dienstverlening door de Lijn: http://www.delijn.be/u_bent/overheid/derdebetalersysteem_per_stad_gemeente.htm

7.1.3. SOCIALE REGULERING

De waaier aan mogelijkheden van **sociale regulering** is enorm uitgebreid. De transitie naar een koolstofarme samenleving noodzaakt een omslag in denken en doen van de maatschappij als geheel. Drie factoren zijn hierin essentieel: afstemming in functie van doelgroepen, psychologische drijfveren en evolutionair biologische drijfveren.

Een adequate strategie van sociale regulering steunt op juiste kennis van het publiek. Hiermee bedoelen we alle actoren: overheden, industrie, bevolking, sectoren, media, wetenschap, NGO's, verenigingen enz. Deze kunnen vervolgens ingedeeld worden volgens engagement, vermogen, daadwerkelijke actie, bereidheid en impact. Op basis hiervan kan een prioriteitenplan uitgewerkt worden.



Figuur 77: Indeling van doelgroepen volgens engagement, vermogen, bereidheid en impact

Bron: Gorissen et al. (2011)

Verder is het ook belangrijk om de psychologische drijfveren in rekening te brengen. Ruwweg kan men het publiek indelen in drie grote groepen: de behoudsgezinden, de onbeslisten en de pioniers. De groep 'onbeslisten' is de grootste groep (DEFRA, 2008).

Elke groep heeft specifieke stimulansen en motivators nodig. Ter illustratie worden enkele voorbeelden van psychologische drijfveren en mogelijke katalysatoren voor deze drie groepen weergegeven in onderstaande tabel.

	Actie	Stimulans	Katalysator
Behoudsgezind	<i>Iemand anders</i>	<i>Ik verander liever niet</i>	<i>Nabije omgeving en officiële instituten</i>
Onbeslist	<i>We moeten ons organiseren</i>	<i>Als het in de mode is</i>	<i>Rolmodellen, artiesten, kampioenen, ambassadeurs</i>
Pionier	<i>Ik doe het zelf</i>	<i>Ethische noodzaak</i>	<i>Netwerk van interessante mensen met een doel</i>

Figuur 78: Voorbeelden van drijfveren en katalysatoren volgens groep

Op basis van: Futerra (2010)

Door de stad Antwerpen werden reeds de eerste stappen gezet om een beter zicht te krijgen op het profiel van de “Antwerpenaar” via een enquête die peilt naar het milieuvriendelijk gedrag en de bereidheid om hier iets aan te veranderen.

7.2. VOORBEELDEN PER SECTOR

In de volgende paragrafen geven we per sector een overzicht van mogelijke beleidsinstrumenten die de stad kan inzetten. Het betreft een niet-limitatieve lijst van voorbeelden uit de inventaris duurzame stad enerzijds en voorbeelden die aan bod kwamen tijdens de overlegondes met de experts anderzijds.

7.2.1. RESIDENTIËLE SECTOR

In het kader van het Klimaatplan Antwerpen en de beleidsnota “Antwerpen duurzame stad voor iedereen” (dd. 25/08/2011) zijn reeds heel wat acties geformuleerd die gericht zijn op het informeren en sensibiliseren van burgers en bedrijven rond thema’s zoals duurzaamheid, klimaat en energiebesparing.

Een voorbeeld ter illustratie is het project “*sociaal adviseurs*” Stad Antwerpen (<http://www.vrijwilligerswerk.be/node/8110>): het project wil aan de moeilijkst bereikbare groepen in de samenleving in een sfeer van vertrouwen informatie verschaffen zodat zij beter kunnen participeren in de samenleving. De ‘sociaal adviseurs’ zijn vrijwilligers van diverse afkomst. Ze hebben een opleiding ‘spreken voor een groep’ gevolgd. Daarnaast kregen ze vorming over de thema’s die ze aanbieden. Deze vorming bieden zij op hun beurt aan in de taal van de gasten, tijdens een “homeparty”. Tijdens de homeparties wordt gesproken over onderwijs en opvoeding, voeding en gezondheid, maar ook over bijvoorbeeld energie besparen – met praktische tips voor thuis en een blik op de rechten van de consument.

Hieronder geven we enkele voorbeelden van instrumenten die uit de overlegonde met de experts kwamen:

- Werking Ecohuis naar wijken brengen: bv. mobiel Ecohuis, Eco woonwagen (op CNG);

- Motivatiecampagnes om energie *samen* (op wijkniveau) aan te kopen of *samen* te investeren in energiebesparende maatregelen;
- Stedelijke premies efficiënt inzetten, bv. maatregelen die meeste emissies besparen ook de meeste premies geven, onrendabele toppen;
- Maatregelen die gericht zijn op verhuurders zodat huurwoningen energiezuiniger worden, bv. je mag pas verhuren indien voldaan aan kengetal EPC;
- Participatieprojecten of coöperaties op wijkniveau, bv. Ecostadsbon;
- Steun optrekken voor verwarmingsinstallaties (condenserende ketels, mirco-WKK's, warmtepompen, stadsverwarming);
- ESCO-diensten voor sociale woningbouw;
- Meer inspelen op behoeften van mensen en dit koppelen aan duurzaamheid;
- Belastingen betalen in functie van energieprestaties;
- Informatiecampagnes optimaliseren in functie van profielen bewoners;
- Pro actief zijn vanuit stad Antwerpen met betrekking tot beslissingen die nog genomen moeten worden op Vlaams niveau bv. energierenovatieprogramma (EPC strafpunten);
- Sociale doelgroepen sensibiliseren, trajectbegeleiding en financiële stimuli voor investeringen;
- Werkhaven wordt momenteel in scholen ingeschakeld voor installatie energiebesparende maatregelen, evt. uitrollen naar andere doelgroepen.
- Cf. Campagne warm Limburg: sensibiliseringscampagne rond verwarmen waarmee de provincie Limburg, Dubolimburg en Infrac, de Limburgers willen overtuigen om, bij werken aan hun verwarmingsinstallatie meteen te kiezen voor groene warmte. De bouwsector is een belangrijke schakel in deze campagne. (<http://www.warm limburg.be/>)

Het merendeel van deze voorbeelden bevestigen of versterken de acties die gedefinieerd werden in het kader van de beleidsnota "Antwerpen, duurzame stad voor iedereen" (dd. 25/08/2011). De effectiviteit van de instrumenten kan verhoogd worden door, bijvoorbeeld, de keuze van het instrument af te stemmen op het profiel van de bewoners of op de kosteneffectiviteit van maatregelen. Gegeven de investeringen die nodig zijn om een verregaande energiebesparing of CO₂-reductie te realiseren, moet er specifieke en voldoende aandacht zijn voor de sociaal zwakkere groepen en de problematiek huurder versus verhuurder.

Sinds 1 januari 2012 is in de gemeenten Genk-As-Opglabbeek-Zutendaal een nieuw intergemeentelijk subsidiereglement duurzaam wonen van kracht (<http://www.woningaoz.be>). De subsidie wordt toegekend aan duurzame investeringen door de particuliere eigenaar-bewoner, particuliere eigenaar-verhuurder of aan de gedomicilieerde huurder van het gebouw. Nieuw is dat de subsidie ook van toepassing is op de oprichting van een zorgwoning (renovatie en nieuwbouw), een meegroeiwoning en advies woningaanpassing. Voor de investeringen die vallen onder het toepassingsgebied van het reglement kunnen punten "verzameld" worden. Het totaal aantal punten bepaalt het bedrag van de subsidie.

Behaalde punten	woning	appartement
16 of 17 ptn	€ 800,00	€ 375,00
18 ptn tot 23 ptn	€ 850,00	€ 400,00
24 ptn tot 30 ptn	€ 900,00	€ 425,00
31 ptn tot 37 ptn	€ 1.000,00	€ 475,00
38 ptn tot 45 ptn	€ 1.150,00	€ 550,00
46 ptn tot 53 ptn	€ 1.350,00	€ 650,00
54 ptn tot 61 ptn	€ 2.400,00	€ 1.100,00
62 ptn tot 69 ptn	€ 2.500,00	€ 1.150,00
70 ptn tot 77 ptn	€ 2.600,00	€ 1.200,00
78 ptn tot 87 ptn	€ 2.700,00	€ 1.300,00
88 ptn of meer	€ 3.100,00	€ 1.425,00

Figuur 79: Puntensysteem GAOZ subsidiereglement

Bron: <http://www.woneningaoz.be>

7.2.2. TERTIAIRE SECTOR

Hieronder geven we enkele voorbeelden van beleidsuitvoerende instrumenten die kunnen ingezet worden in de tertiaire sector:

- Stedelijke premies efficiënt inzetten, bv. maatregelen die meeste emissies besparen ook de meeste premies geven, onrendabele toppen;
- Steun optrekken voor verwarmingsinstallaties (condenserende ketels, mirco-WKK's, warmtepompen, stadsverwarming);
- ESCO-diensten;
- Pro actief zijn vanuit stad Antwerpen met betrekking tot beslissingen die nog genomen moeten worden op Vlaams niveau bv. energierenovatieprogramma (EPC strafpunten);
- Specifieke doelgroepen sensibiliseren/bewustmakingscampagnes, trajectbegeleiding en financiële stimuli voor investeringen;
- Werkhoven wordt momenteel in scholen ingeschakeld voor installatie energiebesparende maatregelen, evt. uitrollen naar andere doelgroepen;
- Het verspreiden van advies en kennis m.b.t. REG door energieconsulenten.

Deze niet-limitatieve lijst kent een sterke overeenkomst met de instrumenten voor de residentiële sector en de acties die gedefinieerd werden in het kader van “Antwerpen, duurzame stad voor iedereen”. De effectiviteit van deze instrumenten kan verhoogd worden door, bijvoorbeeld, de keuze van het instrument af te stemmen op het profiel van de gebouwgebruiker/eigenaar of op de kosteneffectiviteit van maatregelen. De grote heterogeniteit binnen de tertiaire sector maakt dat afstemming op het gebruikersprofiel erg belangrijk wordt. Zo vraagt de sensibilisering van scholen om een andere aanpak en verspreidingskanalen dan de sensibilisering van handelaars. Daarenboven moet er ook voldoende en specifieke aandacht zijn voor de problematiek huurder versus gebouweigenaar.

Om de doeltreffendheid en de impact van bovenstaande beleidsinstrumenten te verhogen, is het wegwerken van de bestaande lacunes in de databeschikbaarheid van groot belang. Hiervoor dient onderzoek te gebeuren naar de specifieke energieverbruiken en gebouwkenmerken per subsector voor het stedelijk grondgebied. Het beter in kaart brengen van de sector zal toelaten om de impact en kostprijs van CO₂-reductiemaatregelen met een grotere betrouwbaarheid te kunnen bepalen.

Dit laat op zijn beurt toe om de beleidsuitvoerende instrumenten beter af te stemmen op de te dichten CO₂-kloof.

Onderzoeksprojecten zoals SchooVentCool (<http://www.innovatienetwerk.be/projects/1632>) vormen hiervan een mooi voorbeeld. In dit project wil men de renovatie van bestaande scholen onderzoeken, in casu de schoolgebouwen in eigendom van de stad Antwerpen. Men start hierbij met het in kaart brengen van de gebouwtypologieën van de Antwerpse scholen en de mogelijke renovatiestrategieën. Vervolgens gaat men de gepaste technieken en strategieën ontwikkelen door middel van pilootprojecten in Antwerpen.

