



Transport: referentie- en Europa- scenario

Wetenschappelijk rapport

TOEKOMSTVERKENNING MIRA 2009

Auteurs

Ina De Vlieger, Luc Pelkmans, Liesbeth Schrooten, Jean Vankerkom, Michiel Vanderschaeghe, Unit Transitie, Energie en Milieu, VITO
René Grispen, Dana Borremans, Afdeling Verkeerscentrum, Departement MOW
Kris Vanherle, Eef Delhaye, Tim Breemersch, TML
Caroline De Geest, MIRA-team, VMM

Experten

Willy Bontinck, NMBS-Holding
Dick Botteldooren, Vakgroep Informatietechnologie, UGent
Liesbeth Clerick, Greet Van Laer, Tania Van Mierlo, Afdeling Lucht, Hinder, Risicobeheer, Milieu & Gezondheid, Departement LNE
Caroline De Bosscher, VMM
Marleen Govaerts, Afdeling Beleid, Mobiliteit en Verkeersveiligheid, Departement MOW
Julien Matheys, Vakgroep Elektrotechniek en Energietechniek, Vrije Universiteit Brussel
Inge Mayeres, Bart Hertveldt, Federaal Planbureau
Geert Van Cappellen, Afdeling Haven- en waterbeleid, Departement MOW
Joeri Van Mierlo, Vakgroep Elektrotechniek en Energietechniek, Vrije Universiteit Brussel
Pieter Van Vooren, Afdeling Milieu-, Natuur- en Energiebeleid, Departement LNE

Laatst bijgewerkt: november 2009

ERRATUM: emissie- en energiecijfers binnenvaart

In het EMMOSS-model dat gebruikt werd om voor de Milieuverkenning de emissies en het energiegebruik van de binnenvaart te berekenen, werd een fout gevonden. Dit maakt dat de emissies en het energiegebruik die voor de binnenvaart berekend zijn in de Milieuverkenning met 7 tot 8 % overschat zijn voor alle scenario's en alle berekende jaren.

Wat de sector transport betreft heeft dit het meest invloed op de SO₂-emissies, omdat daar het aandeel van de binnenvaart het grootst is. Dit maakt dat voor het basisjaar 2006 de SO₂-emissie van transport met 1,5 % werd overschat en de totale SO₂-emissie in Vlaanderen met 0,03 %. Voor 2030 (REF-scenario) betekent het een overschatting van 0,9 % voor de sector transport en van 0,02 % voor heel Vlaanderen.

De sector transport is een belangrijke bron van NO_x-emissies. De overschatting van de NO_x-emissies bij de binnenvaart heeft in 2006 een overschatting voor de sector transport voor gevolg met 0,4 %. Voor heel Vlaanderen is dit 0,2 %. In 2030 (VISI-scenario) is er voor de sector transport een overschatting van 1,1 % en voor heel Vlaanderen van 0,2 %.

Het effect van de overschatting voor andere zichtjaren of scenario's, voor andere pollutanten (CO₂, PM, NMVOS) of voor het energiegebruik op het totaal voor transport en voor Vlaanderen ligt binnen dezelfde marges maar is kleiner.

Het effect van de overschatting bij de binnenvaart op de globale resultaten voor de sector transport is beperkt. De conclusies die in het wetenschappelijk rapport gemaakt worden blijven dan ook geldig. Op de totalen voor heel Vlaanderen die in andere wetenschappelijke rapporten gebruikt worden heeft de overschatting een miniem effect.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Context	12
Inleiding	17
Deel 1: Wegverkeer	17
1 Methode: beschrijving model en aannames	17
1.1 Situering.....	17
1.2 Structuur MIMOSA.....	18
1.3 Input	19
1.3.1 Multimodaal Goederenmodel Vlaanderen	19
1.3.2 Personenmodel Vlaanderen	20
1.4 Output	21
1.5 Kalibratie model	22
1.6 Implementatiekosten.....	22
2 Inhoud van de scenario's	23
2.1 Algemene definitie scenario's MIRA 2009.....	23
2.1.1 Referentiescenario.....	23
2.1.2 Europa-scenario	23
2.2 Referentiescenario – wegverkeer.....	23
2.2.1 Evolutie van de mobiliteit	24
2.2.2 Technologische evolutie van het voertuigenpark	25
2.2.3 Europese richtlijnen en convenanten	29
2.3 Europa-scenario – wegverkeer.....	31
2.3.1 Evolutie van de mobiliteit	32
2.3.2 Europese middellangetermijndoelen	33
2.3.3 Technologische evolutie van het voertuigenpark	35
2.3.4 Integratie van voorstellen van Europese richtlijnen en maatregelen	38
3 Effect op activiteit.....	42
3.1 Evolutie goederenverkeer.....	42
3.2 Evolutie personenverkeer.....	43
3.3 Aantal voertuigkilometers per voertuigtype	44
3.3.1 Referentiescenario.....	44
3.3.2 Europa-scenario	45
4 Het voertuigenpark 2007-2030	46
4.1 Aantal vervoermiddelen.....	46
4.2 Voertuigenpark opgesplitst per euroklassen	47
4.2.1 Referentiescenario.....	47
4.2.2 Europa-scenario	48
4.3 Voertuigenpark opgesplitst per motorbrandstof- en voertuigtechnologie.....	49
5 Energiegebruik door wegverkeer	50
5.1 Personenvervoer versus goederenvervoer	50
5.1.1 Referentiescenario.....	51
5.1.2 Europa-scenario	52
5.2 Opsplitsing per voertuigtype	52
5.3 Opsplitsing per energievectoren	53
5.4 Toetsing aan het ACEA-convenant	54
5.5 Toetsing aan Europese doelstelling hernieuwbare energie	55
5.6 Toetsing aan de Europese doelstelling inzake energie- efficiëntieverbetering.....	56

6 Emissies naar de lucht	56
6.1 Emissies van broeikasgassen, NO _x , NMVOS, PM _{2,5} en SO ₂ door transport.....	57
6.1.1 Referentiescenario.....	57
6.1.2 Europa-scenario	59
6.1.3 Overzicht referentie- en Europa-scenario.....	61
6.1.4 Uitstoot per voertuigtype.....	63
6.2 Broeikasgassen	65
6.3 Verzurende polluenten	66
6.4 Ozonprecursoren.....	67
6.5 Emissies van totaal stof, PM ₁₀ en PM _{2,5}	68
6.6 Emissies van zware metalen	69
7 Eco-efficiëntie van wegverkeer in Vlaanderen	71
8 Implementatiekosten	72
8.1 Eenheidsprijzen	73
8.1.1 Voertuigtechnologie	73
8.1.2 Brandstof.....	74
8.1.3 Flankerende maatregelen.....	75
8.1.4 Verbeterde MAC	76
8.2 Implementatiekosten van het Europa-scenario.....	76
9 Samenvatting wegverkeer	78
9.1 MIMOSA IV en MMM.....	78
9.2 Scenario's.....	78
9.2.1 Referentiescenario wegverkeer.....	78
9.2.2 Europa-scenario wegverkeer.....	79
9.3 Voertuigkilometers per voertuigtype voor het wegverkeer	81
9.4 Transportmiddelen voor het wegverkeer.....	81
9.4.1 Voertuigenpark opgesplitst naar euroklasse	82
9.4.2 Voertuigenpark opgesplitst naar motorbrandstof- en voertuigtechnologie.....	82
9.5 Energiegebruik door wegverkeer.....	83
9.5.1 Personen- en goederenvervoer.....	83
9.5.2 Opsplitsing per energievector	85
9.5.3 Toetsing aan het ACEA-convenant	85
9.5.4 Toetsing aan Europese doelstelling hernieuwbare energie	87
9.6 Emissies naar lucht.....	87
9.6.1 Overzicht referentie- en Europa-scenario.....	87
9.6.2 Emissie van CO ₂ , NO _x , NMVOS, PM _{2,5} en SO ₂ in het Europa-scenario	88
9.7 Eco-efficiëntie van wegverkeer in Vlaanderen	90
9.8 Implementatiekosten van het Europa-scenario	91
9.9 Kort besluit.....	93
Deel 2: Niet-wegverkeer modi	93
1 Methode: beschrijving model en aannames	93
1.1 Beschrijving van gebruikte modellen.....	93
1.1.1 Luchtvaart: TREMOVE	93
1.1.2 Spoor, binnenvaart, zeevaart: EMMOSS	94
1.2 Aannames.....	95
1.2.1 TREMOVE:	95
1.2.2 EMMOSS:	95
2 Inhoud van de scenario's	95
2.1 Referentiescenario.....	95
2.1.1 Referentiescenario-luchtvaart.....	96
2.1.2 Referentiescenario-spoor	96

2.1.3 Referentiescenario-scheepvaart.....	97
2.2 Europa-scenario	99
2.2.1 Europa-scenario-luchtvaart.....	100
2.2.2 Europa-scenario-spoor	100
2.2.3 Europa-scenario-scheepvaart	102
2.3 Prognosecijfers versus historische cijfers	103
3 Resultaten en bespreking.....	104
3.1 Effect op activiteit.....	104
3.1.1 Luchtvaart	104
3.1.2 Zeevaart.....	104
3.1.3 Andere modi.....	105
3.2 Effect op emissies.....	106
3.2.1 Luchtvaart	107
3.2.2 Spoor	110
3.2.3 Scheepvaart.....	115
3.2.4 Emissies in relatie met indicatieve NEC-doelstellingen.....	125
3.3 Effect op energienoden.....	127
3.3.1 Luchtvaart	127
3.3.2 Spoor	127
3.3.3 Scheepvaart.....	128
3.4 Implementatiekosten.....	130
3.4.1 Luchtvaart	131
3.4.2 Spoor	133
3.4.3 Zeevaart.....	134
3.4.4 Binnenvaart.....	137
3.4.5 Intermodaal	138
4 Samenvatting	140
4.1 De gebruikte modellen.....	140
4.2 Scenario's	140
4.2.1 Beleidsmaatregelen & aannames.....	141
4.2.2 Activiteit.....	143
4.3 Resultaten.....	144
4.3.1 Energiegebruik en emissies.....	144
4.3.2 Emissies door elektriciteitsgebruik in de sector transport	151
4.3.3 Kosten.....	155
4.4 Beleidsconclusies	156
Bijlage 1: Gedetailleerde datatabellen voor energiegebruik van de verschillende modi van de sector Transport (per zichtjaar en per scenario)	165
Bijlage 2: Gedetailleerde datatabellen voor emissies van broeikasgassen, verzurende stoffen, ozonprecursoren en fijn stof voor de verschillende modi van de sector Transport (per zichtjaar en per scenario)	166

Lijst van figuren

Figuur 1: De fractie per cilinderinhoudklasse voor nieuw gekochte benzine­wagens (Vlaanderen, 1993-2030)	27
Figuur 2: CO ₂ -emissies van nieuw verkochte personenwagens (België, 1996-2007 en trend 2007-2020)	30
Figuur 2': Het congestiegebied waarbinnen extra tol geheven wordt (de Vlaamse Ruit, in het groen weergegeven)	32
Figuur 3: Aandeel benzine en diesel voertuigen in de nieuw verkochte personenwagens (België, 1991-2008).....	36
Figuur 4: Evolutie van het aantal voertuigkilometers per voertuigtype in het referentiescenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	45
Figuur 5: Evolutie van het aantal voertuigkilometers per voertuigtype in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	46
Figuur 6: Evolutie van het aantal voertuigen in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2015, 2030)	47
Figuur 7: Verdeling van de personenwagens en zware vrachtwagens volgens voertuiggeneratie in het referentiescenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	48
Figuur 8: Verdeling van de personenwagens en zware vrachtwagens volgens voertuiggeneratie in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	49
Figuur 9: Verdeling van de personenwagens volgens motorbrandstof- en voertuigtechnologie (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	50
Figuur 10: Energiegebruik op voertuigniveau door wegverkeer (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	51
Figuur 11: Procentuele bijdrage van voertuigtypes aan het energiegebruik van wegverkeer onder het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2030).....	53
Figuur 12: Procentuele bijdrage van de verscheidene energievectoren aan het energiegebruik van wegverkeer onder het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007 en 2030).....	54
Figuur 13: CO ₂ -emissie van nieuw verkochte personenwagens (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	55
Figuur 14: Evolutie van de emissie van broeikasgassen, NO _x , NMVOS, PM _{2,5} (tot) en SO ₂ door wegtransport in het referentiescenario met aanduiding (omkaderd) van de uitstoot in 2007 (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	57
Figuur 15: Evolutie van de emissie van broeikasgassen, NO _x , NMVOS, PM _{2,5} (tot) en SO ₂ door wegtransport in het Europa-scenario met aanduiding (omkaderd) van de uitstoot in 2007 (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	60
Figuur 16: Emissie van CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O en HFK's door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	65
Figuur 17: Emissies van NO _x , NH ₃ en SO ₂ door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	66
Figuur 18: Emissies van NO _x , CO, CH ₄ en NMVOS door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	67
Figuur 19: Emissies van totaal stof (TSP), PM ₁₀ en PM _{2,5} door wegverkeer in het referentie (REF)- en Europa (EUR)-scenario (Vlaanderen, 2007, 2020, 2030).....	68
Figuur 20: Emissies van lood door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	70
Figuur 21: Emissies van nikkel door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	70
Figuur 22: Eco-efficiëntie van het wegverkeer in het referentiescenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	71
Figuur 23: Eco-efficiëntie van het wegverkeer in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	72
Figuur 24: Evolutie van de jaarlijkse kost van het Europa-scenario (Vlaanderen, 2015, 2020, 2025, 2030)	76
Figuur 25: Evolutie van het aantal voertuigkilometers per voertuigtype in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	81

Figuur 26: Verdeling van de personenwagens en zware vrachtwagens volgens voertuiggeneratie in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	82
Figuur 27: Verdeling van de personenwagens volgens motorbrandstof- en voertuigtechnologie (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030).....	83
Figuur 28: Energiegebruik op voertuigniveau door wegverkeer (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	84
Figuur 29: Procentuele bijdrage van de verscheidene energievectoren aan het energiegebruik van wegverkeer onder het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007 en 2030)	85
Figuur 30: CO ₂ -emissie van nieuw verkochte personenwagens (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	86
Figuur 31: Evolutie van de emissie van CO ₂ -eq, NO _x , NMVOS, PM _{2,5} en SO ₂ door wegtransport in het Europa-scenario met aanduiding (omkaderd) van de uitstoot in 2007 (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	89
Figuur 32: Eco-efficiëntie van het wegverkeer in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	91
Figuur 33: Evolutie van de jaarlijkse kost van het Europa-scenario (Vlaanderen, 2015, 2020, 2025, 2030)	92
Figuur 34: Emissie van broeikasgassen door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	107
Figuur 35: Emissie van NO _x door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	108
Figuur 36: Emissie van SO ₂ door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	108
Figuur 37: Emissie van CO door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	109
Figuur 38: Emissie van NMVOS door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	109
Figuur 39: Emissie van fijn stof (TSP) door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	110
Figuur 40: Emissie van broeikasgassen door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	111
Figuur 41: Emissie van NH ₃ door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	112
Figuur 42: Emissie van NO _x door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	112
Figuur 43: Emissie van SO ₂ door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	113
Figuur 44: Emissie van CO door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	113
Figuur 45: Emissie van NMVOS door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	114
Figuur 46: Emissie van PM ₁₀ door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	115
Figuur 47: Emissie van PM _{2,5} door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	115
Figuur 48: Emissie van broeikasgassen door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	116
Figuur 49: Emissie van NH ₃ door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	117
Figuur 50: Emissie van NO _x door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	117
Figuur 51: Emissie van SO ₂ door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	118
Figuur 52: Emissie van CO door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	119
Figuur 53: Emissie van NMVOS door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	119
Figuur 54: Emissie van PM ₁₀ door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	120

Figuur 55: Emissie van PM _{2,5} door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	120
Figuur 56: Emissie van broeikasgassen door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	121
Figuur 57: Emissie van NH ₃ door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	122
Figuur 58: Emissie van NO _x door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	122
Figuur 59: Emissie van SO ₂ door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	123
Figuur 60: Emissie van CO door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	123
Figuur 61: Emissie van NMVOS door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	124
Figuur 62: Emissie van PM ₁₀ door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	124
Figuur 63: Emissie van PM _{2,5} door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	125
Figuur 64: Energiegebruik van de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	127
Figuur 65: Energiegebruik van het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	128
Figuur 66: Energiegebruik van de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	129
Figuur 67: Energiegebruik van de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	130
Figuur 68: Theoretische berekening effect ETS.....	132
Figuur 69: Evolutie van energiegebruik per modus en energiedrager in referentie- en Europa-scenario, exclusief wegverkeer (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030) ...	145
Figuur 70: Evolutie van energiegebruik per energiedrager voor het wegverkeer en totaal energiegebruik voor niet-weg modi in referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	145
Figuur 71: Evolutie van broeikasgasemissies per modus, exclusief wegverkeer, in referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	146
Figuur 72: Evolutie van de broeikasgasemissies (kton CO ₂ -eq) van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met 15 % reductiedoelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	147
Figuur 73: Evolutie van de NO _x -emissies per modus, exclusief wegverkeer, in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	147
Figuur 74: Evolutie van de NO _x -emissies van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met NEC-doelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	148
Figuur 75: Evolutie van de SO ₂ -emissies per modus van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met NEC-doelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	148
Figuur 76: Evolutie van de PM _{2,5} -emissies per modus, exclusief wegverkeer, in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)....	149
Figuur 77: Evolutie van de PM _{2,5} -emissies van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met NEC-doelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	150
Figuur 78: Evolutie van de NMVOS-emissies per modus, exclusief wegverkeer, in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)....	150
Figuur 79: Evolutie van de NMVOS-emissies van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met NEC-doelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	151
Figuur 80: Emissie van broeikasgassen van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met inbegrip van de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsgebruik van transport (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030)	152

Figuur 81: Verzurende emissies van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met inbegrip van de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsgebruik van transport (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030)	153
Figuur 82: Emissie van ozonprecursoren van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met inbegrip van de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsgebruik van transport (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030)	154
Figuur 83: Emissie van fijn stof (PM2,5) van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met inbegrip van de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsgebruik van transport (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030)	154
Figuur 84: Evolutie van de jaarlijkse kost van het Europa-scenario (Vlaanderen, 2015, 2020, 2025, 2030)	156

Lijst van tabellen

Tabel 1: Evolutie zwavelgehalte in benzine en diesel (België, 1990-2030)	19
Tabel 2: Generische snelheid per voertuig- en wegtype (Vlaanderen)	21
Tabel 3: Overzicht van de omzetting van basisgegevens naar de gehanteerde prognoses ..	25
Tabel 4: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte personenwagens in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	26
Tabel 5: Aandeel plug-in hybrides (PHEV) in de totale aankoop van nieuwe hybride personenwagens en lichte vrachtwagens in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	28
Tabel 6: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte lichte vrachtwagens (LDV, < 3,5 ton) in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	28
Tabel 7: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte bussen openbaar vervoer (De Lijn) in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	28
Tabel 8: Aandeel plug-in hybrides (PHEV) in de totale aankoop van nieuwe hybride bussen en zware vrachtwagens in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	29
Tabel 9: Introductie van biobrandstoffen bij wegvoertuigen in het referentiescenario (België, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	31
Tabel 10: Afgeleide indicatieve NEC-doelstellingen voor wegverkeer in Vlaanderen	34
Tabel 11: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte personenwagens in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	37
Tabel 12: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte lichte vrachtwagens (LDV, < 3,5 ton) in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	38
Tabel 13: Aandeel plug-in hybrides (PHEV) in de totale aankoop van nieuwe hybride personenwagens en lichte vrachtwagens in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	38
Tabel 14: Aandeel plug-in hybrides (PHEV) in de totale aankoop van nieuwe hybride zware vrachtwagens in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	38
Tabel 15: Overzicht ACEA-verbintenis in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2012, 2020, 2025, 2030)	39
Tabel 16: : Introductie van biobrandstoffen bij wegvoertuigen in het Europa-scenario (België, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	41
Tabel 17: Groeivoeten in % ten opzichte van 2007 voor het aantal ton met een herkomst of bestemming in Vlaanderen.....	43
Tabel 18: Groeivoeten in % ten opzichte van 2007 voor het aantal tonkilometers met een herkomst of bestemming in Vlaanderen.....	43
Tabel 19: Voertuigprestaties (voertuigkm) van het personenverkeer, spitsuurwaarden en dagwaarden.....	44
Tabel 20: Evolutie van de personenkilometers en voertuigkilometers van het gemotoriseerd wegverkeer in het referentiescenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	45
Tabel 21: Evolutie van de personenkilometers en voertuigkilometers van het gemotoriseerd wegverkeer in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030).....	46
Tabel 22: Evaluatie van de energie-efficiëntiedoelstelling voor het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2020).....	56
Tabel 23: Emissieniveaus voor wegverkeer in referentie- en Europa-scenario en het verschil tussen beide (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030).....	62
Tabel 24: De evolutie per voertuigtype van de emissie van CO ₂ , NO _x , PM _{2,5} (tot) en SO ₂ door transport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2020, 2030)	64
Tabel 25: Jaarlijkse extra kapitaalkost van een motorbrandstof en voertuigtechnologie t.o.v. een dieselveertuig (Vlaanderen, 2015, 2020, 2025 en 2030).....	74
Tabel 26: Indexen voor toekomstige brandstofprijzen (België, 2015, 2020, 2025, 2030).....	74
Tabel 27: Evolutie van de energieprijzen (België, 2015, 2020, 2025, 2030)	75

Tabel 28: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte personenwagens in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	79
Tabel 29: Overzicht ACEA-verbintenis in het Europa-scenario (Europa, 2012, 2020, 2025, 2030)	79
Tabel 30: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte personenwagens in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	80
Tabel 31: Emissieniveaus voor wegverkeer in referentie- en Europa-scenario en het verschil tussen beide (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030).....	88
Tabel 32: Groeivoeten tonkilometer goederenverkeer spoor (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	96
Tabel 33: Miljoen vkm door verschillende treintypes in het referentiescenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	97
Tabel 34: Groeivoeten scheepvaart (Vlaanderen, 2006-2015, 2015-2030)	98
Tabel 35: Groeivoeten tonkilometer binnenvaart (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	98
Tabel 36: Implementatiegraad tempomaat (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015)	99
Tabel 37: Groeivoeten tonkilometer goederenverkeer spoor (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	100
Tabel 38: Miljoen vkm door verschillende treintypes in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	101
Tabel 39: Aandeel biobrandstof bij het spoor (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	101
Tabel 40: Effect op directe emissies door gebruik van 10 % gemengde biobrandstof (biodiesel)	101
Tabel 41: Groeivoeten tonkilometer binnenvaart (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	102
Tabel 42: Aantal vliegbewegingen in beide scenario's (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	104
Tabel 43: Aantal scheepsmeldingen in beide scenario's (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	105
Tabel 44: Activiteit goederenverkeer spoor, binnenvaart en weg (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	105
Tabel 45: Vervoersprestaties voor het gemotoriseerd personenverkeer voor de verschillende zichtjaren en scenario's (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	106
Tabel 46: Overzicht behaalde of niet behaalde indicatieve NEC-doelstellingen in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2020).....	126
Tabel 47: Overzicht gemiddelde meerprijs ticket door het ETS	132
Tabel 48: Transportvraag luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	133
Tabel 49: Evolutie van de energieprijzen van biodiesel en conventionele diesel (België, 2015, 2020, 2025, 2030)	133
Tabel 50: Brandstofprijzen voor verschillende scheepsbrandstoffen en meerkost voor verschuiving tussen types (\$/ton).....	134
Tabel 51: Implementatiekost per jaar in €/ton	135
Tabel 52: Overzicht belangrijkste emissiereductietechnieken met bijhorend reductiepotentieel en kosten	135
Tabel 53: Geschat aantal scheepsmeldingen in Vlaamse havens per jaar (2010-2030)	136
Tabel 54: Activiteit goederentransport in tkm (spoor-binnenvaart) in vkm (weg) en in meldingen (zeevaart) (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	143
Tabel 55: Activiteit personenvervoer in miljard pkm (spoor- gemotoriseerd wegverkeer) en bewegingen (luchtvaart) (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)	144
Tabel 56: Bruto elektriciteitsgebruik van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030).....	152
Tabel 57: Totale kosten (periode 2010-2030) en reductiepotentieel van maatregelen	155

Context

Toekomstverkenning milieu en natuur

Het Milieurapport (MIRA) 2009 en het Natuurrapport (NARA) 2009 verkennen gezamenlijk de toekomst van het leefmilieu en de natuur in Vlaanderen. Het doel is beleidsmakers en het geïnteresseerde publiek inzicht te geven in te verwachten evoluties van het leefmilieu en van de natuur in Vlaanderen bij bepaalde beleidskeuzen en binnen een gegeven socio-economische context.

De toekomstverkenningen in beide rapporten baseren zich op dezelfde socio-economische prognose, milieubeleidsscenario's, klimaatscenario's en landgebruiksscenario's.

Verder onder deze titel wordt een overzicht gegeven van het studiewerk dat de publicatie Milieuverkenning 2030 onderbouwt. Daartoe zijn 15 afzonderlijke wetenschappelijke rapporten opgesteld.

Een wetenschappelijk rapport MIRA 2009 beschrijft uitgebreid de methoden, de scenario's en de resultaten van de toekomstverkenning. Het rapport onderbouwt het scenariorapport Milieuverkenning 2030 en is beschikbaar op www.milieurapport.be. Scenario's werden samengesteld in overleg met een expertengroep. Het hele rapport is kritisch nagelezen door dezelfde expertengroep.

Scenario's

MIRA 2009 maakt een toekomstverkenning van het milieu in Vlaanderen voor de periode 2006–2030 aan de hand van drie milieubeleidsscenario's:

- een referentiescenario, waarbij het beleid ongewijzigd wordt verdergezet;
- een Europa-scenario, waarbij bijkomende maatregelen worden genomen om Europese milieudoelstellingen voor de periode 2020-2030 te halen;
- een visionair scenario, waarbij verre gaande maatregelen worden genomen om klimaatverandering sterk af te remmen en met het oog op een duurzame toekomst.

Elk scenario bestaat uit een pakket beleidsmaatregelen waarvan het gezamenlijk effect wordt berekend.

De milieuscenario's worden uitgetekend binnen éénzelfde socio-economische omgeving. De 'gebruikte' socio-economische omgeving is op zijn beurt het resultaat van een toekomstverkenning naar verwachte demografische, sociologische en economische ontwikkelingen, opgesteld door het Federaal Planbureau.

Daarnaast zijn ook klimaatscenario's tot 2100 ontwikkeld voor Vlaanderen, afgeleid uit internationale klimaatscenario's.

Het basisjaar voor de scenarioberekeningen is 2006. Het voornaamste zichtjaar is 2030. Voor de berekeningen van de invloed van klimaat wordt 2100 als zichtjaar gehanteerd. De berekeningen inzake oppervlaktewater focussen op 2015 en 2027, aansluitend op de Europese Kaderrichtlijn water.

De berekeningen gebeuren standaard gebiedsdekkend op niveau Vlaanderen, tenzij de beschikbare gegevens en/of modellen dit niet toelaten of anders vermeld.

Scenarioberekeningen en onderlinge samenhang

De milieuscenario's zijn uitgewerkt voor de grote economische sectoren en leiden tot uitkomsten op niveau van emissies en energiegebruik.

1. Couder J., Verbruggen A., Maene S. (2009) Huishoudens en Handel & diensten. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.
2. Lodewijks P., Brouwers J., Van Hooste H., Meynaerts E. (2009) Energie- en klimaatscenario's voor de sectoren Energie en Industrie. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.
3. Overloop S., Gavilan J., Carels K., Van Gijsegem D., Hens M., Bossuyt M., Helming J. (2009) Landbouw. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009 & NARA 2009, VMM, INBO.R.2009.30, www.milieurapport.be, www.nara.be.
4. Bergen D., Vander Vennet B. (2009) Deelsector glastuinbouw. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.
5. De Vlioger I., Pelkmans L., Schrooten L., Vankerkom J., Vanderschaeghe M., Grispen R., Borremans D., Vanherle K., Delhaye E., Breemers T., De Geest C. (2009) Transport, referentie- en Europa-scenario. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.
6. Van Zeebroeck B., Delhaye E., De Geest C. (2009) Transport, visionair scenario. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.

De resulterende emissies en energiegebruiken volgens drie milieuscenario's worden geaggregeerd in de kernset milieudata MIRA 2009, beschikbaar op www.milieurapport.be.

De milieukwaliteit resulterend uit deze emissies wordt voor twee milieuscenario's verder gemodelleerd in de verkenningen luchtkwaliteit.

7. Deutsch F., Fierens F., Veldeman N., Janssen S., Torfs R., Buekers J., Trimpeneers E., Bossuyt M. (2009) Zwevend stof. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.
8. Van Avermaet P., Celis D., Fierens F., Deutsch F., Janssen L., Veldeman N., Viaene P., Wuyts K., Staelens J., De Schrijver A., Verheyen K., Vancraeynest L., Overloop S., (2009) Verzuuring. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.
9. Deutsch F., Fierens F., Veldeman N., Janssen S., Torfs R., Buekers J., Trimpeneers E., Vancraeynest L. (2009) Fotochemische luchtverontreiniging. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.

Daarnaast zijn toekomstverkenningen opgemaakt voor de kwaliteit van het oppervlaktewater gebaseerd op de scenario's ontwikkeld in het stroomgebiedbeheerplan voor Schelde en Maas.

10. Peeters B., D'Heygere T., Huysmans T., Ronse Y., Dieltjens I. (2009) Kwaliteit oppervlaktewater. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.

Verkenningen voor het landgebruik voor 2 milieuscenario's x 3 landgebruik-scenario's zijn opgemaakt in:

11. Gobin A., Uljee I., Van Esch L., Engelen G., de Kok J., van der Kwast H., Hens M., Van Daele T., Peymen J., Van Reeth W., Overloop S., Maes F. (2009) Landgebruik in Vlaanderen. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, NARA 2009, VMM, INBO.R.2009.20, www.milieurapport.be, www.nara.be.

Verkenning voor geluidshinder door verkeer, op basis van de verkenningen voor de sector transport is opgesteld voor twee milieuscenario's in:

12. Botteldoorn D., Dekoninck L., Van Renterghem T., Geentjes G., Lauriks W., Bossuyt M., (2009) Lawaai. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.

Verkenning van klimaatverandering en waterhuishouding in Vlaanderen op basis van internationale studies en lopende nationale studies is opgesteld in:

13. Willems P., Deckers P., De Maeyer Ph., De Sutter R., Vanneuville W., Brouwers J., Peeters B. (2009) Klimaatverandering en waterhuishouding. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, NARA 2009, VMM, INBO, www.milieurapport.be, www.nara.be.

Overwegingen bij de complexiteit van toekomstverkenningen zijn opgesteld in:

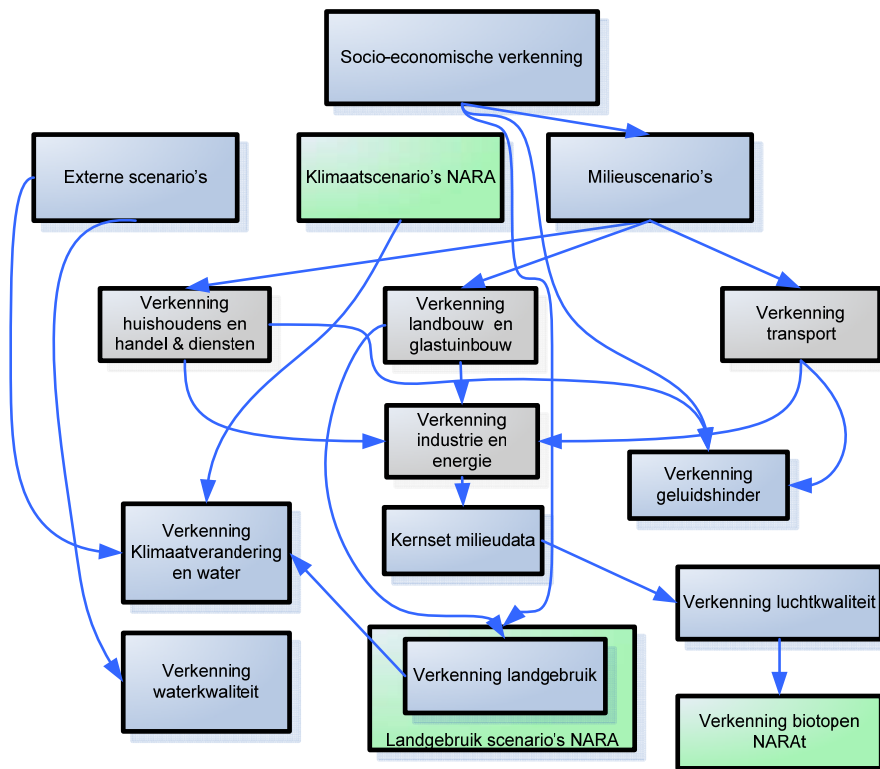
14. Keune H., Morrens B., Loots I. (2009) Hoe omgaan met de complexiteit van milieuvraagstukken? Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.

Tot slot behandelt één studie de transitie naar een duurzame samenleving:

15. De Jonge W., Paredis E., Lavrijsen J., Vander Putten E. (2009) Vlaanderen en de transitie naar een koolstofarme economie. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.

De onderlinge samenhang van voornoemde rapporten wordt geïllustreerd in figuur 0.1.

Figuur 0.1: Stroomschema en samenhang van de scenarioberekeningen



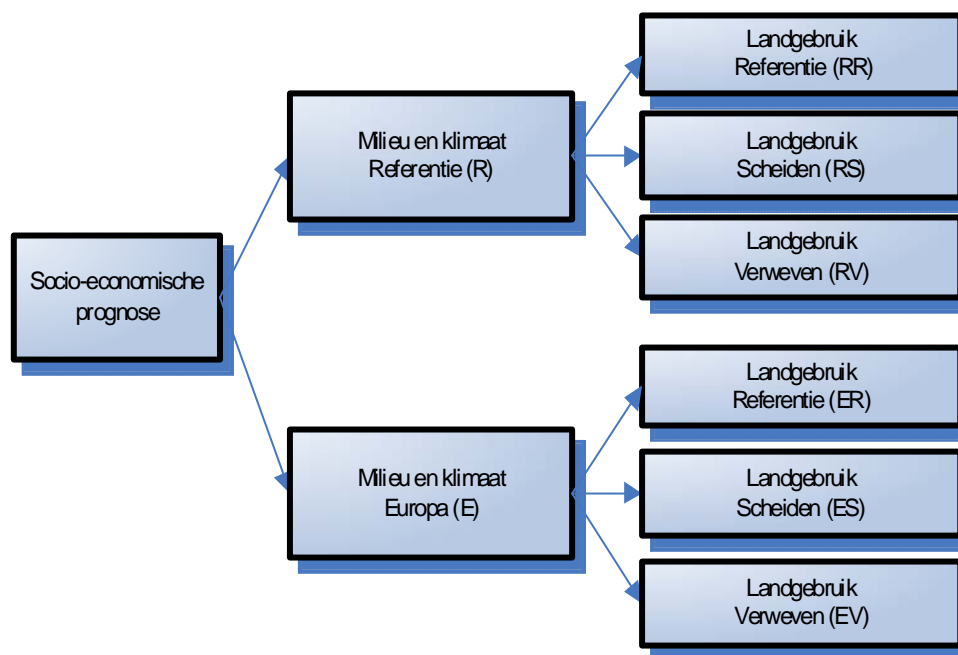
Samenhang MIRA-NARA

Op de twee milieubeleidsscenario's referentie en Europa uit MIRA 2009 worden drie landgebruikscenario's geënt in de natuurverkenning NARA 2009:

- een scenario referentie, waarbij het beleid uit de periode 2000-2007 ongewijzigd wordt verdergezet;
- een scenario scheiden, waarbij de open ruimte verdeeld wordt tussen de gebruiksvormen ervan;
- een scenario verweven, waarbij de zorg voor natuur integraal deel uitmaakt van alle landgebruikvormen.

De milieu- en de landgebruikscenario's worden uitgetekend binnen éénzelfde socio-economische omgeving. Voor de resulterende scenario's (Figuur 0.1) worden de verwachte ontwikkelingen op emissies, brongebruik, milieutoestand en gevolgen voor gezondheid doorgerekend door middel van rekenkundige modellen.

Figuur 0.2: Verband tussen MIRA en NARA 2009: socio-economische verkenning, drie scenario's inzake milieu en drie landgebruikscenario's



Inleiding

Dit document beschrijft de effecten voor het milieu bij het vervoeren van mensen en goederen. De sector Transport zoals bij MIRA gedefinieerd omvat zowel het particulier als het professioneel vervoer op de weg, per spoor, op het water en in de lucht. Ook de energievoorziening voor transport komt aanbod. Het studiegebied van MIRA 2009 is Vlaanderen. Om het energiegebruik van de sector transport te bepalen worden voor wegverkeer, spoor en binnenvaart alle verplaatsingen in rekening gebracht die op Vlaams grondgebied gebeuren, dus ook de verplaatsingen door buitenlandse voertuigen. Naar emissies toe worden de emissies die gepaard gaan met het gebruik van elektriciteit (elektrische treinen, elektrische wagens...) niet toegekend aan de sector Transport, maar aan de sector Energie. Het vervoer op het water omvat naast binnenvaart ook de 'binnenlandse' zeevaart. Die trafiek omvat alle schepen die reizen tussen de Vlaamse havens. Dat is maar een klein aandeel van de totale zeevaart, gezien de verhandelde goederen in de grote internationale Vlaamse havens afkomstig zijn uit de hele wereld. Onder 'binnenlandse' zeevaart valt echter ook zandwinning op zee, baggeractiviteit en sleepboten. Voor de luchtvaart wordt in dit wetenschappelijk rapport Transport het energiegebruik en de emissies die gepaard gaan met het landen en opstijgen vanuit Vlaamse luchthavens in rekening gebracht, inclusief de militaire luchtvaart. In het totale energiegebruik voor heel Vlaanderen dat gerapporteerd wordt in het wetenschappelijk rapport van de (Lodewijks et al, 2009) wordt echter enkel rekening gehouden met het verbruik van de binnenlandse luchtvaart. Hetzelfde geldt voor de emissie van broeikasgassen.

Binnen MIRA 2009 staat het Vlaams Verkeerscentrum in voor de mobiliteitsprognoses, behandelt VITO het energiegebruik en de emissies van wegverkeer in het referentie- en Europa-scenario en is Transport & Mobility Leuven verantwoordelijk voor de berekening van het energiegebruik en de emissies van spoor, scheepvaart en luchtvaart.

Het rapport is onderverdeeld in twee delen. Het eerste deel beschrijft de effecten voor het wegverkeer, het tweede deel de effecten voor spoor, binnenvaart, zeevaart en luchtvaart. In het eerste deel beschrijft het eerste hoofdstuk de gebruikte modellen en aannames. Vervolgens gaat hoofdstuk 2 verder met de inhoud van de scenario's. Het derde hoofdstuk omvat de effecten op de activiteit. Het vierde hoofdstuk geeft de toekomstige voertuigenparken onder de verschillende scenario's. Hoofdstuk 5 en 6 gaan in op het energiegebruik en de resulterende emissies naar de lucht. Hoofdstuk 7 beschrijft de toekomstige eco-efficiëntie van het wegverkeer. Vervolgens wordt in hoofdstuk 8 ingegaan op de implementatiekosten. Deel 1 sluit af met een samenvatting voor het wegverkeer in hoofdstuk 9. Het tweede deel gaat in hoofdstuk 1 in op de gebruikte modellen en aannames voor de niet-wegverkeer modi. Vervolgens gaat hoofdstuk 2 verder met de beschrijving van de inhoud van de scenario's voor die verschillende modi. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten weer op vlak van activiteit, emissies naar de lucht, energiegebruik en gerelateerde kosten. Hoofdstuk 4 sluit het rapport af met een samenvatting van de resultaten voor de volledige sector transport, dus met inbegrip van het wegverkeer.

Deel 1: Wegverkeer

1 Methode: beschrijving model en aannames

1.1 Situering

Voor de berekening van het energiegebruik en de emissies door het wegverkeer maken we gebruik van het emissiemodel MIMOSA IV. Met dit model zijn we in staat om technologische maatregelen naar klimaat en milieu door te rekenen. Het emissiemodel kan outputcijfers genereren voor alle jaren gelegen tussen 1990 en 2030. Aangezien er niet voor elk jaar netwerkgegevens beschikbaar zijn, werken we binnen MIRA 2009 met zichtjaren (2007, 2010, 2015, 2020, 2025 en 2030).

Een eerste versie van het model (MIMOSA I) werd eind de jaren '90 ontwikkeld om enerzijds de emissie-inventaris Vlaanderen te verzorgen en anderzijds verschillende beleidsopties te

evalueren op hun doeltreffendheid inzake energie- en emissiereductie. Sindsdien verfijnt en actualiseert VITO het model dat zowel op lokale, regionale als nationale schaal kan gebruikt worden in binnen- en buitenland.

1.2 Structuur MIMOSA

Het MIMOSA-model bestaat uit 3 hoofdmodules: de historische mobiliteits-, de toekomstige mobiliteits- en de emissiemodule.

Historische mobiliteitsmodule

De historische mobiliteitsmodule bevat het voertuigenpark, de jaarkilometrages en het product van beide geeft de totale afgelegde kilometers voor de historische jaren. De belangrijkste basisdata zijn verscheidene databanken van de FOD Mobiliteit en Vervoer. Momenteel zijn statistische gegevens tot en met 2007 opgenomen. De module werkt zeer gedesaggregeerd, namelijk per voertuigtype, brandstofsoort, categorie, norm en bouwjaar. Het toekennen van de normklasse gebeurt op basis van de introductiedatum van Europese emissiewetgeving voor nieuwe voertuigen.

Toekomstige mobiliteitsmodule

De toekomstige mobiliteitsmodule berekent de evolutie in het voertuigenpark. Naast conventionele brandstoffen (diesel, benzine en LPG), is er een ruim aanbod mogelijk van alternatieve brandstof- en voertuigtechnologieën. Per jaar wordt aan de hand van overlevingscurven het aantal voertuigen berekend dat uit het park verdwijnt en het aantal nieuwe voertuigen dat nodig is om aan de toekomstige mobiliteitsvraag te kunnen voldoen.

Emissiemodule

De emissiemodule berekent op basis van het voertuigenpark en activiteitsdata het energiegebruik en de emissies.

Deze module houdt rekening met:

- COPERT IV emissiefactoren (EMEP/CORINAIR, 2007);
- CO₂-monitoring gegevens (historisch) (Cornelis et al., 2003);
- ACEA-convenant (toekomst);
- biobrandstoffen;
- alternatieve brandstof- en motortechnologieën (aardgas, waterstof, elektriciteit, hybride aandrijving en brandstofcel) (De Vlieger et al., 2005) (LIMOBEL, 2008).

Voor het doorrekenen van het ACEA-convenant hebben we een ontkoppeling voorzien van hoeveel procent van de daling in CO₂-uitstoot (verbruik) afkomstig is van een verschuiving naar meer milieuvriendelijke voertuigen (hybride, kleinere) en hoeveel procent dat gerealiseerd wordt door een effectieve efficiëntieverbetering op voertuigniveau. Het percentage van de effectieve efficiëntieverbetering brengen we in rekening voor de daling in brandstofverbruik op onze emissiefuncties.

Voor de berekening van de SO₂-emissies houden we rekening met het zwavelgehalte in de verschillende brandstoffen. Voor benzine en diesel werken we met de reële evolutie van het zwavelgehalte in België (Tabel 1).

Tabel 1: Evolutie zwavelgehalte in benzine en diesel (België, 1990-2030)

µg/g	benzine	diesel
1990	300	1700
1991-1995	300	1300
1996	300	600
1997	234	480
1998	154	440
1999	136	406
2000	79	294
2001	58	269
2002	43	47
2003	37,7	43,9
2004	32,3	40,8
2005	14,9	31,3
2006	8,85	24,1
2007	6,87	8,71
2008	6,87	8,46
2009-2030	6,86	8,30

Bron: FOD Economie, VITO

Voor meer informatie over het MIMOSA IV-model verwijzen we naar het recente onderzoeksrapport voor MIRA (De Vlieger et al., 2009). De specifieke aannames gemaakt voor de MIRA 2009 scenario's komen aanbod in 2 Inhoud van de scenario's.

1.3 Input

Als input voor het model zijn mobiliteitsgegevens noodzakelijk. Binnen MIRA 2009 zijn deze aangeleverd door de multimodale verkeersmodellen van het Verkeerscentrum:

1.3.1 Multimodaal Goederenmodel Vlaanderen

Voor het berekenen van de groei van het aantal ton en tonkilometers voor het goederenvervoer is het multimodaal goederenmodel Vlaanderen van de Vlaamse overheid gebruikt. Dit is een vierstapsmodel met als studiegebied Vlaanderen en omvat een netwerk voor quasi heel Europa. Binnen het studiegebied volgt de zonering de arrondissementen (NUTS3). Daarbuiten wordt de zonering minder verfijnd naarmate men verder verwijderd is van het studiegebied.

In een eerste stap wordt per zone vastgelegd hoeveel ton goederen, opgedeeld in 10 klassen, er vertrekt (productie) en aankomt (attractie). Vervolgens worden deze vertrekken en aankomsten gekoppeld aan verplaatsingen (distributie) via een zwaartekrachtmodel. Het resultaat van deze stap zijn herkomst-bestemmingsmatrices die in de volgende stap in het vervoerswijzekeuzeprocess verdeeld worden over de onderscheiden modi: vrachtwagens, treinen en schepen. Hierbij wordt het vervoermiddel met de kleinste veralgemeende reiskost gekozen, in deze veralgemeende reiskost zitten zowel rij- en rusttijden, wachttijden als transportkosten zoals brandstof- en reserveringskosten.

Aan de hand van tewerkstellings- en bevolkingsgegevens worden deze stromen gedesaggregeerd naar het gemeenteniveau binnen België en men bekomt zo per vervoerwijze en per goederenklasse een herkomst-bestemmingsmatrix met het aantal vervoerde ton. De tien matrices die de hoeveelheid goederen tussen locaties weergeven met de vrachtwagen als vervoermiddel, worden opgesplitst in een matrix met verplaatsingen die rechtstreeks van oorsprong naar bestemming gaan en een matrix die voor hun verplaatsing via een logistiek knooppunt passeren. De opsplitsing wordt bepaald aan de hand van de capaciteit van het logistieke knooppunt, de kost van de directe verplaatsing en de kost van de indirecte route via het logistieke knooppunt.

Tenslotte wordt de hoeveelheid goederen op dagbasis omgezet in het aantal voertuigen/schepen/treinen en worden deze toegedeeld op het netwerk. Uit dit toegedeeld netwerk kan dan per modus (weg, spoor, binnenvaart) het aantal tonkilometer op jaarbasis gehaald worden. Meer informatie kan gevonden worden in Borremans et al. (2008).

1.3.2 Personenmodel Vlaanderen

Momenteel is er geen personenmodel Vlaanderen operationeel, het model dat gebruikt werd bij de opmaak van het Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen is verouderd en is recent niet geactualiseerd. Dit zal in de nabije toekomst wel gebeuren, maar voor de hier uitgevoerde berekeningen zijn de vijf beschikbare provinciale multimodale Verkeersmodellen (MMM) van de Vlaamse overheid gebruikt. De versie die momenteel operationeel is (versie 3.5) vertrekt van de meest recente gegevens en inzichten zodat de met behulp van deze modellen berekende prognoses nauwkeuriger zijn dan indien vertrokken werd van het oude model Vlaanderen. Ook is de zonering van deze vijf modellen gevoelig verfijnd, zodat we binnen het studiegebied van ieder van deze modellen vertrekken van gegevens op statistisch sectorniveau (dit is de kleinste administratieve indeling van het NIS, ongeveer op wijkniveau; zie http://www.statbel.fgov.be/info/news_nl.asp?i=0&n=10&t=4). Meer informatie over de multimodale modellen (MMM) kan gevonden worden in Verlinden (2008a).

De resultaatnetwerken van deze vijf modellen worden gecombineerd tot een toegedeeld netwerk voor Vlaanderen (zonder het Brussels Hoofdstedelijk Gewest). Concreet bekomen we zo een netwerk met ongeveer 7200 zones en bijna 95000 links. Deze netwerkresultaten worden gebruikt voor verdere milieumodellering (emissies).

De gebruikte modellen (versie 3.5) zijn geparametriseerd met behulp van de beschikbare gegevensbronnen en onderzoeken. Concreet onderscheiden we in de modelopbouw de volgende stappen:

1. Tripgeneratie: Hierbij worden het aantal aankomsten en vertrekkende per zone en motief berekend vertrekkend van de sociodemografische gegevens (SDG) op statistisch sectorniveau en geparametriseerd met de beschikbare OVG's (Onderzoek Verplaatsingsgedrag).
2. Distributie: Er worden 5 motieven beschouwd. Voor de motieven Werk en School worden de patronen overgenomen van de Socio-Economische Enquête van 2001. Voor relaties waar er tussen 2001 en 2007 een te groot verschil vastgesteld wordt op basis van de SDG's gebeurt de distributie via een zwaartekrachtmodel. Dit gebeurt ook voor de drie overige motieven: Winkel, Sociaal Bezoek/Recreatief en Overig. Deze distributiemodellen worden geparametriseerd aan de hand van de beschikbare OVG's of andere enquêtes.
3. Vervoerwijzekeuze: Het vervoerwijzekeuzeproces gebeurt door middel van multinomale logitmodellen. Hierbij wordt een vraag/aanbod-evenwicht nagestreefd dat beantwoordt aan een aantal convergentiecriteria.
4. Kalibratie: Aan de hand van de meest recente tellingen (anno 2007) worden de HB-matrices gekalibreerd. Dit proces berekent ook de zogenaamde correctiematrices die gebruikt worden om de distributie voor de toekomstscenario's te corrigeren voor de relaties waar er een groot verschil is voor en na kalibratie.
5. Toedeling: In deze laatste stap worden de gekalibreerde of gecorrigeerde HB-matrices toegedeeld aan de respectievelijke netwerken.

De volgende gegevens worden gegenereerd uit de verkeersmodellen:

- mobiliteitsgegevens per voertuigtype (licht vervoer versus zwaar vervoer).

- mobiliteitsgegevens per scenario rekening houdend met maatregelen rond transportstromen, evolutie verkeersinfrastructuur, volumemaatregelen en fiscale maatregelen die een effect hebben op de mobiliteit.

De aannames die in het referentiescenario van het MMM (BAU2020) zijn gemaakt, zijn voor de evolutie in infrastructuur gegeven in 2 Inhoud van de scenario's.

Verder werken we in MIMOSA IV voor MIRA 2009 met generische snelheden die in samenspraak met het team van de MMM-modellen werden vastgelegd, zie Tabel 2 (De Vlieger et al., 2009).

Tabel 2: Generische snelheid per voertuig- en wegtype (Vlaanderen)

(km/h)	wegtype	normaal	druk
personenwagens	stad	29	15
	landelijk	56	25
	autosnelweg	110	25
lichte vrachtwagens	stad	29	15
	landelijk	56	25
	autosnelweg	110	25
zware vrachtwagens	stad		
	3,5 - 12 ton	29	15
	> 12 ton	29	15
	landelijk	56	25
	autosnelweg		
	3,5 - 12 ton	110	25
	> 12 ton	87	25
bussen & coaches	stad		
	bus	15	11
	coach	29	15
	landelijk	56	25
	autosnelweg	87	25
motorfietsen	stad	29	15
	landelijk		
	< 50 cc	43	25
	> 50 cc	56	25
	autosnelweg	110	25

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

1.4 Output

Het MIMOSA-model genereert per voertuigtype, categorie, brandstofsoort, euronorm, wegtype:

- kilometers
- energiegebruiken
- uitlaatemissies (o.a. CO₂, CH₄, N₂O, SO₂, NMVOS, CO, NH₃, TSP, PM10, PM2,5 en zware metalen)
- verdampingsemissies (NMVOS).

Voor niet-uitlaatemissies (TSP, PM10, PM2,5) wordt enkel een onderscheid gemaakt per voertuigtype.

Daarnaast heeft VITO de emissies van F-gassen ontstaan door lekkage van de koelvloeistoffen in aircosystemen berekend. Voor de methodologische aanpak hebben we beroep gedaan op de recente ECONOTEC-VITO studie (ECONOTEC & VITO, 2007).

1.5 Kalibratie model

In het multimodaal model Vlaanderen wordt het aantal voertuigkilometers voor het referentiejaar 2007 berekend, het is dus in feite een prognosejaar. De afstemming van de prognosecijfers op de historische cijfers voor voertuigkilometers zou kunnen gebeuren door een herschaling van de prognosecijfers aan de statistieken van de FOD Mobiliteit en Verkeer of de verkeerstellingen van het Vlaams Verkeerscentrum. De schaalfactor voor 2007 zou dan kunnen aangehouden worden voor alle prognosejaren.

In samenspraak met het MIRA-team en LNE is besloten om de mobiliteitscijfers die het multimodaal model Vlaanderen levert niet te herschalen aan de FOD-cijfers. Er kan namelijk niet met zekerheid gezegd worden welke cijfers de beste zijn. Door herschaling veranderen we de verdeling van het verkeer over de verschillende types wegen en verlagen we het totaal aantal gereden kilometer. Verder zal ook het departement Mobiliteit de cijfers uit het multimodaal model Vlaanderen gebruiken voor hun beleidsvorming op vlak van mobiliteit, het zou dan ook niet logisch zijn dat van milieukant met andere mobiliteitsprognoses wordt gewerkt. De beslissing om te werken met de naakte mobiliteitscijfers uit het multimodaal model Vlaanderen heeft tot gevolg dat de energie- en emissieresultaten voor het referentiejaar 2007 in MIRA 2009 hoofdstuk 5 Transport zullen afwijken van deze gerapporteerd voor de Emissie-inventaris Lucht voor 2007 (VMM-EIL, 2009) en MIRA-T 2008. Deze laatste berekeningen vertrekken immers van de reële verkeerstellingen. Het aantal voertuigkilometer voor 2007 uit het multimodaal model Vlaanderen ligt 3,5 % hoger dan dat van de Vlaamse verkeerstellingen. Dit komt ondermeer door het verschillend bijschatten van de mobiliteit op plaatsen waar geen telgegevens voorhanden zijn. Afwijkingen in de energie- en emissieresultaten van deze grootteorde tussen beide sets voor 2007 zijn bijgevolg logisch. Voor eventuele andere oorzaken van afwijkingen verwijzen we naar 6 Emissies naar de lucht.

1.6 Implementatiekosten

De focus van VITO ligt op het doorrekenen van het effect van milieutechnische maatregelen (bijv. milieuvriendelijke technologieën, nieuwe euronormen voertuigen, biobrandstoffen) en organisatorische maatregelen (bijv. opleidingen die rijgedrag beïnvloeden). De kosten die VITO in rekening brengt, zijn de investeringskosten en netto operationele kosten. Voor investeringskosten beperken we ons tot de kosten op voertuigniveau, dus niet kosten verbonden aan infrastructuur.

De kosten kunnen binnen de tijdshorizon van het scenario variëren. Technologieën kunnen bijvoorbeeld goedkoper worden door leer- en/of schaalearde effecten. De investeringskosten rekent VITO om naar jaarlijkse kapitaalkosten met een discontovoet (4 %) en levensduur van maatregelen.

Reguleringskosten, welvaartskosten en indirecte kosten zoals gedefinieerd in 'Milieubeleidskosten – begrippen en berekeningsmethoden' (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie) zijn niet opgenomen.

Voor het referentiescenario worden geen implementatiekosten doorgerekend aangezien het hier om maatregelen (milieudoelstellingen) gaat die het huidige beleid (van kracht zijnde wetgeving en regelgeving tot 1 april 2008) ondersteunen.

2 Inhoud van de scenario's

2.1 Algemene definitie scenario's MIRA 2009

2.1.1 Referentiescenario

Het referentiescenario omvat een toekomstbeeld dat aangeeft hoever het huidige (milieu)beleid doorwerkt. De toetsing aan de (indicatieve) doelstellingen op korte en lange termijn geeft de behoefte aan bijkomend (milieu)beleid.

Met het huidige beleid wordt onder meer bedoeld:

- Van kracht zijnde wetgeving en regelgeving (ook bv. lopende convenanten) tot 1 april 2008.
- Beleid dat reeds in een meerjarige budgettaire planning is gedetailleerd maakt ook deel uit van het referentiescenario. Beleidsplannen die niet gebudgetteerd zijn, maken geen deel uit van het referentiescenario.
- Productnormen die op middellange termijn zijn vastgelegd in regelgeving maken deel uit van het referentiescenario.
- De huidige BBT (best beschikbare technologie) maakt deel uit van het referentiescenario, maar wat in de toekomst BBT zal worden nog niet.
- Autonome ontwikkelingen buiten het milieubeleid zijn deels meegenomen door de externe omgevingsfactoren die door MIRA aangeleverd worden, maar sectorspecifieke autonome ontwikkelingen kunnen deel uit maken van het referentiescenario, tenzij die al te sterk interfereren met hoger geformuleerde afbakening.
- Doelstellingen vastgelegd in wetgeving worden niet als input in modellen opgenomen, enkel bestaande maatregelen die genomen zijn met het oog op het doelbereik.

2.1.2 Europa-scenario

Het Europa-scenario gaat uit van de autonome evolutie van de externe omgeving en een pakket maatregelen en instrumenten nodig om Europese middellangetermijndoelen te halen, zoals de 20-20-20 doelstellingen rond energie en klimaat van de Europese Commissie.

Indien nodig worden ook doorgedreven maatregelen opgenomen die de huidige draagkracht van een sector overschrijden. Het bereiken van de indicatieve doelstellingen staat voorop. Voor de periode 2020-2030 wordt vooropgesteld dat eenzelfde emissiereductie-inspanning blijft gehandhaafd, zodat de emissies in 2030 nog lager liggen dan de vooropgestelde doelen voor 2020. Voor de klimaatdoelstellingen wordt ervan uitgegaan dat elke MIRA-sector een gelijke relatieve reductie-inspanning levert tot het behalen van de doelstellingen.

2.2 Referentiescenario – wegverkeer

Het referentiescenario steunt op de gegevens uit het BAU-scenario ontwikkeld voor O&O MIRA (De Vlieger et al., 2009).

Mobiliteitsgegevens uit het multimodaal verkeersmodel (MMM) vormen de activiteitsdata. Het MIMOSA-model bevat een module die de output van het MMM-model omzet in de nodige mobiliteitsfracties (per voertuigtype en euronorm).

Hierna beschrijven we eerst de gemaakte aannames voor de activiteitsdata en vervolgens voor de nieuw verkochte voertuigen in het referentiescenario. Vervolgens lijsten we de Europese richtlijnen en verbintenissen op die we hebben geïntegreerd in het referentiescenario.

2.2.1 Evolutie van de mobiliteit

Er worden twee scenario's geconstrueerd voor de periode 2007-2030, een referentiescenario (BAU) en een scenario met rekeningrijden (EUR). De gebruikte methode verschilt naargelang het scenario en het jaar dat men beschouwt. In totaal zijn er 8 prognoses beschouwd voor de verkeersmodelleringen die gemeenzaam bekend zijn onder de volgende namen: BAU-2007, BAU-2010, BAU-2015, EUR-2015, BAU-2020, EUR 2020, BAU-2030 en EUR-2030. Zoals uit onderstaande uitleg zal blijken is de opbouw van deze 8 prognoses omwille van tijds- en gegevensbeperkingen niet homogeen gebeurd. We kunnen onderscheid maken in drie grote groepen van prognoses: Basisprognoses, Afgeleide prognoses en Vereenvoudigde Prognoses.

A. Basisprognoses

Als basisjaar is 2007 genomen. Deze basissituatie, BAU-2007 genoemd, geeft de huidige situatie weer en is gebaseerd op observaties. Voor het goederenmodel komen de basisdata van allerlei nationale statistische bureaus en EUROSTAT. Voor het personenvervoermodel komen de basisdata voor de bevolking van de Studiedienst voor de Vlaamse Regering. De basisdata voor de tewerkstelling komen van de kruispuntdatabank voor Belgische ondernemingen (KBO), het Departement Onderwijs, Vlimpers, RSZ-databank,.... De basisdata voor het onderwijs komen van het Departement Onderwijs.

Voor zowel het goederenmodel als het personenvervoermodel is een goed onderbouwd referentiescenario voor 2020 (BAU-2020) opgebouwd. In dit scenario zijn de infrastructuuradaptaties die opgenomen zijn in een uitvoeringsprogramma of die met een grote zekerheid tegen 2020 gerealiseerd zullen zijn in het netwerk opgenomen. Dit wil zeggen dat enkel die projecten die we kennen en waarvan momenteel reeds beslist is dat ze er komen, zijn meegenomen. We noemen dit 'beslist beleid' scenario's. Een volledige beschrijving van de adaptaties in het netwerk is te vinden in Verlinden (2008b). Voor het goederenmodel hebben we enkel de grote infrastructuuradaptaties in rekening gebracht, nl. de Oosterweelverbinding, Schelde-Seine West en een capaciteitsverhoging aan het Albertkanaal. Voor het personenvervoermodel werd de realisatie van het Gewestelijk ExpresNet (GEN) rond Brussel en de Diabolverbinding naar de luchthaven van Zaventem in rekening gebracht, plus enkele beperkte adaptaties van het overige aanbod voor het openbaar vervoer.

Voor het opstellen van deze scenario's is een echte verzamelingslag van gegevens gebeurd bij de provincies, de POM's, FPB,.... wat betreft de te verwachten evolutie van de socio-demografische gegevens en de te verwachten infrastructuuradaptaties.

B. Afgeleide prognoses

De overige BAU-scenario's (2010, 2015 en 2030) zijn afgeleid van de bovenstaande basisscenario's. Hierbij zijn een aantal matrices geïnter- of geëxtrapoleerd en ook zijn de basisgegevens voor 2015 berekend.

Concreet is het scenario BAU-2015 als volgt opgebouwd. Voor de basisdata van het personenmodel zijn prognoses van het federaal planbureau (demografische gegevens en aantal trips per motief o.b.v. de projecties van HERMES (FPB, 2008a), MALTESE (Hoge Raad van Financiën, 2008) en demografische vooruitzichten (FPB en ADSEI, 2008) gebruikt in combinatie met gegevens resulterend uit de verzamelingslag aan SDG's voor de opbouw van het BAU-2020-scenario. Voor het vrachtverkeer zijn de beschikbare matrices van 2007 en 2020 geïnterpoleerd om een nieuwe vrachtmatrix BAU-2015 te berekenen. Als netwerk is het netwerk overgenomen dat gebruikt wordt voor het BAU-2020-scenario. Het was immers niet mogelijk om een tussenliggend netwerk op te stellen. Samenvattend kunnen we stellen dat de vraagmodellering (met uitzondering van het vrachtverkeer) relatief nauwkeurig gebeurd is, maar dat er aan netwerkmaatregelen wellicht een overschatting is gebeurd, we gaan er immers van uit dat de voor 2020 voorgestelde maatregelen reeds in 2015 gerealiseerd zullen zijn.

Voor de opbouw van het scenario BAU-2010 is een verder gaande vereenvoudiging moeten gebeuren. Hierbij zijn immers alle vraagmatrices berekend via interpolatie van de vraagmatrices voor 2007, 2015 en 2020. Wat het netwerk betreft, hebben we het netwerk van 2007 overgenomen bij de modellering. We nemen hierbij dus impliciet aan dat er tussen 2007 en 2010 geen netwerkaanpassingen zullen gebeuren, hetgeen een onderschatting is aan de aanbodzijde.

Het scenario BAU-2030 is aan vraagzijde berekend via extrapolatie van de beschikbare basismatrices voor de beschouwde jaren (2007, 2015 en 2020). Wat de aanbodzijde betreft, hebben we het netwerk van 2020 overgenomen, hierbij wordt impliciet aangenomen dat er tussen 2020 en 2030 geen verdere netwerkaanpassingen zullen gebeuren. Dit laatste vormt met andere woorden een onderschatting van de beschikbare infrastructuur.

In onderstaande tabel is samenvattend weergegeven op welke manier de BAU-scenario's opgebouwd zijn. De niet gekleurde vakken zijn berekend aan de hand van een inter- of extrapolatie. De gele vakken betreffen gegevenslagen die voor het basisjaar 2007 gelden. De groene vakken zijn de gegevenslaag die voor het basisscenario 2020 verzameld zijn. Het oranje vak slaat op het jaar 2015 waarvoor het mogelijk was om de SDG's te bepalen eerder dan te extrapoleren zoals voor 2010 en 2030 gebeurd is.

Tabel 3: Overzicht van de omzetting van basisgegevens naar de gehanteerde prognoses

	SDG	Vracht	Netwerk
BAU-2007	2007	2007	2007
BAU-2010	2010	2010	2007
BAU-2015	2015	2015	2020
BAU-2020	2020	2020	2020
BAU-2030	2030	2030	2020

2.2.2 Technologische evolutie van het voertuigenpark

De samenstelling van het voertuigenpark naar technologie stemt overeen met het BAU-scenario ontwikkeld voor O&O MIRA (De Vlieger et al., 2009). Het historische park (t.e.m. 2007) is gebaseerd op statistische data van de dienst inschrijvingen voertuigen (DIV) van de FOD Mobiliteit en Vervoer. MIMOSA bevat een module die de gegevens van DIV omzet in het juiste formaat (per voertuigtype en euronorm).

De verschillende types voertuig- en brandstoftechnologieën die kunnen doorstoten in de scenario's voor personenwagens, lichte vrachtwagens en bussen voor openbaar vervoer, zijn opgenomen in respectievelijk Tabel 4, Tabel 6 en Tabel 7. Deze tabellen tonen ook het marktaandeel van de verschillende technologieën voor nieuwe voertuigen in het referentiescenario. Er gebeurde een bijstelling t.o.v. vroegere rapportering die we onder elke tabel schematisch staven (De Vlieger et al., 2005) (De Vlieger & Schrooten, 2007).

Onder hybride technologie verstaan we hier voertuigen die de mogelijkheid hebben om een beperkte afstand (aan lage snelheid, bv in stadsverkeer) puur elektrisch te rijden (~'full hybrid'), en in de toekomst ook de mogelijkheid hebben om de batterijen aan het elektriciteitsnet op te laden (plug-in). Toekomstige diesel- en benzinetechnologieën zullen hoe dan ook enige graad van hybridisatie kennen (micro- of mild-hybride) voor efficiëntieverbetering.

Binnen de klasse van ('full') hybride voertuigen onderscheiden we 2 types:

- charge sustaining: hierbij verliest de batterij netto geen lading, alle energie wordt door de verbrandingsmotor geleverd; de huidige hybride modellen (bv. Toyota Prius) zijn hiervan typische voorbeelden.
- charge depleting: hierbij wordt de batterij netto ontladen, en is er nood om de batterij (bv. 's nachts) aan het elektriciteitsnet bij te laden. Dit type is ook gekend als 'plug-in hybrid' (PHEV).

Een Amerikaanse studie meldt dat bij PHEV's de verhouding verbrandingsmotor en elektrisch 50/50 bedraagt (Gonder et al., 2007). Een Italiaanse studie geeft een verhouding van 30/70 (Harry, 2007). In Vlaanderen is enerzijds de gemiddelde ritafstand kleiner dan in de Verenigde Staten en anderzijds willen we ons behoeden voor een overschatting van het deel elektrisch rijden. Bijgevolg stellen we voor Vlaanderen dat bij de PHEV voertuigen gemiddeld 40 % van de afstand gereden wordt vanuit de verbrandingsmotor en 60 % vanuit het elektriciteitsnet.

Tabel 4: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte personenwagens in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	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)

Toelichting verschuiving (nieuwe) personenwagens ten opzichte van vroegere VITO-studies:

- CNG in referentiescenario vertraagt: verwachting dat CNG in België/Vlaanderen zich vooral zal richten op niche markten.
- Hybridisering van CNG: vooral milde hybridisering verwacht. Vroeger gecatalogeerd als 'hybride', nu onder standaard ontwikkeling CNG omwille van kostprijs voor combinatie CNG met doorgedreven hybridesysteem.
- Minder dieselwagens door verhoogde kostprijs om aan strengere emissienormen te voldoen, dit uit zich vooral bij de kleine voertuigen.
- H₂ brandstofcel: verwachting dat zonder beleidsondersteuning deze brandstoftechnologie niet zal doorbreken voor 2030, omwille van de hoge kostprijs. Voor verbrandingsmotoren op waterstof (H₂ ICE) is deze kostprijs een stuk lager (zie deel 8.1 Eenheidsprijzen), waardoor deze iets vroeger zal doorbreken.
- Hybride diesel: verwachting lager omdat nu de milde hybride bij de klassieke diesel is ondergebracht.

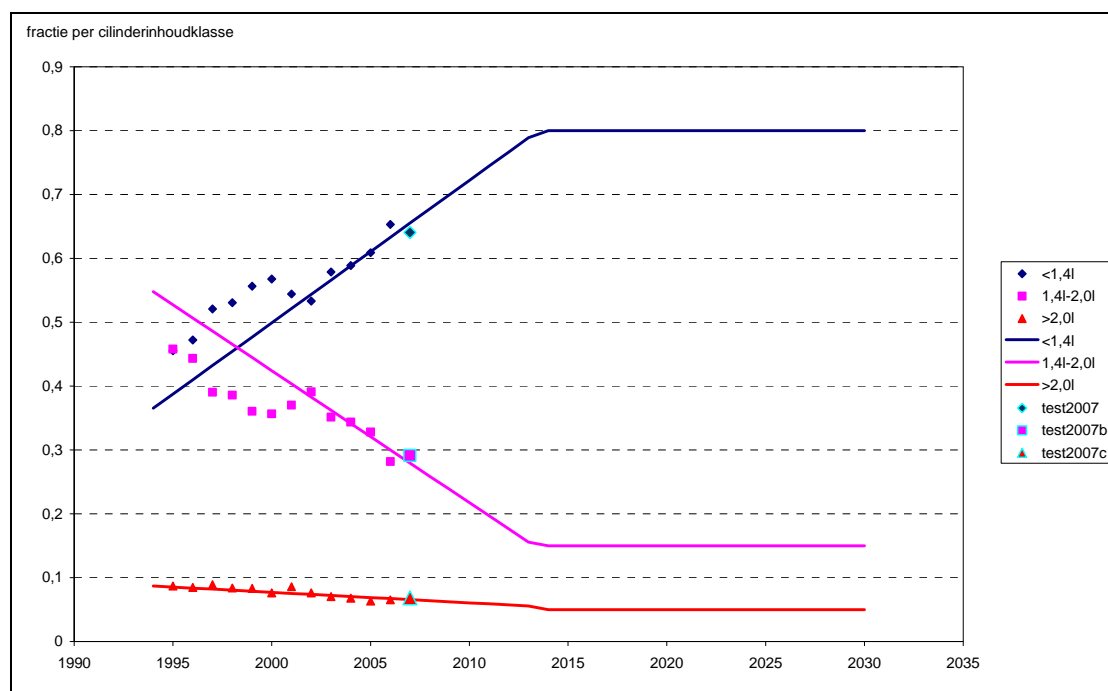
Om een beeld te krijgen van eventuele verschuivingen in parksamenstelling door sterke fluctuatie van de brandstofprijzen heeft VITO drie leasing maatschappijen gecontacteerd

(LeasePlan Fleet Management, ING Car Lease en Arval Belgium). Hierna kort samengevat het resultaat van het overleg:

- niet snel een drastische verschuiving van diesel naar benzinevoertuigen;
- wel een verschuiving naar lagere motorisering (bv. 1,6 l i.p.v. 2,0 of 1,9 l);
- aandeel hybride voertuigen marginaal;
- wel sensibilisatieprogramma's door de leasing maatschappijen;
- omslagpunt diesel/benzine en restwaarde benzinewagens worden continu opgevolgd;
- klant kiest.

VITO heeft rekening gehouden met de trend naar lagere motorisering in haar berekeningen. Hiervoor hebben we op basis van de evolutie van de cilinderinhoudklasse voor personenwagens uit de DIV-gegevens en een inschatting van de maximale doorstoot van een klasse, trendlijnen gegenereerd. Figuur 1 illustreert dit voor benzinewagens, waarbij de grote voertuigen (> 2,0 l) niet onder de 5 % van het marktaandeel van nieuwe benzinewagens mogen komen en kleine voertuigen (< 1,4 l) niet boven de 80 %. Voor dieselwagens bedragen deze grenzen respectievelijk 5 % en 65 %.

Figuur 1: De fractie per cilinderinhoudklasse voor nieuw gekochte benzinewagens (Vlaanderen, 1993-2030)



Tabel 5 toont de aanname van het aandeel van PHEV's in de totale verkoop van hybride personenwagens en lichte vrachtwagens. We gaan ervan uit dat in de toekomst de trend meer en meer naar plug-in zal gaan.

