

7. **BEPALING VAN DE KOSTEN**

7.1 **W** **EN**

7.1.1 **Beschrijving**

Omwille van verschillen in technische en economische kenmerken van de 'auto-assembleurs' enerzijds en de 'andere bedrijven' anderzijds (zie 2.3.1), zullen voor beide sectoren afzonderlijke kostencurven en scenario's afgeleid worden.

7.1.1.1 **Auto-assembleurs**

Bij de auto-assembleurs zijn 4 bedrijven ingedeeld: met name Ford Werke, Opel Belgium, Volvo Cars Gent en Daf Trucks. Mogelijke reductiemaatregelen werden met elk van deze bedrijven tijdens bedrijfsbezoeken geïdentificeerd. Zoals in hoofdstuk 6 is aangegeven, is in deze subsector quasi geen reductiepotentieel meer aanwezig in de vorm van 'optimalisatie van de applicatietechnieken' en 'good housekeeping'. Beide types maatregelen zijn reeds in sterke mate doorgevoerd. Types die wel een potentieel vertegenwoordigen zijn 'keuze van het type coating' en 'nageschakelde technieken'.

Om redenen van vertrouwelijkheid, is het niet mogelijk om de mogelijke maatregelen hier per bedrijf weer te geven. We kunnen ze echter over de betreffende bedrijven heen aggregeren tot 5 grote groepen:

- Keuze van het type coating:
 - Omschakeling van medium-solid naar high-solid topcoat (1 bedrijf);
 - Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen (of hybride) basecoat, gecombineerd met de omschakeling van 1 component- naar 2 componenten-clearcoat (2 bedrijven);
 - Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen primer (2 bedrijven);
 - Omschakeling naar solventarme cavity wax (1 bedrijf);
- Nageschakelde technieken:
 - Installatie van een actief koolfilter met on-site regeneratie. Om het rendement van de adsorptie voldoende hoog te houden wordt de aansluiting beperkt tot de meest geconcentreerde afgassen, in eerste instantie de automaten-sectie van de basecoat-spuitzone (2 bedrijven).

Niet al deze maatregelen zijn in ieder bedrijf toepasbaar. Enerzijds zijn ze in een aantal gevallen al geïmplementeerd. Anderzijds kan de specifieke context in ieder bedrijf een maatregel praktisch niet haalbaar of niet zinvol maken:

- High-solid types zijn niet beschikbaar voor basecoat;
- De omschakeling naar watergedragen basecoat kan de bouw van een nieuwe bedrijfshal vereisen. De inplanting van een bedrijf laat echter niet altijd de constructie van nieuwe infrastructuur toe. Daarom is als alternatief gekozen voor hybride basecoat. Het betreft één bedrijf;

- Ook de omschakeling naar watergedragen primer kan de bouw van een nieuwe infrastructuur vereisen. De praktische haalbaarheid hiervan hangt af van de huidige lay-out van het bedrijf;
- Wanneer reeds watergedragen basecoat toegepast wordt, sluit dit actief koolfiltratie uit.

In totaal zijn 9 individuele maatregelen weerhouden. Hierin zijn de zogenaamde 'bedrijfsopties', dit zijn de combinaties van verschillende elkaar niet wederzijds uitsluitende maatregelen binnen één bedrijf, niet inbegrepen. De 'nul-bedrijfs optie', het bedrijf voert met andere woorden geen enkele ingreep door, is hier evenmin inbegrepen.

7.1.1.2

Andere bedrijven

De subsector 'andere bedrijven' bestaat in Vlaanderen uit 6 bedrijven: Stas (opleggers), LAG Trailers (opleggers), Stokota (opleggers), Volvo Europa Truck (vrachtwagens), Van Hool (opleggers en bussen) en Jonckheere (bussen). Stokota kent verwaarloosbare VOS-emissies wegens uitbesteding van coatingactiviteiten.

Tijdens de bedrijfsbezoeken werd vastgesteld dat, in tegenstelling tot de subsector van de assembleurs, nog een aanzienlijk potentieel aanwezig is in maatregelen van het type 'optimalisatie van de applicatietechnieken'. Ook maatregelen van het type 'keuze van het coatingtype' en 'nageschakelde technieken' zijn hier relevant. Het potentieel van 'good housekeeping' is beperkt. In totaal zijn 14 individuele maatregelen weerhouden. Hierin zijn de zogenaamde 'bedrijfsopties', met andere woorden combinaties van verschillende elkaar niet wederzijds uitsluitende maatregelen binnen één bedrijf, niet inbegrepen. De 'nul-bedrijfs optie' is hier evenmin inbegrepen.

Omwille van de vertrouwelijkheid, aggregeren we de verschillende maatregelen over deze bedrijven heen tot 5 groepen:

- Optimalisatie van de applicatietechniek:
 - Omschakeling van conventioneel naar elektrostatisch spuiten (2 bedrijven);
 - Omschakeling van conventioneel naar airmix spuiten (2 bedrijven);
 - Omschakeling van conventioneel naar airmix-elektrostatisch spuiten (2 bedrijven);
- Keuze van het type coating:
 - Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen topcoat (3 bedrijven);
- Nageschakelde technieken:
 - Installatie van een naverbrander, aangesloten op de gecombineerde spuit/droogcabine(s) (3 bedrijven);

Niet alle maatregelen zijn in ieder bedrijf implementeerbaar:

- Twee bedrijven voeren reeds naverbranding van de afgassen in de droogfase uit. Hiervoor wordt verdere uitbreiding van de naverbranding naar de spuitfase niet zinvol geacht;
- Eén bedrijf maakt reeds gebruik van airmix spuiten. Elektrostatisch en airmix-elektrostatisch spuiten wordt hier niet overwogen;

- De drie vermelde applicatietechnieken met verhoogd rendement zijn voor één bedrijf om praktische redenen niet geschikt.

Tenslotte valt nog op te merken dat het wegens een gebrek aan bruikbare, kwantitatieve gegevens niet mogelijk bleek om mogelijke maatregelen voor de constructie van autobussen en coaches op te nemen. Het gaat om twee bedrijven. Eén bedrijf is ook actief als constructeur van opleggers. Dit gedeelte is wel in rekening gebracht.

7.1.2 *Interacties van de maatregelen met andere milieucompartimenten*

De interdependentie van iedere specifieke maatregel is reeds in hoofdstuk 6 weergegeven. Uit een overzicht voor de weerhouden maatregelen blijkt de interactie met andere milieu-compartimenten voor de brongerichte types relatief beperkt is. Voor de nageschakelde technieken kan de impact daarentegen significant zijn.

7.1.2.1 *Auto-assemblage*

- Omschakeling naar high-solid verven: Deze maatregel kent geen relevante impact op andere milieucompartimenten;
- Omschakeling naar watergedragen primer en/of basecoat: De tragere uitdamping van watergedragen verven vereist een krachtigere ventilatie. Dit kan leiden tot een licht verhoogd elektriciteitsverbruik. Indien een grotere bedrijfshal vereist is, zal ook het energieverbruik voor verwarming toenemen. Daarnaast worden in watergedragen verven andere types oplosmiddelen gebruikt, die een grotere wateroplosbaarheid kennen. Bij gebruik van een watergordijn dient men bijgevolg rekening te houden met een hogere organische vracht in het afvalwater. Concrete cijfergegevens met betrekking tot beide effecten zijn niet beschikbaar, wat niet wil zeggen dat ze verwaarloosbaar zouden zijn;
- Actief koolfiltratie met on-site regeneratie: Deze nageschakelde techniek kent energieverbruik, enerzijds in de vorm van de ventilator die de drukval over de filter dient te compenseren en anderzijds in de vorm van stoom voor de regeneratie van het bed. De naverbrander die de met VOS beladen stoomfractie vervolgens verder behandelt, kan door de concentrering in de actief koolfilter autotherm functioneren en kent dus slechts een beperkt gasverbruik. De VOS worden door de naverbranding omgezet in CO₂. Daarnaast ontstaat tijdens dit thermisch proces ook NO_x. Vermits de temperatuur in de naverbrander echter beperkt is tot ongeveer 900 °C, is dit laatste effect eerder gering. VLAREM II legt momenteel een grenswaarde op van 100 mg NO_x/Nm³.

7.1.2.2

Andere bedrijven

- Optimalisatie van de applicatietechniek: Het gebruik van applicatietechnieken met hoog rendement resulteert in een daling van het verfverbruik. Daarnaast zal ook het aantal paint-stop filters, dat als afval afgevoerd moeten worden, door de beperking van de overspray verminderen;
- Omschakeling naar watergedragen topcoat: De tragere uitdamping van watergedragen verven vereist een krachtigere ventilatie. Dit kan leiden tot een licht verhoogd energieverbruik, in de vorm van elektriciteit (voor de ventilatie) en gas (voor verwarming van de aangezogen ventilatielucht);
- Naverbranding van de afgassen van de spuit/droogcabine: Autotherme werking van de naverbrander is slechts mogelijk vanaf een concentratie > 1 g VOS/Nm³ in de afgassen. Deze concentratie kan enkel bereikt worden in de droogfase, vermits hier met een relatief grote recirculatie van de ventilatielucht gewerkt kan worden. Tijdens de spuitfase zal de concentratie door het hoge ventilatiedebiet aanzienlijk lager dan deze drempelwaarde liggen. Bijgevolg is hier steeds bijstook met aardgas vereist. Het netto thermisch vermogen van een regeneratieve naverbrander met een capaciteit van 50.000 Nm³/uur, waarvoor er voor iedere spuitcabine 1 tot 2 vereist zijn, ligt bijvoorbeeld in de orde grootte van 1.000 kW. Het aardgasverbruik kan in de spuitfase bijgevolg op 50 - 100 Nm³/uur geschat worden. Wanneer de spuitcabine niet in gebruik is, dient de naverbrander op temperatuur gehouden te worden. Dit vereist typisch nog 10 - 20 Nm³/uur aan aardgas. De VOS en het bijgestookte aardgas worden in de naverbrander omgezet tot CO₂. Daarnaast ontstaat tijdens dit thermisch proces ook NO_x. Vermits de temperatuur in de naverbrander echter beperkt is tot ongeveer 900 °C, is dit laatste effect eerder gering. VLAREM II legt momenteel een grenswaarde op van 100 mg NO_x/Nm³.

7.1.3

Kosten van de individuele maatregelen

7.1.3.1

Auto-assemblage

Bron van de kostengegevens

Voor elk van de individuele maatregelen is in het kader van deze studie bedrijfsspecifieke kosteninformatie verkregen.

Aard van de kosten

In de auto-assemblagesector brengen alle weerhouden individuele maatregelen investeringskosten met zich mee. Ordegroottes zijn reeds in hoofdstuk 6 weergegeven. Deze investeringskosten verschillen onderling zeer sterk van elkaar, met een factor die meer dan 1.000 kan bedragen. Deze verschillen zijn steeds verklaarbaar:

- Verschillen in investeringskosten tussen verschillende groepen van maatregelen zijn evident. De omschakeling van medium-solid naar high-solid verven vergt bijvoorbeeld slechts beperkte aanpassingen aan de spuitlijn. Bij de omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen coatings dient daarentegen minimaal de mengafdeling en het leidingwerk van iedere spuitlijn vervangen te worden door uitrusting in roestvast staal;
- Verschillen binnen eenzelfde groep van maatregelen kunnen eveneens praktische redenen kennen. De specifieke bedrijfsomstandigheden kunnen bijvoorbeeld een aanzienlijke invloed hebben op de kosten voor omschakeling naar watergedragen coatings, zoals reeds toegelicht in 6.2.1.2;
- Daarnaast is de mate waarin een bedrijf de ingreep als ‘**milieu-investering**’ dan wel als ‘**vervangingsinvestering**’ beschouwt, sterk bepalend. Dit is grotendeels gekoppeld aan het moment waarop de investering dient te gebeuren. De kostprijs voor een spuitlijn voor watergedragen verven bijvoorbeeld verschilt in principe niet wezenlijk van een lijn voor solventgebaseerde types (zolang deze in hetzelfde gebouw ingepast kan worden). Indien het bedrijf deze ingreep kan doorvoeren in het kader van een geplande modernisering van de spuitlijnen, zal ze deze eerder als vervangingsinvestering zien. Dit ritme wordt in de praktijk vaak bepaald door de overschakeling naar nieuwe modellen. Indien de vervanging enkel noodzakelijk is om aan emissiegrenswaarden te behalen, zal het dit als een zuivere milieu-investering beschouwen. Het totale investeringsbedrag blijft uiteraard in beide gevallen hetzelfde.

Concreet beschouwt één bedrijf een project, dat de omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen verven inhoudt, quasi volledig als een vervangingsinvestering. Slechts een kleine fractie wordt specifiek toegekend aan milieu. Dit is in de modellering arbitrair vastgelegd op 5%. Alle andere maatregelen zijn als milieu-investering in rekening gebracht.

De bedrijven in de auto-assemblagesector melden slechts voor 3 individuele maatregelen **vaste jaarlijkse werkingskosten**, en voor geen enkele individuele maatregel **variabele jaarlijkse werkingskosten** (energie, bijkomende kosten voor afvalwaterzuivering, enz...). Geen van de bedrijven beschikt op dit vlak momenteel over concrete en bruikbare cijfers. Dit wil geenszins zeggen dat deze kosten er niet zullen zijn eens ze de maatregel daadwerkelijk toepassen.

De orde grootte van de vaste werkingskosten voor het beperkt aantal individuele maatregelen waarvoor deze kosten relevant zijn, is vergelijkbaar met de jaarlijkse investeringskosten van deze maatregelen. De vaste werkingskosten zijn voor deze individuele maatregelen, waaronder de nageschakelde technieken, bijgevolg vrij belangrijk.

7.1.3.2

Andere bedrijven

Bron van de kosteninformatie

Waar mogelijk, is steeds vertrokken van bedrijfsspecifieke kosteninformatie.

Enkel voor thermische naverbranding is gesteund op literatuurgegevens, vermits deze maatregel door geen van de bedrijven concreet werd overwogen. Er werd gebruik gemaakt van de BREF¹ 'common waste water and waste gas treatment techniques in the chemical sector'. Voor regeneratieve naverbranding worden hierin volgende richtwaarden vermeld:

- Investering: 20.000 – 30.000 EURO/1.000 Nm³/uur;
- Werking: 2.400 – 5.900 EURO/1.000 Nm³/uur.

Concreet is in het kostenmodel gebruik gemaakt van volgende waarden:

- Investering: 25.000 EURO/1.000 Nm³/uur;
- Werking: 15% van de investeringskost.

Deze waarden komen goed overeen met de ervaring in concrete projecten (niet noodzakelijk beperkt tot subsector 'andere bedrijven'). Gezien de relatief beperkte concentratie VOS in de afgassen tijdens de spuitfase, is de werkingskost wellicht nog laag ingeschat.

Aard van de kosten

In de subsector 'andere bedrijven' zijn er een vijftal mogelijke individuele maatregelen (omschakeling van solventgebaseerde naar watergebaseerde topcoat en good housekeeping) waarvoor de investeringskosten hetzij gering zijn, hetzij door de bedrijven als zuivere 'vervangingsinvesteringen' beschouwd worden. Dit laatste geldt met name voor de modernisering van spuitcabines, zodanig dat ze geschikt zijn voor het toepassen van watergedragen uniconats (voor zover dit niet reeds het geval is).

De 'omschakeling naar andere spuittechnieken' brengt investeringskosten met zich mee (spuitpistolen en randinstallaties). Ze worden volledig als milieu-investeringen in rekening gebracht, maar zijn relatief beperkt. De investeringskosten die gepaard gaan met het installeren van een naverbrander op de spuitcabines, zijn daarentegen bijzonder hoog. Logischerwijze worden deze ook volledig als milieu-investering in rekening gebracht.

Vaste jaarlijkse werkingskosten hebben we enkel in rekening moeten brengen voor de nageschakelde technieken. Zoals in de auto-assemblagesector zijn de vaste jaarlijkse werkingskosten voor dit type maatregel qua orde grootte vergelijkbaar met de jaarlijkse investeringskosten.

¹ European IPPC Bureau, Sevilla, eippcb.jrc.es

De variabele werkingskosten zijn in de subsector 'andere bedrijven' zeer belangrijk, in die zin dat bij het omschakelen naar andere spuittechnieken en overige procesaanpassingen, de bedrijven sterk kunnen besparen op het verbruik. De jaarlijkse werkings**kosten** zijn in deze gevallen jaarlijkse werkings**opbrengsten**.

Jaarlijkse werkingskosten zijn eveneens relevant bij het omschakelen van solventgebaseerde naar watergedragen topcoat, omdat we veronderstellen dat in 2010 de watergedragen coatings nog ongeveer 5 % duurder zullen zijn dan de solventgebaseerde coatings. Voor dit type maatregel hebben we wel degelijk te maken met jaarlijkse **kosten**.

7.2 GEMIDDELDE EENHEIDSREDUCTIEKOSTEN

7.2.1 Uitgangspunten

Op basis van de bovenstaande informatie kunnen, zowel voor de individuele maatregelen als voor de gehanteerde groepen van maatregelen, gemiddelde eenheidsreductiekosten afgeleid worden. Omwille van de betrouwbaarheid beperken we ons tot 'geaggregeerde' gemiddelde eenheidsreductiekosten per groep van maatregelen.

Bij het berekenen van de gemiddelde eenheidsreductiekosten zijn volgende bedrijfseconomische veronderstellingen gehanteerd:

- De rentevoet bedraagt 5%. Dit stemt overeen met de maatschappelijke rentevoet gehanteerd in het momenteel door het BBT-kenniscentrum van de VITO ontwikkelde milieukostenmodel (MKM). Het MKM gebruikt de **maatschappelijke** rentevoet om maatregelen te kunnen vergelijken over de doelgroepen heen¹. Het IIASA daarentegen gebruikte een rentevoet van 4%;
- De economische levensduur van **alle** individuele maatregelen is 20 jaar. Het MKM hanteert daarentegen een economische levensduur van 20 jaar voor de **bouwkundige onderdelen** en 10 jaar voor de **elektromechanische onderdelen**. Het is vaak echter zeer moeilijk om dit onderscheid duidelijk te maken. Het IIASA hanteert een economische levensduur van 20 jaar voor de 'primary measures', en 10 jaar voor de 'secondary measures' (nageschakelde technieken).

Omwille van de vergelijkbaarheid met IIASA, is de oefening herhaald met een rentevoet van 4% in plaats van 5% en met een economische levensduur van de nageschakelde technieken van 10 jaar in plaats van 20 jaar. Zoals te verwachten valt, dalen de kosten enigszins door de daling van de rentevoet van 5% naar 4%.

¹ Meynaerts, E., Ochelen, S. en Vercaemst, P.: Milieukostenmodel voor Vlaanderen. Achtergronddocument, Vito, 2003.

Deze daling van de kosten wordt voor de nageschakelde technieken meer dan gecompenseerd door de relatief sterke stijging, omwille van de verkorting van de economische levensduur van 20 jaar naar 10 jaar.

7.2.2 Auto-assemblage

Tabel 7-1: (Geaggregeerde) gemiddelde eenheidsreductiekosten in de auto-assemblagesector

Omschrijving van de maatregelengroep	Gemiddelde eenheidsreductiekost (EURO/ton)		Gemiddelde rendement* (%)	VOS reductie 2010 (ton)
	Variant 1	Variant 2		
Omschakeling MS naar HS topcoat	1.208	1.108	14	34
Omschakeling naar solventarme cavity wax	1.573	1.443	3	51
Omschakeling solventgebaseerde naar watergedragen basecoat (of hybride type) en van 1K- naar 2K-clearcoat	2.314	2.193	46	2.321
Installatie actief koelfilter met on-site regeneratie, beperkt tot de meest geconcentreerde afgassen van de basecoat-spuitzone	3.637	4.552	31	1.553
Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen primer	17.991	16.498	23	226

Variant 1: Rentevoet 5%, economische levensduur van alle maatregelen 20 jaar;

Variant 2: Rentevoet 4%, economische levensduur van alle maatregelen 20 jaar, behalve de nageschakelde technieken 10 jaar;

* Het rendement van de maatregel is hier uitgedrukt ten opzichte van de emissies van de volledige coatingactiviteit in het bedrijf en niet ten opzichte van het betreffende proces, dit in tegenstelling tot de rendementen die in hoofdstuk 6 weergegeven zijn.

Omschakeling MS naar HS topcoat

Volgende kosten zijn in rekening gebracht:

- Investeringskosten:
 - Beperkte aanpassing van de cabine en de sturing van de automaten
- Werkingskosten:
 - Geen bijkomende werkingskosten gerapporteerd

De omschakeling van MS naar HS topcoat blijkt de goedkoopste maatregel in de subsector van de auto-assemblage. Dit type maatregel kan echter slechts een relatief kleine VOS-reductie realiseren, zowel door de aard van de maatregel als door het beperkte gebruik van unicolors bij de assembleurs. Voor personenwagens wordt immers nog (quasi) uitsluitend de combinatie basecoat + clearcoat gebruikt.

Omschakeling naar solventarme cavity wax

Volgende kosten zijn in rekening gebracht:

- Investeringskosten:
 - Aanpassing van de installatie
- Werkingskosten:
 - Geen bijkomende werkingskosten in rekening gebracht

De omschakeling naar solventarme cavity wax is eveneens gekenmerkt door relatief lage kosten, maar ook een laag reductiepotentieel. Enerzijds is de maatregel nog beperkt tot één bedrijf. Anderzijds hebben de waxtoepassingen slechts een beperkt aandeel in de totale emissie van het bedrijf.

Omschakeling solventgebaseerde naar watergedragen basecoat

Volgende kosten zijn in rekening gebracht:

- Investeringskosten:
 - Aanpassing van de mengafdeling en de ringleidingen
- Werkingskosten:
 - Hogere aankooprijks watergedragen basecoat, voor zover door het bedrijf opgegeven

De omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen basecoat, gecombineerd met de omschakeling van 1K- naar 2K-clearcoat, kan potentieel de grootste VOS-reductie realiseren tegen de op één na kleinste gemiddelde eenheidsreductiekost. Enerzijds heeft solventgedragen basecoat een significant aandeel in de totale emissies van de betreffende bedrijven. Anderzijds is het rendement van de maatregel hoog. Het is logisch dat de omschakeling van de basecoat het grootste aandeel in de reductie heeft (ongeveer 90%). Het aandeel van de clearcoat is eerder gering, maar niet verwaarloosbaar.

De relatief lage kost is gedeeltelijk het gevolg van het meenemen van hybride basecoats, die gericht zijn op het behoud van de bestaande spuitlijn bij de omschakeling (met uitzondering van de mengafdeling en het leidingwerk). Dit vormt een recente ontwikkeling, waarvoor nog geen grootschalige referenties bekend zijn. Het is echter noodzakelijk om dit alternatief te weerhouden, om de maatregel consequent in de modellering te kunnen opnemen.

Het meenemen van hybride basecoat leidt eveneens tot een beperkte spreiding op de berekende eenheidsreductiekost. De constructie van een nieuwe bedrijfshal met spuitlijn zou de gemiddelde eenheidsreductiekost met een factor 5 of meer opdrijven.

Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen primer

Volgende kosten zijn in rekening gebracht:

- Investeringskosten:
 - Aanpassing van de mengafdeling en de ringleidingen
 - Constructie van een nieuwe bedrijfshal, voor zover noodzakelijk
- Werkingskosten:
 - Geen bijkomende werkingskosten gerapporteerd

De omschakeling van solventgebaseerde primer naar watergedragen primer blijkt de duurste maatregel, waarvan het potentieel aan VOS-reductie tevens het op één na kleinste is.

Het is uitermate belangrijk op te merken dat de spreiding op deze gemiddelde eenheidsreductiekost bijzonder groot is. Dit is onder meer een gevolg van de praktische randvoorwaarden waarbinnen de omschakeling in de betreffende bedrijven gerealiseerd moet worden.

Installatie van een actief koolfilter met on-site regeneratie

Volgende kosten zijn in rekening gebracht:

- Investeringskosten:
 - Engineering, constructie en aansluiting van de installatie
- Werkingskosten:
 - Omvat energie- en stoomverbruik, onderhoud, ...

De installatie van een actief koolfilter en de omschakeling naar watergedragen basecoat sluiten elkaar wederzijds uit. Actief koolfiltratie blijkt een aanzienlijk hogere gemiddelde eenheidsreductie te vertegenwoordigen, bij een lager reductiepotentieel.

Tabel 7-2: (Geaggregeerde) gemiddelde eenheidsreductiekosten in de andere bedrijven

Beschrijving van de maatregelengroep	Gemiddelde eenheidsreductiekost (EURO/ton)		Gemiddelde rendement* (%)	VOS reductie 2010 (ton)
	variant 1	variant 2		
Omschakeling van conventioneel naar airmix-elektrostatisch spuiten	-16.529	-16.556	8	87
Omschakeling van conventioneel naar airmix spuiten	-15.927	-15.951	15	63
Omschakeling van conventioneel naar elektrostatisch spuiten	-14.632	-14.651	23	40
Omschakeling solventgebaseerde topcoat naar watergedragen topcoat	855	855	33	125
Naverbranders op de spuitcabines	12.563	14.912	75	122

Variant 1: Rentevoet 5%, economische levensduur van alle maatregelen 20 jaar;

Variant 2: Rentevoet 4%, economische levensduur van alle maatregelen 20 jaar, bevalve de nageschakelde technieken 10 jaar

* Het rendement van de maatregel is hier uitgedrukt ten opzichte van de emissies van de volledige coatingactiviteit in het bedrijf en niet ten opzichte van het betreffende proces, dit in tegenstelling tot de rendementen die in hoofdstuk 6 weergegeven zijn.

Op te merken valt dat de verschillen inzake procesvoering bij de andere bedrijven groter zijn dan bij de auto-assembleurs. Dit leidt tot een grotere spreiding op de resultaten, onder meer wat de rendementen betreft.

Optimalisatie van de applicatietechnieken (elektrostatisch, airmix en airmix-elektrostatisch)

Volgende kosten zijn in rekening gebracht:

- Investeringskosten:
 - Spuitpistolen en randinstallaties
- Werkingskosten:
 - Geen bijkomende werkingskosten gerapporteerd

De optimalisatie van de applicatietechnieken en overige procesaanpassingen die het aanbrenghendement verhogen, zorgen in de sector van de 'andere bedrijven' voor relatief grote gemiddelde eenheidsreductie-**opbrengsten**. Voor dit type van maatregelen blijken de opbrengsten evenredig met het reductiepotentieel. Dit is evident, vermits zowel de opbrengsten als de VOS-reducties het gevolg zijn van besparingen op verfverbruik.

We merken op dat de verschillende applicatietechnieken met verhoogde efficiëntie elkaar logischerwijze uitsluiten.

Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen topcoat

Volgende kosten zijn in rekening gebracht:

- Investeringskosten:
 - Geen, de modernisering van de spuitcabines is als vervangingsinvestering beschouwd
- Werkingskosten:
 - Hogere aankoopprijs watergedragen basecoat, voor zover door het bedrijf opgegeven

De omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen topcoat is eveneens een aantrekkelijke groep van individuele maatregelen, gezien de vrij beperkte gemiddelde eenheidsreductiekost tegenover het grootste reductiepotentieel. De omschakeling is praktisch combineerbaar met de optimalisatie van de applicatietechniek. In dit geval zal de verhoging van het aanbrengendement enkel een financieel voordeel opleveren, in de vorm van de besparing op het verfverbruik, en slechts een beperkte VOS-reductie.

Installatie van naverbranders op de spuitcabines

Volgende kosten zijn in rekening gebracht:

- Investeringskosten:
 - Engineering, installatie en aansluiting
- Werkingskosten:
 - Omvat onder meer gas- en elektriciteitsverbruik, onderhoud, ...

De gemiddelde eenheidsreductiekost van naverbranders op de spuitcabines is aanzienlijk, hoewel deze wellicht nog laag is ingeschat. Zoals reeds aangegeven is de techniek ook gekenmerkt door een significante interdependentie, in de vorm van aardgasverbruik, CO₂-productie en in mindere mate ook NO_x-emissie. De combinatie van deze twee nadelen leidt ertoe dat naverbranding door de bedrijven zelf in principe niet als zinvol beschouwd wordt. Hiertegenover staat theoretisch wel een redelijk VOS reductiepotentieel.

Naverbranding is theoretisch combineerbaar met de omschakeling naar watergedragen topcoat. In dit geval is de naverbrander echter enkel functioneel bij het aanbrengen van de primer. Hierdoor stijgt uiteraard de - reeds aanzienlijke - gemiddelde eenheidsreductiekost. Om deze reden zijn beide in het model wederzijds uitgesloten.

7.3

ONZEKERHEID OP DE GEGEVENS

De kostengegevens zijn grotendeels gebaseerd op informatie afkomstig van de bedrijven zelf. Deze gegevens zijn enkel richtinggevend en niet gebaseerd op gedetailleerde engineering.

Als vorm van controle werden gerapporteerde kosten (zowel investerings- als werkingskosten) steeds vergeleken tussen de verschillende bedrijven waarvoor de maatregel weerhouden werd. Significante verschillen werden slechts aanvaard indien hiervoor een duidelijk aanwijsbare reden bleek te bestaan.

Verder zal blijken dat de gegevens qua orde-grootte ook goed vergelijkbaar zijn met literatuurgegevens of met gegevens uit andere studies (zie hoofdstuk 9).

Enkel de kosten voor naverbranding in de andere bedrijven zijn op literatuur gebaseerd. De werkingskosten vormen hierin de belangrijkste onzekerheid. Deze hangen met name sterk af van het VOS-gehalte in de afgassen, de verdeling tussen spuit- en de droogfase en de tijd die de naverbrander niet belast wordt (maar wel op temperatuur gehouden wordt). Al deze factoren zijn sterk bedrijfsafhankelijk. Toch kan gesteld worden dat de werkingskosten hier wellicht eerder laag zijn ingeschat, vermits een naverbrander zelden autotherm zal kunnen functioneren.

7.4 **OPSTELLEN VAN SCENARIO'S**

Een volgende stap vormt de opstelling van verschillende reductiescenario's voor de twee subsectoren, waarmee telkens een totale kost overeenstemt. Hierbij zijn twee benaderingen mogelijk.

In een eerste benadering voert **ieder bedrijf** binnen een subsector, om een bepaalde reductiedoelstelling te behalen in 2010 te behalen, **dezelfde maatregel(en)** door, voor zover het dit niet reeds gedaan heeft. De reeds berekende 'geaggregeerde gemiddelde eenheidsreductiekosten' vormen in dit geval een geschikte basis voor de berekening van de totale kost. Het is duidelijk dat deze benadering niet onmiddellijk aan hoeft te sluiten bij de realiteit, tenzij de overheid middelenvoorschriften zou opleggen.

In een tweede benadering gaan we er van uit dat bedrijven binnen een subsector omwille van allerlei specifieke randvoorwaarden niet dezelfde keuze zullen maken, maar **verschillende individuele maatregelen** zullen **combineren**. Het betreft zowel combinaties van maatregelen binnen eenzelfde bedrijf ('**bedrijfsopties**'), als combinaties van bedrijfs-opties over de verschillende bedrijven binnen de sector heen ('**sectoropties**'). Wanneer de overheid resultaatsverbintenissen oplegt, zoals de solventrichtlijn reeds relatief uitgedrukte emissiegrenswaarden weergeeft, zullen de subsectoren zeer waarschijnlijk deze benadering volgen.

In dit geval zijn de combinaties die we 'sectoropties' noemen, essentieel voor het opstellen van de totale en marginale kostencurven, die op hun beurt essentieel zijn voor het uitwerken van de scenario's. Deze 'sectoropties' zijn onmogelijk op correcte wijze af te leiden uit de bovenstaande geaggregeerde gegevens.

De volgende aspecten spelen hierbij een rol:

- Sommige **individuele** maatregelen kunnen en zullen elkaar wederzijds uitsluiten;
- De overheid (en de sector) willen normaliter een bepaalde emissiereductie-doelstelling bereiken tegen de **laagste totale kosten voor heel de sector**;
- Bedrijven investeren geen significante bedragen in een techniek met quasi uitsluitend vaste kosten, om deze dan slechts op 1 of 10 % van haar capaciteit te (moeten) gebruiken. Dit geldt zelfs indien de grootschalige techniek lagere gemiddelde eenheidsreductiekosten vertegenwoordigt (bij 100% benutting) dan andere technieken;
- Het kan voor sommige bedrijven in een bepaald scenario voordeliger zijn (zowel voor henzelf als voor de sector in zijn geheel) om gewoon geen (bijkomende) individuele maatregelen te nemen (de 'nul-bedrijfs optie').

Het opstellen van de sectorale kostencurven, volgens beide benaderingen, en de bijhorende scenario's wordt in het volgende hoofdstuk behandeld.