7.2.3. INDUSTRIE NIET-ETS

Zoal reeds eerder aangegeven, werden in het Klimaatplan Antwerpen en in het kader van de beleidsnota “Antwerpen, duurzame stad voor iedereen” slechts een beperkt aantal acties geformuleerd die zich richten op industrie niet-ETS. Door de experts werden tijdens de overlegronde een aantal mogelijkheden opgesteld:

- Reststromen in kaart brengen, databank met informatie over reststromen, zoals bijvoorbeeld afval, water, energie zodat potentieel gekend is (niet enkel gericht op reductie van CO₂ maar ruimer kader sluiten kringlopen);
- Energieclusters (op basis van resultaten energiepinch); WKK gedimensioneerd om (evt. na sluiten kringlopen) in (overschot aan) energie te voorzien;
- Bedrijven informeren over en stimuleren om gebruik te maken van premies netbeheerders, audit convenant, energieconsulenten UNIZO, POM, VEV/Voka bekend maken;
- Naar analogie met Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen, energie audits aanbieden/promoten bij bedrijven < 0,1PJ (buiten toepassingsgebied auditconvenant) buiten het havengebied;
- Ecohuis voor KMO's opstarten;
- Wedstrijdformule met als prijs project financiering, award “beste bedrijf” naar energiezuinigheid;
- Grondprijs koppelen aan energieprestaties (eco-effectiviteit cf. Blue Gate Antwerp).

De vraag kan gesteld worden of het opportuun is om ondersteunings- en financieringsmechanismen op lokaal niveau op te zetten die zich enkel richten naar de niet-ETS bedrijven op het stedelijk grondgebied Antwerpen. De stad kan gebruik maken van bestaande mechanismen, zoals bijvoorbeeld premies netbeheerders, om bijkomende ondersteuning of financiering te geven. Op die manier kunnen de bijkomende reguleringskosten beperkt blijven voor de Stad maar ook voor de bedrijven. De Stad kan de bedrijven informeren en stimuleren om gebruik te maken van de bestaande mechanismen zoals voornoemde premies van de netbeheerders maar ook de ecologiepremie. Op Vlaams niveau zal begin 2012 de groene waarborg van kracht worden (<http://www.pmv.eu/nl/diensten/waarborgregeling>). De bedrijven kunnen een dossier indienen om energiebesparende technologieën (die niet onder ecologiesteun vallen) op de limitatieve lijst van de groene waarborg te zetten.

De stad kan ook een belangrijke rol spelen in het ontsluiten, integreren en dissemineren van informatie zodat potentiële gekend zijn en een dynamiek op gang gebracht wordt tussen de betrokken actoren met betrekking tot, bijvoorbeeld, het sluiten van kringlopen of rationeel energiegebruik.

7.2.4. MOBILITEIT EN TRANSPORT

In hoofdstuk 6 hebben we getracht om een indicatie te geven van het CO₂-reductiepotentieel voor personenvervoer en vrachtvervoer dat we realistisch achten tegen 2020. De maatregelen die daarbij centraal staan, zijn zogenaamde modal shift maatregelen. Om een modal shift te bewerkstelligen, maar ook om het aantal voertuigkilometers in absolute termen te laten dalen, is een mix van beleidinstrumenten noodzakelijk. We denken bijvoorbeeld aan combinaties van:

- verkeersvrij maken van bepaalde stadsdelen,
- stimuleren van telewerken,
- aanleg van Park en Ride zones in de stadsrand,
- investeren in overslagpunten waarbij goederen worden overgeladen op trein of elektrische bestelwagens (bijvoorbeeld “Blue Gate Antwerp”),
- verdere uitbouw van het openbaar vervoer,
- uitbreiding van het fietsnetwerk,
- aanbod van intermodale mobiliteitsoplossingen (bijvoorbeeld treinticket gecombineerd met carsharing en/of (elektrische) fietsdeelgebruik).

Ook in het Klimaatplan Antwerpen en de beleidsnota “Antwerpen, duurzame stad voor iedereen” werden flankerende maatregelen gedefinieerd om een CO₂-reductie via modal shift te bestendigen, zoals bijvoorbeeld, de aanleg van publieke fietsstallingen. De effectiviteit en kostprijs zijn afhankelijk van het pakket aan beleidsmaatregelen dat men ertegenover stelt. In volgende paragrafen illustreren we dit voor volgende beleidinstrumenten:

- het autovrij maken van het “centrum”,
- de invoering van een congestieheffing,
- de invoering van een Low Emission Zone (LEZ).

Deze selectie kwam tot stand in samenspraak met de experts voor mobiliteit en transport binnen de afdeling Energie en Milieu. Het gaat om beleidsmaatregelen die in het kader van andere plannen, zoals luchtkwaliteit en mobiliteit, reeds werden doorgerekend (of overwogen) en die tegen 2020 realiseerbaar zijn. Als algemeen aandachtspunt geldt dat deze beleidsmaatregelen een zekere overlap vertonen. Zo is het autovrij maken van het stadscentrum niet compatibel met de invoering van een congestietaks in de binnenstad. Het CO₂-reductiepotentieel is een maximaal potentieel dat uitgaat van een maximale reductie van het aantal voertuigkilometers, zonder rekening te houden met mogelijke maatschappelijke (bv. draagvlak) of technische (bv. infrastructuur) drempels. Dit potentieel ligt dan ook hoger dan onze berekeningen in paragraaf 6.2.4 waar we zijn uitgegaan van een CO₂-reductiepotentieel dat we realistisch achten tegen 2020, gegeven het beslist beleid in Vlaanderen en de geplande maatregelen op het stedelijk grondgebied Antwerpen.

Autovrij “centrum”

Uitgaande van het aandeel van de voertuigkilometers door personenwagens op gemeentewegen in de spits, zoals geraamd in het Masterplan voor 2020, wordt het CO₂-reductiepotentieel van het volledig autovrij maken van “Antwerpen centrum” geraamd op **51,5 kton CO₂**.

Uit internationale studies blijkt dat een aanzienlijk deel van het autoverkeer in de binnenstad veroorzaakt wordt door het zoeken naar een geschikte parkeerplaats. Afhankelijk van de bron (en

de bestudeerde stad) lopen de cijfers uiteen. Cijfers van 30% tot 60% zoekverkeer ten opzichte van het totale autoverkeer zijn echter geen uitzondering (CROW, 2007). Een studie van het verkeersgeleidingssysteem in Southampton (UK) in het kader van het CONVERGE-project in 2000 toonde aan dat de zoektijd met 50% daalde door de invoering van een parkeergeleidingssysteem op stadsniveau. Een studie uitgevoerd door TNO (TNO, 2011) schat het reductiepotentieel in voertuigkilometers in gebieden met een hoge parkeerdruk op 3 tot 15%.

Dit betekent dat een deel van het vooropgestelde reductiepotentieel van een autovrije binnenstad ook kan bereikt worden door, bijvoorbeeld, dynamische parkeergeleidingssystemen en het uitwerken van een effectief parkeerbeleid. De kosten voor de invoering van dergelijk systeem variëren volgens TNO (2011) tussen 750.000 en 2.000.000 euro.

Congestietaks

In 2011 werd een studie uitgevoerd door Tractebel, Tritel en VITO die maatregelen omvat voor verbetering van de luchtkwaliteit en vermindering van geluidshinder. Eén van de voorgestelde maatregelen is het invoeren van een congestietaks. Bij een congestietaks koopt de autobestuurder een "ticket" om zich op een bepaalde dag en tijdens bepaalde uren toegang te verschaffen tot de zone die afgebakend werd en onderhevig werd gemaakt aan de taks.

Voor de inschatting van het effect van de congestietaks baseert deze studie zich op het voorbeeld van de "congestion charge" in Londen en Stockholm. Het aantal voertuigkilometers van vier- of meerwielige vervoermiddelen is in Londen bij de invoering van de congestietaks gedaald met 18% (Transport for London, 2007). De invoering van de congestietaks heeft op elk type vervoermiddel een andere impact. Zo werden in Londen zowel een daling van het individueel personenvervoer als een stijging van het vervoer met bussen en taxi's vastgesteld. Onder bepaalde assumpties (Lefebvre et al., 2011) zou dit voor Antwerpen een daling van het licht vervoer met 19,2% en een stijging van het zwaar vervoer met 22,8% binnen de Kernstad betekenen omdat men overschakelt naar grotere beladingen. Dit fenomeen werd in Duitsland vastgesteld in omgekeerde richting bij de invoering van een slimme kilometerheffing voor vrachtwagens: hierdoor daalde het vrachtverkeer met vrachtwagens en kwam er een stijging van het aantal bestelwagens. De tarifiering per type voertuig is bepalend voor de effecten van dit soort maatregelen.

Onder de genomen assumpties (gebaseerd op de implementatie in Londen) is er een geraamde CO₂-reductie van **ca. 8,3 kton voor personenwagens en ca. 0,36 kton voor zwaar vervoer**. Het potentieel voor zwaar vervoer is gering aangezien met dit vervoertype slechts een beperkt aantal kilometers worden afgelegd in het centrum van Antwerpen. De impact van deze maatregel is niet additioneel ten opzichte van het effect van de invoering van een autovrij "centrum".

De ervaringen in Londen en in andere steden tonen aan dat de invoering en de exploitatie van een systeem van congestietaks een complex project is met een aanzienlijke investeringskost. In Londen wordt de netto contante waarde van de investeringskosten voor het systeem geraamd op 175 miljoen £. De investeringen bestaan vooral uit een boekingssysteem (verkoop van virtuele toegangsrechten via website), een communicatiecampagne en een handhavingssysteem (camera's nemen beelden van de auto's die de congestiezone binnenrijden en matchen dit beeld met de databank van verkochte toegangsrechten). De recurrente kostprijs op jaarbasis voor de exploitatie van het systeem bedroeg in 2007 in Londen ca. 131 miljoen £ en de opbrengsten bedroegen ca. 268 miljoen £ (Transport for London, 2007).

Low Emission Zone

In Lefebvre et al. (2011) werd ook het effect van de invoering van een Low Emission Zone (LEZ) in de zone binnen de Ring bestudeerd. Een lage emissiezone is een geografisch afgebakende zone die een stadscentrum omvat en waarin om redenen van volksgezondheid (voornamelijk in het kader van luchtvervuiling en geluid) een selectief toelatingsbeleid van bepaalde voertuigen van toepassing is. In een lage emissiezone (LEZ) hebben slechts een beperkt aantal voertuigen de toelating om te circuleren. Met name die voertuigen die voldoen aan normen voor de uitstoot van schadelijke stoffen.

De gebruikte normen om de voertuigen onder te verdelen in milieuklassen en om de meest vervuilende voertuigen af te bakenen, zijn meestal de Euro-normen. Deze zijn dan hetzelfde voor alle LEZ's van een bepaald land. De voertuigen worden namelijk uitgerust met een vignet of een "tag" die overeenkomt met de milieuklassen van het voertuig.

Hoewel LEZ een maatregel is om fijn stof terug te dringen, heeft de toepassing ervan ook potentieel voor CO₂-reductie. Dit potentieel hangt sterk af van de voorwaarden die van toepassing zijn in de LEZ (<http://www.lowemissionzones.eu/>):

- Vloot: in Londen wordt LEZ enkel toegepast op vrachtwagens en bussen, terwijl in Duitse steden LEZ's van toepassing zijn op personenwagens.
- Tijdsafbakening: in de meeste Europese steden gelden de beperkingen 24/24u en 365 dagen per jaar. In een aantal Italiaanse steden is dit niet het geval, zij werken met LEZ in de winter.
- ruimtelijke scope: sommige LEZ's zijn beperkt tot het "intrastedelijk" verkeer terwijl andere LEZ een zeer ruim toepassingsgebied hebben. Zo heeft de regio Lombardije in Italië een ruim regionaal systeem van LEZ. Grote regionale gebieden kennen een eigen problematiek op het vlak van handhaving en monitoring.