Tabel 5: Aandeel plug-in hybrides (PHEV) in de totale aankoop van nieuwe hybride personenwagens en lichte vrachtwagens in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
charge sustaining	100	90	75	50	25
charge depleting (PHEV)	0	10	25	50	75

Tabel 6: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte lichte vrachtwagens (LDV, < 3,5 ton) in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
benzine*	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
brandstofcel H ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
CNG	0,00	0,83	1,00	1,50	2,00
diesel	96,93	95,02	88,97	78,53	67,35
diesel hybride	0,00	1,07	6,95	14,54	21,73
elektrisch	0,00	0,00	0,00	2,50	5,00
LPG	0,40	0,40	0,40	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>

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

Toelichting verschuiving nieuw verkochte lichte vrachtwagens:

- CNG in referentiescenario vertraagt: verwachting dat CNG in België/Vlaanderen zich vooral zal richten op niche markten.
- Hybridisering van CNG: vroeger milde onder hybride nu onder CNG omwille van kostprijs voor combinatie CNG met doorgedreven hybridesysteem;
- H₂ brandstofcel: verwachting dat zonder beleidsondersteuning deze brandstoftechnologie niet zal doorbreken;
- Hybride diesel: verwachting lager omdat nu de milde hybride bij de klassieke diesel is ondergebracht; zelfde fractie van diesel hybridisering aangehouden als voor personenwagens.

Tabel 7: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte bussen openbaar vervoer (De Lijn) in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
brandstofcel H ₂	0,0	0,0	2,0	3,5	5,0
CNG	0,0	2,0	3,5	5,0	5,0
Diesel	98,0	88,0	74,5	64,0	55,0
diesel hybride	2,0	10,0	20,0	25,0	30,0
elektrisch	0,0	0,0	0,0	2,5	5,0
<i>totaal</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

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

Toelichting verschuiving (nieuwe) bussen:

- Introductie CNG bussen met 5 jaar vertraagd, namelijk geen CNG bestelling gepland door De Lijn;

- Sterke hybridisering blijft aangehouden, nl. De Lijn heeft al aangekondigd te zullen investeren in hybride bussen.

Tabel 8 toont het aandeel van PHEV's in de totale verkoop van hybride bussen en zware vrachtwagens.

Tabel 8: Aandeel plug-in hybrides (PHEV) in de totale aankoop van nieuwe hybride bussen en zware vrachtwagens in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
Charge sustaining	90	75	50	25	10
Charge depleting (PHEV)	10	25	50	75	90

Verder brengen we voor de bussen voor het openbaar vervoer recente cijfers over retrofit in rekening (De Lijn, 2008):

- Nagenoeg 90 % van de Euro II bussen van De Lijn werden tussen 1997-2005 uitgerust met een deeltjesfilter. Dit is in het model geïmplementeerd. De emissiefactor van PM, CO en VOS voor Euro II bussen met een deeltjesfilter stellen we gelijk aan 10 % van de respectievelijke PM, CO en VOS Euro II-emissiefunctie (= 90 % reductie) (Schrooten et al., 2003).
- Tegen eind 2010 zullen de meeste Euro III bussen van De Lijn voorzien zijn van een deeltjesfilter, en de helft zal ook uitgerust zijn met een DeNOx systeem. De emissiefactor van PM, CO, VOS voor Euro III bussen met een deeltjesfilter stellen we gelijk aan 10 % van de PM, CO, VOS Euro III-emissiefunctie (= 90 % reductie), en voor diegene met een DeNOx systeem stellen we de NO_x-emissies op 15 % van de NO_x Euro III-emissiefunctie (= 85 % reductie) (Schrooten et al., 2003).

Voor de bussen gepacht door De Lijn en coaches voorzien we enkel de dieseluitvoering (met inbegrip van biodiesel).

Vrachtovervoer splitsen we naar analogie met COPERT IV op in 'rigid' vrachtwagens (uit een stuk) en 'articulated' (trekker + oplegger). Enkel voor de lagere tonklasse (rigid < 12 ton en articulated 14-20 ton) voorzien we een alternatief, nl. hybride diesel 5 % tegen 2025 en 10 % tegen 2030.

Voor motor- en bromfietsen voorzien we enkel benzine als energievectoor.

2.2.3 Europese richtlijnen en convenanten

In het referentiescenario integreren we de Europese richtlijnen en convenanten die reeds vastgelegd zijn en rechtstreeks effect zullen hebben op het verbruik en/of de uitstoot van wegvoertuigen.

Euro V voor zwaar vervoer

De Europese richtlijn 2005/78/EC legt strengere emissielimieten op aan zwaar vervoer (vrachtwagens en bussen). Deze zijn vanaf oktober 2008 van kracht voor alle nieuw verkochte voertuigen. Deze generatie van voertuigen wordt kortweg Euro V genoemd. Het accent ligt op de verlaging van de NO_x-uitstoot.

Euro 5 en Euro 6 voor personenwagens en bestelwagens

De Europese richtlijn 2007/715/EC introduceert de Euro 5 en Euro 6 normen voor personenwagens en bestelwagens (<3,5 ton). Deze heeft vooral effect op de NO_x- en PM-uitstoot van nieuwe dieselveertuigen. Bij Euro 5 ligt het accent op PM-reductie, bij Euro 6 bij

NO_x-reductie. De huidige benzinevoertuigen voldoen reeds aan de vooropgestelde normen. De Euro 5 en Euro 6 limieten gaan voor alle nieuwe personenwagens van kracht vanaf respectievelijk januari 2011 en september 2014. Voor bestelwagens worden deze normen een jaar later van kracht.

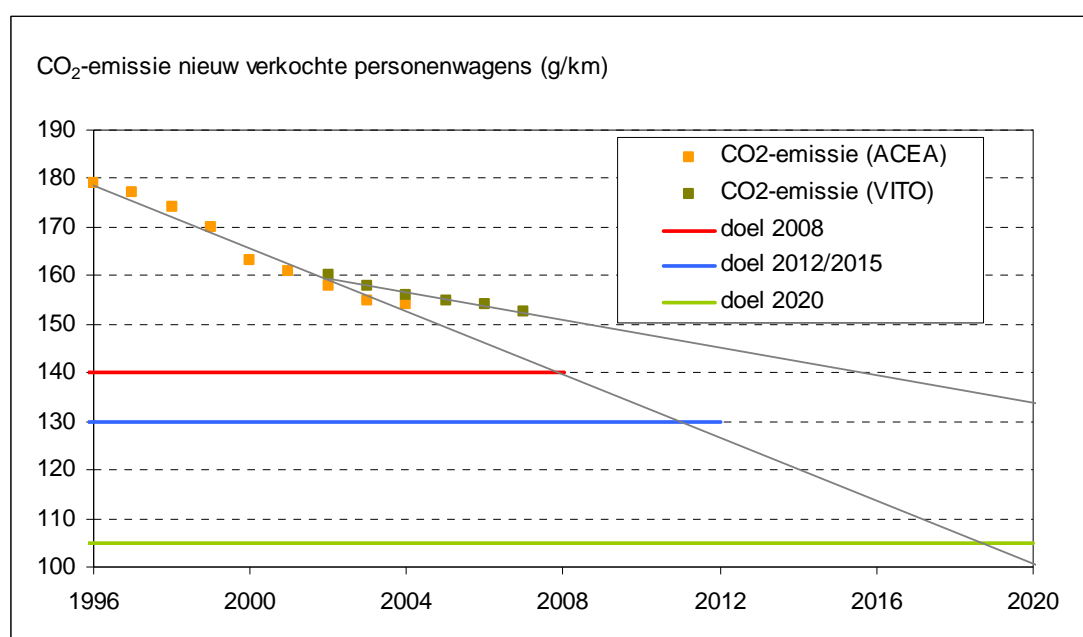
Vrijwillig convenant met de automobielsector over de CO₂-uitstoot van nieuw verkochte personenwagens

In het kader van het Europese klimaatbeleid is een raamwerk opgezet om de energie-efficiëntie van personenwagens te verhogen. De belangrijkste pijler van de initiële Europese strategie (COM(95)689) is het vrijwillig convenant met automobielsector om door technologische verbeteringen de gemiddelde CO₂-emissie van nieuwe personenwagens tegen 2008/2009 met 25 % te verlagen ten opzichte van 1995, van gemiddeld 186 g/km in 1995 naar gemiddeld 140g/km in 2008 op de Europese testcyclus. In de doorrekeningen in het referentiescenario rekenen we echter niet met deze doelstelling maar houden we het resultaat van het convenant aan dat in figuur 2 weergegeven wordt door de trendlijn van de VITO-resultaten (De Vlieger et al., 2009). Figuur 2 leert dat als de huidige trend aanhoudt, de 140 g/km doelstelling pas tussen 2015 en 2016 zal bereikt worden. Let wel, in het model ligt de CO₂-uitstoot per kilometer hoger, omdat we rekening houden met de reële omstandigheden waarin een voertuig rijdt. Eens de doelstelling bereikt is, verrekenen we enkel de efficiëntieverbetering door eventuele technologieverschuiving, dus niet meer de efficiëntieverbetering op voertuigniveau. Er worden geen flankerende maatregelen opgenomen, tenzij het gebruik van biobrandstoffen. Rijgedrag wordt dus niet opgenomen in het referentiescenario.

In Figuur 2 zijn tevens de nieuwe Europese doelstellingen (2012/2015 en 2020) opgenomen, Deze zijn niet relevant voor het referentiescenario, maar wel voor het Europa-scenario.

De automobielsector wordt vertegenwoordigd door ACEA (Automobile Manufacturers Association), JAMA (Japan Automobile Manufacturers Association) en KAMA (Korea Automobile Manufacturers Association). Daar de leden van ACEA ruim 80 % van de nieuw verkochte wagens leveren in België, gebruiken we in wat volgt kortweg de term ACEA-convenant voor de vrijwillige verbintenis inzake de CO₂-uitstoot van nieuw verkochte personenwagens.

Figuur 2: CO₂-emissies van nieuw verkochte personenwagens (België, 1996-2007 en trend 2007-2020)



Bron: ACEA, VITO op basis van DIV

Biobrandstoffen

Voor de introductie van biobrandstoffen in het referentiescenario nemen we het baseline scenario uit het Belspo SSD project BIOSSES over, dus niet de Belgische of Europese doelstelling (Pelkmans et al., 2008). Vanaf 2013 gaan we uit van een verplichting dat 5 % biodiesel dient toegevoegd te worden aan diesel en 5 % bio-ethanol aan benzine, op volumebasis. Tussen 2006 en 2013 is het huidige beleid van kracht (met accijnsverlaging tot bepaalde quota). Er zijn quota vastgelegd voor de volumes biobrandstof die op de markt kunnen aangeboden worden met accijnsreductie. De vastgelegde quota zijn 1,4 %vol biodiesel bij diesel in 2007 tot 5 %vol in 2013 en 0 % ethanol bij benzine in 2007 tot 5 %vol in 2013. De opname van deze biobrandstofvolumes in de markt blijkt zeer onzeker; we veronderstellen dat de quota in het referentiescenario niet gradueel worden ingevuld. Vermits de quota "vastgelegd beleid" zijn, worden deze meegenomen in het referentiescenario, met een voetnoot dat de huidige quota nog niet bereikt zijn en dat het bereiken van de quota in de volgende jaren zeer onzeker is. Tabel 9 toont het introductiepatroon van biobrandstoffen in het referentiescenario.

Tabel 9: Introductie van biobrandstoffen bij wegvoertuigen in het referentiescenario (België, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(vol%)	2007	2010	2015	2020	2025	2030
biodiesel bij diesel	1,4	2,5	5	5	5	5
bio-ethanol bij benzine	0	3,5	5	5	5	5

Bron: VITO

Type koelvloeistof in mobiele airconditioning

Voor de emissies van de F-gassen houdt VITO rekening met de Europese richtlijn 2006/40/EC omtrent het gebruik van koelvloeistoffen in mobiele airconditioning (MAC). De maatregel die voortvloeit uit deze wetgeving is het verbieden van de HFC-134a (tetrafluorethaan) als koelvloeistof in mobiele aircosystemen vanaf 2011 voor nieuwe modellen en vanaf 2017 voor alle nieuwe wagens. De goedkoopste oplossing is het gebruik van HFC-152a (1,1-difluorethaan) met een GWP van 140. Initieel zou in het referentiescenario een vervanging van HFC-134a door HFC-152a worden doorgerekend voor alle nieuwe personenwagens vanaf 2011. Dit is het jaar waarin de Euro V voor personenwagens wordt geïntroduceerd.

HFC-152a heeft een betere thermische efficiëntie in vergelijking met HFC-134a. De belangrijkste nadelen van HFC-152a zijn evenwel zijn ontvlambaarheid en de vorming van het hoog toxische waterstoffluoride als het blootgesteld wordt aan een gloei-element. De Duitse constructeurs hadden reeds eerder te kennen gegeven dat ze ontvlambare koelvloeistoffen niet meer in beschouwing nemen voor MAC's. Binnen de ECONOTEC-VITO studie over ozondepletiesubstantie werd recent duidelijk dat constructeurs afstappen van HFC-152a als koelvloeistof voor MAC.

Als alternatief worden R744-systemen naar voor geschoven met CO₂ als koelvloeistof. Deze stoten geen F-gassen uit door lekverliezen en de CO₂-verliezen zijn verwaarloosbaar of nihil (TNO, 2006) (Clodic et al., 2005). In het referentiescenario nemen we CO₂ als koelvloeistof voor alle nieuwe voertuigen vanaf 2011. We nemen aan dat er geen CO₂-verliezen zijn.

2.3 Europa-scenario – wegverkeer

Naar analogie met het referentiescenario, werken we voor het Europa-scenario ook met de mobiliteitsdata aangeleverd door het MMM-model.

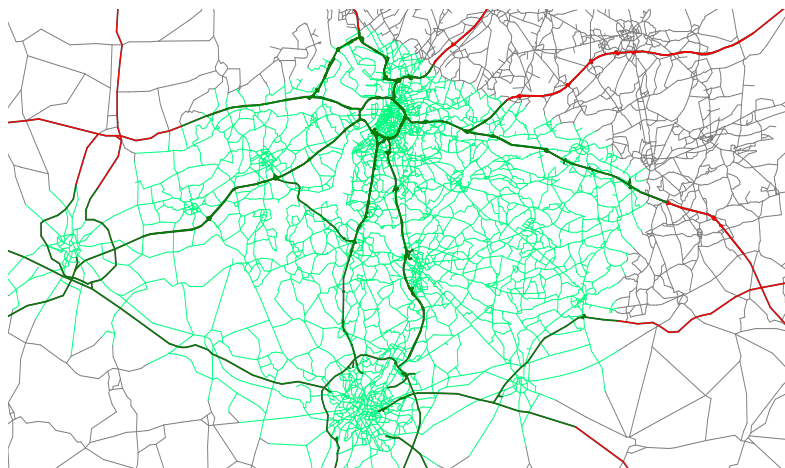
Verder bespreken we de implicaties van de belangrijkste Europese middellangetermijndoelen voor de transportsector. Daarna volgt een opsomming van de maatregelen die VITO doorrekent in het Europa-scenario. Hier beschrijven we eerst de samenstelling van de vloot van nieuw verkochte voertuigen. Vervolgens zoomen we in op hoe we nieuwe voorstellen voor Europese richtlijnen en andere maatregelen al dan niet geïntegreerd hebben in het Europa-scenario.

De impact van de maatregelen is deels gebaseerd op literatuuronderzoek en deels op expert judgement. Verder gebeurde de inschatting van de maatregelen in samenspraak met de expertengroep MIRA 2009 sector Transport.

2.3.1 Evolutie van de mobiliteit

De uitwerking van het nieuwe Mobiliteitsplan Vlaanderen (MOW (2009)) is nog in volle gang. Daardoor was er bij het opstellen van de scenario's onvoldoende informatie beschikbaar over het toekomstige mobiliteitsbeleid. Maatregelen om de transportstromen te beïnvloeden zijn dan ook beperkt. Voor de EUR-scenario's voor de jaren 2015, 2020 en 2030 wordt enkel als bijkomend beleidselement het invoeren van rekeningrijden opgenomen. Dit zal voor deze scenario's gefaseerd gebeuren, vanaf 2012 voor het vrachtverkeer en vanaf 2017 voor het personenvervoer. Bij de modelberekeningen is ervan uitgegaan dat er op alle wegen een vast tarief (0.034€/voertuig-km) gebruikt zal worden, aangevuld met een congestieheffing (0.11€/voertuigkm) tijdens de spitsuren (7-10;16-19u) op alle wegen binnen de Vlaamse Ruit. Dit zijn de tarieven die ook gehanteerd worden in het kader van een ambtelijke werkgroep van de Vlaamse overheid rond de invoering van het rekeningrijden voor vrachtverkeer.

Figuur 2': Het congestiegebied waarbinnen extra tol geheven wordt (de Vlaamse Ruit, in het groen weergegeven)



De effecten van dit rekeningrijden zijn benaderend gesimuleerd. Voor het vrachtverkeer wordt rekening gehouden met tijdsverschuivingseffecten waardoor een deel van het vrachtverkeer de hogere toltarieven tijdens de spitsuren zal trachten te ontlopen door zijn rijtijden aan te passen. Recent zijn deze effecten begroot in het kader van een verkennende studie voor de Ambtelijke Werkgroep rond het Rekeningrijden. Voor het personenvervoer is het niet mogelijk om deze tijdsverschuivingseffecten mee te nemen. Hiervoor is bijkomend onderzoek nodig. De enige mogelijkheden die automobilisten hebben om de congestieheffing te omzeilen zijn: optimalisatie van de route in functie van zo laag mogelijke heffing (kortere route, route buiten de Vlaamse Ruit), meer carpoolen om de kosten te delen of het openbaar vervoer gebruiken. Deze effecten werden in rekening gebracht maar aangenomen kan worden dat deze opgesomde verschuiving iets te ruim begroot wordt in de hier uitgevoerde simulaties.

Aangezien er voor de scenario's met en zonder rekeningrijden van dezelfde economische en sociodemografische gegevens werd uitgegaan, werd er dus verondersteld dat in beide scenario's evenveel ton goederen vervoerd werden en evenveel verplaatsingen door personen gebeurden. Voor goederen betekent dit dat er enkel een verschuiving naar andere modi kon gebeuren, en niet dat er minder goederen vervoerd werden. Voor personen betekent dit dat er geen rekening mee gehouden wordt dat door rekeningrijden mensen zullen beslissen om bepaalde verplaatsingen niet te doen. Thuiswerken om de kosten van het rekeningrijden te vermijden wordt hier bijvoorbeeld niet meegerekend. Indien ook met deze effecten zou rekening gehouden zou de verlaging van het aantal afgelegde kilometers door rekeningrijden groter zijn.

Het aantal voertuigkilometer voor het jaar 2025 werd niet aangeleverd door het multimodale model. Hiervoor heeft VITO per wegsegment het gemiddelde aantal voertuigen genomen tussen 2020 en 2030, onderscheid makend tussen lichte en zware voertuigen. Hierbij hebben we afgerond tot op een eenheid, wat maakt dat we niet 100 % op het gemiddelde komen van het totaal aantal gereden kilometer in 2020 en 2030.

2.3.2 Europese middellangetermijndoelen

In wat volgt, lichten we de belangrijkste Europese middellangetermijndoelen en hun implicatie voor de sector transport toe. Ook geven we een oplistings van de voorstellen voor nieuwe richtlijnen.

20-20-20 doelstellingen rond energie & klimaat van de Europese Commissie

Europa streeft naar een daling van de broeikasgassen met 20 % in het kader van het Europese Klimaat- en Energiepakket. Voor alle sectoren samen die niet onder het Europees emissiehandelsysteem vallen (huishoudens en het gros van handel & diensten, landbouw en transport) moet België in 2020 15 % minder broeikasgassen uitstoten dan in 2005. De reductiedoelstelling is nog niet verdeeld naar de gewesten of naar individuele sectoren. Daarom wordt in dit hoofdstuk voorlopig die 15 % afname als indicatieve doelstelling voor de sector transport voor 2020 gebruikt. Het referentiecijfer (2005) voor wegverkeer is 13 083 kton CO₂-equivalenten (som CO₂, CH₄, N₂O en HFK's in MIRA-T 2008). In absolute termen bedraagt de indicatieve doelstelling 11 121 kton CO₂-eq in 2020.

Ten tweede beoogt Europa 20 % hernieuwbare energie (groene elektriciteit, groene warmte/koeling, hernieuwbare energie in transport) tegen 2020. Voor België moet minimum 13 % van het finaal verbruik uit hernieuwbare energie komen en het aandeel hernieuwbare energie voor het verbruik in de transportsector moet minimaal 10 % bedragen (energetisch%) (doel voor elk land). Bij "hernieuwbare energie" behoren naast biobrandstof ook elektrische energie (via netoplading van zuiver elektrische voertuigen of PHEV's, elektrische treinen, ...) en waterstofgas als energievectoren, voor zover deze vectoren uit hernieuwbare bronnen gewonnen worden. In de praktijk zullen biobrandstoffen zeer waarschijnlijk het grootste aandeel vormen.

De derde betrachting, een stijging met 20 % van de energie-efficiëntie in Europa t.o.v. het referentiescenario in 2020, is niet vertaald naar een directe doelstelling voor de transportsector.

Toekomstige EU-richtlijn NEC (luchtemissieplafonds voor het jaar 2020)

De onderhandelingen rond de herziening van de EU-richtlijn NEC zijn nog niet afgerond. Daarom heeft MIRA besloten om indicatieve doelstellingen af te leiden voor verschillende luchtpolluenten.

Op de expertenvergaderingen MIRA 2009 sector Transport was initieel afgesproken om de IIASA-scenario's uit NEC Rapport n° 5 als basis te nemen. Binnen MIRA werd het coherente TSAP (Thematic Strategy on Air Pollution) IIASA-scenario NEC_PRIMESCOH_OPTV4 gekozen als basis voor het afleiden van de indicatieve emissiedoelstellingen voor het Europa-

scenario. In het najaar 2008 kwam een actualisatie beschikbaar van de IIASA-emissiescenario's, beschreven in het NEC Scenario Analysis report n° 6 (Amann et al., 2008). Deze houden rekening met de TSAP-doelstellingen en het voorstel voor het Climate en Energy Package, maar zijn nog niet definitief.

In samenspraak met LNE heeft het MIRA-team besloten om met absolute plafonds (indicatieve doelstellingen 2020) te werken voor wegtransport, zie Tabel 10. Deze werden afgeleid uit de door Europa voorgestelde plafonds voor België uit het NEC Scenario Analysis report n° 6. De omrekening naar Vlaamse plafonds gebeurde volgens de verhouding Vlaanderen/België van de meest recente rapportering van de emissiegegevens (NFR formaat dat wordt doorgegeven in kader van NEC-rapportering), dit is het jaar 2006.

Tabel 10: Afgeleide indicatieve NEC-doelstellingen voor wegverkeer in Vlaanderen

(kton)	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM TSP	PM10	PM2,5	NMVOS
Plafond							
2020	23,06	0,10	0,21	8,18	1,84	0,99	3,62

Bron: VMM, LNE, IIASA

De stofdeeltjes bevatten naast uitlaatemissies ook niet-uitlaatemissies door slijtage van banden, remmen, wegdek en resuspensie. NMVOS is inclusief de verdampingsemissies.

Wijziging richtlijn inzake de brandstofkwaliteit

Op 31 januari 2007 publiceerde de Europese Commissie een voorstel tot wijziging van de brandstofkwaliteit Richtlijn 98/70/EG. Deze vermeldt ondermeer een mechanisme om de uitstoot van broeikasgassen door het gebruik van brandstoffen voor het wegvervoer te monitoren en te verminderen (COM/2007/0018). Het voorstel omvat vanaf 2009 een verplichte monitoring van de broeikasgasemissies gedurende de hele levenscyclus van transportbrandstoffen. Vanaf 2011 zouden deze emissies tot en met 2020 jaarlijks met 1 % worden verminderd. Het zou voor de brandstofsector een grotere stimulans betekenen voor de ontwikkeling van brandstoffen met lage koolstofinhoud (met name biobrandstoffen) en voor andere maatregelen om de emissies in de productieketen terug te dringen (EC, 2007b).

In december 2008 is de amendering van de richtlijn inzake brandstofkwaliteit goedgekeurd door het Europees Parlement (EU, 2008a). In plaats van een totale broeikasgasreductie van 10 % over de hele levenscyclus van transportbrandstoffen tegen 2020, is dit een bindende doelstelling van 6 % geworden t.o.v. 2010. Het gat naar de 10 % kan mogelijk dichtgereden worden met ondermeer nieuwe technologieën (bv. elektrisch).

De 6 % is in feite beter afgestemd op de 10 % doelstelling voor hernieuwbare brandstoffen in de hernieuwbare energie directive, als je rekent dat de gemiddelde CO₂-reductie voor biobrandstoffen tegen die tijd (2020) rond 60 % zal liggen.

In het kader van deze richtlijn zullen geen bijkomende maatregelen in de scenarioberekeningen binnen MIRA 2009 geïmplementeerd worden. De uitwerking van deze richtlijn zit al ten dele vervat in andere maatregelen zoals biobrandstoffen.

ACEA-convenant

Op 17 december 2008 heeft het Europees Parlement beslist over de verdere verlaging van de 140 g/km doelstelling voor de CO₂-uitstoot van nieuw verkochte personenwagens (EC, 2008b). Het betreft nu een effectieve wetgeving en niet meer een convenant op vrijwillige basis. De autoconstructeurs moeten tegen 2012/2015 de CO₂-uitstoot van nieuw verkochte personenwagens verlagen tot gemiddeld 130 g/km. Daarenboven moet een bijkomende CO₂-reductie van 10 g/km gerealiseerd worden door complementaire maatregelen, zoals een verhoogd gebruik van biobrandstoffen.

Voor 2020 is de langetermijndoelstelling een gemiddelde CO₂-uitstoot van 95 g/km voor nieuwe personenwagens. De modaliteiten om deze doelstelling te halen en de aspecten inzake implementatie worden tegen 2013 vastgelegd.

Verder wordt een stimulans gegeven voor de doorbraak van nieuwe technologieën, zoals met elektrische batterij of waterstof aangedreven personenwagens. De wet voorziet superkredieten voor wagens die minder dan 50 g CO₂/km uitstoten tot en met 2015. Een superkrediet betekent dat zo'n milieuvriendelijke wagen meer meetelt in de CO₂-doelstelling. In 2012 telt een personenwagen die minder dan 50 g CO₂/km uitstoot voor 3,5 personenwagens. Deze superkredieten worden uitgefaseerd tegen 2016, dan wegen deze personenwagens met extreem lage emissies maar evenveel meer door als de andere personenwagens.

Voor de uitwerking van de langetermijndoelstellingen in het Europa-scenario verwijzen we naar 2.3.4 Integratie van Europese richtlijnen en maatregelen.

Uniformere Europese autofiscaliteit

De bovenvermelde eerder technische ingrepen van de autoconstructeurs kunnen gepaard gaan met stimulerende maatregelen vanuit de lidstaten voor de aankoop van meer milieuvriendelijke voertuigen. De Europese Commissie stuurt hierbij aan op een autofiscaliteit die op zijn minst gedeeltelijk milieu-gebaseerd is. Hiertoe werd een voorstel tot richtlijn gepubliceerd (COM/2005/261), die naast het integreren van de CO₂-uitstoot en de emissies van luchtverontreinigende stoffen in de belastingsgrondslag, een afschaffing van de dubbele telling van de registratiebelasting (BIV) beoogt. Dit voorstel is echter verworpen, en de verwachting is dat een nieuw voorstel zal gepubliceerd worden. De Europese Commissie is ook voorstander van het op termijn afschaffen van de registratiebelasting (EC, 2005b).

Euro VI regelgeving voor zwaar vervoer (>3,5 ton)

In december 2007 publiceerde de Commissie een voorstel voor Euro VI-emissiewaarden voor zwaar vervoer (EC, 2007c).

Deze limietwaarden zouden vergelijkbaar zijn met de 2010 waarden in de Verenigde Staten en de uitstoot van NO_x en PM t.o.v. Euro V verder verlagen.

De introductie van de Euro VI normen voor zwaar vervoer nemen we op in het Europa-scenario. Voor de uitwerking verwijzen we naar deel 2.3.4 Integratie van voorstellen van Europese richtlijnen en maatregelen.

Ondertussen zijn de EURO VI-emissiewaarden goedgekeurd en vastgelegd in de Verordening (EG) nr. 595/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 18 juni 2009 betreffende de typegoedkeuring van motorvoertuigen en motoren met betrekking tot emissies van zware bedrijfsvoertuigen (EC, 2009).

Richtlijnen rond publieke vloten

In 2007 heeft de Commissie een nieuw voorstel gepubliceerd met betrekking tot de aankoop van alle type wegvoertuigen voor publieke vloten (COM/2007/817-COD 2005/283). De aankoop zou moeten gebaseerd zijn op de operationele levensduurkosten van het energiegebruik, de CO₂-uitstoot en de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Het voorstel staat nog ter discussie, maar is hier wel meegenomen (EC, 2007a).

2.3.3 Technologische evolutie van het voertuigenpark

Ook meer doorgedreven maatregelen zullen nodig zijn om de ambitieuze doelstellingen van het Europa-scenario te halen bv. 'plug in' hybride/elektrische voertuigen, waterstoftechnologie, en tweede generatie biobrandstoffen.

Hierna bekijken we eerst of de prijsstijging van de brandstof een verschuiving in het aandeel benzine- en dieselveertuigen teweegbrengt. Vervolgens beschrijven we de impact van het Europa-scenario op de introductie van alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën in het nieuwe voertuigenpark. Daarna lichten we toe hoe voorstellen van richtlijnen en maatregelen in het Europa-scenario zijn geïntegreerd.

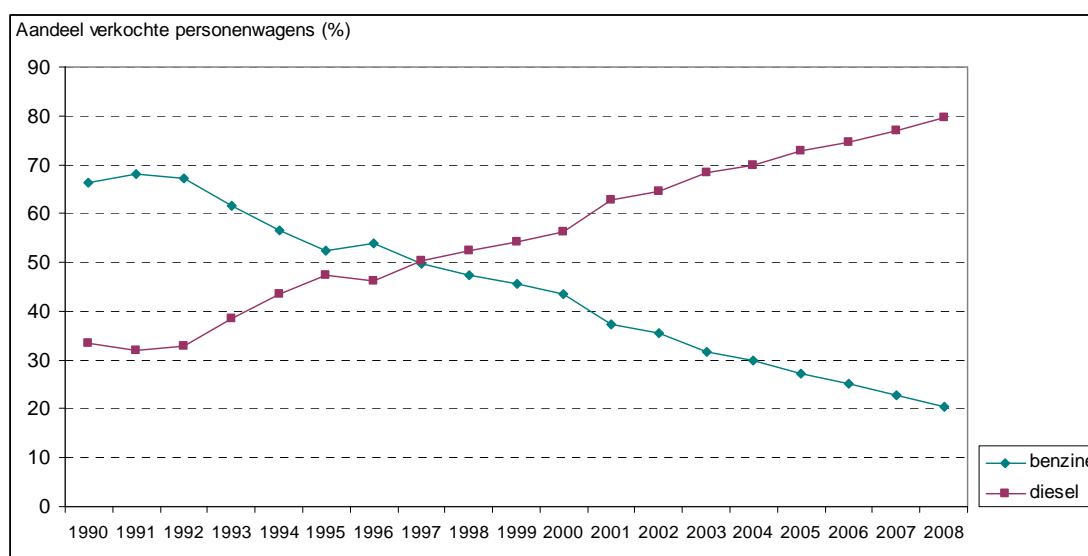
Impact van de brandstofprijzen op het aandeel benzine- en diesel personenwagens

Op de expertenvergadering rees de vraag om een regressie-oefening uit te voeren om de evolutie tussen aandeel benzine- en diesel personenwagens in te schatten op basis van historische verkoopcijfers en kostprijzen (aankoop, brandstof, taks). Binnen MIRA 2009 was dit niet haalbaar, omdat enerzijds veel basisinput nodig is en anderzijds de expert van het rekenmodel niet beschikbaar was. Vandaar heeft VITO, op aanwijzen van TML, enkele Europese studies gescreend die mogelijk een indicatie kunnen geven over de benzine/dieselverdeling en het effect van een hoge olieprijs.

In deze Europese studies is gewerkt met prijzen voor ruwe olie die variëren tussen de 25 en 74 euro per vat in de periode tot 2030 (Smokers et al., 2006) (EC, 2006). Dit is lager dan de olieprijs in de zomer 2008 die ongeveer 115 dollar per vat of 78 euro per vat bedroeg (Oil price net, 2008). Geen van beide studies geven evenwel een direct antwoord op de verdeling benzine/diesel. In de EU-studie (2006) stijgt de prijs van ruwe olie van 40 dollar per vat (27 euro/vat) in 2010 tot 110 dollar per vat (75 euro/vat) in 2050. Tegen 2030 zou dit voor Europa resulteren in ongeveer 10 % alternatieve brandstoffen en voertuigtechnologieën in het ganse park, tegen 2050 in ongeveer 30 %. Een verdeling tussen benzine en diesel werd niet gegeven, enkel de som als brandstoffen afkomstig van olie.

Om eventueel een trendbreuk waar te nemen wordt in Figuur 3 het aandeel nieuw verkochte personenwagens op benzine en diesel uitgezet voor de periode 1991-2008. De sterke groei van dieselveertuigen is niet autonoom, maar wordt mede verklaard door het gunstige fiscale klimaat in België (zoals veel lagere belasting op diesel dan op benzine). De recente prijsstijging van de ruwe olie en dieselveertuigen heeft nog geen effect op de benzine/diesel verhouding bij nieuwe voertuigen. Er is geen onmiddellijke link tussen de kostprijs en de penetratiegraad van een voertuig: er is altijd een soort vertraging merkbaar bij het doorbreken. Vandaar dat in het Europa-scenario de verdieselijking van de laatste 2 decennia in het Europa-scenario wordt omgebogen in een toenemend aandeel benzine personenwagens en voertuigen op alternatieve motorbrandstof.

Figuur 3: Aandeel benzine en diesel voertuigen in de nieuw verkochte personenwagens (België, 1991-2008)



2008 cijfers t.e.m. juli 2008

Bron: DIV (FODMV)

Aandeel alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën

Hierna geven we een overzicht van het aandeel alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën voor nieuw verkochte voertuigen in het Europa-scenario voor de periode 2007-2030. Tabel 11 geeft deze informatie voor de nieuw verkochte personenwagens.

Tabel 11: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte personenwagens in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
benzine*	23,92	23,17	17,03	9,83	4,81
benzine hybride	0,50	2,75	13,64	22,12	27,37
brandstofcel H ₂	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00
CNG	0,00	0,83	3,00	5,00	5,00
diesel	75,33	72,17	53,84	37,32	23,76
diesel hybride	0,00	0,83	9,74	19,24	28,81
elektrisch	0,00	0,00	2,50	5,00	7,50
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

Toelichting impact Europa-scenario op (nieuwe) personenwagens:

- Verschuiving naar kleinere voertuigen: gevolg van ACEA en Ecoscore. Onrechtstreeks zal dit ook resulteren in een toename van benzinevoertuigen, omdat de kostprijs voor emissiereductie bij kleine dieselwagens relatief gezien hoger ligt dan bij kleine benzinewagens.
- Tevens verschuiving naar meer hybride, plug-in hybride (PHEV) en elektrische aandrijving (ACEA + Ecoscore).
- Effect op CNG eerder verwaarloosbaar, omdat CO₂-uitstoot vergelijkbaar is met deze van diesel en grote infrastructurele aanpassing noodzakelijk zijn.
- Waterstof (H₂): door de Europese strategie rond middelen voor onderzoek en demonstratie van H₂ voor wegvoertuigen, wordt intro vanaf 2020 verwacht. De H₂-society is in feite een visionair scenario. Binnen het Europa-scenario wordt de introductie van H₂ heel beperkt verondersteld (vooral niche markten en demonstraties).
- Flankerende maatregelen om meerkost van milieuvriendelijke voertuigen (MVV) gedeeltelijk of geheel te dekken.

Voor lichte vrachtwagens (LDV) worden analoge verschuivingen verwacht als voor personenwagens: meer CS-hybride, PHEV-hybride en elektrische voertuigen en kleine fractie CNG (zie Tabel 12). Het doorbreken van deze technologieën bij publieke vloten hebben we hier ook in rekening gebracht.

Tabel 12: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte lichte vrachtwagens (LDV, < 3,5 ton) in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
benzine*	2,67	2,67	2,67	2,67	2,67
brandstofcel H ₂	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00
CNG	0,00	0,83	3,00	5,00	5,00
diesel	96,93	95,02	77,88	59,04	44,43
diesel hybride	0,00	1,07	13,54	27,03	38,14
elektrisch	0,00	0,00	2,50	5,00	7,50
LPG	0,40	0,40	0,40	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>

Bron: MIRA 2009 sector transport

In het Europa-scenario veronderstellen we een hoger aandeel PHEV in de nieuw verkochte hybride voertuigen dan in het referentiescenario, zie Tabel 13 en Tabel 14 voor respectievelijk lichte en zware voertuigen (behalve voor lijnbussen, waarvoor het referentiescenario wordt aangehouden).

Tabel 13: Aandeel plug-in hybrides (PHEV) in de totale aankoop van nieuwe hybride personenwagens en lichte vrachtwagens in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
charge sustaining	100 %	90 %	70 %	40 %	25 %
charge depleting (PHEV)	0 %	10 %	30 %	60 %	75 %

Bron: VITO

In het Europa-scenario voorzien we voor zwaar vrachtvervoer een iets meer doorgedreven hybridisatie dan in het referentiescenario voor de tonklassen rigid < 12 ton en articulated 14-20 ton, nl. 10 % tegen 2025 en 25 % tegen 2030.

Tabel 14: Aandeel plug-in hybrides (PHEV) in de totale aankoop van nieuwe hybride zware vrachtwagens in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
charge sustaining	90 %	75 %	40 %	20 %	10 %
charge depleting (PHEV)	10 %	25 %	60 %	80 %	90 %

Bron: VITO

Voor de bussen van de Lijn werden dezelfde aandelen in technologieën aangehouden als in het referentiescenario. Aangezien deze bussen minder dan 0,5 % van de emissies uitmaken, zullen verschuivingen weinig effect hebben op de totale emissie van wegverkeer.

2.3.4 Integratie van voorstellen van Europese richtlijnen en maatregelen

Hier geven we een beschrijving van hoe voorstellen van Europese richtlijnen en maatregelen zijn opgenomen in het Europa-scenario.

Verstrenge ACEA-convenant

Op het moment dat de doorrekeningen voor het Europa-scenario plaatsvonden, lag de regelgeving (december 2008) omtrent de CO₂-uitstoot van nieuwe personenwagens nog niet

vast. Bijgevolg is het Europa-scenario gebaseerd op voorstellen voor verstrenging van het ACEA-convenant (EU, 2008 met ref.14353/1/08 ENV 694 ENT 253 CODEC 1345 REV 1). Deze voorzag tevens een verdere verstrenging van de CO₂-uitstoot voor 2025, wat in de in december goedgekeurde regelgeving niet meer opgenomen werd.

Voor de inschatting van het effect van het verstrengd ACEA-convenant voor personenwagens zijn we vertrokken van:

- De kortetermijndoelstelling 130 gCO₂/km tegen 2012 via motortechnische maatregelen en een vermindering van 10 gCO₂/km via andere maatregelen. Deze laatste worden hierna flankerende maatregelen genoemd (waaronder biobrandstoffen, rijgedrag en milieuvriendelijke banden).
- De voorgestelde langetermijndoelstellingen: 95 g/km tegen 2020 en 70 g/km tegen 2025. We veronderstellen dat 105 g/km in 2020 en 80 g/km in 2025 gerealiseerd wordt door motortechnische maatregelen en de resterende vermindering van 10 gCO₂/km resulteert uit flankerende maatregelen. Dit gebeurt naar analogie met de 130/120 regeling in 2012: 130 g/km op basis van technologische en efficiëntieverbetering en bijkomende 10 g/km door o.a. biobrandstoffen, rijgedrag en milieuvriendelijke banden. Deze doelstelling zal resulteren in een gestage toename van het aantal elektrische en PHEV (plug-in hybride) voertuigen.
- Het doortrekken van de trend 2012-2025 tot 2030 zou resulteren in 53 gCO₂/km, wat heel laag is. Vandaar nemen we als doel 60 gCO₂/km. Dit is de helft van de 2012 doelstelling. Ook hier met een surplus van 10 gCO₂/km voor motortechnische maatregelen. Zoals voor de andere jaren nemen we aan dat de verdere vermindering met 10 gCO₂/km het resultaat is van flankerende maatregelen.

Een overzicht van de ACEA-verbintenis (deels regelgeving) voor de periode 2012-2030 geven we weer in Tabel 15, waarbij we een onderscheid maken tussen uiteindelijk doel, niveau te halen met behulp van motortechnische aanpassingen en bijkomende reductie via flankerende maatregelen.

Tabel 15: Overzicht ACEA-verbintenis in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2012, 2020, 2025, 2030)

(g/CO ₂ km)	2012	2020	2025	2030
uiteindelijk doel	120	95	70	60
via motor- en aandrijftechnologie	130	105	80	70
flankerende maatregelen	10	10	10	10

Wijziging van de richtlijn voor brandstofkwaliteit

Voor een stuk overlappen de doelstellingen van de voorgestelde fuel quality directive met de renewable energy directive. Op Europees niveau worden de 2 voorstellen naast elkaar gelegd, zodat ze meer op elkaar afgestemd zullen zijn. Voor de brandstofproductie en distributiesector gaat het in hoofdzaak over integratie van biobrandstoffen in de keten. In het Europa-scenario nemen wij in het deel transport enkel biobrandstoffen op, dus niet de brandstofkwaliteitsrichtlijn.

Euro VI norm voor zwaar vervoer

Onder zwaar vervoer vallen zowel zware vrachtwagens als bussen (>3,5 ton). De introductie van Euro VI limietwaarden voor alle nieuwe zware voertuigen is voorzien tegen januari 2014. In het Europa-scenario laten we Euro VI zware voertuigen instromen vanaf 2014.

In vergelijking met Euro V voertuigen ligt bij Euro VI voertuigen de NO_x-uitstoot 80 % lager, de PM-uitstoot halveert.

Verder veronderstellen we dat Euro VI voertuigen een efficiëntieverbetering kennen van 5 % ten opzichte van Euro V voertuigen. Dit ligt in dezelfde trend als wat COPERT IV geeft voor de efficiëntieverbetering van Euro IV naar Euro V voertuigen.

Maatregelen inzake milieuvriendelijke banden

De Europese Commissie wil dat nieuwe voertuigen vanaf 2012 verplicht uitgerust worden met milieuvriendelijke banden. TNO heeft berekend dat dit een energiebesparing van 3 % oplevert in vergelijking met bestaande banden (EC, 2005a) (EU, 2008b).

Verder wil de Europese Commissie dat nieuwe voertuigen vanaf 2012 verplicht uitgerust worden met tyre pressure monitoring systems (TPMS). TNO heeft berekend dat dit een besparing van 2,5 % oplevert. Intro van TPMS bij nieuwe wagens vanaf 2012 (IEA/AIE, 2007).

Een TPMS-systeem kan het gunstige effect van de introductie van energiezuinige banden vrijwaren of eventueel versterken. Binnen het Europa-scenario houdt VITO het op een voorzichtige inschatting van de effecten van maatregelen inzake milieuvriendelijke banden. Bijgevolg houden we de energiewinst door maatregelen met betrekking tot banden op 3 % per voertuig.

Vanaf 2012 worden alle nieuwe personenwagens uitgerust met energiezuinige banden. Voor het bestaande park is aangenomen dat tussen 2012 en 2016 alle voertuigen uitgerust worden met deze banden.

Verbetering aerodynamica zware vrachtwagens

Volgens TU Delft levert een betere aerodynamische vorm van vrachtwagentrailers of opleggers door montage van sideskirts of aerodynamische zijvleugels op 50 % van de trekkers een brandstofbesparing op van 5 tot 15 % (van Toren, 2008).

VITO veronderstelt een gemiddelde besparing van 6 % per uitgerust voertuig. We voorzien een geleidelijke introductie vanaf 2015, waarin reeds 20 % opleggers met sideskirts zijn uitgerust. Tegen 2020 zullen alle opleggers voorzien zijn van sideskirts.

Andere mogelijkheden zijn aerodynamica verhogende ingrepen onderaan en achteraan: dergelijke ingrepen kunnen het brandstofverbruik tot 15 % terugdringen. Dit heeft onder meer betrekking op het plaatsen van een zogenaamde 'boat tail' aan de achterkant om de luchtgeleiding te optimaliseren (TU Delft, 2007).

VITO heeft gekozen voor een voorzichtige inschattingen van de effecten van maatregelen inzake verbetering van de aerodynamica bij vrachtwagens. Bijgevolg hebben we deze laatste optie niet bovenop de sideskirts geïmplementeerd.

Biobrandstoffen

Voor het Europa-scenario nemen we het BIOSSES-scenario "algemene verhoogde bijmenging optie 1" over (Pelkmans et al., 2008). Dit scenario voorziet tegen 2010 een algemene bijmenging van dieselbrandstof voor wegverkeer met 5 vol% biobrandstof (B5). Rond 2013 wordt B10 geïntroduceerd, die naast B5 op de markt beschikbaar zal zijn. Tegen 2015 zal B10 50 % van de dieselmarkt voor zijn rekening nemen. Dit aandeel zal verder stijgen tot 90 % in 2020. Tegen 2025 zal men geen B5 meer kunnen tanken.

Verder is er in het Europa-scenario gekozen voor een realistische inschatting van de introductie van tweede generatie biobrandstoffen. Voor de *tweede generatie biobrandstoffen* is er een consensus dat biobrandstoffen uit ligno-cellulose (met name synthetische diesel of BTL uit cellulose) vanaf de periode 2015-2020 stilaan op de markt kunnen gebracht worden. Hun implementatiegraad is nog zeer onzeker en hangt sterk af van het ondersteunend beleid. Een realistische inschatting (met sterke beleidsondersteuning) zou een aandeel van 1 % zijn in 2020, 2 % tegen 2025 en 5 % in 2030. In 2030 zou de dieselbrandstof dan uit 15 vol%

biocomponenten bestaan, waarvan 1/3 tweede generatie biodiesel. Tabel 16 toont het introductiepatroon van biobrandstoffen in het Europa-scenario.

Tabel 16: : Introductie van biobrandstoffen bij wegvoertuigen in het Europa-scenario (België, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

vol%		2007	2010	2015	2020	2025	2030
biodiesel (diesel)	1ste generatie	1,4	5	7,5	9,5	10	10
	2de generatie	0	0	0	1	2	5
	totaal	1,4	5	7,5	10,5	12	15
bio-ethanol (benzine)	1ste generatie	0	5,5	8,75	10	10	10

Bron: VITO

Voor de bijmenging van *bio-ethanol in benzine* voor wegverkeer voorziet het BIOS-scenario in het jaar 2010 de introductie van 10 vol% bijmenging van bio-ethanol in benzine (E10), die naast E5 op de markt verkrijgbaar zal zijn. In 2010 zal E10 10 % van de benzinemarkt voor zijn rekening nemen. Tegen 2015 en 2020 zal dit respectievelijk 75 % en 100 % bedragen.

Plug in hybride/elektrische voertuigen

Plug-in hybride/elektrische voertuigen hebben een tractiebatterij, die ook aan het elektriciteitsnet kan opgeladen worden. Verscheidene constructeurs, waaronder GM, Peugeot en Mitsubishi, werken aan dit concept (Auto & Motor Techniek, 2008). Een Nederlandse studie ging uit van een potentieel van 1,8 miljoen auto's (= 25 % van het Nederlandse wagenpark) tegen 2025 die volledig (zuiver elektrisch) of deels (plug-in hybride) op elektrische stroom zouden rijden. In Tabel 13 staat de inschatting voor Vlaanderen.

Waterstoftechnologie

De brandstofcellen op waterstof worden al lang vooropgesteld als dé technologie van de toekomst. De ontwikkeling blijft evenwel een langetermijnoptie, met belangrijke uitdagingen (zowel technisch, economisch als naar aanvaardbaarheid bij de gebruiker). Recent is op Europees niveau een belangrijk programma opgestart "Fuel Cell and Hydrogen Joint Technology Initiative", dat tussen 2008 en 2017 een budget van 1 miljard euro voorziet voor onderzoek, ontwikkeling en demonstraties rond waterstof en brandstofcellen. In de expertgroep was consensus over het niet opnemen, behalve in niche markten, van H₂-voertuigen in het Europa-scenario, maar wel in het visionair scenario.

Fiscale maatregelen in functie van milieuprestatie

Een belangrijke maatregel om te komen tot een meer milieuvriendelijk voertuigenpark is een hervorming van de belastingen op voertuigen (belasting op inverkeerstelling (BIV) en verkeersbelasting (VB)) via Ecoscore. De autofiscaliteit werd in 2002 een volledig gewestelijke bevoegdheid. Vlaanderen zal vermoedelijk vanaf 2010 de inning van de belastingen overnemen van de federale overheid. Zeer waarschijnlijk zal de hervorming van de verkeersbelasting ten vroegste samenvallen met die overname van de inning.

De verschillende gewestelijke overheden hebben evenwel reeds te kennen gegeven de BIV en VB te willen hervormen en meer gebaseerd te maken op milieuprestaties van het voertuig. Dit is ook de wens van de Europese Commissie. Hiervoor zijn verschillende systemen mogelijk, maar 2 systemen springen er uit: op basis van de Ecoscore, of op basis van de CO₂-uitstoot, al dan niet gecombineerd met de euronorm van het voertuig. De verwachting is dat dit de consument in de richting van meer milieuvriendelijke voertuigen zal sturen, alsook mogelijk een versnelde vervanging van oude voertuigen zal bewerkstelligen.

Rijgedrag

Hier maken we een inschatting van het effect van rijgedrag door Gear Shift Indicator (GSI) / rijopleiding voor nieuwe chauffeurs / opleidingscheques voor bestuurders. Studies tonen aan dat een rijopleiding 'ecodriving' tot 10 % brandstofbesparing kan opleveren bij personenwagens en 5 % bij vrachtwagens. Bestuurders van personenwagens kunnen hierbij bijgestaan worden door een zogenaamde Gear Shift Indicator, die het ideale schakelpunt aangeeft. TNO heeft berekend dat het schakelen volgens de GSI een brandstofbesparing van 5 % (diesel) tot 9 % (benzine) oplevert.

In het Europa-scenario voorzien we ecodrive-rijopleidingen voor alle voertuigcategorieën. Tegen 2015 veronderstellen we dat de helft van de bestuurders deze opleiding al heeft gevolgd. Tegen 2020 geldt dat voor alle bestuurders. Voor personenwagens, lichte vrachtwagens en gemotoriseerde tweewielers bedraagt de energiereductie per bestuurder/voertuig 3 %. Voor de overige voertuigen, nl. het zwaar vervoer, is dat slechts 1,5 %, omdat vele zware voertuigen nu al uitgerust zijn met intelligente, semiautomatische versnellingsbakken die de ecologische rijstrategie al (gedeeltelijk) integreren.

Op de tweede expertengroep is de beslissing genomen om - t.o.v. de maatregelen die de autoconstructeurs reeds nemen - flankerende maatregelen zoals stimuli voor de aankoop van meer milieuvriendelijke voertuigen, rijgedrag, milieuvriendelijke banden en biobrandstoffen te integreren in de ACEA-regelgeving (doelstelling). Dit blijkt een goede invulling te zijn van de uiteindelijke beslissingen genomen door het Europese Parlement in december 2008.

Snelheidsverlaging

Snelheidsverlaging heeft een positief effect op het geluid, een absolute emissieverlaging en een verbetering van de verkeersdoorstroming. In het MMM-model wordt rekening gehouden met de 70 km/u die geldt op verschillende gewestwegen. Op autosnelwegen is geen algemene snelheidsverlaging gepland. Verder streeft het Mobiliteitsplan Vlaanderen een hogere trajectnelheid na. Het instellen van lagere snelheden heeft meestal tot doel de verkeersveiligheid te bevorderen. Door rekeningrijden zal de doorstroming verbeteren en zal de verkeersveiligheid bevorderd worden, waardoor er minder nood is aan lagere snelheden. Bijgevolg heeft de expertengroep MIRA 2009 sector Transport beslist om geen bijkomende beperking op rijnsnelheid op te nemen in het Europa-scenario.

Omwille van de uniformiteit wordt bijgevolg de maatregel snelheidsverlaging ook niet opgenomen in het hoofdstuk Geluid (MIRA 2009).

Verbeterde mobiele airconditioning

In het Europa-scenario wordt aangenomen dat vanaf 2011 verbeterde R744 (CO₂) systemen worden aangewend in MAC. Deze systemen stoten geen fluorgassen meer uit en de uitstoot van CO₂ door lekkage is verwaarloosbaar t.o.v. de directe CO₂-uitstoot van de voertuigen. Het meerverbruik van verbeterde R744 systemen ligt ruim 20 % lager dan van de klassieke R744 aircosystemen, die gebruikt worden in het referentiescenario (TNO, 2006).

3 Effect op activiteit

3.1 Evolutie goederenverkeer

Het aantal ton dat een herkomst of een bestemming in Vlaanderen heeft, wordt geaggregeerd en berekend voor elk zichtjaar. De resultaten zijn in volgende tabel weergegeven.

Tabel 17: Groeivoeten in % ten opzichte van 2007 voor het aantal ton met een herkomst of bestemming in Vlaanderen.

	2010	2015	2015	2020	2020	2030	2030
	BAU	BAU	EUR	BAU	EUR	BAU	EUR
weg	5	13	13	21	20	35	34
spoor	6	6	8	16	17	36	38
binnenvaart	5	17	18	25	25	41	41

Uit deze tabel blijkt dat het goederenvervoer voor alle modi blijft toenemen tot 2030. De binnenvaart kent de grootste groei en het vervoer over de weg kent de kleinste groei. Rekeningrijden voor vrachtwagens verandert nagenoeg niets aan de toename van de hoeveelheid vracht. De modal split blijft ook quasi constant. In 2007 wordt nl. ongeveer 67 % vervoerd over de weg, 5 % over het spoor en 28 % via de binnenvaart. In 2030 is dit respectievelijk 66 %, 5 % en 29 %. Er is dus enkel een kleine verschuiving van vervoer over de weg naar vervoer via de binnenvaart in de tijd merkbaar. Voor beide scenario's geldt dezelfde modal split voor de verschillende jaartallen.

De verschuiving van vervoer over de weg naar andere modi kan onderschat zijn doordat er in het goederenmodel geen rekening wordt gehouden met congestie op de weg. Dit maakt de veralgemeende kosten voor vrachtwagens kleiner dan in werkelijkheid gedurende de spits. Aangezien dit een model op dagbasis is en er ook veel vrachtwagens een ander tijdstip zullen kiezen in plaats van een andere modus, heeft deze onvolkomenheid echter slechts een beperkte impact.

In volgende tabel wordt hetzelfde gedaan voor de tonkilometers. Als we de groei bekijken in tonkilometers is er ook een groei in het goederenvervoer voor alle modi. De sterkste groei is dan voor het spoor met een toename van meer dan 50 % voor 2030.

Tabel 18: Groeivoeten in % ten opzichte van 2007 voor het aantal tonkilometers met een herkomst of bestemming in Vlaanderen.

	2010	2015	2015	2020	2020	2030	2030
	BAU	BAU	EUR	BAU	EUR	BAU	EUR
weg	5	12	11	20	20	37	37
spoor	10	33	34	37	39	56	56
binnenvaart	5	12	12	19	19	34	34

3.2 Evolutie personenverkeer

De provinciale modellen zijn doorgerekend voor de 8 beschouwde prognoses voor 2 type-uren: een ochtendspitsuur (08-09) en een avondspitsuur (17-18). Aan de hand van omrekeningsfactoren worden etmaaltotalen gegenereerd die de belasting weergeven voor een gemiddelde werkdag. Deze omrekeningsfactoren zijn berekend aan de hand van een tijdreeksanalyse uitgevoerd met de verkeersmodellen voor BAU-2007. Voor de toekomstscenario's worden dezelfde factoren gebruikt, hoewel deze omrekeningsfactoren in de toekomst wellicht zullen wijzigen door veranderende tijdstipkeuze ten gevolge van toenemende congestie of andere effecten (bv. telewerken, ...).

In volgende tabel zijn de vervoersprestaties voor het personenverkeer berekend voor de 8 berekende prognoses. Naast de spitsuurwaarden zijn ook de dagwaarden voorgesteld.

Tabel 19: Voertuigprestaties (voertuigkm) van het personenverkeer, spitsuurwaarden en dagwaarden

	08-09	17-18	Dag
2007-BAU	11 349 350	13 387 750	121 403 000
2010-BAU	12 329 250	14 237 800	130 152 500
2015-BAU	13 792 450	15 617 100	143 924 000
2015-EUR	13 804 450	15 627 000	144 151 000
2020-BAU	14 285 900	16 039 650	148 327 500
2020-EUR	13 315 850	15 008 100	137 641 000
2030-BAU	15 005 350	16 829 550	155 427 500
2030-EUR	14 055 000	15 730 650	144 771 000

Uit deze tabel blijkt dat het invoeren van rekeningrijden voor het scenario 2015-EUR een beperkte stijging van het aantal voertuigkilometers voor het personenverkeer veroorzaakt, dit verkeer neemt terug capaciteit in die vrijgekomen is door een afname van het vrachtverkeer dat in 2015 onderworpen zal worden aan rekeningrijden en het personenverkeer (nog) niet.

Als het personenverkeer wel onderworpen wordt aan rekeningrijden dan stellen we voor de scenario's 2020-EUR en 2030-EUR wel een afname vast van de voertuigprestaties. We krijgen – volgens het model – op dat moment een verschuiving naar andere modi (verschuiving van bestuurder naar passagier d.m.v. carpoolen en verschuiving naar openbaar vervoer).

3.3 Aantal voertuigkilometers per voertuigtype

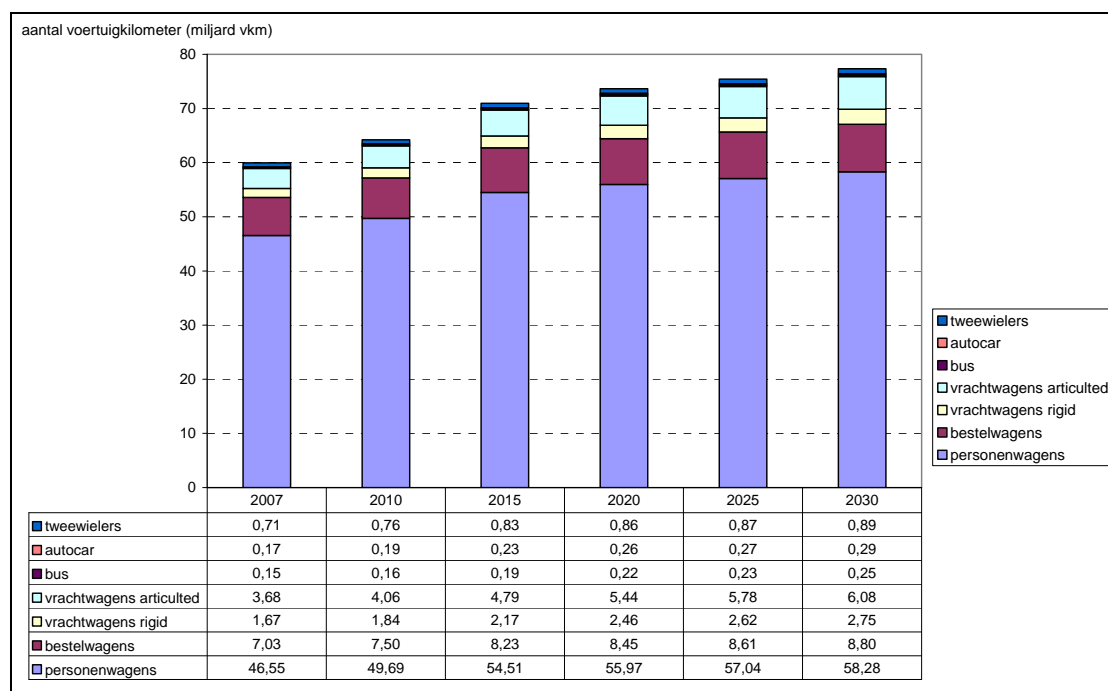
De voertuigkilometers aangeleverd door het multimodaal model Vlaanderen, waarbij enkel een onderscheid gemaakt wordt tussen lichte en zware voertuigen, worden in het MIMOSA-model verder opgesplitst naar de verschillende voertuigtypes. Hierna bespreken we achtereenvolgens het resultaat voor het referentie- en het Europa-scenario.

3.3.1 Referentiescenario

Figuur 4 toont de evolutie van het aantal voertuigkilometers per voertuigtype (7) in Vlaanderen in het referentiescenario. Het totaal aantal voertuigkilometers stijgt in de periode 2007-2030 met bijna 29 %. Het aantal voertuigkilometers afgelegd door lichte voertuigen (personenwagens, bestelwagens en gemotoriseerde tweewielers) neemt met een kwart toe. Voor de zware voertuigen (vrachtwagens, bussen en autocars) bedraagt de stijging 65 % in dezelfde periode.

Verder toont Figuur 4 dat over de ganse periode personenwagens ruim driekwart van het totaal aantal voertuigkilometers op zich nemen. Absoluut is er wel een daling met 2 % tegen 2030 ten opzichte van 2007. Het aandeel in de kilometers van bestelwagens evolueert van 11,7 % in 2007 naar 11,4 % in 2030. Het aantal voertuigkilometers van vrachtwagens (som voertuigen uit een stuk en de combinatie trekker met oplegger) stijgt van 8,9 % naar 11,4 %, waarvan nagenoeg 70 % door de combinatie trekker met oplegger wordt afgelegd. Het gezamenlijk aantal voertuigkilometers afgelegd door bussen en autocars blijft kleiner dan 1 %, het aandeel van gemotoriseerde tweewielers blijft onder de 1,2 %.

Figuur 4: Evolutie van het aantal voertuigkilometers per voertuigtype in het referentiescenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Vrachtwagen articulated = trekker + oplegger; vrachtwagen rigid = vrachtwagen uit een stuk

Bron: VITO, VVC

De resultaten van de omrekening van het aantal voertuigkilometers naar personenkilometers is weergegeven in volgende tabel. De bezettingsgraden voor personenwagens zijn afkomstig van het multimodaal model Vlaanderen en variëren tussen 1,25 in 2007 en 1,21 in 2030. Voor de lijnbussen wordt een bezettingsgraad van 14 aangenomen en voor de autocars van 35. Omdat onzekerheid bestaat over de beladingsgraad van zware vrachtwagens worden geen absolute waarden gegeven voor de tonkilometers. Het goederenvervoer wordt dan ook uitgedrukt in voertuigkm in volgende tabel.

Tabel 20: Evolutie van de personenkilometers en voertuigkilometers van het gemotoriseerd wegverkeer in het referentiescenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

		2007	2010	2015	2020	2025	2030
personen	pkm	67,12	71,56	78,52	81,34	83,16	85,06
goederen	vkm	12,37	13,40	15,20	16,35	17,02	17,63

Bron: VITO, VVC

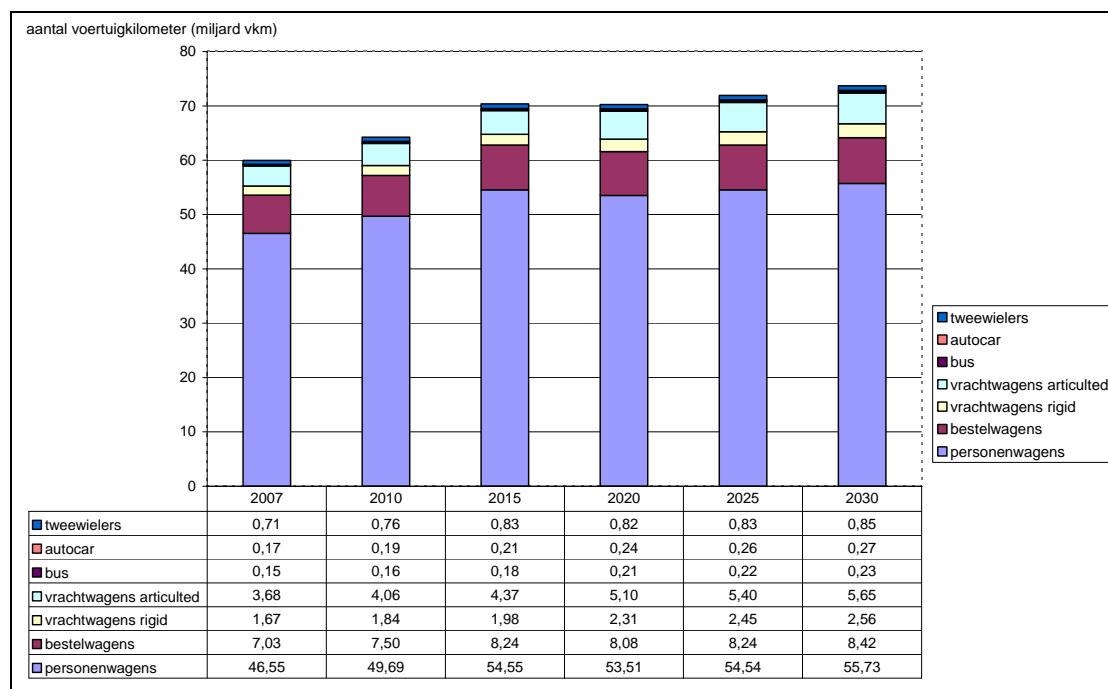
3.3.2 Europa-scenario

Het totaal aantal voertuigkilometers stijgt in de periode 2007-2030 met bijna 23 %. Voor de lichte voertuigen (personenwagens, bestelwagens en gemotoriseerde tweewielers) is de stijging iets minder (19,7 %). Voor de zware voertuigen (vrachtwagens, bussen en autocars) is er ruim een verdubbeling van het aantal voertuigkilometers in dezelfde periode.

Verder toont Figuur 5 dat evenals in het referentiescenario over de ganse periode personenwagens ruim driekwart van het totaal aantal voertuigkilometers op zich nemen. Verder is het belangrijk op te merken dat het aandeel voertuigkilometers van vrachtwagens iets minder stijgt dan in het referentiescenario (aandeel van 11,1 % in 2030).

Het aantal voertuigkilometers afgelegd door zware vrachtwagens in 2015 in het Europa-scenario ligt nagenoeg 9 % lager dan in het referentiescenario. Voor personenwagens zien we pas vanaf 2020 een daling met 4,4 % ten opzichte van het referentiescenario. In het scenario met rekeningrijden ligt het totaal aantal vkm in 2030 4,7 % lager dan in het referentiescenario.

Figuur 5: Evolutie van het aantal voertuigkilometers per voertuigtype in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Vrachtwagen articulated = trekker + oplegger; vrachtwagen rigid = vrachtwagen uit een stuk

Bron: VITO, VVC

Omrekening naar personenkilometers, waarbij de bezettingsgraad van auto's in het Europa-scenario varieert tussen 1,25 in 2007 en 1,23 in 2030 en de andere bezettingsgraden dezelfde verondersteld werden als in het referentiescenario, levert de resultaten in volgende tabel. Voor goederen worden geen absolute tonkilometers berekend en zijn de gegevens weergegeven in voertuigkilometers.

Tabel 21: Evolutie van de personenkilometers en voertuigkilometers van het gemotoriseerd wegverkeer in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

		2007	2010	2015	2020	2025	2030
personen	pkm	67,12	71,56	77,71	78,59	80,31	82,10
goederen	vkm	12,37	13,40	14,58	15,49	16,09	16,63

Bron: VITO, VVC

4 Het voertuigenpark 2007-2030

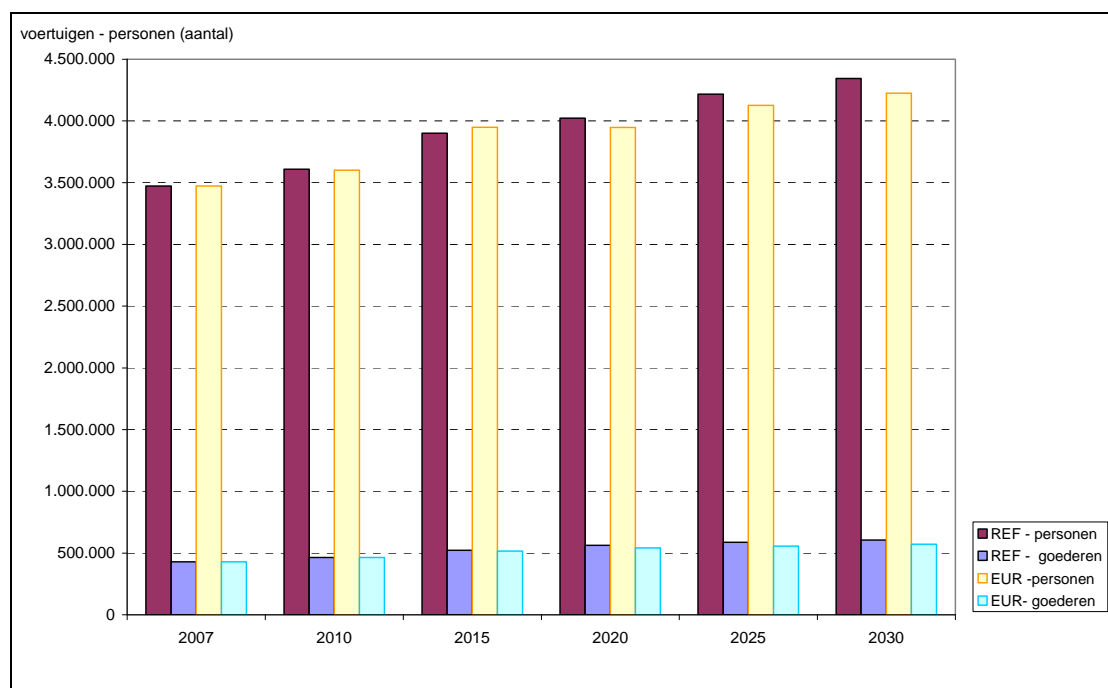
4.1 Aantal vervoermiddelen

In 2007 telde het Vlaamse voertuigenpark 3 901 468 voertuigen, waarvan slechts 11 % voor goederenvervoer. Tegen 2030 stijgt dit aantal in het referentie- en Europa-scenario tot

respectievelijk 4 949 167 (+27 %) en 4 795 573 (+23 %) voertuigen. Het aandeel voertuigen voor goederenvervoer bedraagt in 2030 respectievelijk 12,2 % en 11,9 %.

Figuur 6 toont het verloop van het aantal voertuigen opgesplitst naar personen en goederen in het referentie- en Europa-scenario. De stijging in beide scenario's is het gevolg van een gestage toename van het aantal kilometers van 2007 naar 2030. Daar de groei van het aantal voertuigkilometers lager ligt in het Europa-scenario, stijgt het aantal voertuigen minder snel in het Europa-scenario.

Figuur 6: Evolutie van het aantal voertuigen in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2015, 2030)



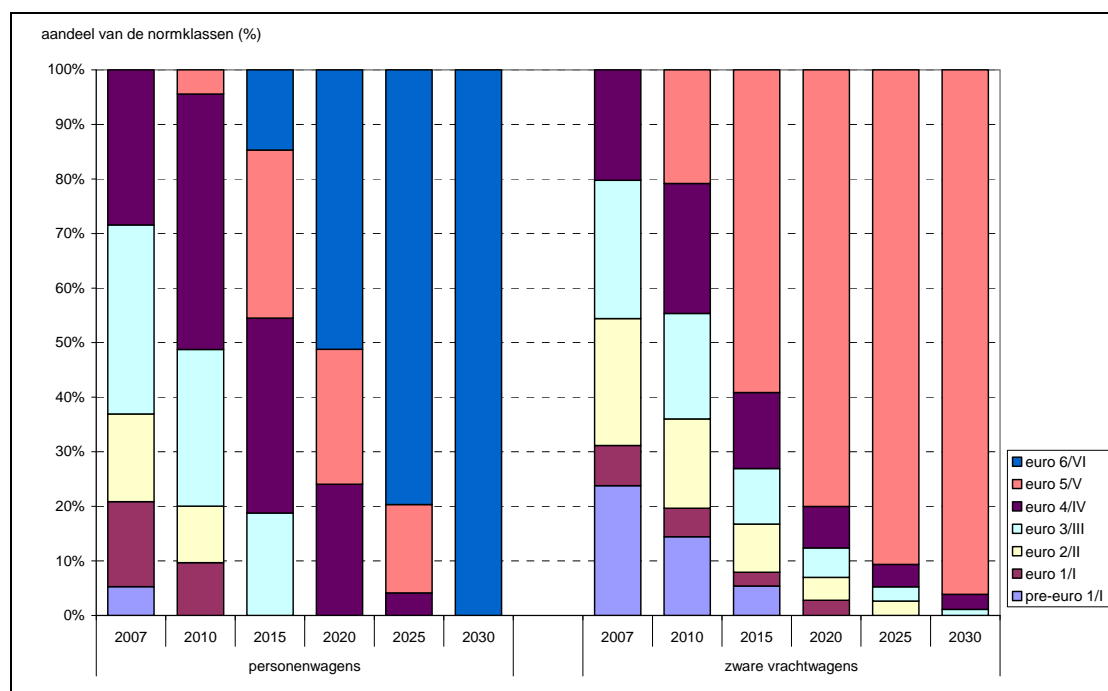
Bron: DIV, eigen berekeningen VITO

4.2 Voertuigenpark opgesplitst per euroklassen

4.2.1 Referentiescenario

Figuur 7 toont voor Vlaanderen de verdeling in euroklassen van het voertuigenpark in het referentiescenario voor de twee belangrijkste voertuigtypes, zijnde personenwagens enerzijds en zware vrachtwagens anderzijds. In de periode 2007-2030 verdwijnen de oudere euroklassen geleidelijk om vervangen te worden door nieuwe generaties van technologie. Euro 0 personenwagens zijn tegen 2010 uit het park verdwenen, voor vrachtwagens is dat 2020. Verder bestaat de helft van personenwagens tegen 2020 uit Euro 6 voertuigen, die tegen 2030 de totaliteit van het park uitmaken. Voor vrachtwagens wordt de Euro VI niet geïmplementeerd in het referentiescenario. Voor deze voertuigcategorie bestaat het park tegen 2020 voor 80 % uit Euro V voertuigen, tegen 2030 is dit ruim 95 %. We zien dat tegen 2025 het park voor personenwagens voor ongeveer 95 % uit Euro 5 en Euro 6 voertuigen bestaat, die zeer goede milieuprestaties hebben. De zware vrachtwagens bestaan voor meer dan 90 % uit Euro V voertuigen.

