

BIJLAGE 1: Beschrijving en vergelijking van de bestaande modellen: EcoScore-BIM en Cleaner Drive (Taak 1a)

De methodes, ontwikkeld door de VUB & ULB (EcoScore) in opdracht van het Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM) en die ontwikkeld in het kader van het Europese project Cleaner Drive met medewerking van VITO worden beschreven in dit hoofdstuk.

Er wordt een evaluatie gemaakt van beide methodes en ze worden vergeleken: pro's en contra's worden opgesteld alsook de knelpunten en de data vereisten bij beide methodes worden weergegeven.

1.a) Achtergrond van BIM-Ecoscore en EC-Cleaner Drive.

1.a.1) BIM - Ecoscore

Eén van de elementen die de Brussels Hoofdstedelijke Raad voorziet voor de structurele verbetering van de luchtvervuiling veroorzaakt door voertuigen, is het opleggen van het gebruik van "schone voertuigen" aan de gewestelijke overheden en aan de instellingen waarop ze het toezicht uitoefenen. De ordonnantie van 25 maart 1999 stelt expliciet dat binnen een termijn van vijf jaar minstens 20% van hun voertuigen op milieuvriendelijke technologieën moeten rijden.

Hiervoor diende een definitie van 'Schone Voertuigen' te worden opgesteld. In opdracht van BIM hebben de Vrije Universiteit Brussel en de Université Libre de Bruxelles in 2001 een methode ontwikkeld, Ecoscore genaamd, om de milieu-impact van voertuigen onderling te vergelijken.

De definitie van 'Schone Voertuigen' rust op de toekenning aan een bepaald voertuig van een representatieve score qua schade, die door het voertuig wordt veroorzaakt aan het milieu, de bevolking en de gebouwen.

Binnen het project werden volgende elementen uitgewerkt:

- Verschillende voertuigtechnologieën werden met elkaar vergeleken op technische, milieu en economische gebied.
- Een gedetailleerde inventaris werd opgesteld van de wagenparken van de Brusselse overheden en de organismen en instellingen waarop ze het toezicht uitoefenen.
- Een overzicht werd opgesteld van de praktische ervaringen binnen het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest alsook in Europa.
- Een gids voor het aankopen en gebruiken van 'Schone Voertuigen' door overheidsorganismen werd opgesteld, waarin criteria voor de keuze van de voertuigen en gebruiksaanwijzingen zijn opgenomen, evenals een ontwerp van bestek voor de verwerving van dit type van voertuig.
- De studie bevat ook een verslag betreffende de toekomstige evolutie van de voertuigenparken van de Brusselse overheden. In dat verslag werden de noden en behoeften van de gebruikers en kopers omschreven en werd er onder meer nagegaan hoe er aanvullende structuren of instrumenten konden worden uitgewerkt en toegevoegd.

1.a.2)EC - Cleaner Drive

Gefinancierd binnen het 5^e kader programma door DG-TREN van de Europese Commissie alsook door nationale organisaties (o.a. door het Vlaams Gewest, AMINAL), werd op Europees niveau het "Cleaner Drive" project uitgewerkt door 15 organisaties verspreid over 9 landen. Het project loopt van Juni 2001 tot Juli 2004.

De partners zijn: Vienna University of Technology - Institute for Chemical Technologies and Analytics (IAC-TUW), National Austrian oil company (OMV), Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), Technical Research Centre of Finland (VTT), Agency for Environment and energy management (ADEME), Technical and Engineering study Centre (CETE Lyon en CETE NP), University of Roma "La Sapienza" Department of Hydraulic, Transport and Street (DITS), European Natural Gas Association (ENGVA), Netherlands Agency for energy and Environment (NOVEM), Netherlands Organisation for applied scientific research (TNO Inro en TNO Automotive), Swedish Transport & Communications Research Board (VINNOVA), Swiss Association for electric vehicles - E-mobile (E-MOBILE), INFO VEL, Energy Saving Trust (EST) en AEA TECHNOLOGY

De doelstellingen van dit project zijn:

- De ontwikkeling van een Europees voertuig milieu rating systeem
- De ontwikkeling van nationale websites om dit systeem te promoten en om een brede waaier aan informatie over Milieuvriendelijke Voertuigen te verschaffen.
- Formuleren van aanbevelingen voor beleidsmaatregelen betreffende brandstoffen infrastructuur. Meer informatie kan gevonden worden op de websites: www.cleaner-drive.com en www.cleaner-drive.co.uk en www.milieuvriendelijkvoertuig.be

Het project is nog lopende, maar het voertuig milieu rating systeem werd reeds vastgelegd. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een zeer brede bevraging van stakeholders, zoals: voertuigconstructeurs, overheden, Europese Commissie, engineering en emissie testcentra, academici, leefmilieu organisaties, economen en nationale en internationale organisaties. Na een feedbackperiode van 12 maanden bestaat de mogelijkheid om een aantal aanpassingen aan de rating door te voeren.

1.b) Methodologie

De bedoeling van de milieu-evaluatie van de verschillende technologieën is om aan alle voertuigen een milieuscore toe te kennen, die representatief is voor hun impact op het milieu.

Het probleem bij dergelijke evaluaties vloeit voort uit de grote hoeveelheid te integreren schade-soorten en de verschillende eenheden waarin ze uitgedrukt zijn. Hoewel meerdere methodologieën voorgesteld werden voor het analyseren van de milieu-impact van iedere schade-categorie, laten er slechts weinig toe om de verschillende effecten te combineren in één enkele indicator.

In het kader van de Ecoscore methodologie gebeurt de milieu-evaluatie van een voertuig volgens een sequentie van 5 stappen, die analoog zijn met deze ontwikkeld in het kader van de levenscyclusanalyse (LCA) van producten. Zij kunnen als volgt beschreven worden:

1. Welke zijn de vervuilende emissies geassocieerd aan het geëvalueerde voertuig ?
2. Tot welk type schade dragen deze emissies bij ?
3. Welke waarden kent men toe aan deze schade ?
4. Is de schade groot ten opzichte van deze van het referentievoertuig ?
5. Welk belang moet men toekennen aan een type schade ten opzichte van de andere ?

Beide methodes zullen hieronder parallel besproken worden aan de hand van deze vijf stappen. Bij elke stap zullen de voor en nadelen besproken worden.

De oorspronkelijke BIM-Ecoscore methode is na het opleveren van het onderzoeksrapport nog verder verfijnd in bijdrage tot verschillende internationale symposia en internationale tijdschriften. Deze laatste resultaten zullen in de hier opvolgende bespreking reeds mee in rekening worden gebracht.

Stap 1. Inventarisatie

In deze eerste stap wordt nagegaan welke polluenten in rekening zullen worden gebracht.

In beide methodes worden de emissies bepaald door:

- directe emissies, die vrijkomen tijdens het gebruik van de voertuigen (“Tank-to-Wheel”);
- indirecte emissies, die vrijkomen tijdens de productie en distributie van de brandstof of van de elektriciteit gebruikt in de voertuigen. (“Well-to-Tank”).

Voordeel:

Door de volledige well-to-wheel emissies in rekening te brengen kan men verschillende alternatieve brandstoffen en aandrijvingen onderling vergelijken. Met name bij de brandstof- en elektriciteitsproductie kunnen grote verschillen op vlak van emissies worden vastgesteld in functie van het type brandstof.

Nadeel:

Dit betekent dat de emissies die vrijkomen tijdens de productie van het voertuig, alsook tijdens de recyclage en de opslag van de voertuigen niet geïntegreerd worden in de evaluatie. Deze keuze is ingegeven door het feit dat geen objectieve data hiervoor ter beschikking zijn per merk en voertuigmodel. Gemiddelde voertuigproductie data zou hiervoor gebruikt kunnen worden, maar het is niet vanzelfsprekend of hierdoor een significant bijkomende differentiatie tussen de verschillende voertuigen zou ontstaan.

Directe emissies.

Wat betreft de evaluatie van de emissies geassocieerd aan het gebruik van een voertuig, wordt een onderscheid gemaakt tussen de gereguleerde en de niet-gereguleerde emissies.

De evaluatie van de gereguleerde emissies –koolstofmonoxyde (CO), stikstofoxyde (NOx), vluchtige organische stoffen (VOS), en stofdeeltjes (PM)- is gebaseerd op de resultaten van de homologatietesten, die voertuigen ondergaan alvorens ze op de markt worden geïntroduceerd.

De maximaal toegelaten emissies voor personenvoertuigen wordt door Tabel 1 samengevat.

Zowel in BIM-Ecoscore als in Cleaner Drive worden deze gereguleerde polluenten gebruikt.

Wat betreft de niet-gereguleerde emissies, onderscheidt men :

- emissies evenredig met het brandstofverbruik (op basis van CO₂ homologatie emissietesten)
- andere niet gereguleerde emissies

	jaar	CO	KWS	KWS+NO _x	NO _x	PM
Diesel						
Euro I	1992	2.72	-	0.97	-	0.14
Euro II - IDI	1996	1.0	-	0.7	-	0.08
Euro II - DI	1999	1.0	-	0.9	-	0.10
Euro III	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
Euro IV	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025
Benzine						
Euro I	1993	2.72	-	0.97	-	-
Euro II	1997	2.2	-	0.5	-	-
Euro III	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-
Euro IV	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-

Tabel 1: Europese emissie richtlijnen voor personenvoertuigen (in g/km)

BIM - Ecoscore

In eerste instantie werd binnen BIM-Ecoscore gepoogd zoveel mogelijk schadelijke stoffen mee in rekening te brengen. Hiervoor werd naast de gereglementeerde emissies en brandstofverbruik-afhankelijke emissies gebruik gemaakt van de Europese COPERT databank voor de bepaling van verschillende vluchtige organische stoffen.

Dit resulteerde in volgende polluenten:

- **VOC:** 1,3 Butadieen, Formaldehyde, Toluene, Benzeen
- **PAK:** Benzo(a)pyreen (BaP), Benzo(a)anthraceen, Dibenzo(a)anthraceen
- **KWS:** NMVOS, Methaan
- CO, Stofdeeltjes, TSP, NO_x (in NO₂ eq), SO₂, CO₂, CH₄, N₂O

EC – Cleaner Drive

De Cleaner Drive methode houdt rekening met volgende polluenten voor de directe emissies:

- Gereglementeerde emissies:
 - NO_x, KWS, CO, PM
 - CH₄ (enkel voor aardgasvoertuigen)
- Brandstofverbruik afhankelijke emissies:
 - CO₂, en N₂O
 - Geen SO₂

De gebruikte brandstofkarakteristieken om de niet-gereglementeerde brandstofafhankelijke emissie te berekenen zijn samengevat in Tabel 3.

Uit een gevoeligheidsanalyse bleek dat de pollutanten berekend adhv COPERT de meeste doorslag hadden op de eindresultaten, maar deze pollutanten zijn echter met de minste nauwkeurigheid gekend in vergelijking met de gereguleerde emissies.