Aangezien de vlootoptimalisatie in het referentiescenario reeds doorgerekend werd, zal de invoering van een LEZ een **beperkt (bijkomend) reductiepotentieel voor CO₂** hebben. Het voornaamste effect is het terugdringen van oude, vervuilende wagens (meer dan 12 jaar oud in 2020).

De kostprijs (en de opbrengsten) van de invoering van een Low Emission Zone is afhankelijk van volgende parameters:

- type en aantal voertuigen waarop het systeem van toepassing is,
- het handhavingssysteem (manuele controle van een vignet op het voertuig door, bijvoorbeeld, parkeerwachters of geautomatiseerde controle door een cameranetwerk),
- infrastructuur voor handhaving die kan gebruikt worden (bijvoorbeeld handhavinginfrastructuur in het kader van rekeningrijden en congestietaks).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de ex ante kosten/batenanalyse die voor de invoering van een Low Emission Zone in Londen werd uitgevoerd in 2002 (niet geïndexeerde prijzen aan een wisselkoers van 1,5 euro per £). De opties “automatic enforcement” gaan uit van een verdere uitbouw van de reeds aanwezige infrastructuur voor de handhaving van de congestietaks.

	Heavy vehicles only				Heavy vehicle and light vans
	Manual enforcement	Automatic enforcement via mobile ANPR cameras	Automatic enforcement via fixed ANPR cameras	Automatic enforcement via mobile and fixed ANPR cameras	Automatic enforcement via mobile and fixed ANPR cameras
Start-up costs	£2.8 million	£6.4 million	£7.6 million	£9.3 million	£10.4 million
Annual operating costs	£3.9 million	£5.0 million	£5.8 million	£6.4 million	£7.0 million
Annual revenue	-£0.4 million	-£1.2 million	-£1.8 million	-£3.9 million	-£4.3 million

Note: automatic enforcement and any revenues are conditional on a decriminalised regime being introduced. The revenues shown are those likely to arise initially on scheme introduction, but would be expected to fall in later years as compliance improved. Source: Watkiss et al, 2002.

Figuur 62: overzicht van de kosten en opbrengsten van de invoering van een LEZ in Londen

Bron: *Transport for London (2007)*

Daarnaast wordt er ook melding gemaakt van de te verwachten indirecte baten, zoals een algemeen positief effect op de gezondheid van de bevolking. Voor Londen werd dit geschat op meer dan 100 miljoen £ (AEA Technology Environment, 2003). Ook de indirecte kostprijs van de LEZ voor de industrie en handel is vele malen hoger dan de kostprijs van de set-up en uitbating van het systeem.

7.2.5. LOKALE ENERGIEPRODUCTIE

Hoewel volgens de “trias energetica” en het Covenant of Mayors het eerste accent moet liggen op energiebesparing, is er ook aandacht nodig voor lokale duurzame energieproductie.

In eerste instantie (in het kader van het opnemen van een voorbeeldfunctie) kan onderzocht worden hoe stedelijke duurzame biomassastromen zoveel mogelijk beschikbaar gemaakt kunnen worden voor gebruik in bio-energie installaties. De biogas WKK in het kader van “Blue Gate Antwerp”, bijvoorbeeld, zal GFT-afval en bermmaaisel vergisten. Daarnaast kan geopteerd worden voor een uitgebreide biomassa-scan voor het ganse stedelijk grondgebied. Deze scan brengt het potentieel aan biomassa (vraag en aanbod) in kaart en geeft een indicatie van de meest kansrijke opties. Soortgelijke scans kunnen eveneens uitgevoerd worden voor windenergie en zonne-energie. In opdracht van de Stad Antwerpen werd, bijvoorbeeld, een dakenonderzoek uitgevoerd om de haalbaarheid van PV na te gaan voor een 100-tal stadsgebouwen (cf. paragraaf 5.7.2). Dergelijk dakenonderzoek kan uitgebreid worden naar andere gebouwen. Ook werd door de Stad de haalbaarheid van getijden- en golfslagenergie in de Schelde en de havendokken onderzocht.

Om het potentieel voor, bijvoorbeeld, WKK en stads/wijkverwarming in te schatten op het stedelijk grondgebied is een gedetailleerd overzicht nodig van de warmtevraag en –aanbod op lokaal niveau. Op basis van een Warmteatlas kan een lokaal hernieuwbare energieplan worden opgesteld

en kan realistisch ingeschat worden in hoeverre de stad voor haar energiegebruik op lokale hernieuwbare energiestromen kan rekenen. Bij de lokale inplanting van duurzame energieprojecten is het vaak belangrijk om op de actieve steun van buurtbewoners te kunnen rekenen. Lokale besturen kunnen hiertoe bijdragen door als “bemiddelaar” of “facilitator” op te treden voor dergelijke projecten en de lokale inbreng in het project tijdig te organiseren.

Daarnaast kan de stad ook actief onderzoeksprojecten (blijven) ondersteunen (financieel of communicatief) die betrekking hebben op kansrijke opties voor de toekomst, zoals bijvoorbeeld geothermie, slimme energieproductie en –vraagsturing, duurzaam transport en logistiek. Zoals reeds aangegeven in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**, is de Stad Antwerpen recent gestart met de MIP haalbaarheidstudie HEAT- Energieclusters Antwerpen en dit in samenwerking met Infrac, Vzw Werk en Economie, het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen en EDF Luminus. Stad Antwerpen liet ook een haalbaarheidstudie uitvoeren naar wijkverwarming bij het stadsontwikkelingsproject van de Cadixwijk.

Aanvullend op het realiseren van duurzame energieproductie op het eigen grondgebied stimuleert de stad ook de aankoop van duurzame energie bij burgers en bedrijven. We verwijzen hier naar het Ecohuis (“wijken voor groene stroom” – Projectenfonds duurzame stad) en de groepsaankoop van groene stroom die door de provincie Antwerpen in 2010 en 2011 georganiseerd werd (http://www.provant.be/leefomgeving/milieu/groene_stroom/). In 2010 schreven ca. 28.000 mensen zich in waarvan 41% ook effectief van leverancier veranderde.

7.3. REGULERINGSKOSTEN

In hoofdstuk 6 hebben we de kosten doorgerekend van de maatregelen die door de sectoren, inclusief de stedelijke diensten, ingezet worden als reactie op het gevoerde energie- en klimaatbeleid. We hebben ons hierbij beperkt tot de directe kosten van maatregelen en zijn voor onze doorrekeningen uitgegaan van het maatschappelijk perspectief (cf. paragraaf 6.3.1). Echter, naast deze directe milieukosten zijn er ook reguleringskosten verbonden aan het beleid.

Milieubeleidskosten		
	Milieukosten	Reguleringskosten
Overheid - Budget milieubeleid		
Directe kosten	- Investeringskosten en operationele kosten van door de overheid genomen milieumaatregelen (bvb. aankoop natuurgebied, installatie RWZI) - Netto uitbetaalde milieusubsidies (subsidies – belastingen)	- Kosten van beleidsvoorbereiding - Ontvangen, verwerken en controleren informatie doelgroepen - Verspreiden van informatie naar doelgroepen - Kosten van handhaving
	Doelgroepen – Milieulasten	
Indirecte kosten	- Investeringskosten en operationele kosten van milieumaatregelen inclusief belastingen en subsidies - Welvaartsverlies (kosten van daling productiehoeveelheid of activiteitsniveau)	- Informatie opzoeken - Dossiers opmaken en indienen bij overheid - Kosten van geschillenafhandeling - Wachtijdskosten
	- Welvaartsverliezen op afgeleide markten - Gevolgen voor productkwaliteit, marktstructuur, productiviteit en innovatie	

Op basis van EPA, 2000; Meynaerts et al., 2003; Pearce et al., 2006; Proost et al., 2002

Figuur 80: Typologie milieubeleidskosten

Bron: Ochelen et al. (2007)

Reguleringskosten zijn de kosten voor de regulerende overheid en de bijkomende kosten die doelgroepen maken als antwoord op de milieubeleidsinstrumenten die de overheid inzet, maar die niet rechtstreeks bijdragen tot het bereiken van de beoogde milieudoelstellingen (Ochelen et al., 2007). Daarbij gaat het over de kosten van de voorbereiding, de uitvoering en de handhaving (bovenop de bestrijdingskosten), bv. tijd- en geldkosten van overleg, metingen, rapportering, inspecties, sanctionering, gerechtskosten. Deze kosten zijn afhankelijk van het beleid dat gevoerd wordt en de (mix van) instrumenten die ingezet worden. Een inschatting van reguleringskosten maakt dan ook geen deel uit van deze studie opdracht.

We willen hierbij verwijzen naar de databank die vanuit het departement Leefmilieu, Natuur en Energie (LNE) wordt opgezet en die tot doel heeft om parameterwaarden te definiëren voor de kosten die gepaard gaan met de verschillende processtappen van beleidsinstrumenten (IdeaConsult en Ecolas, 2007). De databank werd reeds gebruikt voor interne (LNE) studies naar de rapporteringskosten van de gemeenten voor de samenwerkingsovereenkomst en naar de administratieve lasten van bedrijven voor het invullen van het integraal milieujaarverslag.

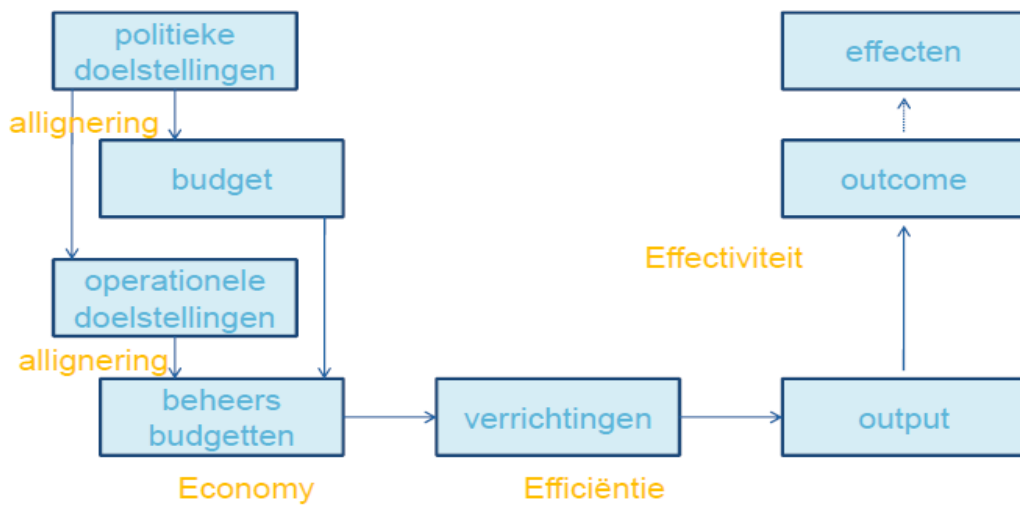
HOOFDSTUK 8. MONITORING EN EVALUATIE

De inschatting van het CO₂-reductiepotentieel van bijkomende maatregelen maar ook het referentiescenario zijn gebaseerd op aannames met betrekking tot de evolutie van exogene parameters en aannames over het ambitieniveau van het energie- en klimaatbeleid op federaal, Vlaams en lokaal niveau. Deze parameters kunnen de komende jaren wijzigen en zelfs negatief inwerken op de CO₂-uitstoot. Daarnaast zal de Stad Antwerpen nieuwe inzichten verwerven over de haalbaarheid van de CO₂-reductiedoelstellingen tegen 2020 en het ambitieniveau ná 2020. Het is dan ook belangrijk om de evolutie van het energieverbruik, de CO₂-uitstoot en de parameters die deze evolutie (exogeen of endogeen) sturen te monitoren. In hoofdstuk 8 beschrijven we eerst het begrip monitoring en het theoretisch denkkader van een monitoringsysteem. Vervolgens geven we aan op welke manier de gegevens die verzameld werden en de inzichten die verworven werden binnen deze studie opdracht gebruikt kunnen worden om de impact van het beleid op de CO₂-uitstoot te monitoren en te evalueren.