Figuur 7: Verdeling van de personenwagens en zware vrachtwagens volgens voertuiggeneratie in het referentiescenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: eigen berekeningen VITO

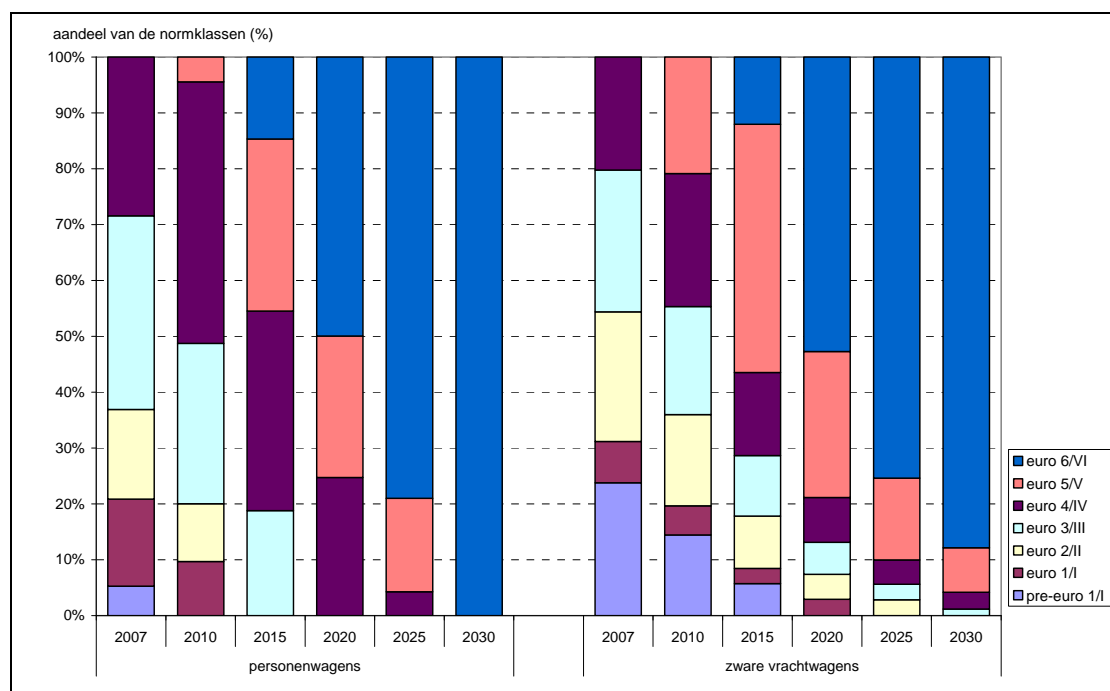
4.2.2 Europa-scenario

Figuur 8 toont de verdeling in euroklassen voor de personenwagenvloot en de zware vrachtwagens in Vlaanderen voor 2007, 2010, 2015, 2020, 2025 en 2030 in het Europa-scenario.

Globaal gezien kent de evolutie in euroklassen in het Europa-scenario een analoog verloop als in het referentiescenario. Wel is er een belangrijk verschil, dat vanaf 2015 Euro VI voertuigen zichtbaar zijn bij de zware vrachtwagens. Dit is het gevolg van de implementatie van het (ondertussen goedgekeurde) voorstel tot richtlijn voor Euro VI bij zware voertuigen vanaf januari 2014 voor alle nieuwe voertuigen. Deze Euro VI resulteert in een verdere reductie van de NO_x, PM en VOS-uitstoot bij zware voertuigen.

In een scenario met een actief milieubeleid, is het heel waarschijnlijk dat de Euro VI voertuignormen verder zullen verstrengen. Daar er nog geen limietwaarden voor post Euro VI Europees ter discussie liggen, worden deze normen niet verder opgenomen binnen het Europa-scenario.

Figuur 8: Verdeling van de personenwagens en zware vrachtwagens volgens voertuiggeneratie in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



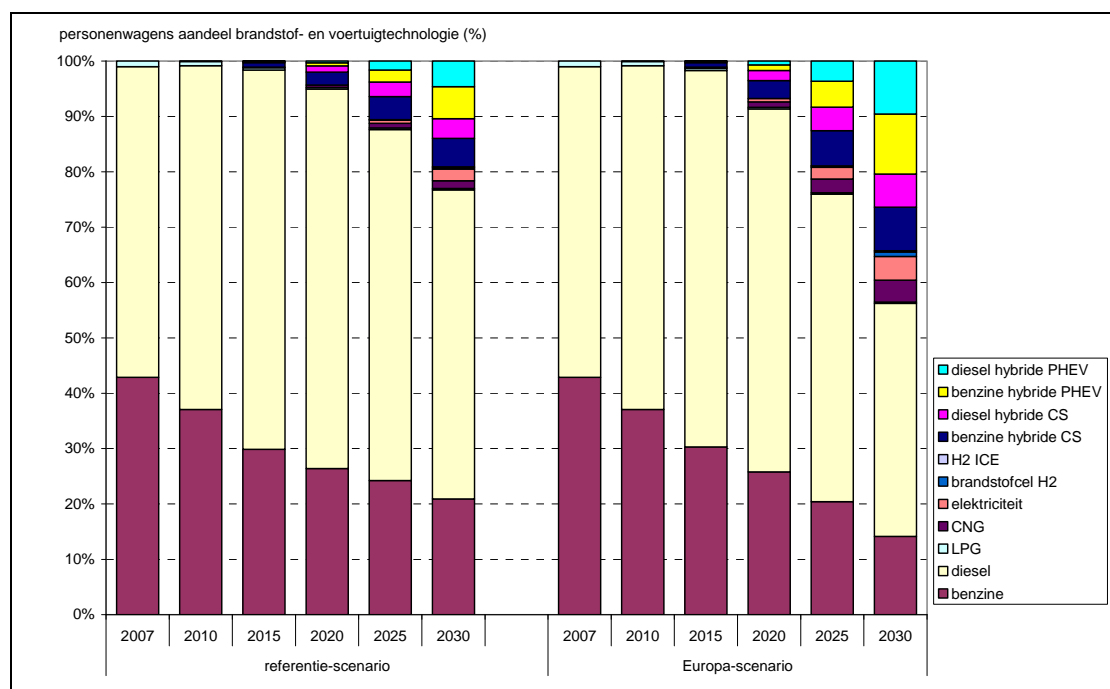
Bron: eigen berekeningen VITO

4.3 Voertuigenpark opgesplitst per motorbrandstof- en voertuigtechnologie

Voor personenwagens is de instroom van alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologie het grootst. Vandaar illustreren we de evolutie in het aandeel voertuigen op alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologie voor het personenwagenpark in Vlaanderen voor het referentie- en Europa-scenario (Figuur 9).

Voor de hele periode maken klassieke voertuigen (benzine, diesel en LPG) ruim meer dan de helft van het totaal aantal personenwagens uit, dit geldt ook onder het Europa-scenario in 2030. Wel bereiken alternatieve voertuigen in 2020 onder het referentiescenario een aandeel van 4,8 %. In 2030 is het aantal alternatieve voertuigen 23 %, waarvan 83 % hybride voertuigen. In het Europa-scenario loopt het aandeel alternatieve voertuigen op tot respectievelijk 8,4 % in 2020 en 44 % in 2030, waarvan ongeveer 80 % hybride voertuigen zijn.

Figuur 9: Verdeling van de personenwagens volgens motorbrandstof- en voertuigtechnologie (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: eigen berekeningen VITO

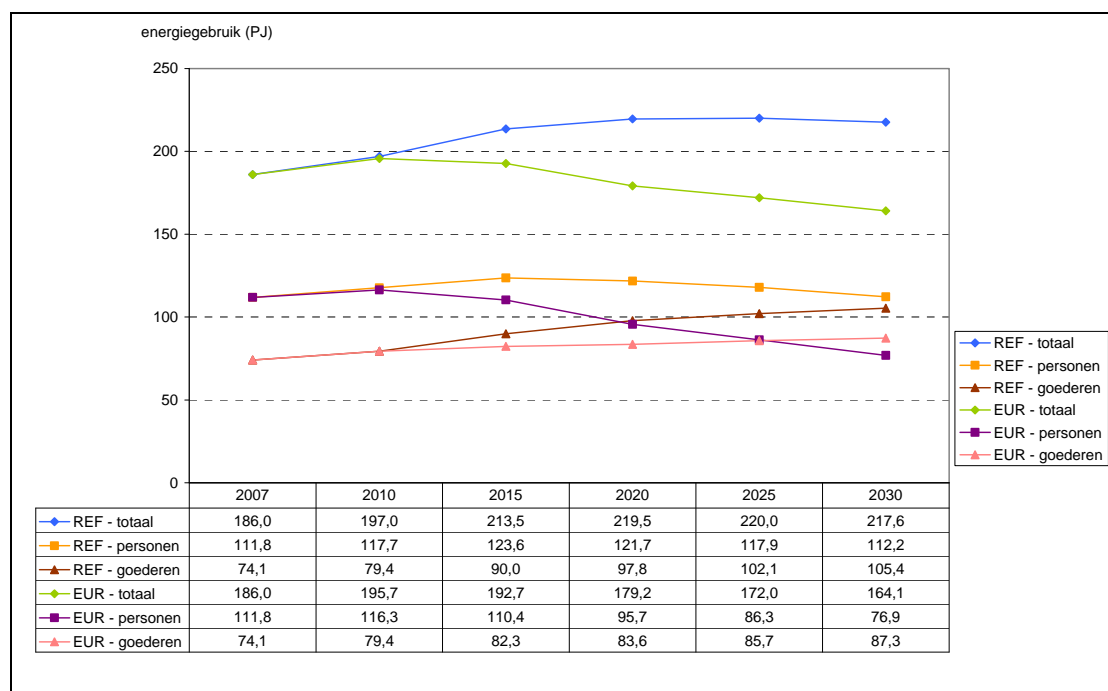
5 Energiegebruik door wegverkeer

In wat volgt beschrijven we eerst het algemene verloop van het energiegebruik door wegverkeer in het referentie- en Europa-scenario. Vervolgens bekijken we het belang van de verscheidende voertuigtypes. Daarna bespreken we de bijdrage van de verschillende energievectoren in het totale energiegebruik op voertuigniveau. Tot slot toetsen we de resultaten aan de Europese doelstelling inzake hernieuwbare energie.

5.1 Personenvervoer versus goederenvervoer

Figuur 10 toont de evolutie van het energiegebruik op voertuigniveau voor wegverkeer in het referentiescenario (REF) en Europa-scenario (EUR). Naast het totale energiegebruik is er tevens een opsplitsing in personen- en goederenvervoer.

Figuur 10: Energiegebruik op voertuigniveau door wegverkeer (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

5.1.1 Referentiescenario

Het energiegebruik door personen- en goederenvervoer samen stijgt gestaag tussen 2007 en 2020 in het referentiescenario. In de periode 2020-2025 stagneert het energiegebruik, waarna het lichtjes afneemt. In 2030 ligt het totale energiegebruik van personen- en goederenvervoer 17 % hoger dan in 2007. In diezelfde periode steeg het totaal aantal gereden voertuigkilometer op de weg evenwel met 29 %.

Onder het referentiescenario neemt het energiegebruik voor *personenvervoer* toe van 2007 tot 2015 met ruim 10 %. Daarna daalt dit energiegebruik, om tegen 2030 terug op het niveau van 2007 te komen. Tegen 2030 wordt het toenemende aantal kilometers gecompenseerd door de trend naar kleinere motorisatie, de doorstoot van hybride voertuigen en in mindere mate zuiver elektrische voertuigen.

Voor *goederenvervoer* stijgt het energiegebruik continu, maar vanaf 2020 gebeurt dit minder snel. In 2030 overstijgt het energiegebruik door goederenvervoer over de weg het niveau van 2007 met 42 %. Dit is toe te schrijven aan de sterke toename van het aantal kilometer door zwaar vervoer (65 %) in de periode 2007-2030. De kleinere stijging van het energiegebruik door goederenvervoer ten opzichte van het aantal kilometers in de periode is het gevolg van de efficiëntieverbetering van de nieuwe generatie voertuigen en in beperkte mate ook de hybridisatie van de vrachtwagens (<20 ton).

In het referentiescenario evolueert het aandeel van het goederenvervoer in het totale energiegebruik van 40 % naar 48 % in de periode 2007-2030.

De sterke toename in de activiteit met vrachtwagens resulteert in een min of meer stagneren van het energiegebruik door het totale wegverkeer in de periode 2020-2030. Dit in tegenstelling met de daling die men zou kunnen verwachten als gevolg van het ACEA-convenant (140 gCO₂/km) bij personenwagens en de sterk toenemende hybridisatie van het personenwagenvoertuigpark van 2020 (4 %) naar 2030 (19 %).

5.1.2 Europa-scenario

Het energiegebruik door personen- en goederenvervoer samen stijgt in het Europa-scenario enkel tussen 2007 en 2010 (ruim 5 %), om vervolgens continu te dalen. In 2030 ligt het totale energiegebruik van personen- en goederenvervoer nagenoeg 12 % onder dat van 2007. In diezelfde periode stijgt het totaal aantal gereden voertuigkilometer op de weg nochtans met bijna 23 %.

Onder het Europa-scenario daalt het energiegebruik voor *personenvervoer* na 2010 voortdurend. Tegen 2030 is het energiegebruik 31 % onder het niveau van 2007 gedoken. Dit wordt deels verklaard door het lager aantal gereden kilometer ten opzichte van het referentiescenario. Verder speelt het implementeren van de wetgeving over de CO₂-uitstoot voor nieuwe personenwagens met verplichte en ambitieuze doelstellingen hierin een belangrijke rol. Ook de verder doorgedreven technologieverschuivingen hebben een voelbaar effect. Zo is het aandeel hybride voertuigen in 2030 aanzienlijk toegenomen: 34 % van het totale wagenpark bestaat in het EUR-scenario uit hybride voertuigen, ten opzichte van 19 % in het REF-scenario.

Voor *goederenvervoer* stijgt het energiegebruik continu, maar minder snel dan in het referentiescenario. Dit resulteert in 2030 in een energiegebruik dat 18 % hoger ligt dan dat in 2007. Dit is toe te schrijven aan de toename van het aantal kilometer door zwaar vervoer (54 %) in de periode 2007-2030. Evenals in het referentiescenario is de aangroei van het energiegebruik lager dan de groei in kilometers. Het verschil tussen beide is voor het Europa-scenario groter, omwille van de introductie van de meer efficiënte Euro VI voertuigen en in mindere mate de verhoogde introductie van hybride technologie. Verder missen maatregelen inzake sideskirts voor opleggers en rijgedrag hun effect niet.

In het Europa-scenario evolueert het aandeel van het goederenvervoer in het totale energiegebruik van 40 % naar 53 % in de periode 2007-2030. Het aandeel van het goederenvervoer kent een grotere toename dan in het referentiescenario, omdat het energiegebruik van de personenwagens in het Europa-scenario in sterkere mate is gedaald dan dat van vrachtwagens.

In 2020 en 2030 ligt het totale energiegebruik door wegverkeer in het Europa-scenario respectievelijk 18 % en 25 % onder dat van het referentiescenario. Voor personenvervoer bedraagt dit verschil zelfs respectievelijk 21 % en 31 %, voor goederenvervoer slechts respectievelijk 15 % en 17 %.

5.2 Opsplitsing per voertuigtype

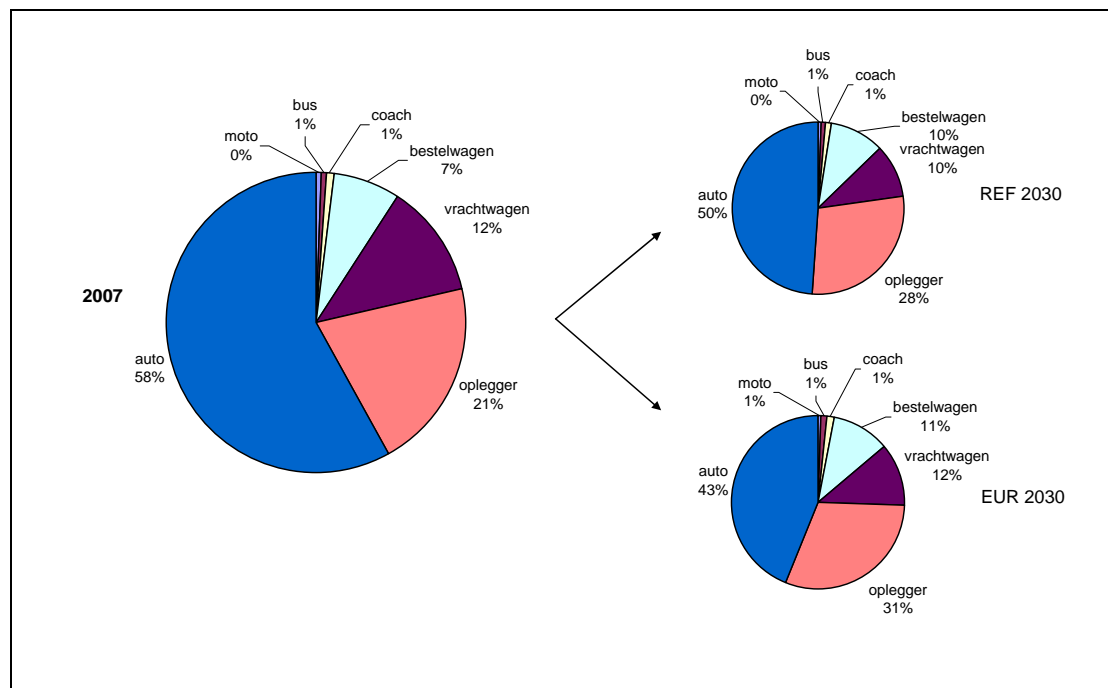
Figuur 11 toont de bijdrage van de verschillende voertuigtypes aan het energiegebruik voor het basisjaar 2007 en het eindjaar 2030 voor zowel het referentie- als het Europa-scenario.

In 2007 namen de personenwagens meer dan de helft van het energiegebruik door wegverkeer voor hun rekening. De vrachtwagens (trekker+oplegger en rigid vrachtwagen) zijn samen goed voor 33 % van het energiegebruik, de bestelwagens hebben een aandeel van 7 %. Coaches, bussen en gemotoriseerde tweewielers (moto's en bromfietsen) nemen slechts een klein deel van het energiegebruik voor hun rekening.

In het referentiescenario is de bijdrage van personenwagens aan het energiegebruik tegen 2030 gedaald tot 50 %. Het aandeel van de vrachtwagens (trekker+oplegger, rigid vrachtwagen) en bestelwagens neemt toe.

Deze laatste evolutie zet zich verder door in het Europa-scenario waar tegen 2030 het energiegebruik van de personenwagens afneemt tot 43 %. De groei gaat ook hier opnieuw naar de vrachtwagens en bestelwagens.

Figuur 11: Procentuele bijdrage van voertuigtypes aan het energiegebruik van wegverkeer onder het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2030)



Bron: VITO

5.3 Opsplitsing per energievector

In Figuur 12 is een opsplitsing gemaakt van het energiegebruik in de verschillende energievectoren voor het basisjaar 2007 en het prognosejaar 2030 onder het referentie- en Europa-scenario.

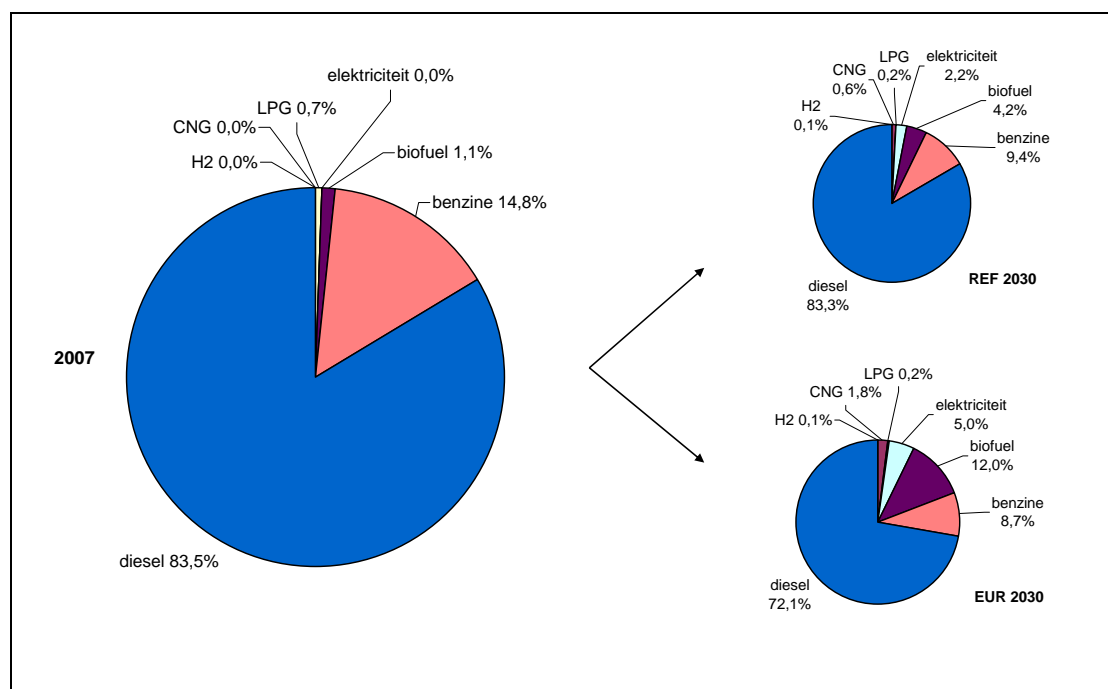
Dieselbrandstof blijft de belangrijkste energievector voor het wegverkeer, zelfs in 2030 onder het Europa-scenario (72 %).

Onder het *referentiescenario* blijft benzine de tweede belangrijkste energievector voor het wegverkeer. De conventionele brandstoffen (diesel, benzine en LPG) overheersen in 2030 met 93 % nog de energiemarkt voor wegverkeer. Biobrandstoffen (biodiesel en bio-ethanol) en elektriciteit hebben tegen 2030 een klein, maar duidelijk marktsegment verworven. Voor de overige energievectoren (CNG en waterstof) blijft het gezamenlijk marktaandeel onder 1 %.

Onder het *Europa-scenario* is tegen 2030 het marktaandeel van conventionele brandstoffen gedaald tot 81 %. Biobrandstoffen, elektriciteit en in mindere mate CNG zijn duidelijk op de markt aanwezig. Waterstof blijft zeer beperkt tot nichemarkten in het Europa-scenario.

De jaarlijkse hoeveelheid biobrandstof bestaat voor 88 % tot 95 % uit biodiesel, het overige wordt ingevuld door bio-ethanol.

Figuur 12: Procentuele bijdrage van de verscheidene energievectoren aan het energiegebruik van wegverkeer onder het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007 en 2030)



Bron: VITO

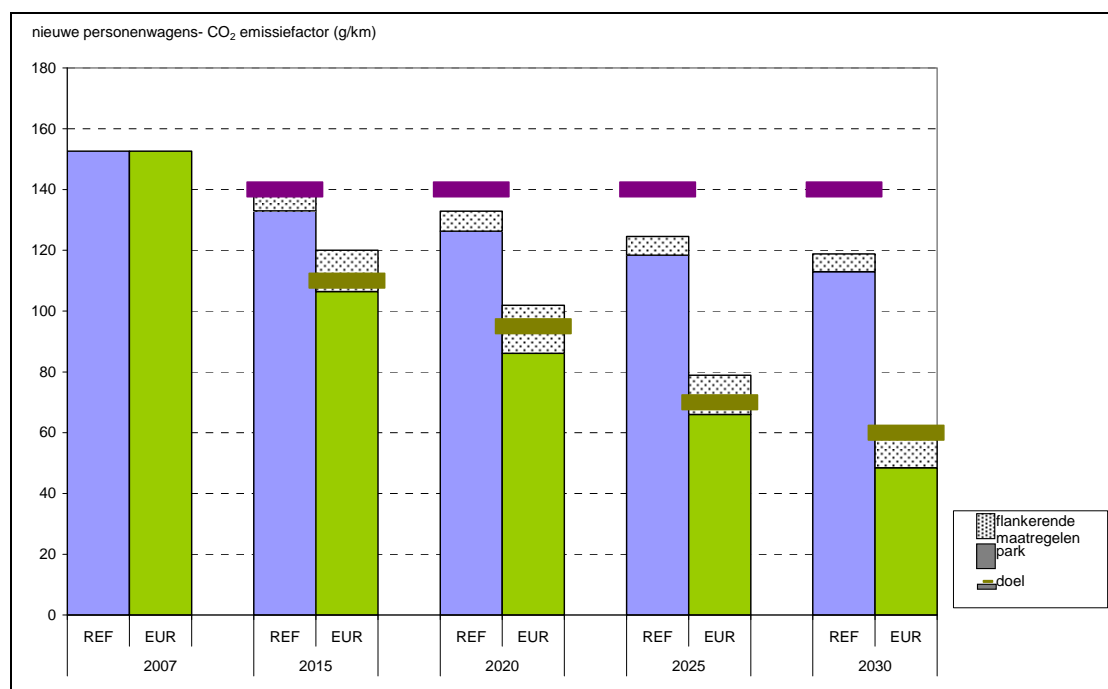
5.4 Toetsing aan het ACEA-convenant

Figuur 13 toont de evolutie van de CO₂-uitstoot van nieuw verkochte personenwagens in het referentie- en Europa-scenario. Het betreft hier de uitstoot bij het rijden van de Europese testcyclus voor typekeuring van nieuwe voertuigen. Hierbij wordt dus geen rekening gehouden met de reële verkeersomstandigheden en het meerverbruik door het gebruik van mobiele airconditioning. In Figuur 13 zijn tevens de globale ACEA-doelstellingen, die zowel het streefdoel via motor- en aandrijftechnologie als flankerende maatregelen bevat, opgenomen. De volledige lengte van de staven (gekleurd deel + gestippeld deel) toont de evolutie in CO₂-uitstoot van nieuwe personenwagens zonder flankerende maatregelen. Het gestippelde deel geeft de vermindering weer die onder een scenario en in een bepaald jaar wordt gerealiseerd door flankerende maatregelen, waarbij biobrandstoffen als CO₂-neutraal worden beschouwd.

In het *referentiescenario* is er een gestage verlaging van de CO₂-uitstoot van nieuwe voertuigen. Deze daling is het gevolg van de huidige trend naar lagere motorisatie, de geleidelijke introductie van alternatieven (vooral hybride) en de opgelegde technologische doelstelling van 140 gCO₂/km tegen 2015 (= huidige trend aanhouden tot 140g/km, zie deel 2.2.3 Europese richtlijnen en convenanten). Initieel was het de bedoeling om tegen 2008 de 140 g/km te halen, gezien het niveau van 2007 (152,6 g/km) zal dit niet gehaald worden. De instroom van biobrandstof als flankerende maatregel zoals gedefinieerd in het referentiescenario, zorgt voor een bijkomende verlaging van de CO₂-uistoot. Tegen 2030 verlaagt de CO₂-factor met behulp van technologische maatregelen tot 119 gCO₂/km. Biobrandstoffen meegerekend, wordt dat 113 gCO₂/km.

Om te voldoen aan de aangescherpte doelstellingen in het *Europa-scenario* zijn de flankerende maatregelen (milieuvriendelijke banden, rijgedrag, biobrandstoffen) tot en met 2025 noodzakelijk. In 2030 halen we de 60 gCO₂/km reeds met de technologie shift van het park (59,3 gCO₂/km). Samen met de flankerende maatregelen wordt dit gereduceerd tot 48,5 gCO₂/km en wordt de doelstelling dus ruimschoots gehaald (biobrandstoffen als CO₂-neutraal beschouwd).

Figuur 13: CO₂-emissie van nieuw verkochte personenwagens (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

Vanaf 2020 worden de doelstellingen opgelegd voor motor- en aandrijftechnologie gehaald door technologieverschuiving alleen en is er geen algemene efficiëntieverhoging meer nodig per voertuig. Voor het jaar 2015 moesten de CO₂-emissiefactoren van nieuwe personenwagens gecorrigeerd worden met een factor 0,97 in het referentiescenario, 67 % hiervan werd bereikt door technologieverschuiving en 27 % door efficiëntieverbetering op voertuigniveau. In het Europa-scenario bedraagt de correctiefactor 0,84, waarvan 27 % door technologieverschuiving en 73 % door efficiëntieverbetering op voertuigniveau.

Op 2 december 2008 kwam het persbericht dat Europa vastgelegd heeft om de doelstelling van 130/120 gCO₂/km tegen 2012 pas in 2015 volledig van kracht te laten worden. Verder is de regelgeving om tegen 2025 gemiddelde 80/70 gCO₂/km te halen niet opgenomen. De 105/95 gCO₂/km tegen 2020 is echter wel in de richtlijn opgenomen. Dit maakt dat het MIRA 2009 Europa-scenario een stuk ambitieuzer is dan het vooropgestelde Europese beleid.

5.5 Toetsing aan Europese doelstelling hernieuwbare energie

Hier gebeurt de toetsing van de scenario's aan de Europese doelstelling inzake hernieuwbare energie zoals ze voorligt voorjaar 2009 (hoorzitting MINA-raad 10/2/09 en positie van het Europees Parlement inzake de promotie van het gebruik van hernieuwbare bronnen van 17/12/08 (EU, 2008c)): aandeel hernieuwbare energie voor de transportsector moet 10 % (energetisch) bedragen tegen 2020. Tweede generatie biobrandstoffen wegen hierbij 2 keer meer door dan de eerste generatie. Voor hernieuwbare stroom voor wegvoertuigen is dat zelfs een factor 2,5. Deze correctiefactoren worden toegepast bij de berekening van het hernieuwbaar energiegebruik alsook bij het totaal energiegebruik. CNG, LPG en waterstof worden niet meegerekend in het totaal energiegebruik. In het referentiescenario zal in 2020 en 2030 het aandeel groene stroom in Vlaanderen respectievelijk 10,9 % en 19,2 % bedragen. In het Europa-scenario is dat respectievelijk 22,3 % en 37 % (zie MIRA 2009, wetenschappelijk rapport Energie). Voor waterstof is geen aandeel hernieuwbaar beschikbaar, bijgevolg houden we geen rekening met 'groene' waterstof. Dit laatste zal het

finale resultaat evenwel niet beïnvloeden, omdat het aandeel waterstof in het referentie- en Europa-scenario minimaal is (<0,2 %).

Onder het *referentiescenario* wordt de doelstelling voor hernieuwbare energie in transport niet gehaald: 4,4 % hernieuwbare in 2020 en 5,3 % in 2030.

Onder het *Europa-scenario* halen we in 2020 een aandeel hernieuwbare energie van 10,1 % (energetisch), hiermee wordt de vooropgestelde doelstelling van 10 % hernieuwbare energie gehaald. Tegen 2030 stijgt dit aandeel verder tot 19,6 % hernieuwbare energie voor wegverkeer in het Europa-scenario.

5.6 Toetsing aan de Europese doelstelling inzake energie-efficiëntieverbetering

Hoewel de Europese doelstelling inzake een energie-efficiëntieverbetering met 20 % ten opzichte van het referentiescenario in 2020 niet vertaald is naar een directe doelstelling voor transport, maken we hier toch de evaluatie voor wegtransport.

Eerst even meegeven dat het referentiekader onduidelijk is: 20 % ten opzichte van welk referentiescenario? Daar wij binnen de studie enkel beschikken over het referentiescenario gedefinieerd binnen MIRA 2009, nemen we dit scenario als referentie. Additioneel nemen we tevens een tweede referentiepunt, zijnde de energie-efficiëntie van wegverkeer in 2005. Dit is hetzelfde referentiejaar als gebruikt voor de doelstelling inzake broeikasgasemissies.

Verder maken Europese richtlijnen melding van het aantal joules als maat voor energie-efficiëntie, deze indicator werd reeds besproken in deel 5.1 Personenvervoer versus goederenvervoer. Daarom kiezen wij hier voor de ingenieursefficiëntie zijnde het quotiënt van het totale energiegebruik door het wegverkeer en het totaal aantal voertuigkilometers.

Voor het basisjaar 2005 nemen we het energiegebruik en het aantal voertuigkilometers over van de VMM (VMM-EIL, 2009 en MIRA-T 2008). Voor 2020 doen we dezelfde oefening op de cijfers van het referentie- en het Europa-scenario. In Tabel 22 geven we de energie-efficiëntie voor wegverkeer, samen met de index ten opzichte van de twee referentiepunten.

Tabel 22: Evaluatie van de energie-efficiëntiedoelstelling voor het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2020)

	energie-efficiëntie (10 ⁶ J/km)	index 2020 REF = 100	index 2005 = 100
VMM 2005	3,12	.	100,0
REF 2020	2,98	100,0	95,4
EUR 2020	2,55	85,6	81,6

Bron: VMM, VITO

Tabel 22 toont dat tegen 2020 de energie-efficiëntie in het referentiescenario slechts in beperkte mate zal stijgen. In het Europa-scenario is er een stijging van de energie-efficiëntie met 14,4 % ten opzichte van het referentiescenario in 2020, dit ligt ruim onder de 20 % doelstelling. Ten opzichte van 2005 zal de globale energie-efficiëntie evenwel stijgen met 18,4 %.

6 Emissies naar de lucht

In dit deel bespreken we het verloop van de voornaamste pollutanten waarvoor indicatieve doelstellingen beschikbaar zijn voor de sector Transport: de korf van broeikasgassen in CO₂-eq (CO₂, CH₄, N₂O en HFK's), NO_x, PM_{2,5}, NMVOS en SO₂.

Vervolgens worden verschillende groepen van pollutanten en zware metalen meer in detail besproken. De emissies naar de lucht worden als volgt ingedeeld:

- verzurende polluenten
- ozonprecursoren
- broeikasgassen
- totaal stof, PM10 en PM2,5
- zware metalen.

Voor elk van deze polluenten wordt de evolutie in emissie t.o.v. 2007 in procent gegeven voor de jaren 2010, 2015, 2020, 2025 en 2030.

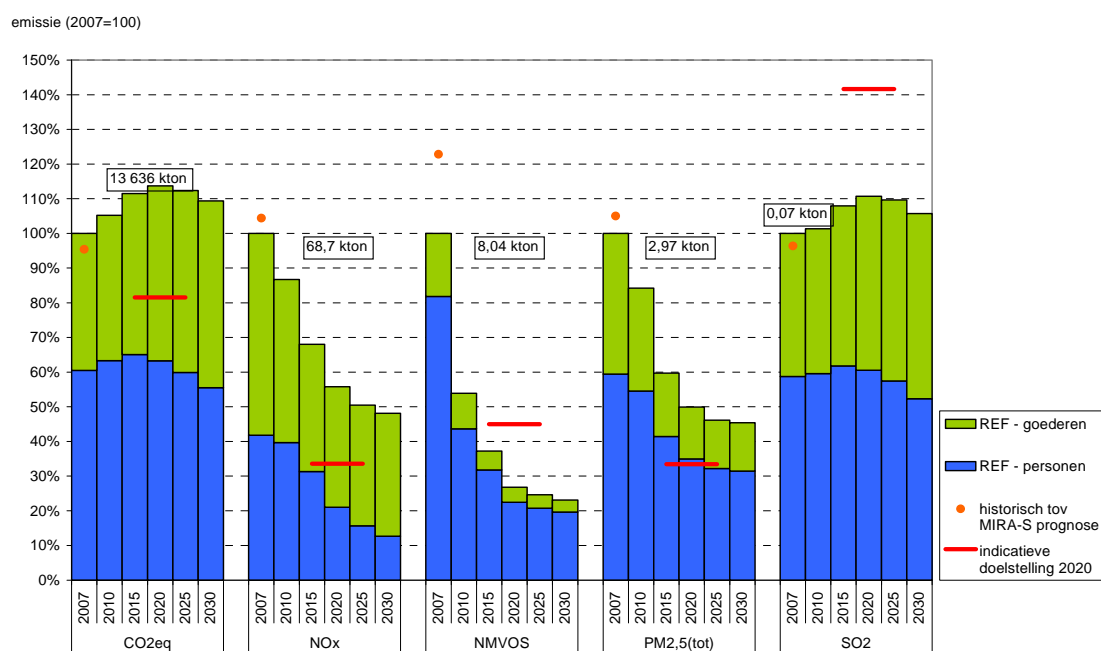
6.1 Emissies van broeikasgassen, NO_x, NMVOS, PM2,5 en SO₂ door transport

6.1.1 Referentiescenario

Figuur 14 toont het verloop van de uitlaatmissie van broeikasgassen (CO₂, CH₄, N₂O en HFK's), NO_x, NMVOS, PM2,5 en SO₂ voor wegverkeer in het referentiescenario, het referentiejaar is 2007. Voor PM2,5 worden zowel de uitlaat- als de niet-uitlaatmissie (slijtage van banden, remmen, wegdek als resuspensie) opgenomen. De indicatieve Europese doelstellingen voor het jaar 2020 worden eveneens meegegeven, deze doelstellingen werden toegelicht in deel 2.3.2 Europese middellangetermijndoelen.

Behalve voor NO_x, is en blijft het personenvervoer de voornaamste vervuiler binnen het wegverkeer in de periode 2007-2030. Het aandeel in de NO_x-uitstoot van goederenvervoer stijgt van 58 % in 2007 naar 74 % in 2030. Dit is enerzijds het gevolg van de sterkere stijging in aantal voertuigkilometer voor zwaar vervoer ten opzichte van licht vervoer en anderzijds de lagere graad van technologische vernieuwing.

Figuur 14: Evolutie van de emissie van broeikasgassen, NO_x, NMVOS, PM2,5 (tot) en SO₂ door wegtransport in het referentiescenario met aanduiding (omkaderd) van de uitstoot in 2007 (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

Met uitzondering van broeikasgassen en SO₂, vermindert de uitstoot van pollutanten tussen 2007 en 2030.

De hoogste *broeikasgasuitstoot* wordt bereikt in 2020 (+13,7 % t.o.v. 2007). Daarna is er een langzame daling tot 2030. Dit dankzij de technologische evolutie in het personenwagenvoertuigpark als gevolg van het ACEA-convenant en de toenemende hybridisatie, die het stijgend aantal kilometers kunnen tenietdoen.

Tegen 2030 is de overschrijding van de broeikasgasuitstoot verlaagd naar 9,4 % ten opzichte van het niveau in 2007. Hiermee is duidelijk dat een daling van de broeikasgassen van transport met 15 % in 2020 t.o.v. 2005 (tot een waarde van 11 121 kton CO₂-eq), nl. de indicatieve doelstelling die door MIRA gehanteerd wordt, voor het wegverkeer niet wordt gehaald (overschrijding 39 %). In het referentiescenario stijgt de broeikasgasuitstoot door wegtransport van 13 636 kton CO₂-eq in 2007 naar 15 509 kton in 2020 en 14 920 kton in 2030.

In MIRA 2009 ligt het aantal voertuigkilometer in 2007 (prognose multimodale modellen) 3,5 % hoger dan het aantal voertuigkilometer gebruikt in de emissie-inventaris voor 2007 (verkeerstellingen) en gerapporteerd in MIRA-T 2008. Door het naar beneden schalen van het aantal voertuigkilometer in 2020, zou de indicatieve doelstelling voor broeikasgassen evenmin worden gehaald. CO₂ die voor 97 % verantwoordelijk is voor de broeikasgasemissies van wegverkeer zou slechts in dezelfde mate dalen, wat onvoldoende is om de bovenvermelde overschrijding te niet te doen.

Het is aangewezen energiezuinige voertuigen, alternatieve brandstoffen en modale verschuiving te stimuleren. Ook flankerende maatregelen zoals rijgedrag en verhoogd aandeel van duurzame biobrandstoffen zijn noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in het Europa-scenario dat verder wordt besproken.

De *NO_x-emissie* daalt gestaag van 68 740 ton in 2007 tot 38 323 ton in 2020 en 33 084 ton in 2030, dit ten gevolge van de vervanging van oudere voertuigen door voertuigen van een jongere generatie. De instroom van Euro 5, Euro V en Euro 6 voertuigen in het voertuigpark, volstaat niet om de indicatieve 2020-doelstelling (23 057 ton) te halen. Het blijvend hoge aandeel dieselveertuigen werkt dit mee in de hand. De installatie van DeNO_x-katalysatoren in vrachtwagens is een mogelijkheid om tot lagere emissies te komen, wat met de Euro VI voertuigen voor zwaar vervoer gebeurt in Europa-scenario.

De *NMVOS-emissie* blijft in de periode 2007-2030 verder dalen en komt op 1 860 ton in 2030 tegen 8 044 ton in 2007. De NMVOS-emissie bedraagt 2 156 ton in 2020, dit ligt ruimschoot onder de indicatieve 2020-doelstelling (3 617 ton).

De *uitstoot van PM_{2,5}* (uitlaat- + niet-uitlaatemissies) toont een daling met 55 % in 2030 (1 349 ton) ten opzichte van 2007 (2 971 ton). De daling is minder uitgesproken vanaf 2020, omdat de daling in PM_{2,5} uitlaatemissies wordt afgezwakt door de stijging met 30 % van de niet-uitlaat PM-emissies in de periode 2007-2030. In 2020 bedraagt de totale emissie van PM_{2,5} 1 483 ton. De indicatieve 2020-doelstelling (994 ton) wordt met nagenoeg de helft overschreden.

De *uitstoot van SO₂* stijgt van 72,3 ton in 2007 naar 80 ton in 2020 als gevolg van de toename van het aantal gereden voertuigkilometers. Vervolgens daalt de SO₂-uitstoot naar 76,3 ton in 2030. Dit is vooral toe te schrijven aan de energiezuinigere personenwagens en toenemend aandeel hybride voertuigen bij personenwagens. De stijging komt voornamelijk van het goederenvervoer. In 2007 bestond reeds 95 % van de dieselbrandstof voor wegverkeer uit maximum 10 ppm zwavel. Een nog strengere maximumlimiet is momenteel niet voorzien. Bijgevolg is het normaal dat SO₂ blijft stijgen als het aantal kilometers van goederenvervoer stijgt en tevens een belangrijk deel van het personenvervoer nog op diesel rijdt. De indicatieve doelstelling voor 2020 (102 ton) wordt evenwel zonder moeite gehaald, dankzij de introductie van laagzwavelige benzine en diesel die vanaf 2009 de volledige brandstofmarkt van wegverkeer inneemt.

In Figuur 14 zijn naast de prognosecijfers tevens de historische cijfers (stip) voor 2007 opgenomen (VMM-EIL, 2009 en MIRA-T 2008). De verschillen tussen de prognosecijfers en historische cijfers is voor de brandstofgerelateerde pollutanten SO₂ en CO₂ (grootste aandeel van CO₂-eq) vooral het gevolg van het hoger aantal voertuigkilometers gegenereerd door het multimodale model voor 2007 (3,5 %) ten opzichte van de activiteit die resulteert uit de verkeerstellingen gebruikt voor de emissie-inventaris van de VMM. Een secundair effect is dat de meer kilometers voornamelijk activiteiten zijn op stedelijke wegen.

Voor de niet-brandstof gerelateerde pollutanten liggen de prognosecijfers 4 tot 7 % lager dan de historische cijfers voor 2007. De verklaring hiervoor is het één jaar eerder introduceren van nieuwe euronormen in de prognoseberekeningen (introdatum nieuwe typekeuring) tegenover historische cijfers (introdatum alle nieuwe voertuigen).

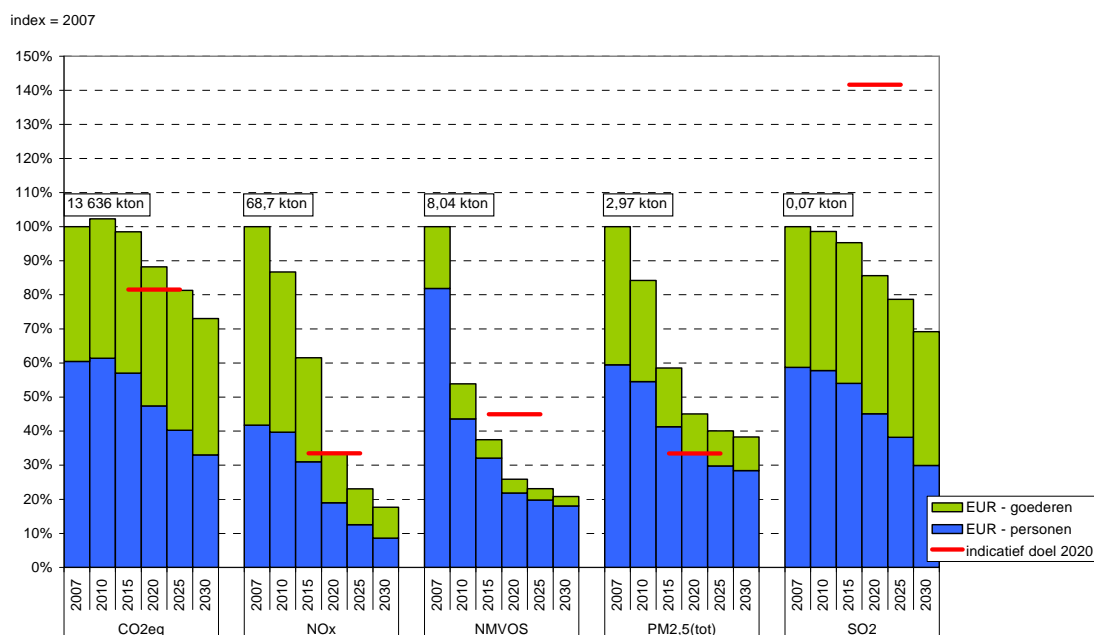
Voor NMVOS geldt die verklaring ook. Maar de meer uitgesproken afwijking voor NMVOS (bijna 19 %), is het gevolg van de enorme daling (factor 10) in de emissiefactoren van benzinevoertuigen (personenwagens, bestelwagens, moto's en bromfietsen) bij de vervanging van Euro 0 voertuigen door recentere euronormen. Verder zijn benzinevoertuigen de hoofdverantwoordelijke voor de totale NMVOS-emissies. Na herschaling van de voertuigkilometers en het implementeren van reductiefactoren voor nieuwe normen op extra emissies door Euro 0 voertuigen in historische cijfers voor NMVOS, bedraagt het verschil tussen beide cijfers nog ongeveer 3 %. Dit kleine verschil komt voor rekening van de zware vrachtwagens, dat evenwel verklaard wordt door de verschuiving met 1 jaar van nieuwe normen in de historische berekening ten opzichte van prognoses.

Een latere introductie van de euronormen (1 jaar) zal evenwel het resultaat van de evaluatie van de doelstellingen niet veranderen, aangezien het effect op emissies zal verkleinen met de tijd en de doelstellingen duidelijk gehaald of niet gehaald worden.

6.1.2 Europa-scenario

Figuur 15 toont het verloop van de uitlaatmissie van de korf van broeikasgassen (CO₂, CH₄, N₂O en HFK's), NO_x, NMVOS, PM_{2,5} en SO₂ voor wegverkeer in het Europa-scenario, het referentiejaar is 2007. Voor PM_{2,5} worden zowel de uitlaat- als de niet-uitlaatmissie (slijtage van banden, remmen, wegdek als resuspensie) opgenomen. De indicatieve Europese doelstellingen voor het jaar 2020 worden eveneens meegegeven.

Figuur 15: Evolutie van de emissie van broeikasgassen, NO_x, NMVOS, PM_{2,5} (tot) en SO₂ door wegtransport in het Europa-scenario met aanduiding (omkaderd) van de uitstoot in 2007 (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

Met uitzondering van de broeikasgasuitstoot in 2010, kennen alle emissies onder het Europa-scenario een gestage daling in de periode 2007-2030. Vanaf 2015 ligt ook voor de korf van broeikasgassen de uitstoot onder het niveau van 2007 (13 636 kton).

De uitstoot van broeikasgassen daalt van 12 034 kton CO₂-eq in 2020 verder tot 9 965 kton in 2030, wat respectievelijk 12 % en 27 % lager is dan het niveau in 2007. Het aandeel van het personenvervoer in de CO₂-uitstoot vermindert gestaag, vooral dankzij de realisatie van de verstrengde ACEA-wetgeving ten opzichte van dat in het referentiescenario en de verschuiving naar nog meer alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën. In het Europa-scenario bedraagt het aandeel alternatieve motorbrandstof en voertuigtechnologieën in het personenwagenpark in 2020 en 2030 respectievelijk 21 % en 44 %, waar dit in het referentiescenario respectievelijk 5 % en 23 % is. Tegen 2030 zal het aandeel hybride voertuigen, PHEV en elektrische voertuigen respectievelijk 34 %, 20 % en 4 % bedragen. In het referentiescenario (2030) is dat slechts 19 %, 10 % en 2 %. De CO₂-emissies van het personenwagenpark worden in het Europa-scenario ook nog wat gedrukt door het introduceren van energiezuinige banden en maatregelen inzake rijgedrag.

Voor zware voertuigen ligt de CO₂-uitstoot in het Europa-scenario lager dan in het referentiescenario omwille van de toename van het aandeel biodiesel, de efficiëntieverbetering van Euro VI voertuigen ten opzichte van Euro V voertuigen, het lager aantal voertuigkilometer en de flankerende maatregelen inzake verbetering van de aerodynamica van trekkers met oplegger. Verder is er nog een kleine winst door maatregelen inzake rijgedrag.

Ondanks het implementeren van zeer strenge ACEA-doelstellingen (die ondertussen door Europa afgezwakt zijn), een sterke doorstoot van alternatieve motortechnologieën bij lichte voertuigen (personenwagens en bestelwagens) en een aandeel biobrandstoffen van 9 % (energetisch), wordt de indicatieve 2020-doelstelling (11 121 kton) met 8 % overschreden. Het schalen van de berekende hoeveelheid broeikasgassen voor 2020 op basis van de verhouding van het aantal voertuigkilometers in 2007 uit de verkeerstellingen tot dat uit het MMM-model resulteert in een lagere uitstoot van CO₂. Voor 2020 wordt de doelstelling na

schalen nog steeds niet gehaald. Willen we de indicatieve 2020-doelstelling halen (-15 %), dan zal het beleid op korte termijn verdere maatregelen moeten nemen, zoals het beheersen van de verkeersstromen en het promoten van gemeenschappelijk vervoer, maar ook het verder stimuleren van CO₂-arme motorbrandstof- en voertuigtechnologieën. Hierbij moet tevens de nodige aandacht gaan naar onderzoek van mogelijke implementatiepaden voor alternatieve technologieën en steun voor onderzoek en demonstraties inzake tweede en derde generatie biobrandstoffen.

De *NO_x-emissie* kent een scherpe daling in de periode 2007-2030 (22 970 ton in 2020 en 12 163 ton in 2030). De indicatieve 2020-doelstelling (23 057 ton) wordt net gehaald. Dankzij de introductie van Euro VI bij zwaar vervoer blijft de NO_x-uitstoot sterk dalen tot 2030, wat niet het geval was in het referentiescenario. Tegen 2030 is de NO_x-uitstoot met 82 % verminderd ten opzichte van 2007.

Voor de *uitstoot van NMVOS* wordt de indicatieve 2020-doelstelling (3 617 ton) gemakkelijk gehaald. In de periode 2007-2030 daalde de uitstoot met 79 %. De uitstoot van NMVOS zal in 2020 en 2030 respectievelijk 2 082 ton en 1 676 ton bedragen. Het personenvervoer blijft de hoofdbron van NMVOS in het wegverkeer.

De *totale PM_{2,5}-uitstoot (uitlaat en niet-uitlaat)* daalt continu en ligt in 2030 (1 137 ton) 62 % onder het niveau van 2007 (2 971 ton). In 2020 zal de totale PM_{2,5}-uitstoot (1 338 ton) de indicatieve 2020-doelstelling (994 ton) met 35 % overschrijden. Nochtans zijn de uitlaat PM-emissies met 76 % gereduceerd ten opzichte van 2007. Het verder stijgen van de niet-uitlaatemissies is mee verantwoordelijk voor het niet halen van de indicatieve doelstelling, ze stijgen gestaag met het aantal voertuigkilometer. Een beleid naar het terugdringen van niet-uitlaatgasemissies dringt zich dus op. Mogelijke maatregelen zijn het verder reduceren van voertuigkilometers of het introduceren van innovatieve materialen, die meer slijtvast zijn. Er dient opgemerkt te worden dat er een grote onzekerheid bestaat over de emissiefactoren van PM niet-uitlaatemissies. Verder onderzoek is hier dan ook aangewezen.

De *SO₂-uitstoot* is zeer klein en daalt in de periode 2007-2030 verder met 31 % (50 ton in 2030). De indicatieve 2020-doelstelling (102 ton) wordt reeds in 2007 gehaald. In 2020 zal de SO₂-uitstoot 62 ton bedragen. De vrachtwagens worden de belangrijkste bron van SO₂ bij het wegverkeer, omwille van de grotere efficiëntieverbetering en een grotere shift naar alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologie bij personenwagens.

6.1.3 Overzicht referentie- en Europa-scenario

Tabel 23 toont de uitstoot voor het wegverkeer voor de pollutanten CO, CO₂, NO_x, NH₃, SO₂, N₂O, NMVOS, PM_{2,5} (tot) en CH₄ in het referentie- en Europa-scenario. Naast het referentiejaar 2007, worden alle zichtjaren (2010, 2015, 2020, 2025 en 2030) weergegeven. Ook het procentueel verschil tussen beide scenario's is opgenomen.

Tabel 23: Emissieniveaus voor wegverkeer in referentie- en Europa-scenario en het verschil tussen beide (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

	eenheid	2007	2010	2015	2020	2025	2030	
REF	CO	kton	38,0	23,9	15,1	12,5	11,5	10,3
	CO ₂	Mton	13,3	14,0	14,8	15,2	15,1	14,7
	NO _x	kton	68,7	59,6	46,7	38,3	34,7	33,1
	NH ₃	ton	767	588	433	467	504	494
	SO ₂	ton	72,2	73,1	78,0	80,0	79,2	76,3
	N ₂ O	ton	450	471	526	562	568	559
	NMVOS	kton	8,04	4,34	2,99	2,16	1,98	1,86
	CH ₄	ton	642	384	226	184	176	165
	PM2,5(tot)	kton	2,97	2,50	1,78	1,48	1,37	1,35
	Pb	kg	620	531	458	455	477	462
EUR	CO	kton	38,0	23,9	15,1	11,6	9,9	8,1
	CO ₂	Mton	13,3	13,6	13,1	11,8	10,9	9,8
	NO _x	kton	68,7	59,6	42,3	23,0	15,9	12,2
	NH ₃	ton	767	588	443	460	487	468
	SO ₂	ton	72,2	71,2	68,8	61,8	56,8	50,0
	N ₂ O	ton	450	471	506	523	507	475
	NMVOS	kton	8,04	4,33	3,02	2,08	1,86	1,68
	CH ₄	ton	642	384	226	177	159	144
	PM2,5(tot)	kton	2,97	2,50	1,74	1,34	1,19	1,14
	Pb	kg	620	520	416	368	355	324
EUR/REF	CO	%	0,0	0,0	0,3	-6,8	-14,0	-21,7
	CO ₂	%	0,0	-2,8	-11,9	-22,8	-27,9	-33,4
	NO _x	%	0,0	0,0	-9,5	-40,1	-54,3	-63,2
	NH ₃	%	0,0	0,0	2,3	-1,5	-3,5	-5,2
	SO ₂	%	0,0	-2,7	-11,7	-22,7	-28,2	-34,5
	N ₂ O	%	0,0	0,0	-3,8	-6,9	-10,8	-15,0
	NMVOS	%	0,0	-0,1	0,8	-3,4	-6,3	-9,9
	CH ₄	%	0,0	0,0	0,0	-3,8	-9,3	-13,0
	PM2,5(tot)	%	0,0	0,0	-2,1	-9,8	-13,3	-15,7
	Pb	%	0,0	-2,1	-9,1	-19,1	-25,7	-29,9

In 2010 is het aantal gereden kilometer in het referentie- en Europa-scenario hetzelfde. Het verschil in emissies tussen beide scenario's is nog heel klein, omdat er enkel nog maar een kleine verhoogde doorstoot is van enerzijds biobrandstoffen en anderzijds meer energiezuinige wagens omwille van het verstrengde ACEA-convenant in het Europa-scenario. Vandaar dat het effect op emissies alleen zichtbaar is bij CO₂ en de brandstofgerelateerde emissies SO₂ en lood.

Vanaf 2015, maar nog meer uitgesproken vanaf 2020, zijn de reductiepercentages van het Europa-scenario t.o.v. het referentiescenario veel groter. Eerst en vooral is er het lager aantal gereden voertuigkilometers in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario (in 2030 -4,7 %). Verder is er de doorstoot van meer energiezuinige voertuigen bij personenwagens omwille van het verstrengde ACEA-convenant en de meer uitgesproken technologie shift in het Europa-scenario. Ook zijn er de flankerende maatregelen inzake biobrandstoffen, milieuvriendelijke banden, verbeterde aerodynamica bij vrachtwagens en rijgedrag die hun effect niet missen.

De grootste winst in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario wordt geboekt voor NO_x, dit als gevolg van de introductie van de Euro VI norm voor zware voertuigen in het Europa-scenario. Dat de introductie van deze Euro VI norm weinig effect heeft op PM2,5 (tot), komt omwille van het integreren van niet-uitlaatmissies in het totale

cijfer. Bekijken we de PM_{2,5} uitlaatgasemissies afzonderlijk, dan daalt de uitstoot met 36 % tegen 2030 in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario.

6.1.4 Uitstoot per voertuigtype

Ter informatie illustreren we de bijdrage van de verschillende voertuigtypes aan de uitstoot van CO₂, NO_x, PM_{2,5}(tot) en SO₂ in het referentie- en Europa-scenario voor de zichtjaren 2010, 2020 en 2030. Onder het referentiescenario komt de grootste bijdrage van personenwagens, analoog aan de afgelegde kilometers. Uitzondering hierop is NO_x, waarvoor in 2020 en 2030 onder het referentiescenario de trekkers met oplegger een grotere bijdrage leveren dan de personenwagens. De sterke toename in het aantal afgelegde kilometer door vrachtwagens, samen met het uitblijven van de introductie van Euro VI voor zwaar vervoer, verklaren dit. In het Europa-scenario valt het aandeel van zware voertuigen in de NO_x-emissie fors terug door introductie van Euro VI.

Tabel 24: De evolutie per voertuigtype van de emissie van CO₂, NO_x, PM_{2,5} (tot) en SO₂ door transport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2020, 2030)

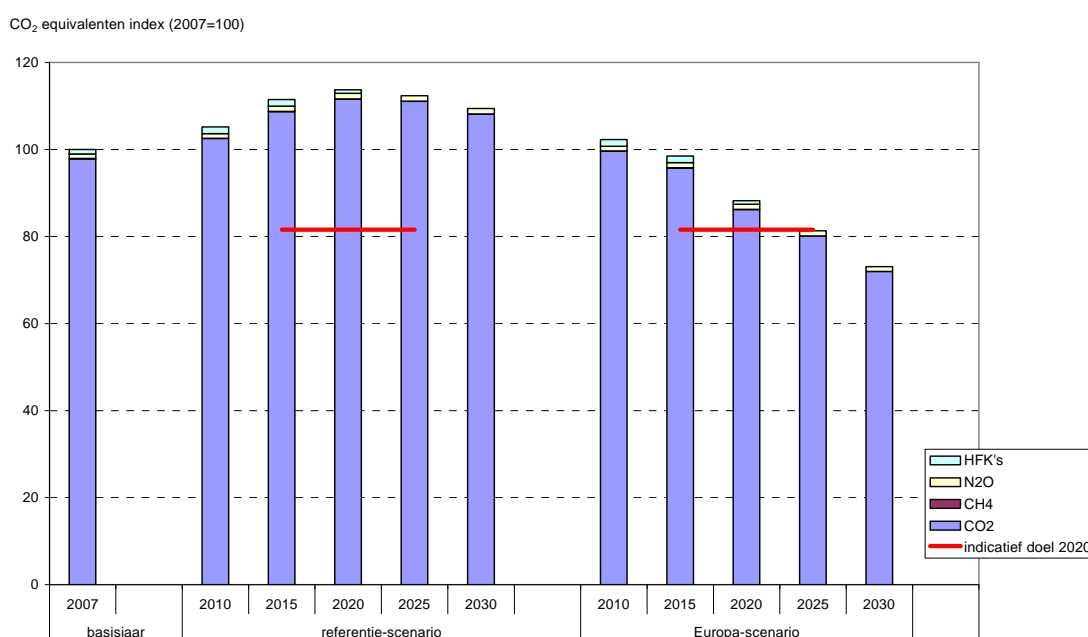
Scenario		eenheid	km	CO ₂	NO _x	PM _{2,5} (tot)	SO ₂
2010	totaal	kton		13 981,4	59,6	2,5	0,1
	auto	%	77,4	57,6	42,8	61,6	56,8
	LDV	%	11,7	11,9	11,5	19,7	12,1
	HDVr	%	2,9	7,4	10,2	4,6	7,5
	HDVa	%	6,3	21,1	32,6	10,9	21,5
	bus	%	0,3	0,7	1,0	0,4	0,7
	coach	%	0,3	0,9	1,6	0,8	1,0
	moto	%	1,2	0,4	0,3	2,0	0,4
referentie 2020	totaal	kton		15 217,2	38,3	1,5	0,1
	auto	%	76,0	53,0	34,2	66,1	52,3
	LDV	%	11,5	10,6	8,8	11,1	10,8
	HDVr	%	3,3	9,0	12,0	4,9	9,2
	HDVa	%	7,4	25,0	41,5	14,0	25,4
	bus	%	0,3	0,8	1,1	0,5	0,8
	coach	%	0,4	1,1	1,8	0,7	1,1
	moto	%	1,2	0,4	0,6	2,7	0,4
2030	totaal	kton		14 743,3	33,1	1,3	0,1
	auto	%	75,4	48,2	22,3	65,2	46,9
	LDV	%	11,4	9,9	6,5	8,8	9,9
	HDVr	%	3,6	10,4	14,4	5,4	10,7
	HDVa	%	7,9	28,9	52,7	16,5	29,8
	bus	%	0,3	0,9	1,2	0,5	0,9
	coach	%	0,4	1,3	2,2	0,8	1,4
	moto	%	1,2	0,4	0,7	2,8	0,4
2010	totaal	kton		13 584,7	59,6	2,5	0,1
	auto	%	77,4	57,3	42,8	61,6	56,6
	LDV	%	11,7	12,0	11,5	19,7	12,1
	HDVr	%	2,9	7,4	10,2	4,6	7,6
	HDVa	%	6,3	21,2	32,6	10,9	21,6
	bus	%	0,3	0,7	1,0	0,4	0,7
	coach	%	0,3	1,0	1,6	0,8	1,0
	moto	%	1,2	0,4	0,3	2,0	0,4
Europa 2020	totaal	kton		11 754,4	23,0	1,3	0,1
	auto	%	76,2	50,7	53,4	69,9	50,0
	LDV	%	11,5	11,4	14,1	11,9	11,5
	HDVr	%	3,3	9,8	8,7	4,1	10,0
	HDVa	%	7,3	25,5	20,4	10,2	25,9
	bus	%	0,3	0,9	0,9	0,4	0,9
	coach	%	0,3	1,2	1,6	0,6	1,3
	moto	%	1,2	0,5	0,9	2,8	0,4
2030	totaal	kton		9 815,3	12,2	1,1	0,0
	auto	%	75,6	42,1	44,9	70,2	40,0
	LDV	%	11,4	10,3	14,6	9,8	10,2
	HDVr	%	3,5	12,3	8,5	4,2	12,8
	HDVa	%	7,7	32,2	28,2	11,7	33,8
	bus	%	0,3	1,0	0,7	0,4	1,1
	coach	%	0,4	1,6	1,3	0,6	1,6
	moto	%	1,2	0,6	1,8	3,2	0,6

HDVr = heavy duty vehicle rigid, vrachtwagen uit een stuk; HDVa = heavy duty vehicle articulated, trekker + oplegger, LDV is bestelwagen

6.2 Broeikasgassen

De broeikasgassen die bij wegverkeer meespelen zijn CO₂, CH₄, N₂O en het HFK-134a met een broeikasgaspotentieel van respectievelijk 1, 21, 310 en 1 300 CO₂-equivalenten (CO₂-eq). Figuur 16 toont het verloop van de totale CO₂-equivalenten voor wegverkeer in het referentie- en Europa-scenario. In het referentiescenario stijgt de uitstoot van broeikasgassen (CO₂-eq) met 9,4 % in de periode 2007-2030, in het Europa-scenario is er een daling met 27 %. Figuur 16 toont tevens dat in het referentiescenario de indicatieve 2020-doelstelling voor de korf van broeikasgassen wordt overschreden. In het Europa-scenario wordt evenmin de indicatieve 2020-doelstelling gehaald. Voor een meer kwantitatieve bespreking van de korf van broeikasgassen verwijzen we naar deel 6.1.1 referentiescenario en deel 6.1.2 Europa-scenario.

Figuur 16: Emissie van CO₂, CH₄, N₂O en HFK's door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

In beide scenario's blijft CO₂, met een aandeel van meer dan 97 %, het broeikasgas bij uitstek. Voor een verklaring van het verloop verwijzen we naar deel 6.1.2 Europa-scenario.

Methaan is een typische pollutant voor benzine- en aardgasvoertuigen. Het aantal kilometers afgelegd met benzinevoertuigen en aardgasvoertuigen is eerder beperkt. Het aandeel van methaan komt niet boven 0,1 % van de totale CO₂-equivalenten van wegverkeer, bijgevolg is methaan niet zichtbaar op Figuur 16.

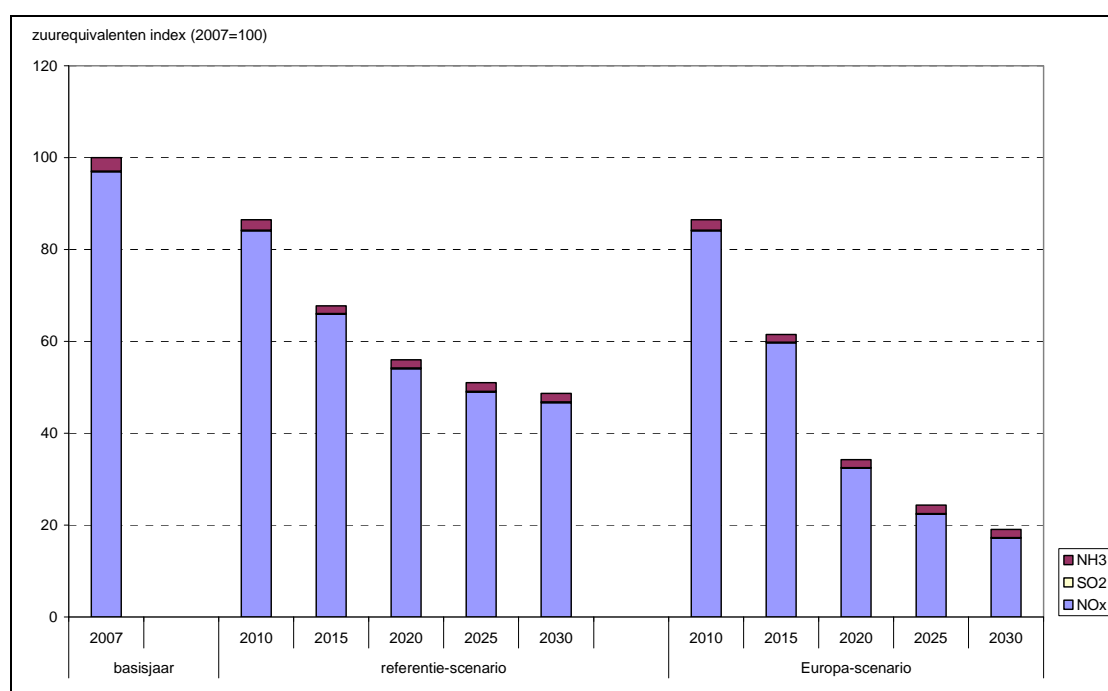
Lachgas (N₂O) is een bijproduct dat gevormd wordt in de katalysator van motorvoertuigen. De katalysator moet de stikstofoxides NO₂ en NO reduceren tot het stikstofgas N₂. Door slijtage loopt de reductiereactie niet volledig meer af en komt er N₂O vrij. Verder bereikt bij koude start en korte ritten de katalysator niet altijd een voldoende hoge temperatuur om de reductie te voltooien. Het aandeel N₂O in de totale CO₂-equivalenten van wegverkeer komt niet hoger dan 1,5 %. In het referentiescenario is de uitstoot van N₂O in de periode 2007-2030 gestegen met 24 %, in het Europa-scenario met slechts 5 %. Dit is voor beide scenario's lager dan de toename in kilometers. Een verklaring ligt in de technologische vooruitgang van ondermeer driewegkatalysatoren voor benzine, LPG en CNG-voertuigen.

De uitstoot van *HFK-134a* die vrijkomt door lekkage van airconditioning systemen in personenwagens, stijgt van 2007 tot 2010 door de toename van het aantal voertuigen met airco. Het aandeel van *HFK-134a* in de totale CO_2 -equivalenten voor wegverkeer blijft onder de 1,6 %. Vervolgens is er een daling om tegen 2020 op een nuluitstoot te komen. Dit is het gevolg van de Europese richtlijn 2006/40/EC en de invulling ervan door de constructeurs, die besloten hebben om CO_2 als koelvloeistof te gebruiken.

6.3 Verzurende polluenten

De voornaamste verzurende polluenten zijn NO_x , NH_3 en SO_2 . Figuur 17 toont het verloop van hun gezamenlijke emissie door wegverkeer gewogen naar hun potentieel om zuren te vormen (NO_x : 0,02174 Zeq/g; NH_3 : 0,05882 Zeq/g; SO_2 : 0,03125 Zeq/g), voor zowel het referentie- als Europa-scenario. In het referentiescenario daalt de uitstoot van verzurende polluenten door wegverkeer (Zeq) met 51 % in de periode 2007-2030, in het Europa-scenario is dit zelfs 81 %. Die scherpe daling in het Europa-scenario kan in belangrijke mate verklaard worden door de Euro VI norm voor vrachtwagens, die de NO_x -uitstoot van nieuwe voertuigen in 2014 sterk vermindert, het lager aantal voertuigkilometer en de toenemende graad van hybridisatie. De gedefinieerde flankerende maatregelen reduceren enkel de SO_2 emissie (brandstof gerelateerd). Daar het hier maar om enkele procenten gaat op een kleine absolute waarde, is het effect zeer miniem en bijgevolg niet zichtbaar op Figuur 17.

Figuur 17: Emissies van NO_x , NH_3 en SO_2 door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

De weging van de drie polluenten naar hun potentieel om zuren te vormen, leert dat NO_x de grootste bijdrage (>90 %) levert. In het Europa-scenario daalt het aandeel van ongeveer 97 % naar 90 %. Dit kan in belangrijke mate verklaard worden door de introductie van Euro VI voor vrachtwagens.