Daarom werd besloten met een eenvoudig model te werken adhv van volgende 8 pollutanten: NO_x, KWS, CH₄, CO, PM, CO₂, SO₂ en N₂O en dit voor zowel de directe als indirecte emissies.

De SO₂ emissies kunnen berekend worden uit het brandstofverbruik (FC) rekeninghoudend met het zwavelgehalte (k_s) en de brandstofdichtheid (FD) (zie vergelijking (1) en Tabel 2 [i]).

$$E_{SO_2} = 2 \cdot k_s \cdot \left(\frac{FD \cdot FC}{100} \right) \quad (1)$$

CH₄ is evenredig met de totale KWS emissies en kan aldus berekend worden met vergelijking (2) in functie van het brandstoftype (Tabel 2).

$$E_{CH_4} = R_{CH_4/HC} \cdot E_{HC} \quad (2)$$

Analoog kunnen de N₂O emissies uit de CO₂ emissies berekend worden [ii,iv] (vergelijking (3) en Tabel 2).

$$E_{N_2O} = R_{N_2O/CO_2} \cdot E_{CO_2} \quad (3)$$

De PM emissies voor benzine voertuigen worden niet gemeten tijdens de homologatietesten en dus niet beschouwd in de BIM-Ecosocre methodologie.

De keuze om geen SO₂ emissies mee in rekening te brengen bij de directe emissies wordt verantwoord door de zeer lage en dus niet significante waarde van deze directe emissies tgv de huidige laagzwavelige brandstoffen.

De keuze om geen CH₄ emissies mee in rekening te brengen bij de directe emissies wordt verantwoord door een gebrek aan gegevens. Echter voor aardgas voertuigen kan CH₄ wel significant zijn. Daarom wordt CH₄ enkel in rekening gebracht indien de fabrikant dit vraagt en de data voor NMKWS en CH₄ afzonderlijk ter beschikking geeft.

N₂O emissies zijn afhankelijk van het type brandstof en de gebruikte katalysator. De gebruikte katalysator is afhankelijk van de emissiestandaard. Als benadering voor de N₂O emissies worden constante standaardwaarden gebruikt per brandstoftype en per emissieklasse (Euro I, II, ...)

Bij de homologatietesten worden geen PM emissies gemeten in het geval van benzine voertuigen. Echter directe injectie benzine voertuigen emitteren wel PM emissies. Deze worden voor alle DI benzine wagens

constant verondersteld en geschat op 0,03g/km (te vergelijken met 0,025g/km maximaal aanvaardbare PM emissies voor EURO IV diesel voertuigen).

	Energie inhoud kJ/kg	Dicht- heid g/l	Ratio H/C	Zwavel- gehalte ppm	Ratio N ₂ O/CO ₂	Ratio CH ₄ /HC
Ref.	44000	755	1.8	50	0.040244	12
Benzine	44000	755	1.8	150	0.040240	12
Diesel	42300	835	2	350	0.003540	4
CNG	44800	859	3.97	0	0.031590	92
LPG	46000	545	2.58	0	0.031590	3

Tabel 2: Brandstofkarakteristieken gebruikt bij BIM-Ecoscore [i,ii,iii,iv]

	Net verbrandingswaarde GJ/tonne	%C	kg C / GJ	kg CO ₂ / GJ
Benzine	44.0	83.1%	18.892	69.270
Diesel	42.8	86.5%	20.205	74.086
CNG	48.0	74.7%	15.561	57.058
LPG	46.1	82.8%	17.961	65.857

Tabel 3: Brandstofkarakteristieken gebruikt bij Cleander Drive

Indirecte emissies

De emissies geassocieerd aan de productie van de brandstof of elektriciteit worden bepaald op basis van het verbruik van het voertuig en van emissiefactoren die de mate van uitstoot karakteriseert tijdens het productieproces. Dit productieproces bevat de ontgting van de grondstof, raffinage en de distributie van de brandstof of de elektriciteitsproductie en distributie. Deze factoren zijn uitgedrukt in gram per geconsumeerde eenheid energie (in termen van brandstof) door het voertuig.

Zowel in BIM-Ecoscore als in Cleaner drive werden de data voor de indirecte emissies gehaald uit het Europese MEET project [iii] en dit overeenstemmend met het betrokken land (in ons geval België).

Deze waarden zijn gemiddelde waarden. Zo zal bij elektriciteitsproductie de gemiddelde elektriciteitsproductiemix worden gebruikt. Merk op dat dit geen rekening houdt met de eventuele nodige investeringen van bijkomende elektriciteitscentrales voor de productie van elektriciteit of voor nieuwe raffinaderijen voor de productie van brandstoffen voor een bijkomende vloot van voertuigen. Eveneens houdt dit geen rekening met de mogelijkheid die de consument heeft in een vrije elektriciteitsmarkt emissievrije elektriciteit te kopen afkomstig van hernieuwbare energiebronnen.

De keuze om geen N₂O emissies mee in rekening te brengen (zowel bij BIM-Ecoscore als Cleaner Drive) bij de indirecte emissies wordt verantwoord door de zeer lage en dus niet significante waarde van deze indirecte emissies. De N₂O indirecte emissies zijn bovendien niet beschikbaar bij MEET.

Beide methodes beschouwen dus slechts 7 pollutanten voor de bepaling van de indirecte emissies, met name: NOx, KWS, CH₄, CO, PM, CO₂, en SO₂.

BIM - Ecoscore

Aangezien de MEET gegevens dateren van voor 1995 en er zeer grote emissiereducties zijn verwezenlijkt sindsdien in de elektriciteitsproductie, werden voor de BIM-Ecoscore de emissiefactoren betreffende elektriciteitsproductie ge-update in functie van de beschikbare gegevens van Electrabel. Tabel 4 vat de gebruikte indirecte emissies samen.

mg/kWh	CO	NMHC	CH ₄	NOx	PM	CO ₂	SO ₂
Referentie	18.4	761.4	62.6	151.9	8.6	33100	236.2
Benzine	18.4	761.4	62.6	151.9	8.6	33100	236.2
Diesel	16.6	315.4	56.5	129.6	3.6	24500	174.2
Bio-brandstof	493.2		280.4	871.9	66.6	108700	245.5
Aardgas	5	99	805.3	38.2	2.9	14800	60.8
LPG	14.8	202.7	58	116.3	5.4	21600	114.1
Electriciteit Belgische Mix 2001	18.4	44*	1.75	440	36	290000	420
Electriciteit Belgische Mix 1995 (MEET)	60.1	44	865	1041.8	97.9	339500	1920.6

Tabel 4: Indirect emissions voor België (*geen nieuwe data beschikbaar, gegevens van MEET 1995 gebruikt).

EC – Cleaner Drive

Eveneens is bij Cleaner Drive voorzien recente data te gebruiken indien deze beschikbaar is.

Tabel 5 vat de gebruikte indirecte emissies samen.

mg/kWh	CO	HC	CH ₄	NOx	PM	CO ₂	SO ₂
Benzine	19,4	812,5	66,7	162,0	9,4	35493	252,0
Diesel	17,6	334,8	60,1	137,9	4,0	25839	185,0
LPG	15,9	217,9	62,5	124,9	5,8	23107	122,6
CNG	5,0	99,0	805,3	38,2	2,9	14760	60,8
Electriciteit	60,1	43,9	865,1	1041,8	97,9	339480	1920,6

Tabel 5: Indirect emissions voor België

Niettegenstaande dezelfde referentie (MEET) in beide methodes werden gebruikt, werden er lichte verschillen (tot 9%) vastgesteld in de indirecte emissies (zie Tabel 4 en Tabel 5).

Voordeel:

De MEET gegevens werden op een uniforme wijze verzameld voor verschillende types brandstoffen.

Nadeel:

De MEET gegevens zijn verouderd (dateren van voor 1995) waardoor geen rekening werd gehouden met de enorme vooruitgang in de emissie reductie van dit brandstof- of elektriciteitsproductieproces. Zeker bij deze laatste kan dit zeer sterk doorwegen in het eindresultaat door het feit dat ze de volledigheid van de emissies geassocieerd aan het gebruik van elektrische voertuigen vertegenwoordigen..

Eveneens is in MEET geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende productie mogelijkheden van biobrandstoffen, alsook zijn er geen gegevens beschikbaar voor de productie van waterstof.

Total emissies

De totale emissies worden bekomen door zowel de indirecte (Well to Tank) als directe (Tank to Wheel) emissies te beschouwen.

BIM - Ecoscore

De totale emissies (directe + indirecte) worden berekend door gewichten toe te kennen, variërend tussen 0 en 1, voor de indirecte component om op die manier rekening te houden met de afstand tussen de plaats waar de pollutie ontstaat en de plaats waar degenen zitten die de vervuiling ondergaan. In de praktijk betekent dit dat, voor de lokale effecten op gezondheid en gebouwen, de indirecte emissies vermenigvuldigd worden met een factor ω_{ind} terwijl voor de andere regionale en globale effecten de factor behouden blijft op 1 (zie vergelijking (4) en Tabel 6).

$$E_{total} = E_{direct} + \omega_{ind} \cdot E_{indirect} \quad (4)$$

De factor ω_{ind} werd ingeschat op basis van literatuurgegevens en het

EC – Cleaner Drive

Ook in de Cleaner Drive methode worden de direct en indirecte emissies tov elkaar afgewogen voor de impact op de luchtkwaliteit. Echter dit gebeurt aan de hand van het gebruik van externe kostenfactoren (zie verder bij karakterisatie). Voor indirecte emissies worden landelijk externe kosten gebruikt en voor directe emissies wordt een gewogen gemiddelde (overeenstemmend met het nationaal gemiddeld aantal kilometers gereden op landelijke wegen t.o.v. dat gereden op stedelijke wegen) genomen tussen stedelijke en landelijke externe kosten. Deze waarden zijn afhankelijk van het beschouwde land.

Hieruit kan ook een ω_{ind} afgeleid worden zoals weergegeven in Tabel 7 zodat een vergelijking met Ecoscore mogelijk is.

expertenpanel.

	KWS	NOx	CO	SO ₂	PM
ω _{ind}	1	1	0.1	0.4	0.1

Tabel 6: Relatieve bijdrage van de indirecte emissies tot totale emissies voor gezondheidseffecten [ii]

		KWS	NOx	CO	SO ₂	PM10
Stedelijk	27,10%	0,003	0,0047	3,65E-06	0,0157	0,1332
Landelijk	72,90%	0,003	0,0047	5 ^E -07	0,0079	0,0198
Gem.		0,003	0,0047	1,35 ^E -06	0,0100	0,0505
ω _{ind}		1	1	0,37	0,79	0,39

Tabel 7: Relatieve bijdrage van de indirecte emissies tot totale emissies voor luchtkwaliteit

Reële emissies

De emissies in praktijk kunnen vele malen hoger liggen dan de emissies gemeten tijdens de homologatietesten. Om hiermee rekening te houden, kunnen correctiefactoren (CF) op de directe emissies ingevoerd worden.

$$E_{real\ life} = CF \cdot E_{reg} \quad (5)$$

In een Amerikaanse context werden de correctiefactoren uit Tabel 8 gebruikt in referentie [iv].