8. AFLEIDING VAN SCENARIO'S

8.1 DE ECONOMISCHE GROEI IN DE SCENARIO'S

Elk reductiescenario vereist logischerwijze de inschatting van het groeipercentage inzake de productie, vermits de emissies hier onlosmakelijk aan verbonden zijn. Dit percentage verschilt in principe van bedrijf tot bedrijf. In deze studie is gesteund op inschattingen door elk van de individuele bedrijven.

Capaciteitsgroei

Voor de scenario's die we in de volgende paragrafen bespreken, zijn de volgende groeipercentages gehanteerd:

Tabel 8-1: Productie in 2001 en jaarlijks groeipercentage voor de subsectoren auto-assemblage en andere bedrijven

	Productie 2001	Productie 2010	Jaarlijkse groei 2001-2010
Auto-assemblage	921.390	1.055.000	1,5%
Andere bedrijven (exclusief busbouw)	35.125	48.762	3,7%

Ter illustratie vermelden we dat de productie van de auto-assembleurs in 1990 op 1.050.000 – 1.100.000 voertuigen geschat wordt (zie ook 9.2). In de periode 1990 – 2001 is er met andere woorden geen sprake geweest van groei maar van afbouw, grotendeels toe te schrijven aan de sluiting van Renault Industrie in 1996. Verwacht wordt dat de subsector in 2010 weer het niveau van 1990 zal bereiken.

Het is mogelijk om op deze economische parameters in het model sensitiviteitsanalyses uit te voeren. We kunnen eventueel andere groepen scenario's definiëren, naargelang andere groeipercentages gehanteerd zijn. Zeker in de auto-assemblagesector achten we het niet opportuun dit te doen, omdat de productie hier sterk wordt bepaald door de ontwerpcapaciteit van de installaties (o.a. de spuitlijn). De productie kan met andere woorden geen significante stijgingen vertonen, zonder dat hier aanzienlijke investeringen aan voorafgaan.

Wijziging van het te coaten oppervlak

Zeker bij de auto-assembleurs vormt niet de productie op zich, uitgedrukt in aantal voertuigen per jaar, maar het totale te coaten oppervlak de meest relevante variabele met betrekking tot de VOS-emissies. Voor zover hier reeds zicht op is, dient dan ook rekening gehouden te worden met mogelijke variaties in het oppervlak van de geproduceerde voertuigen. Dit hangt uiteraard sterk samen met de modellen die aan de bedrijven toegewezen worden.

Voor de 3 van de 4 assembleurs is het oppervlak van de momenteel geproduceerde voertuigen ook gebruikt voor de berekening van de emissies in het zichtjaar. Zij beschikken immers niet over informatie over de modellen die zij in

2010 zullen produceren. Het oppervlak kan eenvoudig berekend worden uit de gegevens uit tabel 5-1.

Voor Ford was het wel noodzakelijk om een wijziging in rekening te brengen. Dit bedrijf zal immers vóór 2010 de productie van bestelwagens, met een relatief groot oppervlak, stopzetten en zich enkel nog toeleggen op personenwagens. Het gemiddeld oppervlak van de te coaten voertuigen zal met andere woorden significant dalen. Concrete informatie over de toekomstige modellenmix is ook hier niet beschikbaar. Daarom is op arbitraire wijze gekozen voor een waarde van 100 m²/voertuig.

Tabel 8-2: Te coaten oppervlak

	Te coaten oppervlak (m ² /voertuig)	
	2001	2010
Daf Trucks	81	81
Ford Werke	128 (Mondeo en Transit)	100
Opel Belgium	85	85
Volvo Cars	97	97

Voor de andere bedrijven hangt het te coaten oppervlak zeer sterk af van het type voertuig. Afhankelijk van de bestellingen, kan het gemiddelde oppervlak dan ook van jaar tot jaar verschillen. In de modellering is het constant verondersteld.

8.2 TOTALE EN MARGINALE KOSTENCURVEN

8.2.1 Algemeen

Het gehanteerde computermodel (zie bijlage) laat toe om, gegeven een bepaald scenario, de totale kosten en de bereikte VOS reductie voor heel de sector te berekenen. Men definieert hierbij een scenario als een antwoord op de volgende vragen:

Wat als de overheid in het jaar 2010 een x % VOS reductie wil bewerkstelligen voor de hele sector:

- Is die reductie technisch-economisch haalbaar?
- Zo ja, wat zijn dan de totale kosten voor de sector?
- Zo ja, met welke combinatie van (individuele) maatregelen is die reductie realiseerbaar?

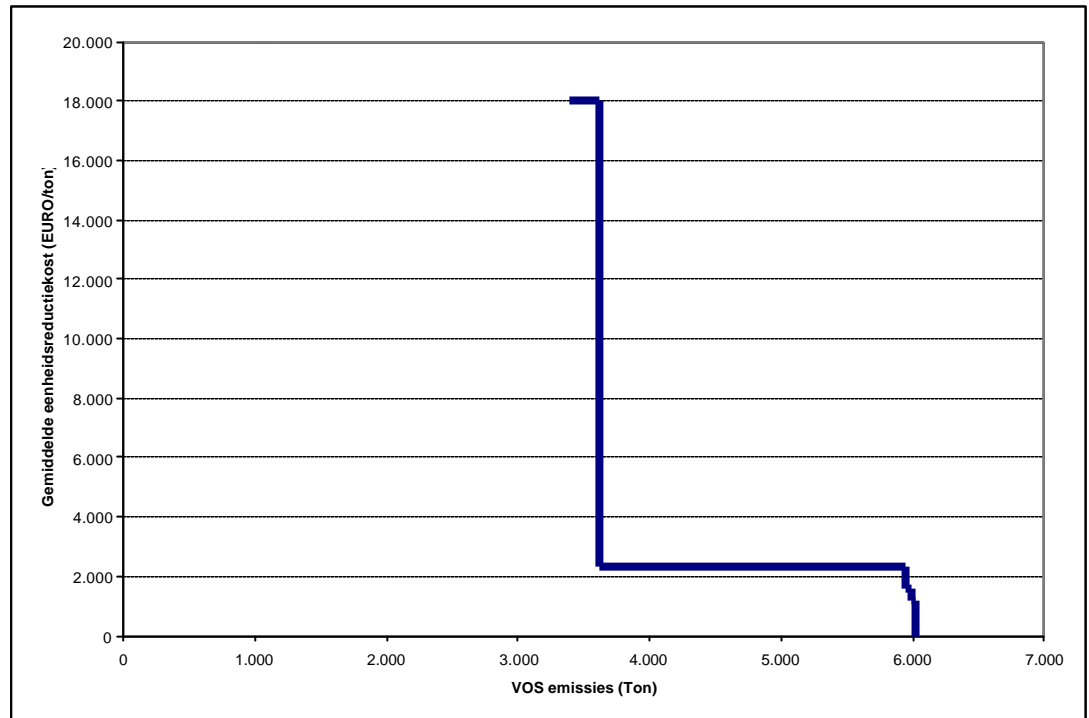
Zoals reeds aangegeven, hanteren we hierbij 2 verschillende benaderingen:

- Ieder bedrijf binnen de subsector voert dezelfde maatregelen door, voor zover ze deze nog niet gerealiseerd hebben;
- Ieder bedrijf binnen de subsector kiest op individuele basis welke maatregelen het zal doorvoeren, zodanig dat deze van bedrijf tot bedrijf kunnen verschillen.

8.2.2

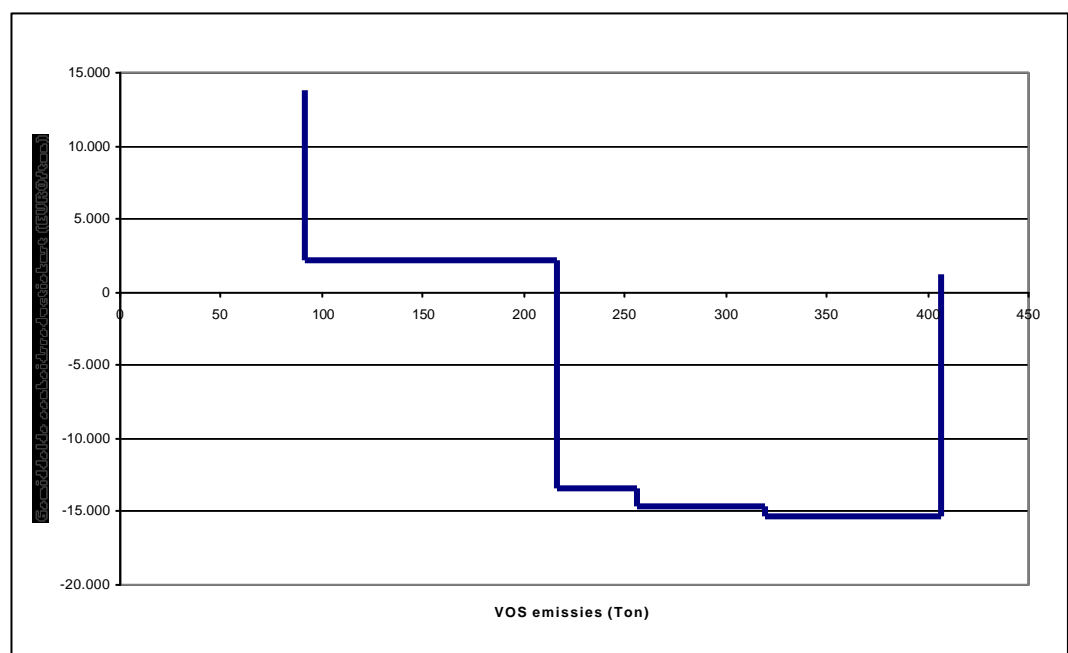
Benadering 1: Dezelfde maatregelen in de verschillende bedrijven

De kostencurven voor benadering 1 volgen rechtstreeks uit de tabellen 7-1 en 7-2. **Hierbij is gebruik gemaakt van de uitgangspunten van variant 1** (rentevoet 4% en economische levensduur alle maatregelen 20 jaar).



Figuur 8-1: Kostencurve voor de auto-assemblagesector in 2010.

In de curve is actief koolfiltratie, vermits deze in concurrentie is met de omschakeling naar watergebaseerde basecoat, niet opgenomen.



Figuur 8-2: Kostencurve voor de andere bedrijven in 2010.

8.2.3

Benadering 2: Verschillende maatregelen in de verschillende bedrijven

8.2.3.1

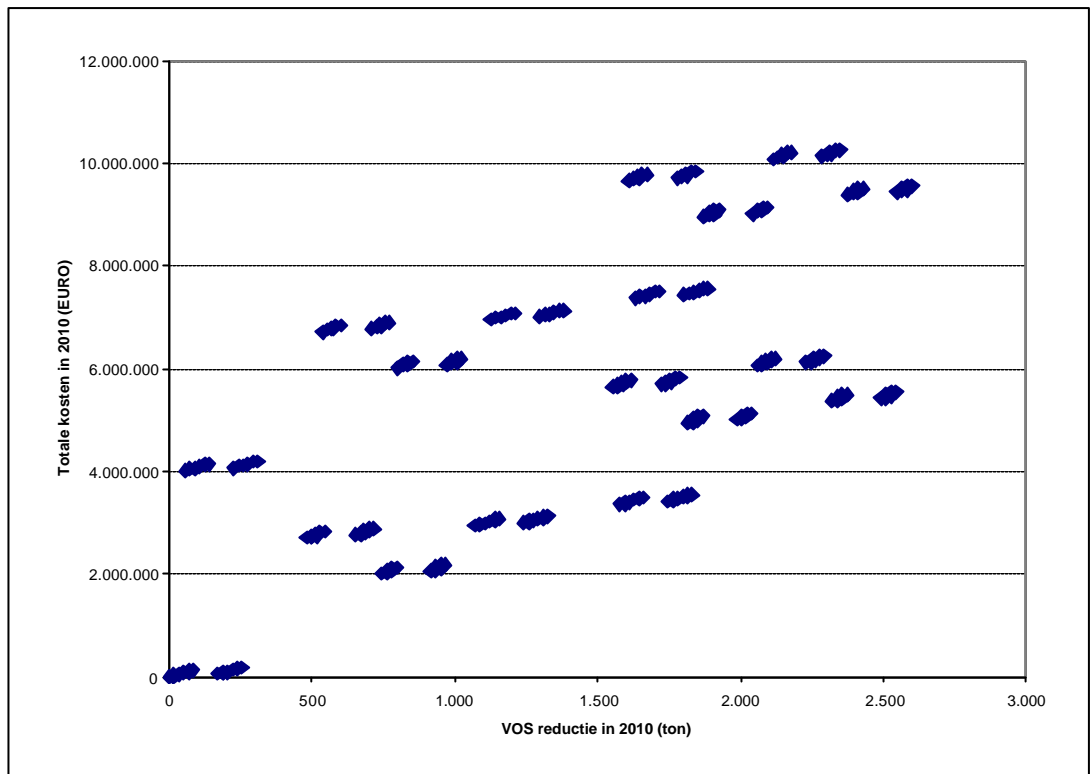
Afleiden van de economisch relevante sectoropties

We vertrekken bij het opstellen van een totale kostencurve voor de twee subsectoren, gedefinieerd als een verzameling van ‘sectoropties’:

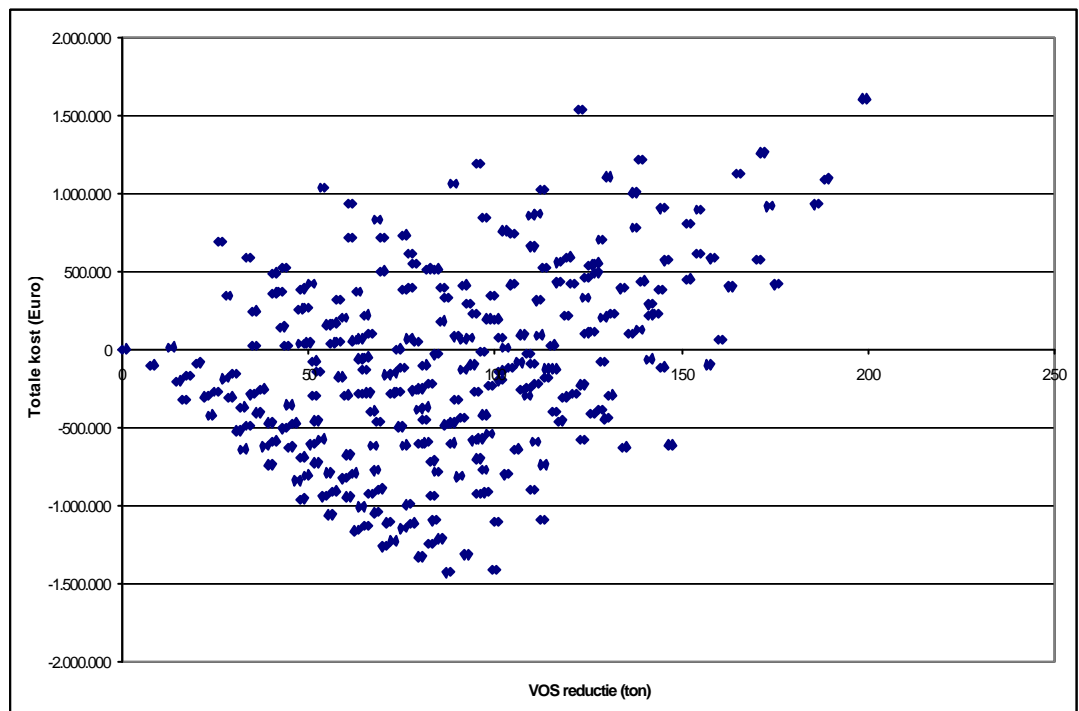
- Het model berekent eerst per afzonderlijk bedrijf in de subsector de VOS-reductie (in ton) en de bijhorende totale jaarlijkse kosten (in EURO) voor alle mogelijke combinaties van individuele maatregelen (**‘bedrijfsopties’**) in het jaar 2010. In de subsector auto-assemblage bedraagt het aantal bedrijfsopties 18, in de subsector andere bedrijven 19;
- Op basis van de ‘bedrijfsopties’ leiden we de **‘sectoropties’** af. Dit zijn alle mogelijke combinaties van de bedrijfsopties voor heel de subsector.

Het blijkt dat voor de auto-assemblagesector het totaal aantal mogelijke combinaties gelijk is aan 252. Er bestaan met andere woorden een totaal van 252 verschillende ‘sectoropties’. Voor de andere bedrijven zijn er niet minder dan 540 verschillende ‘sectoropties’ mogelijk. Vervolgens zijn voor elke mogelijke sectoroptie de te realiseren VOS emissiereductie (in ton) en de totale jaarlijkse kost (in EURO) berekend, en dit telkens voor het jaar 2010. **Hierbij is eveneens gebruik gemaakt van de uitgangspunten van variant 1** (rentevoet 4% en economische levensduur alle maatregelen 20 jaar). De ‘sectoropties’ worden gesorteerd volgens bereikte VOS emissiereductie.

Alle berekende ‘sectoropties’ worden grafisch weergegeven in een ‘plot’ (figuur 8-3 en 8-4). Merk op dat de sectoropties, toevallig, gegroepeerd voorkomen. Dit komt doordat één of enkele bedrijven een relatief hoge VOS emissiereductie kunnen reduceren tegen een bepaalde totale kost, en een aantal andere bedrijven een veel kleinere VOS emissiereductie kunnen realiseren tegen totale kosten die eveneens relatief klein zijn.



Figuur 8-3: *Plot van alle 'sectoropties' in de auto-assemblagesector*

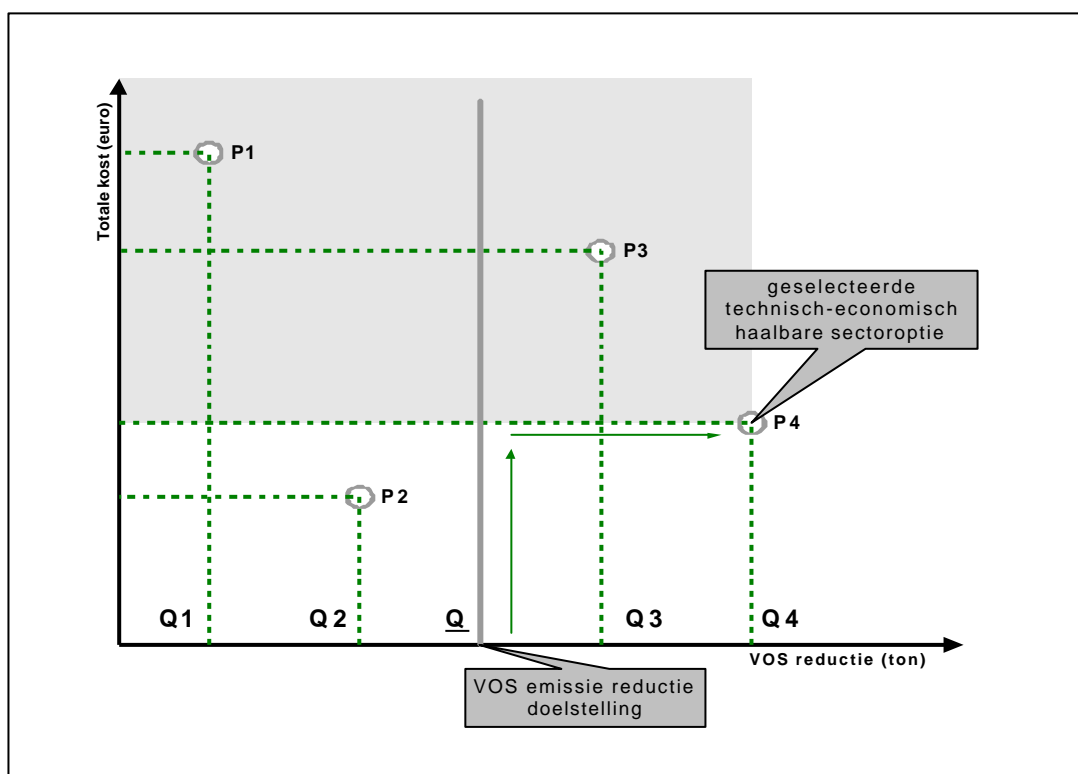


Figuur 8-4: *Plot van alle 'sectoropties' in de andere bedrijven (exclusief busbouw)*

Op basis van deze plots kan men een **totale kostencurve voor de subsector** opstellen, als een verzameling van 'economisch zinvolle sectoropties'.

Een relatief groot aantal 'sectoropties' zal niet in de totale kostencurve worden opgenomen. Dit is eenvoudig in te zien. Indien een bepaalde 'sectoroptie' een vooraf bepaalde VOS-reductie voor heel de sector kan realiseren tegen een bepaalde totale kost, dan zullen alle sectoropties die hoogstens dezelfde VOS reductie of minder kunnen realiseren tegen een (veel) hogere totale kost, in theorie wegvallen. Merk op dat in deze oefening geen individuele maatregelen geschrapt worden, maar enkel bepaalde combinaties ervan. Rechts van de plot worden hoe dan ook alle individuele maatregelen (behalve deze die elkaar op bedrijfsniveau uitsluiten) weerhouden, om tot de maximale reductie te komen. Het begrip 'economisch zinvol' mag hier niet verward worden met 'economisch haalbaar'.

We geven een grafisch voorbeeld (figuur 8-5). Stel dat er 4 sectoropties bestaan: P1, P2, P3 en P4. Stel verder dat de overheid een bepaalde VOS emissiereductie doelstelling vooropstelt, bijvoorbeeld punt Q op de x-as. De vraag is: welke van de 4 sectoropties is de economisch beste keuze om de vooropgezette doelstelling te bereiken? We trekken hiervoor een rechte door Q evenwijdig met de y-as. We veronderstellen verder dat de sector niet onder de reductiedoelstelling mag blijven. De sectoropties P1 en P2 vallen duidelijk weg, vermits geen van beide de reductiedoelstelling Q kunnen bereiken ($Q_1 < Q_2 < Q$). Blijven over sectoropties P3 en P4 ($Q < Q_3 < Q_4$). De optimale keuze is evident P4, vermits deze een kleinere totale kost heeft dan P3, en bovendien meer VOS emissies reduceert dan P3.



Figuur 8-5: Wegfilteren van de economisch niet relevante sectoropties

Het komt er met andere woorden op neer dat men voor elk 'punt' in de grafiek alle punten die in het noordwest-kwadrant van dat punt voorkomen, mag elimineren of wegfilteren. Op deze manier wordt een 'kostencurve' geconstrueerd, die geen traditionele continue curve is, maar eerder een verzameling van economisch zinvolle sectoropties¹. We benadrukken dat dit een zuiver theoretische oefening is, die niet noodzakelijk dient overeen te komen met de keuzes die bedrijven in realiteit zullen maken. Bedrijven zullen immers naast economische logica ook andere argumenten laten meespelen in investeringsbeslissingen.

In het voorgaande is (impliciet) verondersteld dat de sector meer dan of hoogstens evenveel VOS zal reduceren als de opgelegde doelstelling, omdat de sector hoe dan ook heeft geïnvesteerd in een aantal maatregelen met bijvoorbeeld hoge investeringskosten en relatief kleine jaarlijkse variabele werkingskosten². De sector zal dan opteren om deze maatregelen voor de volle 100% te benutten, zelfs indien dit impliceert dat de sector meer reduceert dan strikt opgelegd door de overheid.

8.2.3.2 **Totale kostencurven**

Tabel 8-3 en figuur 8-6 tonen enkel nog de sectoropties, die op theoretische basis als 'economisch zinvol' beoordeeld zijn. Voor de duidelijkheid zijn in de figuur geen afzonderlijke 'trappetjes' getekend voor de gegroepeerde sectoropties, met andere woorden de sectoropties die dicht bij elkaar blijken te liggen.

Hieruit blijkt dat in de auto-assemblagesector van de 252 mogelijke 'sectoropties' slechts 73 van belang zijn voor de constructie van de totale bestrijdingskostencurve, inclusief de 'nul-optie'. Alle andere opties kunnen hoogstens evenveel VOS emissies reduceren als de bovenstaande, maar tegen een hogere jaarlijkse totale kost.

Tabel 8-3: Sectoropties in de auto-assemblagesector die de gemiddelde kostencurve determineren in 2010

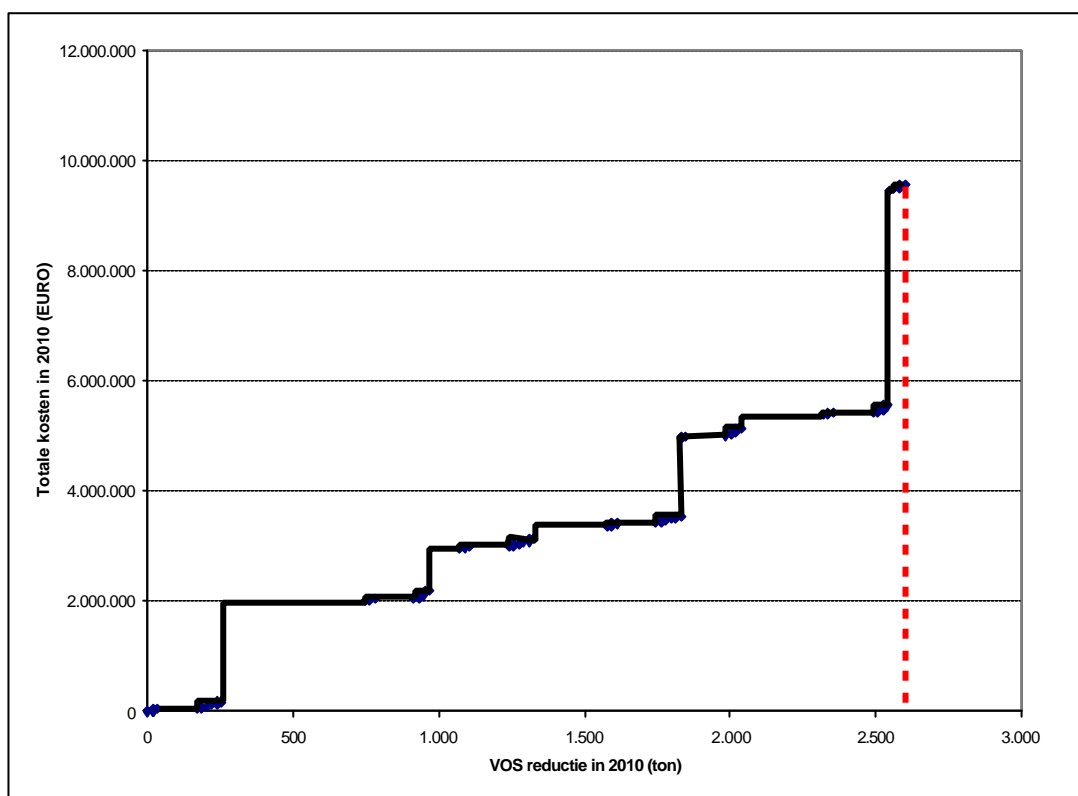
VOS reductie (ton)	VOS emissies ná (ton)	Totale reductiekosten (EURO/jaar)	Gemiddelde eenheidsreductiekosten (EURO/ton.jaar)
0	6.022	0	
17	6.005	1.204	70
17	6.005	40.121	2.343
34	5.988	41.325	1.208
170	5.852	54.565	321
187	5.835	55.769	298
187	5.835	94.686	506
204	5.818	95.890	469

¹ In deze sector, met een beperkt aantal bedrijven en individuele maatregelen, kan de opstelling van de totale kostencurve eventueel 'op zicht en manueel'. Naargelang het aantal bedrijven en maatregelen toeneemt, neemt het aantal mogelijke combinaties exponentieel toe, en kan men beter gebruik maken van enumeratietechnieken in een computermodel.

² Voor de auto-assemblagesector zijn er geen variabele werkingskosten gerapporteerd, zodat deze veronderstelling volkomen terecht is.

221	5.801	134.808	610
238	5.784	136.011	571
238	5.784	174.929	734
255	5.767	176.132	690
745	5.277	2.006.065	2.693
762	5.260	2.007.268	2.635
762	5.260	2.046.186	2.686
779	5.243	2.047.390	2.628
915	5.107	2.060.630	2.252
932	5.090	2.061.833	2.212
932	5.090	2.100.751	2.254
949	5.073	2.101.955	2.215
950	5.072	2.142.076	2.254
950	5.072	2.180.994	2.295
968	5.054	2.182.197	2.255
1.071	4.951	2.944.367	2.749
1.088	4.934	2.945.570	2.707
1.088	4.934	2.984.488	2.743
1.105	4.917	2.985.692	2.701
1.241	4.781	2.998.932	2.416
1.258	4.764	3.000.135	2.384
1.258	4.764	3.039.053	2.415
1.275	4.747	3.040.256	2.384
1.292	4.730	3.079.174	2.383
1.309	4.713	3.080.378	2.353
1.309	4.713	3.119.295	2.382
1.326	4.696	3.120.499	2.353
1.576	4.446	3.364.124	2.135
1.593	4.429	3.365.328	2.113
1.593	4.429	3.404.245	2.137
1.610	4.412	3.405.449	2.115
1.746	4.276	3.418.689	1.958
1.763	4.259	3.419.893	1.940
1.763	4.259	3.458.810	1.962
1.780	4.242	3.460.014	1.944
1.797	4.225	3.498.932	1.947
1.814	4.208	3.500.135	1.929
1.814	4.208	3.539.053	1.951
1.831	4.191	3.540.256	1.933
1.833	4.189	4.951.635	2.702
1.833	4.189	4.990.553	2.723
1.850	4.172	4.991.756	2.698
1.986	4.036	5.004.996	2.520
2.003	4.019	5.006.200	2.499
2.003	4.019	5.045.118	2.519
2.020	4.002	5.046.321	2.498
2.021	4.001	5.086.442	2.516
2.021	4.001	5.125.360	2.535
2.039	3.983	5.126.564	2.515
2.321	3.701	5.370.189	2.314
2.338	3.684	5.371.392	2.298
2.338	3.684	5.410.310	2.314
2.355	3.667	5.411.514	2.298

2.491	3.531	5.424.754	2.178
2.508	3.514	5.425.957	2.164
2.508	3.514	5.464.875	2.179
2.525	3.497	5.466.079	2.165
2.526	3.496	5.506.200	2.180
2.526	3.496	5.545.118	2.195
2.543	3.479	5.546.321	2.181
2.547	3.475	9.436.883	3.705
2.564	3.458	9.477.004	3.696
2.581	3.441	9.478.208	3.672
2.582	3.440	9.557.247	3.701
2.599	3.423	9.558.451	3.677

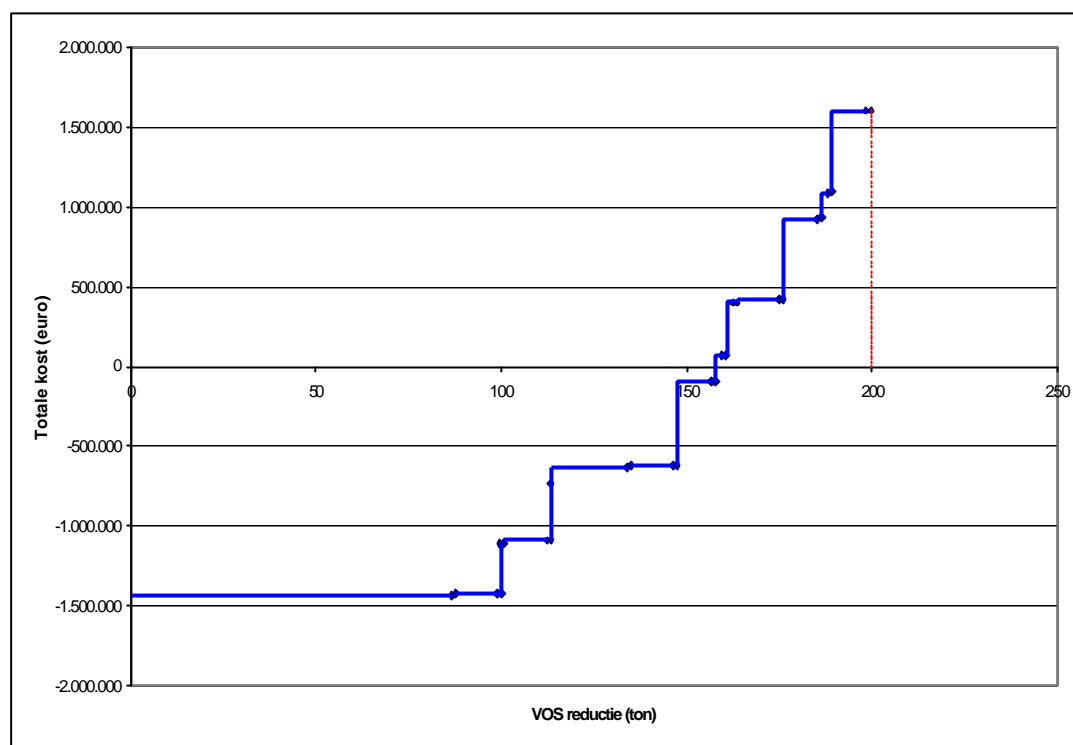


Figuur 8-6: Totale kostencurve voor de auto-assemblagesector in 2010.