8.1. MONITORING EN EVALUATIE IN EEN NOTENDOP

Verschillende overheden hebben raamwerken ontwikkeld die door overheidsmanagers en auditoren gebruikt worden om op een objectieve manier aan monitoring en beleidsevaluatie te kunnen doen. Deze raamwerken zijn allemaal gebaseerd op dezelfde interpretatie van de **beleids- en beheerscyclus** zoals die in Figuur 81 wordt weergegeven.

De beleids- en beheerscyclus werd eind jaren negentig geïntroduceerd in het publiek managementdenken in Vlaanderen door professor Geert Bouckaert en Tom Auwers in het boek "Prestaties meten in de overheid". Voornoemde cyclus wordt eveneens als uitgangspunt gebruikt door de Europese Commissie om, bijvoorbeeld, op Europees niveau een impact analyse van nieuw (ex ante) of bestaand (ex post) beleid uit te voeren. Het raamwerk dat door de Europese commissie werd uitgewerkt heet MEANS (meer informatie is terug te vinden via volgende hyperlink: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/evaluation/means_en.htm). Dit raamwerk werd gebruikt bij de evaluatie van de effectiviteit van het openbaar vervoerbeleid in Vlaanderen (<http://www.mobielvlaanderen.be/studies/ov-benchmarkstudie/eindrapport.pdf>).



Figuur 81: Beleids- en beheerscyclus

Bron: De Samblanx et al. (2009)

De politieke doelstellingen, die vaak geformuleerd worden in de vorm van ambitieniveaus, worden vertaald in operationele doelstellingen per beleidsdomein. Vervolgens worden er budgetten vastgelegd. Operationele doelstellingen zijn doelstellingen die aangeven op welke manier het ambitieniveau zal bereikt worden, zoals bijvoorbeeld modal shift doelstellingen of x% van de energievoorziening via warmtenetten. Het is uiteraard belangrijk dat de operationele doelstellingen in lijn zijn met de politieke doelstellingen: de optelsom van operationele doelstellingen moet immers in lijn liggen met het politieke ambitieniveau. Om dit goed te kunnen doen moet er zicht zijn op het technologisch potentieel: indien het reductiepotentieel van modal shift doelstellingen onduidelijk is, blijft het ook onduidelijk of het politieke ambitieniveau wel kan gehaald worden. Bovendien kan het reductiepotentieel afhankelijk zijn van verschillende parameters, zoals bijvoorbeeld, de economische groei of het weer, maar ook de beschikbaarheid van bepaalde technologieën op de markt en de kenmerken van de technologie (bijvoorbeeld emissiefactoren van nieuwe voertuigen).

Nadat de operationele doelstellingen werden vastgepind, moeten middelen of budgetten worden vrijgemaakt om ze te realiseren. Om dit te kunnen doen, heeft men een beslissing nodig over de verschillende beleidsinstrumenten die worden ingezet om de operationele doelstellingen te bereiken. Zoals reeds aangegeven in hoofdstuk 7, kan de overheid gebruik maken van een mix van beleidsinstrumenten. Een afweging die bij de keuze van de instrumentenmix kan gemaakt worden, is bijvoorbeeld welk instrument het meest budgetvriendelijk is of beperkte bijkomende maatschappelijke kosten teweegbrengt. In het Engels heet dit “economy” of spaarzaamheid. Het woord “economy” is één van de drie karakteristieken van good governance of deugdelijk bestuur (Economy, Efficiency, Effectiveness).

De overheid staat in voor de toepassing van de instrumentenmix door, bijvoorbeeld, subsidies of premies toe te kennen, belastingen en retributies te innen of sensibiliseringsacties te starten. Deze verrichtingen monden uit in een zekere output, zoals bijvoorbeeld aantal premies, aantal belastingkohiers, aantal opleidingen. De verhouding tussen de output en de input wordt aangeduid met de term “efficiëntie”. Het is mogelijk de efficiëntie van deze verrichtingen te

evalueren door, bijvoorbeeld, administraties die soortgelijke processen uitvoeren met elkaar te benchmarken. In dit kader komt ook vaak de term “administratieve kost” naar voren: niet elke output zal dezelfde administratieve kosten met zich brengen. Daarom kan het nuttig zijn naast de efficiëntie van het proces binnen een administratie ook na te gaan welke administratieve kosten een bepaald proces of beleidsinstrument teweegbrengt voor, bijvoorbeeld, burgers en bedrijven.

De output resulteert in een bepaalde outcome. Subsidies of premies voor ketelvervangingen kunnen, bijvoorbeeld, bijdragen tot een bepaalde energiebesparing. Outcome kan bepaalde effecten genereren, zoals minder uitstoot van broeikasgassen. De mate waarin output daadwerkelijk resulteert in effecten wordt omschreven met de term “effectiviteit”, de derde component van behoorlijk bestuur.

Monitoring is een proces dat als het ware “ingebakken” is in de beleids- en beheerscyclus en dat toelaat op een continue manier de output en outcome van een beleid te meten en bij te sturen. Het monitoringsysteem focust daarbij in de eerste plaats op “meten” en “signaleren”: er gaat als het ware een rood lichtje branden dat het vooropgestelde doel niet zal bereikt worden. Het systeem kan ook indicaties geven over de oorzaak van dit signaal en duiding geven over de ernst van het vastgestelde probleem. Een monitoringsysteem geeft met andere woorden een antwoord op de vraag: “Are we doing things right?”. Een monitoringsysteem is in principe niet zelfregulerend. Dit betekent dat een monitoringsysteem aangeeft dat herberekeningen van, bijvoorbeeld, het CO₂-reductiepotentieel noodzakelijk zijn, maar het systeem zelf zal de herberekening niet uitvoeren.

Beleidsvaluatie is een methode om op een gestructureerde manier de effecten van een bepaald beleid te meten en te analyseren. Beleidsvaluatie gebeurt meestal ex post (nadat het beleid werd uitgevoerd) maar kan ook ex ante worden uitgevoerd om de te verwachten effecten van een (beleids)maatregel in kaart te brengen. Beleidsvaluaties geven een antwoord op de vraag: “Are we doing the right things?” en gebeuren in tegenstelling tot monitoring ad hoc.

Uit de generieke definitie van monitoringsystemen kunnen we afleiden dat dergelijk systeem voldoende informatie moet kunnen leveren om het volgende te bewaken:

1. De link tussen de politieke en operationele doelstellingen: welke exogene risico’s hebben potentieel een impact op de afstemming tussen de politieke en operationele doelstellingen? Dit kunnen exogene risicofactoren zijn, bijvoorbeeld: economische groei, demografische ontwikkelingen, brandstofprijzen, graaddagen, levensduur van een bepaalde technologie. Dit kunnen ook endogene risicofactoren zijn, bijvoorbeeld: einde van een legislatuur, besparingsmaatregelen zodat ambitieniveaus moeten worden bijgesteld.
2. De link tussen de output en de middelen: worden de vooropgestelde middelen vrijgemaakt en resulteren ze daadwerkelijk in de vooropgestelde output?
3. De link tussen de output en de outcome: resulteert de output wel in de verwachte outcome? Bijvoorbeeld: Leiden premies inderdaad tot een dalend verbruik of zijn de sensibiliseringsacties inderdaad wel effectief?

Het is belangrijk dat een monitoringsysteem inzicht geeft in de oorzaak-gevolgrelaties en de punten waarop moet/kan worden bijgestuurd. In die zin verschilt een monitoringsysteem van een zuiver rapporteringssysteem.

Het monitoringsysteem maakt gebruik van een set van indicatoren om voornoemde linken te kunnen bewaken. Een indicator is een (meestal kwantitatief) kengetal dat informatie geeft over een variabele of parameter die men wil meten, bijvoorbeeld, CO₂-uitstoot in een bepaalde sector.

Een goed monitoringsysteem omvat een gebalanceerde set van indicatoren die informatie geven over elke link in de beleids- en beheerscyclus, dit wil zeggen over de doelstellingen, de kritische succesfactoren, de verrichtingen, de output en de outcome.

8.2. TOOLS VOOR DE STAD ANTWERPEN

De ontwikkeling en operationalisering van een monitoringsysteem dat de ganse beheers- en beleidscyclus omvat, is niet haalbaar binnen deze studieopdracht. We hebben getracht om al de eerste stappen te zetten in de richting van een monitoringsysteem door een aantal bestanden op te bouwen in Excel. We maken hierbij gebruik van de gegevens die verzameld werden en de inzichten die verworven werden binnen de studie opdracht. In volgende paragrafen beschrijven we de functionaliteiten van deze excelbestanden.

8.2.1. MONITORING EMISSIES EN VERBRUIKEN

Het bestand “**monitoring emissies en verbruiken**” is opgebouwd uitgaande van de methodologie die gevolgd werd bij de opmaak van de nulmeting, in het kader van het klimaatplan Antwerpen, en de gegevens die binnen dat kader verzameld werden. Dit wil zeggen dat de CO₂-uitstoot wordt uitgedrukt in functie van het energieverbruik en een emissiefactor per eenheid energieverbruik. Omdat deze benadering ook aansluit bij de rapporteringsvereisten in het kader van het Burgemeesterconvenant, hebben we geprobeerd om hierop maximaal af te stemmen.

De informatie in het bestand maakt het mogelijk om voor een bepaald jaar de effectieve CO₂-uitstoot en het energieverbruik te evalueren en een indicatie te krijgen van de "kloof" ten opzichte van de CO₂-doelstellingen in 2020. Daarnaast wordt getracht om een indicatie te geven van de parameters die de CO₂-uitstoot en dus ook de kloof beïnvloeden, zoals bijvoorbeeld energie efficiëntie en energiemix. Deze parameters verwijzen naar het veldmodel dat in hoofdstuk 6 per sector werd opgemaakt. Een voorbeeld ter illustratie: een daling van de CO₂-uitstoot in de residentiële sector ten opzichte van de nulmeting kan verklaard worden door een daling van het energieverbruik en/of door een omschakeling naar een brandstof met een lagere CO₂-uitstoot per eenheid verbruik.

Echter, bijkomende informatieverzameling/verwerking is nodig om de effectiviteit van het energie- en klimaatbeleid op het stedelijk grondgebied Antwerpen eenduidig te kunnen monitoren. Het brandstofverbruik van de sector transport, bijvoorbeeld, wordt beïnvloed door het aantal voertuigkilometers dat met een bepaald voertuigtype afgelegd wordt, op een bepaald type weg.