	FC	CO	HC	NOx	PM
Petrol	1.3	5.8	4	3	1
Diesel	1.3	1.2	1.4	2	2.1

Tabel 8: Real life correctie factoren voor tank-to-wheel emissies [iv]

Zowel in Ecoscore als in Cleaner Drive worden geen correcties ingevoerd voor reële verkeersomstandigheden wegens een gebrek aan objectieve gegevens.

Merk op dat de emissies geassocieerd aan elektrische voertuigen bepaald worden op basis van hun elektriciteitsverbruik. BIM-Ecosocre maakt hiervoor gebruik van door CITELEC en VUB reëel gemeten elektriciteitsverbruik. De emissies betreffende elektrische voertuigen stemmen aldus wel overeen met reële emissies.

Geluid

BIM - Ecoscore

Naast verschillende pollutanten werd in BIM-Ecoscore geluid mee in rekening gebracht. In het Brussels gewest is 28% van de bevolking blootgesteld aan geluidsniveau's hoger dan 65dB(A). 43% van de bevolking vindt het geluid veroorzaakt door verkeer te hoog. Lawaaihinder geeft aanleiding tot slaapstoornissen, gehoorschade hart- en vaatziekte, chronische stress, apathie, depressie.

Voordeel:

Indien geluid mee in rekening wordt gebracht wijst dit op het belang ervan met betrekking tot gezondheid. Dit is een belangrijk signaal naar beleid, bevolking en voertuigproducten toe.

Nadeel:

De reële geluidsemissies kunnen sterk afwijken van de gehomologeerde geluidsemissies (net zoals reële uitlaatpijpemissies sterk kunnen afwijken van de homologatie-emissies).

EC – Cleaner Drive

Geluid werd bij Cleaner Drive niet mee in rekening gebracht.

Deze keuze werd ingegeven door het feit dat de homologatietest voor het bepalen van het geluidsniveau sterk afwijkt van de reële geluidsemissies van verkeer die beïnvloed worden door het verkeersvolume, de snelheid, technische eigenschappen van het voertuig (oa. type banden) en technische eigenschappen van het wegdek.

De banden gebruikt in de praktijk kunnen sterk verschillend zijn van de banden gebruikt tijdens de homologatietesten. doordat deze door de consument vaak vervangen worden. Het geluidsniveau van deze banden komen niet noodzakelijk overeen met deze van de homologatietest.

Voordeel:

Er wordt geen waarde gebruikt die kan afwijken van de realiteit.

Nadeel:

Het niet opnemen van geluid kan de indruk wekken naar de gebruiker dat het niet wordt beschouwd als belangrijk gezondheidseffect.

Stap 2. Classificatie van de pollutanten per schadecategorie

In deze tweede stap van de methodologie worden de reeds berekende emissies toegewezen aan de schadecategorieën waarin zij een bijdrage leveren.

BIM - Ecoscore

Tabel 9 vat de schadecategorieën samen die in de Ecoscore geïdentificeerd werden alsook de overeenstemmende pollutanten die bijdragen tot de schadelijke effecten.

Tabel 9: Classificatie van de pollutanten per schadecategorie

Effect		Polluent	
1. Gezondheid	1.1 Kankerverwekkende effecten	VOC	
		1,3 Butadieen	
		Formaldehyde	
		Benzeen	
		HAP	
		Benzo(a)pyreen (BaP)	
		Benzo(a)anthraceen	
		Dibenzo(a)anthraceen	
		1.2 Ademhalingsstoornissen veroorzaakt door organische stoffen	KWS
	NMVOS		
	Methaan		
	1.2 Ademhalingsstoornissen veroorzaakt door niet-organische stoffen		CO
			Stofdeeltjes (PM10)
			TSP ()
	2. Broeikaseffect	NOx (in NO ₂ eq)	
SO ₂			
CO ₂			
CH ₄			
N ₂ O			
3. Ecosystemen	3.1 Ecotoxiciteit	VOC	
		Benzeen	
		Toluëen	
		PAK	

EC – Cleaner Drive

Tabel 10 vat de schadecategorieën samen die in de Cleaner Drive geïdentificeerd werden alsook de overeenstemmende pollutanten die bijdragen tot de schadelijke effecten.

Tabel 10: Classificatie van de pollutanten per schadecategorie

Effect	Polluent
1. Luchtkwaliteit	KWS
	CO
	Stofdeeltjes (PM10)
	NOx
	SO ₂
2. Broeikaseffect	CO ₂
	CH ₄
	N ₂ O

	SO ₂
4. Gebouwen	Stofdeeltjes (PM10)
	SO ₂
5. Geluidshinder	Geluid

De emissies op de grijze achtergrond zijn deze die in de huidige evaluatie niet in rekening worden gebracht, wegens gebrek aan nauwkeurige en betrouwbare gegevens.

Stap 3. Karakterisatie

In deze etappe berekent men voor iedere schadecategorie, in welke mate de emissies bijdragen tot de schade. De verschillende soorten schade zijn uitgedrukt in specifieke eenheden gemeenschappelijk voor de hele schadecategorie zodat ze kunnen opgeteld worden om tot de totale schade te komen binnenin de betrokken categorie.

De berekening van de schade in elke categorie gebeurt door het op voorhand berekende emissieniveau (uitgedrukt in g/km of g/kWh) te vermenigvuldigen met een **schadefactor** uitgedrukt in een eenheid eigen aan de schadecategorie.

BIM - Ecoscore

De eenheden bij de BIM-Ecoscore zijn:

- Voor **gezondheidseffecten**: DALY (Disability Adjusted Life Years)¹ of het aantal jaar dat een persoon moet leven met een onbekwaamheid. Data uit Eco-Indicator 99–methodologie.
- Voor **broeikaseneffect**: CO₂-equivalenten of Global Warming

EC – Cleaner Drive

De eenheden bij Cleaner Drive zijn:

- Voor **broeikaseneffect**: CO₂-equivalenten of Global Warming Potential. Data uit UN's IPCC.
- Voor **luchtkwaliteit**: Externe kosten uitgedrukt in €g. Data uit het Europese Externe-E project.

¹ Een schade van 1 DALY kan enerzijds 1 verloren jaar in een mensenleven betekenen, anderzijds 1 persoon die gedurende 4 jaar lijdt aan een onbekwaamheid van 0.25.

² PDF = Potentially Disappeared Fraction (voor diersoorten)

Potential. Data uit UN's IPCC.

- Voor de schade aan **ecosystemen**: De jaarlijkse oppervlakte van een gebied waar de kans groot is dat dieren zich er niet meer begeven wegens ongunstige voorwaarden veroorzaakt door pollutendepots (uitgedrukt in $\text{PDF.m}^2\text{.jaar}^2$). Data uit Eco-Indicator 99–methodologie
- Voor schade aan **gebouwen**: Externe kosten tgv (uitgedrukt in euro). Data van CEESE-ULB.
- Voor **geluid** wordt de logaritmische waarde omgezet in een geluidsdrukniveau aan de hand van vergelijking (6) aangezien een reductie van 3dB een halvering van de geluidshinder betekent.

$$E_{noise} = 10^{\left(\frac{L(dB(A))}{10}\right)} \quad (6)$$

Voordeel:

De karakterisatie gebeurt op een internationaal erkende en wetenschappelijk onderbouwde methode waarbij de schade veroorzaakt door een bepaalde pollutant wordt bepaald.

Nadeel:

Geeft geen beeld van de maatschappelijke kost van de schade.

Daar de verschillende schades niet in dezelfde eenheid zijn uitgedrukt, zijn ze niet rechtstreeks met elkaar te vergelijken.

Voordeel:

De karakterisatie gebeurt op een internationaal erkende wetenschappelijk onderbouwde methode, waarbij de externe kost geassocieerd aan de schade veroorzaakt door een pollutant wordt bepaald. Aangezien de schadecategoriën in dezelfde eenheid worden uitgedrukt kunnen ze ook tegen elkaar worden afgewogen.

Nadeel:

De externe kosten zijn gekenmerkt door een relatieve onzekerheidsfactor. Ze worden meestal bepaald op basis van schadekosten. Nadat eerst de schade veroorzaakt door een pollutant wordt bepaald wordt deze schade gemonetariseerd. Deze extra stap vergroot de fout op het eindresultaat.

De externe kosten gekoppeld aan luchtkwaliteit zijn op basis van gemonetariseerde schadekosten. Die voor broeikas effect daarentegen zijn vermeden. Het is dan ook de vraag in hoeverre deze beide met elkaar te vergelijken zijn.

Stap 4. Normalisatie

Bij de normalisering gaat men de schade veroorzaakt door een bepaald voertuig vergelijken met een referentiesituatie om zo te bepalen welke effecten al dan niet significant te noemen zijn.

BIM - Ecoscore

In het geval van de BIM-Ecoscore, werd beslist om als referentieniveau de schade te nemen die veroorzaakt wordt door een fictief voertuig, dat emissies heeft die op significante wijze lager liggen dan deze van de actuele voertuigen, maar desondanks bereikbaar zijn wanneer men gebruik maakt van de beschikbare technologieën.

Voor iedere voertuigcategorie afzonderlijk (personenwagens, bestelwagens, vrachtwagens, tweewielers en bussen) werd een referentievoertuig gedefinieerd.

Gereguleerde emissies

Wat betreft de gereguleerde emissies, worden de waarden opgelegd door de **EURO IV** norm voor benzine wagens als **referentie** genomen.

Voor bestelwagens werden de Euro IV-normen voor middelgrote dieselbestelwagens (1305 à 1760 kg) als referentie genomen.

Voor vrachtwagens werd besloten om te werken met wettelijke normen uitgedrukt in g/kWh. Dit ook om de Ecoscore methodologie aan te passen zodanig dat er kan gewerkt worden met gegevens uitgedrukt in g/kWh (voor gereguleerde emissies of afgeleide emissies) en in g/km (voor

EC – Cleaner Drive

In het geval van Cleaner Drive methodologie werd er beslist met een minimale en een maximale waarde te werken. De minimale waarde komt overeen met nul emissies en de maximale waarde is het ‘slechtst beschikbare voertuig’ dat vandaag nieuw op de markt verkocht wordt (voldoet net aan geldende emissienorm en heeft een hoog verbruik/CO₂-uitstoot).

Cleaner Drive werd thans enkel voor personenvoertuigen uitgewerkt.

Gereguleerde emissies

Wat betreft de gereguleerde emissies, worden de hoogste emissie waarden (gekozen tussen de **EURO III** norm voor benzine en die van diesel voor zware wagens (meer dan 2,5ton, laadvermogen > 1600 kg)) als referentie genomen.

De andere voertuigcategorieën (LDV, HDV, 2-wielers) zijn niet behandeld.

emissies die afhangen van het brandstofverbruik en voor indirecte emissies). (zie hoofdstuk 1.d)).

Voor tweewielers stemmen de referentiewaarden overeen met de waarden voorgesteld door de Europese Commissie voor 2003/2004.