In de subsector 'andere bedrijven' bepalen hoogstens 27 sectoropties de totale kostencurve. We merken hierbij op dat 'geen reductie' (de nuloptie) economisch niet zinvol is, wegens mogelijke opbrengsten (negatieve eenheidsreductiekosten).

Tabel 8-4: Sectoropties in de andere bedrijven (exclusief busbouw) die de gemiddelde kostencurve determineren in 2010

VOS reductie (ton)	VOS emissies ná (ton)	Totale reductiekosten (EURO/jaar)	Gemiddelde eenheidsreductiekosten (EURO/ton.jaar)
87	319	-1.431.668	-16.529
88	318	-1.429.613	-16.290
99	306	-1.417.733	-14.310
100	305	-1.415.678	-14.126
100	306	-1.105.918	-11.092
101	305	-1.103.863	-10.946
112	293	-1.091.983	-9.735
113	292	-1.089.929	-9.619
113	292	-738.885	-6.512
134	271	-627.168	-4.684
135	270	-625.113	-4.629
146	259	-613.233	-4.190
147	258	-611.178	-4.144
157	248	-99.869	-637
158	247	-97.814	-619
160	246	63.560	398
161	244	65.615	408
163	243	401.528	2.471
164	242	403.582	2.466
175	230	415.462	2.374
176	229	417.517	2.371
185	220	928.826	5.010
187	219	930.881	4.990
188	217	1.092.255	5.803
189	216	1.094.310	5.779
199	206	1.605.619	8.083
200	205	1.607.674	8.047



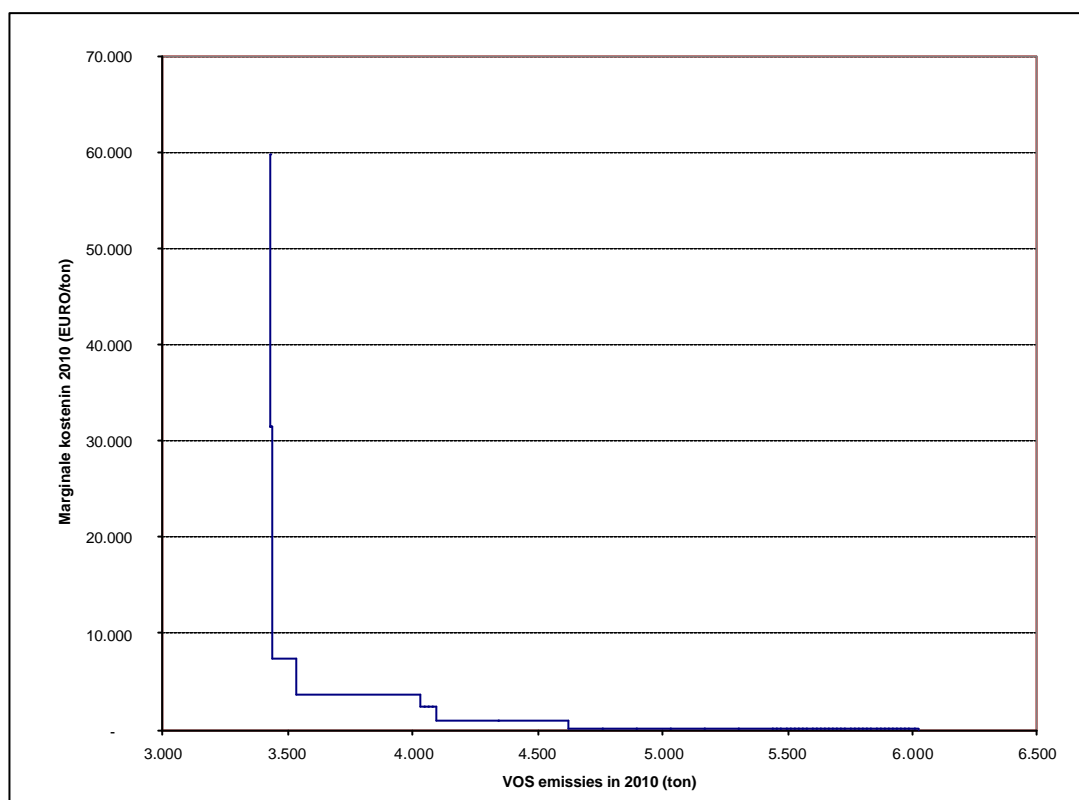
Figuur 8-7: Totale kostencurve voor de andere bedrijven in 2010

We trekken de aandacht op de volgende punten:

- De totale kostencurve is in figuur 8-6 en 8-7 als trapfunctie getekend, maar dat is eigenlijk misleidend. De kostencurve is strictu sensu enkel een verzameling punten, waarbij elk punt een weerhouden technisch-economisch zinvolle sectoroptie voorstelt. De horizontale lijnen ('trappen') zijn enkel aangeduid om makkelijker te kunnen bepalen welke sectoroptie relevant is, indien de overheid een bepaalde reductiedoelstelling vooropstelt. **Elk punt vertegenwoordigt een combinatie van bedrijfsopties over alle bedrijven van de subsector heen;**
- In een **marginale** kostenfunctie worden de totale reductiekosten berekend door de oppervlakte onder de trapfunctie te berekenen. In deze curve kan men voor elke relevante sectoroptie de totale kosten rechtstreeks aflezen op de verticale as;
- We hebben tot slot in tabel 8-3 en 8-4 per weerhouden sectoroptie de jaarlijkse **gemiddelde** sector-eenheidsreductiekost weergegeven. De jaarlijkse gemiddelde sector-eenheidsreductiekost (EURO per ton gereduceerd) is eenvoudig de totale jaarlijkse kost (voor heel de sector) gedeeld door jaarlijkse VOS reductie (voor heel de sector) die men met deze sectoroptie kan realiseren. Dit geeft de **gemiddelde jaarlijkse kost voor heel de sector** voor die bepaalde sectoroptie. Deze gemiddelde jaarlijkse sector-eenheidsreductiekost dient men echter met voorzichtigheid te hanteren. Een relatief lage gemiddelde kost voor **heel de sector** sluit immers niet uit dat de gemiddelde kost van één specifieke maatregel in één bepaald bedrijf nog altijd zeer hoog kan zijn.

8.2.3.3 Marginale kostencurven

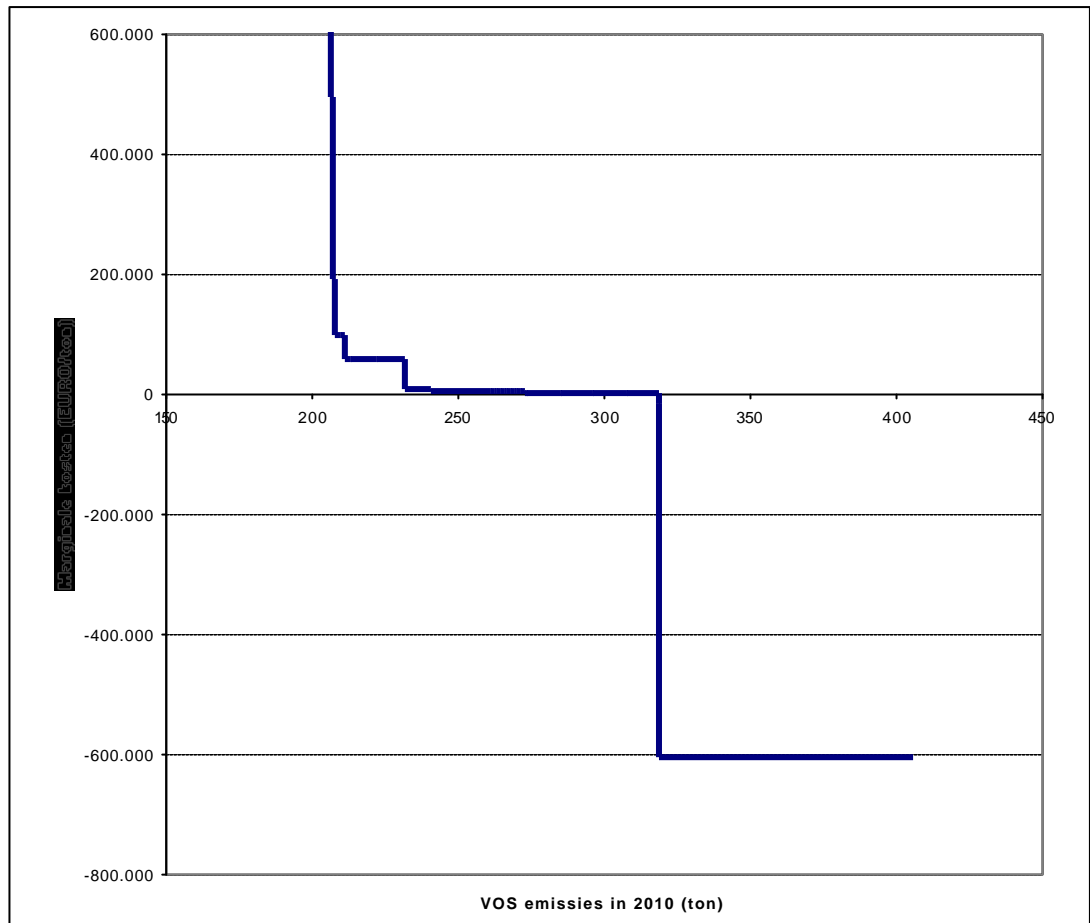
Uit de totale kostencurven kunnen de marginale kostencurven voor de (deel)sectoren opgesteld worden. We hanteren hierbij dezelfde methode en voorstellingswijze als IIASA.



Figuur 8.8: *Marginale kostencurve voor de auto-assemblers in 2010 (gedeeltelijk)*

De marginale kostencurve voor de auto-assemblagesector is slechts gedeeltelijk weergegeven. Er zijn immers sectoropties met uitzonderlijk hoge marginale kosten: meer dan 100.000 EURO/ton. Bovendien reduceren deze sectoropties de totale VOS-emissies slechts met enkele tonnen. Het opnemen van deze opties in de marginale kostencurve zou deze te sterk vertekenen.

De marginale kostencurve voor de andere bedrijven kent eveneens een uitgesproken verloop, met op het eind een marginale kost van meer dan 2 miljoen EURO/ton om slechts een geringe bijkomende VOS reductie te realiseren. In tegenstelling tot de auto-assemblagesector, kent de marginale kostencurve voor de sector andere bedrijven een niet te verwaarlozen negatief gedeelte, i.e. aanvankelijk kan elke bijkomende ton VOS die de subsector reduceert tot een vrij aanzienlijke opbrengst leiden.



Figuur 8-9: Marginale kostencurve voor de andere bedrijven in 2010.

8.3 SCENARIO'S

8.3.1 Algemeen

Bij het afleiden van scenario's hanteren we volgende uitgangspunten:

- We baseren ons op de kostencurven die volgens de tweede benadering opgesteld zijn. Tenzij de overheid middelenvoorschriften zou opleggen, sluit deze immers het beste aan bij de realiteit;
- We gebruiken de totale kostencurven en niet de marginale kostencurven. De volgorde van de sectoropties kan in deze eerste immers anders zijn dan in deze laatste. Op basis van de marginale kostencurven zal men eerst de sectoropties selecteren met de laagste marginale kosten. Dit sluit niet uit dat de sector een sectoroptie kan kiezen die relatief hoge **totale** kosten heeft, en veel meer VOS reduceert dan eigenlijk vereist door de VOS emissiereductie doelstelling van het scenario. Het zou met andere woorden best kunnen dat een andere sectoroptie, weliswaar met iets hogere marginale kosten, dezelfde emissiereductie doelstelling zou kunnen bereiken, maar met een lagere totale kost voor heel de sector. Dit probleem met betrekking tot de interpretatie van kostencurven is reeds lang bekend.

Een individueel scenario wordt bepaald door de VOS emissiereductie ('target') die de hele sector in een bepaald jaar dient te realiseren. Deze VOS emissiereductie is desgewenst uit te drukken als een fractie van de emissies ten opzichte van de emissies in een bepaald referentiejaar (bijvoorbeeld 1990 voor NEC).

De kostencurve, als verzameling van economisch zinvol beoordeelde sectoropties, laat makkelijk toe om voor elk denkbeeldig scenario de totale reductiekosten voor heel de sector te bepalen. De horizontale as van de grafiek geeft de VOS emissiereductie (in ton) weer, de verticale as de totale kosten (in EURO). De keuze van een scenario komt overeen met de keuze van een punt op de horizontale as (x-as). Het is eenvoudig om vervolgens de relevante sectoroptie te bepalen en na te gaan wat de werkelijke VOS emissiereductie zal zijn (altijd gelijk aan of hoger dan de vooropgestelde emissiereductiedoelstelling). Op de verticale as (y-as) kan men de bijhorende totale kost aflezen.

Hieruit volgt dat het aantal denkbeeldige 'scenario's' in principe oneindig is. In principe is het aangewezen om scenario's te kiezen waarvan de emissiereductie overeenkomt met een economische zinvolle sectoroptie. Bijgevolg bestaan voor de auto-assembleurs 73 zinvolle scenario's en voor de andere bedrijven 27. De volgende tabellen geven een samenvatting van de meest relevante scenario's.

De totale emissies voor subsector auto-assemblage bedroegen in 2001 6.333 ton. Uit de door de bedrijven gerapporteerde groei en rekening houdend met relevante wijzigingen in het te coaten oppervlak, volgt voor 2010 een emissie van 6.022 ton.

Tabel 8-5: Scenario's voor de subsector auto-assemblage

VOS reductie (ton)	VOS emissies 2010 (ton)	Totale reductiekosten 2010 (EURO/jaar)	VOS reductie tov 2001 (%)
0	6.022	0	4,9
17	6.005	1.204	5,2
17	6.005	40.121	5,2
34	5.988	41.325	5,5
170	5.852	54.565	7,6
187	5.835	55.769	7,9
187	5.835	94.686	7,9
204	5.818	95.890	8,1
221	5.801	134.808	8,4
238	5.784	136.011	8,7
238	5.784	174.929	8,7
255	5.767	176.132	8,9
745	5.277	2.006.065	16,7
762	5.260	2.007.268	16,9
762	5.260	2.046.186	16,9
779	5.243	2.047.390	17,2
915	5.107	2.060.630	19,4
932	5.090	2.061.833	19,6
932	5.090	2.100.751	19,6
949	5.073	2.101.955	19,9
950	5.072	2.142.076	19,9
950	5.072	2.180.994	19,9

968	5.054	2.182.197	20,2
1.071	4.951	2.944.367	21,8
1.088	4.934	2.945.570	22,1
1.088	4.934	2.984.488	22,1
1.105	4.917	2.985.692	22,4
1.241	4.781	2.998.932	24,5
1.258	4.764	3.000.135	24,8
1.258	4.764	3.039.053	24,8
1.275	4.747	3.040.256	25,0
1.292	4.730	3.079.174	25,3
1.309	4.713	3.080.378	25,6
1.309	4.713	3.119.295	25,6
1.326	4.696	3.120.499	25,9
1.576	4.446	3.364.124	29,8
1.593	4.429	3.365.328	30,1
1.593	4.429	3.404.245	30,1
1.610	4.412	3.405.449	30,3
1.746	4.276	3.418.689	32,5
1.763	4.259	3.419.893	32,8
1.763	4.259	3.458.810	32,8
1.780	4.242	3.460.014	33,0
1.797	4.225	3.498.932	33,3
1.814	4.208	3.500.135	33,6
1.814	4.208	3.539.053	33,6
1.831	4.191	3.540.256	33,8
1.833	4.189	4.951.635	33,9
1.833	4.189	4.990.553	33,9
1.850	4.172	4.991.756	34,1
1.986	4.036	5.004.996	36,3
2.003	4.019	5.006.200	36,5
2.003	4.019	5.045.118	36,5
2.020	4.002	5.046.321	36,8
2.021	4.001	5.086.442	36,8
2.021	4.001	5.125.360	36,8
2.039	3.983	5.126.564	37,1
2.321	3.701	5.370.189	41,6
2.338	3.684	5.371.392	41,8
2.338	3.684	5.410.310	41,8
2.355	3.667	5.411.514	42,1
2.491	3.531	5.424.754	44,2
2.508	3.514	5.425.957	44,5
2.508	3.514	5.464.875	44,5
2.525	3.497	5.466.079	44,8
2.526	3.496	5.506.200	44,8
2.526	3.496	5.545.118	44,8
2.543	3.479	5.546.321	45,1
2.547	3.475	9.436.883	45,1
2.564	3.458	9.477.004	45,4
2.581	3.441	9.478.208	45,7
2.582	3.440	9.557.247	45,7
2.599	3.423	9.558.451	46,0

Uit de door de bedrijven gerapporteerde groei volgt voor de subsector 'andere bedrijven' (exclusief busbouw) voor 2010 een emissie van ongeveer 406 ton.

Tabel 8-6: Scenario's voor de subsector andere bedrijven

VOS reductie (ton)	VOS emissies 2010 (ton)	Totale reductiekosten 2010 (EURO/jaar)	VOS reductie tov 2001 (%)
87	319	-1.431.668	19,7
88	318	-1.429.613	20,0
99	306	-1.417.733	22,9
100	305	-1.415.678	23,2
100	306	-1.105.918	23,0
101	305	-1.103.863	23,3
112	293	-1.091.983	26,2
113	292	-1.089.929	26,5
113	292	-738.885	26,5
134	271	-627.168	31,6
135	270	-625.113	31,9
146	259	-613.233	34,8
147	258	-611.178	35,1
157	248	-99.869	37,4
158	247	-97.814	37,7
160	246	63.560	38,2
161	244	65.615	38,
163	243	401.528	38,8
164	242	403.582	39,1
175	230	415.462	42,0
176	229	417.517	42,3
185	220	928.826	44,7
187	219	930.881	44,9
188	217	1.092.255	45,4
189	216	1.094.310	45,6
199	206	1.605.619	48,0
200	205	1.607.674	48,3

Enkele scenario's die aan belangrijke doelstellingen gekoppeld zijn, worden besproken.

8.3.2 Het "Business-As-Usual" scenario

Het business-as-usual (BAU) scenario gaat uit van de veronderstelling dat geen enkel bedrijf 'bijkomende' maatregelen treft, met andere woorden maatregelen bovenop de maatregelen die de bedrijven anno 2002 al hebben genomen. Elk bedrijf kiest tot 2010 voor de 'nul-bedrijfs optie'. Ook voor capaciteitsuitbreidingen wordt verondersteld dat men de bestaande installaties kopieert.

Volgenden tabel vat de evolutie samen.

Tabel 8-7: Evolutie van de emissies volgens het BAU-scenario

Subsector	VOS-emissies (ton/jaar)		
	1990	2001	2010
Auto-assemblage	8.991	6.333	6.022
Andere bedrijven (exclusief busbouw)			406
Totaal			6.428

De totale VOS-emissies van de auto-assembleurs bedroegen ongeveer 6.333 ton in het 2001. In het BAU-scenario zouden de VOS-emissies in 2010 dalen tot ongeveer 6.022 ton. Dit betekent een daling van 5% ten opzichte van 2001 en van ongeveer 33% ten opzichte van 1990.

Zoals reeds in hoofdstuk 4 aangegeven werd, is de gerealiseerde reductie tussen 1990 en 2001 gekoppeld aan een combinatie van de sluiting van Renault Vilvoorde en inspanningen van de betreffende bedrijven. Vooral maatregelen van het type 'optimalisatie van de applicatietechnieken' en 'good housekeeping' zijn in deze periode stelselmatig doorgevoerd.

De daling in de periode 2001 – 2010 is toe te schrijven aan het feit dat de voorziene daling van het gemiddelde oppervlak (door het stopzetten van de productie van bestelwagens) de verwachte groei van het geproduceerde aantal voertuigen meer dan compenseert. We merken nogmaals op dat het gemiddelde oppervlak per voertuig sterk afhangt van de modellenmix, waarvan zeer moeilijk te voorzien is hoe deze in 2010 samengesteld zal zijn.

Voor de subsector van de andere bedrijven zullen de emissies in het BAU scenario in 2010 ongeveer 406 ton bedragen. Dit betekent een lichte stijging ten opzichte van 2001. Er is quasi geen informatie beschikbaar over het emissieniveau in 1990. Op basis van de stelselmatige groei die zich in deze subsector heeft voorgedaan, kan echter gesteld worden dat dit ook ten opzichte van 1990 een stijging betekent.

8.3.3 Het "Solvent Richtlijn" scenario

In het "Solvent Richtlijn" scenario veronderstellen we dat de subsector auto-assemblage in 2010 voldoet aan de in Richtlijn 1999/13/EG uitgedrukte grenswaarden voor bestaande bedrijven. Deze grenswaarden zijn hier voor de activiteit 'coating van voertuigen' relatief uitgedrukt, in g/m².

Auto-assemblage

In 5.2.5 werd reeds berekend dat de betreffende bedrijven hun emissies (op relatieve basis) nog met gemiddeld 12% dienen te reduceren, om conformiteit te bereiken. Uitgaande van een emissie van 6.022 ton in 2010 volgens het BAU-scenario, komt dit overeen met een reductie van 723 ton. Ten opzichte van het referentieniveau van 1990 bedraagt de reductie 41%. De totale jaarlijkse kosten van de sectoroptie waarmee de auto-assembleurs de dichtstbijzijnde toegelaten VOS emissie (5.260 ton) zou kunnen bereiken, bedragen ongeveer **2,0 miljoen EURO**.

Het is uiteraard weinig waarschijnlijk dat de individuele bedrijven maatregelen zullen nemen, die leiden tot een emissie die juist samenvalt met de grenswaarde. De reductie die zal resulteren uit de solventrichtlijn wordt met andere woorden onderschat. Een meer realistische schatting, steunend op concrete maatregelen, geeft een daling tot ongeveer 4.000 ton aan. De totale jaarlijkse kosten die met dit emissieniveau overeenkomen, bedragen ongeveer **5,1 miljoen EURO**.

Andere bedrijven

Omwille van de in 5.3.4 weergegeven knelpunten, kan dit scenario voor de subsector 'andere bedrijven' niet berekend worden.

8.3.4 Het "NEC" scenario

Auto-assemblage

De basis voor de onderhandelingen over de National Emission Ceilings (NEC) bestond uit een berekening door IIASA van de marginale kostencurven voor de verschillende landen en de relevante sectoren. Voor de auto-assemblagesector in België leidde IIASA een reductiepotentieel van ongeveer 50% af, ten opzichte van het niveau van 1990 (zie hoofdstuk 9). Dit leidt tot volgend scenario.

Tabel 8-8: Evolutie van de emissies volgens het NEC-scenario in de auto-assemblage

Subsector	VOS-emissies (ton/jaar)		
	1990	2001	2010
Auto-assemblage	8.991	6.333	4.495

De totale jaarlijkse kosten van de sectoroptie waarmee de auto-assembleurs de dichtstbijzijnde toegelaten VOS emissies (4.446 ton) zou kunnen bereiken bedragen ongeveer **3,4 miljoen EURO**.

Andere bedrijven

De andere bedrijven zijn niet opgenomen in de modellering van IIASA.

Gaan we uit van een gelijkaardige te realiseren reductie van 50% (ten opzichte van 1990), dan blijkt dat deze niet haalbaar is. Uit tabel 8-6 volgt dat de sectoroptie met het hoogste potentieel een reductie van ongeveer 48% ten opzichte van 2001 oplevert, tegen een jaarlijkse kost van 1,6 miljoen EURO. De emissies van de andere bedrijven lagen in 1990 naar alle waarschijnlijkheid lager dan in 2001.

8.3.5

Het “technisch limiet” scenario

Auto-assemblage

Indien alle technisch haalbare maatregelen of combinaties van maatregelen met maximaal reductiepotentieel tegen 2010 worden toegepast, dan zouden in de auto-assemblagesector de VOS emissies in 2010 dalen tot ongeveer 3.423 ton (- 46% in 2010 ten opzichte van 2001 en -62% ten opzichte van 1990). Een verdere daling van de VOS-emissies in 2010 is vanuit technisch oogpunt niet realistisch. De totale jaarlijkse kosten om deze limiet te bereiken zouden iets meer dan **9,6 miljoen EURO** bedragen.

In de subsector van de andere bedrijven zou een uitputting van alle technisch haalbare mogelijkheden leiden tot een VOS reductie van ongeveer 48 % in 2010 ten opzichte van 2001. De jaarlijkse totale kost hiervoor zou meer dan **1,6 miljoen EURO** bedragen.

Tabel 8-9: Evolutie van de emissies volgens het technisch-scenario

Subsector	VOS-emissies (ton/jaar)		
	1990	2001	2010
Auto-assemblage	8.991	6.333	3.423
Andere bedrijven (exclusief busbouw)			205
Totaal			3.628

8.3.6

Samenvatting

Volgende tabel geeft een overzicht van de reductiedoelstellingen en de totale kosten volgens de vier vermelde scenario's. Op te merken valt dat de vermelde totale jaarlijkse kosten theoretische waarden zijn, die overeenkomen met de economisch meest gunstige sectoroptie. In de praktijk is het zeer waarschijnlijk dat de sector, als verzameling van bedrijven, andere argumenten dan zuiver economische laat meespelen in de investeringsbeslissingen.

Tabel 8-10: Overzicht reductiedoelstellingen en totale jaarlijkse kosten

Scenario	Reductiedoelstelling				Totale jaarlijkse kosten (EURO/jaar)
	VOS-emissie (ton/jaar)			Reductie tov 1990 (%)	
	2010	2001	1990		
Auto-assemblage					
BAU	6.022	6.333	8.991	33	0
Solventrichtlijn, conservatief	5.299	6.333	8.991	41	2,0 10 ⁶
realistisch	4.000	6.333	8.991	56	5,1 10 ⁶
NEC	4.495	6.333	8.991	50	3,4 10 ⁶
Technisch-economisch limiet	3.423	6.333	8.991	62	9,6 10 ⁶
Andere bedrijven					
BAU	406				0
Solventrichtlijn	n.b.				
NEC	n.h.				
Technisch-economisch limiet	205				1,6 10 ⁶

n.b. = niet bekend

n.h. = niet haalbaar

8.4

SOCIAAL-ECONOMISCHE EFFECTEN VAN DE SCENARIO'S

De sector van de transportmiddelen (NACE 34 en 35) in Vlaanderen was in het jaar 2000 goed voor een bruto toegevoegde waarde tegen basisprijzen¹ van 2.812 miljoen EURO, of 2,2 % van de totale bruto toegevoegde waarde in het Vlaams Gewest.

Tabel 8-11 toont enkele kerncijfers voor de sector “automobil” binnen AGORIA. Deze kerncijfers kunnen echter niet zomaar met de resultaten van deze studie vergeleken worden, omdat de sectorafbakening van AGORIA heel wat ruimer is en bovendien voor heel België en niet enkel voor Vlaanderen geldt².

¹ De bruto toegevoegde waarde tegen basisprijzen is gelijk aan de productie (aan de prijs zonder transportkosten indien afzonderlijk gefactureerd, en inclusief elke eventuele transportmarge) minus het intermediair verbruik tegen aankooprijzen (d.i. zonder aftrekbare BTW, inclusief eventuele niet-aftrekbare BTW) plus de niet-productgebonden belastingen (belastingen op gebruik grond, gebouwen, milieubelasting...) en minus de niet-productgebonden subsidies (subsidies voor arbeidskrachten, subsidies ter bestrijding milieuvervuiling,...).

² De sector “Automobil” binnen Agoria bestaat uit de subsectoren “constructie van motorvoertuigen en assemblage”, “automobiltoelevering”, “aanhangwagens en koetswerk”, “vrachtcontainers”, en “fietsen en onderdelen”.

Tabel 8-12: Kerncijfers van de sector “automobiel” binnen Agoria

Automobiel	Eenheid	2001	2002
Aantal ondernemingen (werkgevers) (RSZ**)	aantal	427	221
Leveringen (Prodcom*)	mln EURO	16.405	16.064
Exportgraad (aandeel buitenlandse leveringen in totaal) (Prodcom)*	%	87,8	86,6
Werkgelegenheid (RSZ**)	eenheden	54.156	53.700
Investerings	mln EURO	493	535

* opdeling per activiteit (ondernemingen met minstens 10 werknemers)

** opdeling per onderneming

Bron: AGORIA (<http://www.agoria.be/>)

Investerings

Qua orde-grootte mogen we stellen dat heel de subsector van de “voertuigenbouw” in België in de jaren 2001-2002 goed was voor een jaarlijks investeringsbedrag van ongeveer 500 miljoen EURO. De automobielconstructeurs hebben, nog steeds volgens AGORIA, in 2002 voor 358 miljoen EURO geïnvesteerd.

In het Solventrichtlijn scenario, dat de ontwikkelingen binnen het huidige wetgevend kader aangeeft, wordt de totale jaarlijkse kost (geannualiseerde investeringskosten en vaste werkingskosten) in 2010 voor de subsector ‘auto-assemblage’ op ongeveer 2,0 miljoen EURO geschat. Dit betekent dat ongeveer 0,6% van het huidige investeringsniveau op het behalen van de solventrichtlijn gericht zal dienen te worden. In het NEC scenario zou de totale jaarlijkse kost in 2010 ongeveer 3,4 miljoen EURO bedragen, wat overeenkomt met 1,0% van het huidige investeringsniveau. Op te merken valt dat dit schattingen zijn op het niveau van de subsector. Op het niveau van het individueel bedrijf is uiteraard een significante spreiding mogelijk.

De subsector ‘andere bedrijven’ (exclusief busbouw) blijkt met een nulwaarde voor de totale jaarlijkse kost een significante reductie te kunnen verwezenlijken. Daarna stijgt de kost exponentieel, om 1,6 miljoen EURO te bereiken in het technisch limiet-scenario.

Tewerkstelling

De hele sector van de “voertuigenbouw” in België stelde in de periode 2002-2003 nog een 54.000 eenheden tewerk. De werkgelegenheid bij de assembleurs van personenwagens bedroeg 23.845 arbeidsplaatsen, bij de constructeurs van de opleggers en aanhangwagens 13.600 arbeidsplaatsen, telkens voor heel België.

Het is weinig waarschijnlijk dat de milieu-investeringen een grote rechtstreekse invloed zullen hebben op de werkgelegenheid in de beschouwde subsectoren, in positieve of negatieve zin. De beschouwde maatregelen vereisen normaliter geen extra personeel en zouden ook niet mogen leiden tot afdankingen.

We merken op dat daling van de werkgelegenheid in de automobielsector in het verleden vooral het gevolg was van inspanningen om de productiviteit op te drijven.

Concurrentiepositie

De globale sector is sterk exportgericht. Toch dient er een onderscheid gemaakt te worden tussen de verschillende types voertuigen. Voor personenwagens, die door wereldwijd opererende groepen worden geproduceerd, bereikt het exportpercentage bijna 97%. Voor de bouwers van opleggers en trailers ligt het accent daarentegen meer op de lokale markt en de omliggende landen, vermits het contact met de klant zeer belangrijk blijkt.

Tot op zekere hoogte zouden inspanningen op het vlak van VOS-reductie de concurrentiepositie niet in het gedrang mogen brengen. Zowel de Solventrichtlijn als de NEC-richtlijn, die aan de basis van de reductiedoelstellingen liggen, zijn immers op Europees niveau in voege gebracht.

Toch dient gewezen te worden op de relatief moeilijke situatie waarbinnen de auto-assembleurs momenteel functioneren. Algemeen hebben verschillende constructeurs, ten gevolge van de overcapaciteit die op de wereldmarkt ontstaan is, de voorbije jaren grondige herstructureringen gepland. Dit gaat in sommige gevallen gepaard met de sluiting van vestigingen. Renault Industries in Vilvoorde was hiervan een vroeg voorbeeld. In dit klimaat is een sterke concurrentie tussen de verschillende vestigingen van de onderneming zelf ontstaan. Investeringszinnen zijn dan ook in de eerste plaats gericht op productiviteit en flexibiliteit.

Kwaliteit

Uit de modelberekeningen is gebleken dat de brongerichte maatregelen steeds gekenmerkt worden door een gemiddelde eenheidsreductiekost, die stelselmatig lager ligt dan deze van nageschakelde technieken. De verhoging van het aanbrenghendement blijkt in de 'andere bedrijven' zelfs te kunnen resulteren in reductie-opbrengsten. Het lijkt dan ook voor de hand liggend om dit zo snel mogelijk te realiseren.