De uitstoot van *ammoniak* is een gevolg van de introductie van de driewegkatalysator bij benzinevoertuigen. Bij het reduceren van stikstofoxides tot stikstofgas, zijn er ook nevenreacties met nevenproducten tot gevolg. Bij benzinevoertuigen reageren stikstofverbindingen met resten van benzinedampen, waarbij ammoniak wordt gevormd. In COPERT IV variëren de NH_3 -emissiefactoren voor benzinevoertuigen met de euroklasse als gevolg van nieuwe

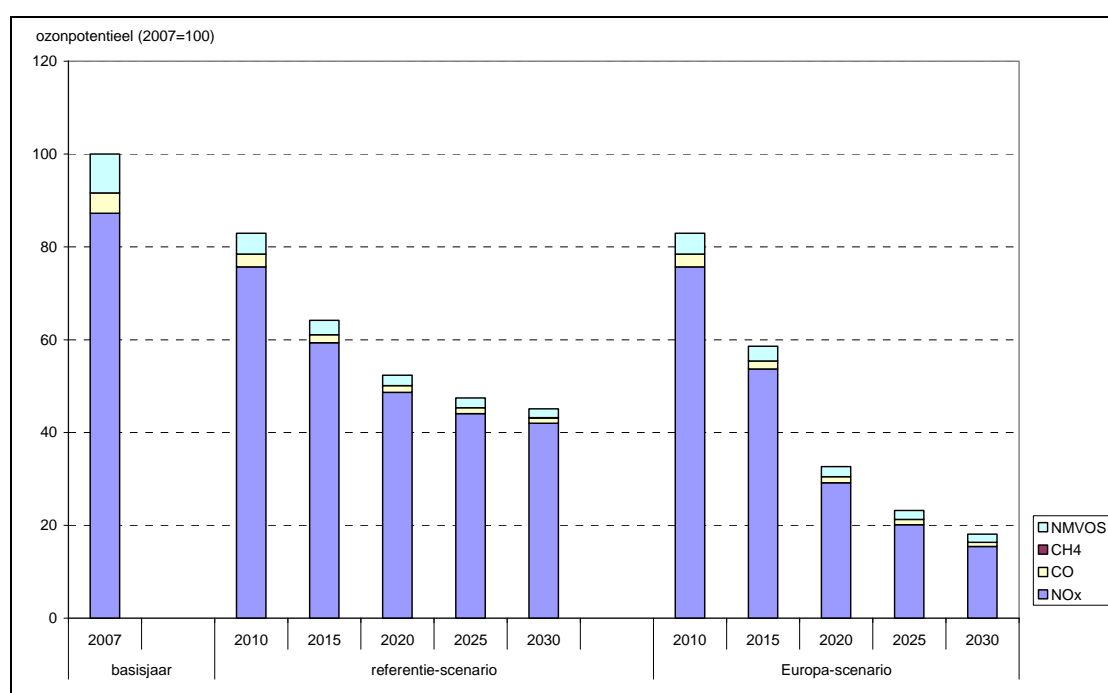
inzichten, voor dieselloertuigen blijven ze constant. In het basisjaar 2007 bedroeg de ammoniakemissie 767 ton of 45,1 miljoen zuurequivalenten, hiermee draagt het nagenoeg 3 % bij tot de verzurende emissies door het wegverkeer. In het referentiescenario daalt de NH_3 -uitstoot tegen 2030 met bijna 36 %, in het Europa-scenario is dat 39 %. Het aandeel van ammoniak in de totale zuurequivalenten in 2030 neemt wel toe ten opzichte van 2007: bijdrage referentiescenario nagenoeg 4 %, Europa-scenario ruim 9 %. Dit is vooral het gevolg van de steeds strengere emissienormen voor NO_x , dat in het Europa-scenario versterkt wordt door de introductie van de Euro VI norm voor zware voertuigen.

Het verloop van SO_2 hebben we reeds eerder besproken, zie deel 6.1.1 referentiescenario en deel 6.1.2 Europa-scenario. In de totale zuurequivalenten door wegverkeer stelt SO_2 niet veel voor, zijn bijdrage blijft veelal ruim onder 0,5 %.

6.4 Ozonprecursoren

Figuur 18 toont het verloop van de vier ozonprecursoren gewogen naar het potentieel om ozon te vormen (NO_x 1,22; CO 0,11; NMVOS 1 en methaan 0,014). In 2007 bedroeg de globale TOFP (tropospheric ozone forming potential) 96 100 ton. In het referentiescenario daalt de uitstoot van ozonprecursoren door wegverkeer met 55 % tegen 2030, in het Europa-scenario is dit zelfs 81 %. Die scherpe daling in het Europa-scenario is in de eerste plaats dankzij de introductie van de Euro VI norm voor vrachtwagens, die de NO_x -uitstoot van nieuwe voertuigen vanaf 2014 sterk vermindert. Op de tweede plaats staat de toenemende graad van hybridisatie van het voertuigenpark in Vlaanderen. De gedefinieerde flankerende maatregelen hebben hier geen effect.

Figuur 18: Emissies van NO_x , CO, CH_4 en NMVOS door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

Het verloop van *methaan* hebben we reeds eerder besproken. In de totaliteit van ozonprecursoren door het wegverkeer blijft methaan onbelangrijk, met een bijdrage van minder dan 0,1 %.

NO_x (68 740 ton of 83 863 ton TOFP in 2007) draagt het meest (87 %) bij tot het totale niveau van TOFP door wegverkeer. In het referentiescenario loopt tegen 2030 dit aandeel zelfs op

tot 93 %. In het Europa-scenario daalt het aandeel van ongeveer 87 % naar 85 % in 2030. Dit kan in belangrijke mate verklaard worden door de introductie van Euro VI voor vrachtwagens.

Het emissieniveau in 2007 van CO (38 034 ton of 4 184 ton TOFP) en NMVOS (8 044 ton of 8 044 ton TOFP) daalt tegen 2030 met ruim 70 % in het referentiescenario, en bijna 80 % in het Europa-scenario. Ook hier is de verklaring strengere limieten en de geleidelijke introductie van nieuwe brandstof- en voertuigtechnologieën. In het Europa-scenario wordt dit verder versterkt, mede door het lager aantal kilometer, de Euro VI norm voor vrachtwagens en de verhoogde introductie van alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën.

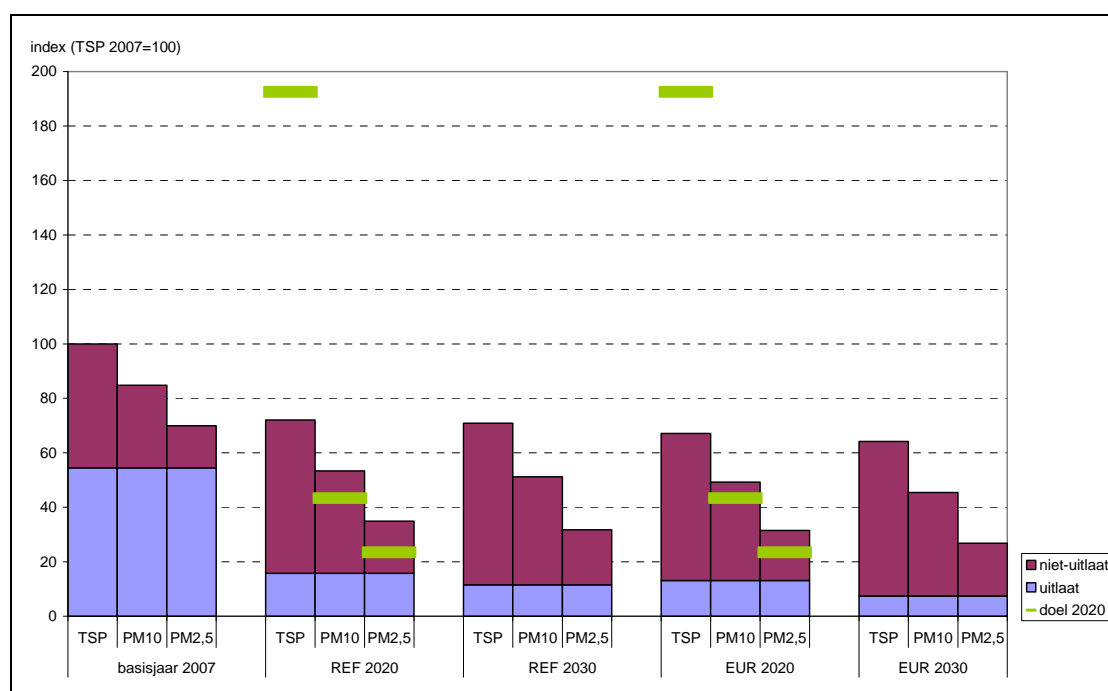
6.5 Emissies van totaal stof, PM10 en PM2,5

Figuur 19 toont de verschillende fracties van stofemissies, zijnde totaal stof (TSP = total suspended particles), PM10 en PM2,5. Voor deze emissies maken we een onderscheid tussen uitlaat- en niet-uitlaatemissies van wegverkeer. Niet-uitlaatemissies omvatten enerzijds de emissies door slijtage van banden, remmen en wegdek en anderzijds resuspensie (opwaaiend stof).

Uitlaatemissies zijn afhankelijk van het type brandstof en van de voertuigtechnologie. De uitlaatemissies hebben allen een aerodynamische diameter kleiner dan 2,5 μm , de meeste zelfs kleiner dan 1 μm , bijgevolg zijn de TSP en PM10-emissies via de uitlaat gelijk aan de PM2,5-emissies.

De TSP voor niet-uitlaatemissies bestaat voor 67 % uit PM10 en 33 % uit PM2,5.

Figuur 19: Emissies van totaal stof (TSP), PM10 en PM2,5 door wegverkeer in het referentie (REF)- en Europa (EUR)-scenario (Vlaanderen, 2007, 2020, 2030)



TSP = Total Suspended Particles, totaal stof

Bron: VITO

In 2007 maken uitlaatgasemissies het grootste deel uit van de totale stofemissies door wegverkeer: TSP 54 % van 4 247 ton, PM10 64 % van 3 603 ton en voor PM2,5 78 % van 2 971 ton.

Tegen 2020 en 2030 is het niveau van *stofemissies via de uitlaat* met meer dan 2/3 gedaald ten opzichte van 2007. Dit is het gevolg van de strengere emissienormen in de periode 2000-2014. In het Europa-scenario wordt dit verder versterkt door de introductie van de Euro VI norm voor zware voertuigen en de verhoogde introductie van alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën.

De stofdeeltjes van niet-uitlaatgasemissies daarentegen nemen voor de drie fracties toe door het stijgend aantal voertuigkilometer. In het Europa-scenario is de stijging minder uitgesproken dan in het referentiescenario, omwille van het lager aantal voertuigkilometer.

Toetsing van de uitstoot van stof aan de indicatieve doelstelling voor 2020 (8 177 ton TSP, 1 843 ton PM10 en 994 ton PM2,5) leert dat zowel in het Europa- als het referentiescenario de indicatieve doelstelling wordt gehaald voor het totaal stof. Voor PM10 wordt noch in het referentiescenario, noch in het Europa-scenario aan de indicatieve doelstelling voldaan, de overschrijdingen bedragen respectievelijk 23 % en 14 %. Voor PM2,5 zijn de overschrijdingen nog groter, namelijk respectievelijk 49 % en 35 %.

Voor mogelijke maatregelen verwijzen we naar deel 6.1.2 Europa-scenario.

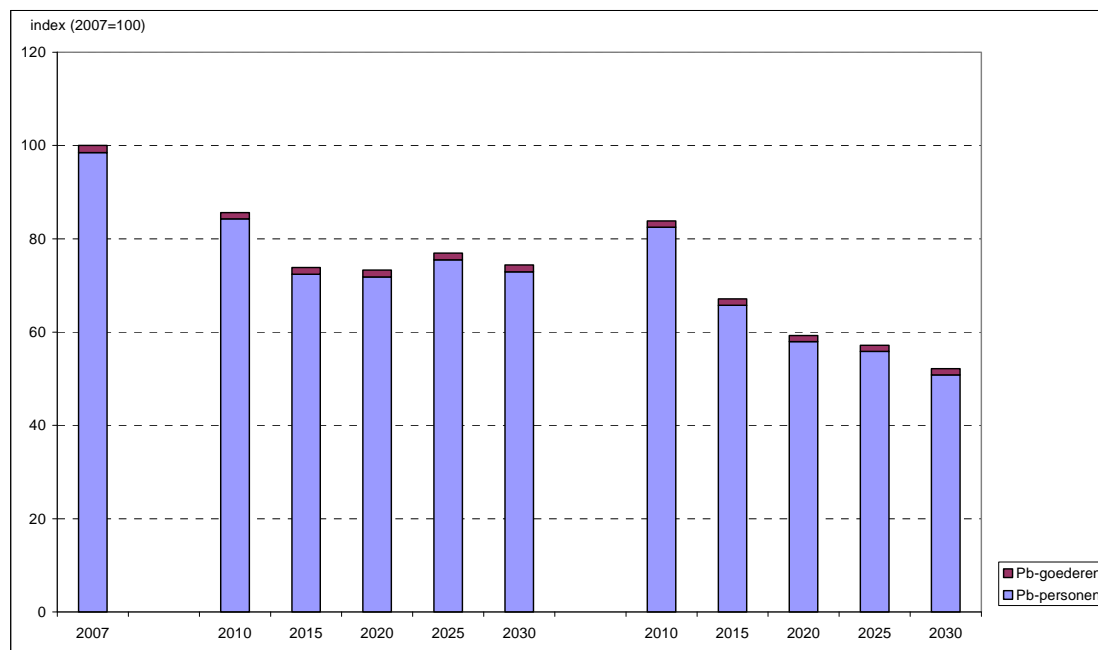
6.6 Emissies van zware metalen

In Vlaanderen wordt enkel nog maar loodvrije benzine verkocht voor het wegverkeer. Loodarme benzine zou een betere benaming zijn, omdat nog een zeer kleine hoeveelheid lood (1 mg/l) in de brandstof aanwezig is (FOD Economie, 2008). Hoewel het om kleine hoeveelheden gaat, toont Figuur 20 voor de volledigheid de uitstoot van *lood* door wegverkeer onder het referentie- en Europa-scenario. Meer dan 97 % van de loodemissies komt vrij door voertuiggebruik voor personenvervoer (de auto).

Onder het *referentiescenario* daalt de looduitstoot gestaag tot en met 2015, omwille van het lager aantal benzinevoertuigen. Dit komt omwille van het wegvallen van oude benzinewagens en de nasleep van de verdieselijking van de laatste 15 jaar. Verder speelt hier de 140g CO₂/km voor nieuwe personenwagens waar naar toe gewerkt wordt in het referentiescenario. Tegen 2025 worden deze effecten tenietgedaan door de toename in voertuigkilometers. In 2030 (462 kg) is er opnieuw een verlaging vooral omwille van de toenemende hybridisatie van personenwagens.

In het *Europa-scenario* is er een gestage daling van de loodemissies omwille van het lager aantal kilometers, maar belangrijker nog zijn het verstrengde ACEA-convenant en de shift naar alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën. In 2030 zal de looduitstoot 324 kg bedragen tegen 620 kg in 2007.

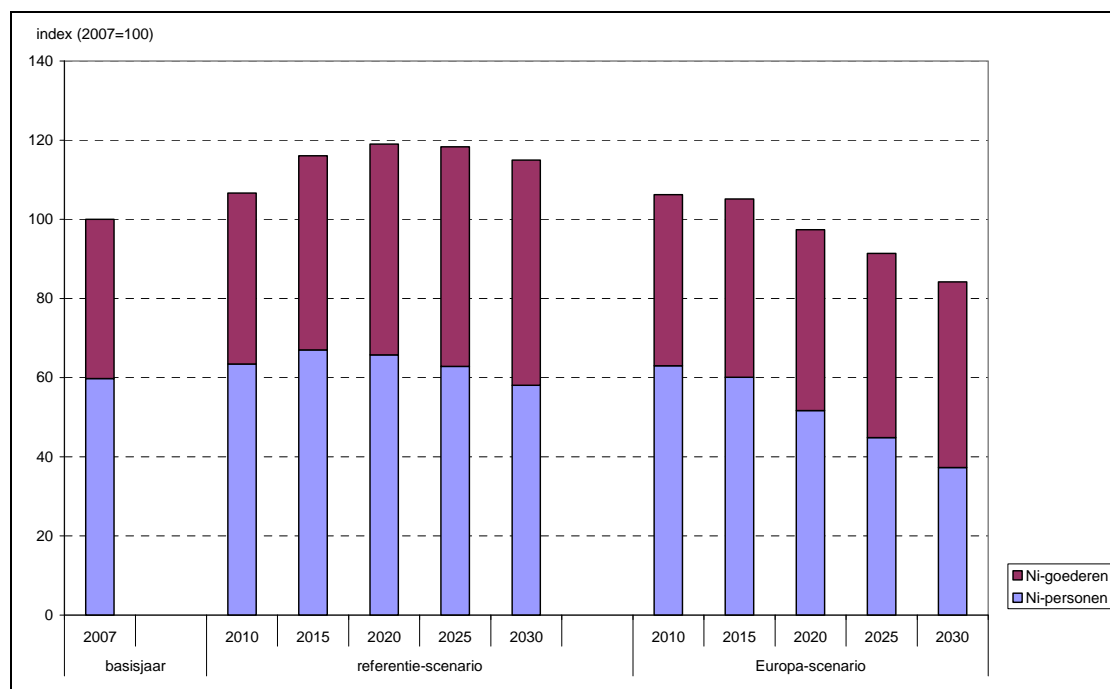
Figuur 20: Emissies van lood door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

Het verloop van de overige zware metalen (cadmium, koper, chroom, nikkel, seleen en zink) volgt dat van het brandstofgebruik (exclusief elektriciteit). Figuur 21 illustreert de nikkel emissies door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario.

Figuur 21: Emissies van nikkel door wegtransport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

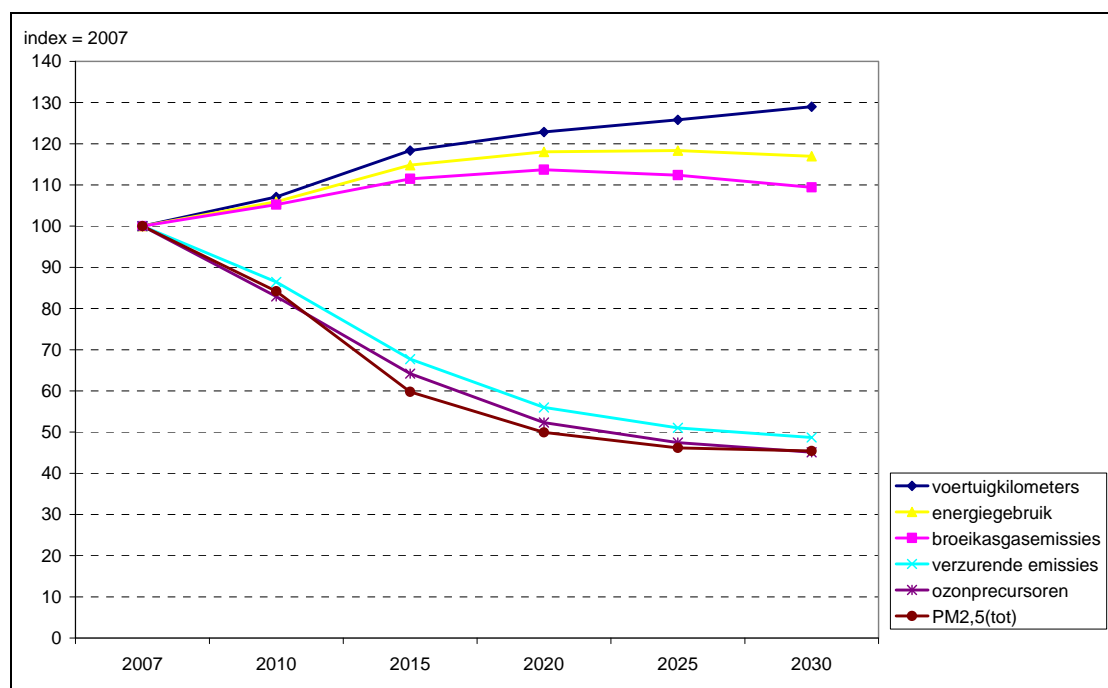


Bron: VITO

7 Eco-efficiëntie van wegverkeer in Vlaanderen

Figuur 22 en Figuur 23 geven de eco-efficiëntie van het wegverkeer voor respectievelijk het referentiescenario en het Europa-scenario. Ze vergelijken hiervoor een activiteitsindicator, zijnde de evolutie van het aantal voertuigkilometers, met vijf drukindicatoren, meer bepaald het energiegebruik, de broeikasgasemissies (CO₂, CH₄, N₂O en HFK's), de verzurende emissies (SO₂, NO_x en NH₃), de ozonprecursoren (NMVOS, NO_x, CH₄ en CO) en de totale PM_{2,5}-emissies (uitlaat en niet-uitlaat).

Figuur 22: Eco-efficiëntie van het wegverkeer in het referentiescenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



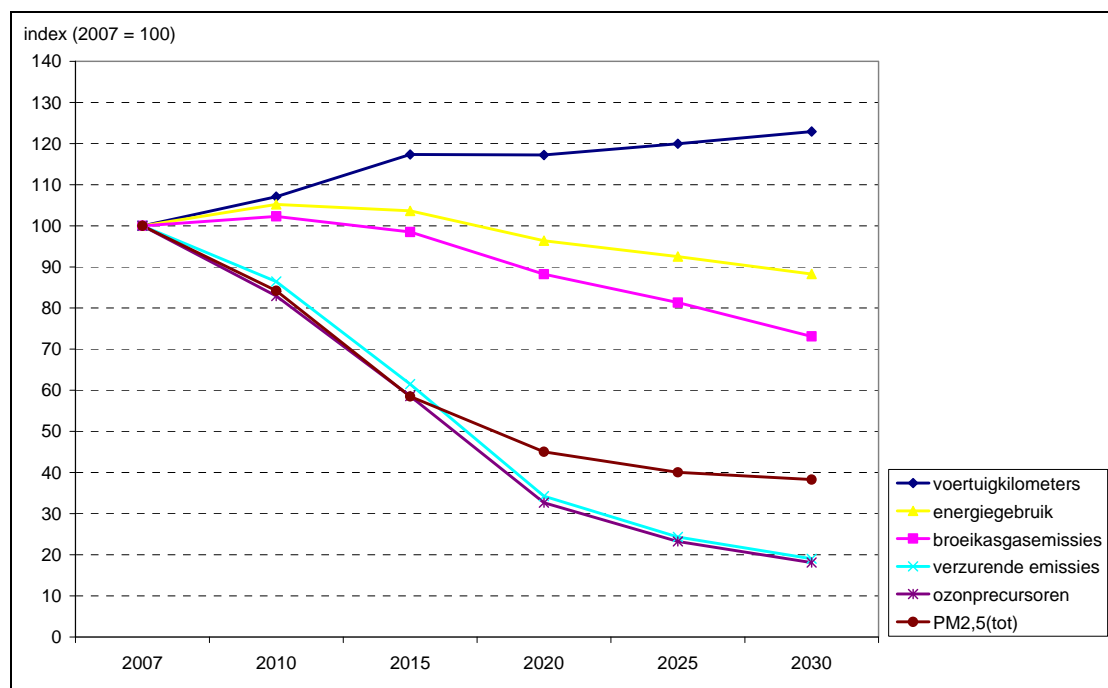
Bron: VITO

In het *referentiescenario* stijgt het aantal voertuigkilometers gestaag in de periode 2007-2030 (29%). Na 2015 is de stijging van het aantal voertuigkilometers evenwel minder scherp dan in de periode 2007-2015.

Het energiegebruik en de emissie van broeikasgassen stijgen vanaf het jaar 2007 tot respectievelijk 2025 en 2020, daarna vertonen beide een lichte daling. In het referentiescenario is er een relatieve ontkoppeling tussen het energiegebruik en de broeikasgasemissies enerzijds en de voertuigkilometers anderzijds. Dat komt door het ACEA-convenant en de toenemende hybridisatie van het voertuigenpark.

De emissie van ozonprecursoren, verzurende componenten en PM_{2,5}(tot) dalen gestaag in de periode 2007-2030 en liggen alle ruim 50% onder het niveau van 2007. In het referentiescenario is er dus reeds een absolute ontkoppeling met de voertuigkilometers. Dat is het resultaat van het verder verstrengen van de Europese emissienormen voor nieuwe voertuigen en in minder mate door de introductie van alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën.

Figuur 23: Eco-efficiëntie van het wegverkeer in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

In het *Europa-scenario* stijgt het aantal voertuigkilometers in de periode 2007-2030 met 23 %.

In tegenstelling tot het referentiescenario daalt het energiegebruik en de emissie van broeikasgassen reeds na 2010. Er is een absolute ont koppeling tussen het energiegebruik en emissie van broeikasgassen enerzijds en de voertuigkilometers anderzijds, in het referentiescenario is er slechts een relatieve ont koppeling. Dit is vooral het gevolg van de realisatie van de verstrenge ACEA-wetgeving ten opzichte van dat in het referentiescenario en de verschuiving naar meer hybride en batterijvoertuigen in het personenwagenpark. Voor zware voertuigen is er de efficiëntieverbetering van Euro VI ten opzichte van Euro V voertuigen, het hoger aandeel biodiesel en de betere aerodynamica van de trekkers met oplegger. De scherpere daling van de broeikasgasemissies ten opzichte van het energiegebruik is het resultaat van het toenemend aandeel biobrandstoffen en plug-in hybride en elektrische batterijvoertuigen. In het Europa-scenario bedraagt het energiegebruik en de emissies van broeikasgassen in 2030 nog respectievelijk 88 % en 73 % van het niveau in 2007.

De emissie van ozonprecursoren, verzurende componenten en PM_{2,5}(tot) dalen gestaag in de periode 2007-2030. Tegen 2030 bedragen zij nog respectievelijk 19 %, 18 % en 38 % van het niveau in 2007. In het Europa-scenario is de absolute ont koppeling met de voertuigkilometers dus veel sterker uitgesproken dan in het referentiescenario. Dat is het resultaat van de introductie van Euro VI voertuigen voor zwaar vervoer en de toename van hybride en elektrische batterijvoertuigen in het Vlaamse voertuigenpark. De minder uitgesproken daling voor PM_{2,5}(tot) is te wijten aan de toename van de niet-uitlaatemissies als gevolg van de toename in voertuigkilometers (zie deel 6.5 Emissie van totaal stof, PM₁₀ en PM_{2,5}).

8 Implementatiekosten

Maatregelen om het energiegebruik en de emissies te beperken kost geld. Dit deel geeft meer informatie over de kostprijs van bepaalde maatregelen die in de scenario's worden genomen. Niet het hele kostenplaatje komt hier aan bod. Wat bijvoorbeeld een verbetering

van de milieukwaliteit opbrengt, is voor de sector transport niet berekend. De wetenschappelijke rapporten 'Zwevend stof' en 'Fotochemische luchtverontreiniging' (Deutch et al., 2009a en 2009b) behandelen wel enkele aspecten van de externe kosten. Die rapporten tonen de verschillen in externe gezondheidskosten door respectievelijk fijn stof en fotochemische luchtverontreiniging tussen het REF- en het EUR-scenario voor heel Vlaanderen. De emissies van alle sectoren zijn hierbij in rekening gebracht.

Hierna lichten we eerst de eenheidsprijzen van technologieën, brandstoffen en flankerende maatregelen toe. Daar het uiteindelijk doel het berekenen van de meer- of minderkost van het Europa-scenario is ten opzichte van het referentiescenario, werken we waar nodig met meerkost van een technologie ten opzichte van een referentievoertuig in het referentiescenario.

8.1 Eenheidsprijzen

8.1.1 Voertuigtechnologie

De kosten gerapporteerd in het SUSATRANS project vormen de basis voor het opstellen van eenheidsprijzen voor voertuigtechnologie (Verbeiren et al., 2003). We hebben evenwel bijstellingen gedaan voor de huidige stand van zaken op technologisch vlak en voor de verwachte vooruitgang aan de hand van nieuwe inzichten.

Voor personenwagens zijn volgende verwachtingen meegenomen:

- Voor benzine wagens zal er tegen 2020 een prijsverhoging zijn door de algemene introductie van directe injectie en een geavanceerde variabele kleppenbediening, om de motoren energiezuiniger en milieuvriendelijker te maken.
- Ook voor personenwagens op diesel rekenen we tegen 2020 met een verhoogde kostprijs, omdat de zuiveringstechnologie (motormanagement, uitlaatgasbehandeling) in het licht van de steeds strengere normen vooral bij dieselauto's behoorlijk complex zal worden.
- Voor personenwagens op LPG wordt een meerkost van ongeveer 2 000 euro verrekend ten opzichte van benzine wagens. Deze prijs kan lichtjes stijgen, omdat de LPG-systemen enerzijds 'dedicated' zullen worden (een volledig op het voertuig afgestemd pakket) en anderzijds ze de evolutie naar directe injectie zullen moeten volgen.
- Aardgasvoertuigen zullen altijd duurder zijn dan LPG-voertuigen, omdat aardgas met veel hogere opslagdrukken werkt dan LPG. VITO veronderstelt een meerprijs van 3 000 euro, die zal afnemen tot 2 500 euro wegens schaalvoordelen.
- Een brandstofcel op waterstof zal hoogstwaarschijnlijk tot 2020 een dure optie zijn, omdat deze technologie vooralsnog in een prototypestadium verkeert en de introductie op de markt steeds naar latere data verschoven wordt.
- Wat hybride wagens betreft zijn PHEV-types duurder dan de CS-types, omdat de batterijen in het PHEV-type veel zwaarder gedimensioneerd moeten worden en er bovendien degelijke voorzieningen moeten zijn om de batterijen efficiënt en veilig op te laden. Dit geldt tevens voor zuiver elektrische voertuigen.

Voor lichte bestelwagens werken we met kosten analoog aan deze voor personenwagens, omdat beide voertuigtypes steeds meer naar elkaar toe groeien omwille van de kruisbestuiving binnen automobielsector op het vlak van koetswerk en motoren.

Ook voor zware voertuigen (vrachtwagens en bussen) zal de evolutie van de meerkost deze van personenwagens en lichte bestelwagens min of meer volgen.

Tabel 25 toont de evolutie in de meerkost van een technologie ten opzichte van een dieselveertuig als referentievoertuig. De kosten worden uitgedrukt als jaarlijkse extra kapitaalkost in euro 2005. We maken een onderscheid in lichte voertuigen (personenwagens en bestelwagens) en zware voertuigen (vrachtwagens, trekkers met oplegger en bussen). Deze kapitaalkost is bepaald rekening houdend met de levensduur van de technologie zoals vermeld in Tabel 25 en met een discontovoet van 4 %.

Tabel 25: Jaarlijkse extra kapitaalkost van een motorbrandstof en voertuigtechnologie t.o.v. een dieselveertuig (Vlaanderen, 2015, 2020, 2025 en 2030)

voertuigtype	technologie	levensduur		jaarlijkse extra kapitaalkost (euro2005)			
		r (jaar)	2015	2020	2025	2030	
LDV ¹	benzine	10	-172	-92	-152	-144	
	Diesel ²	11	0	0	0	0	
	LPG	10	99	193	146	155	
	CNG	10	235	247	187	195	
	elektriciteit	10	1 012	764	373	206	
	brandstofcel	7	4 569	2 359	920	643	
	H ₂ ICE	9	552	492	323	331	
	benzine hybride CS	10	323	146	-4	-103	
	diesel hybride CS	11	483	314	185	80	
	benzine hybride PHEV	10	716	375	213	114	
	diesel hybride PHEV	11	789	472	323	231	
HDV ¹	Diesel ²	20	0	0	0	0	
	diesel hybrid CS	15	2 869	1 868	1 578	1 538	
	diesel hybrid PHEV	15	3 710	2 607	2 226	2 185	

¹ LDV = light duty vehicles (personenwagens en bestelwagens), HDV = heavy duty vehicles (vrachtwagens >3,5 ton, trekkers met oplegger en bussen)

² diesel = referentietechnologie

Bron: VITO

8.1.2 Brandstof

VITO is vertrokken van de brandstofprijzen 2005 die gedefinieerd werden binnen het CLEVER-project (FPB, 2008b) (HeWiCOM, 2007) (FOD Financiën, 2006) (Lievens, 2008).

Voor prognoses tot 2030 werken we met projecties van het Federaal Planbureau op basis van de HERMES projecties tot 2013 en de energievoorzichten van DGTREN voor de periode nadien (EC, 2008a; FPB, 2008a, b). Tabel 26 toont de evolutie van de brandstofprijzen met 2005 als referentiejaar. Het grootste deel van de stijging met 50,4 % tussen 2005 en 2015 doet zich voor tijdens de periode 2005-2008 en is dus geobserveerd. De voorziene jaarlijkse stijging tussen 2008 en 2015 is vergelijkbaar met die in de periode 2015-2030.

Tabel 26: Indexen voor toekomstige brandstofprijzen (België, 2015, 2020, 2025, 2030)

Jaar	Oil index (2005 = 100)	Gas index (2005 = 100)	Barrel Brent (euro 2005)
2005	100,0	100,0	43,7
2010	141,7	173,6	61,9
2015	150,4	180,4	65,7
2020	158,7	191,2	69,4
2025	161,8	196,2	70,7
2030	163,1	197,8	71,3

Voor biobrandstoffen veronderstellen we dat ze de prijsevolutie van de conventionele fossiele brandstoffen volgen. In de eerste decennia blijft het gebruik van biobrandstoffen beperkt tot

bijmenging bij de conventionele brandstoffen, waarbij de overheid quota en percentages oplegt.

Ook de elektriciteitsprijs laten we de evolutie van de olieproducten volgen, aangezien deze sector – weliswaar met een zekere vertraging – gelijk reageert als de oliemarkt.

De prijzen voor waterstof (H₂) werden ter beschikking gesteld uit enerzijds het MARKAL-TIMES-project voor energiedata en anderzijds gegevens van het Federaal Planbureau voor de gas en kolenprijs (Nijs et al., 2006) (FPB, 2008b). De prijs waarmee we gewerkt hebben, is het gemiddelde van de drie besproken productiemethodes ('NG Reformer Large + Small' en 'Coal Gasification Large').

Tabel 27 toont een overzicht van de evolutie in energieprijzen die we hanteerden bij de doorrekeningen. Het betreft prijzen voor de productie en het transport van de energievectoren. Voor het referentiejaar 2005 zijn we vertrokken van de gemiddelde maximum prijzen in België (BPF, 2009). Voor benzine en diesel liggen de prijzen rond de 10 % hoger dan deze aangewend in het wetenschappelijk rapport van de sector Energie ((Lodewijks et al, 2009) en door het Federaal Planbureau. Dit kan aanzien worden als een onzekerheid op de brandstofprijs.

Tabel 27: Evolutie van de energieprijzen (België, 2015, 2020, 2025, 2030)

euro/GJ	2015	2020	2025	2030
benzine	21,03	22,19	22,62	22,81
bio-ethanol (E100)	25,85	28,20	28,20	28,20
diesel	20,65	21,79	22,21	22,39
biodiesel (B100)	25,95	24,43	24,43	24,43
LPG	21,42	22,61	23,05	23,23
CNG	14,35	14,88	15,13	15,21
H ₂	25,30	24,70	25,00	23,80
elektriciteit	43,96	47,08	47,84	48,55

Bron: VITO op basis van FPB

8.1.3 Flankerende maatregelen

Sideskirts voor trekker

Volgens het SmartWay-programma van de Verenigde Staten bedraagt de kostprijs van sideskirts ongeveer 1 700 euro per oplegger (EPA). De sideskirts gaan normaliter de volledige levensduur van het voertuig mee.

Beïnvloeding rijgedrag

Een rijopleiding ecologisch rijden kost ongeveer 100 euro, onafhankelijk van het voertuigtype. Het effect van een dergelijke opleiding kan versterkt en verlengd worden door middel van een boordcomputer die het actuele verbruik weergeeft en een GSI (Gear Shift Indicator). De kostprijs van een GSI bedraagt 17 euro (TNO, 2006).

Voor zware voertuigen zijn de kosten gelijkaardig als bij kleinere voertuigen.

Banden met lage rolweerstand

De meerkost van deze banden bedraagt ongeveer 50 euro per voertuig (set van banden) (TNO, 2006). In onze berekeningen veronderstellen we dat gemiddeld gezien banden twee keer worden vervangen.

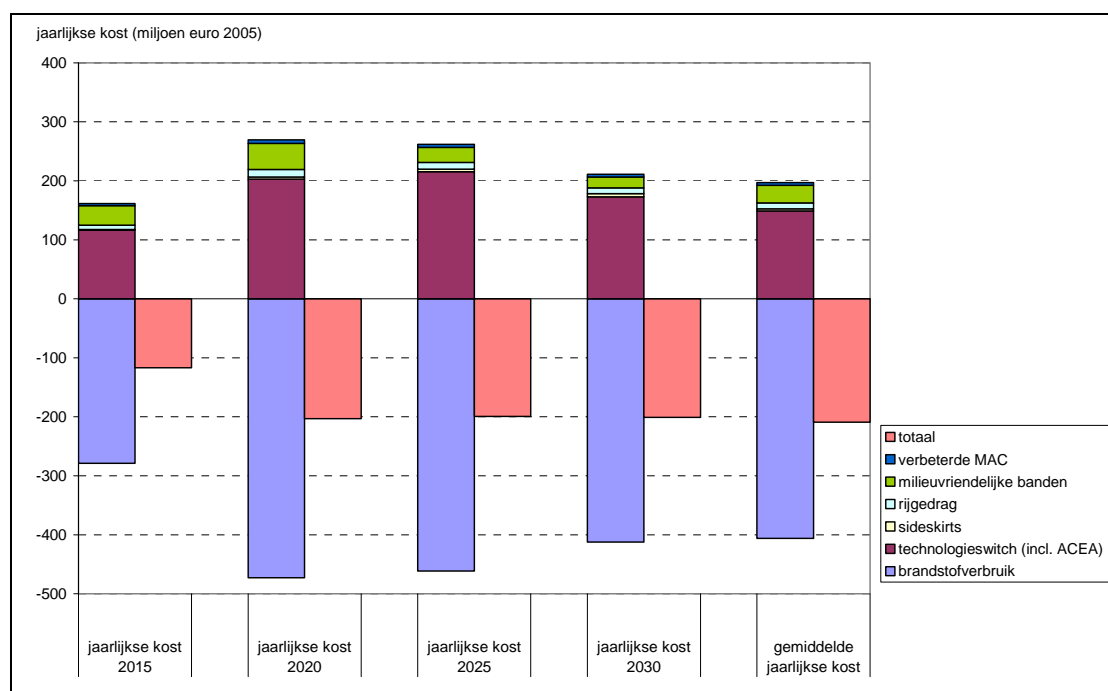
8.1.4 Verbeterde MAC

De meerkost van een verbeterde R744-MAC ten opzichte van een klassieke energie-efficiënte klimaatregeling met CO₂ onder hoge druk als koelgas (R744) wordt op constructeursniveau geschat op ongeveer 40 euro (TNO, 2006). We veronderstellen dat de levensduur van de MAC gelijk is aan de levensduur van het voertuig.

8.2 Implementatiekosten van het Europa-scenario

Figuur 24 toont de implementatiekost van het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario, zowel de jaarlijkse kosten voor de afzonderlijke jaren 2015, 2020, 2025 en 2030 worden gegeven, als de gemiddelde jaarlijkse kost over de periode 2010-2030. Voor het wegverkeer worden enkel de kosten behandeld om de brandstofefficiëntie te verbeteren in het EUR-scenario ten opzichte van het REF-scenario. Verschillende maatregelen die de brandstofefficiëntie beïnvloeden, verhogen de aankoopprijs van wagens, maar doen tegelijkertijd de brandstofkost dalen. Per maatregel worden enerzijds de kosten en opbrengsten weergegeven en anderzijds de totale implementatiekost zijnde de som van kosten en opbrengsten. Enkel de directe kost, exclusief belastingen, subsidies, infrastructuur- en reguleringskosten, wordt meegenomen. Bij het kwantificeren is rekening gehouden met duurder wordende benzine- en dieselveertuigen als gevolg van strengere milieueisen. Voor hybride en zuiver elektrische voertuigen is er voor de toekomst een prijsdaling verondersteld dankzij de schaalvergroting.

Figuur 24: Evolutie van de jaarlijkse kost van het Europa-scenario (Vlaanderen, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

De gemiddelde jaarlijkse meerkost van de bijkomende maatregelen in het Europa-scenario bedraagt 197 miljoen euro (prijzen 2005). De grootste meerkost is deze voor motor- en voertuigtechnische aanpassingen met inbegrip van uitlaatnabehandeling. Deze is verantwoordelijk voor 76 % van de gemiddelde jaarlijkse meerkost. Daarna komen de maatregelen milieuvriendelijke banden die ruim 15 % bijdragen tot de meerkost. De laagste meerkosten zijn voor maatregelen die inspelen op het rijgedrag, de introductie van verbeterde mobiele aircosystemen en sideskirts voor vrachtwagens. Zij dragen respectievelijk ongeveer 5 %, 2 % en 2 % bij tot de gemiddelde totale jaarlijkse meerkost.

Naast meerkosten resulteren verscheidene maatregelen in het Europa-scenario ook in opbrengsten door de lagere kosten voor energiegebruik door onder andere het gebruik van meer efficiënte technologieën, energiezuiniger rijgedrag en daling in afgelegde kilometers door rekeningrijden. De maatregelen in het Europa-scenario resulteren in een jaarlijkse gemiddelde opbrengst van 407 miljoen euro (prijzen 2005).

Dit resulteert in een jaarlijkse gemiddelde opbrengst van 210 miljoen voor het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario.

9 Samenvatting wegverkeer

Deze paragraaf vat de voornaamste aannames en resultaten samen voor wegverkeer, die als basis kunnen dienen voor het MIRA 2009 rapport. Eerst lichten we kort het gebruikte emissiemodel toe.

9.1 MIMOSA IV en MMM

Voor de berekening van het energiegebruik en de emissies door het wegverkeer maken we gebruik van het emissiemodel MIMOSA IV. Met dit model zijn we in staat om technologische maatregelen naar klimaat en milieu door te rekenen tot en met 2030. Als input voor het model zijn mobiliteitsgegevens noodzakelijk. Binnen MIRA 2009 zijn deze aangeleverd door een gespecialiseerd verkeersmodel, het multimodaal model Vlaanderen (MMM).

9.2 Scenario's

9.2.1 Referentiescenario wegverkeer

In het referentiescenario wordt de mobiliteit van het wegverkeer ingeschat op basis van het BAU-scenario van het multimodaal Vlaanderen. Verder wordt voor het *wegverkeer* rekening gehouden met de volgende milieumaatregelen:

- Het strenger worden van de emissiereglementering van personenwagens en bestelwagens (t.e.m. Euro 6), zware vrachtwagens en bussen (t.e.m. Euro V) en brom- en motorfietsen (t.e.m. Euro 3).
- Een realistische implementatie van het convenant met de automobielconstructeurs (ACEA, JAMA en KAMA) om de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuw verkochte personenwagens te verminderen tot het niveau van 140 g/km. De initiële streefdatum van 2008 wordt niet aangehouden, maar wel de trend van de laatste jaren (2002-2007). Hierdoor zal de doelstelling pas tussen 2015 en 2016 worden bereikt.
- De verlaging van het zwavelgehalte in benzine en diesel tot maximum 10 ppm (2003/17/EG) in 2009. Cijfers van de FOD Economie geven aan dat in 2007 in België/Vlaanderen reeds 95 % van de verkochte benzine en diesel voldoet aan de nieuwe specificaties.
- Voor biobrandstoffen blijft tussen 2006 en 2013 het huidige beleid van kracht met accijnsverlaging tot bepaalde quota. In 2010 resulteert dat in 2,5 % biodiesel toegevoegd aan diesel en 3,5 % bio-ethanol aan benzine (op volumebasis). Vanaf 2013 wordt uitgegaan van een verplichte bijmenging van 5 % biodiesel in diesel en 5 % bio-ethanol in benzine (Pelkmans et al., 2008). Biobrandstoffen worden binnen de transportsector als CO₂-neutraal beschouwd.
- De langzame introductie van alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën bij personenwagens en bestelwagens. Er is vooral een toename van het aandeel voertuigen met hybride aandrijving. Het betreft hier doorgedreven hybride voertuigen, d.w.z. dat ze een deel van de afgelegde afstand zuiver elektrisch rijden. De doorstoot van nieuwe technologieën is het grootst bij personenwagens (Tabel 28). Binnen de groep van vrachtwagens is er enkel bij de lagere tonklassen een beperkte doorstoot van hybride technologie voorzien: 5 % hybride diesel tegen 2025 en 10 % tegen 2030.

Tabel 28: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte personenwagens in het referentiescenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	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>

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

Bron: VITO

- Het gebruik van tetrafluorethaan (HFC-134a) als koelvloeistof in mobiele airconditioning voor personenwagens is vanaf 2011 voor nieuwe modellen en vanaf 2017 voor alle nieuwe wagens verboden (2006/40/EC). De constructeurs zullen overstappen naar koolstofdioxide als koelvloeistof (R744) in 2011.

9.2.2 Europa-scenario wegverkeer

In het Europa-scenario worden voor het *wegverkeer* volgende bijkomende maatregelen genomen:

- Invoeren van rekeningrijden voor goederenvervoer vanaf 2012 en voor personenverkeer vanaf 2017.
- De introductie van de Euro VI norm voor zware vrachtwagens en bussen in 2014, waardoor hun uitstoot van NO_x en PM verder zal dalen.
- Het realiseren van het verstrengd ACEA-convenant/regelgeving waardoor de CO₂-uitstoot van nieuwe personenwagens in de periode 2012-2030 drastisch zal verlagen. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen de motortechnische aanpassingen en de flankerende maatregelen (biobrandstoffen, rijgedrag), zie Tabel 29.

Tabel 29: Overzicht ACEA-verbintenis in het Europa-scenario (Europa, 2012, 2020, 2025, 2030)

(g/CO ₂ km)	2012	2020	2025	2030
uiteindelijk doel	120	95	70	60
via motor- en aandrijftechnologie	130	105	80	70
flankerende maatregelen	10	10	10	10

- De algemene bijmenging van dieselbrandstof met 5 vol% biobrandstof tegen 2010. Rond 2013 wordt een bijmenging met 10 vol% biobrandstof geïntroduceerd, die naast 5 vol% bijmenging op de markt beschikbaar zal zijn. Tegen 2015 zal de 10 vol% bijmenging 50 % van de dieselmkt voor zijn rekening nemen en tegen 2020 90 %. Tegen 2025 zal men geen 5 vol% biodiesel meer kunnen tanken. Verder worden tweede generatie biobrandstoffen geïntroduceerd, 1 vol% tegen 2020 en 5 vol% (absolute %) tegen 2030, bovenop het aandeel eerste generatie biobrandstoffen. In 2030 zal diesel voor 15 vol% uit biocomponenten bestaan.

- De introductie van 10 vol% bijmenging van bio-ethanol in benzine (E10), die naast 5 vol% bijmenging (E5) op de markt verkrijgbaar zal zijn. In 2010 zal E10 10 % van de benzinemarkt voor zijn rekening nemen. Tegen 2015 en 2020 zal dit respectievelijk 75 % en 100 % bedragen.
- De introductie van energiezuinige banden voor nieuwe personenwagens vanaf 2012 en de geleidelijke vervanging van de banden van het bestaande wagenpark in de periode 2012-2016. Deze maatregel resulteert per voertuig in 3 % energiebesparing.
- Verbeterde aerodynamische vorm van vrachtwagentrailers of opleggers door de montage van sideskirts of aerodynamische zijvleugels. Voertuigen worden in de periode 2015-2020 geleidelijk uitgerust met deze sideskirts, die per voertuig resulteren in een minderverbruik van gemiddeld 6 %.
- Ecodrive-rijopleidingen voor alle voertuigcategorieën. Tegen 2015 zal de helft van de bestuurders deze opleiding reeds gevolgd hebben en tegen 2020 alle bestuurders. Voor personenwagens, lichte vrachtwagens en gemotoriseerde tweewielers bedraagt de energiereductie per bestuurder/voertuig 3 %. Voor de vrachtwagens en bussen is dat 1,5 %.
- Onder impuls van het verstrengde ACEA-convenant/wetgeving en een voertuigenfiscaliteit, die rekening houdt met de milieuprestaties van een voertuig, zal er een verhoogde introductie zijn van alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën bij personenwagens (Tabel 30). Bij vrachtwagens met lagere tonklasse stijgt het aandeel diesel hybride tot 10 % in 2025 en 25 % in 2030.

Tabel 30: Marktaandeel van de verscheidende voertuig- en brandstoftechnologieën voor nieuw verkochte personenwagens in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

(%)	2010	2015	2020	2025	2030
benzine*	23,92	23,17	17,03	9,83	4,81
benzine hybride	0,50	2,75	13,64	22,12	27,37
brandstofcel H ₂	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00
CNG	0,00	0,83	3,00	5,00	5,00
diesel	75,33	72,17	53,84	37,32	23,76
diesel hybride	0,00	0,83	9,74	19,24	28,81
elektrisch	0,00	0,00	2,50	5,00	7,50
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>

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

Bron: VITO

- Het aandeel plug-in hybride voertuigen (PHEV) neemt sneller toe dan in het referentiescenario. Bij PHEV voertuigen wordt de batterij ontladen en moet deze aan het elektriciteitsnet bijgeladen worden.
- De introductie van verbeterde R744 systemen voor airconditioning in personenwagens, waardoor het meerverbruik door het gebruik van airco met ongeveer 20 % afneemt (Smokers et al., 2006).

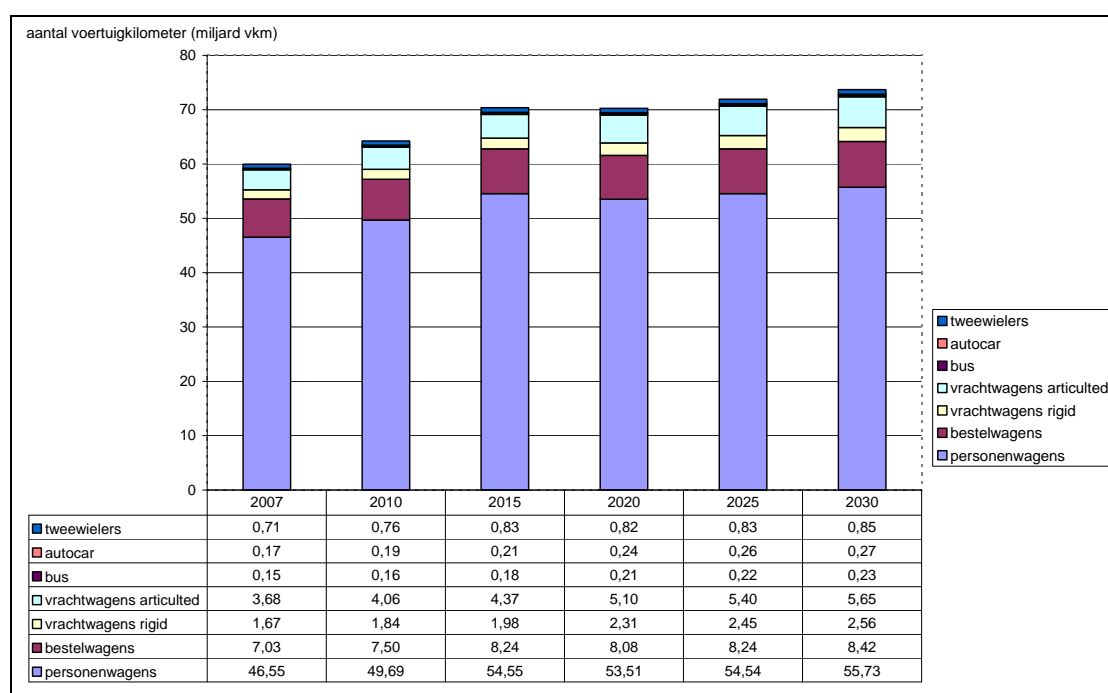
9.3 Voertuigkilometers per voertuigtype voor het wegverkeer

In het Europa-scenario stijgt het totaal aantal voertuigkilometers in de periode 2007-2030 met bijna 23 %. Voor de lichte voertuigen (personenwagens, bestelwagens en gemotoriseerde tweewielers) is de stijging iets minder (19,7 %). Voor de zware voertuigen (vrachtwagens, bussen en autocars) is er meer dan een verdubbeling van het aantal voertuigkilometers in dezelfde periode.

Verder toont Figuur 25 dat over de ganse periode personenwagens ruim driekwart van het totaal aantal voertuigkilometers op zich nemen. Dit is ook het geval in het referentiescenario. Verder is het belangrijk op te merken dat het aandeel voertuigkilometers van vrachtwagens iets minder stijgt dan in het referentiescenario (aandeel van 11,1 % in 2030).

Het aantal voertuigkilometers afgelegd door zware vrachtwagens in 2015 in het Europa-scenario ligt nagenoeg 9 % lager dan in het referentiescenario. Voor personenwagens zien we pas vanaf 2020 een daling met 4,4 % ten opzichte van het referentiescenario. In het scenario met rekeningrijden ligt het totaal aantal vkm in 2030 4,7 % lager dan in het referentiescenario.

Figuur 25: Evolutie van het aantal voertuigkilometers per voertuigtype in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Vrachtwagen articulated = trekker + oplegger; vrachtwagen rigid = vrachtwagen uit een stuk

Bron: VITO, VVC

9.4 Transportmiddelen voor het wegverkeer

In 2007 telde Vlaanderen 3 901 468 voertuigen, waarvan slechts 11 % voor goederenvervoer (bestelwagens en zware vrachtwagens). Tegen 2030 stijgt dit aantal in het referentie- en Europa-scenario tot respectievelijk 4 949 167 (+27 %) en 4 795 573 (+23 %) voertuigen. Het aandeel voertuigen voor goederenvervoer bedraagt in 2030 respectievelijk 12,2 % en 11,9 %. De stijging van het aantal voertuigen in beide scenario's is het gevolg van een gestage toename van het aantal kilometers tussen 2007 en 2030. Daar de groei van het aantal kilometers lager ligt in het Europa-scenario, stijgt het aantal voertuigen minder snel in het Europa-scenario.

In wat volgt wordt eerst de evolutie van het aandeel van de verschillende voertuiggeneraties (euroklassen) toegelicht. Vervolgens wordt het aandeel alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën besproken.

9.4.1 Voertuigenpark opgesplitst naar euroklasse

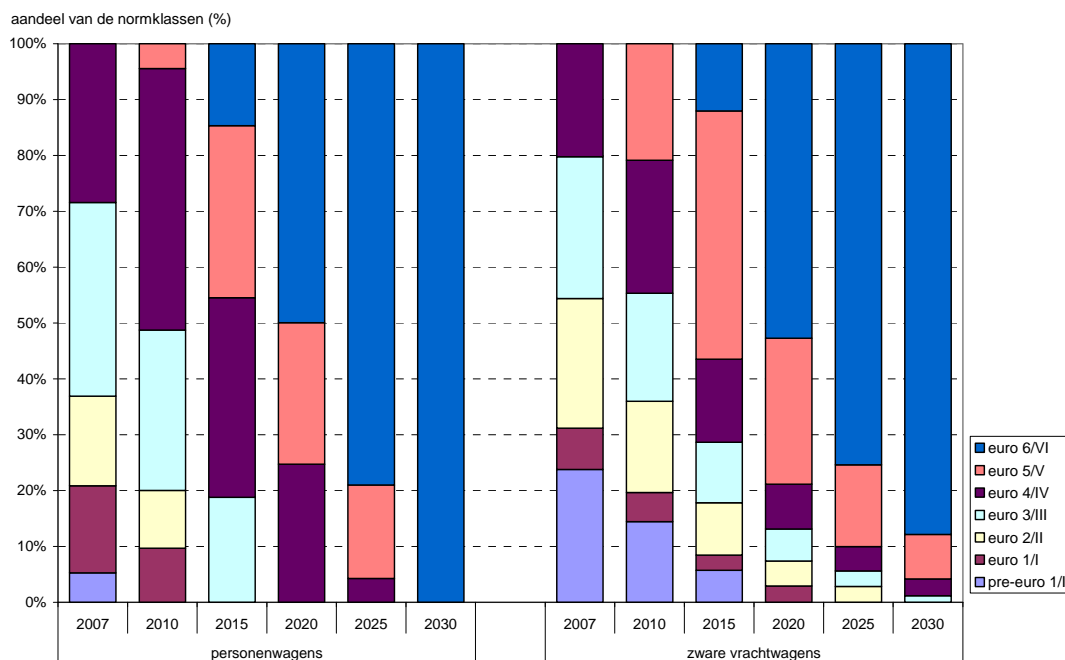
In de periode 2007-2030 verdwijnen de oudere euroklassen geleidelijk om vervangen te worden door nieuwe generaties van technologie. Euro 0 personenwagens zijn tegen 2010 uit het park verdwenen, voor vrachtwagens is dat 2020.

In het referentiescenario bestaat de helft van personenwagens tegen 2020 uit Euro 6 voertuigen, die tegen 2030 de totaliteit van het park uitmaken. Voor vrachtwagens wordt de Euro VI niet geïmplementeerd in het referentiescenario. Voor deze voertuigcategorie bestaat het park tegen 2020 voor 80 % uit Euro V voertuigen, tegen 2030 is dit ruim 95 %. Tegen 2025 bestaat zowel het park van personenwagens, als dat van zware vrachtwagens voor meer dan 80 % uit Euro 5/Euro V en Euro 6 voertuigen, die zeer goede milieuprestaties hebben.

Onder het Europa-scenario wordt dit voor het zware vervoer nog verder versterkt, omdat nu ook voor deze groep voertuigen de Euro VI norm wordt geïntroduceerd vanaf 2014.

Figuur 26 toont de verdeling in euroklassen voor personenwagens en zware vrachtwagens onder het Europa-scenario. Voor personenwagens ligt de verdeling in dezelfde lijn als in het referentiescenario. Voor vrachtwagens stoot in het Europa-scenario de Euro VI gestaag door, waar deze niet voorzien was in het referentiescenario.

Figuur 26: Verdeling van de personenwagens en zware vrachtwagens volgens voertuiggeneratie in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

9.4.2 Voertuigenpark opgesplitst naar motorbrandstof- en voertuigtechnologie

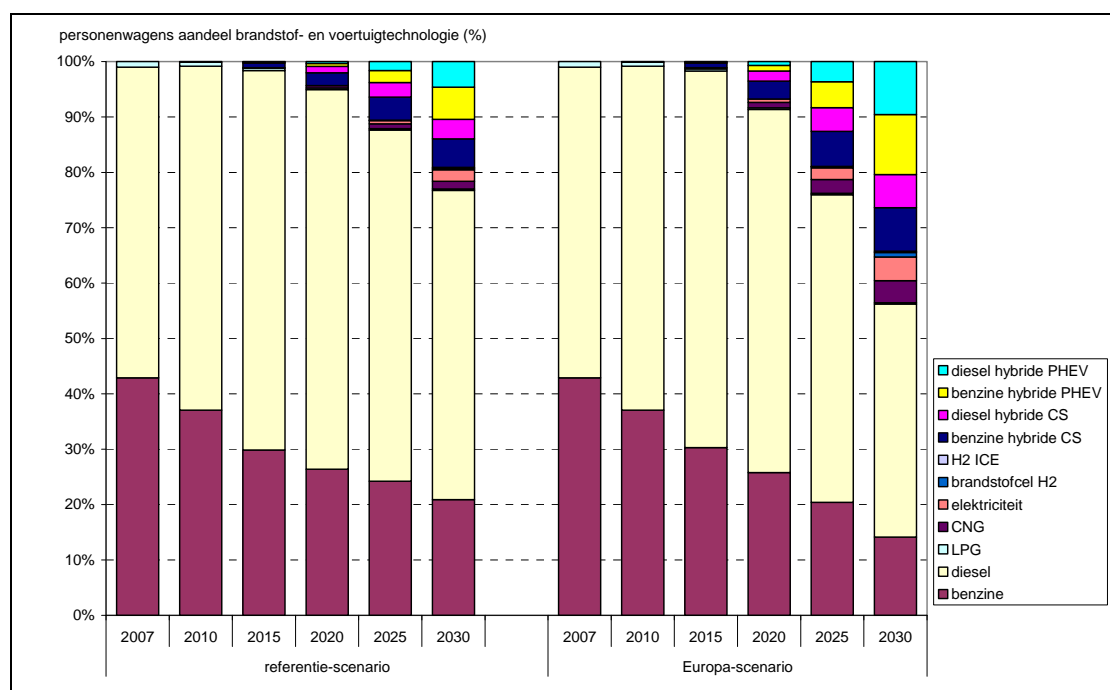
Voor personenwagens is de instroom van alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën het grootst, vandaar wordt voor deze voertuigcategorie het verloop van

het aandeel voertuigen op alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologie geïllustreerd (Figuur 27).

Voor de ganse periode maken klassieke voertuigen (benzine, diesel en LPG) ruim meer dan de helft van het totaal aantal personenwagens uit, dit geldt zowel onder het referentiescenario, als onder het Europa-scenario. In het referentiescenario bereiken alternatieve voertuigen in 2020 een aandeel van bijna 5 %. In 2030 bedraagt hun aandeel 23 %, waarvan 83 % hybride voertuigen.

In het Europa-scenario loopt het aandeel alternatieve voertuigen op tot respectievelijk 8,4 % in 2020 en 44 % in 2030, waarvan ongeveer 80 % hybride voertuigen zijn. Elektrische en aardgasvoertuigen (CNG) zijn elk goed voor zo'n 4 % van het wagenpark in 2030. De klassieke dieselveertuigen (met milde hybride) maken met 42 % het grootste deel uit van het personenwagenpark in Vlaanderen in 2030. Op de tweede plaats komen de benzinevoertuigen (14 %).

Figuur 27: Verdeling van de personenwagens volgens motorbrandstof- en voertuigtechnologie (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



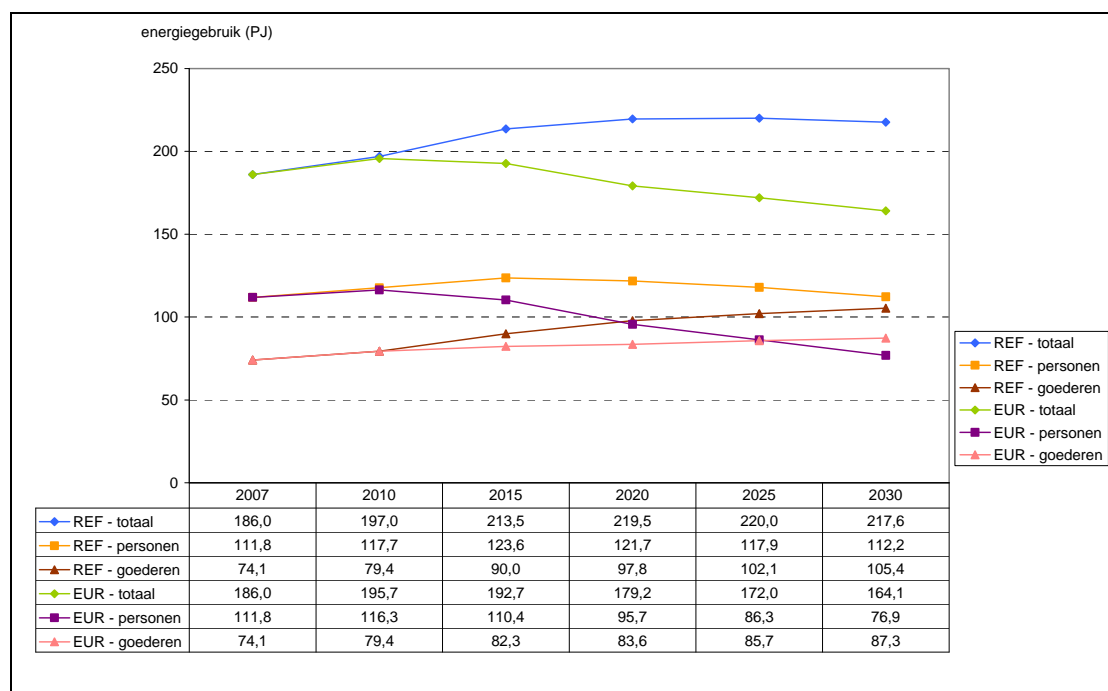
Bron: VITO

9.5 Energiegebruik door wegverkeer

9.5.1 Personen- en goederenvervoer

Figuur 28 toont de evolutie van het energiegebruik op voertuigniveau voor wegverkeer in het referentiescenario (REF) en Europa-scenario (EUR). Naast het totale energiegebruik is er tevens een opsplitsing in personen- en goederenvervoer.

Figuur 28: Energiegebruik op voertuigniveau door wegverkeer (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

In het *referentiescenario* stijgt het energiegebruik door personen- en goederenvervoer samen gestaag tussen 2007 en 2020. In de periode 2020-2025 stagneert het energiegebruik, waarna het lichtjes afneemt. In 2030 ligt het totale energiegebruik van personen- en goederenvervoer 17 % hoger dan in 2007. In diezelfde periode steeg het totaal aantal gereden voertuigkilometer op de weg evenwel met 29 %. De kleinere toename van het energiegebruik, is vooral het gevolg van de efficiëntieverhoging bij het personenvervoer door de trend naar kleinere motorisatie en hybride voertuigen. De efficiëntieverbetering bij nieuwe generaties voertuigen en de hybridisatie ligt een stuk lager bij vrachtwagens.

In het *Europa-scenario* stijgt het energiegebruik door personen- en goederenvervoer samen enkel tussen 2007 en 2010 (ruim 5 %), om vervolgens continu te dalen. In 2030 ligt het totale energiegebruik nagenoeg 12 % onder dat van 2007. In diezelfde periode stijgt het totaal aantal gereden voertuigkilometer op de weg nochtans met bijna 23 %.

De daling in energiegebruik is volledig toe te schrijven aan het personenvervoer. Dankzij het realiseren van het verstrengde ACEA-convenant, de doorgedreven technologieverschuivingen (o.a. aandeel hybride voertuigen in 2030 in EUR 34 % tegen in REF 19 %) en het uitvoeren van maatregelen naar rijgedrag en energiezuinige banden.

Voor *goederenvervoer* stijgt het energiegebruik continu, maar minder snel dan in het referentiescenario. Dit resulteert in 2030 in een energiegebruik dat 18 % hoger ligt dan dat in 2007. Dit is toe te schrijven aan de toename van het aantal kilometer door zwaar vervoer (54 %) in de periode 2007-2030. Evenals in het referentiescenario is de groei van het energiegebruik lager dan de groei in kilometers. Het verschil tussen beide is voor het Europa-scenario groter, omwille van de introductie van de meer efficiënte Euro VI voertuigen en in mindere mate de verhoogde introductie van hybride technologie. Verder missen maatregelen inzake sideskirts voor opleggers en rijgedrag hun effect niet.

In 2020 en 2030 ligt het totale energiegebruik door wegverkeer in het Europa-scenario respectievelijk 18 % en 25 % onder dat van het referentiescenario. Voor personenvervoer

bedraagt dit verschil zelfs respectievelijk 21 % en 31 %, voor goederenvervoer slechts respectievelijk 15 % en 17 %.

9.5.2 Opsplitsing per energievector

In Figuur 29 is een opsplitsing gemaakt van het energiegebruik in de verschillende energievectoren voor het basisjaar 2007 en het prognosejaar 2030 onder het referentie- en Europa-scenario.

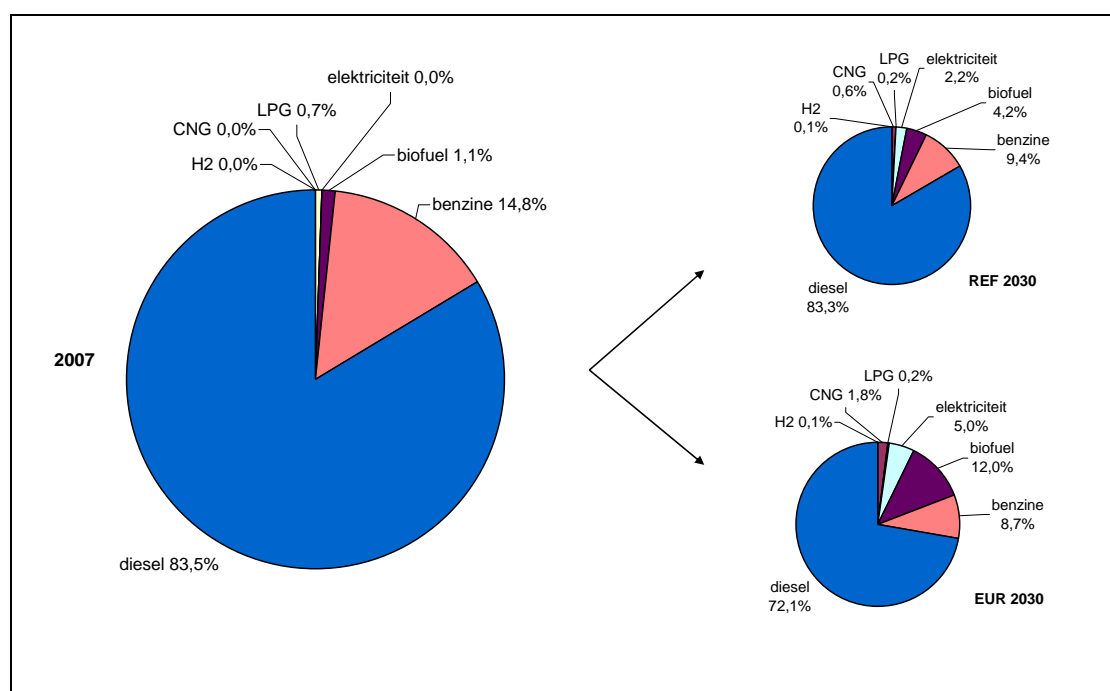
Dieselbrandstof blijft de belangrijkste energievector voor het wegverkeer, zelfs in 2030 onder het Europa-scenario (72 %).

Onder het *referentiescenario* blijft benzine de tweede belangrijkste energievector voor het wegverkeer. De conventionele brandstoffen (diesel, benzine en LPG) overheersen in 2030 met 93 % nog de energiemarkt voor wegverkeer. Biobrandstoffen (biodiesel en bio-ethanol) en elektriciteit hebben tegen 2030 een klein, maar duidelijk marktsegment verworven. Voor de overige energievectoren (CNG en waterstof) blijft het gezamenlijk marktaandeel onder 1 %.

Onder het *Europa-scenario* is tegen 2030 het marktaandeel van conventionele brandstoffen gedaald tot 81 %. Biobrandstoffen, elektriciteit en in mindere mate CNG zijn duidelijk op de markt aanwezig. Waterstof blijft zeer beperkt tot niche markten in het Europa-scenario.

De jaarlijkse hoeveelheid biobrandstof bestaat voor 88 % tot 95 % uit biodiesel, het overige wordt ingevuld door bio-ethanol.

Figuur 29: Procentuele bijdrage van de verscheidene energievectoren aan het energiegebruik van wegverkeer onder het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007 en 2030)



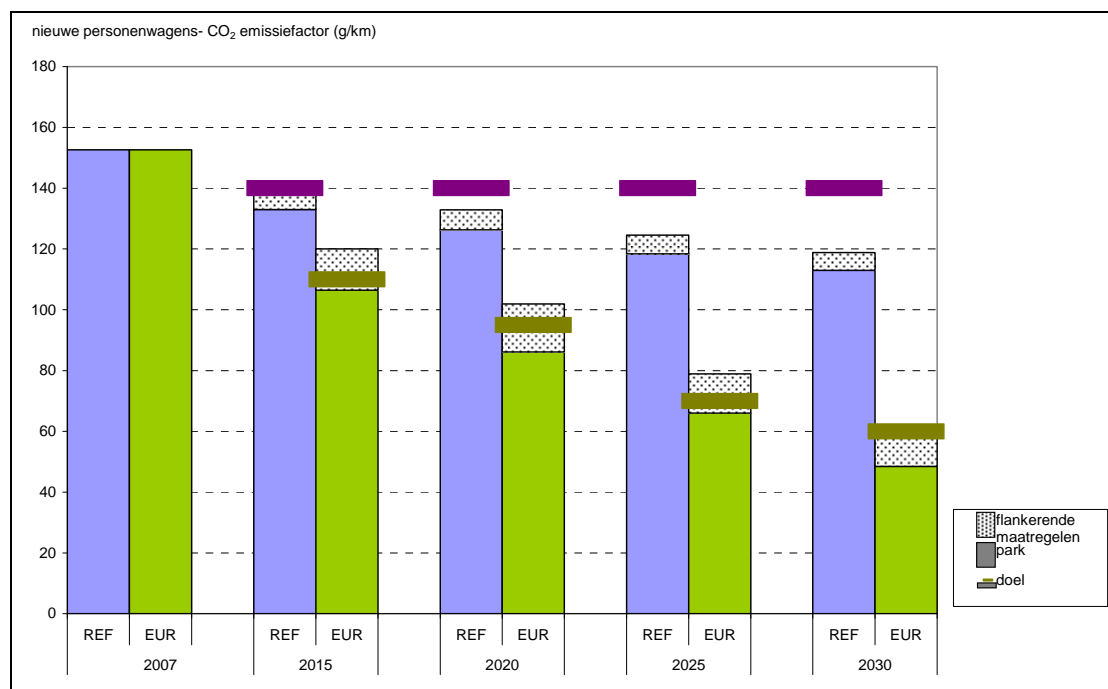
Bron: VITO

9.5.3 Toetsing aan het ACEA-convenant

Figuur 30 toont de evolutie van de CO₂-uitstoot van nieuw verkochte personenwagens in het referentie- en Europa-scenario. In Figuur 30 zijn tevens de globale ACEA-doelstellingen opgenomen, die zowel het streefdoel via motor- en aandrijftechnologie, als flankerende

maatregelen bevat. De volledige lengte van de staven (gekleurd + gestippeld deel) toont de evolutie in CO₂-uitstoot van nieuwe personenwagens zonder flankerende maatregelen. Het gestippelde deel geeft de vermindering weer die onder een scenario en in een bepaald jaar wordt gerealiseerd door flankerende maatregelen, waarbij biobrandstoffen als CO₂-neutraal worden beschouwd.