Niet-gereguleerde emissies

Voor **SO₂** is het referentieniveau gebaseerd op een zwavelgehalte van 50 ppm.

Voor personenwagens is er een vrijwillige overeenkomst tussen de EU en ACEA om de **CO₂** emissies te doen dalen van 186g/km in 1995 tot 140g/km in 2008. Tevens zal ACEA vanaf 2000 vrijwillig wagens op de markt brengen met een CO₂-uitstoot van 120g/km. Deze 120g/km stemt overeen met de doelstelling van de Europese Unie om de uitstoot van nieuwe wagens tegen 2012 tot 120g/km te beperken.

Een equivalente inspanning (ongeveer 30% reductie ten opzichte van de huidige niveaus) werd weerhouden voor de andere voertuigcategorieën, voor dewelke geen dergelijke overeenkomsten bestaan. Door zich te baseren op de emissieniveaus geschat door het COPERT-model voor voertuigen rijdend tegen 20 km/h, heeft men referentiewaarden kunnen definiëren voor de CO₂-emissies overgenomen in Tabel 11.

Tabel 11: CO₂ referentiewaarden

	PV	LDV	HDV	2-wielers
Ref. brandstof	Benzine	Diesel	Diesel	Benzine
CO ₂ (in g/km)	120	210	840	95
geluid (in dB(A))	70	70	78	75

Niet-gereguleerde emissies

Directe **SO₂** emissies worden niet beschouwd.

Voor personenwagens wordt 350 g/km als referentiewaarde gekozen voor de **CO₂** emissies aangezien 98% van de voertuigen jonger dan productiejaar 2000 minder CO₂ emissies dan deze waarde emitteren.

De andere voertuigcategorieën (LDV, HDV, 2-wielers) zijn niet behandeld.

Geluid

Tabel 11 bevat ook de referentiewaarde voor geluid. Deze waarden stemmen overeen met de huidige normen voor geluid en/of met technisch haalbare waarden. Wat betreft vrachtwagens en autobussen, werd de meest strikte waarde weerhouden van beide normen uit de twee voertuigcategorieën. In het geval van tweewielers werd geopteerd voor de meest strikte norm opgelegd aan brommers met een cilinderinhoud kleiner dan 80 cm³.

Indirecte emissies

Voor de referentievoertuigen is de berekening van de indirecte emissies gebaseerd op het brandstofverbruik geassocieerd aan de referentieniveaus weerhouden voor CO₂ emissie per voertuigcategorie.

Door de schade te normaliseren kunnen verschillende effecten veroorzaakt door verschillende voertuigen relatief ten opzichte van elkaar worden vergeleken. Zowel de weging van de verschillende effecten (zie Stap 5) als de keuze van het referentievoertuig hebben een invloed op het eindresultaat.

Genormaliseerde schade

De genormaliseerde schade wordt berekend aan de hand van vergelijking (7)

$$Schade (p.u.) = \frac{Schade\ Voertuig}{Schade\ Referentie\ Voertuig} * 100 \quad (7)$$

Hierbij stemt het referentievoertuig overeen met technologisch haalbare lage emissies, meer bepaald de EURO IV uitstoot en 120 g CO₂/km.

Hoe groter deze waarden, hoe meer het voertuig vervuult en dus schade

Geluid

geluidshinder wordt niet beschouwd in Cleaner Drive.

Indirecte emissies

Voor de berekening van de indirecte emissies is als maximale waarde gekozen voor de emissies overeenstemmend met de brandstofproductie geassocieerd aan een benzine voertuig dat 350 g CO₂/km uitstoot.

Genormaliseerde schade

De genormaliseerde schade wordt berekend aan de hand van vergelijking (8)

$$Schade (p.u.) = 100 - 100 \times \frac{Schade\ Voertuig}{Schade\ Referentie\ Voertuig} \quad (8)$$

Waarbij het referentievoertuig overeenstemt met 'maximale' emissies, tzt overeenstemmend EURO III en 350 g CO₂/km.

Hoe grotere deze waarden, hoe minder het voertuig vervuult en dus

veroorzaakt.

Voordeel:

Geen negatieve waarden.

Nadeel:

De waarden liggen niet tussen 0 en 100. Waarden kleiner dan 100 werden als milieuvriendelijk beschouwd en waarde groter dan 100 als milieu-onvriendelijk. Een herschaling volgt verder zodat de eindresultaten toch tussen 0 en 100% liggen.

schade veroorzaakt.

Voordeel:

Geen waarden hoger dan 100.

Nadeel:

Wagens met emissies hoger dan EURO III (dus ouder dan productiejaar 2000) zullen negatieve resultaten krijgen.

Stap 5. Weging

De laatste stap bestaat in het toekennen van gewichten aan de genormaliseerde schades vooraleer ze worden opgeteld om een finale milieuscore te bekomen.

BIM - Ecoscore

De keuze van de toe te kennen gewichten aan de verschillende effecten is niet enkel van wetenschappelijke aard, maar hangt ook grotendeels af van de politieke voorkeuren en van de beslissingsnemers. Een belangrijk aspect van de methodologie is de mogelijkheid om de schadecategoriën te wegen en op die manier een groter gewicht toe kennen aan problematieken die door de beslissingsnemer belangrijk worden geacht.

Een specifiek gewichtstoekenning-systeem voor de evaluatie van de inpakten veroorzaakt door emissies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is gekozen, rekening houdend met de particulariteiten van dit dicht bevolkt Gewest waar de milieuprioriteiten sterk kunnen verschillen van deze van een land of van het Vlaamse Gewest.

BIM-Ecoscore kent een belangrijk gewicht van 50% van het totaal toe aan de gezondheidseffecten. Op de tweede plaats vindt men de effecten verbonden aan de opwarming van de aarde, waaraan een gewicht van 25% wordt toegekend. De overige 25% is verdeeld onder de effecten op het ecosysteem (10%), de geluidshinder (10%) en de schade aan gebouwen (5%).

EC – Cleaner Drive

In de Cleaner Drive methode worden de twee beschouwde effecten (broeikas effect en luchtkwaliteit) niet gewogen via wegingscoëfficiënten opgesteld door een panel van experts. De weging gebeurt op een indirecte manier door het werken met externe kosten en dus het monetariseren van de schadekost.

Aangezien gebruikt wordt gemaakt van externe kosten zijn alle effecten uitgedrukt in €/km en kunnen alvorens te worden genormaliseerd worden opgeteld.

Nadien wordt de totale schade genormaliseerd (vergeleken met EURO III, zie eerder).

De afzonderlijke genormaliseerde effecten worden ook uitgerekend zodat men eveneens een idee heeft van de relatieve verhouding van de impact op het broeikas effect en op de luchtkwaliteit.

Voordeel:

De beleidsverantwoordelijken kunnen adhv hun prioriteiten expliciet inspelen op de eindresultaten.

Nadeel:

Een eventuele manipulatie van de resultaten door het panel van experts is mogelijk door aanpassing van de wegingscoëfficiënten.

Voordeel:

De weging gebeurt op basis van externe kosten en dus op basis van een internationaal erkende en wetenschappelijk onderbouwde methode.

Nadeel:

De externe kosten overeenstemmend met het broeikas effect zijn bepaald aan de hand van vermindingskosten (haalbaarheid van Kyoto). De externe kosten verbonden aan de luchtkwaliteit zijn bepaald op basis van effectieve schade kosten. Niet tegenstaand beide externe kosten uitgedrukt zijn in €/km, zijn ze dus in feite niet vergelijkbaar.

Beleidskeuzes zijn niet expliciet te introduceren in het model.

1.c) Herschaling

BIM - Ecoscore

De oorspronkelijke BIM-Ecoscore methode gaf waardes gelegen tussen 0 en meer dan 700. Teneinde op een transparante manier te kunnen communiceren met het grote publiek werd een herschaling ingevoerd zodanig dat:

- EcoScore = 0 → nieuwe waarde = 100
- EcoScore = 100 → nieuwe waarde = 50
- EcoScore = oneindig → nieuwe waarde = 0

$$Rating = 100 e^{-0,0069 \cdot EcoScore} \quad (9)$$

EC – Cleaner Drive

In de Cleaner Drive methode werd geen herschaling doorgevoerd.

1.d)Aanpassing van de methodologie voor zware voertuigen

BIM - Ecoscore

De Ecoscore-methodologie werd voor zware voertuigen –vrachtwagens en bussen aangepast. Men kan twee categorieën van emissiegegevens onderscheiden:

- de gereglementeerde emissies CO, NO_x, KWS en deeltjes die overeenstemmen met wat er uitgestoten wordt door de **motor** tijdens een genormaliseerde cyclus en die uitgedrukt zijn in g/kWh (het voertuig zelf wordt dus niet geëvalueerd);
- de emissies die afhangen van het brandstofverbruik van het voertuig –directe emissies van CO₂ en SO₂ alsook het geheel der indirecte emissies- die uitgedrukt worden in g/km.

Het gevolg hiervan is dat het onmogelijk is voor zware voertuigen om directe en indirecte emissies op te tellen zoals dat wel het geval was bij lichte voertuigen. De methode werd aangepast voor zware vrachtwagens.

In tegenstelling tot bij de lichte voertuigen, worden de directe en de indirecte emissies van zware voertuigen afzonderlijk geëvalueerd volgens de Ecoscore methodologie, hetgeen leidt tot twee scores die nadien worden samengevoegd in 1 enkele score door de scores relatief aan de indirecte emissies te wegen met een factor ω_{ind} . Deze werd door het experten panel vastgelegd op 0,5.

EC – Cleaner Drive

In Cleaner Drive worden enkel personenvoertuigen beschouwd na uitgebreide stakeholder consultaties. Argumentatie hiervoor is dat de extra informatie die een milieuratingsysteem zou bieden aan de gebruikers van zware voertuigen minimaal is. Een minimaal brandstofverbruik is primordiaal bij gebruikers van zware voertuigen.

$$\text{Ecoscore global} = \frac{\text{Ecoscore}_{\text{Tank-to-Wheel}} + w_{\text{ind.}} \cdot \text{Ecoscore}_{\text{Well-to-Tank}}}{100 + w_{\text{ind.}} \cdot 100} \quad (10)$$

Wat de directe emissies betreft, houden de aanpassingen in het verwijderen van de SO₂ en CH₄-emissies uit de evaluatie, om op die manier in iedere schadecategorie een coherentie te behouden op het niveau van de gebruikte emissies en bijhorende eenheden (g/km of g/kWh). Deze wijziging heeft slechts een beperkte invloed op de gekwantificeerde schade binnen de betrokken categorieën (ademhalingseffecten, broeikas effect, verzuring en schade aan de gebouwen) waarin de pollutanten slechts weinig bijdragen.

Bij de indirecte emissies worden geen pollutanten buiten beschouwing gelaten aangezien ze allen afhankelijk zijn van het brandstofverbruik en dus in g/km uit te drukken zijn.