Brongerichte maatregelen grijpen echter - per definitie - in op de coatingactiviteit. In alle bedrijven blijkt, mede onder druk van de markt, zeer grote aandacht te gaan naar de kwaliteit van de coating, door de combinatie van de esthetische en beschermende functie die deze dient te vervullen. Dit type van maatregelen zal men dan ook pas doorvoeren, nadat uit onderzoek ondubbelzinnig gebleken is dat de kwaliteit gegarandeerd kan worden. Dit vergt uiteraard een zekere tijd.

Voor de auto-assembleurs dient men bijvoorbeeld voor de validatie van een nieuw type verf te rekenen op een periode van één tot meerdere jaren, nodig voor de volledige cyclus van testen op laboratoriumschaal tot pilootproeven. Het spreekt voor zich dat dit traject bij voorkeur gekoppeld wordt aan de omschakeling van een model. Belangrijke stappen inzake VOS-reductie zijn dan ook vaak gekoppeld aan andere wijzigingen in de vestiging.

9. VERGELIJKING VAN DE RESULTATEN MET DE RAINS-MODELLERING

9.1 INLEIDING

De emissiereducties die de Europese NEC-richtlijn oplegt, zijn onderhandeld op basis van modelberekeningen die door IIASA uitgevoerd werden. Op basis van marginale kostencurven werd het reductiepotentieel per land vastgelegd. Ook voor België werd een nationale kostencurve opgesteld, rekening houdend met de relevante sectoren en de mogelijke emissiereducerende maatregelen per sector. Vertrekbasis was het emissieniveau van 1990.

IIASA heeft voor de afleiding van de marginale kostencurven gebruik gemaakt van het RAINS-VOC model. Hierbij is vertrokken van de activiteit per sector in 1990 en 2010. De emissie van de sector, zonder het doorvoeren van enige maatregel, wordt afgeleid op basis van emissiefactoren. Vervolgens zijn maatregelen geïntroduceerd, gekarakteriseerd door het technisch rendement, de toepasbaarheid en de investerings- en werkingskosten.

Eén van de opgenomen activiteiten betreft de snapcode 060101, die de productie van voertuigen in brede zin (personenwagens, vrachtwagens, bussen, enz...) omvat. Het is echter niet duidelijk of andere types dan personenwagens daadwerkelijk in de modellering zijn opgenomen. Vermits personenwagens (inclusief bestelwagens) veruit de grootste fractie van de productie uitmaken, wordt de bespreking hiertoe beperkt.

9.2 VERONDERSTELLINGEN INZAKE ECONOMISCHE GROEI

De volgende tabel geeft de veronderstellingen inzake economische groei van de productie in **België** voor snapcode 060101, zoals opgenomen in het RAINS-VOC model van IIASA.

Tabel 9-1: Veronderstellingen inzake economische groei in het RAINS-VOC model

Sector code	Activiteiten code	Aantal voertuigen		Groei (%)
		1990	2010	
AUTO_P	VEH	1.252.196	1.140.187	-9,82
AUTO_P_NEW	VEH	-	425.058	
		1.252.196	1.565.245	20,00

De code AUTO_P staat voor de productie van voertuigen in **bestaande** installaties (anno 2000), AUTO_P_NEW voor de productie in **nieuwe** installaties.

Cijfers voor de productie in 1990 in de vier **Vlaamse** auto-assemblagebedrijven (Ford Werke, Opel Belgium, Volvo Cars Gent en Renault Industrie) werden niet stelselmatig gerapporteerd. Op basis van gegevens voor de daarop volgende jaren, kunnen we het aantal echter schatten op 1.050.000 – 1.100.000 voertuigen. Het verschil met het cijfer van RAINS (1.252.196 voertuigen) is toe te wijzen aan de

productie van Volkswagen te Vorst, gelegen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

In 2001 bedroeg de productie in de Vlaamse assemblagebedrijven nog 890.830 voertuigen. De daling is grotendeels toe te schrijven aan de sluiting van Renault Industrie in 1996. Op basis van cijfers die door de drie individuele bedrijven verstrekt werden, zijn we in de scenario's uitgegaan van een stijging tot 1.055.000 voertuigen in 2010. De evolutie in de periode 2001 – 2010 is grotendeels toe te schrijven aan de geplande capaciteitsuitbreiding in één van de bedrijven. Hierrmee zal de productie van 1990 weer geëvenaard worden.

Hieruit volgt dat de groei van 20%, zoals gehanteerd in het RAINS-model, geenszins bereikt zal worden. Ook de inplanting van nieuwe bedrijven valt niet te verwachten.

Op te merken valt dat productie in de auto-assemblagebedrijven over de jaren heen schommelingen kan vertonen, die samenhangen met de verkoop.

9.3 REFERENTIENIVEAU VAN DE EMISSIES

Voor de nul-bedrijfsopatie vermeldt IIASA een emissiefactor van 17,4 kg VOS/voertuig. Rekening houdend met de productie van 1.252.196 voertuigen voor België in 1990 zou dit overeenkomen met een emissie van 21.788 ton, waarvan het grootste gedeelte in Vlaanderen.

Deze waarde is een duidelijke overschatting van de reële situatie. Daarom gaat men er in RAINS van uit dat reeds in 1990 een gedeelte van de in het model opgenomen maatregelen (zie 9.5) geïmplementeerd zijn. Op deze manier wordt de emissie voor het referentiejaar 1990 voor België op 9.880 ton gebracht.

De emissie voor 1990 voor Vlaanderen van de vier toen aanwezige auto-assembleurs is ter vergelijking op 8.991 ton geschat. Er mee rekening houdend dat ongeveer 85% van de productie voor 1990 in Vlaanderen plaatsvond, is de correlatie tussen deze twee cijfers als goed te beschouwen.

9.4 VERONDERSTELLINGEN INZAKE BEDRIJFSECONOMISCHE PARAMETERS

Bij de opstelling van de kostencurven is in deze studie op twee vlakken afgeweken van de bedrijfseconomische parameters, zoals gehanteerd door IIASA:

- Er is gebruik gemaakt van een rentevoet van 5 %, in overeenstemming met de maatschappelijke rentevoet in het milieukostenmodel, dat momenteel door het BBT-kenniscentrum van de VITO ontwikkeld wordt. Het IIASA hanteert daarentegen een rentevoet van 4 %;

- We veronderstelden een levensduur van 20 jaar voor alle individuele maatregelen. Het IIASA daarentegen hanteert een economische levensduur van 20 jaar voor de 'primary measures', en 10 jaar voor de 'secondary measures' (nageschakelde technieken).

Deze verschillende keuzes inzake rentevoet geven geen aanleiding tot significante afwijkingen.

9.5 **MAATREGELEN, RENDEMENTEN EN GEMIDDELDE EENHEIDSREDUCTIEKOSTEN**

Tabel 9-2 geeft de veronderstellingen in het RAINS-VOC model inzake rendementen en gemiddelde eenheidsreductiekosten van de door IIASA weerhouden maatregelen weer. IIASA maakt hierbij een uitdrukkelijk onderscheid tussen productie van voertuigen in bestaande en nieuwe installaties.

Tabel 9-2: Veronderstellingen in RAINS-VOC omtrent rendementen en gemiddelde eenheidsreductiekosten

Sector code	Maatregel	Rendement (%)	Technisch rendement (%)	Toepasbaarheid (%)	Gemiddelde eenheidsreductiekost (EURO/ton)*
AUTO_P	NoC	0	0	0	0
AUTO_P	PRM+SUB	75	75	100	2.767
AUTO_P	A_INC	29	95	30	4.225
AUTO_P	PRM+SUB+A_INC	82	82	100	3.014
AUTO_P_NEW	NoC	0	0	0	0
AUTO_P_NEW	A_INC	29	95	30	7.724

* Prijzen in ECU, 1990

De codes voor de maatregelen ('control technologies') hebben de volgende inhoud:

- NoC: 'No control', met andere woorden geen maatregelen of de zogenaamde 'nul-bedrijfs optie'. Op te merken valt dat hieronder werkelijk geen enkele ingreep verstaan wordt. Zoals reeds aangegeven, hoeft dit niet met de realiteit in 1990 overeen te komen;
- PRM+SUB: 'Process modification and substitution', of aanpassing van het proces (bijvoorbeeld optimalisatie van de applicatietechnieken) en vervanging van verven (bijvoorbeeld van solventgebaseerde naar watergebaseerde coatings). Deze optie geldt enkel voor bestaande installaties. IIASA veronderstelt dat deze opties automatisch zullen worden toegepast in nieuwe installaties en rekent hiervoor geen extra kosten aan;
- A_INC: 'Adsorption, incineration', of nageschakelde technieken zoals adsorptie (actief koolfiltratie) of naverbranding

Het globale rendement (derde kolom) vormt het product van het 'technisch rendement' (verwijderingsrendement) van de maatregel met de 'toepasbaarheid'.

Algemene opmerkingen

Rains gebruikt een emissiefactor die in kg VOS/voertuig is uitgedrukt. Het model veronderstelt met andere woorden impliciet dat het te coaten oppervlak van de voertuigen in de periode 1990 – 2010 constant zal blijven. In deze studie is naast het rendement van technische maatregelen ook rekening gehouden met wijzigingen in oppervlak.

Opvallend is het zeer beperkt aantal maatregelen in het RAINS-model. Dit is een gevolg van de sterke groepering die IIASA gehanteerd heeft. 'Process modification' (PRM) en 'substitution' (SUB) zijn in RAINS samengenomen. Dit vereenvoudigt uiteraard het model, maar sluit niet volledig aan bij de realiteit. Uit de bedrijfsbezoeken is met name gebleken dat de optimalisatie van de aanbrengprocessen in de Vlaamse bedrijven quasi volledig is doorgevoerd, ook al omdat dit voor de bedrijven een besparing in het coatingverbruik oplevert. 'Substitution' is **in bestaande installaties** daarentegen veel ingrijpender en komt daarom pas in een latere fase aan bod. De maatregel PRM+SUB zal dan ook steeds geleidelijk en mogelijk slechts gedeeltelijk geïmplementeerd worden.

De veronderstelling dat **in nieuwe installaties** het gebruik van geoptimaliseerde applicatietechnieken en watergedragen coatings (primer en basecoat) onmiddellijk in het concept voorzien zal worden, is verantwoord. Beide maatregelen worden door de assemblagebedrijven als beschikbaar beschouwd. Bovendien verschilt de kostprijs voor een nieuw te bouwen spuitlijn voor watergedragen coatings niet wezenlijk van deze voor een lijn voor solventgebaseerde verven.

Vergelijking van de rendementen en de gemiddelde eenheidsreductiekosten

We vergelijken de cijfers van tabel 9-2 met de rendementen en gemiddelde eenheidsreductiekosten, zoals ze in deze studie afgeleid zijn. Het is belangrijk op te merken dat de rendementen hier zijn uitgedrukt ten opzichte van de emissie van het gehele bedrijf en niet ten opzichte van het betreffende proces, om de vergelijking met RAINS mogelijk te maken.

Tabel 9-3: Rendementen en gemiddelde eenheidsreductiekosten voor de auto-assemblagesector zoals afgeleid in deze studie

Omschrijving bedrijfsopitie	Technisch rendement (%)	Gemiddelde eenheidsreductiekost (EURO/ton)
Omschakeling van MS naar HS topcoat	7	1.208
Omschakeling naar solventarme cavity wax	3	1.573
Omschakeling solventgebaseerde naar watergedragen basecoat (of hybride type) en van 1K- naar 2K-clearcoat	46	2.314
Installatie actief koolfilter met on-site regeneratie, beperkt tot de meest geconcentreerde afgassen van de basecoat spuitzone	31	3.637
Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen primer	23	17.991

Inzake de technische rendementen kunnen we volgende zaken opmerken:

- Een vergelijking van het technisch rendement van de in RAINS opgenomen maatregel PRM+SUB met de preventieve maatregelen die in deze studie weerhouden zijn, dient met de nodige omzichtigheid te gebeuren. We vermelden hiervoor volgende redenen:
 - RAINS berekent het technisch rendement ten opzichte van NoC, met andere woorden de emissie wanneer geen enkele ingreep is doorgevoerd. In deze studie is de reële situatie in 2001 als basis genomen. In deze situatie zijn reeds een deel van de in RAINS opgenomen maatregelen doorgevoerd. Vooral het deel procesoptimalisatie is quasi volledig geïmplementeerd;
 - Er is geen zicht op het aandeel van de procesoptimalisatie, de substitutie van primer en de substitutie van topcoat (basecoat) in het technische rendement van de maatregel PRM+SUB;
- Deze zaken in acht genomen, lijkt het gehanteerde technisch rendement van 75% voor deze maatregel op basis van de resultaten van deze studie in principe een haalbare waarde. Voor de omschakeling van solventgebaseerde primer én basecoat naar watergedragen types, twee maatregelen die combineerbaar zijn, blijkt uit de resultaten van deze studie immers een technisch rendement van bijna 70% te volgen;
- Het technisch rendement van de maatregel A_INC (95%) blijkt correct gekozen, mits de nageschakelde technieken enkel worden toegepast op de meest geconcentreerde afgassen. Hiermee dient men met andere woorden rekening te houden in de toepasbaarheid.

Inzake toepasbaarheid zijn volgende bemerkingen te vermelden:

- In deze studie zijn zeer expliciete veronderstellingen gemaakt over de toepasbaarheid van de verschillende maatregelen in de betreffende bedrijven, gebaseerd op informatie van deze laatste zelf. Vervolgens werd telkens nagegaan op welke fractie van de emissies (gekoppeld aan één of meer processen, uitgedrukt in g/m²) van het bedrijf een maatregel impact heeft. Deze veronderstellingen zijn per individuele maatregel in het model opgenomen. Het aantal bedrijven is te klein om ze te vertalen naar gemiddelde waarden;
- De toepasbaarheid van de maatregel PRM+SUB bedraagt volgens IIASA 100%. In 6.2.1.2 werd echter tot het besluit gekomen dat de haalbaarheid van de overschakeling naar watergedragen coatings (SUB) in een bestaande bedrijf sterk afhangt van de specifieke situatie. De in RAINS gehanteerde waarde is met andere woorden te optimistisch en kan in realiteit aanzienlijk lager liggen;
- De toepasbaarheid van A_INC is in RAINS voor bestaande installaties op 30% gesteld. Dit komt overeen met toepassing van nageschakelde technieken op de meest geconcentreerde afgassen (afgassen droogzones van de spuitlijnen en sommige secties van de topcoat-spuitlijn).

Inzake de gemiddelde eenheidsreductiekosten kunnen we volgende zaken opmerken:

- De gemiddelde eenheidsreductiekost voor de maatregel PRM+SUB **in bestaande installaties** (2.767 EURO/ton) is in vergelijking met de resultaten van deze studie te optimistisch. Er is wellicht te weinig rekening gehouden met de specifieke situatie van de bedrijven, die sterk kostenverhogend kan werken. In de modellering die in deze studie is uitgevoerd, komt dit vooral tot uiting in de gemiddelde eenheidsreductiekost voor omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen primer;
- De gemiddelde eenheidsreductiekost voor maatregel A_INC **in bestaande installaties** (4.225 EURO/ton) ligt hoger dan het cijfer dat in deze studie voor de nageschakelde technieken is afgeleid. Volgende redenen kunnen hiervoor aangehaald worden:
 - In het vermelde cijfer is enkel rekening gehouden met de installatie van een actief koolfilter op sommige secties van de spuitzones. Alle Vlaamse bedrijven maken reeds geruime tijd consequent gebruik van thermische naverbranding op de droogzones. De kosten hiervoor zijn niet in rekening gebracht, wat uiteraard tot een verschil met de RAINS-resultaten leidt;
 - IIASA hanteert slechts een economische levensduur van 10 jaar voor de nageschakelde technieken. Uit tabel 7-1 blijkt dat indien we dezelfde levensduur hanteren, de gemiddelde eenheidsreductiekost quasi overeenkomt.

9.6 MARGINALE KOSTENCURVEN

IIASA heeft in de marginale kostencurve voor België in 2010 uiteindelijk slechts 2 opties weerhouden.

Tabel 9-4: Weerhouden opties in de marginale kostencurve van het RAINS-VOC model

Sector code	Maatregel	Emissiefactor (ton VOS/voertuig)	Marginale kosten (EURO/ton)*
AUTO_P	PRM+SUB	0,0044	2.767
AUTO_P	PRM+SUB+A_INC	0,0031	5.611

* kosten in ECU, 1990

De marginale kosten voor het ‘uitsluitend’ toepassen van nageschakelde technieken **in bestaande installaties** werden blijkbaar te hoog geacht om in de curve te weerhouden. In **nieuwe installaties** daarentegen is verondersteld dat A_INC volledig geïmplementeerd is bij de start van de kostencurve in 2010.

De marginale kostenfunctie (zie figuur 8-5) voor de auto-assemblagesector in deze studie bevat een 8-tal verschillende niveaus, te verdelen in 3 grote groepen: een niveau met een marginale kost tussen 0 en 1.000 EURO/ton, een niveau met een marginale kost tussen 2.000 en 5.000 euro/ton en een niveau met buitensporig hoge marginale kosten (> 150.000 EURO/ton). De correlatie met de resultaten van de RAINS-modellering is met andere woorden als redelijk te beschouwen. We moeten er wel rekening mee houden dat het RAINS-VOC model prijzen van 1990 hanteert (ECU₁₉₉₀).

Een vergelijking met de IIASA marginale kostencurve op een meer gedetailleerd niveau is niet zinvol. De marginale kostencurve in deze studie is een artificiële constructie, afgeleid van de (correcte) totale kostencurve. De marginale kostencurve is juist, in de zin dat VOS reducties en bijhorende totale kosten (de oppervlakte onder de curve tot aan het gewenste VOS reductieniveau) overeenstemmen met de totale kostencurve. De 'trappen' van de marginale kostencurve in deze studie zijn echter geen zuivere combinaties van 'soorten maatregelen', zoals bij de IIASA marginale kostencurve. We merken hierbij nogmaals op dat IIASA uiteindelijk slechts twee sterk geaggregeerde soorten maatregelen heeft weerhouden. De enige zinvolle manier om te achterhalen hoe de sector de VOS reducties kan bereiken is door te kijken naar de relevante sectoroptie in de totale kostencurve. Voor elke relevante sectoroptie is het in principe mogelijk om een marginale kostencurve op te bouwen, waarvan elke trap wel degelijk een 'bedrijfs optie' of combinatie van individuele maatregelen binnen een bedrijf voorstelt.

De optie PRM+SUB ('process modification' en 'substitution') zou volgens het RAINS-VOC model de totale emissie in België **in de bestaande installaties** doen afnemen tot 4.960 ton (1.140.000 voertuigen aan 0,0044 ton VOS/voertuig). Dit komt ongeveer overeen met een reductie van 50% (zie 8.5: NEC-scenario), in vergelijking met het referentieniveau van 9.880 ton in 1990. De reductie ten opzichte van de NoC-optie bedraagt 75%.

De optie PRM+SUB+A_INC resulteert in een daling tot 3.534 ton (1.140.000 voertuigen aan 0,0031 ton VOS/voertuig). Dit komt overeen met een reductie van 64% ten opzichte van het referentieniveau van 1990.

10. SAMENVATTING

10.1 AFBAKENING VAN DE SECTOR

In de context van deze studie is de term “automobiel-assemblage” breed geïnterpreteerd. De sectorstudie omvat volgende types bedrijven, waarbij de indeling gebaseerd is op de definitie van het begrip “voertuig” in de solventrichtlijn:

- Assemblage van personenwagens;
- Assemblage van vrachtwagencabines;
- Assemblage van bestelwagens en vrachtwagens;
- Assemblage van autobussen.

Het aantal bedrijven die in Vlaanderen op dit vlak actief zijn, is beperkt. Volgende tabel geeft een overzicht.

Tabel 10-1: Overzicht van bedrijven in de sector ‘automobiel-assemblage’

Bedrijf	Locatie	Productie
DAF Trucks Vlaanderen NV	Westerlo	Assemblage van vrachtwagencabines Productie van assen voor vrachtwagens
Ford Werke AG	Genk	Assemblage van personenwagens Assemblage van bestelwagens
Jonckheere Bus and Coach	Roeselare	Assemblage van autobussen
Konstruktiewerkhuizen Stas NV	Waregem	Constructie van groot volumekippers en zelflossers
LAG Trailers NV	Bree	Constructie van kippers, tankwagens en opleggers
Opel Belgium NV	Antwerpen	Assemblage van personenwagens
Renault Industries Belgique SA*	Vilvoorde	Assemblage van personenwagens
Stokota NV	Lokeren	Assemblage van tankwagens
Van Hool NV	Koningshooikt	Assemblage van autobussen Constructie van tankwagens en opleggers
Volvo Cars Gent	Gent	Assemblage van personenwagens
Volvo Europa Truck NV	Oostakker	Assemblage van vrachtwagens

* in 1996 gesloten

10.2 RELEVANTE PROCESSEN EN ACTIVITEITEN

Opsplitsing

De sector ‘automobiel-assemblage’, zoals die hier is afgebakend, vormt geen homogeen geheel. Om een duidelijkere bespreking toe te laten, is stelselmatig gebruik gemaakt van een verdere opsplitsing in 2 subsectoren:

- Auto-assembleurs: Deze subsector wordt gevormd door Ford Werke, Opel Belgium, (Renault Industries) en Volvo Cars. Vermits het productieproces dat DAF Trucks voor de assemblage van de truckcabines hanteert, gelijkaardig is, zij het met een lagere capaciteit, is ook dit bedrijf hier ingedeeld;
- Andere bedrijven.

Processen

De productieprocessen van de verschillende auto-assembleurs zijn min of meer gelijkaardig. Men kan steeds drie stappen onderscheiden, met name:

- Het vervaardigen van het koetswerk;
- Het coaten van het koetswerk;
- De eindassemblage.

Vermits de eindproducten van de andere bedrijven sterk verschillend zijn, is het productieproces minder eenduidig vast te leggen.

Volgende tabel geeft een geschematiseerd overzicht van de processen, met aanduiding van mogelijke VOS-emissies.

Tabel 10-2: Schematisch overzicht van de processen en mogelijke VOS-emissies

Proces	Auto-assembleurs	Emissie	Andere bedrijven	Emissie
Assemblage/ constructie	Manuele ontvetting (niet of beperkt)	Diffuus	Manuele ontvetting (beperkt)	Diffuus
Vorbereiding	Onvetting/fosfatatie	Geen	Manuele ontvetting	Diffuus
Elektroforese	Aanbreng en drogen e-coat	Geleid	-	-
Vorbereiding	Aanbreng en drogen PVC en sealer	Geleid	Aanbreng plamuur (beperkt aantal bedrijven)	Diffuus
Primer	Aanbreng en drogen primer (continue spuitlijn met specifieke spuit- en droogzones)	Geleid	Aanbreng en drogen primer (aanbreng in al of niet gecombineerde spuit- en droogcabines)	Geleid
Schuren	Wegschuren oneffenheden	Geen	Wegschuren oneffenheden	Geen
Topcoat	Aanbreng en drogen topcoat (continue spuitlijn met specifieke spuit- en droogzones)	Geleid	Aanbreng en drogen topcoat (aanbreng in al of niet gecombineerde spuit- en droogcabines)	Geleid
Eindassemblage/ afwerking	Manuele ontvetting (niet of beperkt)	Diffuus	Lijmen (beperkt aantal bedrijven)	Diffuus
Wax	Aanbrengen van waxen	Geleid	Aanbrengen van wax (beperkt aantal bedrijven)	Geleid
Andere	Spoelen van leidingen en spuitkoppen Reiniging installaties	Geleid / diffuus	Spoelen van leidingen en pistolen Reiniging installaties	Geleid / diffuus

Wellicht het belangrijkste onderscheid tussen de twee subsectoren wordt gevormd door het type installatie waarin de coating wordt aangebracht. De auto-assembleurs maken met name gebruik van continue spuitlijnen, terwijl de andere bedrijven met al of niet gecombineerde spuit/droogcabines werken.

Relevante activiteiten

Het toepassingsgebied van de solventrichtlijn is gedefinieerd in de vorm van een aantal 'activiteiten', die relevant geacht worden van zodra het verbruik van oplosmiddelen door een bedrijf een drempelwaarde overschrijdt. In volgende tabel is een overzicht gegeven van de activiteiten die hier mogelijk van toepassing zijn.

Tabel 10-3: Drempelwaarden volgens bijlage IIA van de solventrichtlijn

Activiteit	Drempelwaarde (verbruik oplosmiddelen in ton/jaar)
Coating voertuigen: Alle activiteiten waarbij één of meer ononderbroken lagen van een coating worden aangebracht op: <ul style="list-style-type: none"> Nieuwe auto's die in Richtlijn 70/156/EEG worden gedefinieerd als voertuigen van categorie M1 en, voorzover de coating plaatsvindt in dezelfde installatie als voertuigen van M1, van categorie N1; Vrachtwagencabines, gedefinieerd als de behuizing voor de chauffeur en de daarmee geïntegreerde behuizing voor de technische apparatuur van voertuigen die in Richtlijn 70/156/EEG als voertuigen van de categorieën N2 en N3 worden gedefinieerd; Bestelwagens en vrachtwagens, in richtlijn 70/156/EEG gedefinieerd als voertuigen van categorieën N1, N2 en N3, met uitzondering van vrachtwagencabines; Bussen, in richtlijn 70/156/EEG gedefinieerd als voertuigen van de categorieën M2 en M3; 	15
Coating van andere producten: Alle activiteiten waarbij één of meer ononderbroken lagen van een coating worden aangebracht op: <ul style="list-style-type: none"> Aanhangwagens, in richtlijn 70/156/EEG gedefinieerd als categorieën O1, O2, O3 en O4; 	15
Oppervlaktereiniging ⁽¹⁾ : Alle activiteiten, met uitzondering van chemisch reinigen, waarbij organische oplosmiddelen worden gebruikt om verontreiniging van het oppervlak van materialen te verwijderen, met inbegrip van ontvetting.	1 ⁽²⁾ 2 ⁽³⁾
Aanbrengen van lijmlagen: Activiteiten waarbij een kleefstof op een oppervlak wordt aangebracht, met uitzondering van het aanbrengen van lijmlagen en lamineren samenhangend met drukprocessen.	5

(1) Deze activiteit betreft niet het reinigen van apparatuur maar van het oppervlak van producten

(2) Met de in artikel 5, leden 6 en 8, van de solventrichtlijn vermelde stoffen

(3) Met andere stoffen

In de subsector van de auto-assembleurs blijkt enkel de activiteit 'coating van voertuigen' relevant te zijn. Oppervlaktereiniging en het aanbrengen van lijmlagen is zeer beperkt, waardoor hier in principe geen drempelwaarden overschreden worden. Bij de andere bedrijven kunnen, afhankelijk van het eindproduct, voor de drie activiteiten de drempelwaarden overschreden worden.

10.3 *EVOLUTIE VAN DE EMISSIES IN DE PERIODE 1990 – 2001*

Opvolging van de emissies op bedrijfsniveau

Quasi alle bedrijven, zowel de auto-assembleurs als de andere bedrijven, volgen hun VOS-emissies reeds meerdere jaren op door middel van een solventbalans. Deze werkwijze wordt door alle bedrijven praktischer en nauwkeuriger geacht dan de berekening van de geëmitteerde vracht uit emissiemetingen.

Evolutie

Volgende tabel geeft een overzicht van de totale emissies voor de periode 1990 – 2001, zoals de bedrijven ze op basis van solventbalansen berekend hebben. De cijfers omvatten zowel de geleide als de niet-geleide emissies.

Tabel 10-4: *Evolutie van de VOS-emissies in de periode 1990 - 2001*

	VOS-emissies (ton)	
	Auto-assembleurs	Andere bedrijven
2001	6.333	748
2000	5.625	747
1999	5.351	< 1.014
1998	5.957	901
1997	6.485	837
1996	7.883	694
1995	8.351	485
1994	8.321	(190)
1993	7.679	(175)
1991	8.991	(720)

Op te merken valt dat de cijfers voor de andere bedrijven voor de jaren 1991, 1993 en 1994 onvolledig zijn, waardoor in deze periode een vertekend beeld ontstaat.

Gezien het grootschalige karakter van de bedrijven, hebben de auto-assembleurs het grootste aandeel in de totale VOS-emissies. Een relevante daling van de emissies is echter zichtbaar. De uitstoot ligt momenteel meer dan 2.000 ton/jaar lager dan het niveau van 1994 – 1995. De stopzetting van Renault Industries heeft hierin een aandeel van ongeveer 1.100 ton/jaar. Op te merken valt dat er van jaar tot jaar variaties kunnen optreden in de productie, waardoor ook de totale emissie schommelt. De relatief hoge productie in 2001, in alle bedrijven, verklaart bijvoorbeeld de stijging in dit jaar.

In de andere bedrijven ging een stijgende evolutie door tot 1999. Het is duidelijk dat de maatregelen die getroffen werden om de emissie te beperken, de groei in deze bedrijven niet volledig compenseerden. Hierdoor is het aandeel van deze bedrijven in de totale emissie van de sector gestegen van minder dan 10% naar ongeveer 15%. Intussen blijkt de stijgende trend in de VOS-uitstoot ook hier omgebogen te zijn.

Identificatie van de meest relevante processen

Uit een uitsplitsing over de processen volgt dat het aanbrengen van de topcoat bij de auto-assembleurs veruit de meest belangrijke bron vormt, met een aandeel van 35 – 60% in de totale emissie. Dit aandeel kan lager liggen indien het bedrijf reeds (gedeeltelijk) gebruik maakt van watergedragen topcoat.

In tweede instantie blijkt het aanbrengen van primer en het gebruik van solventen, voornamelijk voor de spoeling van spuitkoppen en leidingen, relevant. Ook hier kan het gebruik van watergedragen primer zich vertalen in een lager aandeel.

10.4

KNELPUNTEN BIJ DE IMPLEMENTATIE VAN DE SOLVENTRICHTLIJN

Uit het overzicht van de beschikbare gegevens blijkt dat er in beide subsectoren sprake is van een dalende trend in de emissies. Deze daling is niet enkel een gevolg van de sluiting van Renault België, maar ook van het doorvoeren van reductiemaatregelen. Een belangrijke 'driver' bestond ongetwijfeld uit de invoering van de solventrichtlijn, of volluit de Europese richtlijn 1999/13/EG van 11 maart 1999 'inzake de beperking van de emissie van vluchtige organische stoffen ten gevolge van het gebruik van organische oplosmiddelen bij bepaalde werkzaamheden en in installaties'.

Auto-assembleurs

Zoals reeds aangegeven, is voor de auto-assembleurs in principe enkel de activiteit 'coating van voertuigen' relevant. De solventrichtlijn drukt de emissiegrenswaarde voor deze activiteit relatief uit, als uitstoot per m² van het gecoat product (g VOS/m²). Op te merken valt dat deze werkwijze totaal geen onderscheid maakt tussen geleide en diffuse emissies. Daarnaast is er ook geen opsplitsing over de verschillende processen, die deel uitmaken van de activiteit. Dit is op zich zeer logisch. De solventrichtlijn is immers gericht op een beperking van de totale massastroom aan VOS.

Het gebruik van een solventbalans voor het opvolgen van de emissies op het niveau van het bedrijf of de activiteit sluit uitstekend aan bij de wijze waarop de emissiegrenswaarden geformuleerd zijn. De uitstoot die op basis van een balans berekend wordt, bevat immers ook de diffuse emissies. Daarnaast geeft de balans een totaalbeeld, inclusief alle nevenactiviteiten zoals de reiniging van de installaties en de repair. Het te coaten oppervlak volgt rechtstreeks uit de CAD-

ontwerpen van het model. De bedrijven zijn met andere woorden perfect in staat om hun emissies aan de van toepassing zijnde grenswaarde te toetsen.

Het spreekt voor zich dat, vermits de emissiegrenswaarden voor bestaande installaties pas gelden vanaf 30 oktober 2007, nog niet alle bedrijven hier al aan voldoen. Ze worden echter benaderd. Ieder bedrijf heeft min of meer concrete plannen ontwikkeld om in de loop van de overgangperiode conformiteit te bereiken en zal deze in de loop van de volgende jaren implementeren. Het is hierbij uiteraard mogelijk dat de bedrijven maatregelen doorvoeren die de emissies tot een niveau terugbrengen dat aanzienlijk lager ligt dan de grenswaarde.

Constructeurs van bussen en vrachtwagens

Bij de constructeurs van bussen en vrachtwagens kunnen zowel de 'coating van voertuigen' als 'oppervlaktereiniging' en 'het aanbrengen van lijmlaag' als activiteit relevant zijn.