Figuur 30: CO₂-emissie van nieuw verkochte personenwagens (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

In het *referentiescenario* is er een geleidelijke verlaging van de CO₂-uitstoot van nieuwe voertuigen. Deze daling is het gevolg van de huidige trend naar lagere motorisatie en de technologische evolutie. Initieel was het de bedoeling om tegen 2008 de 140 gCO₂/km te halen, gezien het niveau van 2007 (152,6 g/km) zal dit niet gehaald worden. De instroom van biobrandstof als flankerende maatregel zoals gedefinieerd in het referentiescenario, zorgt voor een bijkomende verlaging van de CO₂-uitstoot. Tegen 2030 verlaagt de CO₂-factor door middel van technologische maatregelen tot 119 gCO₂/km. Biobrandstoffen meegerekend wordt dat 113 gCO₂/km.

Om te voldoen aan de aangescherpte doelstellingen in het *Europa-scenario* zijn de flankerende maatregelen tot en met 2025 noodzakelijk. In 2030 halen we de 60 gCO₂/km doelstelling reeds met de technologie shift (59,3 gCO₂/km). Samen met de flankerende maatregelen (milieuvriendelijke banden, rijgedrag en biobrandstoffen) wordt dit gereduceerd tot 48,5 gCO₂/km en wordt de doelstelling dus ruimschoots gehaald.

Op 2 december 2008 kwam het persbericht dat Europa vastgelegd heeft om de doelstelling van 130/120 gCO₂/km tegen 2012 pas in 2015 volledig van kracht te laten worden. Verder is de regelgeving om tegen 2025 gemiddelde 80/70 gCO₂/km te halen niet opgenomen. De 105/95 gCO₂/km tegen 2020 is echter wel in de richtlijn opgenomen. Dit maakt dat het MIRA 2009 Europa-scenario een stuk ambitieuzer is dan het vooropgestelde Europese beleid.

9.5.4 Toetsing aan Europese doelstelling hernieuwbare energie

Voor de toetsing van de scenario's aan de Europese doelstelling inzake hernieuwbare energie voor transportsector (10 % energetisch tegen 2020), worden biobrandstoffen en groene stroom beschouwd.

Onder het *referentiescenario* wordt de doelstelling voor hernieuwbare energie in transport niet gehaald: 4,4 % hernieuwbare in 2020 en 5,3 % in 2030.

Onder het *Europa-scenario* halen we in 2020 een aandeel hernieuwbare energie van 10,1 % (energetisch), hiermee wordt de vooropgestelde doelstelling van 10 % hernieuwbare energie gehaald. Tegen 2030 stijgt dit aandeel verder tot 19,3 % hernieuwbare energie voor wegverkeer in het Europa-scenario.

9.5.5 Toetsing aan Europese doelstelling energie-efficiëntieverbetering

De Europese doelstelling inzake een energie-efficiëntieverbetering met 20 % ten opzichte van het referentiescenario in 2020 is niet vertaald in naar een directe doelstelling voor transport, toch maken we de evaluatie voor wegtransport.

Het referentiekader voor de toetsing is onduidelijk, daarom vertrekken we van het referentiescenario gedefinieerd binnen MIRA 2009. Additioneel nemen we tevens een tweede referentiepunt, zijnde de energie-efficiëntie van wegverkeer in 2005. Dit is hetzelfde referentiejaar als gebruikt voor de indicatieve doelstelling inzake broeikasgasemissies.

De energie-efficiëntie (het quotiënt van het totale energiegebruik door het wegverkeer en het totaal aantal voertuigkilometers) zal in het referentiescenario tegen 2020 slechts in beperkte mate stijgen. In het Europa-scenario is er een stijging van de energie-efficiëntie met 14,4 % ten opzichte van het referentiescenario in 2020, dit ligt ruim onder de 20 % doelstelling. Ten opzichte van 2005 zal de globale energie-efficiëntie evenwel stijgen met 18,4 %.

9.6 Emissies naar lucht

9.6.1 Overzicht referentie- en Europa-scenario

Tabel 31 toont de uitstoot voor het wegverkeer voor de pollutanten CO, CO₂, NO_x, NH₃, SO₂, N₂O, NMVOS, PM_{2,5} (tot), CH₄ en Pb in het referentie- en Europa-scenario. Naast het referentiejaar 2007, worden alle zichtjaren (2010, 2015, 2020, 2025 en 2030) weergegeven. Ook het procentueel verschil tussen beide scenario's wordt weergegeven. PM(tot) duidt op het integreren van zowel uitlaat- als niet-uitlaatemissies (slijtage van banden, remmen en wegdek, en resuspensie).

In het *referentiescenario* ligt de uitstoot van CO₂, SO₂ en N₂O in 2030 hoger dan in 2007. De sterke toename van het aantal voertuigkilometers ligt hier aan de basis. De efficiëntieverbetering is onvoldoende om de CO₂- en SO₂-uitstoot te reduceren. Voor N₂O speelt de toename in het aantal voertuigen uitgerust met een uitlaatsbehandelingsysteem.

Onder het referentiescenario worden de indicatieve doelstellingen van 2020 (broeikasgassen -15 % niveau 2005; 23,1 kton NO_x; 207 ton NH₃; 102 ton SO₂; 3,62 kton NMVOS en 0,99 kton PM_{2,5} (tot) enkel gehaald voor SO₂ en NMVOS.

In het *Europa-scenario* ligt in 2030 enkel nog de N₂O-uitstoot hoger dan in het basisjaar 2007. De indicatieve 2020-doelstelling wordt hier net gehaald voor NO_x. Voor broeikasgassen, NH₃ en PM_{2,5}(tot) bedraagt de overschrijding respectievelijk 8 %, een factor 2 en 35 %.

In 2010 is in het referentie- en Europa-scenario het aantal gereden kilometer hetzelfde. Het *verschil tussen beide scenario's* is minimaal, omdat er enkel nog maar een kleine verhoogde doorstoot is van biobrandstoffen en meer energiezuinige wagens omwille van het verstrengde

ACEA-convenant in het Europa-scenario. Vandaar dat het effect op emissies zich focust op CO₂ en de brandstofgerelateerde emissies SO₂ en lood.

Vanaf 2015, maar nog meer uitgesproken vanaf 2020, zijn de reductiepercentages veel groter. Eerst en vooral is er het lager aantal gereden voertuigkilometers in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario. Verder is er de doorstoot van meer energiezuinige voertuigen bij personenwagens omwille van het verstrengde ACEA-convenant en de meer uitgesproken technologie shift in het Europa-scenario. Ook zijn er de flankerende maatregelen inzake biobrandstoffen, milieuvriendelijke banden, rijgedrag en sideskirts voor opleggers die hun effect niet missen.

De grootste winst in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario wordt bekomen voor NO_x, dit is als gevolg van de introductie van de Euro VI norm voor zware voertuigen. Dat de introductie van deze Euro VI norm weinig effect heeft op PM_{2,5} (tot), komt door het integreren van niet-uitlaatemissies in het totaalcijfer. Op deze laatste heeft enkel het lager aantal kilometer een positief effect in het Europa-scenario.

Tabel 31: Emissieniveaus voor wegverkeer in referentie- en Europa-scenario en het verschil tussen beide (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

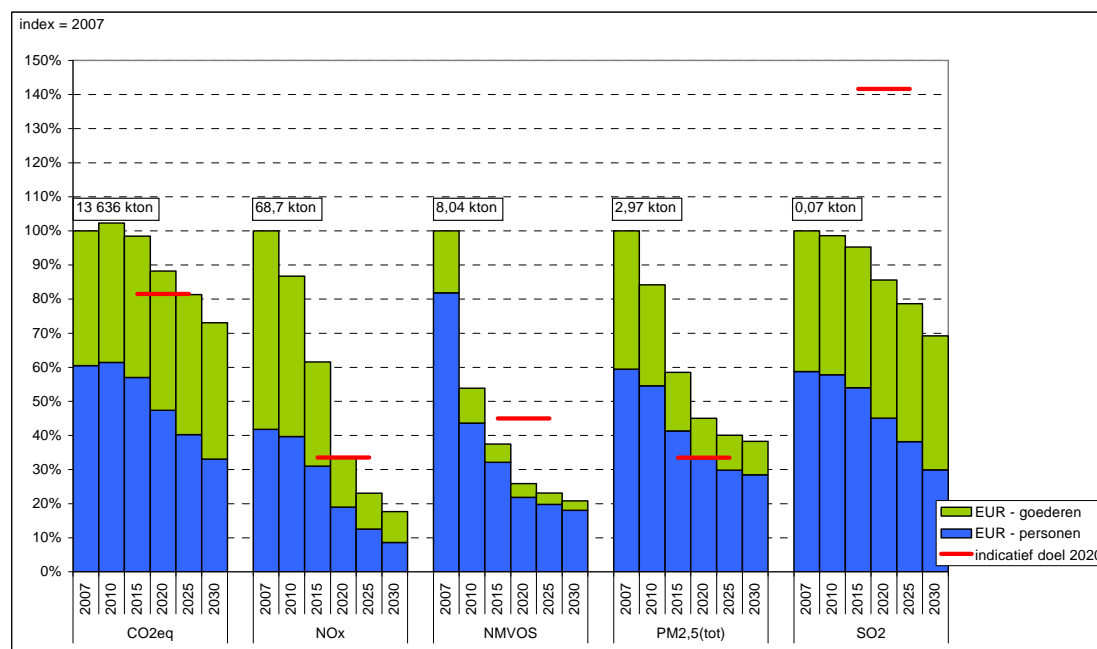
		eenheid	2007	2010	2015	2020	2025	2030
REF	CO	kton	38,0	23,9	15,1	12,5	11,5	10,3
	CO ₂	Mton	13,3	14,0	14,8	15,2	15,1	14,7
	NO _x	kton	68,7	59,6	46,7	38,3	34,7	33,1
	NH ₃	ton	767	588	433	467	504	494
	SO ₂	ton	72,2	73,1	78,0	80,0	79,2	76,3
	N ₂ O	ton	450	471	526	562	568	559
	NMVOS	kton	8,04	4,34	2,99	2,16	1,98	1,86
	CH ₄	ton	642	384	226	184	176	165
	PM _{2,5} (tot)	kton	2,97	2,50	1,78	1,48	1,37	1,35
	Pb	kg	620	531	458	455	477	462
	EUR	CO	kton	38,0	23,9	15,1	11,6	9,9
CO ₂		Mton	13,3	13,6	13,1	11,8	10,9	9,8
NO _x		kton	68,7	59,6	42,3	23,0	15,9	12,2
NH ₃		ton	767	588	443	460	487	468
SO ₂		ton	72,2	71,2	68,8	61,8	56,8	50,0
N ₂ O		ton	450	471	506	523	507	475
NMVOS		kton	8,04	4,33	3,02	2,08	1,86	1,68
CH ₄		ton	642	384	226	177	159	144
PM _{2,5} (tot)		kton	2,97	2,50	1,74	1,34	1,19	1,14
Pb		kg	620	520	416	368	355	324
EUR/REF		CO	%	0,0	0,0	0,3	-6,8	-14,0
	CO ₂	%	0,0	-2,8	-11,9	-22,8	-27,9	-33,4
	NO _x	%	0,0	0,0	-9,5	-40,1	-54,3	-63,2
	NH ₃	%	0,0	0,0	2,3	-1,5	-3,5	-5,2
	SO ₂	%	0,0	-2,7	-11,7	-22,7	-28,2	-34,5
	N ₂ O	%	0,0	0,0	-3,8	-6,9	-10,8	-15,0
	NMVOS	%	0,0	-0,1	0,8	-3,4	-6,3	-9,9
	CH ₄	%	0,0	0,0	0,0	-3,8	-9,3	-13,0
	PM _{2,5} (tot)	%	0,0	0,0	-2,1	-9,8	-13,3	-15,7
	Pb	%	0,0	-2,1	-9,1	-19,1	-25,7	-29,9

9.6.2 Emissie van CO₂, NO_x, NMVOS, PM_{2,5} en SO₂ in het Europa-scenario

Figuur 31 toont het verloop van de uitlaatemissie van de korf van broeikasgassen (CO₂, CH₄, N₂O en HFK's), NO_x, NMVOS, PM_{2,5} en SO₂ voor wegverkeer in het Europa-scenario, het

referentiejaar is 2007. Voor PM_{2,5} worden zowel de uitlaat- als de niet-uitlaatemissie (slijtage van banden, remmen en wegdek, en resuspensie) opgenomen. De indicatieve Europese doelstellingen voor 2020 worden eveneens opgenomen.

Figuur 31: Evolutie van de emissie van CO₂-eq, NO_x, NMVOS, PM_{2,5} en SO₂ door wegtransport in het Europa-scenario met aanduiding (omkaderd) van de uitstoot in 2007 (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

Met uitzondering van de broeikasgasuitstoot in 2010, kennen alle emissies onder het Europa-scenario een gestage daling in de periode 2007-2030. Vanaf 2015 ligt ook voor de korf van broeikasgassen de uitstoot onder het niveau van 2007 (13 636 kton).

De uitstoot van broeikasgassen daalt van 12 034 kton CO₂-eq in 2020 verder tot 9 965 kton in 2030, wat respectievelijk 12 % en 27 % lager is dan het niveau in 2007. Het aandeel van het personenvervoer in de CO₂-uitstoot vermindert gestaag, vooral dankzij de realisatie van de verstrengde ACEA-wetgeving ten opzichte van dat in het referentiescenario en de verschuiving naar nog meer alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën. In het Europa-scenario bedraagt het aandeel alternatieve motorbrandstof en voertuigtechnologieën in het personenwagenpark in 2020 en 2030 respectievelijk 21 % en 44 %, waar dit in het referentiescenario respectievelijk 5 % en 23 % is. Tegen 2030 zal het aandeel hybride voertuigen, PHEV en elektrische voertuigen respectievelijk 34 %, 20 % en 4 % bedragen. In het referentiescenario (2030) is dat slechts 19 %, 10 % en 2 %. De CO₂-emissies van het personenwagenpark worden in het Europa-scenario ook nog wat gedrukt door het introduceren van energiezuinige banden en maatregelen inzake rijgedrag.

Voor zware voertuigen ligt de CO₂-uitstoot in het Europa-scenario lager dan in het referentiescenario omwille van de toename van het aandeel biodiesel, de efficiëntieverbetering van Euro VI voertuigen ten opzichte van Euro V voertuigen, het lager aantal voertuigkilometer en de flankerende maatregelen inzake verbetering van de aerodynamica van trekkers met oplegger. Verder is er nog een kleine winst door maatregelen inzake rijgedrag.

Ondanks het implementeren van zeer strenge ACEA-doelstellingen (die ondertussen door Europa afgezwakt zijn), een sterke doorstoot van alternatieve motortechnologieën bij lichte voertuigen (personenwagens en bestelwagens) en een aandeel biobrandstoffen van 9 %

(energetisch), wordt de indicatieve 2020-doelstelling voor broeikasgassen (11 121 kton CO₂-eq, d.i. -15 % t.o.v. 2005) met 8 % overschreden. Het schalen van de berekende hoeveelheid broeikasgassen voor 2020 op basis van de verhouding van het aantal voertuigkilometers in 2007 uit de verkeerstellingen tot dat uit het MMM-model resulteert in een lagere uitstoot van CO₂. Maar voor 2020 wordt de doelstelling na schalen nog steeds niet gehaald. Willen we de indicatieve 2020-doelstelling halen (-15 %), dan zal het beleid op korte termijn verdere maatregelen moeten, zoals het beheersen van de verkeersstromen en het promoten van gemeenschappelijk vervoer, maar ook het verder stimuleren van CO₂ arme motorbrandstoffen en voertuigtechnologieën. Hierbij moet tevens de nodige aandacht gaan naar onderzoek van mogelijke implementatiepaden voor alternatieve technologieën en steun voor onderzoek en demonstraties inzake tweede en derde generatie biobrandstoffen.

De *NO_x-emissie* kent een scherpe daling in de periode 2007-2030 (22 970 ton in 2020 en 12 163 ton in 2030). De indicatieve 2020-doelstelling (23 057 ton) wordt net gehaald. Dankzij de introductie van Euro VI bij zwaar vervoer blijft de NO_x-uitstoot sterk dalen tot 2030, wat niet het geval was in het referentiescenario. Tegen 2030 is de NO_x-uitstoot met 82 % verminderd ten opzichte van 2007.

Voor de *uitstoot van NMVOS* wordt de indicatieve 2020-doelstelling (3 617 ton) gemakkelijk gehaald. In de periode 2007-2030 daalde de uitstoot met 79 %. De uitstoot van NMVOS zal in 2020 en 2030 respectievelijk 2 082 ton en 1 676 ton bedragen. Het personenvervoer blijft de hoofdbron van NMVOS in het wegverkeer.

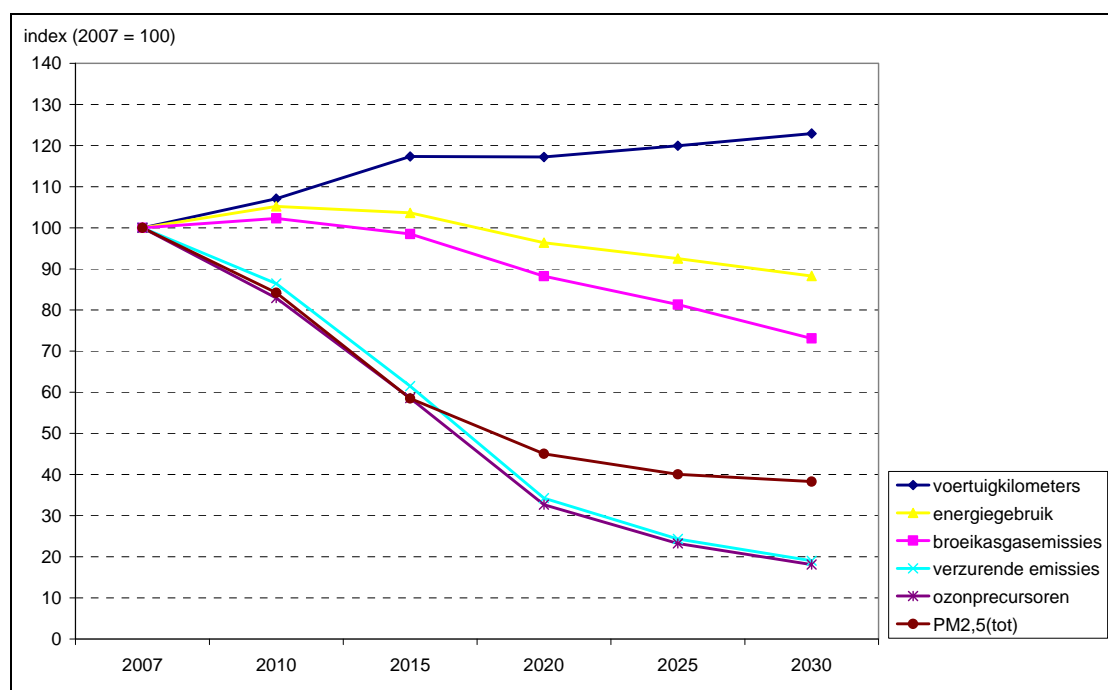
De *totale PM_{2,5}-uitstoot (uitlaat en niet-uitlaat)* daalt continu en ligt in 2030 (1 137 ton) 62 % onder het niveau van 2007 (2 971 ton). In 2020 zal de totale PM_{2,5}-uitstoot (1 338 ton) de indicatieve 2020-doelstelling (994 ton) wordt met 35 % overschrijden. Nochtans zijn de uitlaat PM-emissies met 76 % gereduceerd ten opzichte van 2007. Het verder stijgen van de niet-uitlaatemissies is mee verantwoordelijk voor het niet halen van de indicatieve doelstelling, ze stijgen gestaag met het aantal voertuigkilometer. Een beleid naar het terugdringen van niet-uitlaatgasemissies dringt zich dus op. Mogelijke maatregelen zijn het verder reduceren van voertuigkilometers of het introduceren van innovatieve materialen, die meer slijtvast zijn. Er dient opgemerkt te worden dat er een grote onzekerheid bestaat over de emissiefactoren van PM niet-uitlaatemissies. Verder onderzoek is hier dan ook aangewezen.

De *SO₂-uitstoot* is zeer klein en daalt in de periode 2007-2030 verder met 31 % (50 ton in 2030). De indicatieve 2020-doelstelling (102 ton) wordt reeds in 2007 gehaald. In 2020 zal de SO₂-uitstoot 62 ton bedragen. De vrachtwagens worden de belangrijkste bron van SO₂ bij het wegverkeer, omwille van de grotere efficiëntieverbetering en een grotere shift naar alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologie bij personenwagens.

9.7 Eco-efficiëntie van wegverkeer in Vlaanderen

Figuur 32 toont de eco-efficiëntie van het wegverkeer voor het Europa-scenario. Hiervoor wordt een activiteitsindicator, zijnde de evolutie van het aantal voertuigkilometers, vergeleken met vijf drukindicatoren, meer bepaald het energiegebruik, de broeikasgasemissies (CO₂, CH₄, N₂O en HFK's), de verzurende emissies (SO₂, NO_x en NH₃), de ozonprecursoren (NMVOS, NO_x, CH₄ en CO) en de totale PM_{2,5}-emissies (uitlaat en niet-uitlaat).

Figuur 32: Eco-efficiëntie van het wegverkeer in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

In het *Europa-scenario* stijgt het aantal voertuigkilometers in de periode 2007-2030 met 23 %.

In tegenstelling tot het referentiescenario daalt het energiegebruik en de emissie van broeikasgassen reeds na 2010. Er is een absolute ont koppeling tussen het energiegebruik en emissie van broeikasgassen enerzijds en de voertuigkilometers anderzijds, in het referentiescenario is er slechts een relatieve ont koppeling. Dit is vooral het gevolg van de realisatie van de verstrenge ACEA-wetgeving ten opzichte van dat in het referentiescenario en de verschuiving naar meer hybride en batterijvoertuigen in het personenwagenpark. Voor zware voertuigen is er de efficiëntieverbetering van Euro VI ten opzichte van Euro V voertuigen, het hoger aandeel biodiesel en de betere aerodynamica van de trekkers met oplegger. De scherpere daling van de broeikasgasemissies ten opzichte van het energiegebruik is het resultaat van het toenemend aandeel biobrandstoffen en plug-in hybride en elektrische batterijvoertuigen. In het Europa-scenario bedraagt het energiegebruik en de emissies van broeikasgassen in 2030 nog respectievelijk 88 % en 73 % van het niveau in 2007.

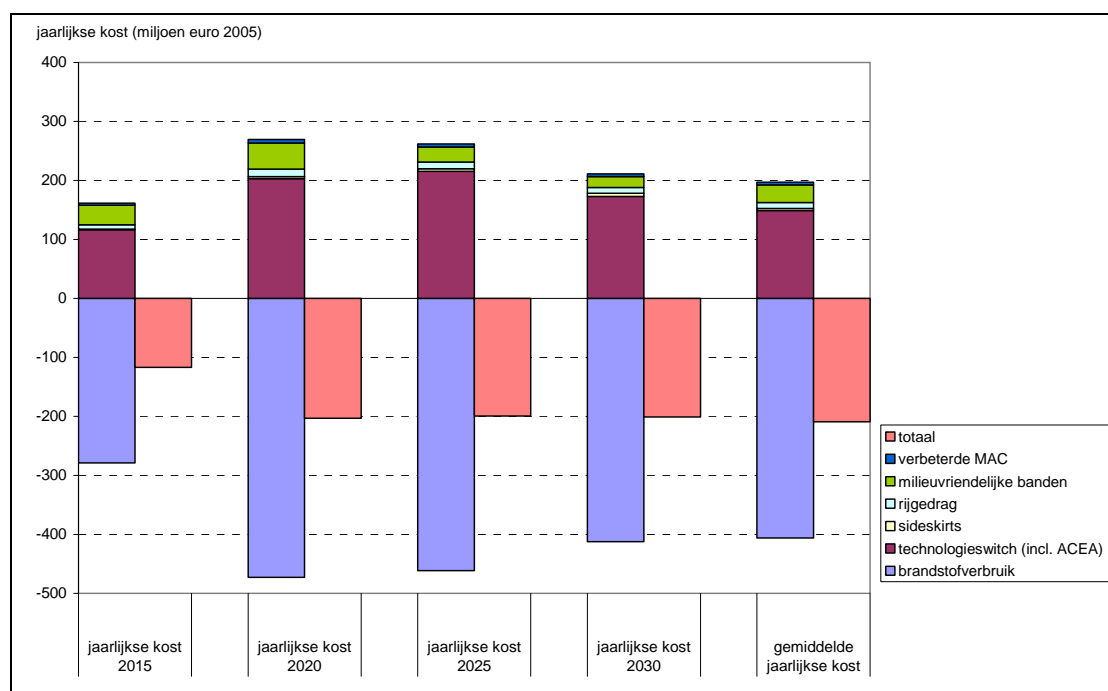
De emissie van ozonprecursoren, verzurende componenten en PM_{2,5}(tot) dalen gestaag in de periode 2007-2030. Tegen 2030 bedragen zij nog respectievelijk 19 %, 18 % en 38 % van het niveau in 2007. In het Europa-scenario is de absolute ont koppeling met de voertuigkilometers dus veel sterker uitgesproken dan in het referentiescenario. Dat is het resultaat van de introductie van Euro VI voertuigen voor zwaar vervoer en de toename van hybride en elektrische batterijvoertuigen in het Vlaamse voertuigenpark. De minder uitgesproken daling voor PM_{2,5}(tot) is te wijten aan de toename van de niet-uitlaatemissies als gevolg van de toename in voertuigkilometers (zie deel 6.5 Emissie van totaal stof, PM₁₀ en PM_{2,5}).

9.8 Implementatiekosten van het Europa-scenario

Figuur 33 toont de implementatiekost van het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario, zowel de jaarlijkse kosten voor de afzonderlijke jaren 2015, 2020, 2025 en 2030 worden gegeven, als de gemiddelde jaarlijkse kost over de periode 2010-2030. Voor het

wegverkeer worden enkel de kosten behandeld om de brandstofefficiëntie te verbeteren in het EUR-scenario ten opzichte van het REF-scenario. Verschillende maatregelen die de brandstofefficiëntie beïnvloeden, verhogen de aankoopprijs van wagens, maar doen tegelijkertijd de brandstofkosten dalen. Per maatregel worden enerzijds de kosten en opbrengsten weergegeven en anderzijds de totale implementatiekost zijnde de som van kosten en opbrengsten. Enkel de directe kost, exclusief belastingen, subsidies, infrastructuur- en reguleringskosten, wordt meegenomen. Bij het kwantificeren is rekening gehouden met duurder wordende benzine- en dieselveertuigen als gevolg van strengere milieueisen. Voor hybride en zuiver elektrische voertuigen is er voor de toekomst een prijsdaling verondersteld dankzij de schaalvergroting.

Figuur 33: Evolutie van de jaarlijkse kost van het Europa-scenario (Vlaanderen, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

De gemiddelde jaarlijkse meerkost van maatregelen in het Europa-scenario bedraagt 197 miljoen euro (prijzen 2005). De grootste meerkost is deze voor motor- en voertuigtechnische aanpassingen met inbegrip van uitlaatsbehandeling. Deze is verantwoordelijk voor 76 % van de gemiddelde jaarlijkse meerkost. Daarna komen de maatregelen milieuvriendelijke banden die ruim 15 % bijdragen tot de meerkost. De laagste meerkosten zijn voor maatregelen die inspelen op het rijgedrag, de introductie van verbeterde mobiele aircosystemen en sideskirts bij vrachtwagens. Zij dragen respectievelijk ongeveer 5 %, 2 % en 2 % bij tot de gemiddelde totale jaarlijkse meerkost.

Naast meerkosten resulteren verscheidene maatregelen in het Europa-scenario ook in opbrengsten door de lagere kosten voor energiegebruik door onder andere het gebruik van meer efficiënte technologieën, energiezuiniger rijgedrag en daling in afgelegde kilometers door rekeningrijden. De gemiddelde jaarlijkse meeropbrengst bedraagt 407 miljoen euro (prijzen 2005).

Dit resulteert in een jaarlijkse gemiddelde opbrengst van 210 miljoen voor het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario, want de opbrengst is groter dan de kosten.

9.9 Kort besluit

Voor het wegverkeer zien we voor de klassieke pollutanten (NO_x, NMVOS en PM_{2,5}) een dalende trend, die nog versterkt wordt door de bijkomende maatregelen in het Europa-scenario. Voor SO₂ ligt de uitstoot reeds laag in het referentiescenario door de laagzwavelige brandstoffen in wegverkeer vanaf 2009. Door de maatregelen opgenomen in het Europa-scenario wordt ook de indicatieve 2020-doelstelling gehaald voor NO_x, voor NMVOS en SO₂ werd die reeds behaald in het referentiescenario. Voor PM_{2,5} wordt de indicatieve 2020-doelstelling ook niet gehaald in het Europa-scenario, omwille van het aandeel niet-uitlaatmissies dat stijgt met het aantal voertuigkilometers. Hier zijn dus nog extra maatregelen nodig die de groei in aantal voertuigkilometers afremmen. Ook moeten stimulerende initiatieven genomen worden voor het introduceren van innovatieve materialen, die meer slijtvast zijn. Verder dient opgemerkt te worden dat er een grote onzekerheid bestaat over de emissiefactoren van PM niet-uitlaatmissies. Verder onderzoek is hier dan ook aangewezen.

Voor de emissies van broeikasgassen (CO₂, CH₄, N₂O en HFK's) wordt de indicatieve 2020-doelstelling met 8 % overschreden. Het schalen van de berekende hoeveelheid broeikasgassen voor 2020 op basis van de verhouding van het aantal voertuigkilometers in 2007 uit de verkeerstellingen tot dat uit het MMM-model resulteert in een lagere uitstoot van CO₂. Voor 2020 wordt de doelstelling na schalen nog steeds niet gehaald. Willen we de indicatieve 2020-doelstelling (-15 %) halen, dan zal het beleid op korte termijn verdere maatregelen moeten nemen, zoals het beheersen van de verkeersstromen en het promoten van gemeenschappelijk vervoer, maar ook het verder stimuleren van CO₂-arme motorbrandstof- en voertuigtechnologieën. Hierbij moet tevens de nodige aandacht gaan naar onderzoek van mogelijke implementatiepaden voor alternatieve technologieën. Het uitbouwen van infrastructuur voor het opladen van plug-in voertuigen mag hier zeker niet ontbreken. Tevens moet Vlaanderen investeren in demonstratieprojecten rond alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën.

Met behulp van de maatregelen genomen in het Europa-scenario wordt zowel de 2020-doelstelling als de geëxtrapoleerde doelstelling voor 2030 inzake gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe personenwagens gehaald. Hierbij dient wel opgelet dat de doorgerokende ACEA-wetgeving ambitieuzer is dan het uiteindelijke vooropgestelde Europees beleid (2 december 2008). Dit betekent dat het Vlaamse beleid de aankoop van energiezuinige en CO₂-arme brandstoffen extra zal moeten stimuleren.

Door het beleid in het Europa-scenario wordt tevens de 2020-doelstelling inzake hernieuwbare energie gehaald. Voor 2020 werd hierbij uitgegaan van het gebruik van eerste generatie biodiesel a rato van 9,5 vol% en van tweede generatie biodiesel a rato van 1 vol% in diesel, naast het gebruik van 10 vol% bio-ethanol in benzine. Dit is een realistische inschatting, mits sterke beleidsondersteuning. Verder werd er in dit scenario vanuit gegaan dat ruim 1/5 van de elektrische stroom bestaat uit groene stroom in 2020.

Deel 2: Niet-wegverkeer modi

1 Methode: beschrijving model en aannames

Deze paragraaf beschrijft eerst de twee modellen (TREMOVE en EMMOSS) die gebruikt zijn om de effecten van de scenario's door te rekenen wat betreft de modi luchtvaart, spoor, zeevaart en binnenvaart. Vervolgens gaan we dieper in op een aantal aannames die standaard in deze modellen gemaakt zijn.

1.1 Beschrijving van gebruikte modellen

1.1.1 Luchtvaart: TREMOVE

Achtergrond: TREMOVE is een model om beleidseffecten mee door te rekenen, meer bepaald de effecten van vervoer- en milieubeleid in de transportsector. Het model berekent

de vervoersvraag, modal shifts, vloot, beslissingen voor aankoop van een voertuig, de emissies en het welvaartseffect, voor beleidsvragen zoals prijsbeleid, openbaar vervoerprijzen, emissienormen, subsidies voor schonere voertuigen etc. Het model omvat zowel personenvervoer als goederenvervoer in 21 landen voor de periode 1995-2030.

Sinds 2002 ontwikkelt Transport & Mobility Leuven het model verder voor de Europese Commissie DG environment. Naast het Europese model werd ook een Belgische en een Vlaamse versie ontwikkeld.

Structuur: Het TREMOVE België model wordt per jaar (1990-2030) opgezet. Dit houdt in dat relevante gegevens verzameld werden, modelparameters gekalibreerd zijn en dat verschillende scenario's doorgerekend worden. Gedetailleerde informatie en documentatie zijn te vinden op de website en in het TREMOVE-eindrapport (De Ceuster, 2005).

Het TREMOVE model bevat 4 hoofdmodules:

De **transport vraag module** geeft weer welke verkeersvolumes afgelegd worden. Het is een economisch partieel evenwichtsmodel waarbij de transporthoeveelheden een functie zijn van de prijzen en tijdskosten van alle vervoerswijzen.

De **voertuigstock module** houdt bij hoe de voertuigvloot evolueert. Per jaar wordt dan berekend hoeveel en welke voertuigen verschroot worden en hoeveel nieuwe voertuigen aangekocht worden.

In de **emissiemodule** wordt op basis van de vloot, de emissies per regio gemodelleerd. Hieruit vloeit ook het brandstofgebruik voort dat de prijs in de transportvraag module beïnvloedt.

De **welvaartmodule** schetst hoe de totale welvaart van een land evolueert. Hier worden externe kosten, consumenten en producenten surplus en de belastingontvangsten uit de transportsector verrekend.

Voor het aspect luchtvaart betekent dit dat in de transport vraag module de activiteit wordt bepaald met de bijhorende kosten. De stijging van kosten onder invloed van een extra heffing zullen bv. een rol spelen in de vraag en kan ervoor zorgen dat korte vluchten verhoogde concurrentie krijgen van hogesnelheidstreinen. De vraag is opgesplitst in 5 verschillende afstandsklasse (<500km, 500-1000km, 1000-1500km, 1500-2000km, >2000km) die gekoppeld worden aan een specifieke vloot. Momenteel wordt in TREMOVE de emissiefactor gelijk gesteld voor alle vliegtuigen. TREMOVE maakt een verschil tussen LTO & kruisvlucht en houdt rekening met een "omleidingfactor" als gevolg van niet-optimale luchtverkeersleiding. TREMOVE houdt enkel rekening met passagiersvluchten. Voor vracht-, militaire en recreatievluchten is er een opschaling gebeurd op basis van de huidige VMM emissie-inventaris voor het jaar 2006.

1.1.2 Spoor, binnenvaart, zeevaart: EMMOSS

Achtergrond: Het emissiemodel Vlaanderen werd uitgevoerd in opdracht van de VMM en heeft tot doel de emissies veroorzaakt door spoorverkeer (exclusief tram), binnenvaart en zeevaart te bepalen, zowel voor personenvervoer als goederenvervoer voor het Vlaams grondgebied (Vanherle K. et al., 2007) . Voor zeevaart houdt dit o.a. in de emissies veroorzaakt door schepen varende tussen de Vlaamse Noordzeehavens en emissies door schepen in de havens (manoeuvreren en stilliggen) wat voor Vlaanderen met belangrijke havens als Antwerpen, Gent en Zeebrugge een niet verwaarloosbaar deel is. Het model wordt gebruikt om jaarlijks de emissies te inventariseren en scenario's te simuleren, rekening houdend met de technologische evoluties binnen de verschillende vervoersmodi.

Structuur: Voor elk van de 3 modi is een submodel opgesteld, met een gelijkaardige structuur. Deze structuur is geïnspireerd op het TREMOVE model:

In een eerste stap worden activiteitsgegevens onder de vorm van transportvolumes in tonkilometers, voertuigkilometers, vervoerd tonnage, aantal scheepmeldingen, etc. bepaald in het heden, verleden en de toekomst.

De activiteitsgegevens worden toegevoerd aan een vloot, die evolueert in de tijd en een verschillend emissieprofiel heeft.

Tot slot worden uit de vloottoegedeelde activiteit de emissies berekend met behulp van emissiefactoren. De emissiefactoren zijn specifiek voor verschillende vloottypes en zijn zo goed mogelijk verfijnd. EMMOSS berekent totaal brandstofverbruik en de emissies van CO, NO_x, VOS, TSP, PM_{2,5}, PM₁₀, N₂O, NH₃, CH₄, C₆H₆, Cd, Cu, Cr, Ni, Se, Zn, naftaleen, antraceen, fenantreen, fluoranteen, benz(a)antraceen, chryseen, benz(b)fluoranteen, benz(k)fluoranteen, benz(a)pyreen, Indeno(1,2,3-cd)-pyreen en benz(ghi)peryleen. Voor spoorverkeer werden de indirecte emissies als gevolg van elektriciteitsproductie ook berekend. Voor MIRA 2009 is dit laatste echter niet relevant.

De tijdshorizon van het EMMOSS-model is zoals TREMOVE 1990-2030. De activiteitsdata die fungeren als input voor de emissieberekening worden momenteel onderhouden en geactualiseerd door de VMM in het kader van de emissie-inventaris.

Meer informatie over het EMMOSS-model kan gevonden worden op de TML-website, <http://www.tmluven.be/project/emmos/index.htm>

1.2 Aannames

1.2.1 TREMOVE:

- Bij het introduceren van een scenario wordt ook de kostenverhoging door de maatregel ingebracht in het model, waardoor de verandering van de vraag berekend kan worden.
- TREMOVE berekent enkel de emissies van passagiersverkeer. Voor vracht-, militaire en recreatieve vluchten is een opschaling gebeurd op basis van de emissie-inventaris beheerd door de VMM. De opschaling is gebeurd op zichtjaar 2006.

1.2.2 EMMOSS:

- EMMOSS is een emissiemodel en bevat geen economische component zoals TREMOVE. Indien maatregelen gesimuleerd worden, kunnen vraageffecten niet berekend worden. D.w.z. dat het transportvolume onveranderd zal blijven ondanks eventuele prijsstijgingen door maatregelen.
- EMMOSS veronderstelt in de prognoseberekeningen al een technologische verbetering op basis van bestaande wetgeving. Zo zijn bijvoorbeeld de toekomstige emissiefactoren van spoor & binnenvaart gelijkgesteld aan de emissiestandaarden die in werking zullen treden volgens aangenomen wetgeving.

2 Inhoud van de scenario's

In deze paragraaf bespreken we de verschillende scenario's: het referentiescenario en het Europees scenario.

2.1 Referentiescenario

Het referentiescenario omvat een toekomstbeeld dat aangeeft hoever het huidige (milieu)beleid doorwerkt. De toetsing aan de doelstellingen op korte en lange termijn geeft de behoefte aan bijkomend (milieu)beleid.

Volgende secties bespreken in meer detail de aannames wat betreft groei van de activiteitsniveaus, efficiëntieverbeteringen en beleid binnen het referentiescenario voor de modi luchtvaart, spoor, zeevaart en binnenvaart.

2.1.1 Referentiescenario-luchtvaart

De standaard TREMOVE groeivoet is 3,5 % voor personenvervoer. In het ABC-project (Van Mierlo J. et al., 2008) werden de voorspellingen van Airbus (2004) overgenomen, wat overeenkomt met 4 % per jaar voor passagiersvervoer en 5,9 % voor goederenvervoer. Voor MIRA 2009 veronderstellen we dat zowel het personenvervoer als het vrachtvervoer met 2,6 % groeit. Dit komt ongeveer overeen met de groeivoet die vooropgesteld wordt in het BAU-scenario van de langetermijngroeiscenario's van Eurocontrol voor Brussels Airport (2,8 % groei). Voor militair vervoer wordt een groeivoet van 0 % verondersteld. De groeivoet werd toegepast op het aantal vliegbewegingen in 2006, zoals gebruikt door de Emissie-inventaris Lucht voor de berekening van de historische emissies. De activiteit dekt luchtvaart in de luchthavens van Zaventem, Deurne, Kortrijk, Oostende (civiel) en Koksijde, Kleine-Brogel, Sint-Truiden, Goetsenhove, Brasschaat en Melsbroek (militair).

In het verleden is er een gestage verbetering van de brandstofefficiëntie opgetreden door de verdere ontwikkeling van o.a. turbofan motoren onder impuls van stijgende olieprijs. Dit houdt in dat oudere vliegtuigen een andere brandstofefficiëntie en emissieprofiel hebben dan nieuwere. In het referentiescenario wordt er uitgegaan van een jaarlijkse energie-efficiëntieverbetering van 0,75 % in Joule/stoelkm (VUB, 2008). In dit scenario zijn geen specifieke maatregelen die de luchtvaartemissies reduceren aangenomen.

2.1.2 Referentiescenario-spoor

De activiteitsgraad voor het spoor is gebaseerd op doorrekeningen met het Multimodaal Goederenmodel Vlaanderen en het Multimodaal model Vlaanderen (zie sectie 1.3). Voor het passagiersverkeer zijn cijfers voor de ochtend- en de avondspits gebruikt. De evolutie hiervan is toegepast op de absolute activiteitscijfers uit EMMOSS omdat deze in lijn zijn met de Emissie-inventaris Lucht van de VMM. Voor goederenvervoer werden volgende groeipercentages gebruikt.

Tabel 32: Groeivoeten tonkilometer goederenverkeer spoor (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

groeivoeten t.o.v. 2007	2010	2015	2020	2025	2030
trein goederen	10,24	32,64	37,21	46,31	56,36

Bron: Multimodaal model Vlaanderen

Er werd een verdere verfijning van de totalengroeivoet voor passagiersverkeer doorgevoerd naar een groeivoet voor de verschillende types treinen HST, IC, IR, L en P, en voor bepaalde types nog verder onderverdeeld in diesel en elektrisch. Die verfijning gebeurde vertrekkende van de algemene groeivoet aangeleverd door het Multimodaal model Vlaanderen en werd gedaan met behulp van de meer gedetailleerde groeivoeten in EMMOSS. Deze detailgroeivoeten werden geschaald zodat de totale groeivoet overeen komt met deze van het Multimodaal model Vlaanderen. Voor goederen werd een verdere detaillering gedaan naar diesel en elektrisch. De (verfijnde) groeivoeten vertalen zich naar volgende absolute verkeersvolumes:

Tabel 33: Miljoen vkm door verschillende treintypes in het referentiescenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

miljoen vkm

type	diesel/elec	2006	2010	2015	2020	2025	2030
goed	diesel	2.60	2.73	3.27	3.37	3.58	3.81
	elec	5.66	5.91	7.11	7.35	7.84	8.38
HST	elec	1.27	1.57	2.24	2.26	2.32	2.38
IC	elec	13.16	17.04	25.28	26.59	28.42	30.25
IR	diesel	0.74	0.95	1.36	1.38	1.41	1.45
	elec	7.21	9.33	13.84	14.56	15.57	16.57
L	diesel	0.93	1.19	1.69	1.71	1.76	1.80
	elec	6.27	8.12	12.04	12.67	13.54	14.41
P	elec	2.82	3.65	5.41	5.70	6.09	6.48

Bron: Multimodaal model Vlaanderen & EMMOSS

Net als binnenvaart valt spoor onder de NRMM ("non-road mobile machinery") wetgeving, in dit geval een amendement aan Directive 97/68/EC specifiek voor spoor: Directive 2004/26/EC. Er zijn 2 relevante normen: stage IIIa (in voege sinds 2006) en stage IIIb (in voege in 2012). Beide werden in rekening gebracht. Deze standaarden beïnvloeden de emissies van NO_x, CO, VOS en PM. Er is enkel een zichtbaar effect op NO_x & PM, de CO- en VOS-standaarden worden reeds behaald met de huidige vloot.

Wat betreft het zwavelgehalte wordt aangenomen dat de NMBS vrijwillig dezelfde brandstofstandaard gebruikt als weg diesel. Dit betekent een zwavelgehalte vanaf 2009 van 10 ppm. In 2008 is dit nog 50ppm. Deze aanname is gebaseerd op het gegeven dat het volume van - in principe - goedkopere diesel met een hoger zwavelgehalte die kan gebruikt worden als spoordiesel te laag is, waardoor deze brandstof in feite een nicheproduct is en daardoor duurder is dan de gangbare, laagzwavel weg diesel. Merk op dat voor goederenverkeer de NMBS niet de enige operator is in Vlaanderen. Er wordt aangenomen dat de kleinere operatoren ook laagzwavelige brandstof gebruiken om dezelfde economische reden als de NMBS.

In het referentiescenario wordt er uitgegaan van 2,5 % biobrandstoffen bij het spoor in 2010 en 5 % vanaf 2015 (VITO, 2008a, NMBS-holding, 2008). In het standaard referentiescenario van EMMOSS werd niet uitgegaan van biobrandstoffen bij spoor. Daarom zijn de emissiefactoren aangepast om hiermee rekening te houden. Verder wordt er geen verbetering van de emissiefactoren, los van de al voorziene wetgeving, mee opgenomen.

Wat betreft de efficiëntieverbetering van de activiteit, dit wil zeggen een verbetering van de bezettingsgraad, beladingsgraad of treinregeling, wordt er uitgegaan van een verbetering van 6 % tussen 2005 en 2020. Deze tendens wordt verder doorgetrokken naar 2030. Het EX-TREMIS-project (Chiffi et al., 2008) gaat uit van een efficiëntieverbetering van 4 %, het Railenergy project (2008) van 6 % en de sector zelf (NMBS-holding, 2008) van 10 % tussen 2005 en 2020.

2.1.3 Referentiescenario-scheepvaart

Voor de scheepvaart maken we een onderscheid tussen de zeevaart en de binnenvaart. Hier wordt enkel de 'binnenlandse' zeevaart beschouwd. Dit is de trafiek van alle schepen die reizen tussen Vlaamse havens.

Zeevaart: In het referentiescenario wordt er uitgegaan van een algemene groei van zeevaart van 2,25 % vanaf 2006 (Federaal Planbureau o.b.v. de projecties van HERMES (FPB, 2008a) en MALTESE (Hoge Raad van Financiën, 2008). Daarna is er een differentiatie doorgevoerd naar goederentype en naar haven. Deze differentiatie werd bepaald op basis van de strategische plannen van de havens. Er is onderscheid tussen 2 intervallen: 2006-2015 en 2015-2030.

Tabel 34: Groeivoeten scheepvaart (Vlaanderen, 2006-2015, 2015-2030)

Haven	2006-2015	2015-2030
Antwerpen	2,49 %	2,74 %
Gent	0,83 %	0,92 %
Zeebrugge	1,88 %	2,07 %
Oostende	2,44 %	2,69 %

Bron: eigen berekeningen op basis van FPB en EMMOSS

Voor zeevaart zijn er verschillende entiteiten die wetgeving opleggen. Een kort overzicht van maatregelen waar in EMMOSS momenteel rekening mee wordt gehouden:

- MARPOL annex VI: dit is een emissiestandaard voor NO_x-emissies die door de IMO opgelegd wordt aan alle zeevarende schepen. De emissiestandaard is afhankelijk van het toerental van de motor.
- SECA: vanaf november 2007 geldt de Noordzee als een SECA-zone waardoor het zwavelgehalte van scheepsbrandstoffen in deze zones beperkt wordt tot maximaal 1,5 %. Deze wetgeving wordt net als MARPOL opgelegd door de IMO (2008).
- Europese richtlijn 2005/33/EG betreffende het zwavelgehalte van scheepsbrandstoffen. Hierin wordt bepaald dat vanaf begin 2010 het zwavelgehalte van scheepsbrandstof, gebruikt tijdens liggen aan de kade, maximaal 0,1 % mag bedragen.

Verder wordt geen verbetering van de emissiefactoren, los van wetgeving, opgenomen in het referentiescenario. Er wordt wel rekening gehouden met een gestage verbetering van de brandstofefficiëntie van nieuwe schepen, onder impuls van duurdere brandstof, en ook met de schaalvergroting in de scheepvaart. De toename van de grootte van de schepen is gebaseerd op historische havendata en wereldwijd verwachte schaalvergroting in de zeevaart. De cijfers over aangenomen schaalvergroting kunnen teruggevonden worden in het eindrapport van EMMOSS (2007).

Binnenvaart: De activiteit van de binnenvaart is bepaald met behulp van het Multimodaal Goederenmodel Vlaanderen. Volgende groeivoeten werden gebruikt in het referentiescenario.

Tabel 35: Groeivoeten tonkilometer binnenvaart (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

groeivoeten t.o.v. 2007	2010	2015	2020	2025	2030
water goederen	4,92	11,85	18,65	26,29	33,58

Bron: Multimodaal model Vlaanderen

In het referentiescenario wordt rekening gehouden met geplande emissiestandaarden, opgelegd door EC & CCNR. De meest recente normen zijn ingegaan op 1/7/2007, namelijk de CCNR Stage II standaarden.

Naast motortechnologie, is er ook regulering voor het zwavelgehalte van binnenvaardiesel. Door de implementatie van Richtlijn 1999/32/EC mag het zwavelgehalte vanaf 01/01/08 maximaal 1000 ppm bedragen.

Het gebruik van biobrandstoffen in binnenvaart is niet opgenomen in het referentiescenario.

Wat betreft efficiëntieverbetering wordt rekening gehouden met een nieuw gebruikte adviserende software met betrekking tot optimale motorbelasting nl. Tempomaat. Volgens een Nederlands rapport (VWS, 2008) is de gemiddelde reductie in brandstofverbruik 15 %,

volgens de ontwikkelaar van het systeem liggen de reducties tussen 4 en 12 % (Techno Fysica, 2008). Op basis van deze bronnen veronderstellen we dat dit systeem de brandstofefficiëntie verbetert met 10 %. We veronderstellen dat het systeem in drie grote stappen (2007-2010-2015) geïmplementeerd wordt. Gegeven dat de terugverdientijd snel is, veronderstellen we dat het systeem snel algemeen zal zijn. Verder zullen grotere schepen (M6, M7, M8) dit systeem sneller implementeren dan kleine schepen (M0, M1, M2) omdat de verwachte economische winst van het systeem groter is bij grote schepen. We verkrijgen dan volgende gemiddelde implementatiegraad.

Tabel 36: Implementatiegraad tempomaat (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015)

implementatiegraad (%)	2007	2010	2015
M0	5 %	75 %	75 %
M1	5 %	75 %	75 %
M2	5 %	75 %	75 %
M3	25 %	90 %	95 %
M4	25 %	90 %	95 %
M5	25 %	90 %	95 %
M6	50 %	95 %	95 %
M7	50 %	95 %	95 %
M8	50 %	95 %	95 %

Bron: eigen berekening op basis van expertopinie

Een verbetering in hydrodynamica, gesuggereerd door de MIRA 2009 stuurgroep als mogelijk relevante evolutie met betrekking tot energiebesparing, wordt niet mee opgenomen. In vergelijking met tempomaat is het effect immers klein. Bovendien worden schepen met een betere hydrodynamica ontworpen voor hogere vaarsnelheden wat het verbruik weer doet stijgen. Volgens expertopinie (MOW, 2008) zullen beide effecten elkaar compenseren.

Wat betreft emissieverbeteringen gaan we uit van retrofitting. Volgens Promotie Binnenvaart Vlaanderen (PBV, 2008) zal 10 % van de volledige vloot hun motor in 2008 vervangen hebben. We hebben een correctiefactor gebruikt voor de samenstelling van de vloot aangezien voornamelijk oudere schepen sneller zullen retrofitten. Dit heeft in principe effect op alle emissies.

Er wordt geen extra vlootvernieuwing van de spits-kempenaar verondersteld omdat de huidige schrapfuncties in EMMOSS al rekening houden met de bouw (of retrofitting) van nieuwe schepen.

2.2 Europa-scenario

Het Europa-scenario gaat uit van de autonome evolutie van de externe omgeving en een pakket maatregelen en instrumenten nodig om Europese middellangetermijndoelen te halen, zoals:

- 20-20-20 doelstellingen rond energie & klimaat van de Europese Commissie:

- 20 % hernieuwbare energie in het totale energiegebruik tegen 2020. Voor België moet minimum 13 % van het finaal verbruik uit hernieuwbare energie komen en het aandeel hernieuwbare energie voor het verbruik in de transportsector moet minimaal 10 % bedragen (energetisch%).
- Voor België stelt de Commissie een emissiereductie inzake broeikasgassen voor van 15 % tegen 2020 t.o.v. 2005 voor alle emissiebronnen samen in België die *niet onder het emissiehandelsysteem* vallen. Voor het geheel van bedrijven die vanaf 2013 onder het Europees emissiehandelsysteem (ETS) zullen vallen (met Europese toewijzing van emissierechten), is een emissiereductie met 21 % voorzien.

- De derde betrachting, een stijging met 20 % van de energie-efficiëntie in Europa t.o.v. het referentiescenario, is niet vertaald naar een directe doelstelling voor de transportsector.

- indicatieve luchtmissieplafonds voor het jaar 2020 voor SO₂, NO_x, NMVOS en PM_{2,5}. De onderhandelingen hierover in de herziening van de EU-richtlijn NEC zijn nog niet afgerond. Op de expertenvergaderingen MIRA 2009 sector Transport was initieel afgesproken om de IASA-scenario's uit NEC Rapport n° 5 als basis te nemen. Binnen MIRA werd het coherente TSAP (Thematic Strategy on Air Pollution) IASA-scenario NEC_PRIMESCOH_OPTV4 gekozen als basis voor het afleiden van de indicatieve emissiedoelstellingen voor het Europa-scenario. In het najaar 2008 kwam echter nog een actualisatie beschikbaar van de IASA-emissiescenario's, beschreven in het NEC Scenario Analysis report n° 6. Deze houden rekening met de TSAP-doelstellingen en het voorstel voor het Climate en Energy Package, maar zijn nog niet definitief. Voor het bepalen van de absolute indicatieve emissieplafonds voor spoor, zeevaart, binnenvaart en luchtvaart werden de voor België voorgestelde reductiepercentages (2020 t.o.v. 2000) toegepast voor Vlaanderen, vertrekkende van de officieel gerapporteerde emissiedata voor Vlaanderen voor het jaar 2000 (VMM-EiL, 2008 en MIRA-T 2008).

Volgende secties bespreken in meer detail de aannames wat betreft groei van de activiteitsniveaus, efficiëntieverbeteringen en beleid binnen het Europa-scenario voor de modi luchtvaart, spoor, zeevaart en binnenvaart.

2.2.1 Europa-scenario-luchtvaart

Voor de post-Kyoto periode wordt voorzien dat ook de luchtvaart deel zal uitmaken van het ETS-systeem. Om emissies te reduceren wordt in het Europa-scenario dan ook gebruik gemaakt van de introductie van ETS. Er wordt verondersteld dat de luchtvaart deelneemt aan een globaal emissiehandelsysteem voor alle sectoren. De CO₂-prijs wordt voor alle sectoren gelijk gesteld aan 33 €/ton CO₂. Deze cijfers zijn gebaseerd op onderzoek in de sector energie en vertegenwoordigen de verwachte prijs van een CO₂-emissiekrediet (Lodewijks et al., 2009). Het ETS wordt geïmplementeerd als een brandstoftaks in TREMOVE aangezien een ETS resulteert in een belasting die doorgerekend zal worden aan de passagiers. Hierdoor daalt de vraag naar luchttransport en zullen emissies dalen. De dalende vraag werd berekend vertrekkende van de activiteitsniveaus van het referentiescenario, dat zelf uitging van een groei van 2,6 % voor vracht- en passagiersvervoer en een nulgroei voor militaire vluchten. De veranderingen in modal shift worden berekend met TREMOVE.

Voor energie-efficiëntie wordt er – net als in het referentiescenario – uitgegaan van een verbetering van 0,75 %.

Er wordt geen gebruik van biobrandstoffen verondersteld voor de luchtvaart.

2.2.2 Europa-scenario-spoor

De activiteitsgroei binnen het Europa-scenario is bepaald met behulp van het Multimodaal Goederenmodel Vlaanderen.

Tabel 37: Groeivoeten tonkilometer goederenverkeer spoor (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

groeivoeten t.o.v. 2007	2010	2015	2020	2025	2030
trein goederen	10,24	33,51	39,26	47,22	55,87

Bron: Multimodaal model Vlaanderen

Tabel 38: Miljoen vkm door verschillende treintypes in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

miljoen vkm

type	diesel/elec	2005	2006	2010	2015	2020	2025	2030
goed	diesel	2,49	2,60	2,73	3,29	3,42	3,60	3,80
	elec	5,78	5,66	5,91	7,16	7,46	7,89	8,35
HST	elec	1,24	1,27	1,57	2,21	2,31	2,35	2,40
IC	elec	13,12	13,16	17,04	24,93	27,15	28,80	30,46
IR	diesel	0,72	0,74	0,95	1,34	1,41	1,43	1,46
	elec	7,18	7,21	9,33	13,65	14,87	15,77	16,68
L	diesel	0,90	0,93	1,19	1,67	1,75	1,78	1,81
	elec	6,25	6,27	8,12	11,87	12,93	13,72	14,51
P	elec	2,81	2,82	3,65	5,34	5,81	6,17	6,52

Bron: EMMOSS en Multimodaal model Vlaanderen

In het Europa-scenario wordt rekening gehouden met de invoering van rekeningrijden en de effecten hiervan op wegverkeer. Dit zorgt voor een modale verschuiving van weg naar spoor, waardoor activiteit op spoor, voor zowel passagiers als goederen, toeneemt. In 2020, wanneer zowel rekeningrijden voor goederen als voor personen is ingesteld, bedraagt de toename voor reizigers 2 % t.o.v. referentiescenario en voor goederen 1,5 %.

Net als binnenvaart valt spoor onder de NRMM wetgeving. Het kan dus zijn dat zoals bij binnenvaart, ook hier strengere normen te verwachten zijn die verdergaand zijn dan de Stage IIIb normen die reeds in het referentiescenario zijn geïncorporeerd. Mede met het gegeven dat de investeringsplannen van de NMBS al vastliggen (schatting tot 2012 en extrapolatie tot 2020, op basis van EMMOSS) en dat de vloot in die periode slechts beperkt vernieuwd zal worden, werden geen bijkomende normen opgelegd.

Er wordt geen verdere elektrificatie verondersteld.

Het aandeel biobrandstof wordt 12 % in 2030 verondersteld en volgt volgend verloop:

Tabel 39: Aandeel biobrandstof bij het spoor (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

2006	2010	2015	2020	2025	2030
1,40 %	3,47 %	6,11 %	8,80 %	10,10 %	12,00 %

Het gebruik van biobrandstoffen beïnvloedt niet enkel de (levenscyclus-) CO₂-emissies, maar ook andere directe emissies, gezien de brandstofsamenstellingen veranderen. De effecten op deze andere pollutanten zijn samengevat in volgende tabel:

Tabel 40: Effect op directe emissies door gebruik van 10 % gemengde biobrandstof (biodiesel)

NO _x	3 %
PM	-10 %
CO	-5 %
VOS	-10 %

Bron: VITO (2008b)

Het effect van andere percentages biobrandstoffen werd lineair geïnterpoleerd, uitgaande van het effect van 10 % bijmenging.

2.2.3 Europa-scenario-scheepvaart

Zeevaart: De activiteitsgroei voor zeevaart is dezelfde als in het referentiescenario. Er werd onderzocht of de kostenstijging door introductie van emissiereducerende maatregelen – in feite het gebruik van laagzwavel brandstof – voldoende relevant is om de transportvraag te beïnvloeden. Een verkennend onderzoek wees uit dat niet verwacht wordt dat de vraag substantieel zal dalen als gevolg van laagzwavel brandstof omdat de vraag inelastisch is en omdat de kostenstijging beperkt is (Bunkerworld, 2008). Bovendien stijgt de brandstofefficiëntie bij gebruik van laagzwavel brandstof, waardoor een (beperkt) terugverdieneffect optreedt.

In april 2008 heeft de IMO een ontwerp van nieuwe regelgeving aangenomen voor SO₂ en NO_x-emissies. Deze zijn in rekening gebracht in het Europa-scenario en omvatten:

- maximum zwavelgehalte in brandstoffen van 3,5 % in 2012;
- progressieve vermindering van zwavel tot 0,5 % in 2020;
- SECA: maximum 1 % zwavel vanaf 1 maart 2010 en 0,1 % in 2015;
- NO_x: Tier II: maximum 14,4 g/kWh in 2011 (voor nieuwe schepen);
- NO_x: Tier III: maximum 3,4 g/kWh in 2016 (voor nieuwe schepen) in Emission Control Areas (ECA).

Het lager zwavelgehalte in de brandstof kan, zoals eerder aangegeven, een prijsverhoging veroorzaken die mogelijk de vraag beïnvloedt. Dit vraageffect is niet meegenomen.

Vanaf 2010 wordt gebruik van walstroom verondersteld bij het liggen aan de kade voor ro-ro- en passagiersschepen (cfr. IMPLIVAART, Faber et al. 2008). Bij walstroom gebruiken gedokte schepen elektriciteit van het net voor de energievoorziening in plaats van gebruik te maken van eigen generatoren die op diesel of stookolie draaien. Het effect hiervan is echter klein omdat 90 % van de schepen die vallen onder nationale rapportering (binnenlandse zeevaart d.w.z. vertrek en aankomst in een nationale haven) bagger- en sleepboten zijn.

Binnenvaart: De activiteitsgraad voor binnenvaart in het Europa-scenario is net zoals in het referentiescenario bepaald door het Multimodaal Goederenmodel Vlaanderen. Er wordt uitgegaan van volgende groeivoeten.

Tabel 41: Groeivoeten tonkilometer binnenvaart (Vlaanderen, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

groeivoeten t.o.v. 2007	2010	2015	2020	2025	2030
water goederen	4,92	12,13	18,92	26,57	33,86

Bron: Multimodaal model Vlaanderen

In het Europa-scenario wordt dus uitgegaan van een iets grotere groei van binnenvaart ten opzichte van het referentiescenario. In 2020 ligt de activiteit van de binnenvaart 0,2 % hoger in het Europa-scenario t.o.v. het referentiescenario. De modale verschuiving onder invloed van rekeningrijden gebeurt dus eerder naar spoor dan naar binnenvaart.

Naar beperking van emissies zijn de meest voor de hand liggende maatregelen emissiestandaarden (vergelijkbaar met de euronormen voor wegvoertuigen). De wetgeving voor “non-road mobile machinery” (NRMM) wordt momenteel op Europees niveau doorgelicht. Binnenvaart valt ook onder de categorie NRMM volgens Directive 97/68/EC. Gezien deze doorlichting, is het mogelijk dat strengere normen opgelegd worden in de toekomst. Deze nieuwe normen streven naar een stroomlijning tussen de verschillende besturende organen (Europese Commissie, CCNR). Momenteel is het niveau van mogelijk nieuwe standaarden nog niet duidelijk. Gezien TML deze impactstudie zelf (mede-)uitvoert, werd op basis van de huidige status in dit onderzoek een inschatting gedaan voor het ambitieniveau en de introductiedatum van deze nieuwe standaarden. De standaarden

variëren voor verschillende motorvermogens. Voor gebruik in MIRA-simulaties werden deze normen omgezet naar emissiefactoren per energiebehoefte (en brandstofverbruik). Hoewel de standaarden geldig zijn voor PM, NO_x, NMVOS en CO is er enkel een merkbaar effect op NO_x en PM. Voor CO en NMVOS zijn geen inspanningen nodig gezien de huidige motortechnologie deze normen reeds behaalt. Vanaf 2016 werd in die zin voor NO_x een emissiefactor bepaald van 2 g/kg brandstof. Voor PM is dit 0,04 g/kg brandstof.

Naast emissiestandaarden is er voor binnenvaart nog ruimte om de brandstofkwaliteit te verbeteren, nl. een verdere reductie van het zwavelgehalte. Vanaf 2012 wordt een verlaging van het maximaal zwavelgehalte tot 10 ppm verondersteld.

Ook bij binnenvaart behoort walstroom tot de mogelijkheden. Hoewel niet in dezelfde mate als zeeschepen, gebruiken gemeerde binnenvaartschepen ook hun motor als energiebron. Er wordt uitgegaan van een graduele introductie waarbij het totaal effect van de walstroom op het energiegebruik 1 % is in 2010 en 2,5 % is in 2015. Vanaf 2015 wordt het aandeel constant verondersteld. De 2,5 % (10 % * 50 % * 50 %) is gebaseerd op volgende veronderstellingen:

- a. aandeel van hulpmotoren is 10 % (bron: EMMOSS)
- b. 50 % van de meerplaatsen beschikt over walstroominfrastructuur (bron: Promotie Binnenvaart)
- c. 50 % van de totale tijd wordt doorgebracht aan de kade (bron: Promotie Binnenvaart)

Het aandeel biobrandstoffen is volledig analoog als bij het spoor en bedraagt dus 12 % in 2030.

2.3 Prognosecijfers versus historische cijfers

De emissieprognoses voor de verschillende zichtjaren onder de twee scenario's zijn berekend vertrekkende van de historische emissiecijfers voor het jaar 2006 gerapporteerd in de Vlaamse emissie-inventaris (VMM-EiL, 2008) en MIRA-T 2008.

- Luchtvaart: de emissies voor 2006 in TREMOVE zijn geschaald naar deze in de emissie-inventaris.
- Spoor – zeevaart – binnenvaart: Voor deze modi wordt het EMMOSS-model gebruikt wat ook het berekeningsmodel is dat gebruikt wordt bij het opstellen van de emissie-inventaris. Om maximale compatibiliteit te bekomen werd gekozen te vetrekken van de meest recente rapportagecijfers van de inventaris voor 2006 en hierop de projecties toe te passen. Dit betekent dat voor deze modi de projecties voor 2006 dezelfde zijn als de inventaris voor 2006.

3 Resultaten en bespreking

3.1 Effect op activiteit

3.1.1 Luchtvaart

Luchtvaart ondervindt een beperkte daling van activiteit onder invloed van het ETS-systeem. Dit is te verklaren door de beperkte prijsstijging: Voor 2030 is dit gemiddeld 0,5 cent per pkm. Dit betekent voor een vlucht van 2000 km (middellange vlucht) een toename van de kost met 10 euro. De daling van de transportvraag blijft dan ook beperkt met een daling van 1,8 % in het Europa-scenario t.o.v. het referentiescenario in 2030. De prijsstijging in luchtvaart leidt tot een modale verschuiving naar spoor (vnl. HST) en wegverkeer. Deze verschuiving is echter te beperkt (<0,1 %) en werd in verdere berekeningen verwaarloosd. In onderstaand tabel is het effect op activiteit samengevat.

Tabel 42: Aantal vliegbewegingen in beide scenario's (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

		2006	2010	2015	2020	2025	2030
REF	Civiel	360 275	397 586	452 031	513 931	584 308	664 322
	Militair	53 568	53 394	53 394	53 394	53 394	53 394
EUR	Civiel	360 275	393 420	446 399	505 811	574 406	652 277
	Militair	53 568	53 394	53 394	53 394	53 394	53 394

Bron: TREMOVE - eigen berekening TMLLeuven

Onder "civiel" valt zowel vracht- als personenvervoer; hier wordt geen onderscheid gemaakt gezien TREMOVE in feite enkel personenvervoer behandelt. De emissies zijn geschaald met de emissie-inventaris en omvatten dus zowel vracht- als personenvervoer.

Merk op dat deze simulatie aanneemt dat de implementatie van het ETS in **alle** EU lidstaten gebeurt. Dit sluit uit dat er belangrijke verschuivingen optreden tussen luchthavens (bv. van Zaventem naar Amsterdam) door verschil in ticketprijzen in landen met en zonder ETS. Het is niet mogelijk de verschuivingen van activiteit naar andere landen te berekenen met behulp van de beschikbare modellen.

3.1.2 Zeevaart

Zoals in de scenariodefinities werd aangegeven, wordt geen effect op de vraag aangenomen, als gevolg van emissiereducerende maatregelen. Om die reden is de activiteit in het Europa-scenario gelijk aan het referentiescenario. In onderstaande tabel is een samenvatting opgenomen van de binnenlandse zeevaartactiviteit:

Tabel 43: Aantal scheepsmeldingen in beide scenario's (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

scheepstype	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Bulk	29	32	33	34	34	34
container	202	250	345	389	440	500
gas tanker	9	9	10	11	12	13
general cargo	276	369	411	428	448	470
andere	121	140	146	146	146	147
andere tanker	79	91	98	103	108	113
passagier	10	9	8	8	8	7
reefer	32	43	53	57	62	67
roro	60	71	86	92	99	106
tanker	283	297	329	350	372	396
autoschip	103	126	153	162	172	183
<i>totaal</i>	<i>1 204</i>	<i>1 436</i>	<i>1 674</i>	<i>1 780</i>	<i>1 900</i>	<i>2 037</i>

Bron: EMMOSS

Het aantal scheepsmeldingen neemt met 69,3 % toe in 2030 t.o.v. 2006.

Typisch aan de nationale zeevaart in Vlaanderen is het belang van bagger- en sleepboten. Deze scheepstypes vertegenwoordigen ongeveer 80 % van het totale brandstofverbruik van de nationale zeevaart. Deze schepen worden niet opgenomen in de activiteitsberekening zoals de koopvaardij schepen. De emissies van deze schepen worden niet gestuurd door activiteit onder de vorm van scheepsmeldingen maar zijn projectgebonden (baggerschepen) en afhankelijk van de totale (nationale & internationale) zeevaartactiviteit (sleepboten). In die zin zijn de cijfers uit Tabel 43 niet representatief voor de emissies van nationale zeevaart.

3.1.3 Andere modi

De effecten voor weg, spoor en binnenvaart worden samen bekeken gezien door modal shift maatregelen de transportvolumes tussen deze modi van elkaar afhangen in de 2 scenario's:

Evolutie goederenverkeer

Het aantal ton dat een herkomst of een bestemming in Vlaanderen heeft, wordt geaggregeerd en berekend voor elk zichtjaar. De resultaten voor het aantal tonkm zijn in onderstaande tabel weergegeven voor het spoor en de binnenvaart, de activiteit van het wegverkeer wordt uitgedrukt in voertuigkm door onzekerheden bij de laadfactoren.

Tabel 44: Activiteit goederenverkeer spoor, binnenvaart en weg (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

		2006	2010	2015	2020	2025	2030
Spoor	REF	4,32	4,52	5,43	5,60	5,97	6,37
(miljard tonkm)	EUR	4,32	4,52	5,46	5,69	6,01	6,35
Binnenvaart	REF	6,46	6,97	7,43	7,88	8,39	8,88
(miljard tonkm)	EUR	6,46	6,97	7,45	7,90	8,41	8,90
Weg	REF	12,37	13,40	15,20	16,35	17,02	17,63
(miljard vkm)	EUR	12,37	13,40	14,58	15,49	16,09	16,63

Voor wegverkeer data voor 2007 i.p.v. 2006

Bron: Multimodaal model Vlaanderen

Uit deze tabel blijkt dat het goederenvervoer voor alle modi blijft toenemen tot 2030. Het aantal vkm van het wegverkeer groeit met 34 % in 2030 t.o.v. 2006 in het Europa-scenario, het aantal tonkm stijgt met 47 % voor het spoor en met 38 % voor de binnenvaart. Het

belangrijkste effect van rekeningrijden voor vrachtvervoer onder de hier gestelde voorwaarden is dat het wegverkeer vermindert, zonder dat dit een grote verschuiving naar het spoor en de binnenvaart veroorzaakt. Dat het wegverkeer vermindert is te verklaren doordat rekeningrijden de kost voor transport verhoogt waardoor wegverkeer efficiënter gebeurt o.a. door verbeterde belading en uitgespaarde ritten. De vermindering van het wegverkeer is echter beperkt omdat vergeleken met de totale kosten voor het vrachtverkeer (waaronder loonkosten) de meerkost van rekeningrijden beperkt is. Daarnaast komt slechts 10 tot 20 % van het totale vrachtverkeer in aanmerking om een andere vervoerswijze te gebruiken.

De verschuiving van vervoer over de weg naar andere modi kan onderschat zijn doordat er in het goederenmodel geen rekening wordt gehouden met congestie op de weg. Dit maakt de veralgemeende kosten voor vrachtwagens kleiner dan in werkelijkheid gedurende de spits. Aangezien dit een model op dagbasis is en er ook veel vrachtwagens een ander tijdstip zullen kiezen in plaats van een andere modus, heeft deze onvolkomenheid echter slechts een beperkte impact.