Bovendien zijn er een aantal exogene parameters (omgevingsfactoren) die de kloof kunnen beïnvloeden zonder dat de lokale overheid hierop kan ingrijpen. We denken hierbij aan demografische evolutie, economische groei, brandstofprijzen, koude winters. Voor het stadsbestuur zijn de parameters die kunnen beïnvloed worden door de Europese, federale of Vlaamse overheid in principe ook exogeen. We denken, bijvoorbeeld, aan de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe wagens. Het is daarom belangrijk om jaarlijks na te gaan of er geen grote schommelingen opgetreden zijn in deze exogene parameters.

Binnen deze studieopdracht hebben we de impact van voornoemde exogene parameters en het beslist beleid doorgerekend in het referentiescenario. In het bestand werd het energieverbruik en de CO₂-uitstoot in 2020 volgens het referentiescenario opgenomen (2020 REF). Indien er te grote afwijkingen geconstateerd worden ten opzichte van de aannames die gemaakt werden bij de

opmaak van het referentiescenario (cf. hoofdstuk 5), is in principe een herberekening van het referentiescenario nodig om na te gaan wat de impact is op de realisatie van de CO₂-reductiedoelstellingen.

Voor de monitoring van bijkomende maatregelen kunnen ook indicatoren worden gedefinieerd die het mogelijk maken om de goede uitvoering van de maatregelen op te volgen. Hiervoor zal bijkomende informatieverzameling/verwerking nodig zijn. Voor de monitoring van de “modal shift” doelstelling voor woon-werkverkeer zijn, bijvoorbeeld, volgende gegevens belangrijk:

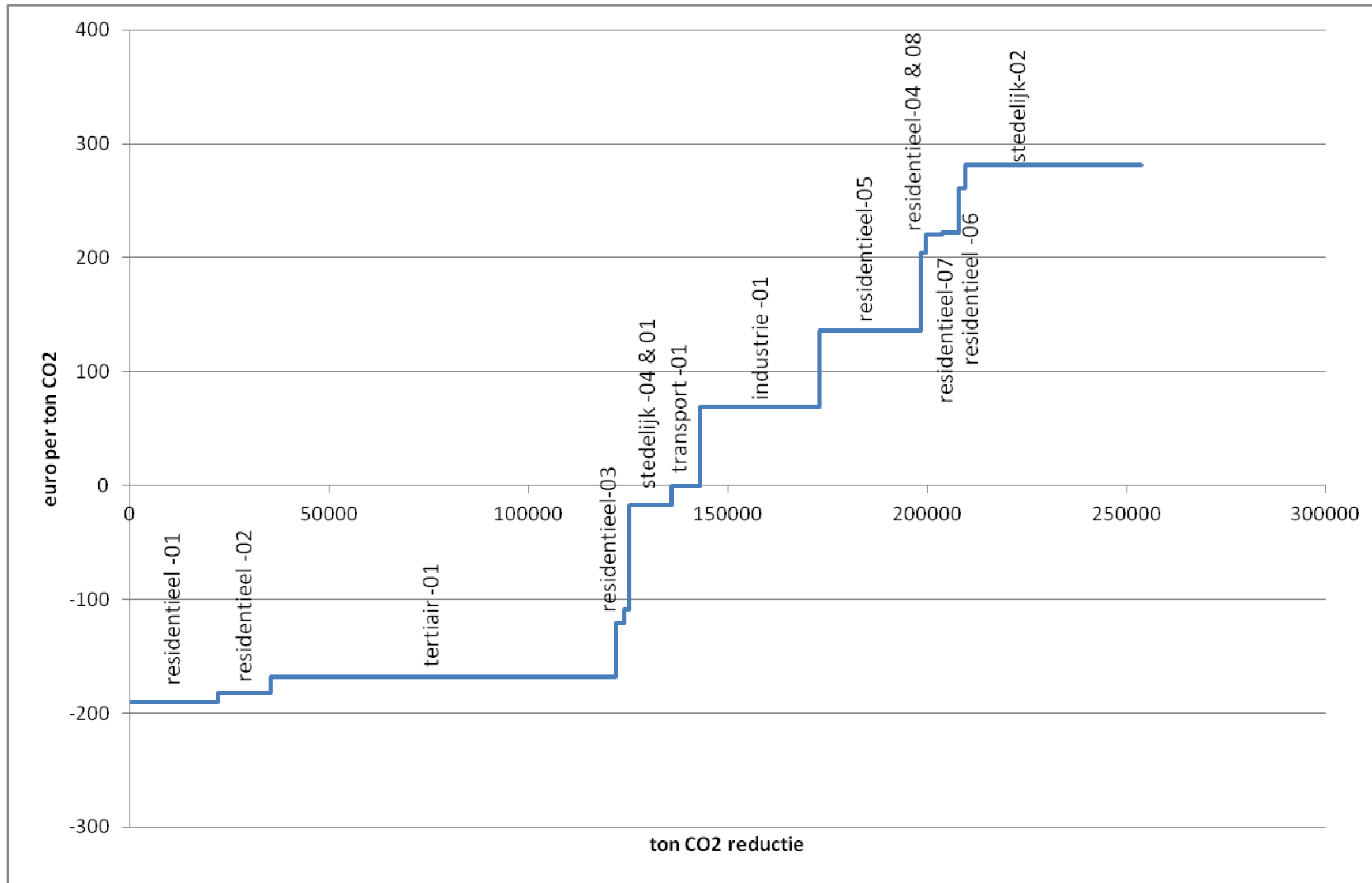
- aantal werknemers/jobs in Antwerpen (bepaalt het groeipad),
- gemiddelde afstand van een woon –werkverplaatsing,
- modal split van de woonwerkverplaatsingen.

8.2.2. EVALUATIE BIJKOMENDE MAATREGELEN

Het bestand “**evaluatie bijkomende maatregelen**” bevat informatie over maatregelen die tegen 2020 ingezet kunnen worden. Het gaat hier om de selectie van maatregelen die bijkomend kunnen ingezet worden ten opzichte van het referentiescenario 2020 en waarvan de impact doorgerekend werd in hoofdstuk 6.

Op basis van de informatie in dit bestand kunnen prioriteiten gesteld worden tussen maatregelen in functie van, bijvoorbeeld, kosten per eenheid CO₂-reductie of impact op de “kloof”. Het overzicht met totale jaarlijkse kosten, totale energiebesparingen en totale CO₂-reductie bevat de basisgegevens voor deze criteria. In het overzicht met parameters en in de fiches per maatregel wordt bijkomende informatie gegeven bij de berekeningen.

In volgende figuur worden de bijkomende maatregelen gerangschikt in functie van de kost per eenheid CO₂ reductie. Er zijn verschillende maatregelen in de residentiële en tertiaire sector, maar ook bij de stedelijke diensten die een negatieve totale jaarlijkse kost (of besparing) hebben. Dakisolatie bij 95% van de huishoudens op het stedelijk grondgebied Antwerpen heeft de laagste kost per eenheid reductie, ca. -191 euro per ton CO₂. Extra maatregelen bouwfysica van de gemeentelijke diensten heeft de hoogste kost per eenheid reductie, ca. .281 euro per ton CO₂.



Figuur 82: Rangschikking bijkomende maatregelen in functie van kost per eenheid CO₂-reductie

Er zijn ook andere criteria mogelijk op basis waarvan prioriteiten tussen maatregelen gesteld kunnen worden. In de fiches per maatregel hebben we (kwalitatieve) informatie opgenomen over:

- effecten op andere milieu-compartimenten, zoals bijvoorbeeld afval, lucht, water, geluid.
- mogelijke sociaal-maatschappelijke effecten, zoals bijvoorbeeld, impact op tewerkstelling.
- instrumenten van directe regulering, marktconforme regulering en sociale regulering die de Stad Antwerpen kan inzetten om de sectoren te stimuleren om de maatregel te implementeren.

Een beoordelingskader gebaseerd op een Multi criteria analyse maakt het mogelijk om de verschillende kwantitatieve (bv. kosten en effecten) en kwalitatieve criteria (bv. sociaal-maatschappelijke effecten) ten opzichte van elkaar af te wegen. In volgende tabel geven we een voorbeeld van dergelijk beoordelingskader. Indien een bepaald criterium in de beoordeling zwaarder doorweegt dan een ander criterium kunnen wegingsfactoren gebruikt worden.

CRITERIUM	SCORE				
	0	2	4	6	8
Effect (reductiepotentieel)	<0,5%	0,5%<...<1%	1%<...<5%	5%<...<10%	>10%
Tijdsschema		>5jaar	2jaar<...<5jaar	>2 jaar	
Kosteneffectiviteit	>1000€/ton	100<...<1000€/ton	20<...<100€/ton	0<...<20€/ton	<0€/ton
Effect op andere milieucompartimenten		overwegend negatief	matig negatief	geen significante effecten	overwegend positief
Sociaal-Maatschappelijke effecten		overwegend negatief	matig negatief	geen significante effecten	overwegend positief

Figuur 83: Voorbeeld kwalitatieve beoordeling maatregelen Limburg CO₂-neutraal (TACO2-studie)

Bron: Gorissen et al. (april 2011)

Echter, indien de realisatie van de CO₂-reductiedoelstellingen tegen 2020 wordt vooropgesteld, lijkt een afweging tussen de geselecteerde maatregelen op basis van tijdschema, kosten en effecten niet aan de orde. Ook al worden alle geselecteerde maatregelen ingezet, de CO₂-reductiedoelstelling voor het stedelijk grondgebied wordt niet gerealiseerd. Bovendien hield de selectie van de bijkomende maatregelen reeds een afweging in op basis van juridische, technische, maatschappelijke haalbaarheid. Bij deze selectie hielden we ook rekening met het instrumentarium waarover de stad Antwerpen beschikt om de sectoren te stimuleren. Elk van de geselecteerde maatregelen vereist de inzet van bijkomende instrumenten om een CO₂-reductie te bewerkstelligen die verder gaat dan de impact van het besliste beleid. Wat het effect op andere milieucompartimenten betreft, zijn er slechts een beperkt aantal maatregelen waarvoor dit criterium een rol kan spelen in de afweging. Met name de houtpellet ketels bij de huishoudens en de ketels op schone houtchips bij de niet-ETS bedrijven kunnen een negatief effect hebben op de luchtkwaliteit. De maatregel modal shift woonwerkverkeer is een voorbeeld van een maatregel met een positief effect op andere compartimenten (verbetering luchtkwaliteit en beperking geluidshinder) en een beperkt neveneffect op CO₂. Niet alleen bij de selectie van de maatregelen maar ook bij de doorrekening van hun impact op de CO₂-uitstoot hebben we (impliciet) prioriteiten gesteld. Indien meerder maatregelen samen konden ingezet worden en elkaar niet uitsloten, zoals de maatregelen voor de residentiële sector, maakten we een assumptie over de volgtijdelijkheid van de maatregelen uitgaande van de principes van de “trias energetica”.

HOOFDSTUK 9. CONCLUSIES

“Op maat van de Stad Antwerpen”

Bij de uitvoering van voorliggende studie opdracht hebben we zoveel mogelijk gebruik gemaakt van stadspecifieke gegevens, zowel voor bottom-up berekeningen, zoals bijvoorbeeld de nulmeting voor industrie niet-ETS en de doorrekening van de maatregelen van de stedelijke diensten, als voor top-down berekeningen, zoals bijvoorbeeld de herschaling van de Vlaamse energie- en broeikasgasprognoses. Stadspecifieke gegevens zijn niet alleen nodig om “op maat van de Stad” een nulmeting te kunnen op stellen of inschatting te kunnen maken van de toekomstige CO₂-uitstoot. Deze gegevens zijn tevens cruciaal voor de monitoring en evaluatie van het energie- en klimaatbeleid van de Stad Antwerpen.