1.e) Samenvatting

Beide methodes kunnen als volgt overzichtelijk worden samengevat

BIM - Ecoscore

Classificatie	Weging	Inventaris	Eenheid	Karakterisatie	
				W-t-T	T-t-W
Broeikas effect	25%	CO2	GWP	1	1
		CH4	GWP	23	23
		N2O	GWP	-	296
Kanker en Ademhaling	50%	KWS	Daly/kg	6,46E-07	6,46E-07
		NOx	Daly/kg	8,87E-05	8,87E-05
		CO	Daly/kg	7,31E-08	7,31E-07
		SO2	Daly/kg	3,91E-06	9,78E-06
Zure regen	10%	PM	Daly/kg	3,75E-05	3,75E-04
		NOx	PDF.m2.y/kg	5.713	5.713
Gebouwen	5%	SO2	PDF.m2.y/kg	1,04	1,04
		PM	€/kg	3,32	8,3
Geluid	10%		€/kg	25,9	259
				1	1

“-”: deze emissies worden niet beschouwd

Tabel 12: Samenvatting BIM-Ecoscore

De bijdrage tot de verschillende schades wordt vergeleken met die van een referentievoertuig met volgende emissiewaarden.

EC – Cleaner Drive

Classificatie	Weging	Inventaris	Eenheid	Karakterisatie	
				W-t-T	T-t-W
Broeikas effect	nvt	CO2	€/g	0,000046	0,000046
		CH4	€/g	0,000966	0,000966
		N2O	€/g	-	0,01426
Lucht kwaliteit	nvt	KWS	€/g	0,003	0,003
		NOx	€/g	0,0047	0,0047
		CO	€/g	5.0E-07	1.35E-06
		SO2	€/g	0.0079	-
		PM	€/g	0.0198	0.0505

“-”: deze emissies worden niet beschouwd; nvt = niet van toepassing;

Tabel 14: Samenvatting Cleaner Drive

De bijdrage tot de verschillende schades wordt vergeleken met die van een referentievoertuig met volgende emissiewaarden.

	Geluid	CO2	N20	CH4	CO	HC	NOx	PM	SO2
	dB(A)	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Directe	70	120,0	0,048	0,012	1,00	0,10	0,08	0,00	0,0038
Indirecte		15,3	-	0,029	0,008	0,351	0,070	0,004	0,109

Tabel 13: Emissiewaarden referentievoertuig

	CO2	N20	CH4	CO	HC	NOx	PM	SO2
	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
Directe	350,0	0.141	0,232	5,22	0,29	0,78	0,10	-
Indirecte	49.8	-	1.372	0,027	1,14	0,227	0,013	0,354

Tabel 15: Emissiewaarden referentievoertuig

Hierbij werd het maximum tussen alle type brandstoffen gekozen.

1.f) Voorbeeld

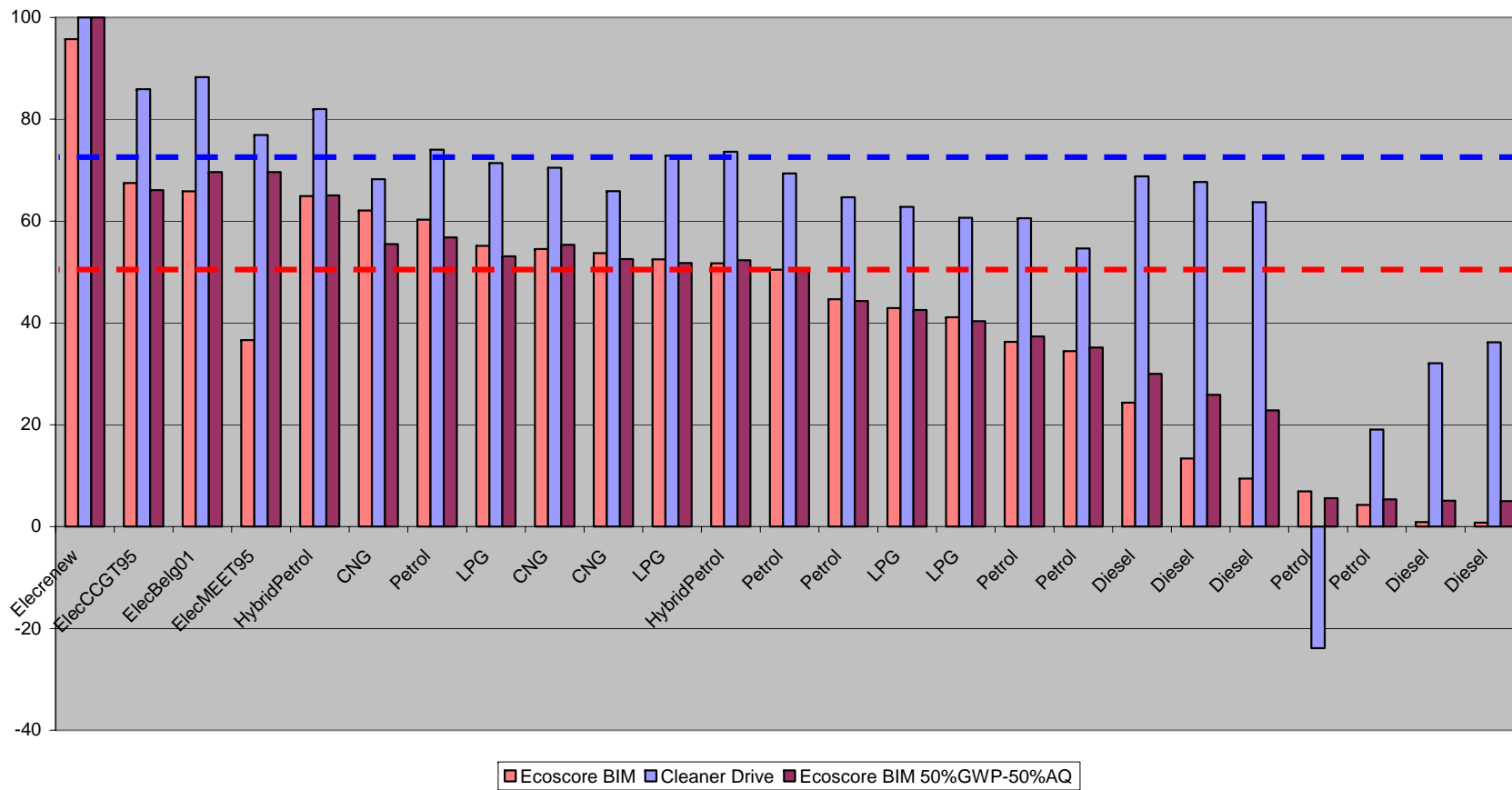
Teneinde de modellen nog beter te kunnen vergelijken werden enkele voorbeelden uitgerekend, zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Type brandstof	Merk	Omschrijving	versnelling	Cylinder Inhoud	EURO
Ref	Ref. ecoscore BIM	Euro IV benzine			
Ref	Ref. Cleaner Drive	EURO III			
Elektrisch	Peugeot	106	Emissieloos-Hernieuwbaar	A	
Elektrisch	Peugeot	106	SGCC - 1995	A	
Elektrisch	Peugeot	106	Elektrabel - 2001	A	
Elektrisch	Peugeot	106	MEET	A	
Hybrid	HONDA	Insight (2001 YM)	Insight	M5	995 III
Benzine					
CNG	Fiat	Brava			IV
Benzine	MICRO COMPACT CAR (MCC)	Smart City Coupe Hatchback	Smart and Passion	A6	599 III
LPG	VAUXHALL	Vectra, Model Year 2002	1.8 16v	M5	1796 IV
CNG	VOLVO	S60 Model Year 2002	2.4 Bi-Fuel (CNG)	M5	2435 IV
CNG	VOLVO	S80 Model Year 2002	2.4 Bi-Fuel (CNG)	A4	2435 IV
LPG	Opel	Astra	1,6 16v	M5	1598 IV
Hybrid	Toyota	Prius	1,5 Hybrid	A	IV
Benzine					
Benzine	VOLKSWAGEN	Polo (from February 2002)	1.2 55bhp	M5	1198 IV
Benzine	VOLKSWAGEN	Golf Hatchback (3 Door)	1.4 (75 bhp)	M5	1390 IV
LPG	VOLVO	S60 Model Year 2002	2.4 Bi-Fuel (LPG)	A5	2435 IV
LPG	VOLVO	V70 Model Year 2002	2.4 Bi-Fuel (LPG)	A5	2435 IV
Benzine	Toyota	Avensis	1,6 vvti liftback	M5	1794 IV
Benzine	Volvo	S60	2,4 Bifuel	M5	2435 IV
Diesel	PEUGEOT	607	2.0 HDi FAP (110 bhp)	M5	1997 III
Diesel	VOLKSWAGEN	Golf Estate	1.9 TDI PD (100 bhp)	M5	1896 III
Diesel	Volvo	S60	D5 (163bhp)	M5	2401 III
Benzine	FERRARI	All Models	456M GTA 2+2	A4	5474 III
Benzine	CHEVROLET	Blazer	4.3L V6	A4	4300 III
Diesel	METROCAB	TAXI TTT	2.4 Turbo	A4	2446 III
Diesel	VOLKSWAGEN	Window Van	2.5 TDI (102 bhp)(High Roof Model)	A4	2461 III
Diesel	VOLKSWAGEN	Lupo	1.2TDI 3L	A4	1191 III

Tabel 16: Geselecteerd wagens als voorbeeld

Deze tabel bevat enkele zeer vervuilende wagens (onderaan) en een reeks zeer milieuvriendelijke wagens, die gebruik maken van verschillende alternatieve brandstoffen. Betreffende de elektrische wagens werden verschillende manieren en referenties beschouwd om elektriciteit op te wekken.

In beide modellen werden dezelfde directe (Tank-to-Wheel) als indirecte (Well-to-Tank) emissies gebruikt. Naast de rating berekend aan de hand van de Ecoscore-BIM en Cleaner Drive werd de rating berekend aan de hand van de Ecoscore-BIM waarbij 50% bijdrage van broeikasemissies en 50% gezondheidseffecten. Dit om een betere vergelijking met Cleaner Drive toe te laten die de effecten op zure regen, gebouwen en geluid niet mee in rekening brengt.