Evolutie personenverkeer

De evolutie van het personenvervoer voor de twee scenario's wordt weergegeven in volgende tabel:

Tabel 45: Vervoersprestaties voor het gemotoriseerd personenverkeer voor de verschillende zichtjaren en scenario's (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

		2006	2010	2015	2020	2025	2030
Spoor	REF	6,66	8,58	12,65	13,24	14,08	14,92
(miljard pkm)	EUR	6,66	8,58	12,48	13,52	14,27	15,02
weg	REF	67,12	71,56	78,52	81,34	83,16	85,06
(miljard pkm)	EUR	67,12	71,56	77,71	78,59	80,31	82,10

In de twee scenario's ligt het personenvervoer zowel voor het (gemotoriseerde) wegverkeer als voor het spoor in 2030 hoger dan in 2006. Bij een voortzetting van het huidige beleid zal het wegverkeer met 27 % stijgen in 2030, het spoor zal meer dan verdubbelen. Mogelijk wordt de verwachte groei van het spoor overschat, omdat hij gebaseerd is op gegevens tijdens de spitsuren. De sterke stijging tot 2015 is te danken aan de ontwikkeling van het GEN. Dit netwerk zal de toenemende mobiliteitsbehoeften in en rond de hoofdstad opvangen.

Rekeningrijden, onder de gestelde voorwaarden zoals geïmplementeerd in het Europa-scenario, heeft een beperkt effect op het wegverkeer. Dit effect kan onderschat zijn omdat het model er geen rekening mee houdt dat mensen bepaalde verplaatsingen mogelijk niet meer doen omwille van het verhogen van de prijs. Er is een lichte verschuiving van weg naar spoor, zodra rekeningrijden ingevoerd wordt, ook voor personenwagens (vanaf 2020). Hier stellen we dezelfde verwachting vast als bij vracht: de activiteit van wegverkeer neemt af, maar wordt niet gecompenseerd door een toename van spoor. Rekeningrijden zorgt er dus voor dat personen zich minder zullen verplaatsen met gemotoriseerde modi. Wel wordt een verhoging van de bezettingsgraad vastgesteld bij personenwagens, dus een verschuiving van bestuurder naar passagier.

3.2 Effect op emissies

In deze paragraaf bespreken we het effect op de emissies voor de luchtvaart, het spoor en de scheepvaart. We onderscheiden vier groepen van emissies:

- broeikasgassen (CO₂, CH₄ en N₂O)
- verzurende emissies (NH₃, NO_x, SO₂)
- andere (dan CH₄ en NO_x) ozonprecursoren (CO, NMVOS)
- fijn stof (PM10 en PM2,5)

We analyseren de emissies per transportmodus. In een apart stuk worden de emissies vergeleken met de corresponderende indicatieve NEC-doelstellingen. De NEC-doelstellingen zijn in de figuren aangegeven als stippellijnen.

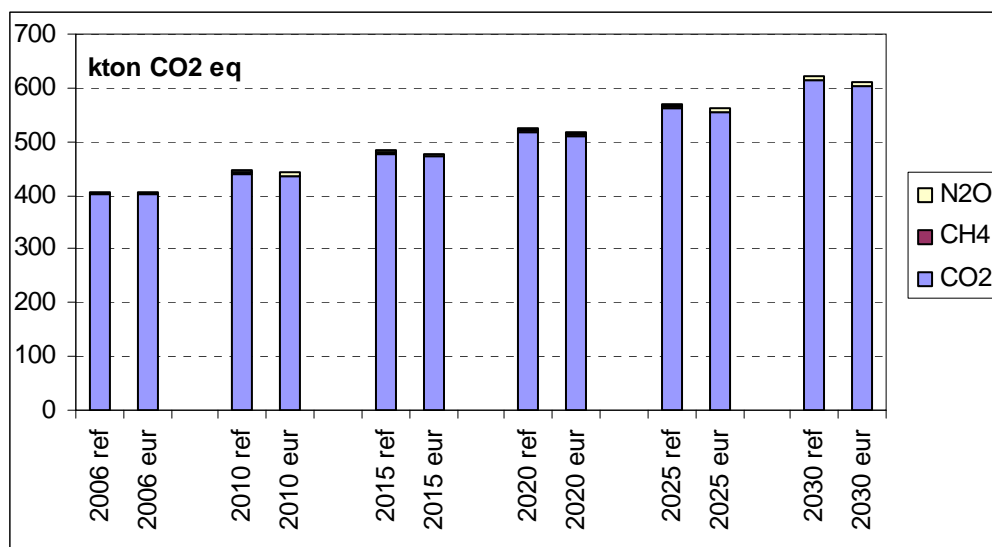
3.2.1 Luchtvaart

De hier gerapporteerde CO₂-emissies van de luchtvaart hebben betrekking op de LTO-emissies van alle vluchten. Dit is verschillend van de rapportering in de MIRA-T rapporten, waar enkel de CO₂-emissie van binnenlandse vluchten gerapporteerd wordt, conform aan de rapporteringvoorwaarden voor de toetsing van de Kyoto-doelstelling. Voor luchtvaart zijn de verschillen tussen referentie- en Europa-scenario eerder beperkt, gezien beide scenario's enkel verschillen door het ETS. De emissies worden dan ook voornamelijk gestuurd door de activiteit.

We bekijken eerst het effect op de broeikasgassen CO₂, CH₄ en N₂O. Onderstaande grafiek geeft de evolutie hiervan over de tijd voor de twee scenario's, waarbij de emissies zijn uitgedrukt in CO₂-equivalenten. Het is duidelijk dat CO₂ het belangrijkste broeikasgas is. Omdat de luchtvaartactiviteit in beide scenario's stijgt, zien we een stijging over de tijd. De voorziene maatregelen binnen het Europa-scenario, met name het ETS systeem, hebben slechts een beperkte invloed.

De indicatieve 2020-doelstelling voor de reductie van broeikasgasemissies, reductie van 15 % t.o.v. 2005, is niet van toepassing voor de luchtvaartsector gezien deze onderhevig is aan het ETS-systeem. Er wordt een stijging vastgesteld van broeikasgasemissies van ongeveer 28 % in 2020 t.o.v. 2005.

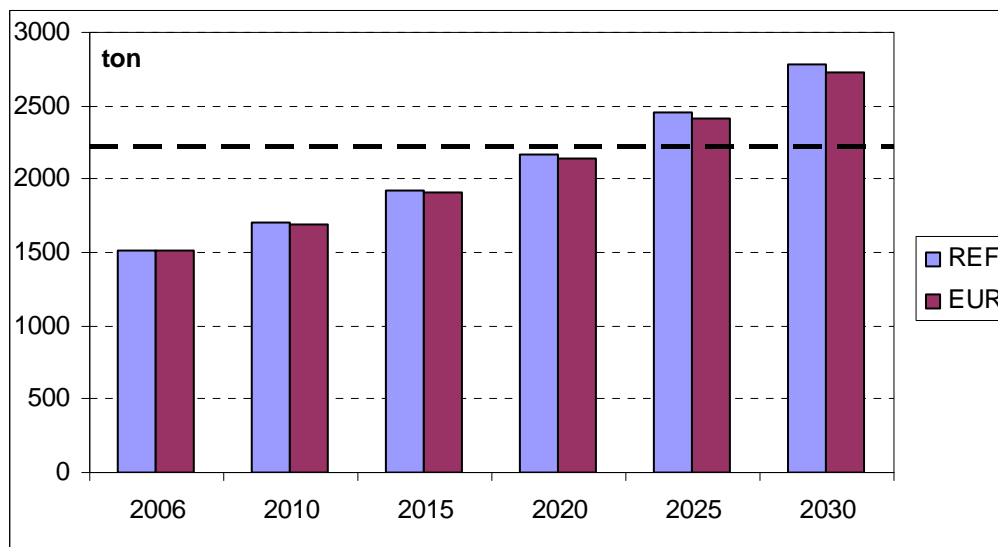
Figuur 34: Emissie van broeikasgassen door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: TREMOVE & eigen berekeningen TMLLeuven

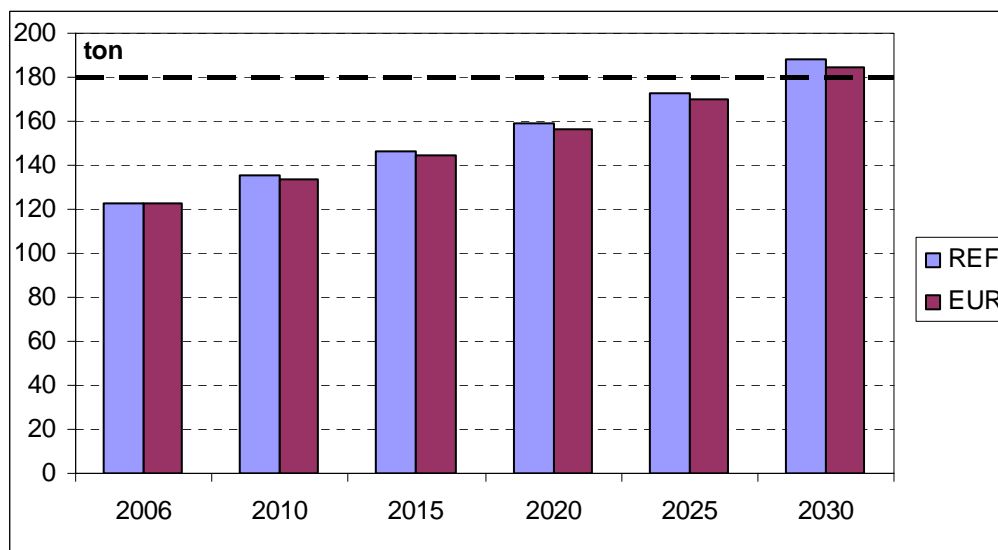
Wat betreft de emissies van NO_x en SO₂ zien we een stijging over de tijd in beide scenario's omdat de activiteitsgraad stijgt. De emissies liggen iets lager in het Europa-scenario dan in het referentiescenario omdat het ETS-systeem zorgt voor een lichte daling in de vraag. Het effect is echter klein.

Figuur 35: Emissie van NO_x door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: TREMOVE & eigen berekeningen TMLLeuven

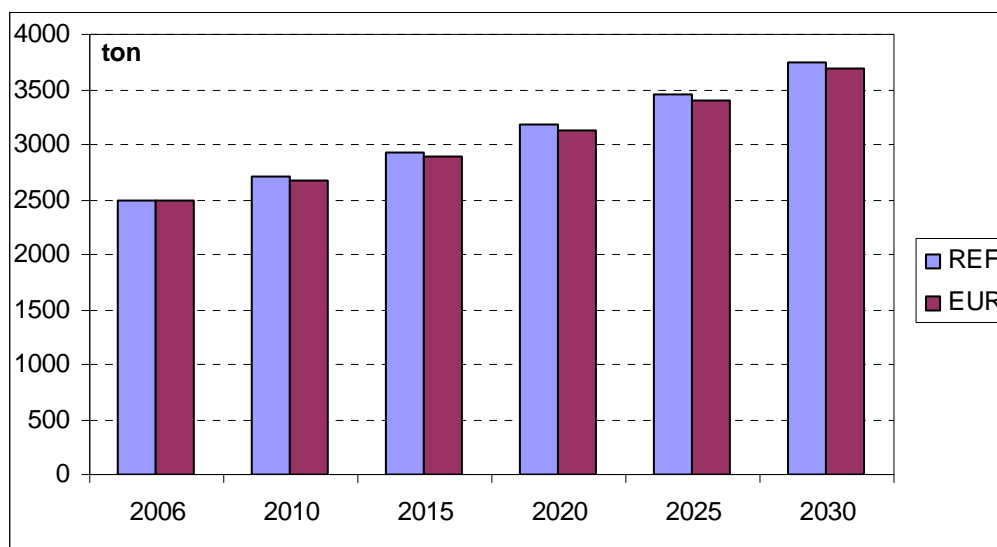
Figuur 36: Emissie van SO₂ door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: TREMOVE & eigen berekeningen TMLLeuven

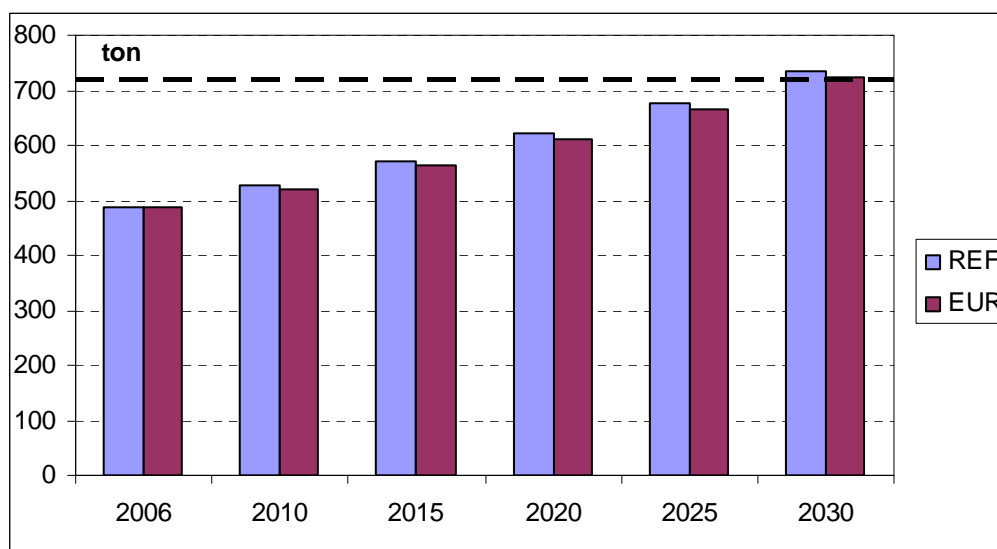
De CO- en NMVOS- emissies volgen eenzelfde patroon als de voorgaande polluenten: stijgend over de tijd door de hogere activiteitsgraad en iets lager in het Europa-scenario.

Figuur 37: Emissie van CO door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: TREMOVE & eigen berekeningen TMLLeuven

Figuur 38: Emissie van NMVOS door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

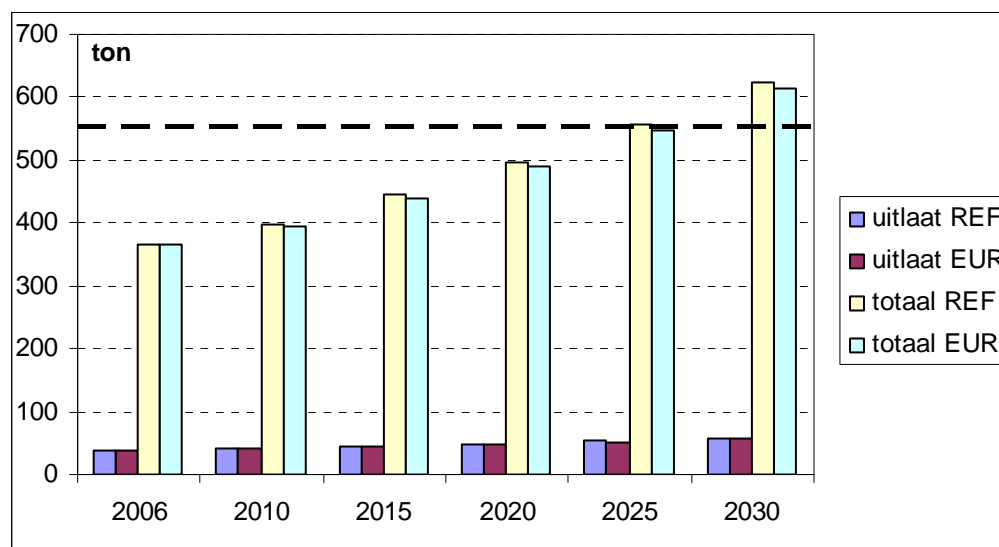


Bron: TREMOVE & eigen berekeningen TMLLeuven

Wat betreft fijn stof zijn alle deeltjes uitgestoten door de uitlaat bij de luchtvaart kleiner dan $2,5 \mu\text{m}$. Het aandeel PM10 en totaal fijn stof is dan ook gelijk aan het aandeel PM2,5. We berekenen de emissies van totaal fijn stof (TSP). Ook hier zien we dezelfde tendensen.

Merk op dat voor luchtvaart de niet-uitlaatemissies een zeer belangrijk aandeel van de totale stofemissies vertegenwoordigen (89 % in 2006). Hieronder valt voornamelijk slijtage van landingsbanen en in mindere mate van banden. Dit hoge aandeel is niet zo verrassend gezien enerzijds enkel LTO-uitlaatemissies worden opgenomen in de nationale rapportering en anderzijds de lage emissiefactor voor fijn stof voor luchtvaart in vergelijking met andere transportmodi. Het aandeel directe uitstoot is daardoor beperkt tot 9 %.

Figuur 39: Emissie van fijn stof (TSP) door de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



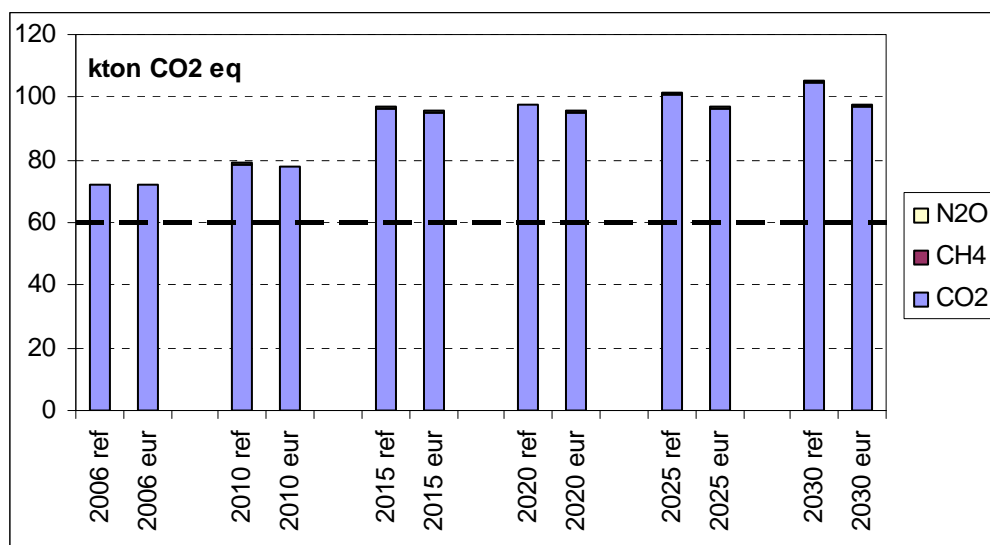
bron: TREMOVE & eigen berekeningen TMLLeuven

3.2.2 Spoor

De totale uitstoot aan broeikasgassen voor het spoor in Vlaanderen bedraagt minder dan een vijfde van de uitstoot van de luchtvaart. CO₂ is ook hier veruit het belangrijkste broeikasgas. Merk op dat in de sector Transport enkel directe emissies worden besproken, dus enkel van diesel aangedreven spoorverkeer. Dit is slechts 2,5 % van het reizigersvervoer en 26 % van het goederenvervoer. De emissies uitgestoten bij de productie van elektriciteit, gebruikt door elektrische treinen, worden in het totaal van de sector Energie meegerekend en niet bij de sector Transport. Ook hier is er weinig verschil tussen het referentiescenario en het Europa-scenario, ondanks de verschillende maatregelen. De uitstoot neemt toe met de activiteit. Ondanks de iets grotere groei in het Europa-scenario zijn de emissies wel lager dan in het referentiescenario. In feite compenseren de emissiereducerende maatregelen (biobrandstof, efficiëntieverbetering) het effect van de stijgende activiteit door de invoering van rekeningrijden. Hierdoor is het verschil tussen de scenario's eerder beperkt. Merk op dat het verschil tussen referentie- en Europa-scenario het meest uitgesproken is in 2030. In 2030 is het verschil in activiteit tussen de 2 scenario's het kleinst en is het effect van de andere emissiereducerende maatregelen het grootst.

Als we deze resultaten bekijken vanuit het oogpunt van de indicatieve reductiedoelstellingen (-15 % in 2020 t.o.v. 2005), dan stellen we vast dat er voor spoor een toename is van meer dan 30 %: 38,5 % in het referentie- en 35,5 % in het Europa-scenario in 2020 t.o.v. 2005 (kernset MIRA-T 2008). Dit is te wijten aan de sterke groei die verondersteld wordt voor het spoor. Dit cijfer moet dan ook genuanceerd worden: de absolute (directe) CO₂-emissie van spoor is eerder beperkt in vergelijking met andere modi (minder dan 1 %). Verder zorgt modale verschuiving voor een globale CO₂-emissiereductie voor transport: een kleine stijging bij spoor voor een grotere daling bij wegverkeer.

Figuur 40: Emissie van broeikasgassen door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

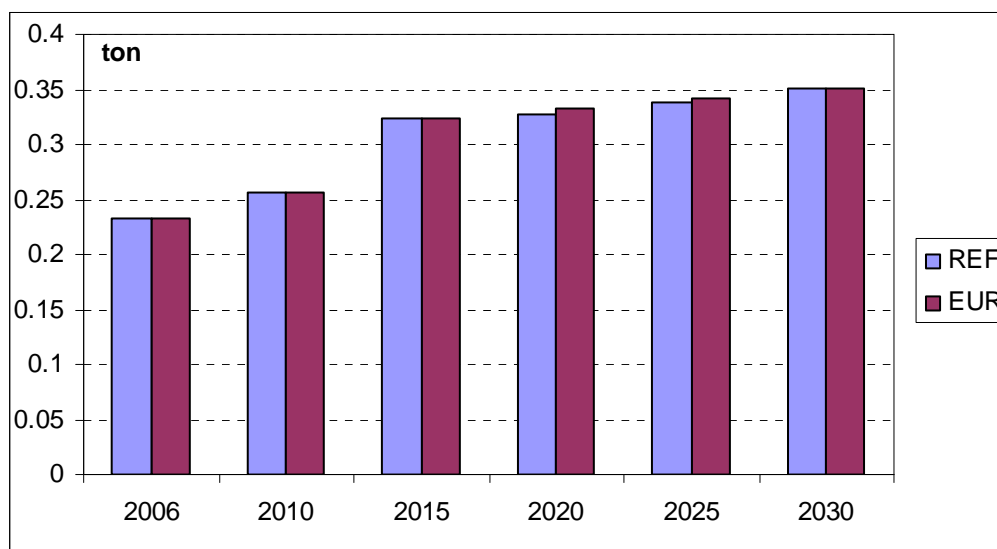


Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Wat betreft verzurende emissies (NH_3 , NO_x en SO_2) zien we voor NH_3 en NO_x een stijgend verloop over de tijd voor beide scenario's door de groei in activiteit. De NH_3 - en NO_x -emissies zijn hoger in het Europa-scenario dan in de referentie omdat er een grotere verschuiving is naar het spoor in het Europa-scenario dan in de referentie terwijl er geen echte maatregelen genomen worden om NH_3 - en NO_x -emissies te verbeteren. Ook speelt het gebruik van biobrandstof een rol. Het gebruik van biobrandstof verhoogt namelijk (zeer beperkt) de NO_x -uitstoot.

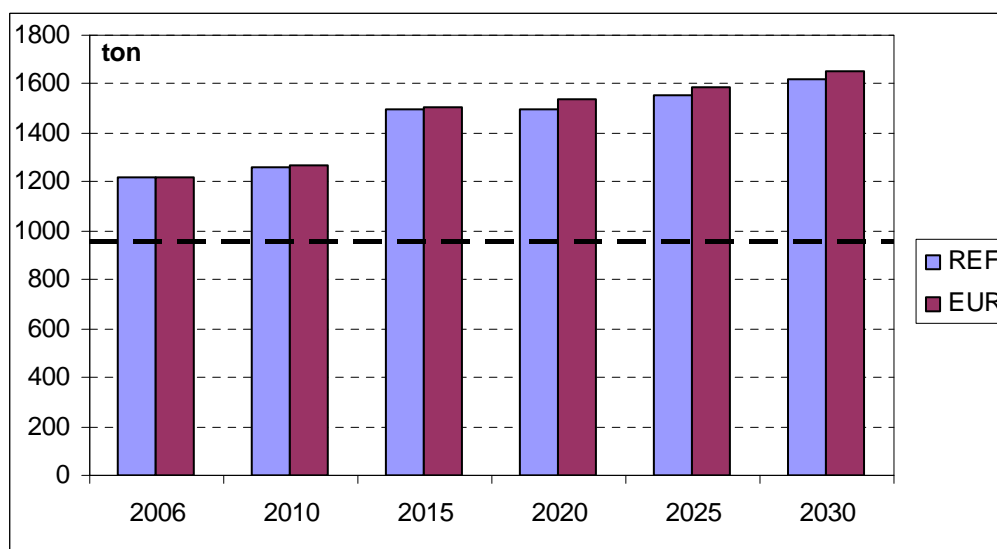
Het effect van de introductie van de strengere zwavelstandaard in 2009 is duidelijk zichtbaar in de grafiek. Er is een duidelijke daling ten opzichte van 2006. Na 2010 begint de uitstoot van SO_2 weer licht te stijgen onder invloed van het toenemende spoorvervoer. De daling van SO_2 in 2010 is een gevolg van de verlaging van het zwavelgehalte, wat rechtstreeks de SO_2 -emissies beïnvloedt. Het zwavelgehalte blijft daarna onveranderd en evolueert dus mee met activiteit.

Figuur 41: Emissie van NH₃ door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



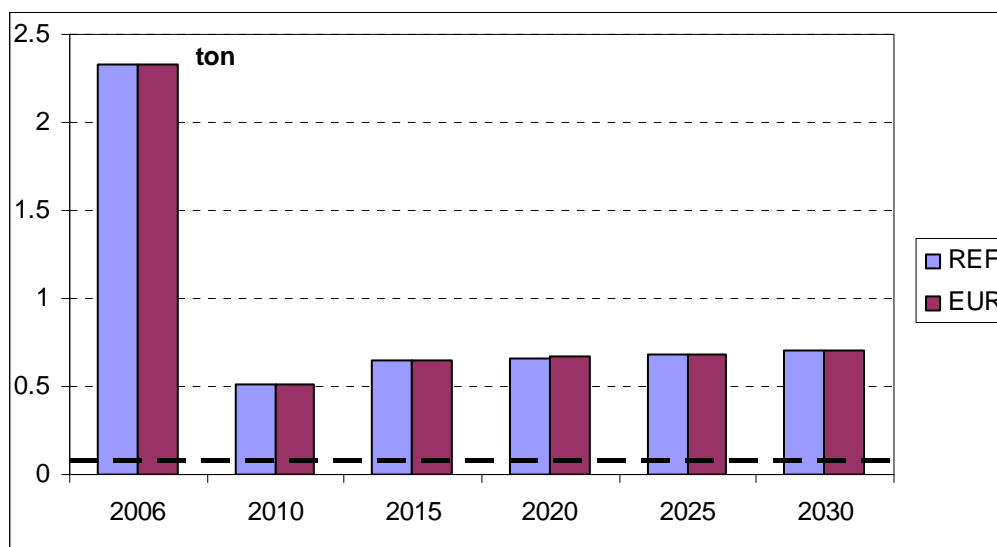
Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Figuur 42: Emissie van NO_x door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

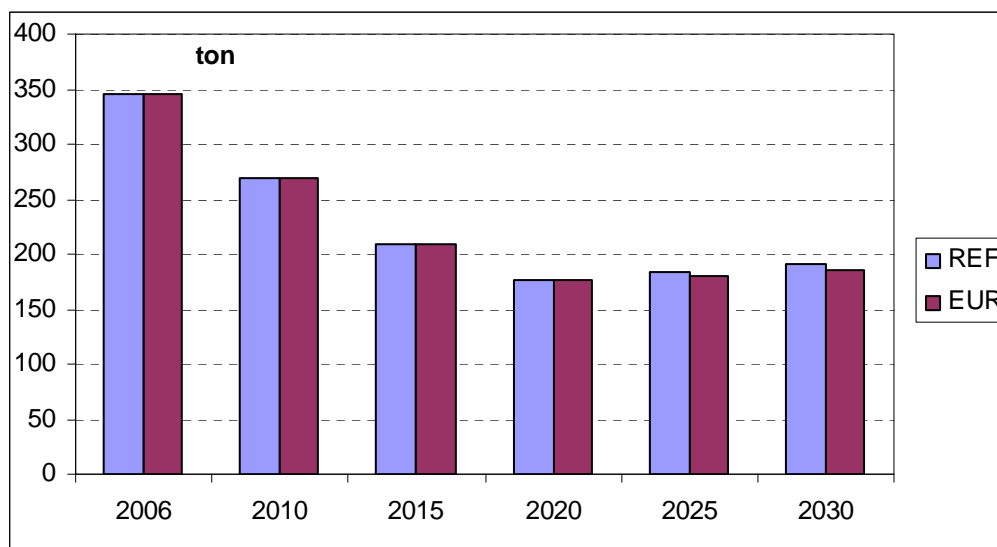
Figuur 43: Emissie van SO₂ door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

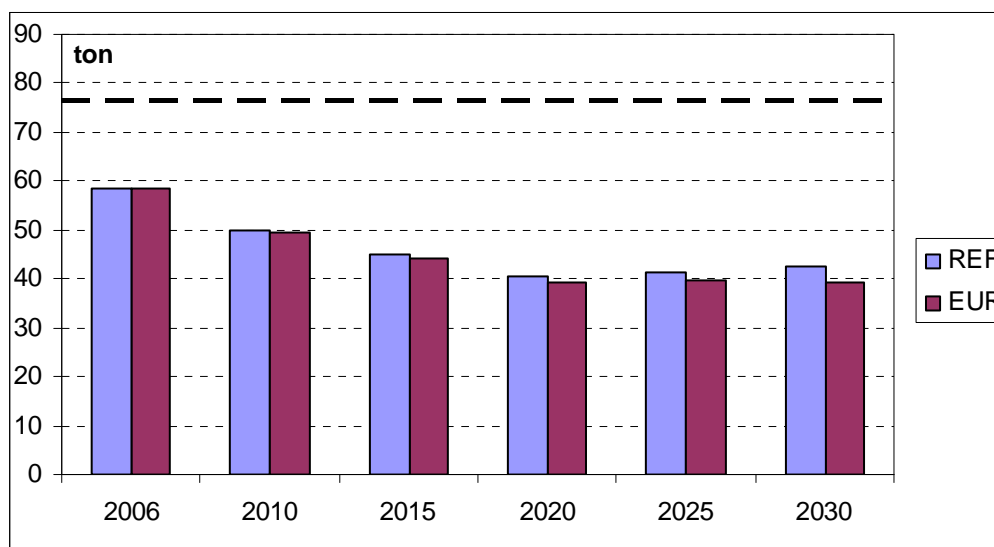
Voor CO en NMVOS zien we initieel in beide scenario's een daling van de emissies onder impuls van constante vlootvernieuwing. Nieuwe diesel locomotieven hebben een betere emissiefactor, waardoor de emissies in zowel referentie- als Europa-scenario sterk dalen. Het effect van de vlootvernieuwing dooft uit, waarna de emissies terug stijgen met de activiteit (na 2020). De stijging blijft eerder beperkt door het gebruik van biobrandstof wat een effect heeft op de directe emissies van CO en NMVOS (zie tabel 35). Dit effect is echter beperkt maar in het Europa-scenario iets meer uitgesproken door het gebruik van een hoger aandeel biobrandstoffen.

Figuur 44: Emissie van CO door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

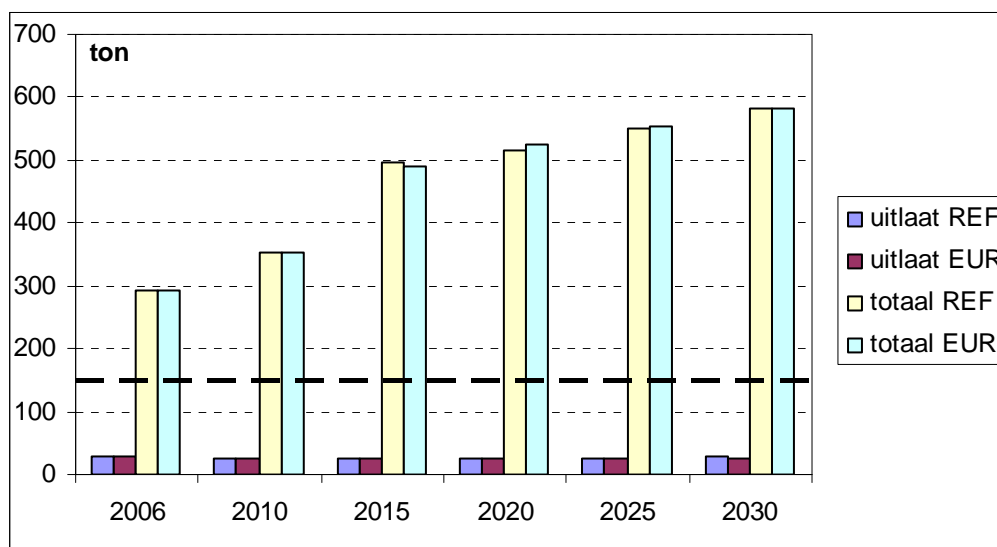
Figuur 45: Emissie van NMVOS door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

De uitstoot van fijn stof van spoor wordt bijna volledig gedomineerd door de niet-uitlaatemissies. Dit is een gevolg van de hoge elektrificatie van het transport per spoor in Vlaanderen waardoor de uitlaatemissies beperkt blijven gezien deze enkel geproduceerd worden door diesel aangedreven locomotieven. De uitlaatemissies maken in 2006 10 % uit van het totaal, voor het referentiescenario is dit in 2030 gedaald tot 5 % en voor het Europa-scenario tot 4 %. Niet-uitlaatemissies bij spoor ontstaan voornamelijk door rem- en railslijtage en in mindere mate door slijtage aan bovenleiding en wielen. Deze emissies zijn rechtstreeks gelinkt aan de activiteit. Merk op dat in 2015 de activiteit in het Europa-scenario lager is dan het referentiescenario waardoor de indirecte emissies lager zijn in het Europa-scenario. Wat betreft directe emissies is er weinig verschil tussen de scenario's: eerst is er een daling onder impuls van vlootvernieuwing, waarna de emissies toenemen door toenemende activiteit. In 2020 is er een nieuwe daling door toename van het gebruik van biobrandstoffen in het Europa-scenario, waardoor de directe emissiefactor verbetert. Daarna neemt de emissie weer toe met de activiteit. Het verschil tussen de scenario's wordt vooral verklaard door het aandeel biobrandstof. Deze evoluties zijn echter bijna verwaarloosbaar als niet-uitlaat emissies in rekening worden gebracht. Deze emissies worden gestuurd door de activiteit. De activiteit neemt in de toekomst toe, in beide scenario's en in het Europa-scenario nog meer door modale verschuiving als gevolg van de invoering van rekeningrijden voor de weg. Op figuur 46 is dan ook een stijging van de totale emissies zichtbaar.

Figuur 46: Emissie van PM10 door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

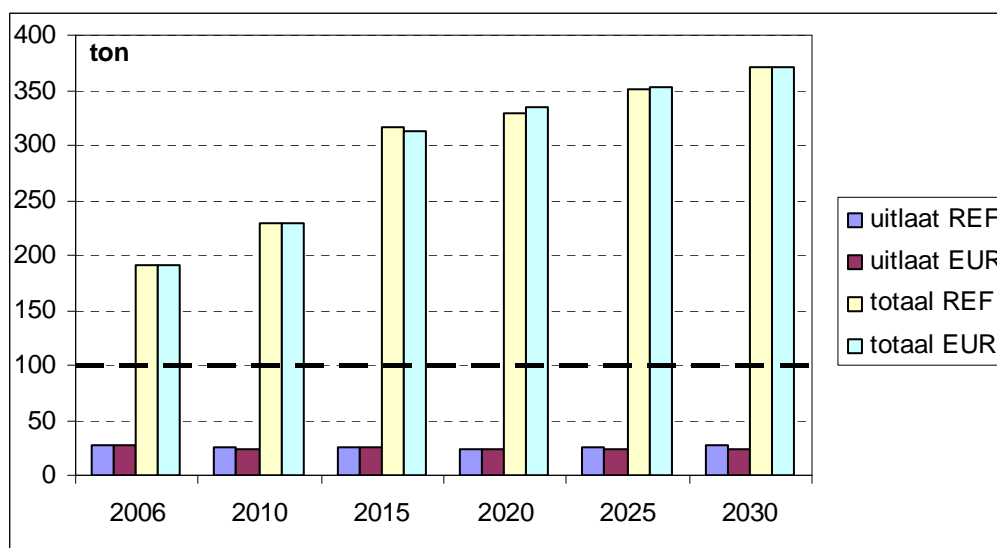


Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Er dient opgemerkt te worden dat er een grote onzekerheid bestaat over de emissiefactoren van PM niet-uitlaatemissies. Verder onderzoek is hier dan ook aangewezen.

Voor PM2,5 en totaal stof gelden dezelfde conclusies. Het aandeel directe emissies is wat groter: 7 % in het referentiescenario en 6,5 % in het Europa-scenario in 2030.

Figuur 47: Emissie van PM2,5 door het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

3.2.3 Scheepvaart

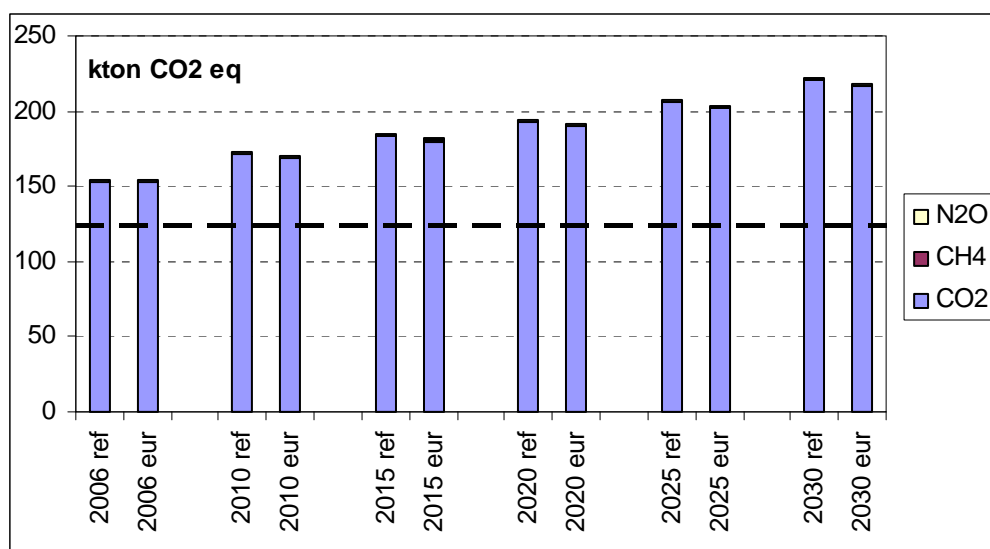
Voor de scheepvaart maken we opnieuw een onderscheid tussen zeevaart en binnenvaart.

Zeevaart

Ook voor zeevaart zien we bij de broeikasgassen een stijgend verloop door de stijging in activiteit en slechts een klein verschil tussen de twee scenario's. Merk op dat de CO₂-emissies niet even sterk stijgen in vergelijking met de toenemende activiteit. Dit wijst op autonome verbetering van brandstofefficiëntie van de vloot, die in beide scenario's werd aangenomen. De enige maatregel die CO₂-emissies in het Europa-scenario treft, is het invoeren van walstroom voor roro's en passagierschepen. Zoals eerder aangegeven is het aandeel van deze schepen in de totale Vlaamse zeevaart marginaal, aangezien volgens internationale rapportering enkel de schepen die reizen tussen nationale havens gezien worden als nationale zeevaart.

Ook hier wordt de indicatieve doelstelling niet gehaald: een stijging van ongeveer 32,7 % in 2020 ten opzichte van 2005 (kernset MIRA-T 2008) in het referentiescenario en 30,5 % in het Europa-scenario, in tegenstelling tot de indicatieve doelstelling van -15 %.

Figuur 48: Emissie van broeikasgassen door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



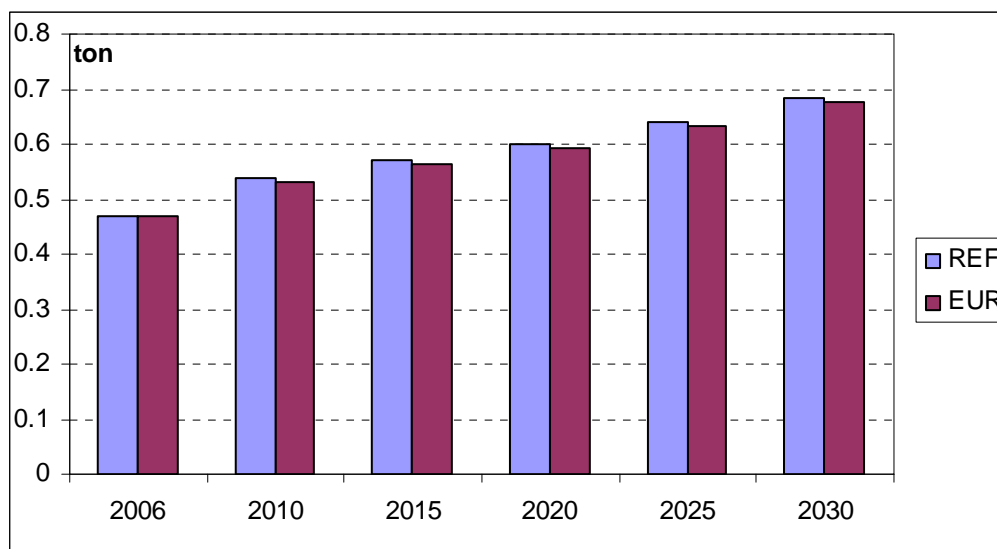
Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

We bekijken in detail de verzurende emissies:

- NH₃: Door de stijging in activiteit stijgen de NH₃-emissies. De activiteit is ook hier de belangrijkste drijfveer van de emissies. Het verschil tussen referentiescenario en Europa-scenario ligt aan de (beperkte) invoer van walstroom dat brandstofverbruik verlaagt en bijgevolg alle bijhorende emissies uitschakelt.
- NO_x: In het referentiescenario blijven de NO_x-emissies min of meer stabiel, ondanks stijgende activiteitsgraad. Dit is een gevolg van de bestaande regelgeving. In het Europa-scenario worden er strengere normen voor NO_x aangenomen vanaf 2011 en nog verder gaand vanaf 2016 (cfr. IMO TIER II & III). Naarmate er meer nieuwe schepen in de vloot zitten, wordt het effect op NO_x duidelijker. De grafiek toont dat de effecten van deze maatregel met vertraging duidelijk worden met nog weinig effect in 2015, maar een duidelijk dalende trend realiseren met een halvering van de NO_x-emissies in 2030 in vergelijking met 2006.
- SO₂: In het referentiescenario zien we eerst een daling in de uitstoot van zwavel door de 1,5 % norm voor zwavelgehalte in scheepsbrandstof (cfr. SECA). Deze maatregel heeft slechts beperkt effect, gezien nationale zeevaart grotendeels gebruik maakt van MDO (Marine Diesel Oil) met een S-gehalte van 1 %, terwijl de maatregel zich meer richt op de

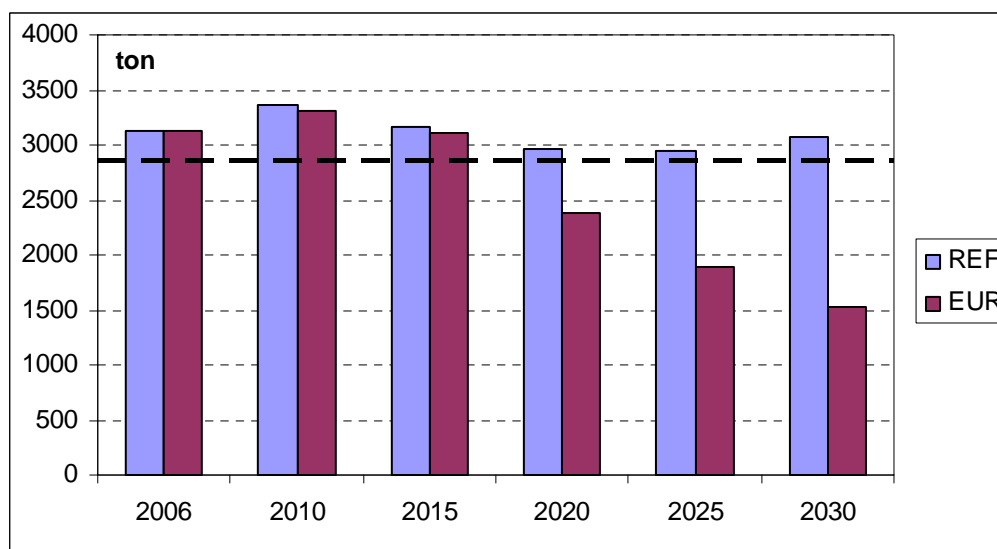
hoogzwavelige (>2,5 %) HFO (Heavy Fuel Oil). Hierdoor is ook het effect van de 1 % S maatregel in 2010 in het Europa-scenario beperkt. Na deze maatregel zien we in het referentiescenario weer een stijging van de emissies onder impuls van toenemende activiteit. In het Europa-scenario is de introductie van de 0,1 % norm in 2015 duidelijk zichtbaar. Deze maatregel decimeert de SO₂-emissies van zeevaart.

Figuur 49: Emissie van NH₃ door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



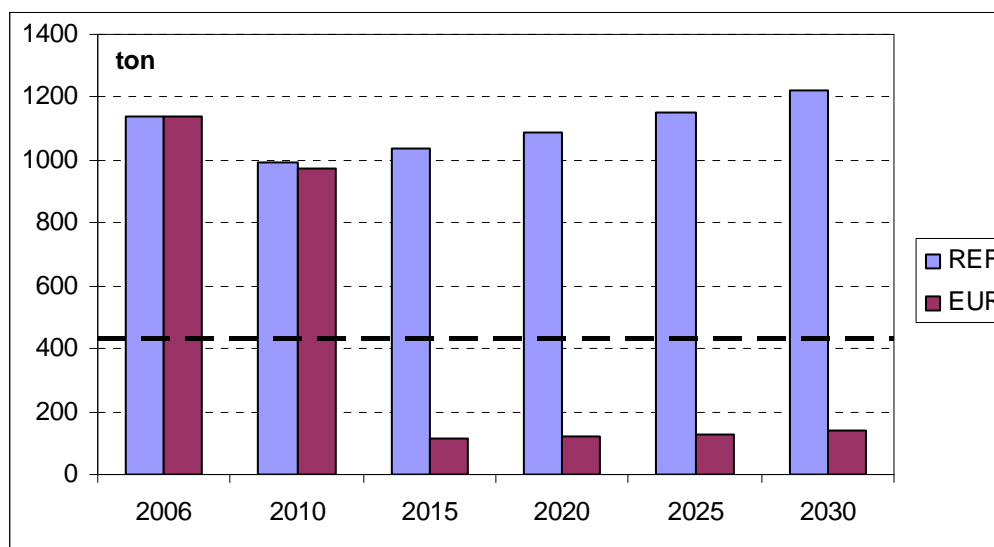
Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Figuur 50: Emissie van NO_x door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Figuur 51: Emissie van SO₂ door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

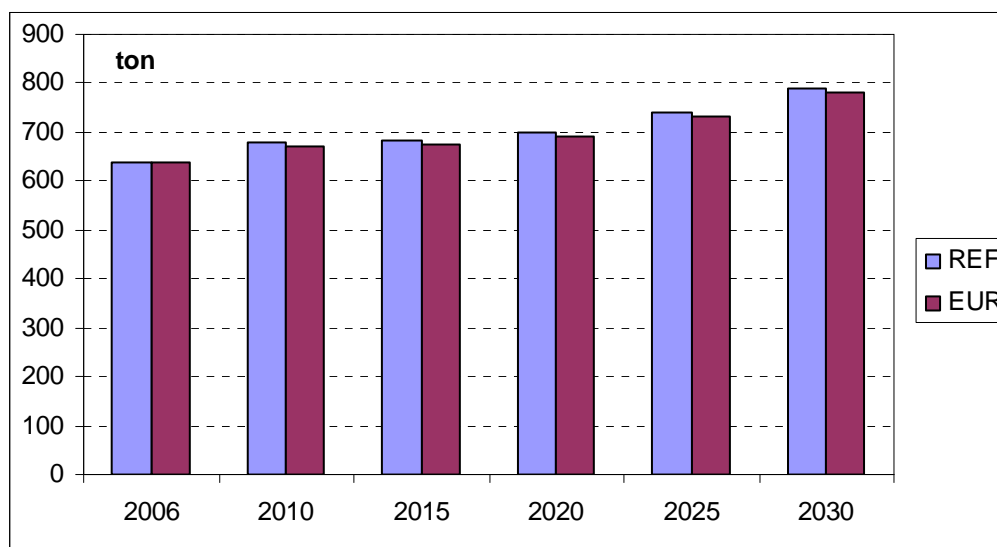


Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

In het referentiescenario stijgen de CO-emissies met 24 % in 2030 t.o.v. 2006, dit is minder dan de stijging in activiteit. Er is een autonome verbetering van de CO-emissies onder impuls van toenemende brandstofefficiëntie door vlootvernieuwing. In het Europa-scenario liggen de emissies lichtjes lager door invoering van walstroom (cfr. NH₃).

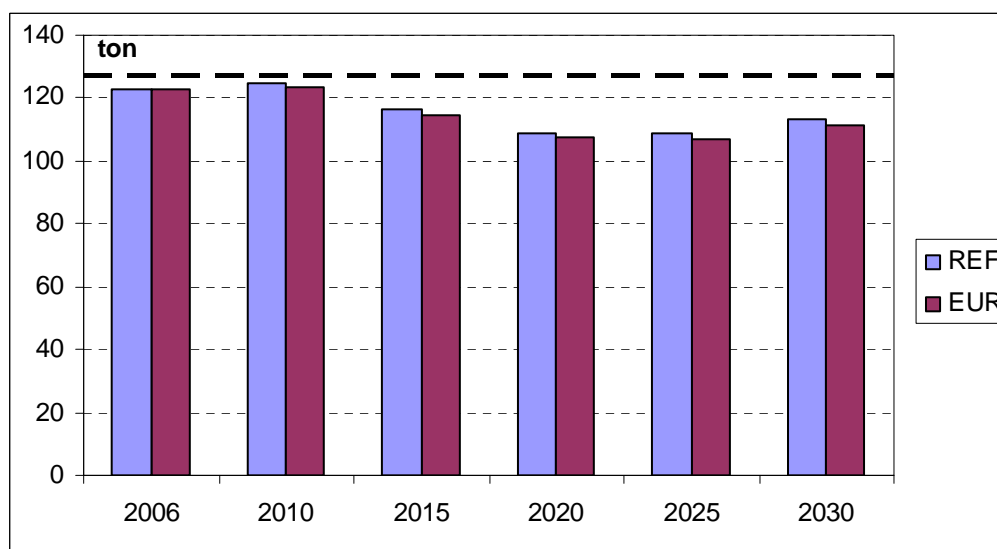
Bij NMVOS stellen we een opvallend verloop vast: zowel in referentie- als Europa-scenario dalen de emissies van 2010 tot 2020 waarna terug een lichte stijging vastgesteld wordt. De daling in beide scenario's is een gevolg van toenemende brandstofefficiëntie van nieuwe schepen die geleidelijk de vloot vernieuwen (cfr. CO). Deze verbeterde brandstofefficiëntie richt zich vooral op een meer volledige verbranding die producten van onvolledige verbranding (o.a. CO en NMVOS) vermindert. Het verschil tussen referentie- en Europa-scenario is ook hier het gevolg van walstroom. Merk op dat het verschil bij NMVOS groter is dan bij CO of NH₃. Dit komt omdat de specifieke NMVOS-emissies van schepen aan de kade relatief hoog zijn omdat de motoren dan typisch aan laag vermogen draaien waardoor efficiëntie daalt en het emissieprofiel verandert. Na 2020 is het effect van vlootvernieuwing op emissies uitgewerkt en stijgen de emissies weer met de activiteit.

Figuur 52: Emissie van CO door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Figuur 53: Emissie van NMVOS door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



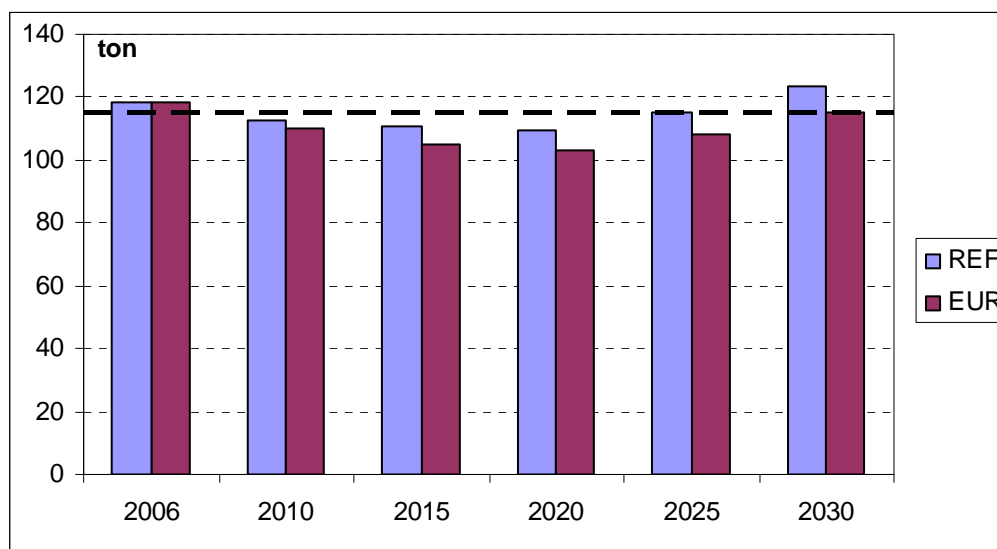
Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

De emissies van zeevaart van fijn stof, zowel PM₁₀, PM_{2,5} als TSP¹, dalen eerst en nemen vanaf 2025 terug toe met de activiteit, in zowel referentie- als Europa-scenario. In feite is de verklaring gelijkaardig aan die van de evolutie van de NMVOS-emissie. De initiële daling is een gevolg van enerzijds een autonome verbetering van de emissiefactor door vlootvernieuwing en anderzijds een verlaging van het zwavelgehalte van scheepsbrandstof, wat een secundair effect heeft op de PM-emissiefactor. De betere prestaties in het Europa-scenario kunnen toegeschreven worden aan de verdere verlaging van het zwavelgehalte van de brandstof en de toepassing van walstream. Merk op dat in beide scenario's de

¹ Merk op dat PM_{2,5} en PM₁₀ als een fractie van TSP worden beschouwd.

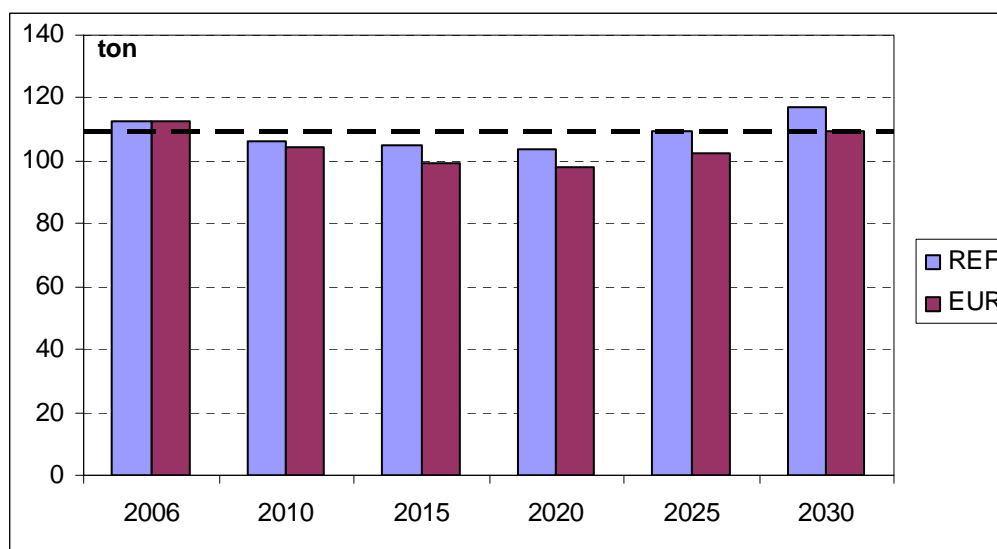
maatregelen om de emissies te doen dalen teniet gedaan worden door toenemende activiteit waardoor de totale emissies nauwelijks dalen (Europa-scenario: -12,9 % in 2020 en -2,7 % in 2030 t.o.v. 2006) of toenemen (referentiescenario -7,5 % in 2020 en +4,3 % in 2030 t.o.v. 2006).

Figuur 54: Emissie van PM10 door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Figuur 55: Emissie van PM2,5 door de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

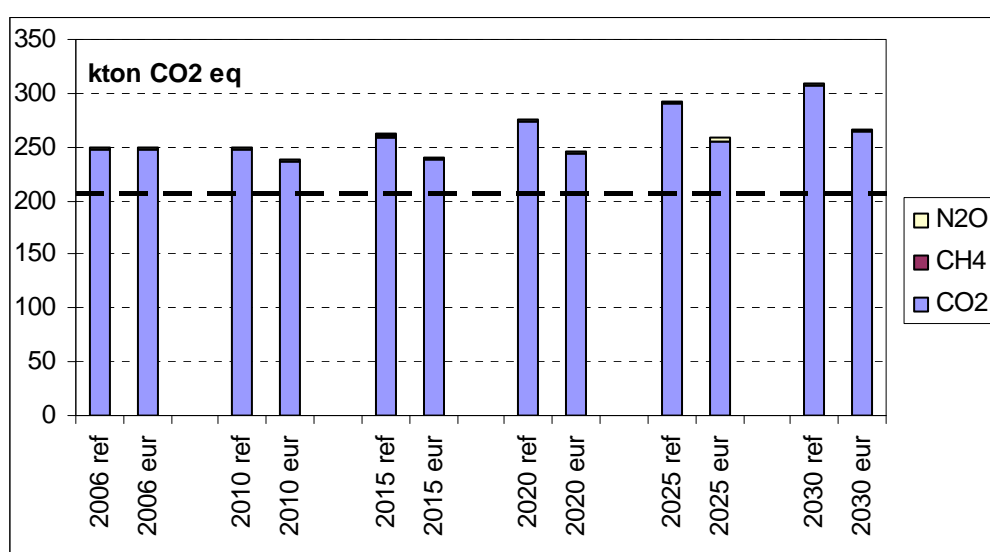
Binnenvaart

Zoals steeds bij andere modi naar voor komt is CO₂ ook hier veruit het belangrijkste broeikasgas. Opvallend is dat in het referentiescenario de CO₂-emissies slechts beperkt

toenemen (+24 % in 2030 t.o.v. 2006), hoewel de activiteit een gestage groei kent (+38 % in 2030 t.o.v. 2006). De belangrijkste oorzaak hier is de autonome verbetering van brandstofefficiëntie in de sector zelf, meer bepaald het gebruik van het adviserende instrument "Tempomaat". In het Europa-scenario komt hier het gebruik van biobrandstof bij waardoor de totale BKG-emissies in de periode 2010-2020 lager zijn dan in 2006. Na 2020 is er weer een stijging omdat de stijging in activiteit terug de bovenhand krijgt. In 2030 is de broeikasgasemissie 7 % hoger dan in 2006 in het Europa-scenario.

Binnenvaart is de enige sector waarin de CO₂-emissies min of meer stabiel blijven in het Europa-scenario; toch worden de indicatieve doelstellingen ook hier niet gehaald: een stijging van 0,5 % tussen 2005 (kernset MIRA T-2008) en 2020 in vergelijking met de indicatieve doelstelling van 15 % daling.

Figuur 56: Emissie van broeikasgassen door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



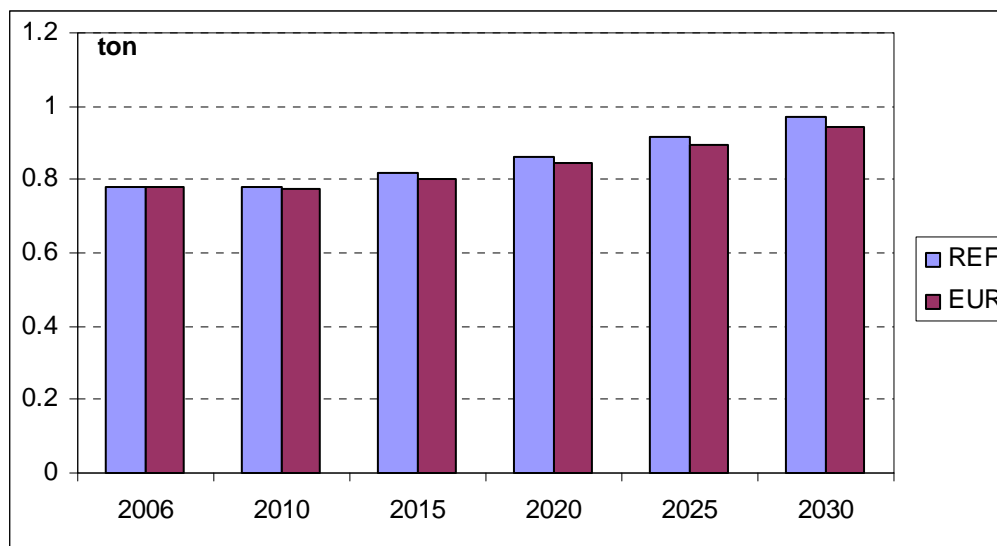
Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Voor de verzurende emissies zijn een aantal gelijkaardige tendensen waar te nemen als bij zeevaart:

- NH₃: Door de stijging in activiteit stijgen de NH₃-emissies. Het verschil tussen referentiescenario en Europa-scenario ligt aan de invoer van walstream. Het potentieel is echter beperkt (1 % in 2010 en 2,5 % vanaf 2015) waardoor de effecten op emissies beperkt blijven.
- NO_x: In het referentiescenario is er een duidelijke daling van de NO_x-emissies, ondanks stijgende activiteitsgraad. Dit is een gevolg van de bestaande emissiestandaarden. Het effect van de bestaande normen is uitgewerkt rond 2020 waardoor emissies weer toenemen na 2020. In het Europa-scenario worden er strengere normen voor NO_x aangenomen (cfr. nieuw ontwerp NRMM). Met deze nieuwe standaard zet de dalende trend van NO_x-emissies, vastgesteld in beide scenario's, zich verder door, waardoor emissies terugvallen tot 33 % in vergelijking met 2006.
- SO₂: De SO₂-emissies volgen het zwavelgehalte van de brandstof. Er is in beide scenario's eerst een reductie van 0,2 % naar 0,1 % in 2007 waardoor de emissies (ongeveer) halveren tussen 2006 en 2010. In het referentiescenario volgen de emissies daarna de activiteit. In het Europa-scenario worden de SO₂-emissies bijna volledig verwijderd door de verplichting vanaf 2012 van het gebruik van zeer laagzwavelige brandstof: 10 ppm of 0,001 %, zoals voor weg- en spoordiesel. Deze maatregel heeft tot gevolg dat de emissies ongeveer met een factor 100 afnemen in vergelijking met het

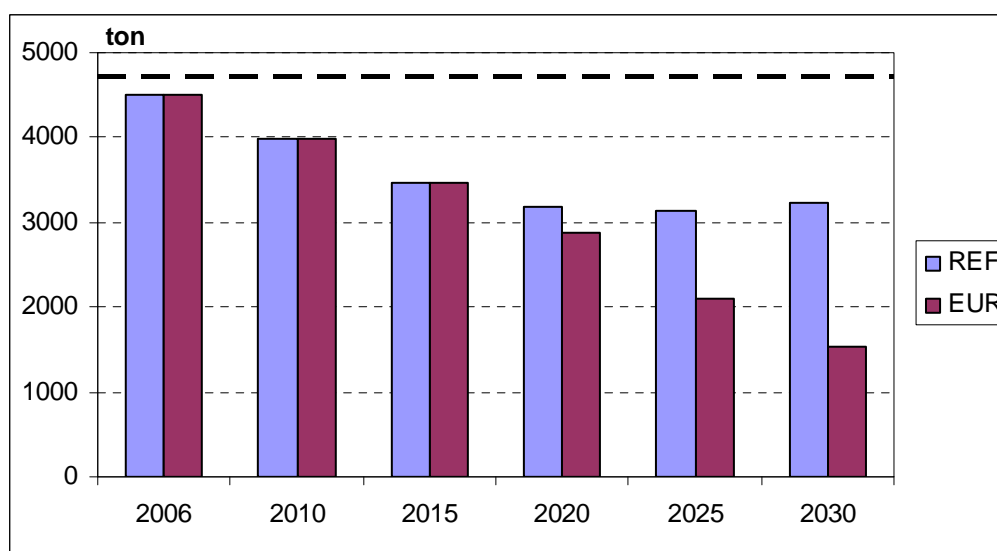
referentiescenario, bijgevolg wordt een significante reductie van de SO₂-emissies voor de hele transportsector gerealiseerd.

Figuur 57: Emissie van NH₃ door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



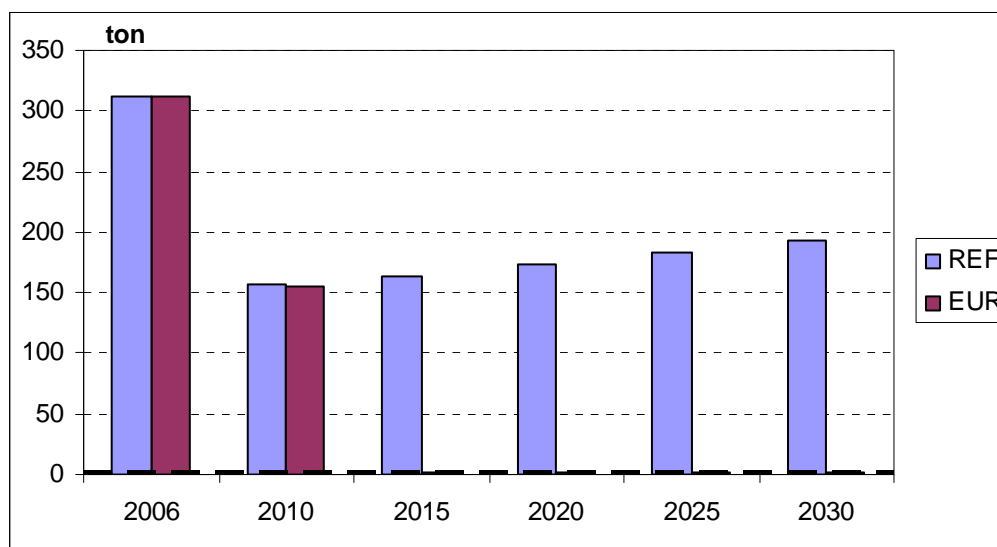
Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Figuur 58: Emissie van NO_x door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

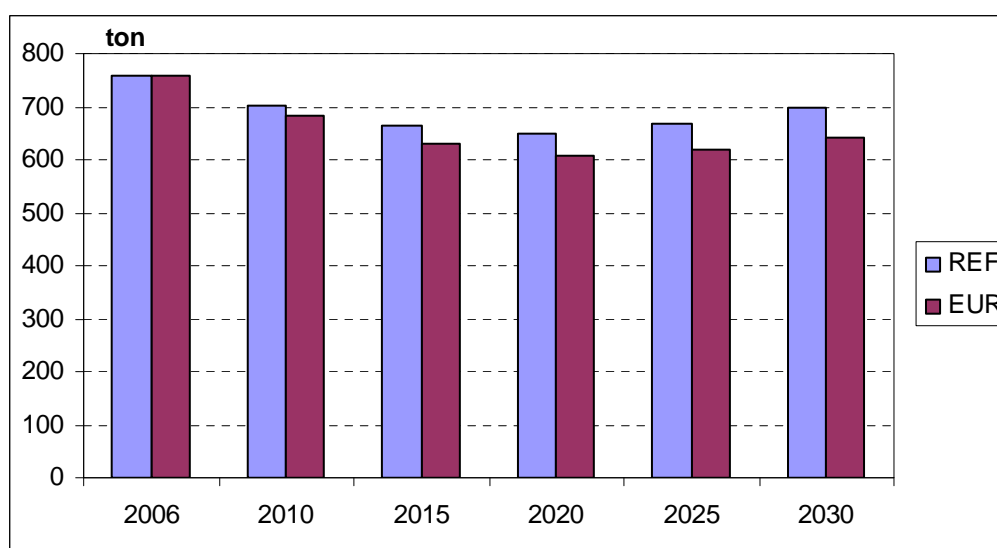
Figuur 59: Emissie van SO₂ door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

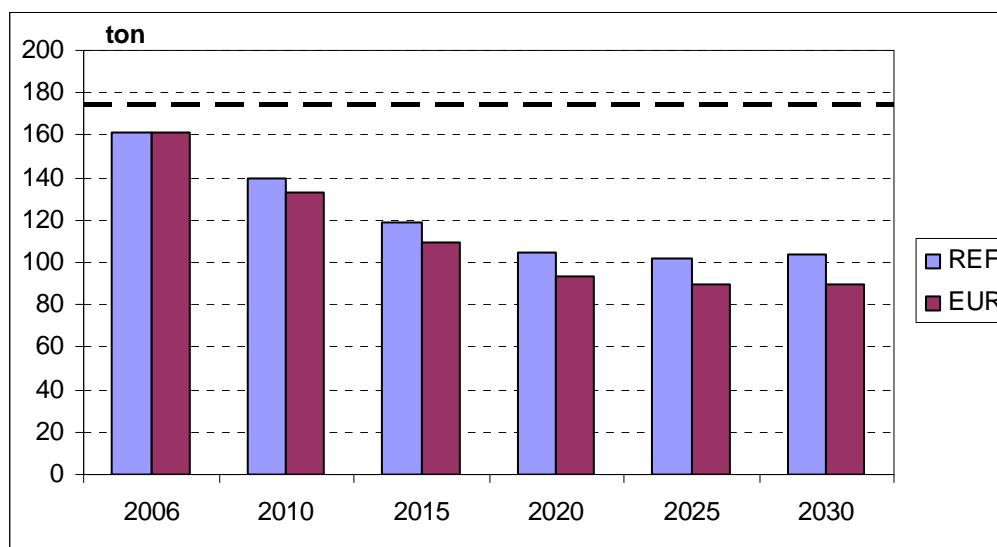
De CO- en NMVOS-emissies kennen een gelijkaardig verloop, al is dit meer uitgesproken bij NMVOS. De emissies dalen tot 2020, onder invloed van emissiestandaarden en autonome verbetering van brandstofefficiëntie, maar beginnen opnieuw te stijgen zodra geen nieuwe standaarden meer ingevoerd worden. Voor CO is dat effect meer zichtbaar dan voor NMVOS, waar men eerder van een stabilisatie kan spreken na 2020. In het Europa-scenario zorgen biobrandstof en walstroom voor een lichte daling ten opzichte van het referentiescenario.

Figuur 60: Emissie van CO door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

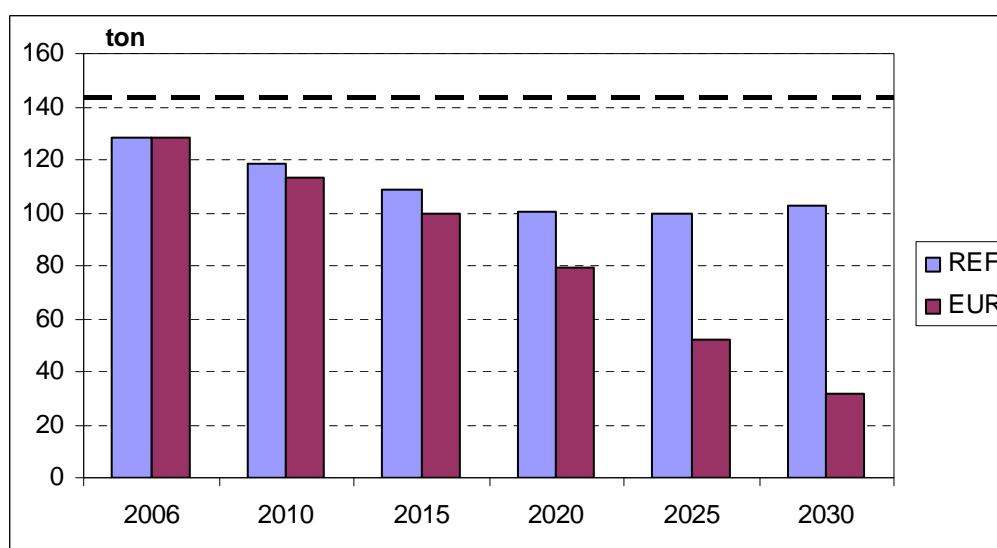
Figuur 61: Emissie van NMVOS door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

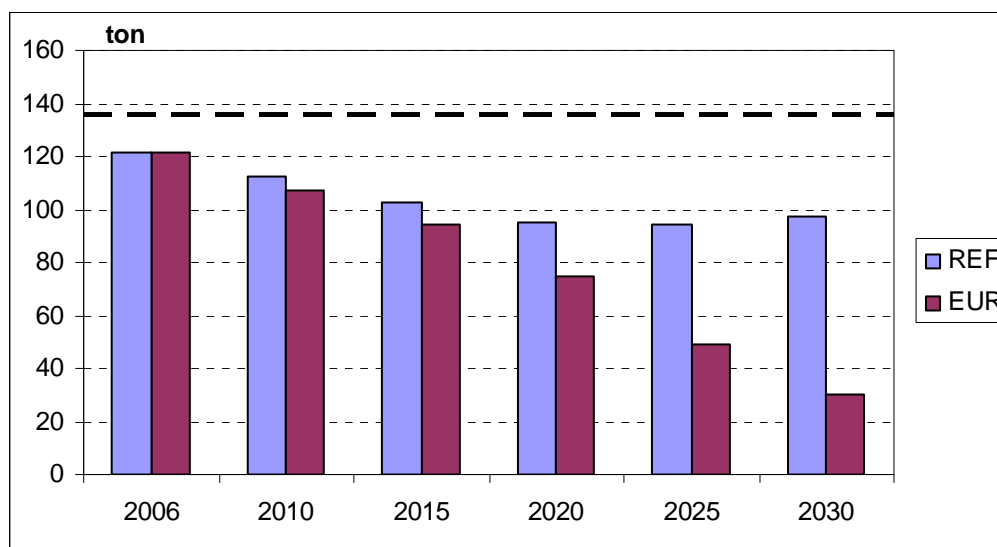
Voor fijn stof (TSP, PM10 en PM2,5) zijn initieel dezelfde observaties geldig als voor CO en NMVOS: een initiële daling onder invloed van efficiëntieverbetering en emissiestandaarden. Na 2016 versterkt de dalende trend in tegenstelling tot CO en NMVOS door de introductie van de Stage IIIb-emissiestandaard. Dit resulteert in een daling van 75 % van de emissies in 2030 t.o.v. 2006 in het Europa-scenario. Het gebruik van biobrandstof, wat ook de directe emissies van fijn stof beïnvloedt, speelt ook een beperkte rol.