De 'coating van voertuigen' vormt voor de enige Vlaamse constructeur van vrachtwagens een erg ruime omschrijving. Men assembleert immers de vrachtwagens met onderdelen, die gecoat aangeleverd worden. Nadien worden enkel een beperkt aantal delen, die in functie van de assemblage blank dienen te zijn, met een primerlaag behandeld. Tenslotte wordt in dezelfde cabine op bepaalde onderdelen wax aangebracht.

De betreffende bedrijven hebben een goed beeld van hun reële emissies, vermits ze een solventboekhouding hebben ingevoerd. De emissies kunnen ook redelijkerwijze uitgesplitst worden over de relevante activiteiten. Het 'totale oppervlak van het in de installatie gecoate product' in de specifieke context echter een moeilijk bepaalbare factor. De betreffende bedrijven zijn bijgevolg niet of niet op nauwkeurige wijze in staat om hun uitstoot aan de relatief uitgedrukte emissiegrenswaarden, zoals opgenomen in de solventrichtlijn en vertaald in VLAREM II, te toetsen.

De constructeurs van bussen kennen een tweede knelpunt in de vorm van de ontvetting van bepaalde materialen en het aanbrengen van lijmen. Dit gebeurt grotendeels manueel, in de bedrijfshal. De emissies kunnen bijgevolg als diffuus omschreven worden. De diffuse emissiegrenswaarde is vastgelegd op 15 of 20% van de solventinput in de processen van de betreffende activiteit. Het is waarschijnlijk dat deze norm overschreden wordt.

Constructeurs van opleggers

De constructeurs van opleggers voeren coating uit in al of niet gecombineerde spuit- en droogcabines. De activiteit 'oppervlaktereiniging' is eveneens relatief belangrijk. Onderdelen en volledige voertuigen worden in de bedrijfshal met doeken gereinigd, voorafgaand aan de coating. De emissies hebben grotendeels een diffuus karakter. Het gebruik van lijmen is veelal beperkt.

In tegenstelling tot de andere voertuigen, zijn voor de coating van opleggers de absolute emissiegrenswaarden opgelegd. De beschikbare resultaten van emissiemetingen wijzen op relatief lage VOS-concentraties in de afgassen van de spuit- en droogcabines, waardoor voldaan lijkt te worden aan de norm van 50 mg C/Nm³. Het aantal metingen is echter te beperkt om besluiten te trekken. Mits men de coating steeds in goed geventileerde cabines uitvoert en de pistolen reinigt in een automaat, vormt de diffuse grenswaarde van 25% van de oplosmiddeleninput geen praktisch knelpunt.

Als alternatief kunnen de bedrijven gebruik maken van het door de solventrichtlijn ingevoerde reductieprogramma, dat gericht is op het behalen van een gelijkaardige emissiebeperking door middel van brongerichte maatregelen. In de specifieke context bedraagt de 'beoogde emissie' volgens het reductieprogramma 1,2 x de totale massa aan vaste stof in de hoeveelheid coating, die per jaar wordt gebruikt. Uit de beschikbare solventbalansen blijkt dat voldaan wordt aan de momenteel toegelaten emissie voor bestaande installaties (beoogde emissie x 1,5), maar nog niet consequent aan de beoogde emissie.

De manuele ontvetting vormt een praktisch knelpunt. De diffuse emissiegrenswaarde voor oppervlaktereiniging is vastgelegd op 15 of 20% van de solventinput in de processen van de betreffende activiteit. Het is duidelijk dat deze norm momenteel overschreden wordt.

10.5

EVALUATIE VAN DE EMISSIEREDUCTIEMAATREGELEN

In de sector van de automobiel-assemblage zijn voor de beperking van de VOS-emissies vier types van maatregelen te onderscheiden:

- Preventieve maatregelen:
 - Keuze van het type coating (verven en waxen): verhoging van het vaste stofgehalte of omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen types;
 - Maatregelen die gericht zijn op een verhoging van de applicatie-efficiëntie: omschakeling naar spuittechnieken met een hoger aanbrenghendement;
 - Maatregelen met een algemeen karakter, die onder de noemer "good housekeeping" gevat kunnen worden;
- Einde pijp-maatregelen: Nageschakelde technieken.

In de periode 1990 – 2000 blijkt dat veel aandacht is gegaan naar het verhogen van de efficiëntie bij het aanbrengen van de verschillende coatinglagen. De vermindering van het verfverbruik, en de besparingen die men hierdoor genereert, loopt hier samen met de beperking van de VOS-emissies. In de subsector "auto-assembleurs" is doorgedreven geïnvesteerd in de installatie van spuitautomaten en efficiënte spuitkoppen. Het resterend reductiepotentieel op dit vlak is minimaal. In de subsector "andere bedrijven" blijkt echter nog potentieel beschikbaar.

In dezelfde periode is “good housekeeping” ingevoerd, vooral in de vorm van een maximale opvang van solventen die men voor de reiniging van pistolen, spuitkoppen en leidingen gebruikt. Gezien het belangrijke aandeel van de reinigingsactiviteiten in de totale emissies, kon hier met relatief beperkte middelen een significante reductie gegenereerd worden. Ook hier is het resterende reductiepotentieel beperkt, bestaande uit een nauwkeurige opvolging van de gebruikte hoeveelheden aan spoelmiddelen en verdere optimalisatie.

Het voornaamste potentieel voor verdere reductie ligt in de keuze van het type coatingproduct, met name in de overschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen verven (of hybride types) en in mindere mate in het gebruik van solventvrije of -arme waxen. Zowel watergedragen primers en basecoats kunnen voor de auto-assembleurs als beschikbare techniek beschouwd worden. De praktische haalbaarheid van de overschakeling en de investeringen die hiervoor noodzakelijk zijn hangen echter sterk af van de specifieke activiteit en bedrijfssituatie. In de andere bedrijven valt wellicht in de volgende jaren een geleidelijke omschakeling naar watergedragen topcoats te verwachten. Het gebruik van watergedragen primers geeft volgens de bedrijven nog praktische problemen.

Inzake nageschakelde technieken is thermische naverbranding momenteel aanwezig waar dit technisch toepasbaar is, onder meer op de droogovens van de spuitlijnen bij de auto-assembleurs. Verdere uitbreiding lijkt moeilijk haalbaar. Actief koolfiltratie wordt in Vlaanderen momenteel niet toegepast, maar is in principe een optie in de autoassemblage. De techniek kent echter hoge investerings- en werkingskosten en een beperkt rendement. Het gebruik ervan is dan ook enkel zinvol op oordeelkundig geselecteerde emissiepunten, met relatief hoge concentratie.

10.6 ***BEPALING VAN DE KOSTEN VAN DE MAATREGELEN***

10.6.1 ***Weerhouden maatregelen***

Auto-assembleurs

In deze subsector is quasi geen reductiepotentieel meer aanwezig in de vorm van ‘optimalisatie van de applicatietechnieken’ en ‘good housekeeping’. Beide types maatregelen zijn reeds doorgevoerd. Types die wel een potentieel vertegenwoordigen zijn ‘keuze van het type coating’ en ‘nageschakelde technieken’. De weerhouden maatregelen zijn geaggregeerd tot 5 grote groepen:

- Keuze van het type coating:
 - Omschakeling van medium-solid naar high-solid topcoat;
 - Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen basecoat (of een hybride type), gecombineerd met de omschakeling van 1 component- naar 2 componenten-clearcoat;
 - Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen primer;
 - Omschakeling naar solventarme cavity wax.

- Nageschakelde technieken:
 - Installatie van een actief koolfilter met on-site regeneratie: Om het rendement van de adsorptie voldoende hoog te houden wordt de aansluiting beperkt tot de meest geconcentreerde afgassen, in eerste instantie de automaten-sectie van de basecoat-spuitzone.

Niet al deze maatregelen zijn in ieder bedrijf toepasbaar. Enerzijds zijn ze in een aantal gevallen al geïmplementeerd. Anderzijds kan de specifieke context in ieder bedrijf een maatregel praktisch niet haalbaar of niet zinvol maken. In totaal zijn 9 individuele maatregelen weerhouden.

Andere bedrijven

De subsector 'andere bedrijven' bestaat in Vlaanderen uit 6 bedrijven. Eén hiervan kent verwaarloosbare VOS-emissies wegens uitbesteding van coatingactiviteiten. Tijdens de bedrijfsbezoeken werd vastgesteld dat, in tegenstelling tot de subsector van de assembleurs, nog een aanzienlijk potentieel aanwezig is in maatregelen van het type 'optimalisatie van de applicatietechnieken'. Ook maatregelen van het type 'keuze van het coatingtype' en 'nageschakelde technieken' zijn hier relevant.

In totaal zijn 14 individuele maatregelen weerhouden. Deze zijn over de bedrijven heen geaggregeerd tot 5 groepen:

- Optimalisatie van de applicatietechniek:
 - Omschakeling van conventioneel naar elektrostatisch spuiten;
 - Omschakeling van conventioneel naar airmix spuiten;
 - Omschakeling van conventioneel naar airmix-elektrostatisch spuiten;
- Keuze van het type coating:
 - Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen topcoat;
- Nageschakelde technieken:
 - Installatie van een naverbrander, aangesloten op de gecombineerde spuit/droogcabine(s).

Niet alle maatregelen zijn in ieder bedrijf implementeerbaar.

Tenslotte valt nog op te merken dat het wegens een gebrek aan bruikbare, kwantitatieve gegevens niet mogelijk bleek om mogelijke maatregelen voor de constructie van autobussen en coaches op te nemen. Het gaat om twee bedrijven. Eén bedrijf is ook actief in de bouw van opleggers.

10.6.2 Interacties van de maatregelen met andere milieucompartimenten

De interdependentie van iedere specifieke maatregel is in hoofdstuk 6 weergegeven. Uit een overzicht voor de weerhouden maatregelen blijkt de interactie met andere milieu-compartimenten voor de brongerichte types relatief beperkt is. Voor de nageschakelde technieken kan de impact daarentegen significant zijn.

Auto-assemblage

In de auto-assemblagesector brengen alle weerhouden individuele maatregelen investeringen met zich mee. De investeringskosten verschillen onderling zeer sterk van elkaar, met een factor die meer dan 1.000 kan bedragen. Deze verschillen zijn steeds verklaarbaar:

- Verschillen in investeringskosten tussen verschillende groepen van maatregelen zijn evident. De omschakeling van medium-solid naar high-solid verven vergt bijvoorbeeld slechts beperkte aanpassingen aan de spuitlijn. Bij de omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen coatings dient daarentegen minimaal de mengafdeling en het leidingwerk van iedere spuitlijn vervangen te worden door uitrusting in roestvast staal;
- Verschillen binnen eenzelfde groep van maatregelen kunnen eveneens praktische redenen kennen. De specifieke bedrijfsomstandigheden kunnen bijvoorbeeld voor de omschakeling naar een watergedragen coating ook de installatie van een nieuwe spuitlijn of zelfs de bouw van een nieuwe bedrijfshal vereisen;
- Daarnaast is de mate waarin een bedrijf de ingreep als 'milieu-investering' dan wel als 'vervangingsinvestering' beschouwt, sterk bepalend. Dit is grotendeels gekoppeld aan het moment waarop de investering dient te gebeuren. De kostprijs voor een spuitlijn voor watergedragen verven bijvoorbeeld verschilt in principe niet wezenlijk van een lijn voor solventgebaseerde types (zolang deze in hetzelfde gebouw ingepast kan worden). Indien het bedrijf deze ingreep kan doorvoeren in het kader van een geplande modernisering van de spuitlijnen, zal ze deze eerder als vervangingsinvestering zien. Dit ritme wordt in de praktijk vaak bepaald door de overschakeling naar nieuwe modellen. Indien de vervanging enkel noodzakelijk is om aan emissiegrenswaarden te behalen, zal het dit als een zuivere milieu-investering beschouwen. Het totale investeringsbedrag blijft uiteraard in beide gevallen hetzelfde.

De bedrijven in de auto-assemblagesector melden slechts voor 3 individuele maatregelen **vaste jaarlijkse werkingskosten**, en voor geen enkele individuele maatregel **variabele jaarlijkse werkingskosten** (energie, bijkomende kosten voor afvalwaterzuivering, enz...). Dit betekent geenszins dat deze kosten niet zouden bestaan. Er is echter geen concrete informatie beschikbaar.

De orde grootte van de vaste werkingskosten voor het beperkt aantal individuele maatregelen waarvoor deze kosten relevant zijn, is vergelijkbaar met de jaarlijkse investeringskosten van deze maatregelen. De vaste werkingskosten zijn voor deze individuele maatregelen, waaronder de nageschakelde technieken, bijgevolg vrij belangrijk.

Andere bedrijven

In de subsector 'andere bedrijven' zijn er een vijftal mogelijke individuele maatregelen (omschakeling van solventgebaseerde naar watergebaseerde topcoat) waarvoor de investeringskosten hetzij gering zijn, hetzij door de bedrijven als zuivere 'vervangingsinvesteringen' beschouwd worden.

De 'omschakeling naar andere spuittechnieken' brengt investeringskosten met zich mee (spuitpistolen en randinstallaties). Deze zijn relatief beperkt, in vergelijking met de hoge investeringskosten die gepaard gaan met het installeren van een naverbrander op de spuitcabines.

Vaste jaarlijkse werkingskosten hebben we enkel in rekening moeten brengen voor de nageschakelde technieken. Zoals in de auto-assemblagesector zijn de vaste jaarlijkse werkingskosten voor dit type maatregel qua orde grootte vergelijkbaar met de jaarlijkse investeringskosten.

De variabele werkingskosten zijn in de subsector 'andere bedrijven' zeer belangrijk, in die zin dat bij het omschakelen naar andere spuittechnieken en overige procesaanpassingen, de bedrijven sterk kunnen besparen op het verbruik. De jaarlijkse werkings**kosten** zijn in deze gevallen jaarlijkse werkings**opbrengsten**.

Jaarlijkse werkingskosten zijn eveneens relevant bij het omschakelen van solventgebaseerde naar watergedragen topcoat, omdat verondersteld is dat in 2010 de watergedragen coatings nog ongeveer 5 % duurder zullen zijn dan de solventgebaseerde coatings. Voor dit type maatregel hebben we wel degelijk te maken met jaarlijkse **kosten**.

10.6.4 Gemiddelde eenheidsreductiekosten

Volgende tabellen geven de gemiddelde eenheidsreductiekosten weer.

Tabel 10-5: (Geaggregeerde) gemiddelde eenheidsreductiekosten in de auto-assemblagesector

Omschrijving van de maatregelen-groep	Gemiddelde eenheidsreductiekost (EURO/ton)		VOS reductie 2010 (ton)
	Variant 1	Variant 2	
Omschakeling MS naar HS topcoat	1.208	1.108	34
Omschakeling naar solventarme cavity wax	1.573	1.443	51
Omschakeling solventgebaseerde naar watergedragen basecoat (of hybride type) en van 1K- naar 2K-clearcoat	2.314	2.193	2.321
Installatie actief koolfilter met on-site regeneratie, beperkt tot de meest geconcentreerde afgassen van de basecoat-spuitzone	3.637	4.552	1.553
Omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen primer	17.991	16.498	226

Variant 1: Rentevoet 5%, economische levensduur van alle maatregelen 20 jaar;

Variant 2: Rentevoet 4%, economische levensduur van alle maatregelen 20 jaar, bevalve de nageschakelde technieken 10 jaar.

De goedkoopste maatregel in de subsector van de auto-assemblage blijkt de omschakeling van MS naar HS topcoat. De omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen basecoat kan potentieel de grootste VOS-reductie realiseren, tegen de op één na kleinste gemiddelde eenheidsreductiekost. De relatief lage kost is gedeeltelijk het gevolg van het meenemen van de hybride types, die gericht zijn op het behoud van de bestaande spuitlijn bij de omschakeling. Het vormt echter een recente ontwikkeling, die nog geen grootschalige referenties kent.

De installatie van een actief koolfilter en de omschakeling naar watergedragen basecoat sluiten elkaar wederzijds uit. Actief koolfiltratie blijkt een aanzienlijk hogere gemiddelde eenheidsreductie te vertegenwoordigen, bij een lager reductiepotentieel.

De duurste maatregel blijkt de omschakeling van solventgebaseerde primer naar watergedragen primer. Het is hierbij uitermate belangrijk op te merken dat de spreiding op deze gemiddelde eenheidsreductiekost bijzonder groot is. Dit is een gevolg van de praktische randvoorwaarden, waarbinnen de omschakeling in de betreffende bedrijven gerealiseerd moet worden.

Tabel 10-6: (Geaggregeerde) gemiddelde eenheidsreductiekosten in de andere bedrijven

Beschrijving van de maatregelen-groep	Gemiddelde eenheidsreductiekost (EURO/ton)		VOS reductie 2010
	variant 1	variant 2	(ton)
Omschakeling van conventioneel naar airmix-elektrostatisch spuiten	-16.529	-16.556	87
Omschakeling van conventioneel naar airmix spuiten	-15.927	-15.951	63
Omschakeling van conventioneel naar elektrostatisch spuiten	-14.632	-14.651	40
Omschakeling solventgebaseerde topcoat naar watergedragen topcoat	855	855	125
Naverbranders op de spuitcabines	12.563	14.912	122

Variant 1: Rentevoet 5%, economische levensduur van alle maatregelen 20 jaar;

Variant 2: Rentevoet 4%, economische levensduur van alle maatregelen 20 jaar, bevalve de nageschakelde technieken 10 jaar

De optimalisatie van de applicatietechnieken en overige procesaanpassingen die het aanbrengrendement verhogen, zorgen in de sector van de 'andere bedrijven' voor relatief grote gemiddelde eenheidsreductie-**opbrengsten**. De omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen topcoat is eveneens een aantrekkelijke groep van individuele maatregelen, gezien de vrij beperkte gemiddelde eenheidsreductiekost tegenover het grootste reductiepotentieel. De omschakeling is praktisch combineerbaar met de optimalisatie van de applicatietechniek.

De gemiddelde eenheidsreductiekost van naverbranders op de spuitcabines is aanzienlijk. Dit sluit aan bij de houding van de bedrijven, die omwille van de hoge kosten geen heil zijn in nageschakelde technieken. Naverbranding is theoretisch combineerbaar met de omschakeling naar watergedragen topcoat. In dit geval is de naverbrander echter enkel functioneel bij het aanbrengen van de primer. Hierdoor stijgt uiteraard de - reeds aanzienlijke - gemiddelde eenheidsreductiekost. Om deze reden zijn beide verder wederzijds uitgesloten.

10.6.5 **Onzekerheid op de gegevens**

De kostengegevens zijn grotendeels gebaseerd op informatie afkomstig van de bedrijven zelf. Deze gegevens zijn enkel richtinggevend en niet gebaseerd op gedetailleerde engineering.

Als vorm van controle werden gerapporteerde kosten (zowel investerings- als werkingskosten) steeds vergeleken tussen de verschillende bedrijven waarvoor de maatregel weerhouden werd. Significante verschillen werden slechts aanvaard indien hiervoor een duidelijk aanwijsbare reden bleek te bestaan.

Enkel de kosten voor naverbranding in de andere bedrijven zijn op literatuur gebaseerd. De werkingskosten vormen hierin de belangrijkste onzekerheid. Deze hangen met name sterk af van bedrijfsspecifieke factoren. Toch kan gesteld worden dat de werkingskosten hier wellicht eerder laag zijn ingeschat, vermits een naverbrander zelden autotherm zal kunnen functioneren.

10.7 *AFLEIDING VAN SCENARIO'S*

10.7.1 *Inleiding*

Een volgende stap vormt de opstelling van verschillende reductiescenario's voor de twee subsectoren, waarmee telkens een totale kost overeenstemt.

Om een bepaalde reductiedoelstelling in 2010 te behalen zullen de bedrijven de verschillende **individuele** maatregelen combineren. Het betreft zowel combinaties van maatregelen binnen eenzelfde bedrijf ('**bedrijfsopties**'), als combinaties van bedrijfsopties over de verschillende bedrijven binnen de sector heen ('**sectoropties**'). Scenario's kunnen afgeleid worden uit de technisch-economisch zinvolle combinaties.

10.7.2 *De economische groei in de scenario's*

Elk reductiescenario vereist logischerwijze de inschatting van het groeipercentage inzake de productie, vermits de emissies hier onlosmakelijk aan verbonden zijn. Dit percentage verschilt in principe van bedrijf tot bedrijf. In deze studie is gesteund op inschattingen door elk van de individuele bedrijven. Volgende groeipercentages zijn hieruit afgeleid:

Tabel 10-7: Productie in 2001 en jaarlijks groeipercentage voor de subsectoren auto-assemblage en andere bedrijven

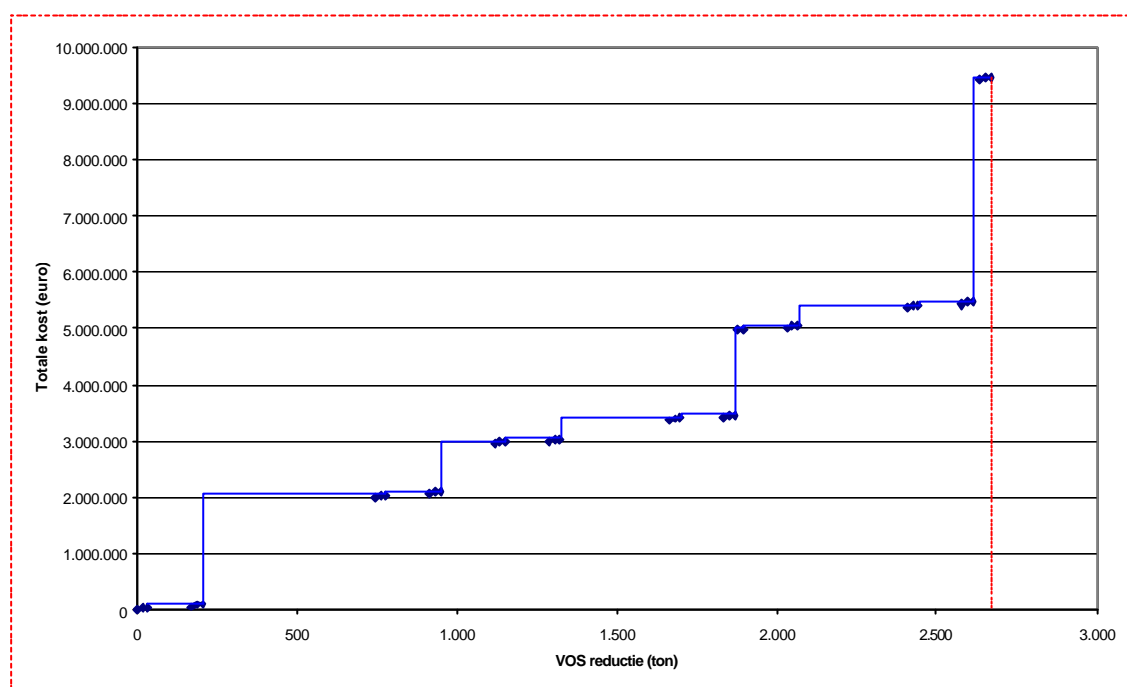
	Productie 2001	Productie 2010	Jaarlijkse groei 2001-2010
Auto-assemblage	921.390	1.055.000	1,5%
Andere bedrijven (exclusief busbouw)	35.125	48.762	3,7%

Daarnaast dient er, zeker bij de auto-assembleurs, nog rekening gehouden te worden met mogelijke wijzigingen in het te coaten oppervlak. In één van de bedrijven, dat op korte termijn de productie van bestelwagens zal stopzetten en de

10.7.3 *Totale kostencurven*

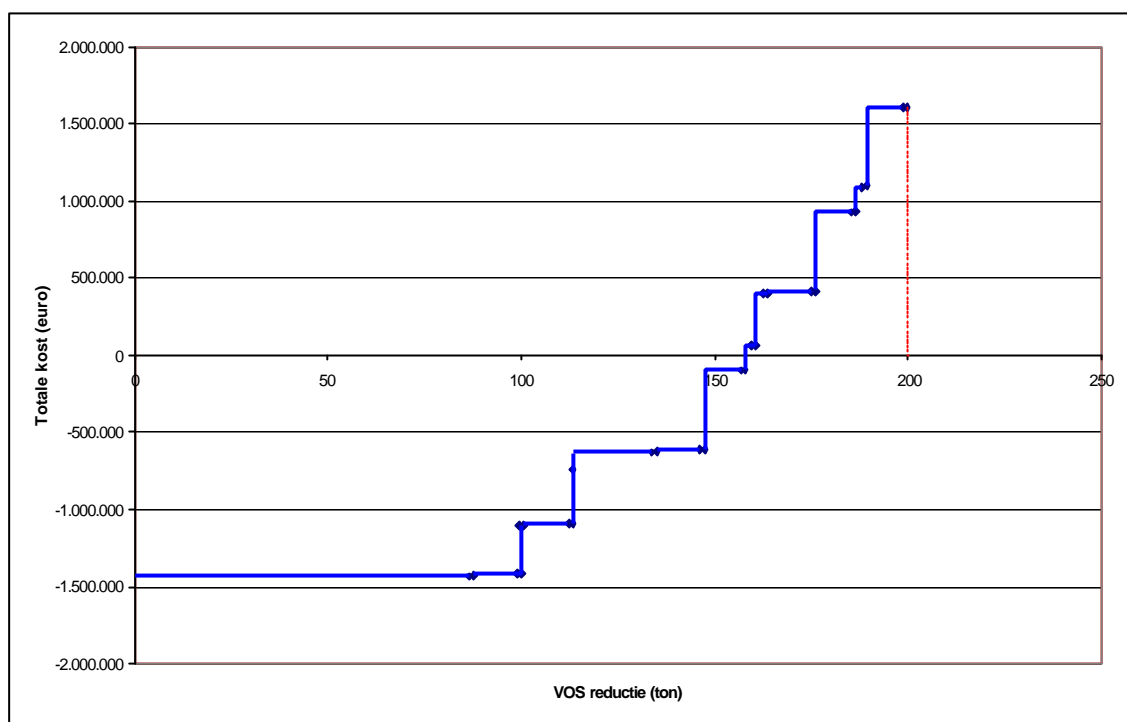
Figuur 10-1 en 10-2 tonen enkel nog de sectoropties, die technisch-economisch 'zinvol' beoordeeld zijn. Voor de duidelijkheid zijn in de figuur geen afzonderlijke 'trappetjes' getekend voor de gegroepeerde sectoropties, met andere woorden de sectoropties die dicht bij elkaar blijken te liggen.

In de auto-assemblagesector zijn van de 108 mogelijke 'sectoropties' slechts 38 van belang zijn voor de constructie van de totale bestrijdings-kostencurve, inclusief de 'nul-optie' (het bedrijf voert geen enkele ingreep uit). Alle andere opties kunnen hoogstens evenveel VOS emissies reduceren als de bovenstaande, maar tegen een hogere jaarlijkse totale kost. We benadrukken dat dit een zuiver theoretische oefening is, die niet noodzakelijk dient overeen te komen met de keuzes die bedrijven in realiteit zullen maken. Bedrijven zullen immers naast economische logica ook andere argumenten laten meespelen in investeringsbeslissingen.



Figuur 10-1: Totale kostencurve voor de auto-assemblagesector in 2010.

In de subsector 'andere bedrijven' bepalen hoogstens 27 sectoropties de totale kostencurve.

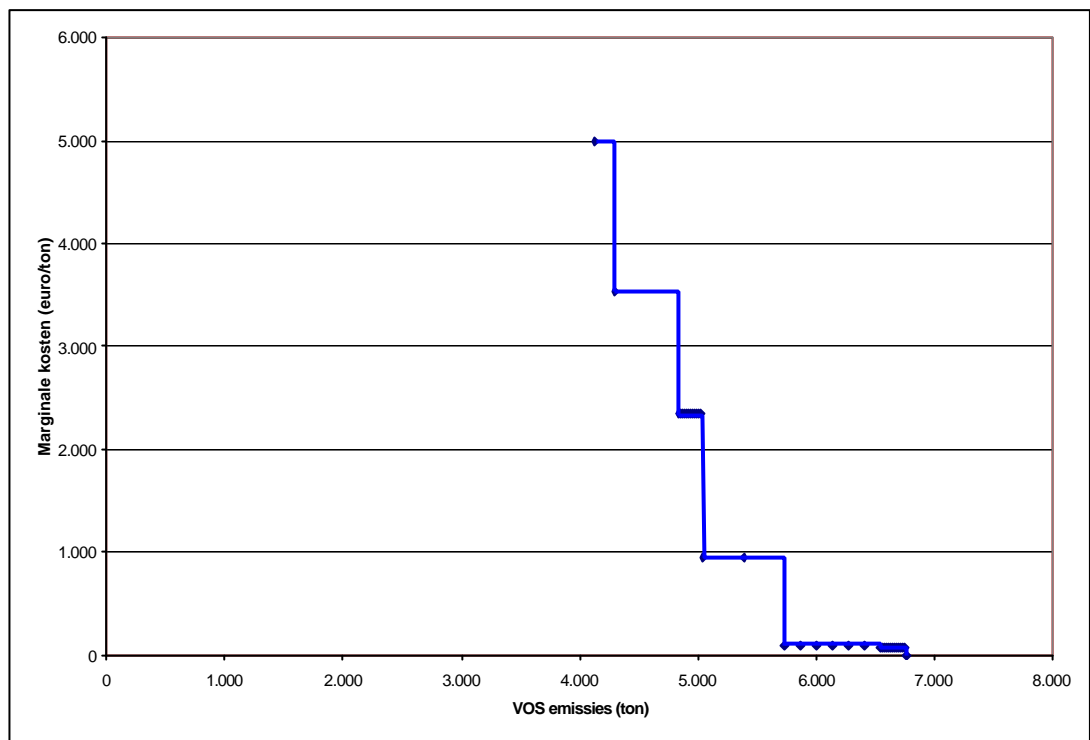


Figuur 10-2: Totale kostencurve voor de andere bedrijven in 2010

De totale kostencurve is in figuur 10-1 en 10-2 als trapfunctie getekend, maar dat is eigenlijk misleidend. De kostencurve is strictu sensu enkel een verzameling punten, waarbij elk punt een weerhouden technisch-economisch zinvolle sectoroptie voorstelt. De horizontale lijnen ('trappen') zijn enkel aangeduid om makkelijker te kunnen bepalen welke sectoroptie relevant is, indien de overheid een bepaalde reductiedoelstelling vooropstelt.

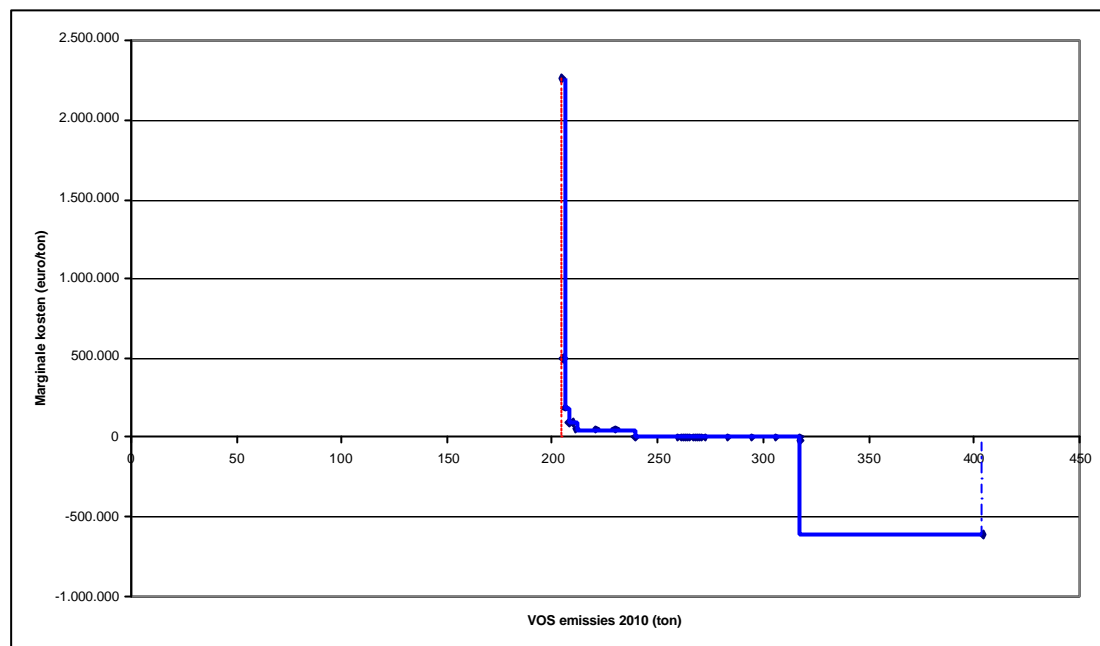
10.7.4 Marginale kostencurven

Uit de totale kostencurven kunnen de marginale kostencurven voor de (deel)sectoren opgesteld worden.