Voor een aantal sectoren kan een bijkomende kennisvergaring en gegevensverzameling op schaalniveau van het stedelijke grondgebied, de betrouwbaarheid en eenduidigheid van de berekeningen en monitoring verhogen.

Voor de tertiaire sector zijn kennis en gegevens over de specifieke energieverbruiken en gebouwkenmerken per subsector nodig. Deze kennisleemte manifesteert zich niet alleen op het stedelijk grondgebied Antwerpen maar ook op niveau van Vlaanderen. Op die manier kan de betrouwbaarheid waarmee het huidige en toekomstige CO₂-besparingspotentieel wordt ingeschat verhoogd worden. Door het potentieel van deze zeer heterogene sector gedetailleerd(er) in te brengen, is ook meer diversificatie tussen subsectoren mogelijk.

Voor de sector mobiliteit en transport zou het nuttig zijn om de gegevens over de voertuigvloot specifiek te maken voor Antwerpen. Momenteel ontbreken gedetailleerde meetgegevens per district, per voertuigtype en wegtype. De Stad kan, bijvoorbeeld, meetgegevens bestellen bij het Vlaams Verkeerscentrum over voertuigkilometers op Antwerpse wegen, per voertuigtype en geëxtrapoleerd op jaarbasis.

Voor de stedelijke vloot is een meer doorgedreven analyse van het voertuiggebruik (afgelegde kilometers) voor alle stedelijke diensten noodzakelijk om maatregelen te kunnen definiëren die de vooropgestelde reductiedoelstelling van de stedelijke organisatie ondersteunen en de sterke groei ombuigen.

Impactberekening klimaatacties 2020

Het besliste beleid op federaal, Vlaams en lokaal niveau en de geplande maatregelen in Antwerpen zijn onvoldoende om de vooropgestelde CO₂-reductiedoelstellingen tegen 2020 te realiseren. Ook ná inzet van de geselecteerde maatregelen wordt de CO₂-doelstelling voor het stedelijk grondgebied niet gehaald (kloof= -7%) en wordt de doelstelling voor de stedelijke organisatie net gehaald. Hierbij moeten we opmerken dat bepaalde inspanningen die moeten geleverd worden volgens het referentiescenario reeds vergaand zijn, zoals bijvoorbeeld een efficiëntieverbetering van 2% per jaar voor industrie niet-ETS, en uitgaan van een effectief beleid op alle overheidsniveaus. Een aantal van de (bijkomende) maatregelen zijn zogenaamde “no regret maatregelen”. De praktijk leert ons echter dat we niet zomaar kunnen aannemen dat deze maatregelen “spontaan” worden genomen (barrière-effecten) en als ze genomen worden, dat de vooropgestelde energiebesparingen gerealiseerd worden (rebound effecten). Daartegenover staan

de bijkomende maatregelen met een positieve kost per eenheid CO₂-reductie die meer dan het 10-voud bedraagt van de CO₂-prijs (EU ETS) die verwacht wordt in 2020.

Een keuze tussen maatregelen en/of tussen sectoren op basis van uitvoerbaarheid, kosten of effecten lijkt minder aan de orde dan de keuze van (de mix van) instrumenten die de Stad zal inzetten opdat de sectoren de vooropgestelde energiebesparingen realiseren en de vereiste investeringen plaatsvinden. Monitoring van de evolutie van het energieverbruik, de CO₂-uitstoot en de parameters die deze evolutie (exogeen of endogeen) sturen is hierbij cruciaal.

Naar een energie- en CO₂-neutrale stad

Binnen de scope van voorliggende studie hebben we maatregelen geselecteerd en doorgerekend die een effectieve reductie van CO₂ kunnen realiseren tegen 2020. Wil de Stad echter in lijn blijven met het Europees beleid, dienen nu reeds voorbereidingen en strategieën ontwikkeld te worden die gericht zijn op de langere termijn (2050). Europa beoogt immers een emissiereductie van -80% tegen 2050. De transformatie naar een koolstofarme stad vraagt voorbereiding (infrastructuur, opleiding technici etc.) en een systeemperspectief dat niet alleen technologische innovaties omvat maar ook institutionele en sociaal-culturele innovaties. De instrumenten en maatregelen die nu ingezet (kunnen) worden, zijn noodzakelijk maar niet toereikend.

Door enkel rekening te houden met 2020 doelstellingen loopt de Stad het gevaar dat er beslissingen genomen worden die beloftevolle toekomstige opties niet mogelijk maken of uitsluiten. Beslissingen die genomen worden met betrekking tot infrastructuur, ruimtelijke of economische herstructurering, nieuwbouw, enz. hebben immers een invloed op de (zeer) lange termijn. We denken hierbij aan, bijvoorbeeld, de aanleg van warmtenetten of infrastructuur voor elektrische voertuigen maar ook aan de rol van biomassa in de lokale energievoorziening. Door de ontwikkeling van een brede, gedragen lange termijnvisie op klimaat(verandering) en energie kan de Stad richting geven aan korte en middellange termijn beslissingen, handelingen en investeringen, zonder de toekomstige opties te beperken.

Door te experimenteren met innovaties die strategisch aansluiten bij de lange termijnvisie, via het ontwikkelen van niches rond deze innovaties en door het verdiepen, verbreden en opschalen van deze niches (bv hernieuwbare energie), verkleint de stad haar kwetsbaarheid ten aanzien van veranderende omstandigheden, zoals olie- en voedsel prijschommelingen. Het uittesten van innovaties op kleine schaal brengt duurzame systemen dichterbij en genereert specifieke kennis die nodig is om op middellange en lange termijn nieuwe technologieën adequaat in te zetten. We denken hierbij aan de MIP haalbaarheidstudie HEAT- Energieclusters Antwerpen en de haalbaarheidstudie wijkverwarming Cadixwijk.

LITERATUURLIJST

Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community.

Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast).

Tweede actieplan energie-efficiëntie Vlaams Gewest, 17 juni 2011.

AEA Technology Environment, *The London Low Emission Zone Feasibility Study: A Summary of the Phase 2 Report to the London Low Emission Zone Steering Group*, 2003.

Aernouts, K., Jespers, K., Vangeel, S., *Energiebalans Vlaanderen 2008*, VITO, VITO, juli 2010.

Bachus, K., Defloor, B., Van Ootegem, L., *Indicatoren voor de vergroening van de fiscaliteit in Vlaanderen*, Hoger Instituut van de Arbeid en Hogeschool Gent in opdracht van MIRA-VMM, 2004.

Beheersmaatschappij Antwerpen Mobiel, *Masterplan 2020 - Bouwstenen voor de uitbreiding van het Masterplan Mobiliteit Antwerpen*, 30 maart 2010.

Bossier, F., Bracke, I., *Projections of GHG Emissions by 2020 for Belgium*, Federaal Planbureau, 2011.

Briffaerts, K., Cornelis, E., Dauwe, T., Devriendt, N., Guisson, R., Nijs, W., Vanassche, S., *Prognoses hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling tot 2020*, VITO, oktober 2009.

CE Delft, *Evaluatie energiebesparingsbeleid in de industrie*, Nieuwsbrief Milieu en Economie, <http://www.nieuwsbriefmilieueconomie.nl/>, geraadpleegd januari 2012.

Commissie Auditconvenant, http://www.auditconvenant.be/nl/nl70_voortgang.asp, geraadpleegd november 2011.

Commissie Benchmarking, http://www.benchmarking.be/nl/voortgang_wie.asp, geraadpleegd november 2011.

CROW, Tijdschrift voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte, jaargang 2, nummer 4, 2007.

Cyx W., Renders N., Van Holm M., Verbeke S., *IEE TABULA - Typology Approach for Building Stock Energy Assessment*, VITO, August 2011.

De Coninck R., Verbeeck G., *Technisch-economische analyse van de rendabiliteit van energiebesparende investeringen*, Brussels Instituut voor Milieubeheer, 2005.

Dedecker, K., *De Energy Ball: veel geld voor weinig energie*, Lowtech Magazine, 2008/7, <http://www.lowtechmagazine.be/2008/07/energy-ball.html>, geraadpleegd januari 2012.

DEFRA, *A framework for pro-environmental behaviours*, Department for Environment, Food and Rural Affairs, January 2008.

De Kooning, J., De Maeyer, J., Laveyne J., Van Eetvelde, G., Vandeveld, L., *Kleine windturbines*, Het Ingenieursblad, nummer 5, 2011.

Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, *Cijfers van bedrijven vallende onder EU ETS in Vlaams Gewest*, <http://www.lne.be/themas/klimaatverandering/co2-emissiehandel/vaste-installaties/cijfers>, geraadpleegd september 2011.

Desmedt, J., Van Bael, J., *Potentieel groene warmte uit lucht warmtepompen in Vlaanderen*, VITO, april 2010.

De Samblanx, Michel J., Cools, I. *Good governance in een overheidsomgeving: de rol van interne controlesysteem*, Die Keure: Brugge, 2009.

De Vlieger I., Pelkmans L., Schrooten L., Vankerkom J., Vanderschaeghe M., Grispen R., Borremans D., Vanherle K., Delhaye E., Breemers T., De Geest C., *Wetenschappelijk Rapport – Toekomstverkenning MIRA 2009*, VMM, november 2009.

De Vlieger, I., Aernouts, K., Cools, I., Degrauwe, B., De Meulemeester, H., Meessen, J., *Opmaak van een carbon footprint en CO_{2eq} inventaris voor het Havenbedrijf en de haven van Antwerpen*, VITO, vertrouwelijk rapport, mei 2011.

Duerinck, J., Aernouts, K., Beheydt, D., Briffaerts, K., De Vlieger, I., Renders, N., Schoeters, K., Schrooten, L., Van Rompaey, H., *Energie en broeikasgasscenario's voor het Vlaamse gewest – verkenning beleidsscenario's tot 2030*, VITO, april 2007.

Duerinck J., Schoeters K., Renders N., Beheydt D., Aernouts K., Herold A., Graichen V., Anderson J., Bassi S., *Assessment and improvement of methodologies used for Greenhouse Gas projections*, Final report to DG Environment under service contract, VITO, Öko Institut, IEEP, 2008.

Energy Information Administration, International Energy statistics, <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/>, geraadpleegd oktober 2011.

Essencia en Fetrap, *Pijpleidingtransport, de meeste duurzame transportmodus*, 2010.

European Commission, *Commission staff working paper: Impact Assessment of the directive of the European parliament and of the Council on energy efficiency and amending and subsequently repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC*, 2011.

European Commission, *Lighting the Future - Accelerating the deployment of innovative lighting technologies*, Green paper, COM (2011) 889 final, 15 December 2011.

European Union, *How to develop a sustainable energy action plan (SEAP) – Guidebook*, 2010.

European Union, *EU energy trends to 2030 – update 2009*, Directorate General for Energy, 2010.

European Union, *Verordening (EG) nr. 443/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009 tot vaststelling van emissienormen voor nieuwe personenauto's, in het kader van de communautaire geïntegreerde benadering om de CO₂-emissies van lichte voertuigen te beperken.*

European Union, *Recommendations on measurement and verification methods in the framework of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services – preliminary draft excerpt*, Directorate General for Energy, 2010.

Futerra, *Biodiversity Communications. A Futerra Communications Masterclass*, 2010.

Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen, *Jaarverslag 2009*, 2010.

Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen, *Jaarverslag 2010*, 2011.