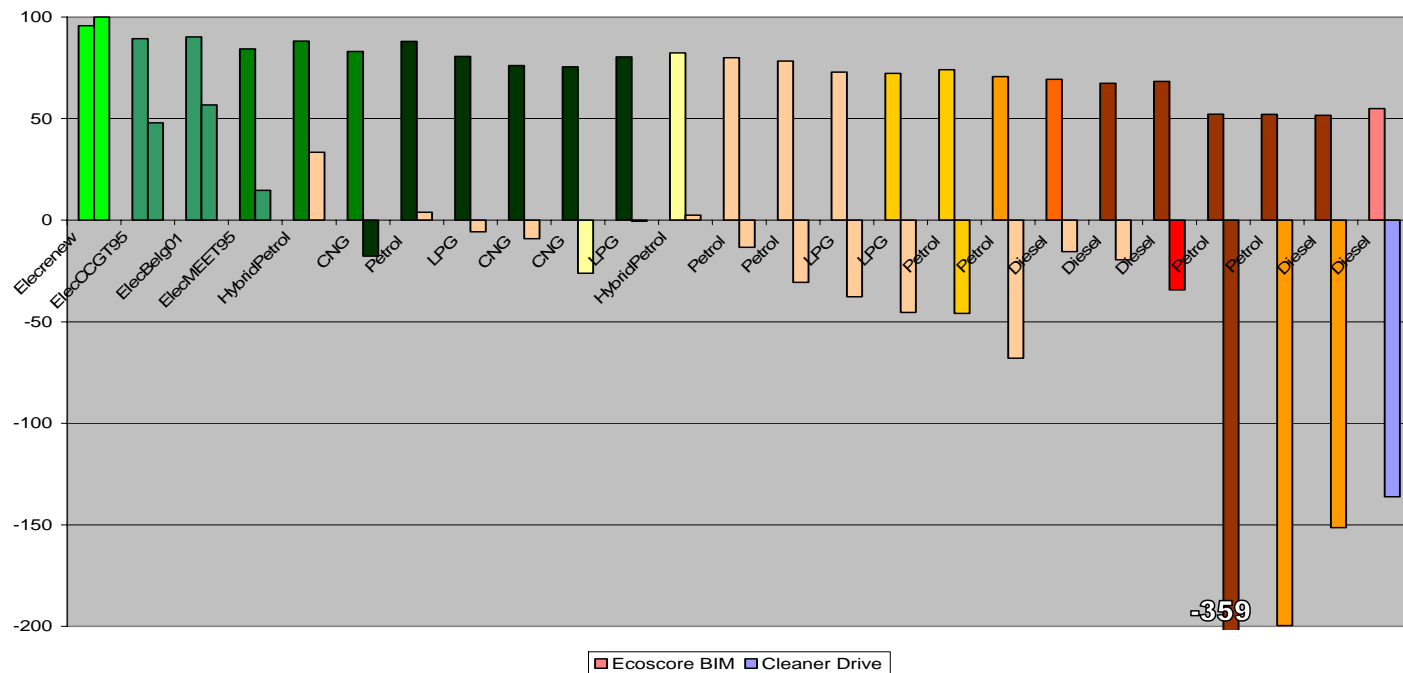


Figuur 1 :Vergelijking Ecoscore en Cleaner Drive

In beide methodes is een zelfde algemene trend vast te stellen. Tengevolge van de keuze van het referentievoertuig en de gebruikte methode daalt de ene methode iets sneller dan de andere.

De bovenste blauwe stippen lijn stemt overeen met de waarde van het referentievoertuig van Ecoscore berekend met de methode van Cleaner Drive. De rode stippelijijn stemt overeen met hetzelfde referentievoertuig berekend volgens de BIM-Ecoscore methodologie.

Als oefening werden in Figuur 2 de referentievoertuigen omgewisseld: EURO III werd als referentiewaarde bij BIM-Ecoscore gebruikt en EURO-IV bij Cleaner Drive. Men stelt dezelfde trend vast maar thans een minder scherpe daling bij BIM-Ecoscore en een veel steilere daling bij Cleaner Drive.



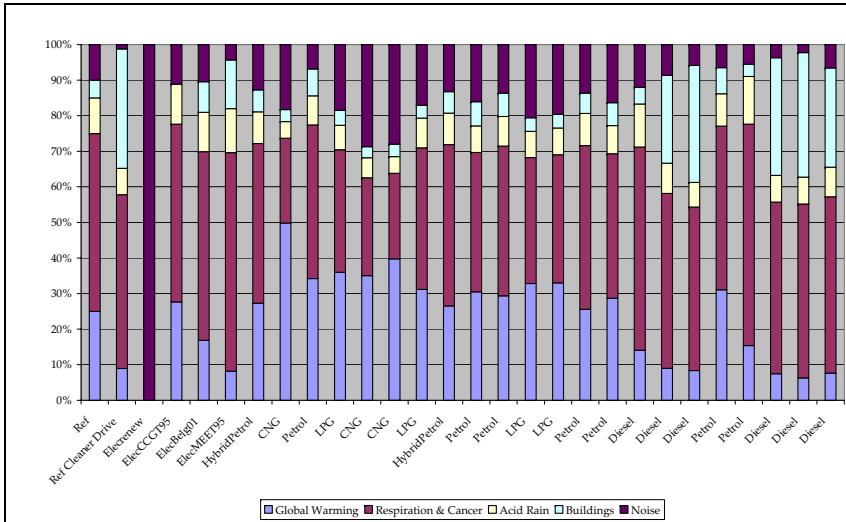
Figuur 2 :Omwisseling van beide referentievoertuigen

Uit Figuur 1 (en ook Figuur 2) kan men afleiden dat elektrische voertuigen in het algemeen zeer gunstig scoren. Hierbij werden vier verschillende datasets gebruikt voor elektriciteitsopwekking: op basis van emissieloze energiebronnen, op basis van aardgas met emissiedata uit 1995, op basis van recente data van Elektrabel (2001) en op basis van MEET (data begin jaren '90). Het is in dit laatste geval en enkel voor het BIM-Ecoscore model dat elektrische voertuigen ongunstiger scoren. Dit is het gevolg dat de MEET data zeer hoge NO_x en SO₂ emissie bevat voor elektriciteitsopwekking in vergelijking met recentere data van Electrabel. Dit effect is minder duidelijk bij de Cleaner Drive methode daar hier het broeikas effect een dominante rol speelt (zie Figuur 4).

Aardgasvoertuigen hebben een iets minder gunstige rating en hybride voertuigen een iets betere rating bij Cleaner Drive in vergelijking met Ecoscore. Zeer opvallend zijn vooral de diesel voertuigen die bij Cleaner Drive hebben een gunstigere rating dan bij BIM-Ecoscore.

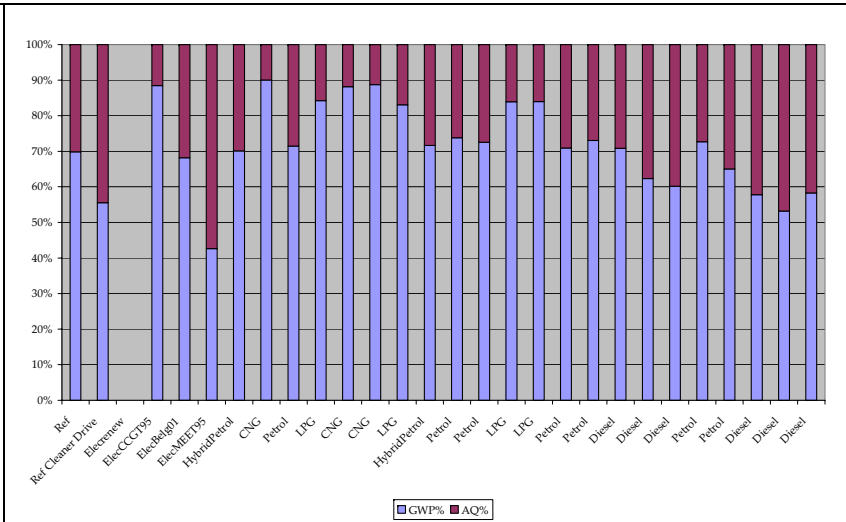
Indien we de relatieve bijdrage van de verschillende effecten op het eindresultaat bestuderen (zie Figuur 3 en Figuur 4), dan is het duidelijk dat gezondheidseffecten ongeveer voor de helft doorwegen in BIM-Ecoscore en dat het broeikas effect domineert in Cleaner Drive.

BIM - Ecoscore



Figuur 3 : Relatieve bijdrage effecten op eindresultaat Ecoscore

EC - Cleaner Drive



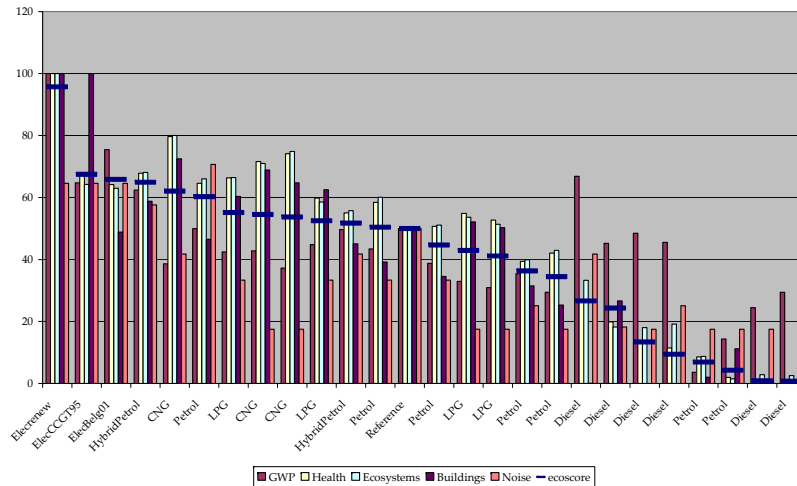
Figuur 4 : Relatieve bijdrage effecten op eindresultaat Cleaner Drive

1.g) Gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse werd uitgevoerd.

BIM - Ecoscore

In eerste instantie werd bij de BIM-Ecoscore methode de rating berekend door elke schade afzonderlijk te beschouwen. Dit komt erop neer door in de weging voor bijvoorbeeld broeikas effect 100% te kiezen en voor de andere effecten een gewicht van 0% toe te kennen. Dit werd berekend voor broeikas effect, gezondheidseffecten, zure regen, gebouwen en geluid. De blauwe horizontale lijn is de oorspronkelijke Ecoscore.



Figuur 5 :Invloed van de weging (beschouwde effecten)

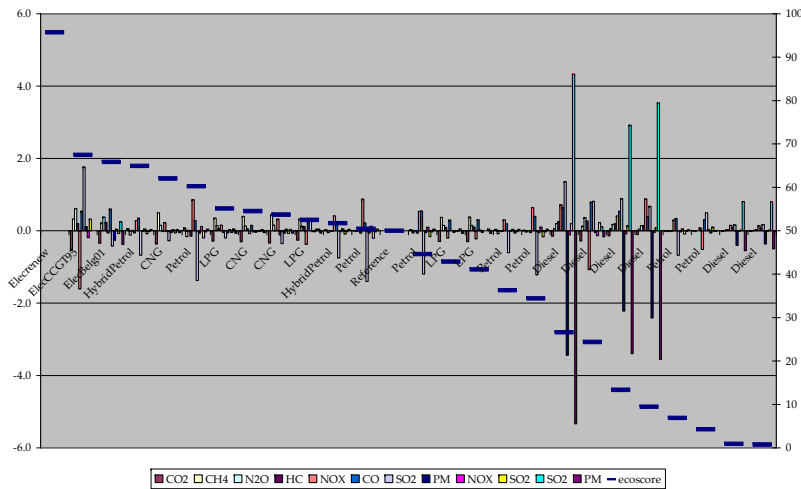
Hieruit kan men afleiden dat door uitsluitend rekening te houden met

EC – Cleaner Drive

Daar bij Cleaner Drive alle schade in euro's werden uitgedrukt en geen weging mogelijk was betreffende de bijdrage van broeikas effect en luchtkwaliteit in het eindresultaat kan bij Cleaner Drive ook geen gevoeligheidsanalyse worden uitgewerkt van deze bijdragen.

het broeikas effect de dieselveertuigen een gunstige rating krijgen.