Figuur 62: Emissie van PM10 door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Figuur 63: Emissie van PM_{2,5} door de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

3.2.4 Emissies in relatie met indicatieve NEC-doelstellingen

Voor verschillende polluenten worden hier indicatieve emissieplafonds vooropgesteld, die kaderen in de zogenaamde National Emission Ceilings (NEC) voor 2020. Deze werden op Europees niveau voor België afgeleid en houden rekening met de TSAP-doelstellingen en het voorstel voor het Climate en Energy Package. Ze werden door MIRA omgerekend naar Vlaamse emissieplafonds. De emissieplafonds zijn echter nog niet definitief. In dit stuk bespreken we of de indicatieve doelstelling bereikt wordt voor NO_x, NMVOS, SO₂, PM_{2,5} en PM₁₀ en TSP.

Waar van toepassing werd in bovenstaande figuren een stippellijn toegevoegd. Deze lijn stelt de indicatieve NEC-doelstelling vast voor 2020. Gezien de vooropgestelde maatregelen, moeten de emissies van de verschillende modi onder deze target zitten. Een overzicht:

Tabel 46: Overzicht behaalde of niet behaalde indicatieve NEC-doelstellingen in het Europa-scenario (Vlaanderen, 2020)

Transportmodus	Polluent	indicatieve doelstelling gehaald	opmerkingen
Luchtvaart	NO _x	+	
	NMVOS	+	
	SO ₂	+	
	TSP	+	De doelstelling wordt gehaald, ook voor de totale emissies (niet-uitlaat meegerekend)
Spoor (enkel diesel)	NO _x	-	Overschrijding van 56 %
	NMVOS	+	
	SO ₂	-	Absoluut emissie cijfer is maar 0,65 ton en maakt maar 0,04 % uit van de totale SO ₂ -emissie van de sector transport
	PM2,5	-	overschrijding door niet-uitlaatemissies
	PM10	-	overschrijding door niet-uitlaatemissies
Zeevaart	NO _x	+	
	NMVOS	+	
	SO ₂	+	
	PM2,5	+	
	PM10	+	
Binnenvaart	NO _x	+	
	NMVOS	+	
	SO ₂	+	Absoluut emissiecijfer is bijna 0
	PM2,5	+	
	PM10	+	

Algemeen beschouwd kan gesteld worden dat de indicatieve emissiedoelstellingen in de meeste gevallen behaald worden, in sommige gevallen zelfs in ruime mate, bijvoorbeeld de meeste binnenvaartemissies. Enkel bij spoor worden verschillende indicatieve doelstellingen niet gehaald. Hoewel de overschrijdingen soms hoog zijn, moeten deze uitkomsten toch in een brede context gezien worden. In de indicatieve NEC-doelstellingen voor spoor worden enkel de emissies van de dieseltreinen in rekening gebracht. De meer milieuvriendelijke energiedrager elektriciteit wordt niet beschouwd bij de sector transport, maar bij de sector energie. De milieuprestaties van het spoor als geheel zijn dus beter dan deze analyse laat vermoeden. Voor NO_x en SO₂ is het aandeel spooremissies (dieseltreinen) in de totale transportsector relatief klein. Dit betekent dat een relatief grote procentuele overschrijding van de indicatieve doelstelling geen grote hoeveelheid emissies vertegenwoordigt. Bovendien wordt uitgegaan van een modale verschuiving van weg naar spoor (o.a. door de invoering van rekeningrijden) waardoor de activiteit (en dus emissies) op de weg afneemt, maar toeneemt bij het spoorverkeer. De toename van emissies bij spoorverkeer is echter kleiner dan de daling bij wegverkeer waardoor er netto een daling van emissies is. In feite moeten de indicatieve NEC-doelstellingen in die zin over de transportsector als geheel worden bekeken, om de gevolgen van verschuivingseffecten correct te kunnen bepalen. De globale evaluatie met inbegrip van wegverkeer wordt weergegeven in de samenvatting.

3.3 Effect op energienoden

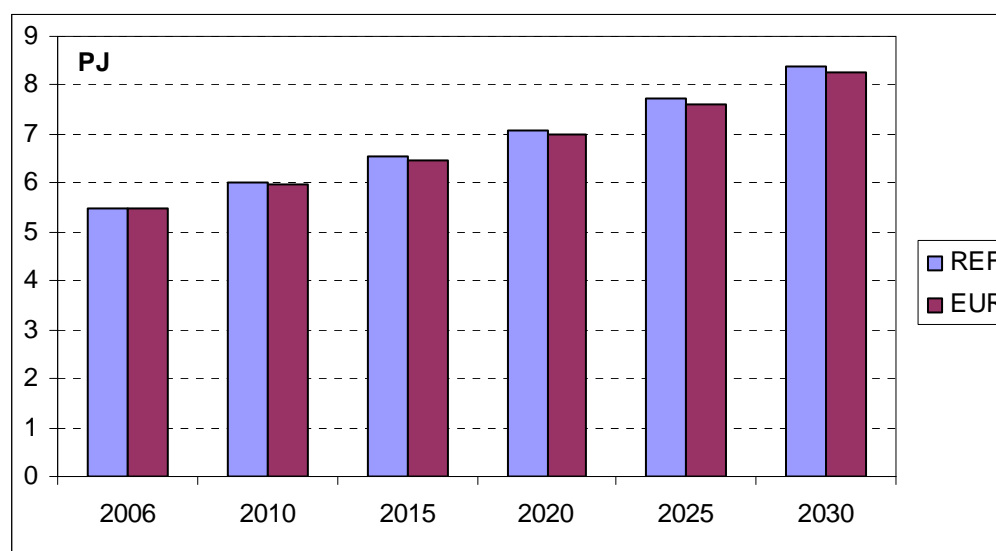
In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de verwachte energiegebruiken, per transportmodus en per energiebron. We evalueren de projecties in beide scenario's met de ambitie wat betreft gebruik van hernieuwbare energie. Een overzicht per transportmodus:

3.3.1 Luchtvaart

Het hier gerapporteerde energiegebruik is het energiegebruik gerelateerd aan de LTO-cyclus. In het totale energiegebruik voor heel Vlaanderen dat gerapporteerd wordt in het wetenschappelijk rapport van de sector energie (Lodewijks et al, 2009) wordt echter enkel rekening gehouden met het verbruik van de binnenlandse luchtvaart. Brandstof gebruikt door de internationale vluchten wordt als bunkerbrandstof beschouwd, los van het binnenlands verbruik.

Het energiegebruik in de luchtvaart blijft toenemen, ondanks de aangenomen efficiëntieverbetering en invoering van een ETS. Dit is een gevolg van de sterke stijging van de luchtvaartactiviteit. Het ETS in het Europa-scenario reduceert de transportvraag (en bijgevolg energiebehoefte) slechts in beperkte mate. (+/- 1,8 % in 2030). De energiedrager hier is kerosine. Er werd aangenomen dat biobrandstof in het onderzochte tijdsinterval geen rol van betekenis zal spelen, althans niet voor luchtvaart. In die zin wordt de doelstelling van het gebruik van minstens 10 % hernieuwbare energie voor luchtvaart niet gehaald.

Figuur 64: Energiegebruik van de luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: TREMOVE & eigen berekeningen TMLLeuven

3.3.2 Spoor

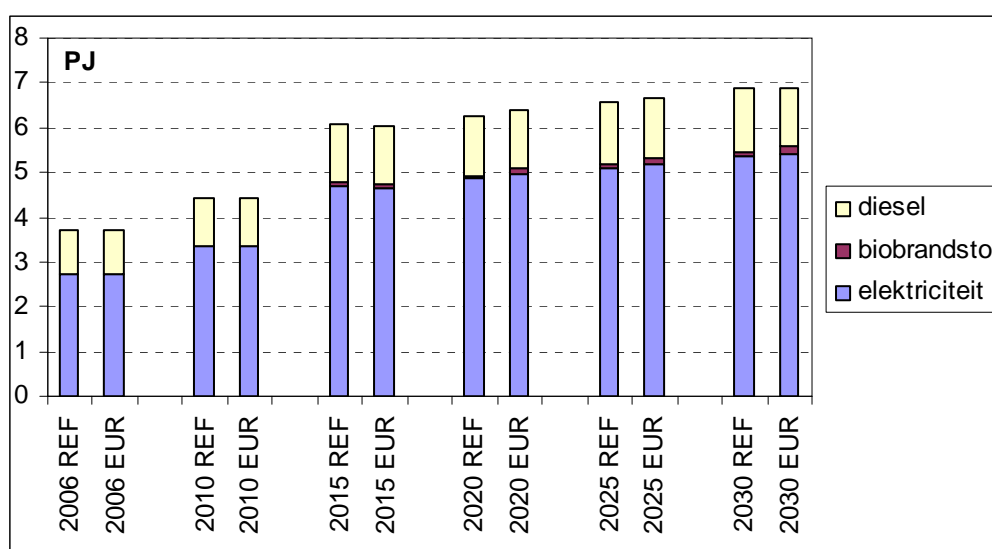
De totale energiebehoefte van spoorverkeer stijgt relatief sterk. We verklaarden eerder dat een toename van emissies deels een verschuiving is van weg naar spoor; voor energiegebruik is dit niet anders.

Zoals eerder aangegeven is in Vlaanderen de transportactiviteit via het spoor sterk geëlektrificeerd. Dit wordt duidelijk uit de energiebehoefte per energiedrager: elektriciteit is in beide scenario's in alle jaren veruit de belangrijkste energiebron voor spoor. In 2020 is de energiemix in het Europa-scenario: 77,7 % elektriciteit, 20,3 % fossiele diesel en 2 % biobrandstof. De energiebehoefte volgt ongeveer de activiteit die, in brutotonkilometers, voor

het totale passagiers- en goederentransport met 73 % toeneemt, hoewel er een efficiëntieverbetering wordt aangenomen door verbetering van de bezettingsgraad e.d. Er is een verschuiving van diesel naar biobrandstof merkbaar. Dit is een gevolg van het gebruik van biodiesel bij diesel-aangedreven locomotieven. Het aandeel ingemengde biobrandstof verschilt tussen referentiescenario en Europa-scenario.

Gegeven het feit dat in het Europa-scenario 22,3 % van de elektriciteit in 2020 hernieuwbaar geproduceerd wordt (zie wetenschappelijk rapport MIRA 2009 sector Energie, Lodewijks et al, 2009) en gegeven het aandeel van elektriciteit, diesel en biobrandstof (1^e en 2^e generatie) in het energiegebruik, wordt het aandeel groene energie berekend, rekening houdend met de gewichten die worden toegekend aan de verschillende groene energiebronnen: factor 1 voor 1^e generatie biobrandstof, factor 2 voor 2^e generatie biobrandstof en factor 1 voor elektriciteit². Het aandeel groene energie is dan de verhouding van (teller) som van het gewogen groene energiegebruik op (noemer) het totaal gewogen energiegebruik (ontwerp Richtlijn hernieuwbare energie, EU 2008c). In 2020 komt dit uit op 19,5 % wat ruim binnen de doelstelling ligt om 10 % hernieuwbare energie te gebruiken. De bijdrage komt voornamelijk van de groene elektriciteit (17,4 %); biodiesel speelt een beperkte rol (2,1 %).

Figuur 65: Energiegebruik van het spoor in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

3.3.3 Scheepvaart

Zeevaart

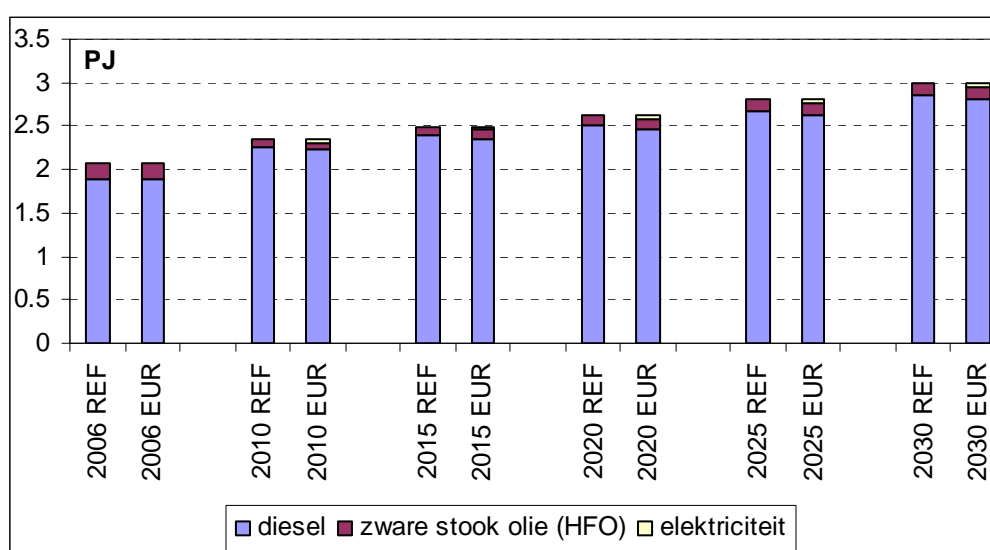
De totale energiebehoefte in zeevaart neemt toe over de jaren, onder impuls van de activiteit. Merk op dat 50,8 % van het brandstofverbruik afkomstig is van baggeractiviteit en zandwinning waarop geen verandering van activiteit werd aangenomen in de toekomst. Voor de koopvaardij wordt een toename van goederenoverslag van 80,2 % vastgesteld in 2020 t.o.v. 2005. De toename van het aantal scheepsmeldingen is beperkt tot 56,1 %. dit impliceert een schaalvergroting die ook gunstig is voor de brandstofefficiëntie. Behalve schaalvergroting treedt er ook een zekere efficiëntieverbetering op door verbetering van de motortechnologie waardoor de brandstofefficiëntie toeneemt. Dit is echter niet voldoende om de stijging van de energiebehoefte met de activiteit om te buigen tot een daling of zelfs maar te stabiliseren. Gezien we tussen referentie- en Europa-scenario geen verschillen in

² Enkel voor elektriciteitsgebruik bij wegverkeer wordt het energiegebruik uit groene elektriciteit gewogen met een factor 2,5

efficiëntie en vraag hebben verondersteld, is er enkel sprake van verschuiving tussen energiedragers. Er is een verschuiving van diesel naar elektriciteit vast te stellen door het gebruik van walstroom. Deze maatregel heeft slechts een beperkt potentieel voor het energiegebruik van de hier beschouwde 'binnenlandse' zeevaart gezien slechts een beperkt aantal schepen (die onder de noemer 'binnenlandse' zeevaart vallen) gebruik kunnen maken van walstroom. Voor zeevaart wordt geen gebruik van biobrandstoffen aangenomen.

Het is duidelijk dat de doelstelling met betrekking tot gebruik van hernieuwbare energie hier niet gehaald worden gezien er geen gebruik van biobrandstoffen verondersteld werd; in 2020 is het totaal aandeel elektriciteit kleiner dan 10 %: 94,1 % komt van diesel, 4,2 % van zware stookolie en slechts 1,7 % van elektriciteit door het gebruik van walstroom. Dit levert volgens de eerder vermelde wegingen voor de berekening van groene energie een aandeel van 0,4 % in het Europa-scenario in 2020, ver onder de doelstelling van 10 %.

Figuur 66: Energiegebruik van de zeevaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



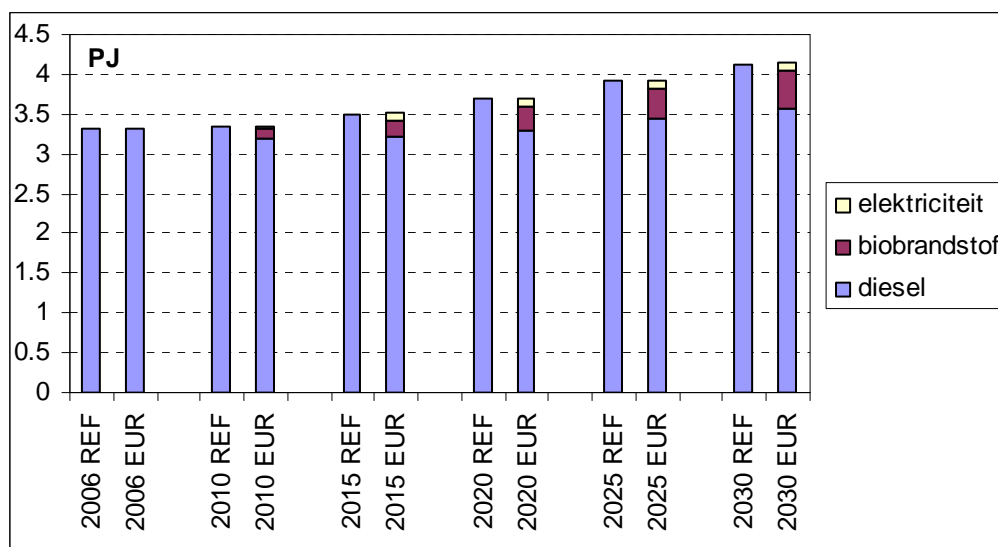
Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

Binnenvaart

Ook bij binnenvaart neemt de energiebehoefte toe in de tijd. De vraageffecten als gevolg van modal shift maatregelen (rekeningrijden) zijn beperkt, waardoor de totale energiebehoefte tussen referentie- en Europa-scenario niet veel verschilt. De gebruikte energiedrager verschilt wel: er is een verschuiving naar biobrandstof en een kleinere verschuiving naar elektriciteit door de introductie van walstroom.

Biobrandstof zorgt in 2020 in het Europa-scenario voor 8,6 % van de totale energiebehoefte van de binnenvaart; elektriciteit, uit walstroom, levert een beperkte bijdrage van 2,5 % aan de totale energiebehoefte. Samen, rekening houdend met het aandeel groene elektriciteit en de wegingsfactoren voor de berekening van groene energie komt binnenvaart net onder de doelstelling uit met 9,9 % van de totale energiebehoefte in 2020 in het Europa-scenario.

Figuur 67: Energiegebruik van de binnenvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & eigen berekeningen TMLLeuven

3.4 Implementatiekosten

De implementatie van de bijkomende maatregelen in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario gaan gepaard met bijkomende kosten. Mogelijk zijn er terugverdieneffecten door het uitsparen van brandstofkosten. In dit hoofdstuk trachten we deze kosten te kwantificeren, rekeninghoudend met de mogelijke terugverdieneffecten, om zo te kunnen vaststellen welke maatregelen het duurst zijn en welke het goedkoopst. Dit geeft een indicatie voor beleidsmakers op welke maatregel best eerst gefocust kan worden. Merk op dat de maatregelen verschillende pollutanten treffen. Bijvoorbeeld de verlaging van het zwavelgehalte beïnvloedt de SO₂-emissies; de emissiestandaarden beïnvloeden de NO_x-emissies.

Een overzicht van maatregelen waarvan de kosten in dit stuk beschouwd worden, per modus:

- **Luchtvaart:** De enige maatregel die hier onderzocht wordt, is de introductie van het ETS. De autonome verbetering van de brandstofefficiëntie wordt niet beschouwd als een kost aangezien de sector zelf deze trend aanstuurt. Als we aannemen dat de sector opereert onder de principes van de vrije markt, mag aangenomen worden dat de toegenomen productiekosten (en ontwikkelingskosten) voor vliegtuigen met een betere brandstofefficiëntie de besparingen op brandstofkosten door operatoren juist compenseren.
- **Spoor:** Het gebruik van biobrandstof betekent een meerkost voor de operatoren, aangezien biodiesel meer kost dan conventionele diesel. Ook het effect van de modale verschuiving van weg naar spoor onder invloed van rekeningrijden voor vrachtwagens kan een kost (of baat) tot gevolg hebben.
- **Zeevaart:** Voor zeevaart worden 3 maatregelen beschouwd:
 - Verlaging van het zwavelgehalte van de brandstof: laagzwavelige brandstof is duurder gezien een bijkomende ontzwavelingsbehandeling nodig is bij raffinage.
 - Emissiestandaarden voor NO_x: het gebruik van nabehandelingstechnieken of motortechische veranderingen om deze standaarden te behalen, hebben een kost tot gevolg.

- Walstroom: de infrastructuur voor walstroom heeft een zekere kost. Ook wordt rekening gehouden met een *verplaatsing* van de energiekost: van diesel of stookolie naar (net-)elektriciteit.
- **Binnenvaart**: 5 verschillende maatregelen worden onderzocht:
 - Een verlaging van het zwavelgehalte tot 10 ppm: zoals eerder aangegeven is laagzwavelige brandstof duurder.
 - Emissiestandaarden voor NO_x: deze emissiereductietechnologieën zijn vergelijkbaar met deze voor zware vrachtwagens, die in het verleden al werden doorgevoerd om de euronormen te behalen.
 - Walstroom: analoog aan zeevaart, al is de vereiste infrastructuur niet dezelfde als bij zeevaart.
 - Biobrandstof: dit is analoog aan biobrandstof bij spoor.
 - Modale verschuiving onder invloed van rekeningrijden: De kost (of baat) voor deze maatregel wordt samen beschouwd met de kost (of baat) voor spoor.

We bekijken in detail de kosten van deze maatregelen per transportmodus:

3.4.1 Luchtvaart

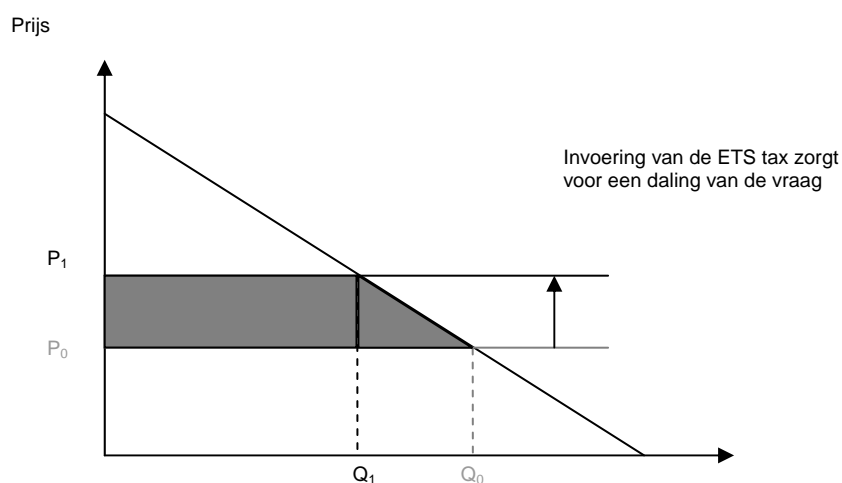
De implementatie van een ETS heeft twee gevolgen: Ten eerste is er een bijkomende heffing, als gevolg van de aankoop van CO₂-kredieten door de sector. Deze kost wordt doorgerekend aan de consument en resulteert in hogere ticketprijzen. Ten tweede zal door de verhoging van de ticketprijzen de vraag licht dalen. We stelden reeds vast in de scenariobesprekingen dat het effect beperkt bleef tot een daling van 1,8 % ten opzichte van het referentiescenario in 2030.

De emissieheffing kan niet als een kost beschouwd worden, gezien de opbrengsten van het systeem terug geïnvesteerd worden. Hierbij wordt verondersteld dat er geen verdelingseffecten zijn tussen landen en dat de overheid de vrijgekomen middelen gebruikt in nuttige projecten of belastingverlagingen.

Onder de aanname dat er perfecte competitie is in de luchtvaartsector is er geen verlies bij de vliegtuigmaatschappijen, gezien de extra heffing wordt doorgerekend in de ticketprijzen. Er is echter wel een kost voor de consument aangezien de ticketprijzen stijgen. Dit is in feite de daling van het consumentensurplus.

Beide effecten zijn opgenomen in onderstaande grafiek:

Figuur 68: Theoretische berekening effect ETS



De kost van de maatregel is dan het verlies aan consumentensurplus min de opbrengsten van de heffingen. Dit komt overeen met het oppervlak van de driehoek $(P_1 - P_0) \cdot (Q_1 - Q_0) / 2$, aangenomen dat de vraagcurve, waar de vraagverandering optreedt, lineair is.

Het verschil in prijs is niets anders dan de gemiddelde prijsstijging als gevolg van de emissieheffing; deze kost varieert over de jaren onder invloed van de variërende marktprijs van een CO₂-emissierecht. De aannames hiervoor werden uitgewerkt in het stuk over de energiesector; in onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de resulterende meerprijs, omgezet naar € per passagierkilometer:

Tabel 47: Overzicht gemiddelde meerprijs ticket door het ETS

jaar	taks (€/pkm)
2010	0,0028
2015	0,0033
2020	0,0042
2025	0,0045
2030	0,0048

Voor de transportvraag wordt gebruik gemaakt van de gegevens in TREMOVE. De veranderingen in de vraag werden berekend in een eerder stuk; samengevat geeft dit volgende verschillen:

Tabel 48: Transportvraag luchtvaart in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2007, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

jaar	REF (miljoen pkm)	EUR (miljoen pkm)
2007	7022	7022
2010	7584	7505
2015	8623	8515
2020	9804	9649
2025	11146	10957
2030	12672	12443

Merk op dat deze volumes ook de activiteit buiten de LTO-cyclus opnemen, aangezien er door de invoer van de maatregel logischerwijs ook daar vraageffecten zijn. Enkel de effecten op de markt van personenverkeer werden beschouwd (gezien TREMOVE vrachtluchtvaart niet beschouwt). Een belangrijke opmerking hierbij is dat aangenomen werd dat het ETS in heel Europa geldig is. Dit is van belang voor de berekening van de kost (nl. van toepassing op alle intra-EU vluchten) maar ook voor het effect op de vraag. Een ETS enkel voor Vlaanderen geeft ook effecten op luchthavenkeuze door de consument.

Hierbij zijn alle gegevens bekend en kan de vergelijking ingevuld worden; Indien de som wordt gemaakt voor alle jaren, brengt dit een totale kost op van **6,6 miljoen €** (in €2005) voor de periode 2010-2030.

3.4.2 Spoor

Twee maatregelen worden onderzocht: het effect van de modale verschuiving en het effect van biobrandstof.

De kosten voor de modale verschuiving worden later in dit hoofdstuk apart beschouwd, gezien hierbij 3 modi betrokken zijn: weg, spoor en binnenvaart.

De berekening van de implementatiekosten van biobrandstof gebeurt analoog als bij wegverkeer. De kosten worden bepaald door de meerprijs voor de productie van biobrandstof te vermenigvuldigen met het (bio-)brandstofverbruik. Merk op dat belastingen en subsidies niet worden meegerekend in de optelsom, aangezien taksen en subsidies voor de maatschappij een nuloperatie zijn.

Voor spoor zou het gebruik van biobrandstof een verschuiving zijn van conventionele diesel naar biodiesel. We hernemen de relevante data uit Tabel 27:

Tabel 49: Evolutie van de energieprijzen van biodiesel en conventionele diesel (België, 2015, 2020, 2025, 2030)

euro/GJ	2015	2020	2025	2030
diesel	20,65	21,79	22,21	22,39
biodiesel (B100)	25,95	24,43	24,43	24,43

Door de verhoogde inmenging van biodiesel in de spoordiesel, zal de prijs van gebruikte brandstof voor spoor proportioneel mee stijgen met boven vermelde eenheidsprijzen.

Uit de gegevens van Tabel 49 en het eerder berekende energieverbruik kan het verschil in brandstofkost tussen de 2 scenario's berekend worden. Dit geeft de kost voor het meergebruik van biobrandstof impliciet weer. Het gebruik van biobrandstof levert een meerkost op van **2,9 miljoen €** (in €2005) in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario.

Merk op dat we hierbij aannemen dat (ten minste) het verschil in kostprijs tussen conventionele- en biodiesel hetzelfde is voor spoor als voor wegverkeer. Door de toename

van de activiteit is er ook in totaal een toename van het brandstofverbruik in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario; de kost van enkel de maatregel biobrandstof wordt daarom berekend door het verschil in aandeel biobrandstof, in referentie- en Europa-scenario, toe te passen op het totale energiegebruik in het Europa-scenario. Op deze manier worden maatregelen die het volume verhogen of de efficiëntie verbeteren niet meegenomen in de berekende kost.

3.4.3 Zeevaart

Verlaging van het zwavelgehalte

De verlaging van het zwavelgehalte van maritieme brandstof heeft een kost tot gevolg. De berekening van deze kost is niet eenvoudig, gezien de huidige maritieme brandstof die aan 0,1 % zwavel voldoet, enkel marine gasolie is (MGO), wat nu slechts beperkt wordt gebruikt omwille van de hoge prijs. Indien de maatregel (0,1 % voor SECA's en 0,5 % daarbuiten) echter algemeen wordt, dan kunnen mogelijk nieuwe ontzwavelingstechnieken hun intrede doen, waardoor de kost lager is dan de actuele kost voor MGO.

Momenteel bestaan de volgende maritieme brandstoffen op de markt:

1. HFO of Heavy Fuel oil: dit is een restproduct van raffinage. Het gemiddelde zwavelgehalte bedraagt 2,7 %. In principe kan HFO ook nog verder onderverdeeld worden volgens verschillende brandstofpercentages.
2. MDO: Marine diesel olie: dit is een distillaat gewonnen door raffinage van ruwe olie. Het gemiddelde zwavelgehalte loopt uiteen van 0,5 tot 1,5 %.
3. MGO: Marine Gasolie: dit is ook een distillaat met typisch een zwavelgehalte lager dan 0,2 %.

Gezien de evolutie van de brandstofprijzen moeilijk te voorspellen is, zeker in het kader van een grote verschuiving naar laagzwavelige brandstof onder invloed van de regelgeving, wordt als conservatieve aanname een representatie van de actuele brandstofprijzen genomen. Hierbij worden in het slechtste geval de kosten overschat. Merk op dat de absolute cijfers zelf minder belangrijk zijn maar dat het verschil tussen brandstoftypes de kost van deze maatregel bepaalt.

De bovengenoemde brandstoftypes zijn vrij te verkrijgen en de prijs wordt bepaald volgens marktprincipes. De prijzen voor deze brandstof kunnen teruggevonden worden op www.bunkerworld.com.

Een recente studie uit de VS deed een gelijkaardige berekening om de kost van deze maatregel te bepalen (Huang, 2008). We nemen de gerapporteerde brandstofprijzen uit deze studie over voor onze analyse.

Tabel 50: Brandstofprijzen voor verschillende scheepsbrandstoffen en meerkost voor verschuiving tussen types (\$/ton)

	geschat % S	prijs (\$/ton)
HFO hoog S	2,7 %	201
HFO laag S	1,5 %	260
MDO	1,0 %	403
MGO	0,1 %	421
meerkost HFO laag S => MGO	1,5 % => 0,1 %	161
meerkost MDO => MGO	1 % => 0,1 %	18

Gezien de nationale scheepvaart onder de SECA regelgeving valt - de Noordzee valt onder de SECA sinds augustus 2007 - bekijken we de meerkost voor de daling van het zwavelgehalte van 1,5 % tot 0,1 % in 2015, voor zowel HFO als MDO.

De implementatie van de wetgeving gebeurt deels stapsgewijs; eerst is er een daling tot 1 % vanaf 2010, daarna is er een geleidelijke verstrenging tot 0,1 % in 2015. Aangenomen dat deze overgangsfase lineair gebeurt wat betreft het toegelaten zwavelgehalte en met de omrekening van \$ naar €³, komen we tot volgende tabel voor implementatiekost:

Tabel 51: Implementatiekost per jaar in €/ton

	% S	kost HFO (€/ton)	kost MDO (€/ton)
2010	1,00	44,23	0,00
2011	0,82	60,15	2,77
2012	0,64	76,08	5,54
2013	0,46	92,00	8,31
2014	0,28	107,92	11,08
>=2015	0,10	123,85	13,85

Het brandstofverbruik, voor type MDO en HFO, werd eerder berekend. Als we bovenstaande aannames aanhouden voor de meerkost voor eenheid van brandstof, levert deze maatregel een totale kost op van **21,4 miljoen €** (in €2005) voor de periode 2010 tot 2030.

Emissiestandaard

Dit zijn in feite 2 emissiestandaarden, in 2 fases:

- NO_x: Tier II: maximum 14,4 g/kWh in 2011 (voor nieuwe schepen);
- NO_x: Tier III: maximum 3,4 g/kWh in 2016 (voor nieuwe schepen) in Emission Control Areas (ECA).

De kosteneffectiviteit van NO_x-emissiereducties in zeevaart werd in het verleden in verschillende studies onderzocht. Een recente studie van CE Delft (Faber et al., 2008) vat deze samen en geeft een overzicht van de kosten voor verschillende NO_x-emissiereductietechnieken. In onderstaande tabel een overzicht van deze technologieën en corresponderende kosten.

Tabel 52: Overzicht belangrijkste emissiereductietechnieken met bijhorend reductiepotentieel en kosten

techniek	emissiereductie	kost (€/ton brandstof)
slide valves	-20 %	0,18
advanced IEM	-30 %	1,2
SCR	-90 %	41

Bron: CE Delft (Faber et al., 2008)

De kosten van de twee NO_x-emissiestandaarden worden dan berekend door eerst de relatieve emissiereductie in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario te bepalen en dit in relatie te leggen met bovenstaande reductiepercentages-kosten verhouding.

De TIER II standaard komt overeen met een reductie van ongeveer 10 %, terwijl TIER III ongeveer 80 % lagere emissies geeft in vergelijking met het referentiescenario. Merk op dat dit reductiepercentages zijn voor nieuwe schepen. Deze percentages komen niet exact overeen met de technieken dus dienen de kosten voor de 2 emissiestandaarden geschat te

³ Een conversiefactor van 1,3 \$/€ werd aangenomen

worden. Arbitrair kiezen we voor TIER II een kost van 0,1 €/ton brandstof, (lineair geïnterpoleerd tussen 20 % en 0 %); voor TIER III een kost van 35 €/ton brandstof, (lineair geïnterpoleerd tussen 90 % en 0 %).

Uit EMMOSS wordt dan het brandstofverbruik per leeftijdscategorie, en dus al dan niet TIER II / III conform, berekend. Vermenigvuldiging van dit brandstofverbruik met vastgestelde kosten per eenheid van brandstof, levert de totale kost voor deze maatregel en bedraagt **11 miljoen €** (in €2005) voor de periode 2010 tot 2030. Merk op dat TIER III hierbij meer dan 99 % van de totale kost van deze maatregel vertegenwoordigt.

Walstroom

Kosten van walstroom in havens werd in het verleden onderzocht door CE Delft (Faber et al., 2008) en ENTEC (Whall, 2005). De eerste studie onderzocht verschillende case studies in Scandinavië en concludeerde dat het gebruik van walstroom voor ferry's en roroschepen 2 tot 4 keer duurder is dan het opwekken van elektriciteit door generatoren aan boord van het schip, indien stookolie wordt gebruikt als brandstof. Bij het gebruik van MGO is dit een factor 1,5. De Scandinavische voorbeelden zijn echter niet te veralgemenen omdat haveninvesteringen relatief laag waren, door lokale harmonisatieregels, en de in de case studies aangenomen brandstofprijzen achterhaald zijn.

ENTEC onderzocht de kosten meer in detail en splitst op in kosten voor haven en voor het schip. De kosten voor de haven zijn de investeringen in infrastructuur en onderhoud, de kosten voor het schip zijn deels investeringen en het verschil in energieprijzen tussen diesel/stookolie (voor eigen generatoren) en elektriciteit (bij walstroom). De studie berekende de gemiddelde kost voor de haven op 56 644 € per kaai per jaar voor de bouw en afschrijving van de infrastructuur en de kost voor het schip op 20 287 € per schip per jaar voor infrastructuur- en energiekosten. ENTEC veronderstelt het gebruik van de kaaimuur op gemiddeld 8,76 verschillende schepen per kaaimuur en komt zo op een totale jaarlijkse kost van 234 356 € per kaai per jaar.

EMMOSS berekent het aantal scheepsmeldingen voor het Europa-scenario. In onderstaande tabel is het aantal scheepsmeldingen samengevat:

Tabel 53: Geschat aantal scheepsmeldingen in Vlaamse havens per jaar (2010-2030)⁴

scheepstyp e	Haven	2010	2015	2020	2025	2030
passagier	Antwerpen	3	2	2	2	2
	Gent	0	0	0	0	0
	Oostende	1	1	1	1	1
	Zeebrugge	5	5	4	4	4
roro	Antwerpen	30	36	39	41	44
	Gent	4	5	6	6	6
	Oostende	7	8	8	9	9
	Zeebrugge	30	37	40	43	46

Gezien het beperkte aantal scheepsmeldingen (omdat voor MIRA 2009 enkel nationale zeevaart wordt beschouwd), mag verondersteld worden dat één kaaimuur per haven volstaat. Het is niet duidelijk hoeveel verschillende schepen deze scheepsmeldingen vertegenwoordigen. Roro's en passagierschepen volgen meestal een vast traject waardoor eenzelfde schip meermaals per jaar (in sommige gevallen per week) aanmeldt in dezelfde haven. We veronderstellen in dit geval een totaal van 10 schepen voor de 4 Vlaamse havens,

⁴ Enkel nationale scheepsmeldingen zijn opgenomen in de tabel. Dit zijn scheepsmeldingen van reizen tussen Vlaamse havens.

voor alle jaren. Hierdoor komt de totale kostprijs van deze maatregel op ongeveer 430 000 € per jaar en **8,6 miljoen €** (in €2005) voor de periode 2010-2030.

Dit cijfer moet echter genuanceerd worden. De toepassing van walstroom, enkel voor schepen in nationale scheepvaart in Vlaanderen, is niet zinvol. Zoals eerder aangegeven valt het merendeel van de scheepsmeldingen in Vlaanderen onder internationale scheepvaart, namelijk schepen met een herkomst of bestemming in het buitenland. Gegeven de beperkte nationale scheepsmeldingen zou de kost voor de investering in walstroom veel hoger zijn dan deze berekening aangeeft. Dit is overigens ook een bemerking in [Faber et al., 2008]. Indien het gebruik van walstroom voor nationale scheepvaart samengaat met het gebruik voor tevens internationale scheepvaart, kunnen deze cijfers een goede indicatie geven van de kost.

3.4.4 Binnenvaart

Voor binnenvaart worden de kosten voor 4 maatregelen berekend; de kosten als gevolg van de modale verschuiving worden apart beschouwd.

Een verlaging van het zwavelgehalte tot 10 ppm

Gelijkaardig aan zeevaart wordt ook voor binnenvaart een strengere norm opgelegd voor het maximale zwavelgehalte van de brandstof. Toch verschilt deze maatregel wezenlijk van die bij zeevaart. In binnenvaart worden namelijk enkel distillaten, in feite steeds diesel, gebruikt als brandstof. Bij zeevaart wordt vaak ook stookolie gebruikt, wat veel goedkoper is, maar een hoger zwavelgehalte heeft. De meerkost voor zeevaart ligt vooral in de verschuiving van het gebruik van stookolie naar distillaten. De eerder vastgestelde meerkost voor een verlaging van het zwavelgehalte tot 0,1 % voor zeevaart zijn voor binnenvaart dus niet van toepassing.

Voor de schatting van de meerprijs van 10 ppm zwavel brandstof in binnenvaart wordt een "discussion paper" van INE (Inland Navigation Europe) als bron gebruikt (INE, 2007). INE maakt gewag van een prijsstijging van de brandstof van 25€ per 1000 liter.

Het totale brandstofverbruik van de binnenvaartsector in Vlaanderen werd eerder berekend; De totale kost van deze maatregel wordt geschat op **48 miljoen €** (in €2005) voor de periode 2012 tot 2030.

Merk op dat door de toename van de activiteit er ook in totaal een toename is van het brandstofverbruik in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario; Hetzelfde probleem deed zich voor bij de berekening van de kost van het gebruik van biobrandstof bij spoor. Daarom werd de kost berekend op het totale brandstofverbruik in het Europa-scenario.

Emissiestandaarden voor NO_x

In het kader van de lopende studie over de aanpassing van de EU-richtlijn voor emissieregelgeving van "non-road mobile machines" (NRMM) werd informatie vergaard over de implementatiekost van deze emissiestandaard. Bij het schrijven van dit rapport is er nog geen consensus over het kwantificeren van deze kost; we kunnen echter op basis van vergaarde gegevens en expertopinie een goede inschatting maken van de kost.

De initiële opstartkost van de maatregel wordt geschat op 5 000 € per schip; de jaarlijkse kost (o.a. onderhoud en gebruik van ureum in de nabehandelingstechniek) bedraagt 25 000 € per schip per jaar. Aangenomen dat de typische levensduur van een binnenvaartmotor ongeveer 10 jaar is⁵ levert dit een totale kost op van 255 000 € per schip.

Om de totale kost te berekenen, moeten we het aantal nieuwe motoren per jaar in de Vlaamse binnenvaartvloot bepalen. Volgens expertopinie (EUROMOT (2009)) worden per jaar ongeveer 200 à 300 nieuwe binnenvaartmotoren verkocht in Europa, waarvan de helft in

⁵ bron : EMMOSS

Nederland. Aangenomen dat de relatie activiteit en vloot proportioneel is, kan gesteld worden dat Vlaanderen ongeveer 10 % van deze verkopen vertegenwoordigt. We schatten in die zin het aantal nieuwe binnenvaartmotoren in Vlaanderen in op 25 per jaar.

Gegeven de implementatiedatum van 2016, wordt deze maatregel geschat op een totale kost van **89 miljoen €** (in €2005) voor de periode 2016 tot 2030.

Walstroom

Zoals bij zeevaart, wordt ook in binnenvaart walstroom naar voor geschoven als een emissiereductie optie. Hoewel de maatregel hetzelfde principe hanteert, zijn de kosten in het geheel niet vergelijkbaar. Waar een zeeschip hogere verbruiken noteert en daarom speciale voorzieningen nodig heeft wat betreft elektriciteitsbevoorrading, is dit voor een binnenschip niet meer dan het verbruik van een gemiddeld huishouden. Dit heeft een grote impact op met name de investeringskost die noodzakelijk is voor het ter beschikking stellen van walstroom.

In de literatuur werd geen studie gevonden die de investeringskost en de gebruikskost, in feite het verschil in gebruikskost vergeleken met gebruik van eigen generatoren, voldoende heeft onderzocht. Om deze reden kan in deze studie geen zinnige uitspraak gedaan worden over de kost (of baat) van deze maatregel.

Biobrandstof

Analoog aan de berekening van de kost voor het gebruik van biobrandstof in spoor, wordt ook de meerkost bij binnenvaart berekend. Ook hier nemen we aan dat het verschil in kostprijs tussen conventionele- en biodiesel hetzelfde is als voor weg diesel.

De berekening van de kost gebeurt door het energiegebruik te splitsen over biodiesel en conventionele diesel, volgens de aandelen in het referentie- en Europa-scenario. Hieruit wordt de kost berekend in beide scenario's. In dit geval is er geen biobrandstof in het referentiescenario. Effecten van andere maatregelen die de vraag beïnvloeden (bv. Rekeningrijden) worden vermeden door de verhouding toe te passen op het energiegebruik in het Europa-scenario. De kost van deze maatregel komt op **20 miljoen €** (in €2005).

De meerkost van biobrandstof bij binnenvaart is aanzienlijk hoger dan bij spoor. Enerzijds komt dit omdat bij binnenvaart, in tegenstelling tot spoor, er in het referentiescenario geen biobrandstof wordt aangenomen. Anderzijds is het totaal dieselverbruik bij binnenvaart veel groter.

3.4.5 Intermodaal

In het Europa-scenario wordt voor wegverkeer rekeningrijden ingevoerd. Hierdoor is er een modale verschuiving van vrachtverkeer van de weg naar spoor en binnenvaart. De berekening van de kost van deze maatregel kan niet afzonderlijk per transportmodus beschouwd worden gezien het effect van deze maatregel tegelijk zowel wegverkeer als spoor en binnenvaart raakt.

De berekening van de kost van deze maatregel is niet eenvoudig vast te stellen. De taks uit rekeningrijden moet als een opbrengst gezien worden, als aangenomen wordt dat de inkomsten van de heffingen door rekeningrijden efficiënt terug in de maatschappij worden geïnvesteerd. In feite is voor wegverkeer alleen dezelfde berekening geldig als aangegeven in Figuur 68. De verschillende transportmodi hebben verschillende typische kosten per eenheid van transport (bv. tonkm). Dit verschil in kost is echter ook een gevolg van bestaande taken. Als bijvoorbeeld het volume van wegverkeer afneemt door een bijkomende taks, betekent dit ook een daling van inkomsten voor de overheid (bv. brandstoftaksen); de andere modi zijn niet op hetzelfde niveau belast als wegverkeer, dus kan elk verlies van wegverkeer naar binnenvaart en spoor als een kost worden gezien, door het verlies aan belastingsinkomsten. Hier komt bij dat ook andere kosten dan transportkosten dienen opgenomen te worden in de berekening. Transporteurs kiezen voor een transportmodus, rekeninghoudend met, uiteraard, het verschil in transportkost, maar ook met

tijdskosten, stockage kosten, betrouwbaarheid e.d. Het is niet mogelijk deze kosten op te nemen in de berekening. Tot slot kan de toegenomen vraag in binnenvaart en spoor investeringen in infrastructuur vereisen. Deze kost moet - in principe - opgenomen worden in de eindberekening van de kost van deze maatregel. Deze cijfers zijn evenwel niet voorhanden.

Omwille van bovenstaande redenen is een eenvoudige berekening van de kost in het kader van deze studie niet mogelijk. Om toch een idee te geven van de kost van deze maatregel werd een beperkte literatuurstudie uitgevoerd naar meer diepgaande studies over kosten van maatregelen die een modale verschuiving bewerkstelligen.

Een studie die verschillende maatregelen voor de CO₂-reductie in transport onderzoekt (Wouters, 2007) naar kosteneffectiviteit geeft een waardering van 664€/ton voor modal shift maatregelen. Dit cijfer is zelf al gebaseerd op een screening van meerdere studies. Het is niet duidelijk welke modal shift maatregelen er beschouwd werden (belastingen, subsidies, infrastructuur ...) en de kosteneffectiviteit focust op CO₂, terwijl er ook positieve en negatieve effecten (kunnen) zijn op de andere pollutanten. Dit cijfer moet dan ook met enige vooringenomenheid gehanteerd worden in het kader van deze studie. Merk op dat deze maatregel volgens dezelfde studie als een eerder dure maatregel wordt beschouwd.

4 Samenvatting

4.1 De gebruikte modellen

Voor de berekening van de emissies en het energiegebruik van wegverkeer, luchtvaart, spoor, zeevaart en binnenvaart in Vlaanderen werd gebruik gemaakt van 3 modellen. Voor wegverkeer werden simulaties met MIMOSA gedaan, voor luchtvaart werd het REMOVE model gebruikt, voor spoor, zeevaart en binnenvaart werd EMMOSS gebruikt.

TREMOVE is een model om beleidseffecten mee door te rekenen, meer bepaald de effecten van vervoer- en milieubeleid in de transportsector. Het model berekent de vervoersvraag, modal shifts, de emissies en het welvaartseffect voor beleidsvragen zoals prijsbeleid, openbaar vervoerprijzen, emissienormen, subsidies voor schonere voertuigen etc. Voor het aspect luchtvaart betekent dit dat de stijging van transportkosten onder invloed van een extra heffing in het kader van het ETS de vraag beïnvloedt en ervoor zorgt dat korte vluchten verhoogde concurrentie krijgen van hogesnelheidstreinen. TREMOVE maakt een verschil tussen LTO en kruisvlucht; voor MIRA 2009 werden enkel de LTO-emissies in rekening gebracht.

Het TREMOVE model werd licht aangepast voor het gebruik binnen MIRA 2009. Luchtvaart in TREMOVE omvat enkel passagiersverkeer. De emissies van vrachtverkeer werden bijgeschaald op basis van gegevens uit de Emissie-inventaris Lucht.

Het emissiemodel EMMOSS heeft tot doel de emissies veroorzaakt door spoorverkeer, binnenvaart en zeevaart te bepalen, zowel voor personenvervoer als goederenvervoer voor het Vlaams grondgebied (Vanherle K. et al., 2007). Voor zeevaart houdt dit o.a. in de schepen varende tussen de Vlaamse Noordzeehavens en bijhorende emissies tijdens vaart en in de haven (dit zijn nationale zeevaartemissies, die voor MIRA relevant zijn). Voor Vlaanderen is dit met belangrijke havens als Antwerpen, Gent en Zeebrugge niet verwaarloosbaar in vergelijking met andere emissiebronnen. Het model wordt gebruikt om jaarlijks de emissies te inventariseren en scenario's te simuleren, rekening houdend met de technologische evoluties binnen de verschillende vervoersmodi. De opzet van het model is gelijkaardig aan TREMOVE: in 3 stappen worden de emissies bepaald. Eerst wordt de transportactiviteit berekend; in een tweede stap wordt deze toegedeeld aan de vloot, die voortdurend wijzigt van samenstelling in de tijd. Tot slot wordt met behulp van emissiefactoren, die compatibel zijn met de vlootsegmentatie, de emissies berekend.

MIMOSA is in staat om technologische maatregelen naar klimaat en milieu door te rekenen voor wegverkeer. Het emissiemodel kan outputcijfers genereren voor alle jaren gelegen tussen 1990 en 2030. Een eerste versie van het model (MIMOSA I) werd eind de jaren '90 ontwikkeld om enerzijds de emissie-inventaris Vlaanderen te verzorgen en anderzijds verschillende beleidsopties te evalueren op hun doeltreffendheid inzake energie- en emissiereductie. Sindsdien verfijnt en actualiseert VITO het model dat zowel op lokale, regionale als nationale schaal kan gebruikt worden in binnen- en buitenland. MIMOSA heeft 3 submodules: de historische mobiliteits-, de toekomstige mobiliteits- en de emissiemodule. De twee eerste behandelen de transportvraag en de vloot, in het verleden en in de toekomst. De emissiemodule vertrekt vanuit COPERT IV en houdt rekening met evoluties in emissiestandaarden, energie-efficiëntie en alternatieve energiebronnen.

4.2 Scenario's

We bekijken hier enerzijds de aannames i.v.m. de evolutie van de transportactiviteit en anderzijds de meest relevante beleidsmaatregelen die werden aangenomen. In het referentiescenario is dit het goedgekeurde beleid op 01/04/2008; in het Europa-scenario worden bijkomende maatregelen in acht genomen, die moeten helpen de indicatieve emissiedoelstellingen te behalen.

Voor het wegverkeer, het spoor en de binnenvaart werd de activiteit bepaald met behulp van een gespecialiseerd verkeersmodel, het multimodaal model Vlaanderen (MMM).

4.2.1 Beleidsmaatregelen & aannames

Per modus zijn volgende (belangrijkste) aannames opgenomen in de scenario's:

Luchtvaart

In het referentiescenario wordt een autonome verbetering van de brandstofefficiëntie aangenomen onder impuls van de stijgende brandstofprijzen. Brandstofkost is een belangrijke kostencomponent in de operaties van luchtvaartmaatschappijen dus is er vanuit de sector zelf, zonder stimuli van de overheid, al een sterke impuls om de brandstofefficiëntie te verbeteren. Dit heeft uiteraard een gevolg op de CO₂-emissies. Wat betreft andere emissies wordt geen verdere verbetering aangenomen.

Bijkomend wordt in het Europa-scenario aangenomen dat de luchtvaartsector deel uitmaakt van het ETS. Hierdoor stijgt de kostprijs van luchtvaarttransport en is er een afname van de vraag en een lichte verschuiving naar andere modi. Deze verschuiving is echter zeer klein (<1 %) en is daarom niet opgenomen in de emissieberekening van de andere modi. Het gebruik van biobrandstof in luchtvaart werd niet opgenomen.

Spoor

De bestaande emissiestandaarden conform Richtlijn 97/68/EC worden aangehouden in het referentiescenario. Dit heeft betrekking op de emissies van NO_x, CO, VOS en PM. Het zwavelgehalte van de gebruikte brandstof bedraagt 50 ppm tot 2008 en 10 ppm daarna (dit is niet hetzelfde als in wegverkeer, in wegverkeer werd rekening gehouden met het werkelijk zwavelgehalte). De inmengingsgraad van biobrandstof in spoordiesel wordt vastgelegd op 2,5 vol% in 2010 en 5 vol% vanaf 2015. Tot slot wordt in het referentiescenario aangenomen dat er een constante efficiëntieverbetering optreedt, in totaal 6 % in 2020 t.o.v. 2005. Dit kan onder andere door een verbetering van de bezettingsgraad, optimalisering van het netwerk e.d..

In het Europa-scenario wordt hier bovenop rekening gehouden met de invoering van rekeningrijden en de effecten hiervan op wegverkeer. Dit zorgt voor een modale verschuiving van weg naar spoor, waardoor de activiteit via het spoor, voor zowel passagiers als goederen, toeneemt. In 2020, wanneer zowel rekeningrijden voor goederen als voor personen is ingesteld, bedraagt de toename voor reizigers 2 % (in pkm) t.o.v. referentiescenario en voor goederen 1,5 % (in tonkm). Een verdere verstrenging van de emissiestandaarden zal in Vlaanderen weinig effect hebben gezien de NMBS-vloot recent werd vernieuwd. Om deze reden is dit niet opgenomen in de berekening. Het aandeel biobrandstof wordt 12 % in 2030 verondersteld.

In beide scenario's wordt geen verdere elektrificatie van de infrastructuur, en dus activiteit, verondersteld.

Zeevaart

Zowel de IMO als de Europese Commissie handhaven regelgeving wat betreft de emissies van zeevaart; een overzicht van de bestaande regelgeving die wordt opgenomen in het referentiescenario:

- MARPOL annex VI: dit is een emissiestandaard voor NO_x-emissies die door de IMO opgelegd wordt aan alle zeevarende schepen.
- SECA: sinds november 2007 geldt de Noordzee als een SECA-zone waardoor het zwavelgehalte van scheepsbrandstoffen in deze zones beperkt wordt tot maximaal 1,5 %.
- Europese richtlijn 2005/33/EG betreffende het zwavelgehalte van scheepsbrandstoffen. Hierin wordt bepaald dat vanaf begin 2010 het zwavelgehalte van scheepsbrandstof, gebruikt tijdens liggen aan de kade, maximaal 0,1 % mag bedragen. Deze wetgeving werd goedgekeurd vóór 01/04/2008 en wordt daarom opgenomen in het referentiescenario.

Onafhankelijk van bestaande wetgeving wordt er ook rekening gehouden met een schaalvergroting in de sector en een gestage verbetering van de brandstoffefficiëntie van nieuwe schepen, onder impuls van duurdere brandstof.

In het Europa-scenario worden 2 maatregelen toegevoegd aan het referentiescenario:

- Bijkomende IMO-regelgeving voor NO_x- en SO₂-emissies. Hierover vond de IMO in april 2008 een akkoord. De regelgeving omvat een maximum zwavelgehalte in de brandstof van 3,5 % in 2012 met progressieve vermindering tot 0,5 % in 2020. In SECA's, dus van toepassing voor Vlaanderen is dit maximum 1 % vanaf 1 maart 2010 en 0,1 % in 2015. Voor NO_x is er Tier II: maximum 14,4 g/kWh in 2011 (voor nieuwe schepen) en Tier III: maximum 3,4 g/kWh in 2016 (voor nieuwe schepen) in Emission Control Areas (ECA).
- Vanaf 2010 wordt gebruik van walstroom verondersteld bij het liggen aan de kade voor roro- en passagiersschepen. Bij walstroom gebruiken gedokte schepen elektriciteit van het net voor de energievoorziening in plaats van gebruik te maken van eigen generatoren die op diesel of stookolie draaien. Het effect hiervan is echter beperkt omdat 90 % van de schepen die vallen onder nationale rapportering (binnenlandse zeevaart d.w.z. vertrek en aankomst in een nationale haven) bagger- en sleepboten zijn.

Binnenvaart

In het referentiescenario wordt rekening gehouden met bestaande emissiestandaarden opgelegd door CCNR. De meest recente normen zijn ingegaan op 1/7/2007, namelijk de CCNR Stage II standaarden. Deze standaarden hebben invloed op NO_x, CO, VOS en PM-emissies. Naast motortechnologie is er ook regulering voor het zwavelgehalte van binnenvaarddiesel. Door de implementatie van Richtlijn 1999/32/EC mag het zwavelgehalte vanaf 01/01/08 maximaal 1000 ppm bedragen. Wat betreft efficiëntieverbetering wordt rekening gehouden met een nieuw gebruikte adviserende software met betrekking tot optimale motorbelasting n.l. Tempomaat. Deze techniek kan het brandstofverbruik met 10 % reduceren. Er wordt aangenomen dat de technologie sneller toegepast wordt bij grote schepen gezien de absolute winst voor deze schepen het grootst is. De effecten van een recent retrofitprogramma, waarbij oude motoren vervangen worden door nieuwe milieuvriendelijker motoren, werd ook opgenomen in het referentiescenario. Het gebruik van biobrandstoffen in binnenvaart is niet opgenomen in het referentiescenario.

In het Europa-scenario wordt dus uitgegaan van een iets grotere groei van binnenvaart ten opzichte van het referentiescenario o.i.v. rekeningrijden bij wegverkeer. In 2020 ligt de activiteit van de binnenvaart 0,2 % hoger. Behalve toename van activiteit worden 4 bijkomende maatregelen opgenomen in het Europa-scenario:

- Directive 97/68/EC legt bijkomende emissiestandaarden op vanaf 2016. Hoewel de standaarden geldig zijn voor PM, NO_x, NMVOS en CO is er enkel een merkbaar effect op NO_x en PM. Voor CO en NMVOS zijn geen inspanningen nodig gezien de huidige motortechnologie deze normen reeds behaalt. Vanaf 2016 werd in die zin voor NO_x een emissiefactor bepaald van 2 g/kg brandstof. Voor PM is dit 0,04 g/kg brandstof. Deze standaarden zijn een schatting gezien er bij het schrijven van dit rapport nog geen definitieve emissiestandaarden bekend zijn.
- Bijkomende wetgeving i.v.m. het zwavelgehalte legt vanaf 2012 het maximaal op 10ppm.
- De plannen voor het bouwen van walstroominfrastructuur voor binnenvaart worden ook opgenomen in het Europa-scenario. Gegeven aannames over het potentieel op gebied van uit te sparen brandstofverbruik en aantal aanmeerplaatsen die kunnen uitgerust worden, wordt het potentieel van deze maatregel geschat op 2,5 % in 2015.
- Het aandeel biobrandstoffen wordt volledig analoog verondersteld als bij het spoor en bedraagt dus 12 % in 2030.

Wegverkeer

Op vlak van technologie wordt in het referentiescenario een marktaandeel van nieuwe verkopen verondersteld dat in de lijn van de verwachtingen ligt gegeven het bestaande

beleid. Voor personenwagens zijn diesel (75 % in 2010) en benzine (24 % in 2010) de belangrijkste technologieën. Ook wordt de trend naar lagere motorisering meegenomen. Verder in de toekomst neemt het aandeel nieuwe technologieën steeds toe. Vooral hybrides nemen toe, maar ook elektrische voertuigen worden geïntroduceerd. Voertuigen op waterstof, LPG en CNG blijven marginaal. Binnen de groep van vrachtwagens is er enkel bij de lagere tonklassen een beperkte doorstoot van hybride technologie voorzien: van de nieuw verkochte voertuigen 5 % hybride diesel tegen 2025 en 10 % tegen 2030. Verder wordt rekening gehouden met de besliste emissiestandaarden (personenwagens en bestelwagens (t.e.m. Euro 6), zware vrachtwagens en bussen (t.e.m. Euro V) en brom- en motorfietsen (t.e.m. Euro 3). Ook wordt laagzwavelige brandstof (<10 ppm) langzaam geïntroduceerd vanaf 2006 om tegen 2009 de volledige markt in te vullen. Daarnaast is er een toenemende inmenging van biobrandstof van 2,5 % (diesel) en 3,5 % (benzine) in 2010 tot 5 % in 2013, waarna constant gehouden. Ten slotte wordt ook rekening gehouden met het ACEA-JAMA-KAMA convenant dat een maximum oplegt voor de CO₂-emissies van nieuwe personenwagens. De implementatie gebeurt op een realistische manier op basis van de trend van de laatste jaren (2002-2007).

Bijkomend wordt in het Europa-scenario rekening gehouden met:

- invoeren van rekeningrijden voor goederenvervoer vanaf 2012 en voor personenverkeer vanaf 2017;
- Euro VI standaard voor zware vrachtwagens en bussen vanaf 2014, waardoor de emissie van NO_x en PM verder zal verlagen;
- het realiseren van het verstrengd ACEA-convenant/regelgeving waardoor de CO₂-uitstoot van nieuwe personenwagens in de periode 2012-2030 drastisch zal verlagen;
- een hogere inmenging van biobrandstof in diesel: 5 % in 2010 tot 10,5 % in 2015 en 15 % in 2030, mede door toevoeging van 2^e generatie biodiesel vanaf 2020. Voor benzine is er 10 vol% bijmenging van bio-ethanol vanaf 2020.
- een grotere marktpenetratie van nieuwe technologieën (plug-in hybride, elektrisch, waterstof) in de vloot van personenwagens o.i.v. ecofiscaliteit;
- verschillende maatregelen die het brandstofverbruik verlagen: betere banden, aerodynamica bij zware vrachtwagens, ecodriving;
- de introductie van minder energieverblindende airconditioningsystemen in personenwagens.

Deze aannames werden in de rekenmodellen verwerkt waarmee emissies, energiegebruik en kosten berekend werden.

4.2.2 Activiteit

In onderstaande tabel is de evolutie van goederentransport gepresenteerd voor alle modi. Voor spoor en binnenvaart wordt tonkilometer gebruikt als indicator en is er in beide scenario's een gestage toename. De activiteit van het wegverkeer wordt uitgedrukt in vkm door onzekerheden bij de laadfactoren. De toename van activiteit, o.i.v. het systeem van rekeningrijden hier geïmplementeerd voor wegverkeer, is eerder beperkt. Voor zeevaart is tonkilometer geen goede indicator maar wordt typisch het aantal scheepsmeldingen gebruikt. In het geval van nationale zeevaart in Vlaanderen is dit echter ook niet gepast gezien meer dan 85 % van het brandstofverbruik afkomstig is van niet-koopvaardij, zijnde bagger- en sleepboten.

Tabel 54: Activiteit goederentransport in tkm (spoor-binnenvaart) in vkm (weg) en in meldingen (zeevaart) (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

		2006	2010	2015	2020	2025	2030
spoor	REF	4,32	4,52	5,43	5,60	5,97	6,37
(miljard tkm)	EUR	4,32	4,52	5,46	5,69	6,01	6,35
binnenvaart	REF	6,46	6,97	7,43	7,88	8,39	8,88

(miljard tkm)	EUR	6,46	6,97	7,45	7,90	8,41	8,90
weg	REF	12,37	13,40	15,20	16,35	17,02	17,63
(miljard vkm)	EUR	12,37	13,40	14,58	15,49	16,09	16,63
zeevaart	REF	1204	1436	1674	1780	1900	2037
(meldingen)	EUR	1204	1436	1674	1780	1900	2037

spoor bevat ook rangeeractiviteit en activiteit door andere operatoren dan NMBS

Bron: MMM-EMMOSS

Uit deze tabel blijkt dat het goederenvervoer voor alle modi blijft toenemen tot 2030. Het aantal vkm van het wegverkeer groeit met 34 % in 2030 t.o.v. 2006 in het Europa-scenario, het aantal tonkm stijgt met 47 % voor het spoor en met 38 % voor de binnenvaart. Ook het aantal scheepsbewegingen neemt sterk toe met 69 % in 2030 t.o.v. 2006. Rekeningrijden voor vrachtwagens heeft een kleine verschuiving van vervoer over de weg naar vervoer via spoor en binnenvaart tot gevolg. Het belangrijkste effect van rekeningrijden is een daling van de activiteit zonder een grote verschuiving naar andere modi.

Voor passagiersverkeer wordt de indicator personenkilometer gebruikt. In onderstaande tabel een overzicht van de activiteit.

Tabel 55: Activiteit personenvervoer in miljard pkm (spoor- gemotoriseerd wegverkeer) en bewegingen (luchtvaart) (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

		2006	2010	2015	2020	2025	2030
spoor	REF	6,66	8,58	12,65	13,24	14,08	14,92
(miljard pkm)	EUR	6,66	8,58	12,48	13,52	14,27	15,02
weg	REF	67,12	71,56	78,52	81,34	83,16	85,06
(miljard pkm)	EUR	67,12	71,56	77,71	78,59	80,31	82,10
luchtvaart*	REF	360	397	452	513	584	664
(bewegingen)	EUR	275	393	446	505	574	652
)	EUR	275	420	399	811	406	277

* Dit is zowel voor vracht als voor personen maar exclusief militair

Bron: MMM-EMMOSS-TREMOVE

Ook het personenvervoer blijft toenemen tot 2030 in de twee scenario's. Rekeningrijden, zoals hier geïmplementeerd, heeft een beperkt effect op het wegverkeer en spoorverkeer. Merk op dat luchtvaart een combinatie is van zowel vracht- als personenverkeer. De luchtvaartactiviteit neemt sterk toe met 81 % in 2030 t.o.v. 2006 in het Europa-scenario. De invoering van een ETS heeft slechts een beperkte invloed op de vraag (-1,8 % t.o.v. referentiescenario).

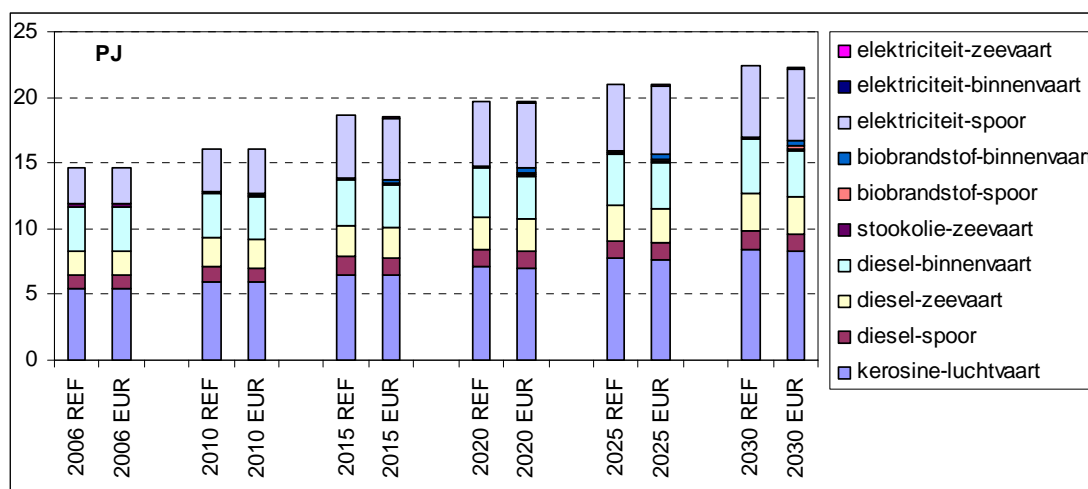
4.3 Resultaten

4.3.1 Energiegebruik en emissies

Om de evoluties van alle modi in detail te kunnen bekijken, geven we steeds eerst de resultaten van de niet-wegverkeer modi weer, waarna in de daaropvolgende figuur de resultaten van het wegverkeer worden toegevoegd.

We bekijken eerst de resultaten op vlak van energiegebruik voor de modi luchtvaart, spoor, binnenvaart en zeevaart in onderstaande figuur:

Figuur 69: Evolutie van energieverbruik per modus en energiedrager in referentie- en Europa-scenario, exclusief wegverkeer (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



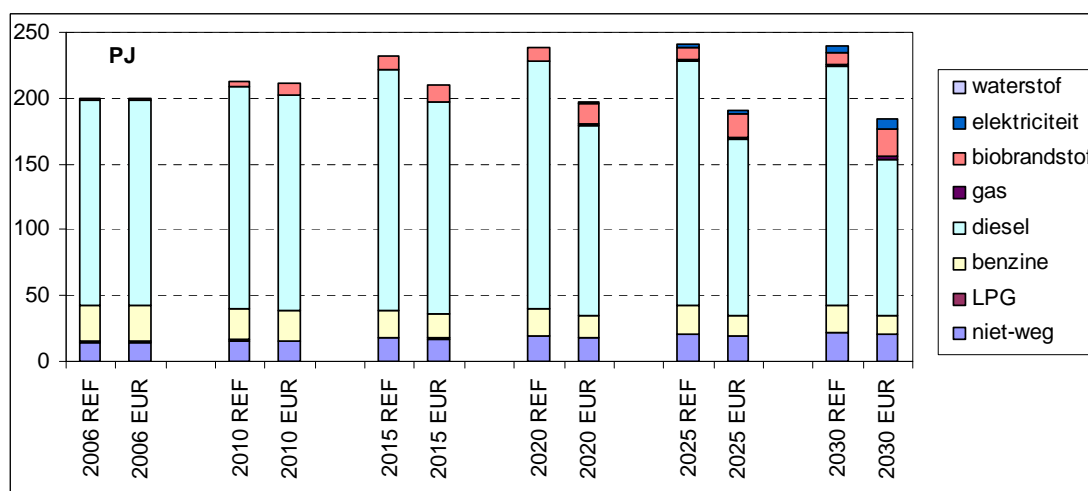
voor luchtvaart wordt het energieverbruik gerapporteerd dat gepaard gaat met het landen en opstijgen van vluchten vanuit Vlaamse luchthavens

Bron: EMMOSS & TREMOVE

De berekeningen wijzen uit dat de energiebehoefte van de hier beschouwde modi steeds verder stijgt met een toename van 52 % in 2030 t.o.v. 2006 in het Europa-scenario. De energievraag wordt bijna niet beïnvloed door de beleidsmaatregelen (-0,5 % in 2030 in het Europa-scenario t.o.v. de referentie). Dit is het resultaat van twee tegengestelde effecten: rekeningrijden zorgt voor een lichte toename van de activiteit die de daling van energiebehoefte door efficiëntieverbetering teniet doet. Hoe dan ook is het effect op de totale behoefte beperkt. De beleidsmaatregelen hebben een grotere impact op de brandstofmix op vlak van duurzaamheid: er is een verschuiving van fossiele diesel naar biobrandstof en elektriciteit.

In onderstaande figuur wordt energieverbruik wegverkeer toegevoegd aan de niet-weg modi:

Figuur 70: Evolutie van energieverbruik per energiedrager voor het wegverkeer en totaal energieverbruik voor niet-weg modi in referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



voor wegverkeer betreffen het data voor 2007 i.p.v. 2006

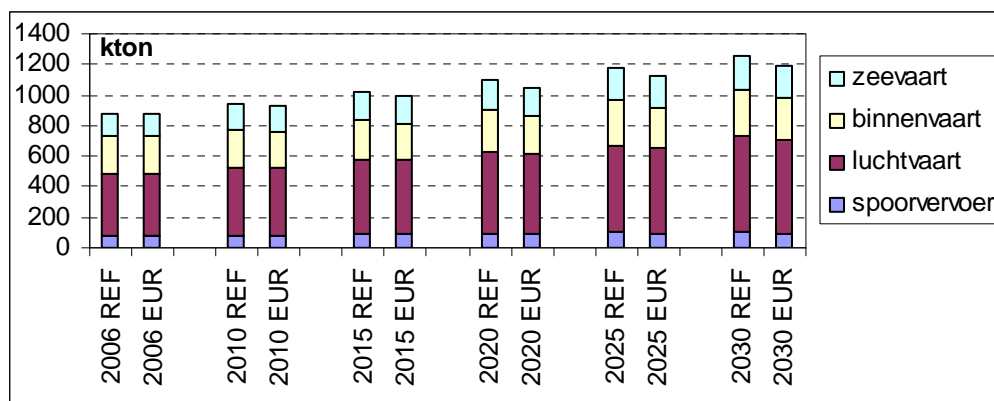
Bron: EMMOSS & TREMOVE & MIMOSA

Uit de figuur wordt meteen duidelijk dat wegverkeer steeds het merendeel van het energiegebruik in de transportsector vertegenwoordigt, met meer dan 90 % van de totale energiebehoefte van transport. Dit blijft bovendien min of meer ongewijzigd in de toekomst, hoewel het energiegebruik van niet-weg modi toeneemt. Diesel is de belangrijkste energiedrager al is er een geleidelijke verschuiving naar voornamelijk biobrandstof en in mindere mate naar elektriciteit. Door de daling van de energiebehoefte van wegtransport in het Europa-scenario, vooral onder invloed van een verdere verbetering van de energie-efficiëntie van personenwagens, is de totale energiebehoefte van de transportsector in 2030 8,7 % lager dan in 2006. Dit betekent dat de stijgende trend van energiegebruik omgebogen zou worden, indien de beleidsaannames in het Europa-scenario gehandhaafd worden.