Figuur 10-3: Marginale kostencurve voor de auto-assemblers in 2010 (gedeeltelijk)

De marginale kostencurve voor de auto-assemblagesector is slechts gedeeltelijk weergegeven. Er zijn immers 2 sectoropties met uitzonderlijk hoge marginale kosten: meer dan 100.000 EURO/ton. Bovendien reduceren beide sectoropties de totale VOS-emissies slechts met enkele tientallen ton. Het opnemen van deze opties in de marginale kostencurve zou deze te sterk vertekenen.



Figuur 10-4: Marginale kostencurve voor de andere bedrijven in 2010.

De marginale kostencurve voor de andere bedrijven kent eveneens een uitgesproken verloop, met op het eind een marginale kost van meer dan 2 miljoen EURO/ton om slechts een geringe bijkomende VOS reductie te realiseren. In tegenstelling tot de auto-assemblagesector, kent de marginale kostencurve voor de sector andere bedrijven een niet te verwaarlozen negatief gedeelte. Aanvankelijk kan elke bijkomende ton VOS die de subsector reduceert met andere woorden tot een vrij aanzienlijke opbrengst leiden.

Voor de scenario's worden verder de totale kostencurven gehanteerd en niet de marginale kostencurven. De volgorde van de sectoropties kan in deze eerste immers anders zijn dan in deze laatste. Op basis van de marginale kostencurven zal men eerst de sectoropties selecteren met de laagste marginale kosten. Dit sluit niet uit dat de sector een sectoroptie kan kiezen die relatief hoge **totale** kosten heeft, en veel meer VOS reduceert dan eigenlijk vereist door de VOS emissiereductie doelstelling van het scenario. Het zou met andere woorden best kunnen dat een andere sectoroptie, weliswaar met iets hogere marginale kosten, dezelfde emissiereductie doelstelling zou kunnen bereiken, maar met een lagere totale kost voor heel de sector. Dit probleem met betrekking tot de interpretatie van kostencurven is reeds lang bekend.

10.7.5 Scenario's

Een individueel scenario wordt bepaald door de VOS emissiereductie ('target') die de hele sector in een bepaald jaar dient te realiseren. Deze VOS emissiereductie is desgewenst uit te drukken als een fractie van de emissies ten opzichte van de emissies in een bepaald referentiejaar (bijvoorbeeld 1990 voor NEC).

Het aantal denkbeeldige 'scenario's' is in principe oneindig. Logischerwijze is het aangewezen om scenario's te kiezen waarvan de emissiereductie overeenkomt met

een technisch-economische zinvolle sectoroptie. Bijgevolg bestaan voor de auto-assembleurs 38 zinvolle scenario's en voor de andere bedrijven 27.

Enkele scenario's die aan belangrijke doelstellingen gekoppeld zijn, worden hier verder besproken.

Het "Business-As-Usual" scenario

Het business-as-usual (BAU) scenario gaat uit van de veronderstelling dat geen enkel bedrijf 'bijkomende' maatregelen treft, met andere woorden maatregelen bovenop de maatregelen die de bedrijven anno 2002 al hebben genomen. Elk bedrijf kiest tot 2010 voor de 'nul-bedrijfs optie'.

Volgenden tabel vat de evolutie samen.

Tabel 10-8: Evolutie van de emissies volgens het BAU-scenario

Subsector	VOS-emissies (ton/jaar)		
	1990	2001	2010
Auto-assemblage	8.991	6.333	6.770
Andere bedrijven (exclusief busbouw)			406
Totaal			7.176

De totale VOS-emissies van de auto-assembleurs bedroegen ongeveer 6.333 ton in het 2001. In het BAU-scenario zouden de VOS-emissies in 2010 stijgen tot ongeveer 6.770 ton. Dit betekent een stijging van 7% ten opzichte van 2001, maar een daling van ongeveer 25% ten opzichte van 1990.

Zoals reeds in hoofdstuk 4 aangegeven werd, is de gerealiseerde reductie tussen 1990 en 2001 gekoppeld aan een combinatie van de sluiting van Renault Vilvoorde en inspanningen van de betreffende bedrijven. Vooral maatregelen van het type 'optimalisatie van de applicatietechnieken' en 'good housekeeping' zijn in deze periode stelselmatig doorgevoerd.

Voor de subsector van de andere bedrijven zullen de emissies in het BAU scenario in 2010 ongeveer 406 ton bedragen. Dit betekent een lichte stijging ten opzichte van 2001. Er is quasi geen informatie beschikbaar over het emissieniveau in 1990. Op basis van de stelselmatige groei die zich in deze subsector heeft voorgedaan, kan echter gesteld worden dat dit ook ten opzichte van 1990 een stijging betekent.

Het "Solvent Richtlijn" scenario

In het "Solvent Richtlijn" scenario veronderstellen we dat de subsector auto-assemblage in 2010 voldoet aan de in Richtlijn 1999/13/EG uitgedrukte grenswaarden voor bestaande bedrijven. Deze grenswaarden zijn hier voor de activiteit 'coating van voertuigen' relatief uitgedrukt, in g/m².

In 5.2.5 werd reeds berekend dat de auto-assembleurs hun emissies (op relatieve basis) nog met gemiddeld 12% dienen te reduceren, om conformiteit te bereiken. Uitgaande van een emissie van 6.770 ton in 2010 volgens het BAU-scenario, komt dit overeen met een reductie van 812 ton. Ten opzichte van het referentieniveau van 1990 bedraagt de reductie 34%.

De totale jaarlijkse kosten van de sectoroptie waarmee de auto-assembleurs de dichtstbijzijnde toegelaten VOS emissie (5.855 ton) zou kunnen bereiken, bedragen ongeveer **2,6 miljoen EURO**.

Omwille van de in 5.3.4 weergegeven knelpunten, kan dit scenario voor de subsector 'andere bedrijven' niet berekend worden.

Het “NEC” scenario

De basis voor de onderhandelingen over de National Emission Ceilings (NEC) bestond uit een berekening door IIASA van de marginale kostencurven voor de verschillende landen en de relevante sectoren. Voor de auto-assembleurs in België leidde IIASA een reductiepotentieel van ongeveer 50% af, ten opzichte van het niveau van 1990. Dit leidt tot volgend scenario.

Tabel 10-9: Evolutie van de emissies volgens het NEC-scenario in de auto-assemblage

Subsector	VOS-emissies (ton/jaar)		
	1990	2001	2010
Auto-assemblage	8.991	6.333	4.495

De totale jaarlijkse kosten van de sectoroptie waarmee de auto-assembleurs de dichtstbijzijnde toegelaten VOS emissies (4.361 ton) kunnen zou bereiken bedragen ongeveer **5,4 miljoen EURO**.

De andere bedrijven zijn niet opgenomen in de modellering van IIASA. Gaan we uit van een gelijkaardige te realiseren reductie van 50%, dan blijkt dat deze niet haalbaar is. Uit figuur 10-2 volgt dat de sectoroptie met het hoogste potentieel een reductie van ongeveer 48% ten opzichte van 2001 oplevert, tegen een jaarlijkse kost van 1,6 miljoen EURO. De emissies van de andere bedrijven lagen in 1990 echter naar alle waarschijnlijkheid lager dan in 2001.

Het “technisch-economisch limiet” scenario

Indien alle technisch-economisch haalbare maatregelen of combinaties van maatregelen met maximaal reductiepotentieel tegen 2010 worden toegepast, dan zouden in de auto-assemblagesector de VOS emissies in 2010 dalen tot ongeveer 4.101 ton (- 35% in 2010 ten opzichte van 2001 en -54% ten opzichte van 1990). Een verdere daling van de VOS-emissies in 2010 is vanuit technisch-economisch oogpunt niet realistisch. De totale jaarlijkse kosten om deze technisch-economische limiet te bereiken zouden iets meer dan **9,5 miljoen EURO** bedragen.

In de subsector van de andere bedrijven zou een uitputting van alle technisch-economisch haalbare mogelijkheden leiden tot een VOS reductie van ongeveer 48 % in 2010 ten opzichte van 2001. De jaarlijkse totale kost hiervoor zou meer dan **1,6 miljoen EURO** bedragen.

Tabel 10-10: Evolutie van de emissies volgens het technisch-economisch limiet-scenario

Subsector	VOS-emissies (ton/jaar)		
	1990	2001	2010
Auto-assemblage	8.991	6.333	4.100
Andere bedrijven (exclusief busbouw)			205
Totaal			4.305

Samenvatting

Volgende tabel geeft een overzicht van de reductiedoelstellingen en de totale kosten volgens de vier vermelde scenario's. Op te merken valt dat de vermelde totale jaarlijkse kosten theoretische waarden zijn, die overeenkomen met de economisch meest gunstige sectoroptie. In de praktijk is het zeer waarschijnlijk dat de sector, als verzameling van bedrijven, andere argumenten dan zuiver economische laat meespelen in de investeringsbeslissingen.

Tabel 10-11: Overzicht reductiedoelstellingen en totale jaarlijkse kosten

Scenario	Reductiedoelstelling				Totale jaarlijkse kosten (EURO/jaar)
	VOS-emissie (ton/jaar)			Reductie tov 1990 (%)	
	2010	2001	1990		
Auto-assemblage					
BAU	6.770	6.333	8.991	25	0
Solventrichtlijn	5.958	6.333	8.991	34	2,6 10 ⁶
NEC	4.495	6.333	8.991	50	5,4 10 ⁶
Technisch-economisch limiet	4.100	6.333	8.991	54	9,6 10 ⁶
Andere bedrijven					
BAU	406				0
Solventrichtlijn	n.b.				
NEC	n.h.				
Technisch-economisch limiet	205				1,6 10 ⁶

n.b. = niet bekend

n.h. = niet haalbaar

10.8 VERGELIJKING MET DE RAINS-MODELLERING

10.8.1 Inleiding

De emissiereducties die de Europese NEC-richtlijn oplegt, zijn onderhandeld op basis van modelberekeningen die door IIASA uitgevoerd werden. Op basis van marginale kostencurven werd het reductiepotentieel per land vastgelegd. Ook voor België werd een nationale kostencurve opgesteld, rekening houdend met de relevante sectoren en de mogelijke emissiereducerende maatregelen per sector. Vertrekbasis was het emissieniveau van 1990.

IIASA heeft voor de afleiding van de marginale kostencurven gebruik gemaakt van het RAINS-VOC model. Hierbij is vertrokken van de activiteit per sector, in 1990 en 2010. De emissie van de sector, zonder het doorvoeren van enige maatregel, wordt afgeleid op basis van emissiefactoren. Vervolgens zijn maatregelen geïntroduceerd, gekarakteriseerd door het technisch rendement, de toepasbaarheid en de investerings- en werkingskosten.

Het is belangrijk op te merken dat in RAINS enkel de auto-assemblage, in de strikte zin, is opgenomen. De vergelijking wordt dan ook beperkt tot de betreffende bedrijven.

10.8.2 Veronderstellingen inzake economische groei

IIASA gaat in het RAINS-model uit van een stijging van de productie van 20%, in de periode 1990 – 2010. Deze capaciteitsuitbreiding zou voornamelijk gerealiseerd worden in nieuwe installaties.

Op basis van cijfers die door de individuele bedrijven verstrekt werden, zijn we in deze studie uitgegaan van een productie van 1.055.000 voertuigen in 2010, waarmee de productie van 1990 geëvenaard wordt. Groei blijkt met andere woorden weinig waarschijnlijk.

10.8.3 Referentieniveau van de emissies

Voor de nul-bedrijfsopatie vermeldt IIASA een emissiefactor van 17,4 kg VOS/voertuig. Rekening houdend met de productie van 1.252.196 voertuigen voor België in 1990 zou dit overeenkomen met een emissie van 21.788 ton, waarvan het grootste gedeelte in Vlaanderen.

Deze waarde is een duidelijke overschatting van de reële situatie. Daarom gaat men er in RAINS van uit dat reeds in 1990 een gedeelte van de in het model opgenomen maatregelen geïmplementeerd zijn. Op deze manier wordt de emissie voor het referentiejaar 1990 voor België op 9.880 ton gebracht.

De emissie voor 1990 voor Vlaanderen is ter vergelijking op 8.991 ton geschat. Er mee rekening houdend dat ongeveer 85% van de productie voor 1990 in Vlaanderen plaatsvond, is de correlatie tussen deze twee cijfers als goed te beschouwen.

10.8.4 Maatregelen, rendementen en gemiddelde eenheidsreductiekosten

Algemene opmerkingen

Het RAINS-model bevat slechts een zeer beperkt aantal maatregelen, met name 'process modification (PRM) + substitution (SUB)' en 'incineration and adsorption (A_INC)'. Dit is een gevolg van de sterke groepering die IIASA gehanteerd heeft. 'Process modification' en 'substitution' zijn in RAINS bijvoorbeeld als maatregel samengenomen. Dit vereenvoudigt uiteraard het model, maar sluit niet volledig aan bij de realiteit.

De veronderstelling van IASA dat in nieuwe installaties het gebruik van geoptimaliseerde applicatietechnieken en watergedragen coatings (primer en basecoat) onmiddellijk in het concept voorzien zal worden, is verantwoord. Beide maatregelen worden door de assemblagebedrijven als beschikbaar beschouwd.

Vergelijking van de rendementen

Een vergelijking van het rendement van de in RAINS opgenomen maatregel PRM+SUB met de preventieve maatregelen die in deze studie weerhouden zijn, dient met de nodige omzichtigheid te gebeuren. RAINS berekent het technisch rendement immers ten opzichte van een referentie-installatie waarin geen enkele ingreep is doorgevoerd. In deze studie is echter de reële situatie in 2001 als basis genomen.

Dit in acht genomen, lijkt het gehanteerde technisch rendement van 75% voor PRM + SUB op basis van de resultaten van deze studie in principe een haalbare waarde. Voor de omschakeling van solventgebaseerde primer én basecoat naar watergedragen types, twee maatregelen die combineerbaar zijn, blijkt uit de resultaten van deze studie immers een technisch rendement van ongeveer 65% te volgen.

Inzake toepasbaarheid vermeldt IASA voor maatregel PRM+SUB 100%. In 6.2.1.2 werd echter tot het besluit gekomen dat de haalbaarheid van de overschakeling naar watergedragen coatings (SUB) in een bestaande bedrijf sterk afhangt van de specifieke situatie. De in RAINS gehanteerde waarde is met andere woorden te optimistisch en kan in realiteit aanzienlijk lager liggen. De toepasbaarheid van naverbranding is in RAINS op 30% gesteld. Dit komt overeen met toepassing van nageschakelde technieken op de meest geconcentreerde afgassen (afgassen droogzones van de spuitlijnen en sommige secties van de topcoat-spuitlijn).

Vergelijking van de gemiddelde eenheidsreductiekosten

De gemiddelde eenheidsreductiekost die IASA voor de maatregel PRM+SUB **in bestaande installaties** rapporteert, is in vergelijking met de resultaten van deze studie eerder optimistisch. Er is wellicht te weinig rekening gehouden met de specifieke situatie van de bedrijven, die sterk kostenverhogend kan werken. In de modellering die in deze studie is uitgevoerd, komt dit vooral tot uiting in de gemiddelde eenheidsreductiekost voor omschakeling van solventgebaseerde naar watergedragen primer.

De gemiddelde eenheidsreductiekost voor maatregel A_INC **in bestaande installaties** ligt hoger dan het cijfer dat in deze studie voor de nageschakelde technieken is afgeleid. IASA hanteert echter slechts een economische levensduur van 10 jaar voor de nageschakelde technieken. Uit tabel 7-1 blijkt dat indien we dezelfde levensduur hanteren, de gemiddelde eenheidsreductiekost quasi overeenkomt.

10.8.5 *Marginale kostencurven*

IIASA heeft in de marginale kostencurve voor België in 2010 uiteindelijk slechts 2 opties weerhouden.

Tabel 10-12: Weerhouden opties in de marginale kostencurve van het RAINS-VOC model

Sector code	Maatregel	Emissiefactor (ton VOS/voertuig)	Marginale kosten (EURO/ton)*
AUTO_P	PRM+SUB	0,0044	2.767
AUTO_P	PRM+SUB+A_INC	0,0031	5.611

* kosten in ECU, 1990

De marginale kosten van de optie ‘nageschakelde technieken’ voor de assemblage van auto’s **in nieuwe installaties** werden blijkbaar te hoog geacht om te worden opgenomen in de marginale VOS-emissiebestrijdingskostenfunctie voor heel België. Een gelijkaardige opmerking geldt voor het ‘uitsluitend’ toepassen van nageschakelde technieken in de assemblage **in bestaande installaties**.

De marginale kostenfunctie voor de auto-assemblagesector in deze studie bevat een 8-tal verschillende niveaus, te verdelen in 3 grote groepen: een niveau met een marginale kost tussen 0 en 1.000 EURO/ton, een niveau met een marginale kost tussen 2.000 en 5.000 EURO/ton en een niveau met buitensporig hoge marginale kosten (> 150.000 EURO/ton). De correlatie met de resultaten van de RAINS-modellering is met andere woorden als redelijk te beschouwen. We moeten er wel rekening mee houden dat het RAINS-VOC model prijzen van 1990 hanteert (ECU₁₉₉₀).

De optie PRM+SUB (‘process modification’ en ‘substitution’) zou volgens het RAINS-VOC model de totale emissie in België **in de bestaande installaties** doen afnemen tot 4.960 ton (1.140.000 voertuigen aan 0,0044 ton VOS/voertuig). Dit komt ongeveer overeen met een reductie van 50% (zie NEC-scenario), in vergelijking met het referentieniveau van 9.880 ton in 1990. De reductie ten opzichte van de referentie-installatie zonder enige ingreep bedraagt 75%.

BIJLAGE

**KOSTENMODEL VOOR DE BESTRIJDING VAN VOS-EMISSIONS IN DE
AUTOMOBIELASSEMBLAGE**

Johan Couder, Universiteit Antwerpen – STEM

1. INLEIDING

Het gebruikte model is een **technisch-economisch 'bottom-up' milieukostenmodel**, dat vertrekt vanuit de **activiteiten** van de sector, en leidt tot het opstellen van een **marginale VOS-emissiebestrijdingskostenfunctie**.

We definiëren eerst de bottom-up benadering. We behandelen daarna hoe het model de verwachte evolutie van de activiteiten benadert. We gaan vervolgens dieper in op de technische, (bedrijfs)economische, en milieutechnische aspecten die we in het model hebben opgenomen. We bespreken in een volgende stap hoe het model de 'optimale keuzes' maakt. We eindigen met een beschrijving van de wijze waarop het model de marginale (emissiebestrijdings)kostenfunctie berekent.

2. **BOTTOM-UP BENADERING**

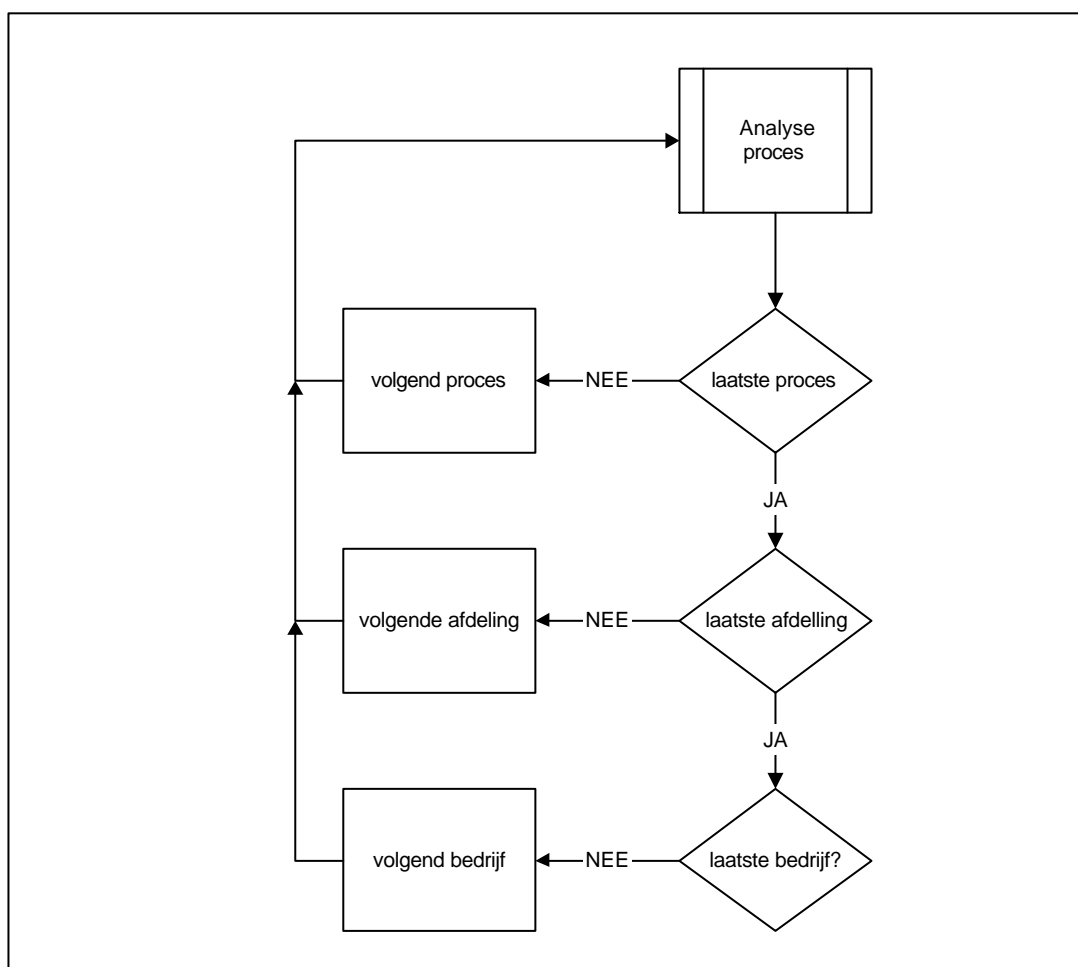
Het model is een zogenaamd 'bottom-up' model. Dit betekent concreet dat het model binnen de sector elk bedrijf, binnen elk bedrijf (indien relevant) elke afdeling, en binnen elke afdeling elk proces doorloopt (zie figuur 2 - 1).

Deze methode is enkel toepasbaar op duidelijk afgebakende, homogene sectoren. Dit zijn sectoren met een relatief beperkt aantal bedrijven, die allemaal zeer gelijkaardige activiteiten uitoefenen. We kunnen elk individueel bedrijf in de sector identificeren, en voor elk van hen de nodige gegevens verzamelen. De auto-assemblagesector in Vlaanderen voldoet aan deze voorwaarden.

Omwille van de vertrouwelijkheid duiden we binnen het model de bedrijven enkel aan met hoofdletters ('P', 'Q', enz.). Gegevens die het verband zouden kunnen leggen met de werkelijke namen van de bedrijven zijn niet opgenomen in het model, en zijn ook niet nodig om de marginale kostenfunctie te bepalen.

Vermits de sector van de voertuigenassemblage vrij homogeen is, vinden we in alle bedrijven min of meer dezelfde soorten processen terug. Om de homogeniteit nog te vergroten is het toch noodzakelijk om de sector verder op te delen in twee deelsectoren: de 'assembleurs van auto's en truckcabines' en de 'andere bedrijven'.

Figuur 2 - 1: De bottom-up benadering van het model



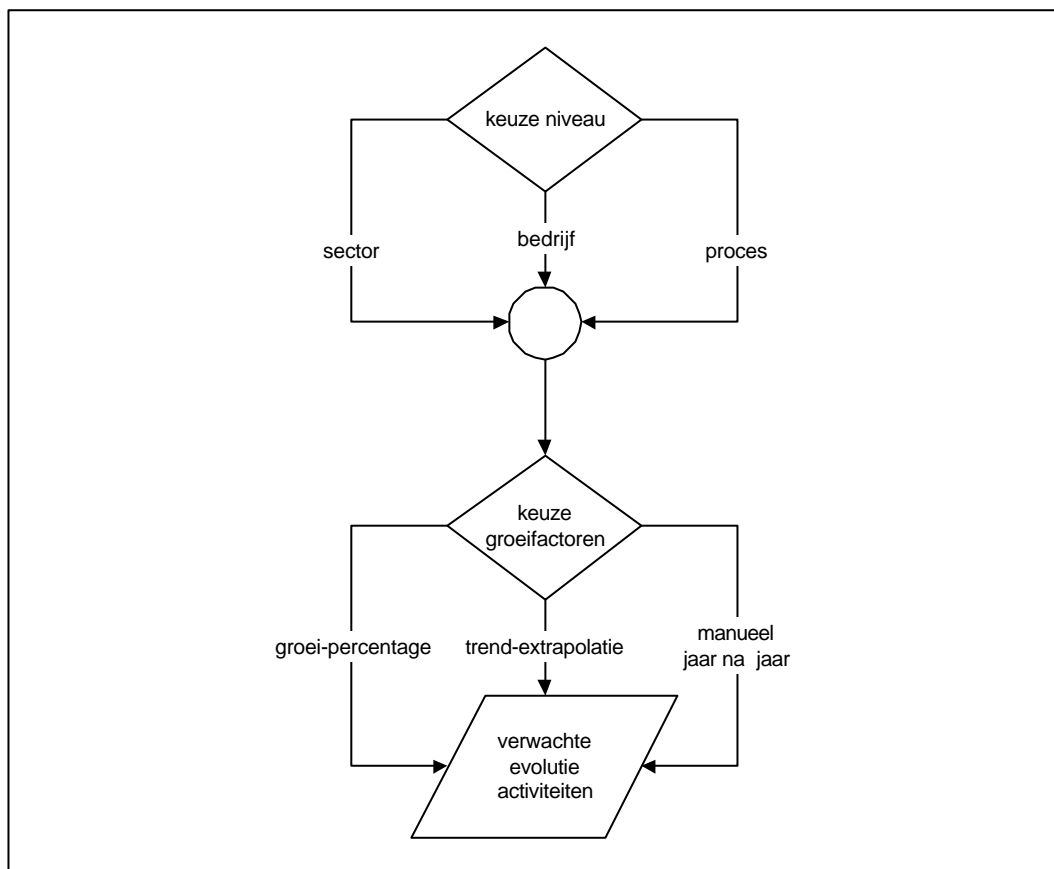
De technische aspecten van de processen zijn in het rapport reeds uitvoerig toegelicht.

3. DE VERWACHTE EVOLUTIE VAN DE ACTIVITEITEN

De oorzaak van alle vormen van milieudruk zijn uiteindelijk (menselijke) activiteiten. Om de verwachte emissies en de mogelijke effecten van maatregelen om deze emissies te beperken in te schatten hebben we eerst en vooral een degelijk inzicht nodig in de verwachte evolutie van deze activiteiten, binnen een vooraf gedefinieerde tijdshorizon (van 'basisjaar' tot 'eindjaar'). Het beperken van de activiteiten is trouwens in principe op zich al een mogelijke maatregel om emissies te reduceren ('volumegerichte maatregel').

Voor de bestudeerde sector is de hoofdactiviteit de assemblage (of productie) van voertuigen (auto's, trucks, bussen, ...).

Figuur 3 - 1: Keuzes rond de verwachte evolutie van de activiteiten



3.1 KEUZE VAN HET NIVEAU

Het model laat toe om de verwachte evolutie van de activiteiten (geproduceerde hoeveelheden) te definiëren op verschillende niveau's: sectoraal, bedrijfs- en procesniveau.

Procesniveau

Het is best mogelijk dat een deel van de productie van een bepaald bedrijf voor bepaalde processtappen – om welke redenen dan ook – wordt uitbesteed. Het model laat daarom toe om voor elk afzonderlijk proces binnen elk individueel bedrijf een verwachte evolutie van het activiteitsniveau in te voeren. De gegevensbank van het model is hierop voorzien. Deze methode is zeer omslachtig, en weinig gebruikelijk.

Bedrijfsniveau

We veronderstellen dat een toe- of afname van de productie van voertuigen binnen elk bedrijf in de sector een procentueel even grote toe- of afname van het activiteitsniveau van de verschillende processtappen binnen hetzelfde bedrijf met zich zal meebrengen. Voor productielijnen zoals we die in de sector van de voertuigenassemblage terugvinden is dit geen onredelijke veronderstelling. We hoeven enkel van jaar tot jaar groeifactoren te bepalen voor de verschillende bedrijven in de sector, en deze uniform toe te passen op alle processtappen binnen de respectievelijke bedrijven.

Sectorieel niveau

We bepalen van jaar tot jaar slechts één groeifactor voor heel de sector, en passen deze uniform toe op alle bedrijven in de sector, en op alle processtappen binnen die bedrijven. Deze optie is de meest eenvoudige om in te voeren, maar ook de minst realistische. Het is zeer onwaarschijnlijk dat de geproduceerde hoeveelheden van alle bedrijven in een sector procentueel exact evenveel zullen toe- of afnemen, in functie van de tijd.

3.2

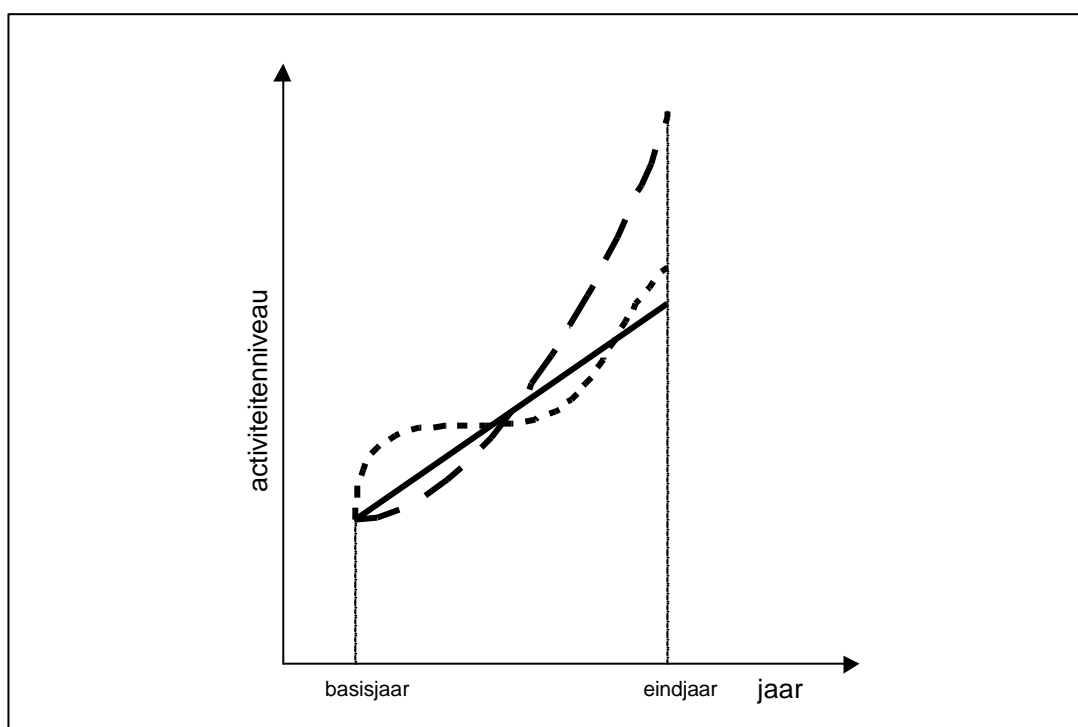
KEUZE VAN GROEIFACTOREN

Het model laat toe om op verschillende wijzen groeifactoren te definiëren:

- We vertrekken vanaf een bepaald basisjaar (bv. 2001) en laten de activiteit jaarlijks met een bepaald percentage toenemen tot een bepaald eindjaar (bv. 2010) ['samengestelde interest' methode of $K_n = K_0(1+k)^n$]. De gebruiker van het model hoeft enkel het jaarlijks groeipercentage (k) in te geven, hetzij voor heel de sector, hetzij voor de individuele bedrijven, hetzij voor elke processtap afzonderlijk;
- We vertrekken vanaf een bepaald basisjaar (bv. 2001) en laten de activiteit lineair toenemen tot een bepaald eindjaar (bv. 2010) ['eenvoudige interest' methode of $K_n = K_0(1+nk)$]. Ook in dit geval hoeft de gebruiker slechts één groeipercentage (k) in te geven. Deze en de voorgaande methode zijn in simulatiemodellen de meest gebruikelijke;
- We vertrekken vanuit een historische tijdreeks, en passen hierop één of andere trendextrapolatie toe (bv. op basis van een voortschrijdend gemiddelde, regressie-analyse, Box-Jenkins methoden, Kalman-filters, enz.). Deze extrapolaties kunnen lineair of niet-lineair zijn. Het voordeel is dat de gebruiker zelf niets hoeft te doen. De nadelen zijn dat we over vrij volledige en uitgebreide historische tijdreeksen moeten beschikken - wat niet altijd evident is – maar vooral dat er geen enkele wetmatigheid is die zegt dat patronen in het verleden zich ook in de toekomst zullen herhalen;

- We laten de gebruiker toe om zelf jaar na jaar tot aan het eindjaar het activiteitsniveau te bepalen, bijvoorbeeld door elk jaar een verschillende groeipercentage in te geven t.o.v. het voorgaande jaar. Dit is de meest flexibele methode, waarin we optimaal gebruik maken van de 'expertenkennis' van de gebruiker, maar het is ook de meest arbeidsintensieve methode, vermits de gebruiker voor elk jaar een afzonderlijk getal moet ingeven.