Eveneens werd de invloed van een bepaalde pollutant op een bepaald effect nagegaan door de bijdrage van de pollutant (zie twee laatste rechter kolommen van Tabel 12) te verdubbelen. Het resultaat is weergegeven in Figuur 6.



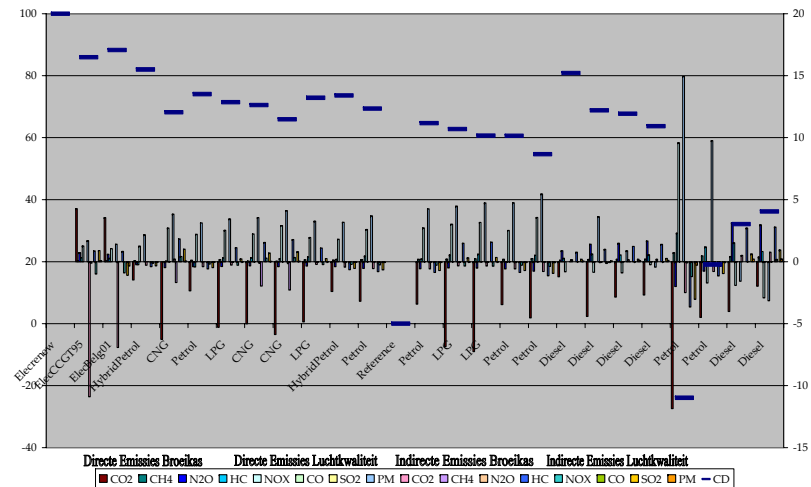
Figuur 6 :Invloed van de karakterisatie (bijdrage pollutant tot schade) BIM

Op de rechter verticale as staat de Ecoscore weergegeven. Op de linker verticale as de absolute afwijking t.o.v. deze score bij verdubbeling van de bijdrage van een bepaalde pollutant tot een bepaald effect.

Uit deze figuur is af te leiden dat deze invloed niet significant is. Een verdubbeling van de bijdrage van een pollutant tot een bepaalde schade geeft geen doorslaggevende veranderingen in het eindresultaat.

Wel kan de invloed van een bepaalde pollutant op het eindresultaat geëvalueerd worden door de bijdrage van deze pollutant te verdubbelen.

Het resultaat is weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8 :Invloed van de karakterisatie (bijdrage pollutant tot schade) CD

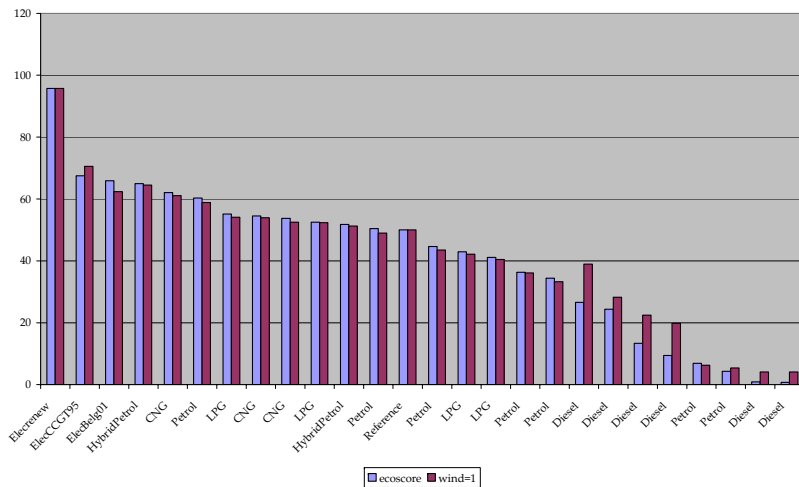
Op de linker verticale as staat de Cleaner Drive score weergegeven. Op de rechter verticale as de absolute afwijking t.o.v. deze score bij verdubbeling van de bijdrage van een bepaalde pollutant tot een bepaald effect (dit zowel voor de directe als de indirecte emissies).

Uit deze figuur is af te leiden dat de Cleaner Drive methode een stuk gevoeliger is dan de BIM-methode. Een verdubbeling van de directe

Tot slot werd nog een andere evaluatie gemaakt.

In Figuur 7 werd naast de Ecoscore, de rating bepaald indien indirecte en directe emissies op gelijke voet worden behandeld. Meer bepaald waarbij de factor ω_{ind} gelijk aan 1 wordt gesteld.

Geen grote verschillen werden vastgesteld.



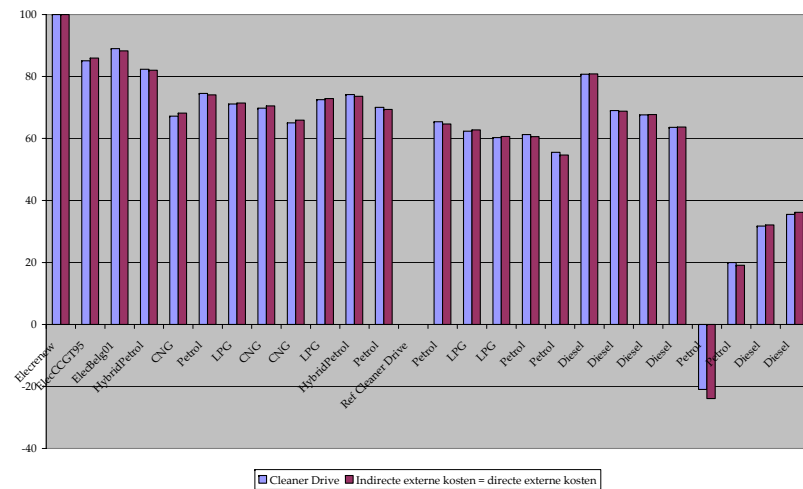
Figuur 7 :Invloed van de factor ω_{ind}

CO₂, NO_x en PM emissies of hun geassocieerde externe kost kan het eindresultaat redelijk beïnvloeden.

Tot slot werd nog een andere evaluatie gemaakt.

In Figuur 9 werd naast de Cleaner Drive rating, de rating bepaald indien indirecte externe kosten gelijk werden gesteld aan de directe externe kosten..

Geen grote verschillen werden vastgesteld.



Figuur 9 :Invloed directe en indirecte externe kosten

BIJLAGE 2: Verschil homologatie en reëel verkeer

1.h) Invloed van de referentiecyclus

Men dient er zich rekenschap van te geven dat de emissiegegevens afkomstig van homologatietesten niet overeenkomen met emissies die voorkomen in het reële verkeer. Om dit euvel in de toekomst van de baan te halen, loopt er heden een Europees project, Artemis [v], met als doelstelling oa. feedback te kunnen geven voor de ontwikkeling van nieuwe homologatie- en testcycli.

De emissiewaarden opgelegd door de homologatiecycli kunnen afwijken van de emissies gemeten in reële verkeersomstandigheden ondermeer omwille van volgende redenen:

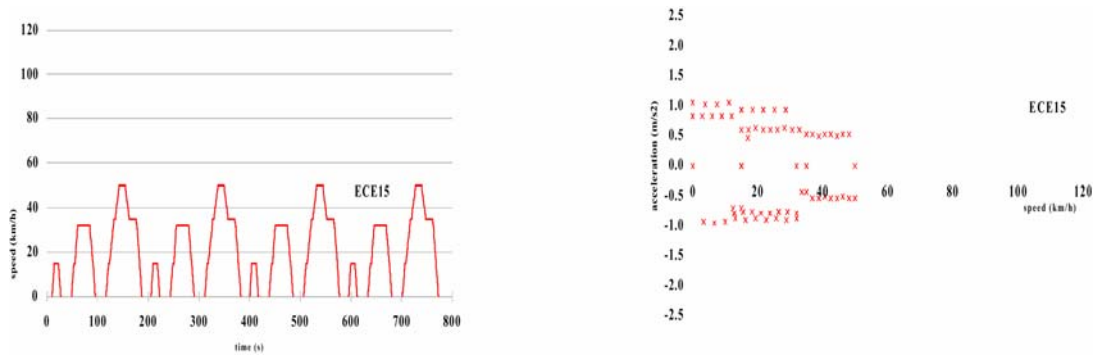
- Tengevolge van veroudering en/of slecht onderhoud van de motor en katalysator zullen de emissies van voertuigen toenemen met het ouder worden van het voertuig. Vanaf EURO III voorziet de Richtlijn 98/69/EG een duurzaamheidstest van 80.000 km. Na deze afstand afgelegd te hebben mogen de emissies de oorspronkelijke limietwaarden niet overschrijden. Verder is er de zogenaamde « In-Use-Compliance », die voorziet dat de bevoegde overheid een steekproef mag uitvoeren onder de voertuigen die jonger dan 5 jaar zijn en minder dan 80.000 km hebben afgelegd. Ook moeten alle benzine-wagens vanaf 1.1.01 en alle dieselwagens vanaf 1.01.04 uitgerust zijn met een OBD-systeem³ dat de vitale motorfuncties en de katalysator bewaakt en de bestuurder waarschuwt in geval van defecten.
- Het effect van koude start wordt ook pas in rekening gebracht voor wagens gehomologeerd vanaf 1.1.02.
- De gemiddelde acceleratie in deze cyclussen bedraagt 0.47 m/s^2 . In normaal verkeer echter is de gemiddelde acceleratie meer dan 1 m/s^2 . Het is juist tijdens harde acceleraties dat grote emissiepieken (tot 30 keer groter [vi]) kunnen worden vastgesteld.

Dit laatste argument zullen we nader toelichten. De opgelegde cycli (UDC en EUDC) vereisen dat de verbrandingsmotor in bepaalde werkingspunten in een beperkt gebied kan functioneren met lage emissies. Er wordt in de huidige emissiewetgeving geen rekening gehouden met wat er buiten dit gebied en deze werkingspunten gebeurt. Automobilconstructeurs spelen hier handig op in door voertuigen te ontwikkelen die voldoen aan de richtlijn (actueel EURO III) en tegelijk goede acceleratieprestaties e.d. kunnen leveren. Met de huidige elektronisch gestuurde injectiesystemen krijgen de constructeurs nog meer mogelijkheden om motoren te ontwikkelen die goed presteren qua emissies op de opgelegde cycli, maar daarbuiten totaal andere emissie waarden vertonen. Bij elektronisch gestuurde directe injectiesystemen kan men de motor afstellen in functie van de gebruiksomstandigheden: wanneer weinig vermogen vereist is kan de motor op een mager mengsel werken, bij hoge acceleratie schakelt hij over op een klassieke stoechiometrische verhouding met hoger benzine verbruik. In de moderne voertuigen gebeurt deze overschakeling automatisch. Hiermee slaagt de constructeur erin voor de wettelijke referentiecycli goede emissieresultaten te bekomen. Eens een ander traject gereden wordt in andere gebruiksomstandigheden lopen de emissies echter zeer hoog op teneinde goede acceleratie toe te laten.