Gorissen L., Vercaemst P., Aernouts K., Beckx C., Briffaerts K., Cornelis E., Dils E., Franckx L. Laes E., Lodewijks P., Meynaerts E., Renders N., Vercalsteren A., Vos D., *Totaal Actieplan CO₂ - Scenario's voor een CO₂-neutraal Limburg in 2020*, VITO, april 2011.

Gusbin D., Hoornaert B., *Energievooruitzichten voor België tegen 2030*, Federaal Planbureau, 2004, http://www.plan.be/websites/pp095/nl/html_books/24.html.

Hooge Maey, *Prognose gasproductie tot 2020*, <http://www.hoogemaey.be>, geraadpleegd november 2011.

IdeaConsult en Ecolas, *Reguleringskostendatabank – Milieubeleidsinstrumenten*, eindrapport, in opdracht van LNE, september 2007.

IdeaConsult, *Over het Stedenfonds en het samenspel tussen de Vlaamse overheid en haar centrumsteden*, Syntheserapport visitaties Stedenfonds, 2011.

Indaver, *Projecten – Medipower*, <http://www.indaver.be/Medipower.2029.0.html?&L=2>, geraadpleegd november 2011.

Instituut voor Mobiliteit, *Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen - Antwerpen*, <http://www.mobielvlaanderen.be/ovg/>, geraadpleegd november 2011.

Jespers, K., Aernouts, K. Vangeel, S., Cornelis, E., *Inventaris duurzame energie in Vlaanderen 2009 DEEL I hernieuwbare energie*, VITO, februari 2011.

Jespers, K., Aernouts, K., Vangeel, S., *Inventaris duurzame energie in Vlaanderen 2010 DEEL I hernieuwbare energie*, november 2011.

JRC, *EU-maatregelen voor energie-efficiëntie dragen bij tot stabilisering van het energieverbruik – afname van het huishoudelijk verbruik*, 2009, news release.

Lefebvre W., Schillemans L., Op 't Eyndt T., Vandersickel M., Poncelet P., Neuteleers C., Dumez J., Janssen S., Vankerkom J., Maiheu B., Janssen L., Buekers J., Mayeres I., *Voorstel van maatregelen om de luchtkwaliteit te verbeteren en de geluidshinder te beheersen in de stad Antwerpen*, VITO, Tractebel, Tritel, maart 2011.

- Lodewijks, P., Renders, N., Beheydt, D.; Nijs, W., Meynaerts, E., *Calculation of Flemish Cost Curves for GHG reduction measures*, VITO, oktober 2008.
- Lodewijks, P., Cochez, E., Duerinck, J., Meynaerts, E., Renders, N., Van Wortswinkel, L., *Kostencurves hernieuwbare energie voor het Vlaamse Gewest met het Milieukostenmodel*, VITO, vertrouwelijk rapport, juli 2010.
- Maerivoet S., Yperman I., *Analyse van de verkeerscongestie in België*, Transport and Mobility Leuven in opdracht van Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, Directoraat-generaal Mobiliteit en Verkeersveiligheid, oktober 2008.
- Mertens, S., *1ste Evaluatie meetresultaten testveld kleine windturbines Zeeland*, Ingreenious, mei 2009.
- Meynaerts E., Cools I., Lodewijks P., Renders N., Duerinck J., Aernouts K., *Ondersteuning bij de ontwikkeling van het Vlaams Klimaatbeleidsplan*, VITO i.o.v. LNE, lopende.
- MIP, *Milieu- en energietechnologie Innovatie Platform*, <http://www.mipvlaanderen.be/>, geraadpleegd januari 2012.
- Moorkens I., Briffaerts K., *Onrendabele toppen groene warmte*, VITO i.o.v. VEA, mei 2009.
- Moorkens I., *Update onrendabele toppen van WKK installaties in Vlaanderen*, VITO, maart 2010.
- NIS, *Algemene socio-economische enquête 2001*.
- NIS, *Statistieken: Begonnen residentiële nieuwbouw per bestemming*, FOD Economie ADSEI ,2009.
- NIS, *Statistieken huishoudens per gemeente*, FOD Economie ADSEI, 2011.
- OECD, *The Cost and Efficiency of Reducing Transport GHG Emissions, Preliminary Findings*, 2009.
- Ochelen S., Putzeys B., *Milieubeleidskosten – Begrippen en berekeningsmethoden*, Vlaamse Overheid, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, 2007.
- OVAM, *Uitvoeringsplan Milieuverantwoord Beheer van Huishoudelijke afvalstoffen 2008 – 2015*.
- Renders N., Duerinck J., Altdorfer F., Baillot Y., *Potentiële emissiereducties van de verwarmingssector tegen 2030*, VITO en Econotec, studie in opdracht van FOD Leefmilieu, januari 2011.
- Stad Antwerpen, *Stad Antwerpen in Cijfers*, <http://www.antwerpen.buurtmonitor.be/>, geraadpleegd oktober 2011.
- Stad Antwerpen, *Monitor Wonen 2010*, december 2010.
- Stad Antwerpen, *Klimaatplan Antwerpen*, januari 2011.
- Stad Antwerpen, *Antwerpen, duurzame stad voor iedereen, vanuit de focus energie en milieu*.

Stad Antwerpen, *Strategisch Ruimtelijk Structuurplan Antwerpen Ontwerpen*, <http://www.ruimtelijkstructuurplanantwerpen.be>, geraadpleegd december 2011.

Stad Antwerpen, *Sector- en competentiefoto Horeca*, <http://www.antwerpen.be>, geraadpleegd december 2011.

Steunpunt Werk en Sociale Economie, *Waar die files heen gaan? Gemeentelijke pendel in kaart gezet*, Arbeidsmarktflits 95, 8 oktober 2009.

Studiedienst van de Vlaamse Regering, *Bevolkingsprojecties Vlaamse gemeenten en steden 2009-2030*, <http://www4.vlaanderen.be/dar/svr/Pages/2011-01-24-studiedag-projecties.aspx>, geraadpleegd november 2011.

Studiedienst van de Vlaamse Regering, *Gemeentelijke pendel in kaart*, <http://www4.vlaanderen.be/dar/svr/Pages/2009-10-13-pendel.aspx>, geraadpleegd in november 2011.

TNO, *Onderzoek naar standaardeffecten van lokale maatregelen op luchtkwaliteit 2011*, blz 17, <http://www.lne.be/F2DCE8C6-1ADF-4DAD-B5F6-57A6E2C72D42/FinalDownload/DownloadId-899596C660C136AA3758F80868DBD5D0/F2DCE8C6-1ADF-4DAD-B5F6-57A6E2C72D42/themas/milieu-en-mobiliteit/gebiedsgerichte-aanpak/lokale-luchtkwaliteit/mogelijke-maatregelen-1/ut-00942-definitief-dz.pdf>, geraadpleegd januari 2012.

Transport for London, *Central London Congestion Charging, Impact monitoring*, 2007.

Transport for London, www.tfl.gov.uk/tfl/cclondon/cc_intro.shtml, geraadpleegd januari 2012.

Traject, *Mobiliteitsonderzoek Antwerpen*, 2010.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), *National Inventory Reports (NIR)*, http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/, geraadpleegd oktober 2011.

Valentová M., Quicheron M., Bertoldi P., *LED projects and economic test cases in Europe*, Czech University and Joint Research Center in cooperation with European Commission's Photonic Unit, European Commission, December 2011.

Vlaamse Milieumaatschappij – MIRA, *Milieuverkenning 2030*, november 2009.

Vlaamse Overheid, *Evolutie oppervlakte zonnecollectoren voor sanitair warm water productie of ruimteverwarming*, <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/milieuvriendelijke/Cijfers&statistieken/>, geraadpleegd oktober 2011.

Vleemo, *Projecten -cijfers windturbines Antwerpen*, <http://www.vleemo.be>, geraadpleegd oktober 2011.

VREG, *Statistieken Energiemarkt*, <http://www.vreg.be/statistieken-groene-stroom>, geraadpleegd oktober 2011.

BIJLAGE A: OVERZICHT MAATREGELEN VOOR RELEVANTE SECTOR INDUSTRIE NIET-ETS

Bron: Wetenschappelijk rapport industrie – Milieuverkenning 2030 (VMM-MIRA, 2009)

Het technisch reductiepotentieel is uitgedrukt in procentuele besparing van het energiegebruik. Het gaat hier zowel om brandstof- als elektriciteitsverbruik, tenzij expliciet aangegeven dat het percentage enkel betrekking heeft op het elektriciteitsverbruik of het brandstofverbruik.

Bijlage A: Overzicht maatregelen voor relevante sector industrie niet-ETS

Sector	Maatregel	Technisch reductie- potentieel energie- gebruik	Kostprijs €2005 IC: investering OC: operationeel	Bron
Non Ferro	Monitoring, optimalisatie	8 %	IC: 1,1 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Verbeterde procescontrole	3 % elektriciteit	IC: 0 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Optimalisatie van luchtcompressie en hogedrukleidingen	3 % elektriciteit	IC: 5,5 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Optimalisatie stoomvoorziening	2 %	IC: 2,2 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Verscheidene optimalisaties om warmteverliezen te voorkomen	15 %	IC: 9,9 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Secundair aluminium: enhanced decoating equipment (IDEX)	50 %	IC: 0 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Secundair aluminium: schroot voorverwarming met gerecupereerde warmte	10 %	IC: 11 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Secundair aluminium: verbeterde fornuizen	50 %	IC: 4,4 €/GJ besparing OC: 0,11 €/GJ besparing	Icarus 4
Chemie: anorganische basischemie	Warmterecuperatie anorganische basischemie	6 %	IC: 9,9 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ	Icarus 4
	Ammoniak: installatie van pre-reformer	4 %	IC: 8,25 €/GJ besparing OC: 0,275 €/GJ besparing	Icarus 4
	Ammoniak: waterstof-recuperatie	0,8 GJ/ton NH ₃ productie	IC: 11 €/GJ besparing OC: 0,275 €/GJ besparing	Icarus 4
	Ammoniak: hot stand-by boilers ter vermindering van stand-by capaciteit	2,5 %	IC: 49,5 €/GJ besparing OC: 1,65 €/GJ besparing	Icarus 4
	Ammoniak: advanced production	22 % brandstof -30 % elektriciteit	IC: 264 €/ton NH ₃ nieuwe installatie Fix OC: 8,5 €/ton Var OC: 1,2 €/ton	Markal/Times Icarus 4
	Ammoniak: advanced production met CO ₂ opslag	22 % brandstof -36,25 % elektriciteit	IC: 330 €/ton NH ₃ nieuwe installatie Fix OC: 8,5 €/ton Var OC: 1,2 €/ton	Markal/Times Icarus 4
	Salpeterzuur: katalysator voor reductie van N ₂ O	N ₂ O emissies tot 2,5 kg/ton salpeterzuur	Geen kost, wetgeving	Vlarem
	Chloorproductie: overstap kwikcel- naar membraanprocédé	21,7 % elektriciteit	IC: 1 100 €/ton NH ₃ nieuwe installatie Fix OC: 86 €/ton Var OC: 90 €/ton	Markal/Times Icarus 4
Chemie: organische basischemie	Fornuizen naftakrakers: diverse maatregelen	3 %	IC: 49,5 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Olefines, aromaten: energie-efficiëntie distillatie en afkoelen	2 %	IC: 0 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Olefines, aromaten: gebruik membraan-technologie voor scheiding	3,4 % vanaf 2020 beschikbaar	IC: 0 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Aromaten: verminderen van reflux	1,8 %	IC: 0 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	Styreenproductie: verbetering katalysatoren	0,28 %	IC: 0 €/GJ besparing OC: 0,33 €/GJ besparing	Icarus 4