Figuur 3 - 2: Verschillende inschattingen van de verwachte groei



3.3 WHAT-IF' SCENARIO'S

We benadrukken dat het model enkel dient om 'scenario's te draaien. Eén van de determinerende factoren van een scenario zijn de verwachtingen rond de toekomstige activiteitsniveaus.

Niemand kan voorspellen wat precies de productie de volgende jaren zal zijn, ook de bedrijfsverantwoordelijken niet. Het model laat wel toe om 'what if' analyses uit te voeren. Wat zullen de gevolgen zijn indien de activiteitsniveaus in de sector of in een bedrijf zuss of zo evolueren, *ceteris paribus*.

Voor het inschatten van de verwachte evolutie van de activiteitsniveaus is het best zoveel mogelijk gebruik te maken van de kennis van sectordeskundigen, maar dat hoeft niet. Iedereen kan in principe om het even welke groeifactoren ingeven.

4. TECHNISCH HAALBARE COMBINATIES VAN MAATREGELEN

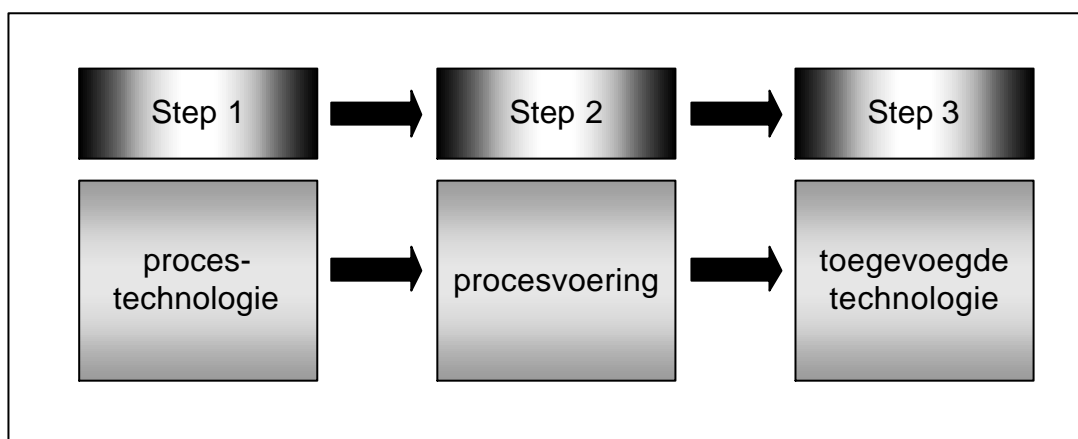
4.1 HET DEFINIËREN VAN 'OPTIES'

We determineren, voor elk proces binnen elke afdeling binnen elk bedrijf, alle denkbare 'opties'.

We definiëren een 'bedrijfs optie' als elke technisch mogelijke (of haalbare) combinatie van 3 soorten maatregelen:

- Keuze van procestechnologie;
- Wijze van procesvoering (inclusief grondstoffen- of materiaalgebruik, energiegebruik, intern hergebruik, 'good housekeeping', enz...);
- Al dan niet toepassing van nageschakelde technieken of 'schoonmaaktechnologie'.

Figuur 4 - 1: Opties als combinaties van 3 soorten maatregelen



Binnen de activiteit 'coating' bijvoorbeeld is een bedrijfs optie een technisch mogelijke combinatie van **aanbrengmethode** ('application method'), **verf** ('coating'), en een **nageschakelde techniek** ('add-on technology') zoals actief koolfilter of naverbranding.

We merken wat betreft nageschakelde technieken het volgende op:

- Een nageschakelde of toegevoegde techniek hoeft niet noodzakelijk aanwezig te zijn – m.a.w. twee verschillende opties kunnen identiek zijn aan elkaar, op het al dan niet aanwezig zijn van een nageschakelde techniek na;
- Vele procestechnologieën in de sector van de voertuigenassemblage worden standaard geleverd met een toegevoegde techniek – in die mate zelfs dat in bepaalde gevallen een procestechnologie (aanbrengmethode) zonder toegevoegde technologie geen geldige optie meer is.

De voordelen van deze werkwijze, i.e. het 'combineren van maatregelen tot bedrijfs opties' zijn tweeledig:

- Ze laat in principe toe om rekening te houden met **synergiën** en/of **anergiën** tussen het gelijktijdig toepassen van verschillende soorten maatregelen. De keuze van een bepaalde procestechnologie (aangebrenghmethode) en de keuze van een bepaalde proceswijze (coating) kunnen – in theorie – elk afzonderlijk een zekere emissiereductie bewerkstelligen, maar de gecombineerde emissiereductie ten gevolge van het gelijktijdig gebruik van beide soorten maatregelen is niet noodzakelijk de som van de gerealiseerde emissiereducties van de afzonderlijke maatregelen (niet-lineariteiten);
- Ze leidt, voor elk proces binnen elk bedrijf, tot **elkaar wederzijds uitsluitende** bedrijfsopties. Dit wil zeggen, een bedrijf opteert bijvoorbeeld ofwel voor behoud van de huidige aangebrenghmethode maar met gebruik van een andere, milieuvriendelijker coating, ofwel voor een nieuwe aangebrenghmethode met gebruik van al dan niet een andere, milieuvriendelijker coating, maar nooit voor beide bedrijfsopties tegelijk (in de logica spreekt men van ‘exclusieve of’ of ‘aut’¹). Het belang hiervan zal duidelijk worden bij de bespreking van de wijze waarop de optimale bedrijfsopties in het model worden gekozen (namelijk via ‘mixed integer programming’).

4.2

ELIMINATIE VAN BEDRIJFSOPTIES IN DE SECTOR VAN DE VOERTUIGENASSEMBLAGE

Voor de sector van de voertuigenassemblage hebben we op basis van literatuurgegevens en bedrijfsbezoeken in eerste instantie alle technisch mogelijke ‘maatregelen’ geïdentificeerd, en in tweede instantie alle ‘bedrijfsopties’, i.e. technisch mogelijke combinaties van voornoemde maatregelen.

Tabel 4 - 1 geeft het (gedeeltelijk) resultaat voor de processen binnen de activiteit ‘coating’. Elke technisch mogelijke combinatie van twee soorten maatregelen zoals beschreven in de tabel, kan al dan niet worden aangevuld met een ‘toegevoegde techniek’ maatregel. Een tabel laat maar toe om 2 i.p.v. 3 dimensies te tonen. De gegevensbank van het model werkt wel in 3 dimensies (procestechnologie, procesvoering, toegevoegde techniek).

¹ Van twee proposities is minstens één van beide waar, maar nooit beide tegelijk.

Tabel 4 - 1: Technisch mogelijke combinaties van maatregelen voor ‘coating-processen’, exclusief toegevoegde technieken

	Conventional, solvent-based coatings	High-solids, solvent-based coatings	Powder coatings	Waterborne coatings	UV/EB-coatings
Hand brushing or wiping					
Dip coating (dipping)					
Flow coating					
Spin coating [centrifugal coating]					
Roll coating (direct or reverse)					
Conventional air spray	☒	☒		☒	
Airless spray	☒	☒		☒	
Air-assisted airless spray	☒	☒		☒	
High-volume, low-pressure spray HVLP	☒	☒		☒	
Electrostatic, airless	☒	☒		☒	
Electrostatic, air-assisted airless	☒	☒		☒	
Electrostatic, rotary (bell or disk)	☒	☒		☒	
Electrostatic (powder coating)			☒		
Fluidized bed			☒		
Electrocoating (E-coating)				☒	

In principe analyseert het model **alle** geïdentificeerde bedrijfsopties. Het model laat echter toe om - en dit telkens voor een specifiek proces binnen een bepaald bedrijf - een aantal bedrijfsopties **bij voorbaat** uit te sluiten.

Enkele voorbeelden van redenen om bepaalde bedrijfsopties a priori uit te sluiten zijn:

- Het is mogelijk dat zeer specifieke, bedrijfsgebonden situaties ervoor zorgen dat bepaalde bedrijfsopties, die in andere bedrijven technisch perfect realiseerbaar zijn, voor dat welbepaalde bedrijf a priori uit te sluiten zijn. Een voorbeeld hiervan is plaatsgebrek – de plaats nodig om een bepaalde nieuwe procestechnologie te kunnen installeren kan in een bepaald bedrijf ontbreken. De literatuur kan hierover geen uitsluitsel geven, we zijn verplicht om de situatie ter plekke te onderzoeken;
- Van bepaalde bedrijfsopties is op basis van literatuurgegevens geweten dat ze enkel toepasbaar zijn binnen bedrijven in de sector die aan bepaalde voorwaarden voldoen. Een mogelijk voorbeeld zijn maatregelen die wel (technisch) van toepassing zijn op de assemblage van auto's maar niet op de assemblage van trucks, zoals elektrocoating;
- Een andere mogelijkheid is dat bepaalde maatregelen, zoals ‘verven met de kwast’, weliswaar ‘technisch mogelijke maatregelen’ zijn, maar waarvan we met 100 % zekerheid weten dat ze voor een bepaald proces in een bepaalde sector zeker niet de ‘meest optimale’ zijn, noch technisch, noch economisch, noch qua milieu-aspecten (zie de lichtgrijs gearceerde cellen in tabel 4 - 1);

- Van bepaalde ‘vooruitstrevende’ bedrijfsopties weten we met quasi-zekerheid dat ze binnen de beschouwde tijdshorizon nog niet op grote schaal commercieel toepasbaar zullen zijn op bepaalde processen, zoals bijvoorbeeld het gebruik van UV-hardende coatings (zie de donkergrijs gearceerde cellen in tabel 4 - 1).

In de meeste gevallen zullen we de informatie moeten halen bij de bedrijven zelf. Het spreekt vanzelf dat de bedrijven moeten verantwoorden waarom een bepaalde bedrijfs optie, die in andere bedrijven en / of volgens de literatuur in theorie wel op hen van toepassing zou moeten zijn, toch niet voor hen kan worden weerhouden. Deze informatie kan in de gegevensbank van het model, meer bepaald in een ‘commentaar’ veld, worden opgenomen en gerapporteerd.

Het model is wat betreft het bij voorbaat uitsluiten van bedrijfs opties in wezen neutraal. Ten allen tijde kan de modelgebruiker een vooraf uitgesloten optie terug in het model opnemen, of vice versa, een in een vorig scenario opgenomen bedrijfs optie in een nieuw scenario a priori uitsluiten.

4.3

REFERENTIE-BEDRIJFSOPTIES

Elke weerhouden optie zullen we vroeg of laat moeten vergelijken met een referentie-optie.

Voor de keuze van referentie-bedrijfs optie hebben we twee mogelijkheden:

- De referentie-bedrijfs optie is de optie die het bedrijf zou hebben gekozen of zou kiezen, indien het helemaal niet gebonden was geweest (of is) aan bepaalde beperkingen opgelegd door bestaande of verwachte milieureglementeringen. Met andere woorden, de keuze van referentie-bedrijfs optie werd of wordt enkel en alleen bepaald door **bedrijfseconomische overwegingen**;
- De referentie-bedrijfs optie is de bedrijfs optie die het bedrijf in het beschouwde jaar daadwerkelijk gebruikt, op basis van bepaalde keuzes in het verleden, met de toenmalig geldende milieureglementeringen als één van de (vele) beslissende factoren.

Het is best mogelijk dat beide soorten referentie-bedrijfs opties samenvallen. Dit zal het geval zijn wanneer een bedrijfs optie die uit puur bedrijfseconomische overwegingen werd gekozen ‘toevallig’ ook aan de toenmalige (en eventueel verwachte) milieureglementeringen beantwoordde (of beantwoordt).

De keuze van een referentie-bedrijfs optie is belangrijk omwille van de volgende redenen:

- De resulterende emissies na de keuze van een bepaalde bedrijfs optie – een keuze die (mede) werd geïnspireerd door milieu-overwegingen – moeten we kunnen vergelijken met zogenaamde ‘referentie-emissies’. De ‘referentie-emissies’ zijn per definitie de emissies die resulteren uit het gebruik van een (gekozen) referentie-optie. Stel dat het bedrijf reeds een

bepaalde coating gebruikt in combinatie met een bepaalde aanbrengmethode, en dat we deze combinatie of bedrijfs optie selecteren als 'referentie-bedrijfs optie'. De emissies die resulteren uit het gebruik van een andere coating met dezelfde (oude) aanbrengmethode zullen we moeten vergelijken met de emissies die resulteren uit het gebruik van de oude coating + oude aanbrengmethode;

- De resulterende kosten na de keuze en het gebruik van een bepaalde optie moeten we kunnen vergelijken met de kosten die resulteren uit de keuze en het gebruik van een bepaalde referentie-bedrijfs optie.

Het belang van referentie-bedrijfs opties zal duidelijker worden wanneer we de 'optimale keuze van opties' analyseren.

5. **KOSTENCALCULATIES**

In het voorgaande deel hebben we niet alleen alle mogelijke bedrijfsopties ('technisch haalbare combinaties van technische maatregelen') geïdentificeerd, maar ook en vooral een eerste selectie gemaakt, uitsluitend op basis van **technische criteria**, waarbij we expliciet rekening hielden met de bedrijfsspecifieke situaties.

In theorie zouden we vrij eenvoudig, op basis van bovenstaande lijst, voor elke individueel proces deze bedrijfs optie kunnen weerhouden, die de grootste emissiereducties bewerkstelligt, ongeacht de kosten. Dit is uiteraard niet realistisch. Een bedrijf moet bij haar besluitvorming, ook wat betreft milieu-investeringen, terdege rekening houden met bedrijfseconomische aspecten. Om met deze bedrijfseconomische criteria rekening te kunnen houden, moeten we eerst voor elke bedrijfs optie afzonderlijk de relevante kosten berekenen. We berekenen in eerste instantie voor elke afzonderlijke bedrijfs optie de **investeringskosten** ('capital costs') en de rechtstreekse en onrechtstreekse **werkingskosten** ('operation and maintenance costs' of O&M). Deze kosten zullen we later gebruiken bij de keuze van de optimale bedrijfs opties.

We hebben verschillende mogelijkheden:

- We zoeken alle kostengegevens op in de (gespecialiseerde) literatuur;
- We vragen de kostengegevens op aan de bedrijven zelf, waarbij deze expliciet rekening kunnen houden met de bedrijfsspecifieke omstandigheden.

We opteren voor een combinatie van beide. We vergelijken kostengegevens afkomstig van de bedrijven met de literatuurgegevens, en vullen waar nodig en relevant de bedrijfsgegevens aan met de literatuurgegevens. Dit kan in overleg met de bedrijven gebeuren.

In wat volgt geven we de benodigde data voor het berekenen van de kosten (zoals deze worden opgenomen in de gegevensbank van het model), en de wijze waarop de kosten op basis van deze data moeten worden berekend (de 'formules' of 'vergelijkingen' in het model).

We volgen bij het beschrijven van de benodigde data steeds hetzelfde stramien. We geven eerst de (korte) naam van de (kosten)variabele, vervolgens een korte omschrijving, (indien relevant) tussen vierkante haken een 'default' waarde¹, en tot slot de eenheid waarin de variabele is uitgedrukt.

5.1 **HET BEREKENEN VAN DE INVESTERINGSKOSTEN**

Voor het berekenen van de kosten hanteren we de volgende vergelijkingen.

¹ Een waarde die het model automatisch veronderstelt indien de gebruiker geen eigen waarden opgeeft.

De totale investeringskost berekenen we m.b.v. de volgende vergelijking:

$$\begin{aligned} &+ \text{Purchased_Equipment_Cost} \\ &+ \text{Direct_Installation_Costs} \\ &+ \text{Site_Preparation} \\ &+ \text{Indirect_Installation_Costs} \\ &- \text{Salvage_Value} \\ &= \text{Total Capital Investment} \end{aligned}$$

De componenten van deze vergelijking berekenen we m.b.v. de volgende vergelijkingen (de **installatiekosten**):

- $\text{Purchased_Equipment_Cost (PEC)} = \text{Equipment_Cost} + \text{Taxes}$
- $\text{Direct_Installation_Costs} = \text{Foundations} + \text{Handling} + \text{Electrical} + \text{Piping} + \text{Insulation} + \text{Painting}$
- $\text{Indirect_Installation_Costs} = \text{Engineering} + \text{Construction} + \text{Contractor_Fee} + \text{Start-up} + \text{Contingencies}$
- $\text{Salvage_Value} = \text{Purchased_Equipment_Cost} * \text{Factor_07}$

Voor de berekening van de Purchased_Equipment_Cost (PEC) gebruiken we de volgende 2 vergelijkingen:

- $\text{Equipment_Cost} = \text{Prep_Equipment} + \text{Basic_Equipment} + \text{Compressor} + \text{Spray_Booth} + \text{Piping} + \text{Emission_Controls_Cost} + \text{Auxiliaries}$
- $\text{Taxes} = \text{Equipment_Cost} * \text{Tax}$

Tabellen 5 - 1, 2, 3 en 4 vermelden de gegevens nodig voor het berekenen van deze investeringskosten ('capital costs').

Tabel 5 - 1: Gegevens nodig voor het berekenen van de uitrustingskosten ('equipment costs')

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Prep_Equipment	Uitrusting gebruikt voor de voorbehandeling, inclusief mechanisch reinigen, ontvetten, enz.	€
Basic_Equipment	Basisuitrusting, zoals tanks, lopende band, aanbrengapparatuur (spuitpistolen, ...), enz.	€
Compressor	Compressor, stroomvoorziening, enz..	€
Spray_Booth	Spuitcabine	€
Piping	Buis- of pijpleidingen, elektrische bedrading, slangen, enz.	€
Emission_Controls_Type	Type emissiebestrijdingsapparatuur (nageschakelde technologie), te kiezen uit een aantal opties zoals gaswasser, naverbrander, ..., of geen.	
Emission_Controls_Cost	De investeringskosten van de emissiebestrijdingsapparatuur.	€
Auxiliaries	Alle overage hulp- of aanvullende uitrusting, waarvan de kosten niet zijn opgenomen in de voorgaande kostenrubrieken.	€
Site_Preparation	Het voorbereiden van de bouwsite (werf) en gebouwen (meestal overbodig, tenzij het bedrijf uitbreidt of verhuist)	€
Expected_Life_of_System	Het gemiddeld aantal jaren dat men verwacht dat de uitrusting het zal uithouden.	# jaar
Interest_Rate	De huidige interestvoet	%
Indirect_Annual_Cost	De onrechtstreekse jaarlijkse kosten, met uitzondering van de 'overheads' (meestal een percentage van 'Total Capital Investment'.	%
Tax	Belastingspercentage op vracht en instrumentatie (meestal een percentage van de uitrustingskosten)	%

Tabel 5 - 2: Gegevens nodig voor het berekenen van de rechtstreekse installatiekosten ('direct installation costs' of DIC)

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Foundations	Funderingen en ondersteuning [12% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Handling	Behandeling en oprichting [40% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Electrical	Elektrische installaties [1% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Piping	Buis- of pijpleidingen [2% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Insulation	Isolatie [1% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Painting	Schilderen [2% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€

Tabel 5 - 3: Gegevens nodig voor het berekenen van de onrechtstreekse installatiekosten ('indirect installation costs' of IIC)

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Engineering	Engineering [10% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Construction	Constructie en 'uitgaven op het veld' [10% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Contractor_Fee	Lonen van de aannemer(s) [10% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Start-up	Opstartkosten [1% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Contingencies	Onverwachte uitgaven [3% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€
Salvage_Value	Schrootwaarde v/d <i>bestaande</i> uitrusting [7% v/d kosten v/d aangekochte uitrusting]	€

Tabel 5 - 4: Gegevens nodig voor het berekenen van de jaarlijkse kosten ('annual costs')

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Administrative_Charges	Administratieve heffingen [2% v/d 'Total Capital Investment']	€
Property_Tax	Eigendomsbelastingen [1% v/d 'Total Capital Investment']	€
Insurance	Verzekeringskosten [1% v/d 'Total Capital Investment']	€
Capital_Recovery	Het bedrag dat men jaarlijks opzij moet leggen om de kosten v/d uitrusting terug te betalen. Het houdt rekening met de verwachte levensduur v/d uitrusting en met de interestvoeten die door de uitleners worden gevraagd.	€

5.2 HET BEREKENEN VAN DE MATERIAALKOSTEN

De materiaalkosten (in essentie het gebruik van coatings) is rechtstreeks afhankelijk van het materiaalgebruik. Dit materiaalgebruik hangt dan weer af van een groot aantal factoren, waarvan de voornaamste zijn:

- het aanbrenghendement;
- het gehalte aan vaste stoffen van de coating;
- de (vereiste) filmdikte (droog);
- het te coaten oppervlak van het stuk.

Het aanbrenghendement is op haar beurt afhankelijk van een groot aantal factoren, waaronder in de eerste plaats de gebruikte aanbrenghmethode, maar niet in het minst ook de wijze waarop de aanbrenghapparatuur is ingesteld, de training van de operatoren, de vorm van het werkstuk, de veranderende omgevingstemperatuur, en wellicht nog vele andere factoren.

We geven, louter ter illustratie, enkele typische aanbrenghendementen voor de meest gebruikte aanbrenghmethoden:

- Conventional Spray: 25%
- Air Assisted: 40%
- Airless: 40%
- HVLP: 65%
- Electrostatic (liquid): 65%
- Electrostatic (Powder): 80%
- Disk/Bell: 90%
- Electrocoat: 95%
- Autodeposition: 95%
- Fluidized Bed: 95%
- Dip: 95%

Uit het voorgaande volgt dat een aanbrengrendement, zelfs voor een zelfde soort aanbrengmethode, sterk kan variëren. Bovenvermelde rendementen zijn dan ook slechts 'gemiddelden'.

Voor het berekenen van de (aangebrachte) materiaalkosten hanteren we de volgende vergelijkingen.

Vloeibare coatings

- $\text{Theoretical_Coverage} = \%_Volume_Solids * \text{Factor_1604}$
- $\text{Actual_Coverage} = \text{Theoretical_Coverage} / \text{Dry_Film_Thickness} * \text{Transfer_Efficiency}$
- $\text{Applied_Cost} = \text{Paint_Cost} / \text{Actual_Coverage}$

Poeder coatings

- $\text{Theoretical_Coverage} = \text{Factor_192.3} / \text{Specific_Gravity} * \text{Volume_Solids}$
- $\text{Actual_Coverage} = (\text{Theoretical Coverage} / \text{Dry Film Thickness}) * \text{Transfer Efficiency}$
- $\text{Applied_Cost} = \text{Paint_Cost} / \text{Actual_Coverage}$

Tabel 5 - 5 vermeldt de gegevens nodig voor het berekenen van de materiaalkosten ('material costs').

Tabel 5 - 5: Gegevens nodig voor het berekenen van de materiaalkosten ('material costs')

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Paint_Cost	De verfkosten worden gemeten in € / liter voor vloeibare coatings en in € / kg voor poeder coatings. Voor verven die men mengt met toeslagstoffen om de viscositeit te regelen, moet men de kost van het verfmengsel ingeven.	Vloeibaar (€ / l) Poeder (€ / kg)
Density	Voor vloeibare coatings wordt de dichtheid gemeten als eenheid gewicht per eenheid volume. Voor vaste coatings (zoals poeders of plastisols) is de dichtheid gelijk aan de 'specific gravity' vermenigvuldigd met de dichtheid van water (in normaal omstandigheden).	kg / l
VOC_Content	De niet-gereduceerde (of 'uncut') inhoud aan vluchtige organische stoffen (VOS) van de coating	Vloeibaar (kg/l) Poeder (% wt)
%_Volume_Solids	Het volume procent vaste deeltjes is de verhouding van het volume vaste (niet-vluchtige) deeltjes in de verf op het volume van de verf, uitgedrukt als een percentage.	volume %
Dry_Film_Thickness	De vereiste dikte v/d (droge) film (exclusief het oppervlakprofiel v/h substraat).	micron
Specific_Gravity	Soortelijk gewicht is een dimensieloze grootheid. Men gebruikt deze variabele voor 100 % vaste materialen zoals poeders. Het is het gewicht van een gegeven volume van een stof, vergeleken met het gewicht van een even groot volume aan water.	-
Production_rate	Het aantal vierkante meter dat men in het beschouwde proces coat per jaar.	m ² / jaar
Application_System	De aanbrengmethode, te kiezen uit een lijst van aanbrengmethodes (zie volgende).	-
Transfer_Efficiency	Het aanbrengrendement is de verhouding v/d hoeveelheid vaste deeltjes v/d coating die terecht komen op het oppervlak van het te coaten deel, op de totale hoeveelheid gebruikte coating, uitgedrukt als percentage. Het aanbrengrendement hangt <i>onder andere</i> af van de aanbrengmethode.	%

5.3 HET BEREKENEN VAN DE ENERGIEKOSTEN

Voor het berekenen van de energiekosten hanteren we de volgende vergelijkingen.

Totale energiekosten

De algemene vergelijking voor het berekenen van het energiegebruik is:

$$\begin{aligned}
 &+ \text{Spray_Booth_Exhaust_Loss} \\
 &+ \text{Cure_Oven_Exhaust_Loss} \\
 &+ \text{Conveyor_\&_Part_Heat_Loss} \\
 &+ \text{Oven_Make-Up_Air} \\
 &+ \text{Solvent_Incineration} \\
 &+ \text{Flash_Tunnel_Line} \\
 &= \text{Total_Joules/hour}
 \end{aligned}$$

Op basis van deze algemene vergelijking kunnen we makkelijk de energiekosten berekenen:

- $\text{Energy_Cost_per_hour} = (\text{Total_Joules} / \text{Number_of_Joules_per_unit}) * \text{Energy_Efficiency} (\%) * \text{Energy_Cost}$
- $\text{Energy_Cost_per_Year} = \text{Energy_Cost_per_Hour} * \text{Hours_of_Operation_per_Year}$

Voor de berekening van de componenten van de algemene vergelijking, gebruiken we de volgende vergelijkingen:

Spuitcabine uitlaat

- $\text{Cubic_Meter_per_Minute_CMM_Exhausted} = \text{Booth_Openings} * \text{Face_Velocity}$
- $\text{Spraybooth_Exhaust_Joules_Required} = \text{CMM_Exhausted} * (\text{Outside_Air_Temperature} - \text{Plant_Air_Temperature}) * \text{Factor_1.1}$

Moffeloven uitlaat

- $\text{Applied_Coating} = \text{Production (square meter per hour)} / \text{Actual_Coverage}$
- $\text{Solvent_Load} = (100\% - \% \text{Volume Solids}) * \text{Applied_Coating}$
- $\text{Cure_Oven_CMM_Exhausted} = \text{Solvent_Load} * \text{Factor.167}$
- $\text{Cure_Oven_Exhaust_Joules_Required} = \text{Cure_Oven_CMM_Exhausted} * (\text{Outside_Air_Temperature} - \text{Plant_Air_Temperature}) * \text{Factor_1.1}$
- $\text{Oven_Make-up_Air} = \text{Cure_Oven_Exhausted_Joules_Required} * (\text{Outside_Air_Temperature} - \text{Plant_Air_Temperature}) * \text{Factor_1.1}$

Lopende Band, Stuk & Ovenwarmteverliezen

- $\text{Conveyor_Load} = (\text{Conveyor_Weight} * \text{Hangar_Weight}) * \text{Factor_60}$
- $\text{Tooling_Load} = (\text{Hangar_Weight} * \text{Conveyor_Speed}) * \text{Factor_60}$
- $\text{Total_Load} = \text{Conveyor_Load} + \text{Tooling_Load} + \text{Part_Load}$
- $\text{Total_Load_Loss} = (\text{Bake_Temperature} - \text{Plant_Air_Temperature}) * \text{Total_Load} * \text{Specific_Heat_of_Oven_Material}$
- $\text{Inside_Oven_Radiation_Loss} = \text{Total_Load_Loss} * \text{Factor_0.3} * (\text{Bake_Temperature} - \text{Plant_Air_Temperature})$
- $\text{Outside_Oven_Radiation_Loss} = \text{Total_Load_Loss} * \text{Factor_0.3} * [(\text{Bake_Temperature} - \text{Plant_Air_Temperature}) - \text{Factor_49}]$
- $\text{Load_Loss_Grand_Total} = \text{Total_Load_Loss} + \text{Inside_or_Outside_Oven_Radiation_Loss}$

Oplosmiddelenverbranding

- $\text{Energy_to_Incinerate_Cure_Oven_Exhaust} = \text{Cure_Oven_Exhaust} * (\text{Incineration_Temperature} - \text{Bake_Temperature}) * \text{Factor_1.1}$
- $\text{Energy_to_Incinerate_Booth_Exhaust} = \text{Spray_Booth_Exhaust} * (\text{Incineration_Temperature} - \text{Plant_Temperature}) * \text{Factor_1.1}$
- $\text{Total_Energy_Required} = \text{Energy_to_Incinerate_Oven_Exhaust} + \text{Energy_to_Incinerate_Booth_Exhaust}$
- $\text{Total_Energy_Recovered} = \text{Total_Energy_Required} * \text{Incinerator_Efficiency}$

- $\text{Net_Incineration_Energy_Input} = \text{Total_Energy_Required} - \text{Total_Recovered}$

Flash tunnel

- $\text{Flash_Tunnel_Line} = \text{Flash_Tunnel_Exhaust} * \text{Temperature} (\text{Bake_Temperature} - \text{Plant_Air_Temperature}) * \text{Factor_1.1}$

Tabellen 5 - 6, 7, 8, 9 en 10 vermelden de gegevens nodig voor het berekenen van de energiekosten ('energy costs').

Tabel 5 - 6: Gegevens nodig voor het berekenen van de energiekosten van de lopende band en van stuk en ovenwarmteverliezen (Conveyor, Part & Oven Heat Loss')

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Conveyor_Weight	Het gewicht van de lopende band en de ketting.	kg / m
Hangar_Weight	Het gewicht van haken, rekken en andere ophangapparatuur.	kg
Conveyor_Speed	De snelheid van de lopende band.	m / min
Part_Load	Het gemiddelde gewicht v/h te coaten stuk.	kg / m
Total_Oven_Surface_Area	De som van het aantal vierkante meters van de ovenwanden.	m ² / y
Oven_Metal_Type	Het type ovenmateriaal gebruikt men om de specifieke warmte te bepalen, i.e. het aantal energie-eenheden (in J) die nodig zijn om de temperatuur van een materiaal 1 graad Celcius te doen stijgen.	

Tabel 5 - 7: Gegevens nodig voor het berekenen van de energiekosten van de verbranding van oplosmiddelen ('Solvent Incineration')

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Incineration_Temperature	De temperatuur waarop het oplosmiddel wordt verbrand.	° C
Incinerator_Type	Type verbrander, te kiezen uit een aantal opties (regeneratieve verbrander, of thermische verbrander met warmterecuperatie) .	

Tabel 5 - 8: Gegevens nodig voor het berekenen van de energiekosten van de uitlaat van de spuitcabine ('Spray Booth Exhaust')

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Booth_Openings	Het aantal vierkante meter van de openingen van de spuitcabine .	m ² /y
Face_Velocity	De lichtsnelheid bij de opening van de spuitcabine .	m / min
Outside_Air_Temperature	Buitentemperatuur, belangrijk bij het berekenen van de warmteverliezen tijdens het moffelen van een stuk .	° C
Plant_Air_Temperature	Binnentemperatuur van de werkplaats, belangrijk bij het berekenen van de warmteverliezen tijdens het moffelen van een stuk.	° C

Tabel 5 - 9: Gegevens nodig voor het berekenen van de energiekosten van de uitlaat van de moffeloven ('Cure Oven Exhaust')

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Cure_Oven_Location	De locatie van de cure oven helpt te bepalen hoeveel energie nodig is voor het moffelen van een stuk.	
Bake_Temperature	De gemiddelde temperatuur bij dewelke de coating moffelt.	° C
Flash_Tunnel_Exhaust	De hoeveelheid uitlaat nodig in de zone ('flash tunnel') tussen de spuitcabine of de plaats van aanbrengen en de moffeloven.	J / uur

Tabel 5 - 10: Gegevens nodig voor het berekenen van de totale energiekosten ('Total Energy Costs')

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Energy_Type	Energiedrager, te kiezen uit een aantal opties: - elektriciteit - aardgas, directe warmte - aardgas, indirect gestookt - propaan - stookolie, directe warmte - stookolie, indirecte warmte	
Energy_Efficiency	Energie-efficiëntie van de energiedragers.	%
Energy_Cost	Prijzen van energiedragers	€

We geven, louter ter illustratie, enkele typische waarden voor de energie-efficiëntie van energiedrager:

- elektriciteit: 71%
- aardgas, directe warmte: 90%
- aardgas, indirect gestookt: 80%
- propaan: 80%
- stookolie, directe warmte: 75%
- stookolie, indirecte warmte: 65%

De prijzen van de energiedragers kunnen verschillen van producent tot producent (tarieven 'grootgebruikers').