Wat betreft de doelstelling hernieuwbare energie wordt het volgende vastgesteld: gegeven de verschuiving naar milieuvriendelijkere brandstoffen (biobrandstof en elektriciteit op basis van hernieuwbare grondstoffen), het groter aandeel groene elektriciteit in de toekomst en de gewichten die worden toegekend aan verschillende energiebronnen bij de berekening van de duurzaamheid levert dit een aandeel van 10,5 % hernieuwbare energie op in 2020 voor de hele transportsector. Dit betekent dat de doelstelling van 10 % gehaald wordt. In het referentiescenario wordt 4,5 % gehaald. Wegverkeer alleen behaalt 10,1 %, vooral via biobrandstof. Merk op dat spoorverkeer, ondanks de beperkte hoeveelheid energiegebruik, de enige relevante bijdrage levert wat betreft niet-weg modi dankzij het gebruik van elektriciteit als belangrijkste energiedrager. In feite wordt bij spoorverkeer de toename van het gebruik van hernieuwbare energie voor het grootste deel gehaald door een toename van het aandeel groene elektriciteit eerder dan de verschuiving naar biobrandstoffen.

Op vlak van emissies zijn de cijfers anders. Voor de broeikasgassen (CO₂, CH₄, N₂O en HFK's) is er in beide scenario's een gestage toename, al is deze in het Europa-scenario lager dan in de referentie.

Figuur 71: Evolutie van broeikasgasemissies per modus, exclusief wegverkeer, in referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & TREMOVE

In de figuur is de evolutie van de (rechtstreekse) broeikasemissies gepresenteerd, per scenario voor zeevaart, binnenvaart, luchtvaart en spoor. In het referentiescenario is er een toename van 42,7 % in 2030 t.o.v. 2006, In het Europa-scenario is er een toename van 35,5 %. Voor alle modi is deze stijging zichtbaar waardoor de proportionele bijdrage ongeveer gelijk blijft. Luchtvaart is het belangrijkste met een aandeel van 51 % in 2030 (Europa-scenario), zeevaart bedraagt ongeveer 18 %, binnenvaart 22 % en het aandeel spoor ligt rond 8 %.

Voor de emissie van broeikasgassen is de indicatieve doelstelling die door MIRA wordt gehanteerd een reductie van 15 % in 2020 t.o.v. 2005, voor alle transportmodi die niet onderhevig zijn aan het ETS-systeem. Op dit moment zijn dit alle modi behalve luchtvaart. In

2005 bedroeg de emissie van broeikasgassen 13 545 kton CO₂-eq (MIRA-T 2008). De indicatieve doelstelling voor 2020 bedraagt dan 11 513 kton CO₂-eq. In onderstaande figuur worden de broeikasgasemissies van deze modi gepresenteerd.

Figuur 72: Evolutie van de broeikasgasemissies (kton CO₂-eq) van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met indicatieve 15 % reductiedoelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

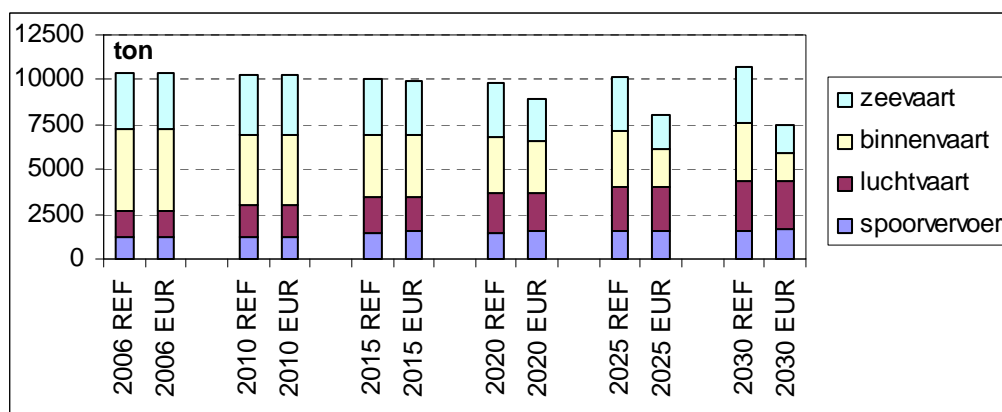


voor wegverkeer betreffen het data voor 2007 i.p.v. 2006. Niet-weg modi exclusief luchtvaart.

Bron: EMMOSS & TREMOVE & MIMOSA

Wegverkeer vertegenwoordigt ongeveer 95 % van de broeikasgasemissies afkomstig van transport (exclusief luchtvaart). Het aandeel van de niet-weg modi stijgt lichtjes in het Europa-scenario t.o.v. het referentiescenario, maar de toename van emissies bij niet-weg modi speelt geen rol van betekenis voor de conclusies over de hele sector. In 2020 zijn de broeikasgasemissies in het Europa-scenario met 7,2 % gedaald ten opzichte van de emissie in 2005, tot een waarde van 12 567 kton CO₂-eq. Ondanks het implementeren van zeer strenge ACEA-doelstellingen (die ondertussen door Europa afgezwakt zijn), een sterke doorstoot van alternatieve motortechnologieën bij lichte voertuigen (personenwagens en bestelwagens) en een verhoogd aandeel biobrandstoffen halen we voor Vlaanderen de indicatieve 2020-doelstelling voor broeikasgassen niet. Ook indien er rekening mee gehouden wordt dat het aantal voertuigkilometers dat resulteert uit de scenarioberekeningen met het multimodaal model Vlaanderen hoger ligt dan bij de verkeerstellingen (vergelijkingspunt voor 2005) wordt de indicatieve doelstelling niet gehaald.

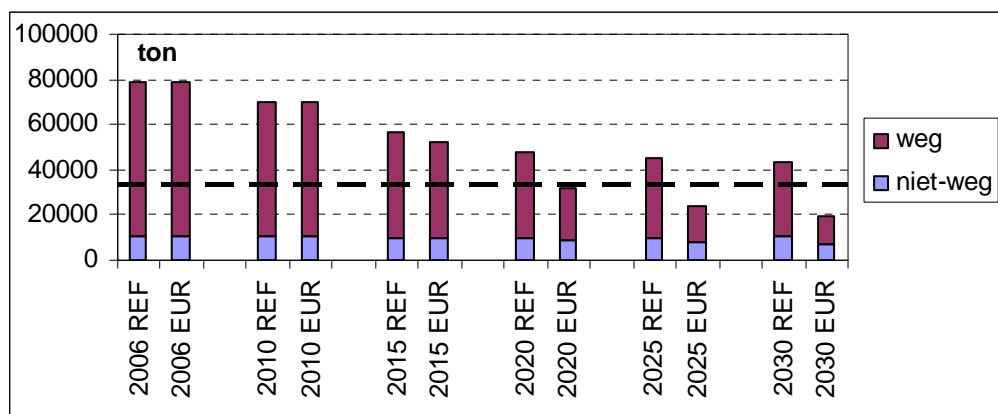
Figuur 73: Evolutie van de NO_x-emissies per modus, exclusief wegverkeer, in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & TREMOVE

In het referentiescenario blijft de som van de NO_x-emissies van niet-weg modi quasi stabiel, hoewel vooral het aandeel van de luchtvaart stijgt en het aandeel van de binnenvaart daalt in de tijd. In het Europa-scenario is er een daling van 28,3 % in 2030 t.o.v. 2006, voornamelijk door reducties gerealiseerd bij zeevaart en binnenvaart. De meest doorslaggevende maatregelen zijn de emissiestandaarden voor nieuwe schepen die vanaf 2020 een belangrijke impact hebben. Hoewel spoor de individuele indicatieve doelstelling niet haalt, speelt dit geen rol in het totaal gezien het absolute volume beperkt is (10-20 %).

Figuur 74: Evolutie van de NO_x-emissies van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met indicatieve NEC-doelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

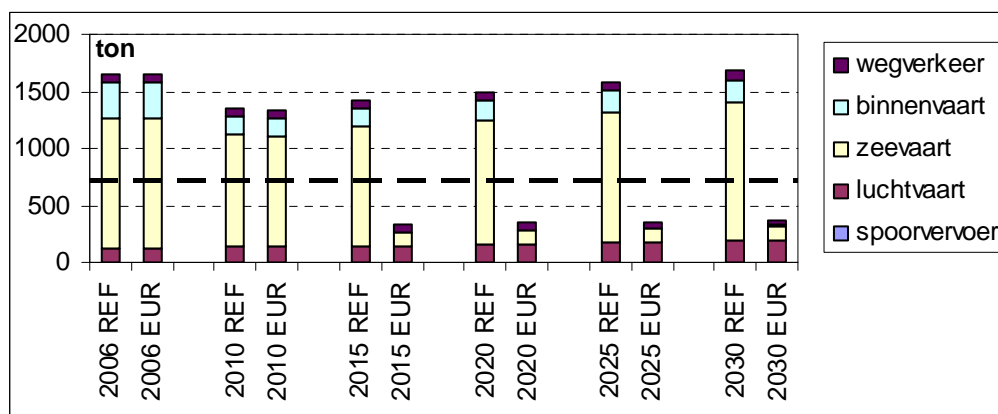


voor wegverkeer betreffen het data voor 2007 i.p.v. 2006

Bron: EMMOSS, TREMOVE en MIMOSA

In figuur 74 worden de NO_x-emissies van wegverkeer toegevoegd aan die van de niet-weg modi. Hieruit blijkt dat in 2006 wegverkeer verantwoordelijk is voor 86,9 % van de NO_x-emissies van transport. Ook voor wegverkeer is er een gestage dalende trend. Dit is zowel in het referentie- als Europa-scenario te danken aan strengere emissiestandaarden (Euronormen) in combinatie met vlootvernieuwing. In het Europa-scenario wordt dit effect versterkt door de introductie van Euro VI bij zwaar vervoer. De sterke daling van de emissies van het wegverkeer zorgt ervoor dat de indicatieve NEC-emissiedoelstelling in 2020, 33 817 ton, wordt gehaald (meer dan een halvering t.o.v. 2006). De totale NO_x-emissie bedraagt 31 892 ton in 2020. Het aandeel van het wegverkeer op het totaal van transport is tot 62,1 % gedaald in 2030 in het Europa-scenario.

Figuur 75: Evolutie van de SO₂-emissies per modus van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met indicatieve NEC-doelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)

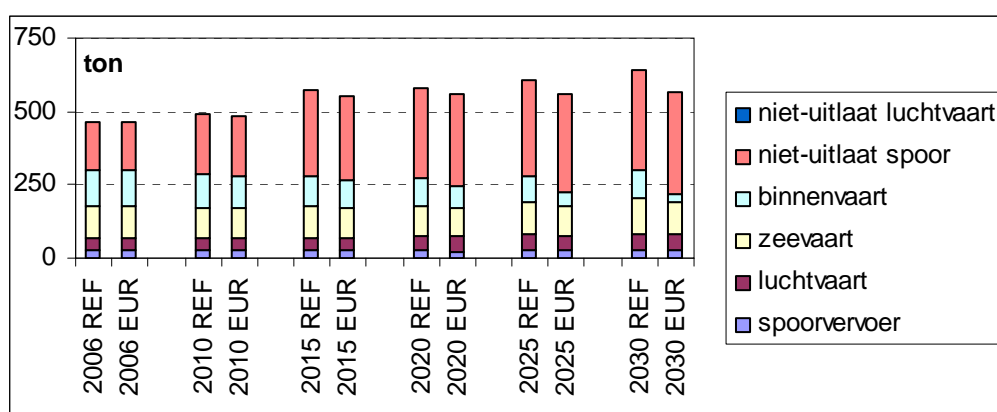


voor wegverkeer betreffen het data voor 2007 i.p.v. 2006

Bron: EMMOSS, TREMOVE en MIMOSA

Voor SO₂ blijft de totale emissie van transport ongeveer stabiel in het referentiescenario. Luchtvaart kent een stijging met toename van de activiteit, bij binnenvaart treedt de grootste daling op. De grootste bijdrage komt van zeevaart, goed voor ongeveer drie kwart van de SO₂-emissies in 2030. Verder vertegenwoordigt binnenvaart in 2030 ongeveer 12 %, luchtvaart 11 %, terwijl de spooremissies verwaarloosbaar zijn (+/- 0,1 %). Hoewel wegverkeer 95 % van de broeikasgasemissies en 86,9 % van de NO_x-emissies vertegenwoordigt is het aandeel hier beperkt tot 5 %. Dit is veroorzaakt door strenge wetgeving op het zwavelgehalte van wegbrandstof in het afgelopen decennium. In 2007 bestond reeds 95 % van de dieselbrandstof voor wegverkeer uit maximum 10 ppm zwavel. In het Europa-scenario zorgt de begrenzing van het zwavelgehalte in de brandstof bij binnenvaart en vooral bij zeevaart voor een spectaculaire daling. In 2030 is er voor het totaal van alle modi een emissiereductie van 77 % t.o.v. 2006. De indicatieve NEC-doelstelling voor 2020 (715 ton) wordt in het Europa-scenario met een emissie van 342 ton dan ook eenvoudig gehaald, in tegenstelling tot in het referentiescenario. Merk op dat na de spectaculaire daling van de scheepvaartemissies, de emissies van luchtvaart in 2030 ongeveer de helft van de emissies van de hier beschouwde modi uitmaakt.

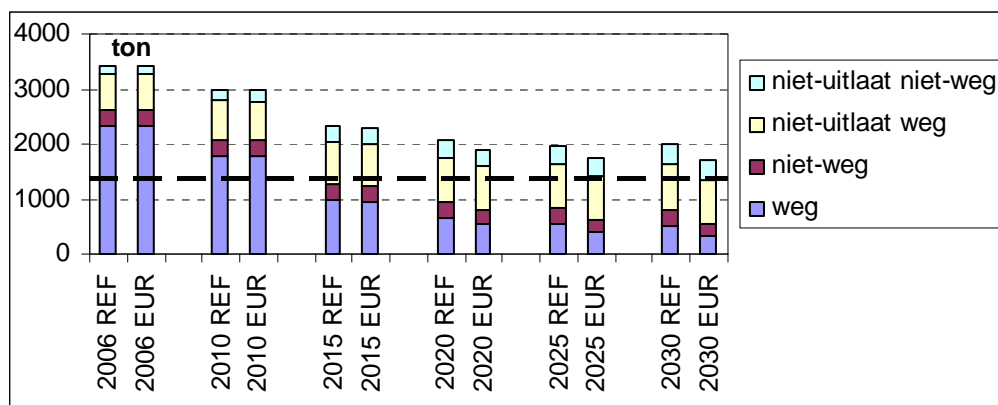
Figuur 76: Evolutie van de PM_{2,5}-emissies per modus, exclusief wegverkeer, in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & TREMOVE

De PM_{2,5}-emissies van niet-weg modi nemen toe, zowel in het referentiescenario als in het Europa-scenario. De emissies zijn voornamelijk afkomstig van slijtage aan remmen en rails bij spoor. De niet-uitlaat emissies vertegenwoordigen zo'n 35 % van de totale emissie van de niet-wegverkeer modi in 2006. Er zijn geen beleidsmaatregelen gericht op het reduceren van deze 'niet-uitlaat' emissies, dus ze nemen toe met de activiteit. Verschillende beleidsmaatregelen voor uitlaatemissies veroorzaken een reductie van 27 % in het Europa-scenario in 2030 t.o.v. 2006 voor de niet-wegverkeer modi. De belangrijkste bijdrage komt van binnenvaart dankzij de nieuwe emissiestandaard. Deze laatste reduceert de PM_{2,5}-emissies van binnenvaart tot ongeveer een derde tussen 2015 en 2030. De emissiereducties door deze maatregelen worden echter teniet gedaan door de ongewijzigde niet-uitlaat emissies. Het aandeel niet-uitlaat emissies in het totaal neemt dan ook toe tot 61,1 % in 2030 in het Europa-scenario.

Figuur 77: Evolutie van de PM_{2,5}-emissies van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met indicatieve NEC-doelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



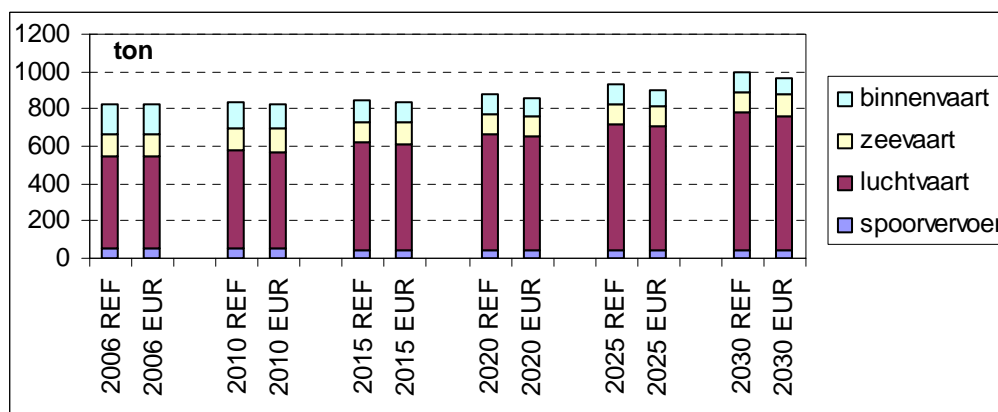
voor wegverkeer betreffen het data voor 2007 i.p.v. 2006

Bron: EMMOSS & TREMOVE & MIMOSA

In figuur 77 worden de PM_{2,5}-emissies van wegverkeer toegevoegd aan die van de niet-weg modi. Ook hier is het aandeel wegverkeer in de totale transportemissies belangrijk, in 2006 is dit 86,5 %. In beide scenario's worden er grote inspanningen geleverd om de emissies te reduceren, vooral door strenger wordende emissiestandaarden in combinatie met vlootvernieuwing. Hierdoor daalt het aandeel wegemissies tot 66,7 % op het totaal in het Europa-scenario. De beleidsmaatregelen treffen enkel de uitlaatemissies, de niet-uitlaatemissies nemen toe met de activiteit. Het belang van de niet-uitlaatemissies wordt steeds groter in de tijd. In 2006 vertegenwoordigen ze 24 % van het totaal, in 2030 is dit al 68,5 % (Europa-scenario). Mede door deze niet-uitlaatemissies blijft de daling van emissies beperkt tot 45 % in 2020 t.o.v. 2006. In 2020 bedraagt de totale PM_{2,5}-emissie 1 894 ton. De indicatieve NEC-doelstelling, 1 400 ton in 2020, wordt dus niet gehaald.

Merk op dat hoewel de niet-uitlaatemissies, en dan vooral van weg en spoor, steeds belangrijker worden, er weinig bekend is over de milieu-impact van deze partikels. Verder onderzoek is aangewezen om het belang van deze emissies op vlak van gezondheid en milieu te bepalen.

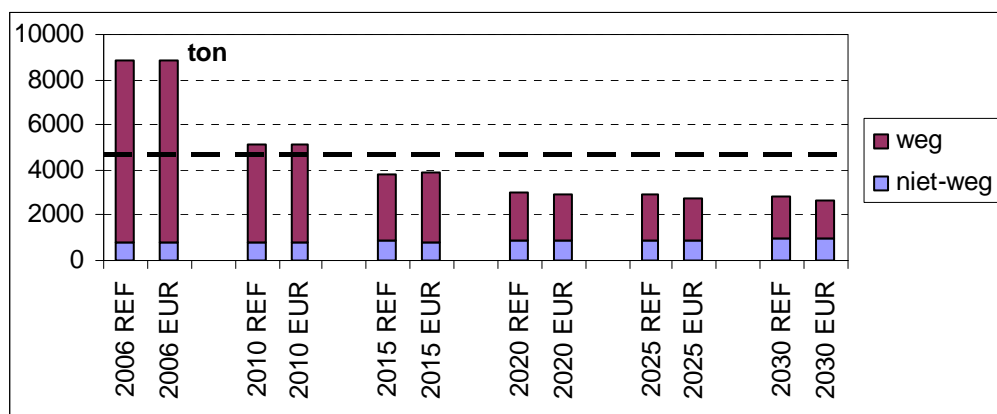
Figuur 78: Evolutie van de NMVOS-emissies per modus, exclusief wegverkeer, in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: EMMOSS & TREMOVE

De NMVOS-emissies van de niet-weg modi nemen toe, zowel in het referentiescenario als in het Europa-scenario. Luchtvaart levert de belangrijkste bijdrage in het totaal van de niet-weg modi met 58,6 % in 2006. Het is de enige modus waarvan de emissies toenemen. De andere modi tekenen allen een lichte daling op die iets sterker is in het Europa-scenario t.o.v. de referentie. Hierdoor neemt het aandeel luchtvaart in het totaal van de niet-weg modi toe tot 75,1 % in 2030 in het Europa-scenario.

Figuur 79: Evolutie van de NMVOS-emissies van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met indicatieve NEC-doelstelling in stippellijn (Vlaanderen, 2006, 2010, 2015, 2020, 2025, 2030)



voor wegverkeer betreffen het data voor 2007 i.p.v. 2006

Bron: EMMOSS & TREMOVE & MIMOSA

In figuur 79 worden de NMVOS-emissies van wegverkeer toegevoegd aan die van de niet-weg modi. Wegverkeer levert de belangrijkste bijdrage in de totale transportemissies, in 2006 is dit 90,7 %. Er worden grote inspanningen geleverd om de wegemissies te reduceren in beide scenario's. De voornaamste zijn strengere limieten voor de emissiestandaarden en de geleidelijke introductie van nieuwe brandstof- en voertuigtechnologieën. In het Europa-scenario wordt dit verder versterkt, mede door het lager aantal kilometer, de Euro VI norm voor vrachtwagens en de verhoogde introductie van alternatieve motorbrandstof- en voertuigtechnologieën. Deze maatregelen zijn meer gericht op andere pollutanten en hebben daardoor eerder een beperkte impact. Gegeven de daling bij wegverkeer en toename bij niet-weg modi daalt het aandeel NMVOS-emissies van het wegverkeer tot 63,5 % op het totaal in 2030 in het Europa-scenario. In 2020 is er voor de transportsector in zijn geheel een reductie van 66,9 % in het Europa-scenario, bijna uitsluitend door de inspanningen bij wegverkeer. De sterke emissiereductie bij wegverkeer volstaat (ruim) om de lichte toename bij de niet-weg modi te compenseren. In 2020 bedraagt de totale NMVOS-emissie 2 934 ton in het Europa-scenario en 3 031 ton in het referentiescenario, de indicatieve NEC-doelstelling van 4 716 ton wordt dus in beide scenario's gehaald.

4.3.2 Emissies door elektriciteitsgebruik in de sector transport

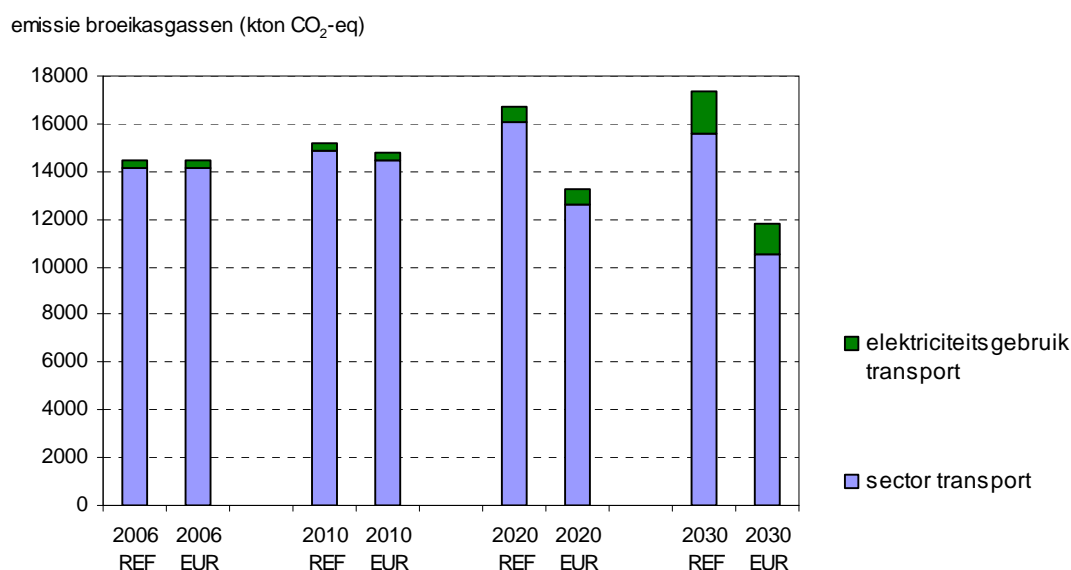
In wat vooraf ging werden enkel de directe emissies van de sector transport gerapporteerd, dit zijn de emissies ter hoogte van het voertuig. De emissies die gerelateerd zijn aan de productie van elektriciteit, gebruikt door bv. elektrische wagens, worden toegekend aan de sector Energie. Om toch een totaalbeeld te kunnen geven van de evolutie van de emissies die gepaard gaan met transport, wordt in deze paragraaf getoond wat de grootteordes zijn van de verschuivingen die optreden door het gebruik van een verhoogd aandeel elektriciteit in het Europa-scenario. De evolutie van het toekomstig bruto elektriciteitsgebruik door transport in de twee scenario's is weergegeven in tabel 56.

Tabel 56: Bruto elektriciteitsgebruik van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030)

PJ	2006	2010	2020	2030
referentiescenario	2,7	3,3	5,2	10,2
Europa-scenario	2,7	3,4	5,9	13,8

De volgende figuren geven weer wat de extra emissies zijn die gepaard gaan met de elektriciteitsproductie nodig voor het voldoen van de elektriciteitsnoden van de sector transport.

Figuur 80: Emissie van broeikasgassen van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met inbegrip van de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsgebruik van transport (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030)



Bron: EMMOSS, MIMOSA, MIRA

De hoeveelheid elektriciteit gebruikt in transport stijgt met de jaren en ligt hoger in het Europa-scenario dan in het referentiescenario. De broeikasgasemissies die gepaard gaan met de productie van elektriciteit zijn niet verwaarloosbaar. In 2030 verhogen ze de broeikasgasemissies van de sector transport met ongeveer 12 % in beide scenario's.

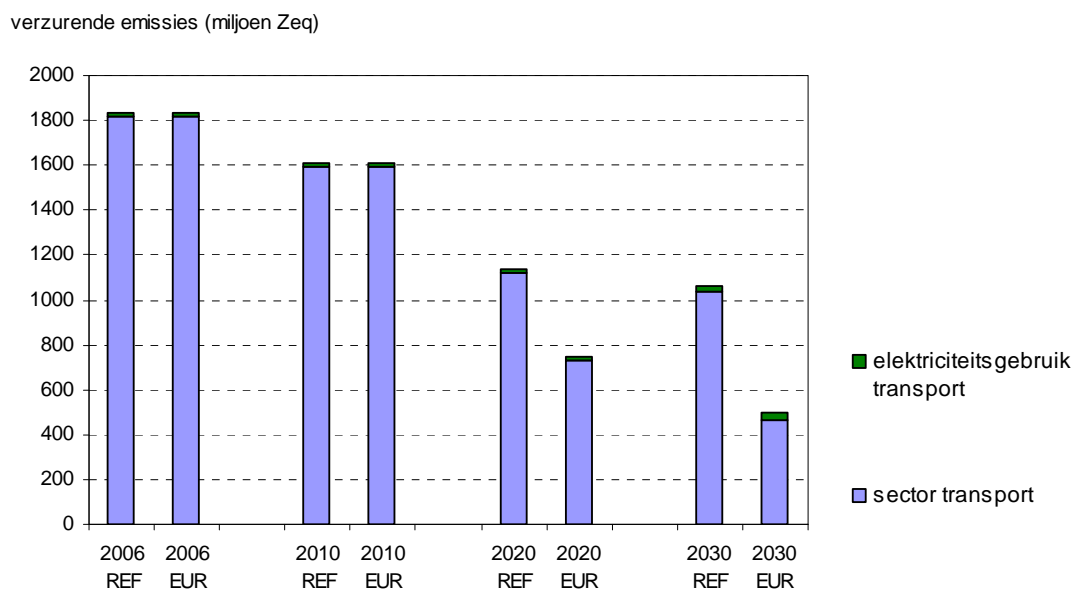
Hoewel de sector transport in het Europa-scenario 14 % meer elektriciteit gebruikt dan in het referentiescenario in 2020 (tabel 56), stijgt de emissie van broeikasgassen die gepaard gaat met die elektriciteitsproductie maar met 4 %. In 2030 is deze tendens nog meer uitgesproken. Het elektriciteitsgebruik ligt 36 % hoger in het Europa-scenario dan in het referentiescenario, de broeikasgasemissie die gepaard gaat met elektriciteitsproductie daarentegen ligt 33 % lager. Dit is te danken aan de toekomstige wijziging in de samenstelling van het stroomproductiepark in Vlaanderen in combinatie met emissiereducerende maatregelen in de elektriciteitscentrales (zie Wetenschappelijk rapport sector Energie, Lodewijks et al, 2009). Met inbegrip van de emissies die gepaard gaan met de productie van elektriciteit ligt de emissie van broeikasgassen van de sector transport in 2030 in het Europa-scenario 32 % lager dan in het referentiescenario.

De effecten zijn minder groot voor de emissie van verzurende pollutanten, ozonprecursoren en fijn stof (PM_{2,5}). Als ook de emissies die gepaard gaan met de elektriciteitsproductie die

nodig is voor de sector transport verrekend worden, dan verhogen de emissies van transport in 2030 met 2 tot 3 % in het referentiescenario en met 3 tot 7 % in het Europa-scenario. De grotere stijging in het Europa-scenario is te wijten aan een groter elektriciteitsverbruik bij transport. De emissie per eenheid geproduceerde stroom is voor de verzurende polluenten en voor fijn stof steeds lager in het Europa-scenario dan in het referentiescenario, voor de emissie van ozonprecursoren echter is ze wel hoger.

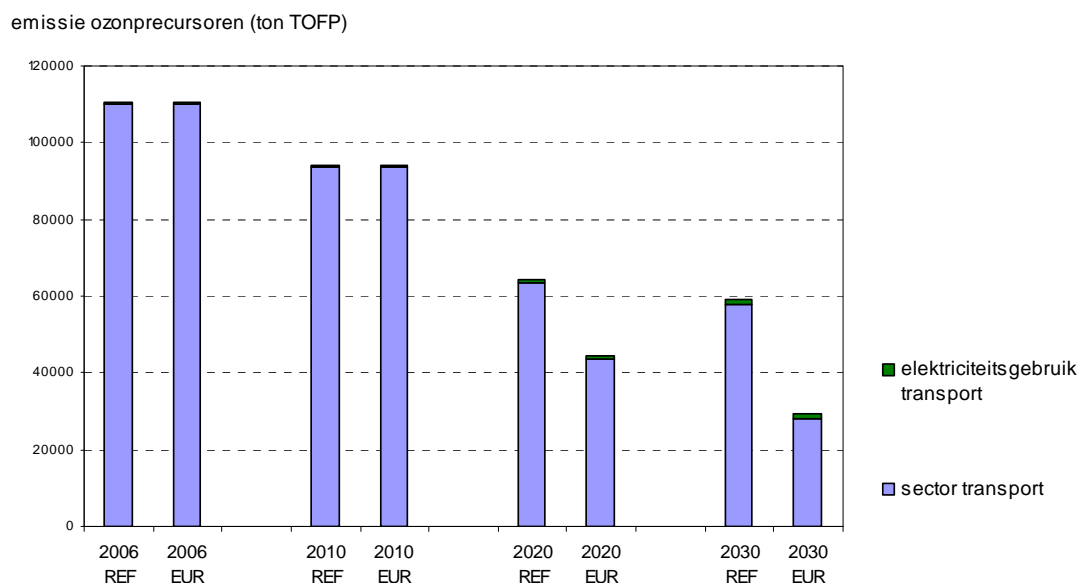
In 2020 en 2030 liggen de emissies gepaard gaand met de elektriciteitsproductie voor transport hoger in het Europa-scenario dan in het referentiescenario door de sterkere stijging van het elektriciteitsgebruik. In 2020 ligt de emissie van verzurende polluenten die gepaard gaat met elektriciteitsproductie voor transport 4 % hoger in het Europa-scenario dan in het referentiescenario. Voor de emissie van PM_{2,5} is dit 2 % hoger, voor de emissie van ozonprecursoren is dit 24 %. De stijging in het elektriciteitsgebruik in het Europa-scenario t.o.v. het referentiescenario bedraagt 14 % in 2020. Ondanks een stijging van het elektriciteitsgebruik met 36 % in het Europa-scenario t.o.v. het referentiescenario in 2030, stijgen de verzurende emissies maar met 27 % en de PM_{2,5}-emissies met 26 %. De emissies van ozonprecursoren echter stijgen met 56 %, dit is meer dan de stijging van het elektriciteitsgebruik.

Figuur 81: Verzurende emissies van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met inbegrip van de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsgebruik van transport (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030)



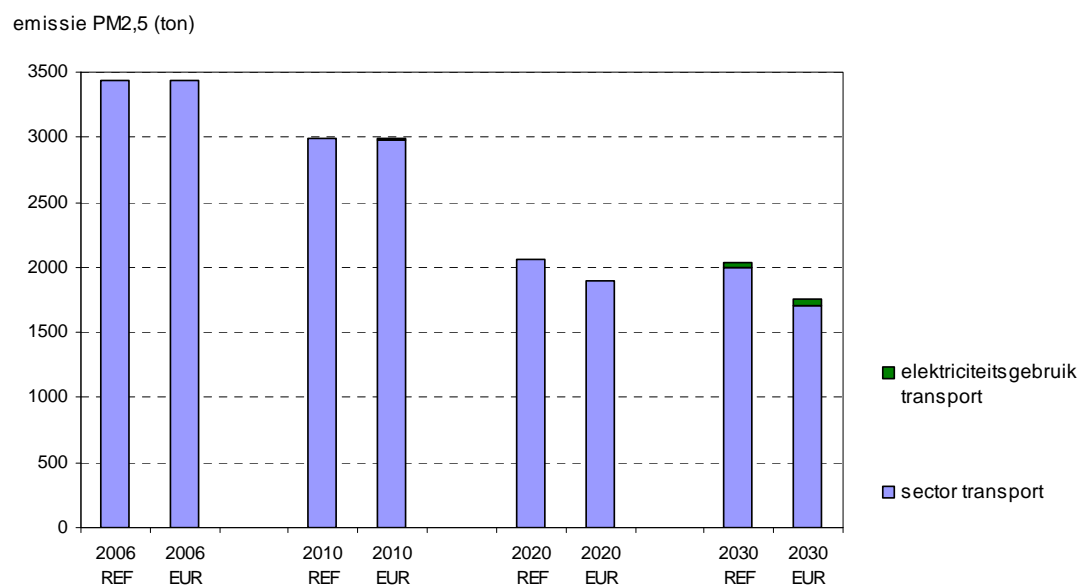
Bron: EMMOSS, MIMOSA, MIRA

Figuur 82: Emissie van ozonprecursoren van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met inbegrip van de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsgebruik van transport (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030)



Bron: EMMOSS, MIMOSA, MIRA

Figuur 83: Emissie van fijn stof (PM2,5) van de sector transport in het referentie- en Europa-scenario, met inbegrip van de emissies gerelateerd aan het elektriciteitsgebruik van transport (Vlaanderen, 2006, 2010, 2020, 2030)



Bron: EMMOSS, MIMOSA, MIRA

4.3.3 Kosten

De kosten voor de verschillende maatregelen van de niet-weg modi werden onderzocht en zo goed mogelijk kwantitatief ingeschat. In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de kosten die de verschillende emissiereducerende maatregelen met zich meebrengen en werd een schatting gemaakt van het reductiepotentieel per maatregel, zodat kosteneffectiviteit berekend kan worden.

Tabel 57: Totale kosten (periode 2010-2030) en reductiepotentieel van maatregelen

maatregel	sector	polluent	kosten (miljoen €)	emissie- reductie (kton)	€/ton
ETS	luchtvaart	CO ₂	6,6	158,2	41,7
biobrandstof	spoor	CO ₂	2,9	64,5	44,9
biobrandstof	binnenvaart	CO ₂	20	586,8	34,1
S-gehalte	zeevaart	SO ₂	21,4	17,9	1198,1
					15223,
S-gehalte	binnenvaart	SO ₂	48	3,2	5
TIER II & III	zeevaart	NO _x	11	13,3	829,7
stage IIIb	binnenvaart	NO _x	89	12,0	7435,4
walstroom	zeevaart		8,6	/	
walstroom	binnenvaart		/	/	

Bron: eigen berekeningen TMLLeuven

Voor CO₂ werden er 3 maatregelen onderzocht: het ETS in luchtvaart en biobrandstof bij spoor en binnenvaart. De 3 maatregelen geven een gelijkaardige kosteneffectiviteit rond 40 €/ton. Merk op dat de CO₂-emissiereductie bij spoor en binnenvaart evenwel niet volledig is toe te schrijven aan biobrandstof: bij binnenvaart speelt ook walstroom een (beperkte) rol. Voor beide modi is er ook een hogere activiteit in het Europa-scenario, waardoor er ook meer uitstoot is. De bepaling van de emissiereductie en bijgevolg kosteneffectiviteit kan daardoor slechts als indicatief beschouwd worden.

Wat betreft SO₂ is er bij binnenvaart en zeevaart een verlaging van het zwavelgehalte van de brandstof. De kosteneffectiviteit bij zeevaart is een factor 10 beter dan bij binnenvaart en ook de absolute emissiereductie is groter. Dit geeft aan dat zeevaart meer reductiepotentieel heeft in vergelijking met andere modi. Merk op dat ook hier enige overlap is met andere maatregelen die de SO₂-emissies beïnvloeden: walstroom (binnenvaart & zeevaart) en de toegenomen activiteit bij binnenvaart.

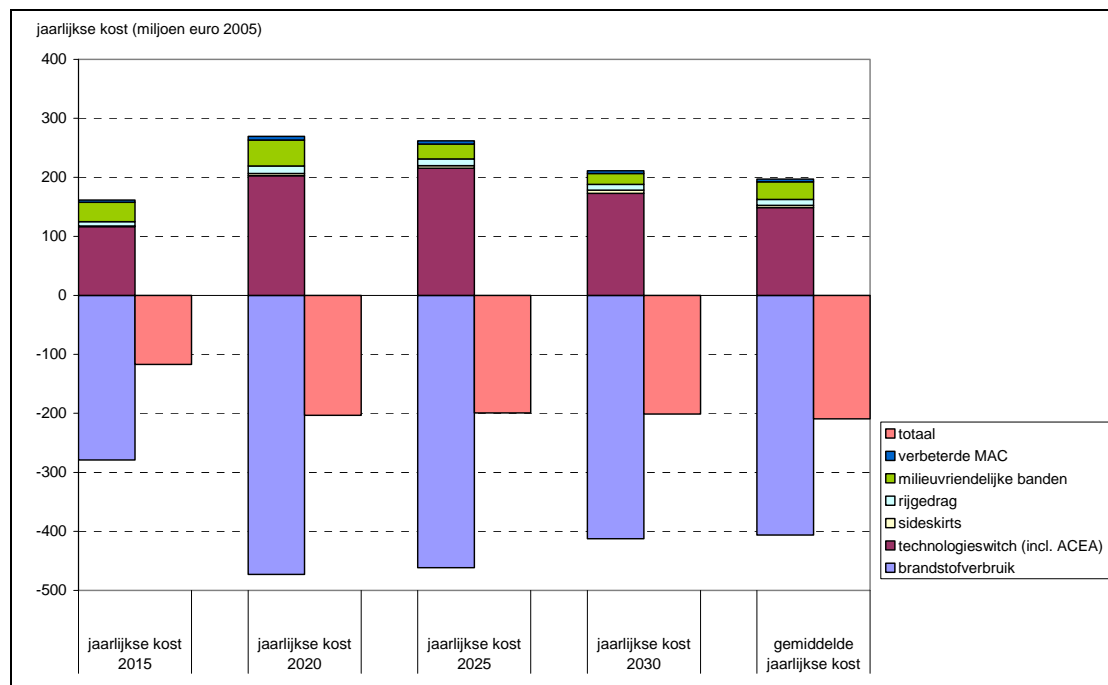
Tot slot stellen we bij NO_x een gelijkaardige conclusie vast als bij SO₂. De toepassingen van de emissiestandaarden TIER II & III bij zeevaart en stage IIIb bij binnenvaart geven een gelijkaardig absolute emissiereductie. De kosteneffectiviteit is beter bij zeevaart, hetgeen een hoger reductiepotentieel impliceert.

De kosteneffectiviteit van walstroom werd niet berekend gezien het niet mogelijk is de individuele emissiereductie(s) van deze maatregel te bepalen; er worden verschillende polluenten tegelijk geïmplementeerd en de absolute emissiereductie van deze maatregel voor elke polluent afzonderlijk is beperkt. Bovendien is een life-cycle benadering hier meer gepast gezien er een verhoogde uitstoot is bij de elektriciteitsproductie door verschuiving van diesel naar elektriciteit als energiedrager.

Voor wegverkeer wordt het effect van verbeterde brandstofefficiëntie onderzocht. Verschillende maatregelen verhogen de aankooprijks van wagens maar zorgen voor een daling van de brandstofkost. In onderstaande figuur worden enerzijds de kosten en opbrengsten opgesplitst per maatregel weergegeven en anderzijds de totale implementatiekost zijnde de som van kosten en opbrengsten. Enkel de directe kost, exclusief belastingen, subsidies, infrastructuur- en reguleringskosten, wordt meegenomen. Bij het

kwantificeren is rekening gehouden met duurder wordende benzine- en dieselveertuigen als gevolg van strengere milieueisen. Voor hybride en zuiver elektrische voertuigen is er voor de toekomst een prijsdaling verondersteld dankzij de schaalvergroting.

Figuur 84: Evolutie van de jaarlijkse kost van het Europa-scenario (Vlaanderen, 2015, 2020, 2025, 2030)



Bron: VITO

De gemiddelde jaarlijkse meerkost van maatregelen in het Europa-scenario bedraagt 197 miljoen euro (prijzen 2005). De grootste meerkost is deze voor motor- en voertuigtechnische aanpassingen met inbegrip van uitlaatnabehandeling. Deze is verantwoordelijk voor 76 % van de gemiddelde jaarlijkse meerkost. Daarna komen de maatregelen milieuvriendelijke banden die ruim 15 % bijdragen tot de meerkost. De laagste meerkosten zijn voor maatregelen die inspelen op het rijgedrag, de introductie van verbeterde mobiele aircosystemen en sideskirts bij vrachtwagens. Zij dragen respectievelijk ongeveer 5 %, 2 % en 2 % bij tot de gemiddelde totale jaarlijkse meerkost.

Naast meerkosten resulteren verscheidene maatregelen in het Europa-scenario ook in opbrengsten door de lagere kosten voor energiegebruik door onder andere het gebruik van meer efficiënte technologieën, energiezuiniger rijgedrag en daling in afgelegde kilometers door rekeningrijden. De gemiddelde jaarlijkse meeropbrengst bedraagt 407 miljoen euro (prijzen 2005).

Dit resulteert in een jaarlijkse gemiddelde opbrengst van 210 miljoen voor het Europa-scenario ten opzichte van het referentiescenario, want de opbrengst is groter dan de kosten.

4.4 Beleidsconclusies

De toekomstprognoses van de emissies en het energiegebruik van transport geven een gemengd beeld.

In het referentiescenario, waar enkel de bestaande wetgeving wordt voorzien, zet de dalende trend zich verder wat betreft de klassieke pollutanten NO_x, PM_{2,5}_{uitlaat} en NMVOS. Voor SO₂ is de emissie in 2030 ongeveer dezelfde als in 2006. Wegverkeer is steeds verantwoordelijk voor het grootste aandeel in de emissies, behalve voor SO₂ waar zeevaart de belangrijkste

vervuiler is. De dalende trend van de transportemissies is vooral te danken aan de inspanningen van wegverkeer. Vooral het verder verstrengen van de euronormen leidt tot de reductie van NO_x-, PM- en NMVOS-emissies. Hoewel in het referentiescenario al sterke emissiereducties gerealiseerd worden, volstaat het huidige beleid echter niet om de indicatieve NEC-doelstellingen te behalen voor alle pollutanten en zijn er dus bijkomende maatregelen nodig.

De bijkomende maatregelen, vooropgesteld in het Europa-scenario, versterken de trend van dalende emissies. De indicatieve doelstellingen per modus worden hierdoor meestal gehaald, behalve voor spoor, maar gezien het beperkte aandeel in de totale emissies speelt dit geen rol van betekenis voor de sector transport als geheel. Voor spoor is er voor bepaalde pollutanten een toename van emissies. Dit komt door de toename in activiteit door de modale verschuiving van weg (en luchtvaart) naar spoor. Voor de transportsector als geheel worden de indicatieve NEC-doelstellingen gehaald in het Europa-scenario, behalve voor PM_{2,5}. Hoewel de fijn stof uitlaatemissies een dalende trend tonen, wordt deze positieve evolutie teniet gedaan door de niet-uitlaat emissies die blijven toenemen met de activiteit en zo een steeds groter aandeel vertegenwoordigen. Hierdoor wordt de indicatieve doelstelling niet gehaald. Verder onderzoek is nodig naar de impact van deze emissies en beleidsmaatregelen om (de impact van) specifiek deze emissies te reduceren. Stimulerende initiatieven zijn nodig voor het introduceren van innovatieve materialen, die meer slijtvast zijn. Ook extra maatregelen die de groei in aantal voertuigkilometers afremmen zijn nuttig.

Een belangrijke trend die vooral bij de niet-wegverkeer modi naar voor komt, is dat huidige en geplande wetgeving zorgt voor een daling van de emissies tot 2020 waarna de emissies terug toenemen, onder invloed van stijgende activiteit. De belangrijkste reden ligt in het feit dat de meeste geplande maatregelen zich (uiteraard) richten op de nabije toekomst en bedoeld zijn om de indicatieve NEC-doelstellingen te behalen. Beleidsmakers moeten zich echter bewust zijn van de noodzaak voor verdere maatregelen op langere termijn, om te vermijden dat de emissies na 2020 opnieuw toenemen.

Merk op dat opvallende vooruitgang wordt geboekt op het gebied van SO₂-emissies met sterke dalingen bij spoor, zeevaart en binnenvaart met emissiereducties van respectievelijk een factor 4, 10 en 100 in 2020 in het Europa-scenario ten opzichte van het referentiejaar 2006.

Wat betreft energieverbruik en CO₂-emissie is het verhaal minder positief. Wegverkeer is met meer dan 90 % de belangrijkste energieverbruiker van alle transportmodi en bepaalt zo in feite de energiestatus van de ganse transportsector. In het referentiescenario stijgt de energievraag en is er een beperkte verschuiving naar groene energie. Bemerkt dat de toekomstige energieprijzen mee bepalend zullen zijn voor de evolutie van de energievraag. In het Europa-scenario wordt de stijgende trend naar energie langzaam gekeerd en daalt het energieverbruik in 2020 onder het niveau van 2006. Belangrijke verschuivingen naar biobrandstof worden gerealiseerd. De volledige sector transport gebruikt in het Europa-scenario in 2020 10,5 % hernieuwbare energie. De doelstelling wordt dus nipt gehaald. De bijdrage komt vooral van wegverkeer (individueel 10,1 %) en, hoewel het aandeel energieverbruik t.o.v. het totaal beperkt is, van spoor.

Bij de niet-weg modi blijft het energieverbruik toenemen en een grote verschuiving naar hernieuwbare energie blijft uit. De bijkomende maatregelen in het Europa-scenario zorgen enkel voor een kleine verschuiving naar biobrandstof en duurzame elektriciteit. Door het hoge aandeel aan elektriciteit wordt de doelstelling van 10 % hernieuwbare energie voor spoor ruimschoots gehaald in het Europa-scenario. Binnenvaart realiseert een opvallende, autonome efficiëntieverbetering en kan mede dankzij biobrandstof het gebruik van conventionele brandstof in 2020 stabiliseren tot op het niveau van 2006. De doelstelling van 10 % hernieuwbare energie in 2020 wordt voor de binnenvaart net niet gehaald. Luchtvaart en zeevaart realiseren het minste vooruitgang zowel op vlak van energieverbruik als opname van hernieuwbare energie.

De CO₂-emissies voor wegverkeer kennen een gelijkaardig verloop als het energieverbruik; bij de niet-weg modi is er van een reductie van broeikasgasemissies absoluut geen sprake. De

huidige beschikbare technologieën en marktinstrumenten lijken niet klaar om deze emissies aan te pakken. Wegverkeer, verantwoordelijk voor 95 % van de broeikasgasemissies van transport, bepaalt ook hier het resultaat van de sector. Dankzij het implementeren van zeer strenge ACEA-doelstellingen (die ondertussen door Europa afgezwakt zijn), een sterke doorstoot van alternatieve motortechnologieën bij lichte voertuigen (personenwagens en bestelwagens) en een verhoogd aandeel biobrandstoffen is er een dalende trend vast te stellen vanaf 2015, terwijl de activiteit toch toeneemt. MIRA heeft als indicatieve doelstelling voor de sector transport een inspanning van -15 % in 2020 t.o.v. 2005 vooropgesteld. Dit is dezelfde doelstelling als globaal van België verwacht wordt voor alle niet ETS-sectoren samen. Deze reductie wordt niet gehaald voor de sector transport, mede door de toenemende emissies van de niet-weg modi. Om de totale broeikasgasemissies in Vlaanderen voldoende te verminderen, is het wenselijk dat de sector transport inspanningen levert die verder gaan. Het beleid zal op korte termijn verdere maatregelen moeten nemen, zoals het beheersen van de verkeersstromen en het promoten van gemeenschappelijk vervoer, maar ook het verder stimuleren van CO₂-arme motorbrandstof- en voertuigtechnologieën. Hierbij moet tevens de nodige aandacht gaan naar onderzoek van mogelijke implementatiepaden voor alternatieve technologieën. Tevens dient opgemerkt te worden dat de doorgerekende ACEA-wetgeving ambitieuzer is dan het uiteindelijke vooropgestelde Europees beleid (2 december 2008). Dit betekent dat het Vlaamse beleid de aankoop van energiezuinige en CO₂-arme brandstoffen extra zal moeten stimuleren.

Als algemene conclusie kan gesteld worden dat technologie een oplossing biedt voor de klassieke pollutanten (NO_x, NMVOS, CO, PM_{uitlaat}). Het gebruik van deze technologieën wordt gestuurd door de introductie van emissienormen en brandstofsspecificaties en leidt tot het behalen van de meeste indicatieve NEC-doelstellingen. Voor fijn stof verdienen de niet-uitlaat emissies de aandacht van beleidsmakers. Op gebied van broeikasgassen zijn meer inspanningen nodig. Hoewel in het Europa-scenario ambitieuze aannames werden gesteld, volstaan de maatregelen gericht op brandstofefficiëntie van wagens en gebruik van biobrandstof niet om de CO₂-emissies voldoende te doen dalen om aan de indicatieve doelstellingen te kunnen voldoen. Om de totale broeikasgasemissies in Vlaanderen voldoende te verminderen, is het wenselijk dat de sector transport inspanningen levert die verder gaan. Vlaanderen heeft daarbij nood aan een langetermijnvisie voor de organisatie van de mobiliteit. Een transitie naar een duurzame mobiliteit is noodzakelijk. Samenwerking tussen verschillende beleidsdomeinen is noodzakelijk om aspecten van leefmilieu, ruimtelijke ordening en economie te verzoenen. Het toekomstige Mobiliteitsplan Vlaanderen houdt met deze noodzaak tot afstemming al rekening.

Referenties

- Airbus (2004) Global Market Forecast 2004- 2023, Blagnac, France.
- Amann M. et al. (2008) NEC Scenario Analysis report n° 6, National Emission Ceilings for 2020 based on the 2008 Climate & Energy Package, Final Version July 2008, IIASA.
- Auto & Motor Techniek (2008) <http://www.amt.nl/web/show/id=46064/Nieuws.html>.
- Borremans D., Grispen R., Kienzler H-P., Organe K., Peetermans E., Van Houwe P., Zillhardt D. (2008) Multimodaal goederenmodel brengt goederenstromen in kaart, Ingenieursblad 6/7-2008, domein: Mobiliteit en transport, Vervoertechniek en logistiek.
- BPF (2009) Gemiddelde maximumprijzen van petroleumproducten sinds 1988, Belgische Petroleum Federatie, http://www.petrolfed.be/dutch/cijfers/gem_max_prijzen/gemiddelde_max_prijzen_vanaf_1988.xls.
- Bunkerworld (2008) <http://www.bunkerworld.com/>.
- Chiffi, Fiorello, Schrooten, De Vlieger (2008): EX-TREMIS - Exploring non road Transport Emissions in Europe - Final Report. IPTS - Institute for Prospective Technological Studies, DG-JRC, Seville, Spain.
- Clodic D., Baker J., Chen J., Hirata T., Hwang R., Köhler J., Petitjean C. & Suwono A. (2005), Special report: Safeguarding the Ozone Layer and The global Climate System, Chapter 6: Mobile air conditioning, IPCC/TEAP, http://arch.rivm.nl/env/int/ipcc/pages_media/SROC-final/SROC06.pdf.
- Cornelis E., De Vlieger I. & Govaerts L. (2003) CO₂-monitoring nieuwe personenwagens: analyse 2002 (geactualiseerd t.e.m. 2008), Mol.
- De Ceuster G. (ed.), Franckx L. (ed.), Van Herbruggen B., Logghe S., Van Zeebroeck B., Tastenhoye S, Proost S., Knockaert J., Williams I., Deane G., Martino A., Fiorello D. (2005) TREMOVE 2.30 Model and Baseline Description, report to EC – DG Environment, <http://www.tmluven.be/methode/tremove/index.htm> en www.tremove.org.
- De Lijn (2008) Retrofit van Euro 2 en Euro 3 bussen, contactpersoon: Freddy Van Steenberghe, juni 2008.
- Deutsch F., Buekers J., Janssen S., Torfs R., Veldeman N., Fierens F., Trimpeneers E. & Bossuyt M. (2009a) Zwevend stof. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.
- Deutsch F., Buekers J., Janssen S., Torfs R., Veldeman N., Fierens F., Trimpeneers E. & Vancraeynest L. (2009b) Fotochemische luchtverontreiniging. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be.
- De Vlieger I., Pelkmans L., Verbeiren S., Cornelis E., Schrooten L., Int Panis L. & Knockaert J. (2005) Sustainability assessment of technologies and modes in the transport sector in Belgium (SUSATRANS CP/43). In opdracht van Federaal Wetenschapsbeleid, VITO, ETE-CES KULeuven, http://www.belspo.be/belspo/home/publ/pub_ostc/CPtrans/rappCP43_en.pdf.
- De Vlieger I. & Schrooten L. (2007) Energieverbruik- en broeikasgasuitstoot door transport in Vlaanderen, Business as usual scenario 2000-2030., VITO, 21 p.
- De Vlieger I., Schrooten L. & Vankerkom J. (2009) Beleidsondersteunend onderzoek: aanpassingen aan het emissiemodel voor wegtransport MIMOSA, VITO-rapport, studie uitgevoerd in opdracht van VMM-MIRA.
- EC (2005a) Meer doen met minder, Groenboek inzake energie-efficiëntie, Europese Commissie, directoraat-generaal energie en vervoer, http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/2005_06_green_paper_book_nl.pdf.
- EC (2005b) Voorstel voor een Richtlijn van de Raad betreft de belastingen van personenauto's, COM (2005) 261 definitief, Commissie van de Europese Gemeenschappen, Brussel, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0261:FIN:NL:PDF>.
- EC (2006) World Energy Technology Outlook - WETO H₂, European Commission, Directorate-General for Reseach.
- EC (2007a) Gewijzigd voorstel voor een richtlijn van het Europees parlement en de Raad inzake de bevordering van schone en energiezuinige wegvoertuigen, COM(2007) 817 definitief, Commissie van de Europese Gemeenschappen, Brussel, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0817:FIN:NL:PDF>.
- EC (2007b) Proposal for amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil, COM(2007) 18 final, Commission of the European Communities, Brussels, http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0018en01.pdf.

EC (2007c) Proposal for the regulation of the European Parliament and of the Council on type-approval of motor vehicle and engines with respect to emissions from heavy duty vehicles (EuroVI) and on access to vehicle repair and maintenance information, COM(2007) 851 final, Commission of the European Communities, Brussels, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0851:FIN:EN:PDF> .

EC (2008a) European Energy and Transport, Trends to 2030-Update 2007, European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, April 2008.

EC (2008b) Reducing CO₂ emissions from light-duty vehicles, http://ec.europa.eu/environment/air/transport/CO2/CO2_home.htm.

EC (2009) Verordening Nr. 595/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 18 juni 2009 betreffende de typegoedkeuring van motorvoertuigen en motoren met betrekking tot emissies van zware bedrijfsvoertuigen (Euro VI) en de toegang tot reparatie- en onderhoudsinformatie, tot wijziging van Verordening (EG) nr. 715/2007 en Richtlijn 2007/46/EG en tot intrekking van de Richtlijnen 80/1269/EEG, 2005/55/EG en 2005/78/EG

ECONOTEC & VITO (2007) Update of the emission inventory of ozone depleting substances, HFCs, PFCs and SF₆ for 2006 in Belgium.

EMEP/CORINAIR (2007) EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007, <http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR5/en/page002.html>.

EPA U. S. SmartWay Transport, Technologies, Strategies and Policies: Upgrade Kits.

EU (2008a) Fuel Quality Directive, amendment to Directive 98/70/EC, 17 December 2008, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/08/800>.

EU (2008b) Improving the safety and environmental performance of vehicles, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/08/786&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=fr>.

EU (2008c) Positie van het Europees Parlement inzake de promotie van het gebruik van hernieuwbare bronnen van 17/12/08, artikel 3, punt 4 <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+20081217+ITEMS+DOC+XML+V0//EN&language=EN#sdocta5>

EUROMOT (2009), persoonlijke communicatie met Richard Payne.

Faber J. et. al. (april 2008) Analyse van de implicaties voor Vlaanderen van beleidsmaatregelen voor de internationale scheepvaart inzake klimaat en verzurende emissies. CE Delft – Resource Analysis.

FOD Economie (2008) Zwavelgehalte in benzine en diesel en loodgehalte in benzine, Algemene Directie Energie- Afdeling Infrastructuur - FAPETRO, contactpersoon Nele Callebaut.

FOD Financiën (2006) Law of biofuels, 2006, M.B. 16/06/2006, <http://staatsbladclip.zita.be/staatsblad/wetten/2006/06/16/wet-2006003297.html>.

Federaal Planbureau en Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie (2008), Bevolkingsvooruitzichten 2007–2060, FPB en ADSEI, Planning Paper 105, juni 2008.

FPB (2008a) Economische vooruitzichten 2008-2013, Federaal Planbureau, mei 2008.

FPB (2008b) TW Lastenverdeling, Impact of the EU energy and climate package on the Belgian energy system and economy, presentatie 18/09/2008, Brussel.

Gonder J., Markel T., Thornton M. & Simpson A. (2007) Using global positioning system travel data to assess real-world energy use of plug-in hybrid electric vehicles, Transportation Research Record. 2017: 26-32.

Harry F. (2007) Energy related projects studied by the European academies science advisory council EASAC, Sweden; http://www.sif.it/SIF/resources/public/files/S_Kullander2.ppt.

HeWiCOM (2007) Stroomtarieven, 2007, <http://www.stroomtarieven.be/>.

Hoge Raad van Financiën, Studiecommissie voor de Vergrijzing (2008), Jaarlijks verslag, juni 2008.

Huang, E. (2008) Low-sulfur marine fuel availability study; Tetra Tech, Inc. CA, USA.

IEA/AIE (2007) Fuel efficient road vehicle non-energy components, Potential Savings and policy Recommendations, OECD/IEA, Paris, http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/Fuel_Effi_Road_Info.pdf.

IMO (2008) http://www.imo.org/Conventions/contents.asp?doc_id=678&topic_id=258#2005.

INE (2007) Ultra low sulphur fuel key to eco-innovation, Brussel BE

Lievens E. (2008) BIOfuels Sustainable EnduSe (BIOSES), Report of Task 3: Implementation Université Catholique de Louvain-la-Neuve (UCL).

LIMOBEL (2008) Long-run impacts of policy packages on mobility in Belgium, WP4 The environmental impact assessment model (Iopende studie), FPB, VITO en FuCAM in opdracht van Federaal Wetenschapsbeleid.

Lodewijks P., Brouwers J., Van Hooste H. & Meynaerts E. (2009) Energie- en Klimaatscenario's voor de sectoren Energie en Industrie. Wetenschappelijk rapport, MIRA 2009, VMM, www.milieurapport.be

MIRA-T 2008, Milieurapport Vlaanderen, Indicatorrapport, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, www.milieurapport.be.

MOW (2008) persoonlijke communicatie met Geert Van Cappellen, lid expertgroep MIRA 2009.

MOW (2009) ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen in opdracht van de Vlaamse minister bevoegd voor Mobiliteit en Openbare Werken, in voorbereiding.

Nijs W., Renders N. & Van Regemorter D. (2006) Markal/Times, a model to support greenhouse gas reduction policies, CES KULeuven, VITO, <http://www.belspo.be/belspo/fedra/proj.asp?l=nl&COD=CP/22>.

NMBS-holding (2008) persoonlijke communicatie met W. Bontinck, lid expertgroep MIRA 2009.

Oil price net (2008) Oil price, today and tomorrow.

PBV (2008) Persoonlijke communicatie en interne nota Petra De Somere.

Pelkmans L., Schoeling O., De Vlieger I., Schrooten L. & Jossart J. M. (2008) Introduction of biofuels in Belgium - Scenarios for 2010 - 2020 – 2030. Rapport in het kader van het project BIOSES, binnen het SSD programma van Belgian Science Policy.

Railenergy (2008) persoonlijke communicatie met W. Bontinck, milieudienst NMBS-holding en lid expertgroep MIRA 2009.

Schrooten L., De Vlieger I., Cornelis E., Lefebvre F., Lodewijks P. & Van Rompaey H. (2003) Evaluatie van het reductiepotentieel voor fijn stofemissies (TSP, PM10 en PM2,5) naar het compartiment lucht in een aantal deelsectoren in Vlaanderen, VITO, in opdracht van Aminal.

Smokers R., Vermeulen R., van Mieghem R., Gense R., Skinner I., Fergusson M., MacKay E., ten Brink P., Fontaras G. & Samaras Z. (2006) Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO₂-emissions from passenger cars, EC, http://circa.europa.eu/Public/irc/env/eccp_2/library?l=light-duty_vehicles/task_a/report_2006_31pdf/_EN_1.0_&a=d.

Techno Fysica (2008) <http://www.technofysica.nl/Dutch/tempomaat.htm>.

TNO (2006) Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO₂-emissions from passenger cars, European Commission, http://ec.europa.eu/enterprise/automotive/projects/report_CO2_reduction.pdf.

TU Delft (2007) Aerodynamische vrachtwagen tot 15 % zuiniger, <http://www.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=cc686cd5-805b-4e52-a886-35601476c530&lang=nl>.

Van Mierlo J. et al. (2008) Aviation and the Belgian Climate Policy: Integration Options and Impacts, final report phase I, in opdracht van BELSPO.

van Toren M. (2008) Aerodynamische trailer bespaart tot 15 % brandstof en emissies, TU Delft, <http://www.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=0f68aa8f-96e0-4d88-98a8-e965db2e0644&lang=nl>.

Van Zeebroeck. B. et al. (2008) Impact assessment study on possible policy options for reviewing the directive on emissions from internal combustion engines. Interim report augustus 2008.

Vanherle K. et. al., (2007) EMissieMOdel voor Spoorverkeer en Scheepvaart in Vlaanderen, EMMOSS Transport & Mobility Leuven in opdracht van VMM.

Verbeiren S., De Vlieger I., Pelkmans L., De Keyser W. & Springael J. (2003) SUSATRANS, Sustainability evaluation of individual technologies (Task A), Study commissioned by the Belgian Science Policy, Brussels.

Verlinden K. (2008a) Nota 24.4 Modelopbouw MM34.doc, te verkrijgen op het Verkeerscentrum.

Verlinden K. (2008b) "Nota 38.3 Opmaak BAU.doc", te verkrijgen op het Verkeerscentrum

VITO (2008a) persoonlijke communicatie met L. Pelkmans, auteur MIRA 2009.

VITO (2008b) persoonlijke communicatie met I. De Vlieger, auteur MIRA 2009, op basis van EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007.

VMM-EiL (2008) Jaarverslag Lozingen in de lucht 1990-2007.

VMM-EiL (2009) Geactualiseerde emissiecijfers voor de historische jaren 1990-2007, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, contactpersoon: Caroline De Bosscher.

VUB (2008) persoonlijke communicatie met J. Matheys, lid expertgroep MIRA 2009.

VWS (2008) rapport van het Nederlands Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, hoofdstuk 3 beschikbaar via <http://www.tempomaat.nl/downloads/vws.pdf>.

Whall et al. (2005): Service contract on ship emissions, assignment, abatement and market-based instruments; task 2a – shore side electricity in ports. ENTEC, UK.

Wouters P. Annema J.A. (2007) Reductiemogelijkheden CO₂-emissie transportsectoren; Kennisinstituut Mobiliteit (KiM), Den Haag NL.

Begrippen

Barrel Brent: Brent is een ruwe olie referentie uit de Noordzee. De prijs van een vat (barrel) Brent wordt vaak gebruikt als referentie voor een vat ruwe olie.

Bx: is dieselbrandstof met een bijmenging van x vol% biocomponenten. Bv. B5 staat voor 5 vol% bijmenging van biocomponenten in diesel.

Brandstofcel voertuig: voertuig met elektrische aandrijflijn die zijn energie haalt uit een brandstofcel, waar gebruik gemaakt wordt van zuurstof en waterstofgas (of methanol) om elektriciteit te produceren.

Brutotonkilometer: eenheid van transport van goederen of personen. Dit is het gewicht van de lading + transportmiddel (bv. wagon, locomotief) vermenigvuldigd met de afgelegde afstand. Deze eenheid wordt regelmatig gebruikt en is typisch bij spoorverkeer.

DeNOx-katalysator: een nabehandelingstechniek voor de vermindering van NO_x in uitlaatgassen van motoren met een luchtvermaat (zoals bij dieselmotoren).

Ecoscore: milieuscore voor voertuigen ontwikkeld door VITO, VUB en ULB in opdracht van de Vlaamse overheid. Zowel uitlaatemissies als emissies tijdens de productie van de brandstof worden meegenomen.

Euro x: een term die ontstaan is begin de jaren '90 om aan te geven om welke milieugerelateerde voertuiggeneratie het gaat. Een Euro 3 voertuig is recenter dan een Euro 1 en voldoet aan strengere Europese emissielimieten.

Hybride aandrijving: maakt gebruik van minstens twee energiebronnen of aandrijvingen (zoals bv. een verbrandingsmotor en een elektrische motor).

MIMOSA: milieu-impactmodule voor het berekenen van verkeersemissies. Werd voor het eerst toegepast voor de stad Antwerpen en naderhand uitgebreid voor gans Vlaanderen.

Modus: vervoerwijze, zoals het zich verplaatsen met een personenwagen, motorrijwiel, fiets, autobus, trein, schip, vliegtuig ... of te voet gaan.

PHEV: plug-in hybride elektrisch voertuig. Dit is een hybride voertuig met batterijen, dat kan herladen worden via een stekker met elektriciteit van het elektriciteitsnet.

Reefer: koelschip. Dit is een type schip dat uitgerust is om (uitsluitend) gekoelde cargo te transporteren.

Verdieselijking: het toenemen van het aandeel dieselwagens in de vloot van personenwagens.

Verkeerscentrum: afdeling van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Vlaamse Overheid.

Vervoer: verplaatsing van mens en/of massa van punt a naar punt b.

Voertuigkilometers: totaal aantal kilometers afgelegd door een bepaalde categorie van vervoermiddelen binnen een zekere tijdsspanne.

Zwaartekrachtmodel: begrip uit de verkeerskunde. In een zwaartekrachtmodel hebben de verplaatsingen met het grootste 'nut' de grootste kans om gekozen te worden. Hierbij wordt het nut bepaald door het omgekeerde van de veralgemeende reiskost en de aantrekkingskracht, de 'massa' van een zone, nl. het aantal ton dat er toekomt. Deze massa wordt bepaald door de vraag naar goederen in die zone. De naamgeving gebeurde naar analogie met de fysische zwaartekracht, waar de aantrekking het grootst is tussen grote massa's op kleine afstand van elkaar.

Afkortingen

ACEA: Association des Constructeurs Européens des Automobiles

BBT: best beschikbare technologie

BKG : broeikasgassen

BTL: biomass to liquid

CCNR: Central Commission for Navigation on the Rhine

CNG: compressed natural gas

CS: charge sustaining, de batterij verliest netto geen lading, alle energie wordt door de verbrandingsmotor geleverd

DIV: Directie Inschrijving Voertuigen

EC: Europese Commissie

ETS: emission trading system

FOD: Federale OverheidsDiensten

GSI: gear shift indicator, een systeem dat aangeeft wanneer je moet veranderen van versnelling (schakelen)

HB: herkomst-bestemming

HDV: heavy duty vehicle, de verzamelnaam voor zware voertuigen (bussen en vrachtwagens >3,5 ton)

HFK: fluorkoolwaterstof

HFO: heavy fuel oil

IEM: internal engine modifications

JAMA: Japan Automobile Manufacturers Association

KAMA: Korean Automobile Manufacturers Association

KBO: Kruispuntdatabank voor Belgische Ondernemingen

LDV: light duty vehicles, verzamelnaam voor personenwagens en bestelwagens, in Europese wetgeving wordt enkel bestelwagens bedoeld

LPG: liquefied petroleum gas

LTO: landing and take-off

MAC: mobiele airconditioningsystemen

MDO: marine diesel oil

MEZ: Ministerie van Economische Zaken

MGO: marine gas oil

MIMOSA: milieu-impactmodule voor het berekenen van verkeersemisies

MMM: Multimodaal Model

NEC: national emission ceilings

NIS: Nationaal Instituut voor de Statistiek

NMBS: Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen

NMVOS: niet-methaan vluchtige organische stoffen

NRMM: non-road mobile machinery

OVG: onderzoek verplaatsingsgedrag

pkm: personenkilometers

PM: particulate matter (stof)

PM10: stofdeeltjes met een deeltjesgrootte kleiner of gelijk aan 10 μm

PM2,5: stofdeeltjes met een deeltjesgrootte kleiner of gelijk aan 2,5 μm

POM: Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij

ppm: parts per million

SCR: selective catalytic reduction

SDG: sociodemografische gegevens
SECA: sulphur emission control area
TOFP: tropospheric ozone forming potential
tonkm: tonkilometers
TPMS: tyre pressure monitoring systems
TSP: totaal stof
VITO: Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
vkm: voertuigkilometers
VOS: vluchtige organische stoffen
VUB: Vrije Universiteit Brussel

Scheikundige symbolen

CH₄: methaan
CO: koolstofmonoxide
CO₂: koolstofdioxide
H₂: waterstofgas
NH₃: ammoniak
NO_x: stikstofdioxiden
N₂O: lachgas
Pb: lood
SO₂: zwaveldioxide

Eenheden

CO₂-eq: CO₂-equivalenten
g: gram
J: Joule
kg: kilogram (10³ g)
kton: kiloton (10³ ton)
m: meter
PJ: peta-joule (10¹⁵ Joule)
ton: 1000 kg
Wh: Watt-uur (1 Wh = 3 600 J)
Zeq: zuurequivalenten

Bijlage 1: Gedetailleerde datatabellen voor energiegebruik van de verschillende modi van de sector Transport (per zichtjaar en per scenario)

Zie hiervoor de exceltabellen beschikbaar gesteld op www.milieurapport.be, onder Milieuverkenning 2030.

Bijlage 2: Gedetailleerde datatabellen voor emissies van broeikasgassen, verzurende stoffen, ozonprecursoren en fijn stof voor de verschillende modi van de sector Transport (per zichtjaar en per scenario)

Zie hiervoor de exceltabellen beschikbaar gesteld op www.milieurapport.be, onder Milieuverkenning 2030.