Bijlage A: Overzicht maatregelen voor relevante sector industrie niet-ETS

Sector	Maatregel	Technisch reductie- potentieel energie- gebruik	Kostprijs €2005 IC: investering OC: operationeel	Bron
	<i>Styreenproductie: packed columns en warmterecuperatie</i>	3,5 %	IC: 16,5 €/GJ besparing OC: 0,275 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Monovinychloride: warmterecuperatie, procesmanagement, chloorrecuperatie</i>	0,8 %	IC: 11 €/GJ besparing OC: 0,55 €/GJ besparing	Icarus 4
Chemie: andere basischemicaliën, NACE 24.11, 24.12, 24.16, 24.17	<i>Energie management</i>	5 %	IC: 5,5 €/GJ besparing OC: 0,55 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Warmterecuperatie</i>	25 %	IC: 16,5 €/GJ besparing OC: 0,275 €/GJ besparing	Icarus 4
Chemie: parachemie, NACE 24.2, 24.3, 24.4, 24.5, 24.6	<i>Energie management</i>	5 %	IC: 11 €/GJ besparing OC: 1,1 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Warmterecuperatie</i>	25 % op fornuizen	IC: 16,5 €/GJ besparing OC: 0,275 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Scheidingsprocessen: mechanische stoom recompressie</i>	90 %	IC: 55 €/GJ besparing OC: 0,275 €/GJ besparing	Icarus 4
Voeding, dranken en tabak	<i>Monitoring, optimalisatie</i>	8 %	IC: 16,5 €/GJ besparing OC: 1,1 €/GJ besparing	Icarus 4
(Papier en) uitgeverijen	<i>Energiemanagement uitgeverijen</i>	10 %	IC: 5,5 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Warmterecuperatie van VOS naverbrander</i>	20 %	IC: 27,5 €/GJ besparing OC: 0,88 €/GJ besparing	Icarus 4
Metaal- verwerkende nijverheid: metaalcoaten	<i>Isolatie en afdekken van procesbaden</i>	20 %	IC: 4,4 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Directe brander in pre- en postprocesbaden i.p.v. stoom- of warm water verhitting</i>	50 %	IC: 27,5 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Warmterecuperatie smeltbad voor gebruik in preprocesbaden</i>	60 %	IC: 22 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Spuittunnels i.p.v. baden</i>	80 % Vanaf 2020 beschikbaar	IC: 0 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Verbetering logistiek voorbehandelingsbaden</i>	10 %	IC: 16,5 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Verbeterde brander zinkbad</i>	30 %	IC: 0 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Verbetering logistiek bij verzinking</i>	10 %	IC: 16,5 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Optimalisatie moffelovens van poedercoating</i>	35 %	IC: 9,9 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Infraroodovens voor drogen coating, poedercoating</i>	60 %	IC: 0 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
Metaal- verwerkende nijverheid: staalcontainers	<i>Optimalisatie moffelovens van coating</i>	35 %	IC: 9,9 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
Metaal- verwerkende nijverheid:	<i>Elektrische ovens vervangen door gasovens</i>	100 % elektriciteit -110 %	IC: 4,4 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4

Bijlage A: Overzicht maatregelen voor relevante sector industrie niet-ETS

Sector	Maatregel	Technisch reductie- potentieel energie- gebruik	Kostprijs €2005 IC: investering OC: operationeel	Bron
elektronica		<i>brandstof</i>		
	<i>Batch oven vervangen door tunneloven</i>	30 %	IC: 22 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Optimalisatie oven</i>	30 %	IC: 9,9 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
Metaal- verwerkende nijverheid: sector- overkoepelend	<i>Monitoring, optimalisatie</i>	8 %	IC: 3,3 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Isolatie gebouwen en warmterecuperatie ventilatie</i>	15 %	IC: 27,5 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Compartimentatie en lokale ventilatie</i>	10 %	IC: 27,5 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Gecontroleerde verlichting</i>	30 %	IC: 22 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Hoog efficiëntie motoren en VSD</i>	10 %	IC: 33 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
	<i>Optimalisatie van luchtcompressie en hogedrukleidingen</i>	15 %	IC: 5,5 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	Icarus 4
Andere industrieën	<i>Monitoring, optimalisatie</i>	8 %	IC: 3,3 €/GJ besparing OC: 0 €/GJ besparing	VITO gebaseerd op Icarus 4

Bijlage B: Overzicht energieverbruik nieuwbouw stedelijke diensten indien geen laag energie of passief bouw

BIJLAGE B: OVERZICHT ENERGIEVERBRUIK NIEUWBOUW STEDELIJKE DIENSTEN INDIEN GEEN LAAG ENERGIE OF PASSIEF BOUW

Nieuwbouw project	Brandstofverbruik	Elektriciteitsverbruik
Passief scholen		
Sportcampus IGLO	163,625	50,050
Topsportcampus Wilrijk	356,915	109,174
Berenschool	223,210	68,276
Wellnesscampus Lakborslei 339	717,570	219,492
Regatta	217,175	66,430
Desguinlei 33		
AG Vespa		
Kunstencampus SISA	2,250,000	1,350,000
Jongeren-campus Hardenvoort	1,125,000	675,000
brandweerkazerne Sint-Jacob	298,077	220,000
brandweerkazerne Berendrecht	135,490	100,000
brandweerkazerne Wilrijk	142,264	105,000
politiekantoor + woningen Turnhoutsebaan	334,528	207,667
politiekantoor Hoboken	157,867	98,000
kinderdagverblijf Op Sinjoorke	326,923	141,667
PO		
Nieuwbouw Ontmoetingscentrum Ekeren	62,937	20,000
Nieuwbouw sporthal Bezali	406,967	184,750
Nieuwbouw voetbalinfrastructuur_Neerland kleedkamer	61,862	28,083
nieuwbouw sporthal LO	275,717	125,167
Nieuwbouw omkleed en doucheruimte voetbalinfrastructuur Luchtbal	61,862	28,083
Nieuwbouw stelplaats GV Bredastraat	223,339	85,167
Nieuwbouw recyclagepark Berchem	18,510	7,058
Nieuwbouw recyclagepark Wilrijk	24,476	9,333
Nieuwbouw utilitair gebouw Berchem	187,850	71,633
Nieuwbouw bibliotheek politie academie Wilrijk	1,754,948	836,525
CS		
Buurtsporthal Luchtbal	458,916	208,333
Sporthal Laagland	458,916	208,333
Sportcomplex Ruggeveld	10,528,846	3,437,500
Sporthal Fort VI	917,832	416,667
Sporthal Wilrijkse Plein	458,916	208,333
Sporthal Bosuil	458,916	208,333
Sporthal Het Rooi	458,916	208,333
Sporthal Sint-Ludgardis	367,133	166,667

Bijlage B: Overzicht energieverbruik nieuwbouw stedelijke diensten indien geen laag energie of passief bouw

Gymhal Ter Beke	367,133	166,667
Topsporthal Slachthuis	1,468,531	666,667
Buurtsporthal Iglo	367,133	166,667
Buurtsporthal Zuidrand	367,133	166,667
OCMW & ZB		
IGLO RVT + SF	1,625,874	852,500
SF + DC Nieuw Kwartier	1,101,399	630,000
SF + DC Nieuw Deurne-Zuid	1,101,399	630,000
RVT St-Anna Nieuw Kwartier	2,097,902	1,100,000
RVT Gitschotelhof Nieuw Kwartier	1,713,287	898,333
RVT Melgeshof Merksem	1,468,531	770,000

Bron: Afdeling Energie en Milieu Antwerpen

BIJLAGE C: KENGETALLEN KETELS VASTE BIOMASSA EN WKK TURBINE VASTE BIOMASSA

Voor industriële ketels op vaste biomassa wordt in de studie “Onrendabele toppen groene warmte” (Moorkens, 2009) voor een aantal referentie installaties eenheidskosten en parameters opgegeven. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de kengetallen voor een ketel met een vermogen van 1 MWth en 5 MWth op houtchips (schoon versus opgeschoond), ketel met een vermogen van 10 MWth op stukhout. Voor ketels op gasvormige en vloeibare biomassa hebben we geen cijfergegevens opgenomen omwille van beperkt potentieel (beschikbaarheid, brandstofkost).

Tabel 51: Ketels schone houtchips en opgeschoonde houtchips

	Eenheid	Waarde	
		Schone houtchips	Opgeschoonde houtchips
Unit grootte	kW	1.000	5.000
Bedrijfstijd/vollasturen	Uren/jaar	4.500	4.500
Economische levensduur	Jaar	10	10
Elektrisch rendement	%	-	-
Thermisch rendement	%	86%	86%
Investeringskosten	Euro/kW	246	168
Onderhoudskosten variabel	Euro/kWh	0,001	0,001
Overige operationele kosten	Euro/kWh	0,004	0,004

Bron: Moorkens et al. (2009)

Noot: referentierendement voor houtbrandstoffen volgens het Ministerieel besluit inzake de vastlegging van referentierendementen voor toepassing van de voorwaarden voor kwalitatieve warmtekrachtinstallaties.

Om bij verbranding van vaste biomassa de emissienormen voor NO_x en stof te kunnen halen is in veel gevallen een nageschakelde rookgasreiniging nodig (multicycloon, SCR of SNCR, doekfilter). De kwaliteit van de brandstof (bv. schone versus opgeschoonde houtchips) bepaalt in grote mate het soort rookgasreiniging dat zal moeten toegepast worden. In de studie “onrendabele toppen groene warmte” (Moorkens et al., 2009) zijn eenheidskosten terug te vinden voor investering in:

- SCR: ca. 30 euro per kWth (500 – 5.000 kW) (+ doekenfilter, opgeschoonde houtchips)
- SNCR: ca. 5 euro per kWth (500 – 5.000 kW) (al dan niet + doekenfilter, opgeschoonde houtchips)
- Doekenfilter: ca. 269 – 55 euro per kWth (500 – 5.000 kW)(schone houtchips, stukhout)

Tabel 52: Roosterverbranding stukhout (incl. multicycloon)

	Eenheid	Waarde	
		Warm water	HD stoom
Unit grootte	kW	10.000	10.000
Bedrijfstijd/vollasturen	Uren/jaar	4.500	4.500
Economische levensduur	Jaar	10	10
Elektrisch rendement	%	-	-
Thermisch rendement	%	86%	86%
Investeringskosten	Euro/kW	115	405
Onderhoudskosten variabel	Euro/kWh	0,0008	0,0027
Overige operationele kosten	Euro/kWh	0,0025	0,0090

Bron: Moorkens et al. (2009)

Voor de WKK turbines op vaste biomassa zijn de parameters en eenheidskosten gebaseerd op de studie "Prognoses voor hernieuwbare en WKK tot 2020" (Briffaerts et al., oktober 2009).

Tabel 53: WKK turbine op vaste biomassa

	Eenheid	Waarde		
Unit grootte	<i>MWe</i>	5	20	250
Bedrijfstijd/vollasturen	<i>Uren/jaar</i>	7.000	7.000	8.000
Economische levensduur	<i>Jaar</i>	25	25	25
Elektrisch rendement	<i>%</i>	20%	30%	32%
Thermisch rendement WKK	<i>%</i>	58%	55%	50%
Investeringskosten	<i>Euro/kWe</i>	3.000	2.200	1.500
Werkingskost	<i>Euro/kWhe</i>	0,019	0,011	0,007

Bron: Briffaerts et al. (2009)