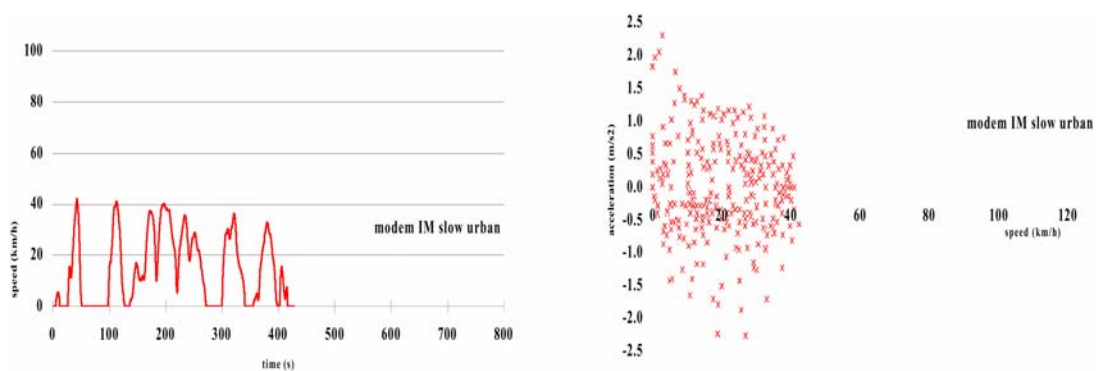
Figuur 10 illustreert het stedelijk gedeelte van de standaard cyclus (ECE) en het overeenstemmend werkingsgebied. Dit kan men vergelijken met een reële verkeerssituatie in de stad (MODEM) (Figuur 11). Men merkt hier veel hogere acceleraties (dubbel zo groot) en een grotere spreiding van werkingspunten op.

³ OBD = On-Board Diagnostic

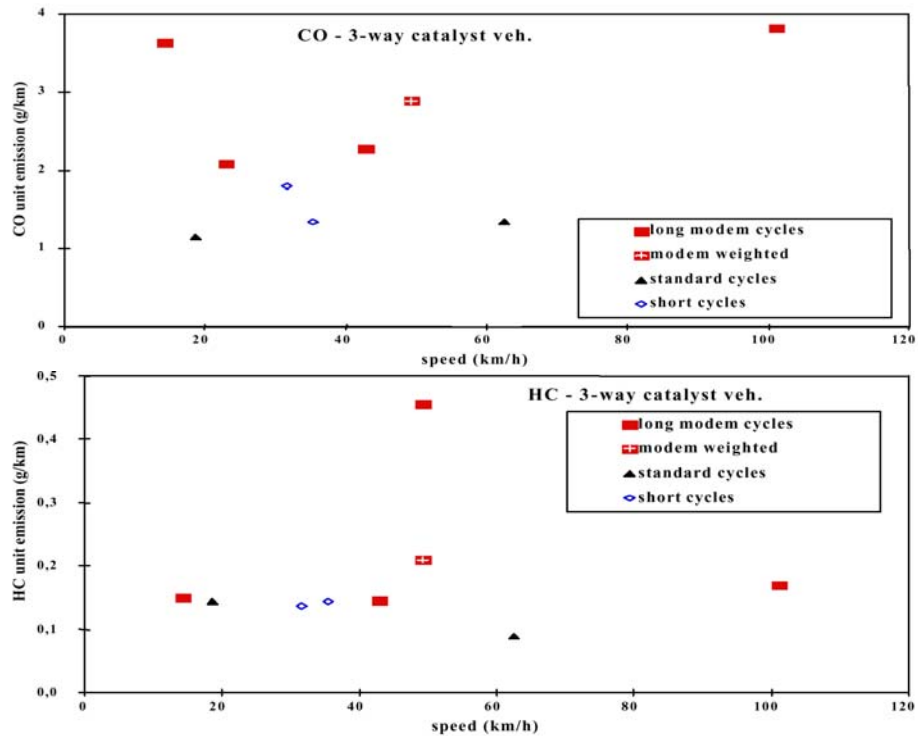
Figuur 12 vergelijkt de CO en KWS emissies voor verschillende cycli. Hieruit blijkt dat de standaardcycli (ECE) een veel lagere waarde geeft dan de cycli overeenstemmend met reëel verkeer (MODEM).



Figuur 10: ECE cyclus en overeenstemmend werkingsgebied [vii]



Figuur 11: Reëel stedelijk verkeer en overeenstemmend werkingsgebied [vii]



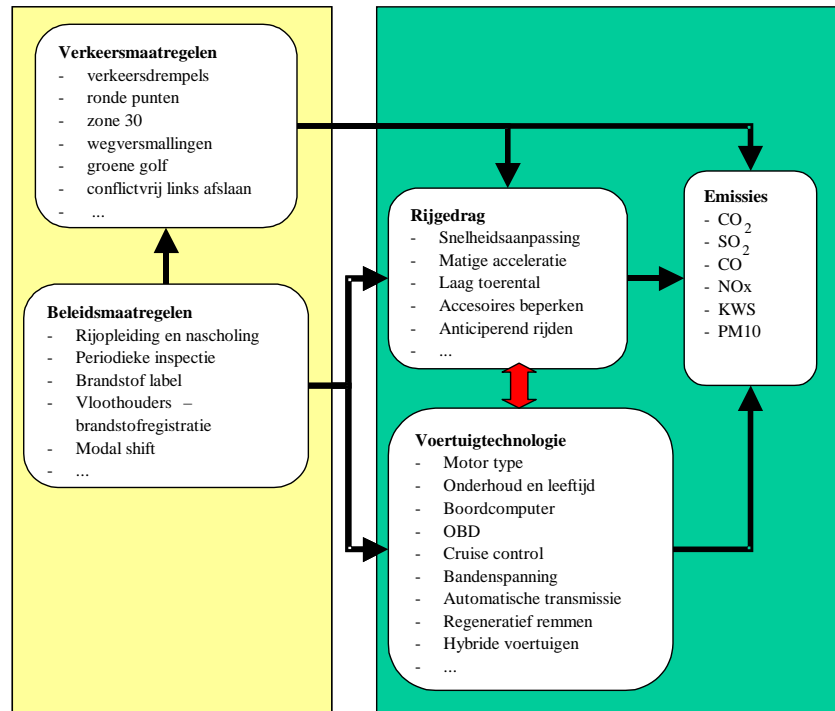
Figuur 12: CO en HC emissies voor standaardcycli en cycli overeenstemmend met reëel verkeer [vii]

Belangrijk om op te merken bij de vergelijking van elektrische voertuigen met conventionele voertuigen aan de hand van de voorgestelde Ecoscore methodologie, is dat de emissies geassocieerd aan elektrische wagens, reële emissies zijn (gemeten aan de elektriciteitscentrales). Daarentegen zijn de emissies gebruikt voor het karakteriseren van conventionele wagens gebaseerd op homologatietesten die 2 à 3 keer kleiner kunnen zijn dan emissies in reële verkeersomstandigheden. Zodra meer gegevens beschikbaar zijn om uit de homologatietesten de reële emissies correct te kunnen inschatten kan de voorgestelde EcoScore hieraan aangepast worden. Verder kan er verwacht worden dat de emissies van de elektriciteitscentrales de komende jaren nog verder zullen dalen (behalve CO₂-emissies). Dit wil zeggen dat een elektrische wagen bij het verouderen steeds meer milieuvriendelijker wordt (de elektriciteitsconsumptie van het elektrische voertuig blijft gelijk en de geassocieerde emissies dalen). Dit in tegenstelling tot een thermisch voertuig waarbij ten gevolge van verouderingsprocessen de emissies stijgen bij verouderen van de wagen.

1.i) Andere invloedsfactoren op voertuigemissies

In deze paragraaf zullen we bespreken welke factoren een invloed hebben op voertuigemissies. In het verleden werden reeds verschillende studies uitgevoerd die de invloed van het *rijgedrag* op voertuigemissies in kaart brachten [viii,ix,x]. Ook *beleidsmaatregelen* die een beter verkeersveiligheid tot doel hebben kunnen door een ingreep op de verkeersdoorstroming een onrechtstreekse invloed hebben op emissies. Bovendien liggen *voertuigtechnische* karakteristieken mee aan de basis van de invloed op emissies.

Schematisch zou men de wisselwerkingen tussen deze aspecten als volgt kunnen voorstellen:



Figuur 13: Overzicht Invloedsfactoren

We zullen deze wisselwerking samenvattend toelichten en duiden.

Voor de kwantitatieve en kwalitatieve evaluatie van al deze factoren wordt verwezen naar [x].

1.j) Besluit

Aangezien er geen reële verkeersemissies beschikbaar zijn (zie Taak 3) en er geen correctiefactoren per type voertuig beschikbaar zijn werd er besloten in de methodologie enkel rekening te houden met de beschikbare emissies data van de homologatie gegevens.

[i] H. Bauer, "Automotive Handbook", Bosch, ISBN 1-56091-918-3, 4th edition, October 1996

[ii] N. Hill, H. Haydock, B. Saynor, "Cleaner Drive – Development of an EU environmental rating methodology", AEA Technology, UK, <http://www.cleaner-drive.com/>, july 2002

-
- [iii] M. Keller, P. de Haan; "Intermodal Comparisons Of Atmospheric Pollutant Emissions"; MEET project, deliverable no24, EC Contract No. ST-96-SC.204, INFRAS, Berne, Switzerland, October 1998
- [iv] J. DeCicco, M. Thomas, J. Kliesch, "ACEEE's Green Book", Washington, 2000
- [v] Artemis project website : <http://www.trl.co.uk/artemis/>
- [vi] Y. Toussaint
"METROPOL, UN OUTIL D'ÉVALUATION DE LA CONSOMMATION ET DES ÉMISSIONS DES VÉHICULES AUTOMOBILES. APLICATION AUX VÉHICULES THERMIQUES ET ÉLECTRIQUES"
PhD thesis, Université de Liege, Belgium, December 1999
- [vii] "The Inspection of In-use Cars in order to Attain Minimum Emissions of Pollutants and Optimum Energy Efficiency"; main report; funded by DG XI, DG VII, DG XVII, LAT-AUTH, INRETS, TNO, TUV, TRL
<http://europa.eu.int/comm/environment/pollutants/inusecars.htm>
- [viii] N.L.J. Gense; "Driving style, fuel consumption and tail pipe emissies";Final report; TNO Automotive
- [ix] Raymond Gense, Erik van de Burgwal, Dion Bremmers; " Files en emissies – Bepalen van emissiefactoren"; Eindrapportage fase 2, TNO Automotive
- [x] Joeri Van Mierlo, Erik De Bisschop; "Invloed van het rijgedrag op de verkeersemissies: kwantificatie en maatregelen", eindverslag, VUB, project gefinancierd door AMINAL