5.4

HET BEREKENEN VAN DE ARBEIDS- EN ONDERHOUDSKOSTEN

Het omschakelen naar een andere coating kan meer of minder inzet van arbeid vereisen. We illustreren dit met een voorbeeld waarbij een bedrijf omschakelt van solventgebaseerde naar watergedragen producten.

De factoren die hierbij een rol (kunnen) spelen zijn o.a.:

- De voorbehandeling van de ondergrond kan intensiever zijn. De ontvetting van het oppervlak dient zorgvuldiger te gebeuren wanneer er met een watergedragen verf wordt gewerkt. Dit kan hogere (arbeids) kosten met zich meebrengen;
- Watergedragen producten kunnen in meerdere lagen snel achter elkaar worden aangebracht. In bepaalde gevallen is hier een kostenbesparing te realiseren. Deze besparing is weer afhankelijk van de grootte van het project en het aantal spuiters dat men daarbij inschakelt;
- Onbekendheid van het bedrijf met het verwerken van watergedragen producten kan bij aanvang van de werkzaamheden ongeveer 5 tot 10% extra tijd vergen, en dus extra (arbeids)kosten.

Voor het berekenen van de arbeids- en onderhoudskosten hanteren we de volgende vergelijkingen:

- $\text{Labour_Cost_per_Year} = \text{Number_of_Employees} * \text{Wage} (\text{€} / \text{uur}) * \text{Operating_Hours_per_Year}$
- $\text{Maintenance_Labour_Cost_per_Year} = \text{Wage_of_Maintenance_Labour} * \text{Maintenance_Hours_per_Year}$

Tabel 5 - 11 vermeldt de gegevens nodig voor het berekenen van de arbeids en onderhoudskosten ('labour and maintenance costs').

Tabel 5 - 11: Gegevens nodig voor het berekenen van de arbeids- en onderhoudskosten ('labour and maintenance costs')

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Operating_Hours_per_Shift	Aantal uren in een typische shift.	uur / shift
Operating_Hours_per_Day	Aantal uren dat het bedrijf open is op een typische dag.	uur / dag
Operating_Days_per_Year	Aantal dagen per jaar dat het bedrijf draait. .	dag / jaar
Number_of_Supervisors	Aantal werknemers in de rol van opzichter of ploegbaas. .	#
Supervisors'_Wage	Gemiddeld uurloon van een opzichter of ploegbaas.	€ / uur
Number_of_Applicators	Aantal werknemers die aan de band werken of de coating aanbrengen (spuiters).	#
Applicators'_Wage	Gemiddeld uurloon v/d werknemers die aan de band werken of de coating aanbrengen (spuiters).	€ / uur
Number_of_Others	Aantal 'overige' werknemers, i.e. werknemers die niet tot één van bovenvermelde categoriën behoren (bijvoorbeeld ondersteuning, administratie).	#
Others'_Wage	Gemiddeld uurloon v/d 'overige' werknemers. .	€ / uur
Maintenance_Hours_per_Year	Het aantal uren besteed aan het onderhouden van de uitrusting (enkel voor de coating operaties).	uur / jaar
Additional_Maintenance_Hours_for_Control_Device	Bijkomende onderhoudsuren nodig voor de gekozen emissiebestrijdingsapparatuur.	uur

Spare_Parts_Cost_per_Year	Reserve-onderdelen nodig om de uitrusting (enkel voor de coating operaties) te herstellen.	€ / jaar
----------------------------------	--	----------

Wat betreft de additionele onderhoudskosten voor de toegevoegde technologie: voor een wasser rekent men op gemiddeld 25 uren per jaar, voor een verbrander op gemiddeld 39 uren per jaar.

5.5

HET BEREKENEN VAN DE AFVALVERWIJDERINGSKOSTEN

Voor het berekenen van de afvalkosten hanteren we de volgende algemene afvalkostenvergelijking:

$$\begin{aligned}
 &+ \text{Annual_Filter_Costs} \\
 &+ \text{Cost_of_Hazardous_Waste_Disposal} \\
 &+ \text{Labour_Cost_to_Change_Filters} \\
 &+ \text{Annual_Cost_of_Wasted_Paint} \\
 &+ \text{Cost_of_Sludge_Disposal} \\
 &+ \text{Cost_of_Clean-up} \\
 &= \text{Total_Cost_of_Waste}
 \end{aligned}$$

De componenten van de algemene afvalkostenvergelijking berekenen we als volgt:

- $\text{Annual_Filter_Costs} = \text{Cost_of_Filters} * \text{Number_of_Filters Disposed}$
- $\text{Cost_of_Hazardous_Waste_Disposal} = \text{Cost_to_Dispose_of_x-liter_drum} * \text{Drums_Disposed_per_year}$
- $\text{Labour_Cost_to_Change_Filters} = \text{Annual_Labour_Required_To_Change_Filters} * \text{Wage (€ / uur)}$
- $\text{Annual_Cost_of_Wasted_Paint} = \text{Number_of_Wasted_Liters} * \text{Cost_per_Liter}$
- $\text{Cost_of_Sludge_Disposal} = \text{Sludge_Produced_Each_Year} * \text{Cost_of_Disposal}$
- $\text{Cost_of_Clean-up} = [(\text{Man_Hours_per_Shift} * \text{Wage (€ / uur)}) / (\text{Operating_Hours_per_Shift})] * \text{Operating_hours_per_Year}$

Tabellen 5 - 12, 13 en 14 vermelden de gegevens nodig voor het berekenen van de afvalverwijderingskosten ('waste costs').

Tabel 5 -12: Gegevens nodig voor het berekenen van de filterkosten ('Filter Costs').

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Filters	De gemiddelde prijs betaald voor elke filter. .	€ / filter
Disposed_Filters_in_a_x-liter_Drum	Het aantal filters dat men verwijdert in een x-liter vat.	filters / vat
Disposed_x-liter_Drums	Totaal aantal x-liter vaten dat men verwijdert per jaar.	vaten / jaar

Tabel 5 - 13: Gegevens nodig voor het berekenen van de verwijderingskosten ('Disposal Costs').

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Disposal_of_a x-liter_Drum	De kosten voor het verwijderen van een x-liter vat.	€ / vat

Tabel 5 - 14: Gegevens nodig voor het berekenen van de schoonmaak- en opruimkosten ('Cleanup Costs').

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Clean_up_Hours_per_Shift	Aantal uren dat men besteedt aan het schoonmaken of opruimen, enkel van de aanbrengapparatuur, de mors- of lekverliezen, enz.	uur
Labour_Required_to_Remove_Filters	Aantal uren dat men besteedt aan het verwijderen en vervangen v/d filters.	uur / jaar
Sludge_Produced_Each_Year	De hoeveelheid verfrachten die men mengt met andere jaarlijks voortgebrachte afvalstoffen.	l
Sludge_Disposal	De kosten voor het verwijderen van verfslib.	€ / l

5.6 HET BEREKENEN VAN DE OVERIGE KOSTEN

Voor het berekenen van de overige kosten hanteren we de volgende vergelijkingen:

- $$\text{Other_Costs_Per_Year} = \text{Training_Costs} + \text{Testing_Costs} + \text{Liability_Costs} + \text{Hidden_Costs} + \text{Environmental_Costs} + \text{Safety_Costs} + \text{Health_Consideration_Costs} + \text{Reject/Rework_Costs} - \text{Miscellaneous_Credits}$$

Tabel 5 - 15 vermeldt de gegevens nodig voor het berekenen van de overige kosten ('other costs').

Tabel 5 - 15: Gegevens nodig voor het berekenen van de overige kosten ('other costs').

Kostenvariabele	Omschrijving	Eenheid
Testing	Bij het omschakelen naar een nieuw coating system zal het bedrijf een aantal testen uitvoeren om te zien of de nieuwe coating wel geschikt is voor hun proces en beantwoordt aan de producteisen van hun klanten. Kosten i.v.m. testen omvatten o.a. kosten van de eigen laboratoriumproeven	€ / jaar
Training	Bij het omschakelen naar een nieuw coatingsysteem is het wellicht nodig dat de operatoren worden (her)opgeleid om efficiënt met de nieuwe uitrusting en verf te kunnen omgaan. Men beschouwt enkel die kosten die nodig zijn om de operatoren te leren hoe ze met de nieuwe uitrusting en verf moeten omgaan.	€ / jaar
Liability	Aansprakelijkheidskosten zijn kosten geassocieerd met brandgevaar of andere verzekeringskosten.	€ / jaar
Hidden	Verborgene kosten zijn milieugerelateerde kosten, nodig om aan de milieureglementeringen te voldoen, of bijkomende milieu-uitgaven die verder gaan dan wat wettelijk is vereist.	€ / jaar
Environmental	Kosten die rechtstreeks verband houden met het voldoen aan specifieke milieureglementeringen.	€ / jaar
Safety	Kosten om te voldoen aan de veiligheidsreglementeringen. .	€ / jaar
Health_Consideration	Kosten om te voldoen aan de gezondheidsreglementeringen.	€ / jaar
Reject/Rework	Kosten i.v.m. uitval ('reject') of rework.	€ / jaar
Misc_Credits_(Tax, Energy, Other)	Diverse 'opbrengsten', zoals belastingverminderingen of vermindering van energieheffingen, door een overheid toegekend omdat het bedrijf aan de milieuverplichtingen voldoet.	€ / jaar

5.7

BEREKENING VAN DE JAARLIJKSE KOSTEN

Voor de berekening van de jaarlijkse totale kosten hanteert het model de volgende algemene vergelijking:

$$\begin{aligned}
 &+ \text{Annual_Equipment_Costs} \\
 &+ \text{Annual_Material_Costs} \\
 &+ \text{Annual_Energy_Costs} \\
 &+ \text{Annual_Labour_\&_Maintenance_Costs} \\
 &+ \text{Annual_Waste_Costs} \\
 &+ \text{Annual_Other_Costs} \\
 &= \text{Total_Annual_Cost}
 \end{aligned}$$

De berekeningen van de afzonderlijke componenten hebben we reeds uitvoerig besproken. Voor het berekenen van de jaarlijkse investerings- of uitrustingskosten verwijzen we naar één van de volgende hoofdstukken.

Op basis van het Aantal vierkante meter dat men coat per jaar, de zogenaamde 'Production Rate', kan men de totale jaarlijkse kosten per vierkant meter berekenen. De 'Production Rate' is een van de eerste zaken die we in het model invoeren (zie activiteitsniveau).

- $\text{Total_Annual_Cost_m}^{2*} = \text{Total_Annual_Cost} / \text{Production_Rate}$

*Men rondt deze kost af.

5.8

PRAGMATISCH KOSTENCALCULATIE IN HET MODEL

In werkelijkheid zullen de bedrijven hun kostencalculus op een gelijkaardig gedetailleerd niveau uitvoeren. Voor het model liggen de zaken iets moeilijker.

Aan de ene kant bestaan er zoals gezegd literatuurgegevens, en dit zelfs op vrij gedetailleerd niveau, maar deze literatuurdata gelden ofwel enkel voor zeer specifieke bedrijven (gevalstudies of 'case-studies'), ofwel enkel voor zeer algemene, gemiddelde (zeg maar "virtuele" bedrijven) binnen een sector. Het zijn bovendien vaak, om niet te zeggen in de regel, 'buitenlandse' data, en niets zegt dat de situatie in het buitenland altijd op zinvolle wijze te vergelijken is met toestanden in Vlaanderen. Het is hoe dan ook in beide gevallen zo dat we de gevonden cijfergegevens niet zomaar mogen toepassen op concrete bedrijven binnen onze sectorstudie.

Aan de andere kant zijn bedrijven logischerwijze karig met het verstrekken van gedetailleerde kostengegevens, en dit vooral omwille van de bedrijfsvertrouwelijke aard van dit soort gegevens.

Voor de goede werking van het model is het nochtans van belang om voor elke bedrijfsopatie (voor elk proces binnen elk bedrijf) over relevante, betrouwbare kostendata te beschikken.

De volgende categorieën kostengegevens (per bedrijfsopatie) beschouwen we hoe dan ook als op zijn minst noodzakelijk voor de goede werking van het model:

- Investeringskosten ('Total_Capital_Investment');
- Werkingskosten, uitgesplitst in materiaalkosten, energiekosten, arbeidskosten (inclusief onderhoudskosten), afvalkosten en overige kosten.

6. BEREKENING VAN DE EMISSIES

Om te achterhalen in welke mate een bedrijfsoplossing de emissies naar de omgevingslucht reduceert, moeten we kunnen bepalen wat de emissies zijn indien men deze bedrijfsoplossing toepast, en ze vergelijken met de emissies indien men een referentie-bedrijfsoplossing (bijvoorbeeld een reeds in gebruik zijnde bedrijfsoplossing) toepast.

In het algemeen maakt men onderscheid tussen lekdetectie en schatting van jaarlijkse emissies. Methodes voor lekdetectie zijn niet relevant voor het model. We bekijken enkel methodes waarmee men jaarlijkse emissies en reducties kan bepalen.

Er bestaan in de praktijk verschillende methoden om de emissies te bepalen, die in essentie te herleiden zijn tot 4 grote categorieën (met hierop een aantal varianten):

- rechtstreekse metingen;
- massabalansen;
- emissiefactoren;
- engineering berekeningen.

Het model kan in principe verschillende berekeningsmethoden gebruiken.

6.1 RECHTSTREEKSE METINGEN

De directe of rechtstreekse meting van VOS-emissies is, anders dan bij zwaveldioxiden of stofdeeltjes, eerder uitzondering dan regel. Rechtstreekse VOS-metingen is met name voor diffuse bronnen niet haalbaar. Deze methode kan bovendien zeer duur en complex zijn, zeker wanneer het gaat om vluchtige emissies van een (groot) aantal stoffen.

Rechtstreekse metingen kunnen voor een bedrijf nochtans betrouwbare resultaten opleveren, mits aan een aantal voorwaarden is voldaan. De steekproeven moeten representatief zijn voor heel het productiegebeuren (en mogen zich zeker niet beperken tot enkele processtappen), en ze moeten over een voldoende lange periode zijn gespreid.

Vermits ons model een wiskundig computermodel is, en geen model op schaal van bepaalde productieprocessen, zijn 'rechtstreekse metingen' voor het modelmatig bepalen van de emissies niet echt aan de orde. De relevantie voor het model is enkel dat we eventueel door het model 'berekende' emissies uit het verleden kunnen vergelijken met nauwkeurige, historische bedrijfsmetingen, om na te gaan of de modelberekeningen voldoende nauwkeurig zijn en indien niet om eventueel het model achteraf te 'corrigeren' of te 'callibreren'¹.

¹ Indien de fout in het model een 'systematisch fout' is.

Het gebruik van massabalansen is een voor de hand liggende methode, die dan ook door alle bedrijven in de sector van de voertuigenassamblage wordt toegepast voor de vluchtige organische stoffen (zie rapport, deel 4.1).

De meest algemene vergelijking voor het opstellen van een massabalans is:

$$I1 + I2 = O1 + O2 + O3 + O4 + O5 + O6 + O7 + O8 + O9$$

De input (I) van organische oplosmiddelen moet logischerwijze gelijk zijn aan de output (O) van organische oplosmiddelen.

Men gebruikt voor het bepalen van de massabalans de volgende definities:

- I1. De hoeveelheid aangekochte organische oplosmiddelen als zodanig of in preparaten, die in het proces wordt ingevoerd gedurende de termijn waarover de massabalans wordt bepaald;
- I2. De hoeveelheid teruggewonnen en als oplosmiddel in het proces hergebruikte organische oplosmiddelen als zodanig of in preparaten (de gerecycleerde oplosmiddelen worden telkens meegerekend wanneer ze worden gebruikt om de activiteit uit te oefenen);
- O1. Afgassenemissies;
- O2. In water geloosde organische oplosmiddelen, eventueel rekening houdend met de afvalwaterzuivering bij de berekening van O5;
- O3. De hoeveelheid organische oplosmiddelen die als verontreiniging of als residu in de bij het proces vervaardigde producten achterblijft;
- O4. Niet-afgevangen emissie van organische oplosmiddelen in de lucht. Het gaat hierbij om de algemene ventilatie van ruimtes, waarbij de lucht via ramen, deuren, luchtafvoerkanalen en soortgelijke openingen in het buitenmilieu terechtkomt;
- O5. Organische oplosmiddelen en/of organische verbindingen die door chemische of fysische reacties verloren gaan (met inbegrip van hoeveelheden die door verbranding, een andere zuivering van afgassen of afvalwaterzuivering vernietigd worden of bijvoorbeeld door adsorptie opgevangen worden, mits die niet bij O6, O7 of O8 worden meegerekend);
- O6. Organische oplosmiddelen in ingezameld afval;
- O7. Organische oplosmiddelen als zodanig of in preparaten die als een product met handelswaarde worden verkocht of bestemd zijn om te worden verkocht;
- O8. Organische oplosmiddelen in preparaten die voor hergebruik worden teruggewonnen maar niet opnieuw in het proces worden ingebracht, mits deze niet bij O7 worden meegerekend.
- O9. Organische oplosmiddelen die op andere wijze vrijkomen.

Het juiste gebruik van massabalansen voor het bepalen van de emissies naar de omgevingslucht vergt het voldoende nauwkeurig bijhouden van o.a. alle materiaalgebruik, van alle afvalstromen en (eventueel) van de lozingen van afvalwaters, wat niet zo evident is. Het gebruik van massabalansen in het algemeen kan tot sterk vertekende resultaten leiden, omdat enerzijds de vluchtige emissies vaak minder dan 2% van het bruto materiaalgebruik uitmaken, en anderzijds afwijkingen van 5% in het schatten van het materiaalgebruik of de

voortbrenging van afvalstromen niet ongewoon zijn. In deze sector is dit echter niet het geval.

Voor het model is het gebruik van ‘massabalansen’ slechts een verschuiven van het probleem, omdat we om O1 te schatten nog altijd modelmatig de inputs (I1 en I2) en de overige outputs (O2 tot en met O9) moeten berekenen. Het belang van een massabalans voor het model is dat de verwijdering van afval dat organische oplosmiddelen bevat een relatief belangrijke kostenfactor kan zijn (zie kostencalculus). Het is wellicht mogelijk om op basis van gekende massabalansen van de bedrijven bij benadering te achterhalen welke percentages van de verbruikte VOS achterblijven in de te verwijderen afvalstromen.

6.3 EMISSIEFACTOREN

Men kan voor het schatten van de emissies van een bepaalde processtap gebruik maken van ‘gemiddelde emissiefactoren’. Dergelijke emissiefactoren zijn terug te vinden in de literatuur. Tabellen 6 – 16, 17 en 18 geven voorbeelden van gemiddelde emissiefactoren, voor verschillende coatingprocessen en bedrijven in de sector van de voertuigenassemblage. Deze factoren zijn gedateerd, en dienen louter ter illustratie.

Tabel 6 - 16: Emissiefactoren voor motorvoertuigen en ‘light duty trucks’ voor verschillende coatingprocessen

		Motorvoertuigen (kg VOS)		Light Duty Truck (kg VOS)	
		Per voertuig	Per uur	Per voertuig	Per uur
Prime coat	Solventborne spray	6,61	363	19,27	732
	Cathodic electrodeposition	0,21	12	0,27	10
Guide coat	Solventborne spray	1,89	104	6,38	243
	Waterborne spray	0,68	38	2,3	87
Topcoat	Lacquer	21,96	1208	ND	ND
	Dispersion lacquer	14,50	798	ND	ND
	Enamel	7,08	390	17,71	673
	Basecoat / clearcoat	6,05	333	18,91	719
	Waterborne	2,25	124	7,03	267

^a enkel niet-methaan VOS

^b emissiefactoren als kg C

ND = no data

Bron: USEPA, January 1995

Tabel 6 - 17: Emissiefactoren voor het coaten van voertuigen – passagiersvoertuigen en niet-commerciële voertuigen

Oppervlakte v/h voertuig (m ²) ^{a,b}	VOS emissiefactor Solid Paint (kg / m ²) ^b	VOS Emissiefactor Metallic Paint (kg / m ²) ^b
55	0,1599	0,1836
65	0,1890	0,2170
75	0,2064	0,2299
85	0,2202	0,2428
95	0,2357	0,2557
105	0,2513	0,2685
115	0,2669	0,2814
125	0,2960	0,3114
135	0,3286	0,3456

^a Eenheden uitgedrukt als m³ van het te coaten voertuigoppervlak

^b Eenheid uitgedrukt als kg oplosmiddel per m² v/h te coaten oppervlak

Bron: op basis van gegevens v/h European Environment Agency EMEP/CORINAIR 1996

Tabel 6 - 18: Emissiefactoren voor het coaten van voertuigen – commerciële voertuigen

Vehicle Type and Surface Area (m ²) ^a	VOS Emissiefactor (kg / m ²) ^{a,b}
Trucks	0,12
- cabins (60-75)	
- boxes (80)	
- axles (4-8)	
- chassis (11-25)	
Bussen	0,5
- bodies (220 – 280)	
- chassis (18 – 25)	
Bestelwagens (120)	0,12

^a Eenheden uitgedrukt als m³ van het te coaten voertuigoppervlak

^b Eenheid uitgedrukt als kg oplosmiddel per m² van het te coaten oppervlak

Bron: op basis van gegevens van het European Environment Agency EMEP/CORINAIR 1996

Er zijn geen emissiefactoren beschikbaar voor finaal topcoat repair, reiniging (behalve ontvetten met oplosmiddelen), het coaten van kleine onderdelen, en het aanbrengen van sealers.

Om de emissies te bepalen met behulp van emissiefactoren maken we gebruik van bovenstaande tabellen en een wiskundige vergelijking zoals:

$$E_{kpy,i} = [A \times OpHrs] \times EF_i \times \left[1 - \left(\frac{CE_i}{100} \right) \right]$$

met:

- $E_{kpy,i}$ = emissies van vervuulende stof i, kg/jaar
- A = activiteitsgraad, ton/uur of m²/uur of voertuigen / uur
- OpHrs = werkingsuren, uur/jaar
- EF_i = emissiefactor van vervuulende stof i, voor de nageschakelde techniek, kg / ton of kg / m² of kg / voertuig (op te zoeken in de tabellen)
- CE_i = globaal verwijderingsrendement van de nageschakelde techniek voor vervuulende stof i, %.

Een voorbeeld zal het gebruik van emissiefactoren verduidelijken. Een assembleur van motorvoertuigen verwerkt gemiddeld 35 voertuigen per uur door de coating lijn, waar hij gebruikt maakt van een watergedragen coating proces. De spuitcabine is uigerust met een naverbrander, met een verwijderingsrendement van 95%. De coating lijn is 2.750 uren per jaar operationeel. De emissies worden als volgt berekend:

$$E_{kpy,i} = [35 \times 2.750] \times (0,21 + 0,68 + 2,25) \times \left[1 - \left(\frac{95}{100} \right) \right]$$

$$= 15.111$$

De assembleur emitteert 15.111 kg VOS per jaar. We tellen de emissiefactoren op voor elk type coating dat hij gebruikt. De informatie rond emissiefactoren halen we uit de bovenstaande tabellen.

We kunnen emissiefactoren perfect in het simulatiemodel integreren, maar om goed te zijn zouden we de factoren zoveel mogelijk moeten kunnen baseren op de werkelijke toestand van de bedrijven in de sector van de voertuigenassemblage in Vlaanderen. Het grote voordeel van het gebruik van emissiefactoren is dat ze heel makkelijk te gebruiken zijn. Het grote nadeel van het gebruik van emissiefactoren **uit de literatuur** is dat men veronderstelt dat de omstandigheden in het bedrijf waarvoor men de factoren gebruikt zeer gelijkaardig zijn aan de omstandigheden in de bedrijven waarop men zich heeft gebaseerd om de factoren in eerste instantie te bepalen. M.a.w., emissiefactoren houden veel te weinig (of geen) rekening met bedrijfsspecifieke omstandigheden.

6.4 ENGINEERING BEREKENINGEN

Men kan theoretische, vrij complexe vergelijkingen gebruiken om de emissies van een aantal coating processen te schatten. Dergelijke vergelijkingen zijn op zich ook een soort 'modellen', en lenen zich dan ook uitstekend voor integratie in een globaal simulatiemodel van de sector.

Een voorbeeld van een dergelijke vergelijking is als volgt:

$$E_v = \frac{A_v \times c_1 \times T_F \times V_c \times c_2}{S_c \times e_T}$$

met:

- E_v = totale VOS emissiefactor, voor nageschakelde techniek, kg / voertuig
- A_v = de te coaten oppervlakte per voertuig, m^2 / voertuig
- c_1 = conversiefactor, 0,001m / mm
- T_F = dikte van de droge coating film, mm
- V_c = VOS inhoud van de coating zoals toegepast ('as applied'), minus water, kg VOS C / l coating, minus water
- c_2 = conversiefactor, 1000 l / m^3

- S_c = vaste stof in coating zoals toegepast ('as applied'), volume fractie, l vaste deeltjes / l coating
- e_T = aanbrengrendement ('transfer efficiency'), fractie

Een voorbeeld zal het gebruik van 'engineering berekeningen' verduidelijken. Het toegepaste coating proces is een cathodic electrodeposited prime coat. We beschikken verder over de volgende gegevens:

- $A_v = 79 \text{ m}^2$
- $T_F = 0,015 \text{ mm}$
- $V_c = 0,144 \text{ kg VOC} / \text{l} - \text{H}_2\text{O}$
- $S_c = 0,84 \text{ l} / \text{l} - \text{H}_2\text{O}$
- $e_T = 100 \%$

De emissies worden als volgt berekend:

$$E_V = \frac{A_v \times c_1 \times T_F \times V_c \times c_2}{S_c \times e_T}$$

$$= \frac{(79) \times (0.001) \times (0.015) \times (0.1444) \times (1000)}{(0.84) \times (1.00)}$$

$$= 0.2$$

De berekende emissie is 0,2 kg per voertuig.

Het voordeel van 'engineering berekeningen' t.o.v. 'pure emissiefactoren' is dat ze gebaseerd zijn op bedrijfsspecifieke omstandigheden. Hun grote nadeel is dat ze vrij uitgebreide en gedetailleerde inputs vergen, en dat het schattingsproces zelf vrij complex en tijdrovend kan zijn.

6.5

PRAGMATISCHE BEREKENING VAN DE EMISSIES IN HET MODEL

In de praktijk zullen we voor het model een pragmatische aanpak moeten hanteren. Het ideaal is het gebruik van 'engineering berekeningen', en het model is hier ook op voorzien. Het model kan desgewenst eveneens gebruik maken van emissiefactoren, of indien het moet, zelfs van massabalansen.

We beschikken jammer genoeg slechts over een volledige dataset van emissies per proces in een bepaald basisjaar (2001). Omdat we hoe dan ook de evolutie van de emissies moeten inschatten, en deze evolutie, ceteris paribus, afhankelijk is van de activiteitsniveaus (geproduceerde hoeveelheden), zullen we in eerste instantie veronderstellen dat er een bijna perfecte correlatie is tussen activiteitsniveaus en emissies, gegeven dezelfde technologieën en wijze van procesvoering.

We zullen met andere woorden voor het bepalen van de referentie-emissies veronderstellen dat een toename van het activiteitsniveau gepaard gaat met een evenredige toename van de emissies per proces, per definitie in de veronderstelling dat het bedrijf dezelfde processen en procesvoering blijft hanteren. Deze veronderstelling is enkel correct indien de functie die de emissies uitdrukt in relatie met de productie homothetisch van de eerste orde is.

7. KEUZE VAN DE OPTIMALE MIX VAN BEDRIJFSOPTIES

In de voorgaande stappen van het simulatiemodel hebben we in principe, voor elk afzonderlijk proces in elk individueel bedrijf, de verwachte activiteitsniveaus ingevoerd, alle technisch mogelijke combinaties van maatregelen ('bedrijfsopties') geïdentificeerd, de kosten (zowel investerings- als werkingskosten) van deze bedrijfsopties berekend, en de resulterende emissies geschat indien de bedrijven deze bedrijfsopties zouden hanteren.

Voor elk proces in een bedrijf moet nu de 'meest optimale' bedrijfsoptie worden gekozen. Herinner u dat per proces in een bedrijf de bedrijfsopties elkaar wederzijds uitsluiten. Het bedrijf investeert ofwel in een roterende elektrostatische aanbrengmethode, of in een methode voor het aanbrengen van poedercoatings, maar - voor hetzelfde proces - niet in beide tegelijk. Het zou ook kunnen dat het bedrijf helemaal geen gebruik maakt van een alternatieve bedrijfsoptie, omdat ofwel de bestaande bedrijfsoptie reeds de meest optimale bedrijfsoptie is, gegeven de technische mogelijkheden, of omdat men elders in het bedrijf - in een andere proces - hogere emissiereducties op een meer bedrijfseconomisch verantwoorde manier kan bewerkstelligen.

Voor de keuze van de optimale bedrijfsopties, moeten we twee varianten van het model ontwikkelen:

- de bedrijfsvariant;
- de sectorvariant.

In dit hoofdstuk bespreken we enkel de bedrijfsvariant. De sectorvariant behandelen we in het volgende hoofdstuk over de bepaling van de sectoriële marginale kostenkurve.

7.1 BEDRIJFSECONOMISCHE CRITERIA

De bedrijfsvariant is het model dat het nauwst aansluit bij de werkelijkheid. Het is tevens de variant die de modelgebruiker toelaat om meteen rekening te houden met de effecten van het gebruik van bepaalde beleidsinstrumenten door de overhe(i)d(en), zoals het opleggen van installatienormen, productnormen, emissienormen, heffingen op afvalstromen, het toestaan van een investeringsaftrek voor milieu-investeringen, enz...

In werkelijkheid zullen de investerings- en operationele beslissingen op bedrijfsniveau worden genomen (en niet op niveau van een lokale of regionale overheid).

Een bedrijf gebruikt reeds een aantal procestechnologieën en bepaalde wijzen van procesvoering, al dan niet aangevuld met toegevoegde technieken. Het bedrijf moet ook voldoen aan de vigerende milieureglementeringen. We veronderstellen dat alle bedrijven zich daadwerkelijk aan de milieuwetgeving houden.

Het bedrijf weet dat het in de (nabije) toekomst zal worden onderworpen aan strengere milieureglementeringen, bijvoorbeeld strengere emissienormen. We blijven veronderstellen dat het bedrijf zich aan de wet houdt, en een aantal combinaties van maatregelen zal doorvoeren, in één of meerdere processen, om tijdig aan de nieuwe, toekomstige milieureglementeringen te voldoen.

Het bedrijf zal die 'bedrijfsopties' kiezen, die voor haar bedrijfseconomisch het meest verantwoord zijn, en die haar toelaten om veilig binnen de grenzen van wat wettelijk wordt voorgeschreven te blijven.

Er bestaan een aantal bedrijfseconomische technieken om te bepalen welke investeringen uit een verzameling van mogelijke alternatieve investeringen of 'bedrijfsopties', optimaal zijn voor het bedrijf. Deze technieken zijn o.a.:

- De terugverdiëntijd ('pay back');
- De interne opbrengstvoet ('internal rate of return' of IRR);
- De netto huidige waarde ('net present value' of NPV).

De bedrijfsvariant van het model laat de modelgebruiker toe om één van deze bedrijfseconomische technieken te kiezen.

De methode die doorgaans in de bedrijfseconomische handboeken de voorkeur krijgt is deze van de 'netto huidige waarde'.

De (vereenvoudigde) berekening van de netto huidige waarde gebeurt met de volgende vergelijking:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

met:

- NPV = 'net present value' of Netto Huidige Waarde
- CF_t = de cash flow op het einde van periode t
- r = de vereiste return per periode
- n = het totaal aantal perioden in de levensduur van de investering
- I_0 = de benodigde initiële cash investering

Bij het berekenen van de 'kasstromen' CF_t en het initiële investeringsbedrag houdt het model rekening met bepaalde beleidsinstrumenten, zoals (eventuele) heffingen op afvalstoffen of op lozingen van afvalwaters, investeringskredieten, enz...

Voor 'normale' investeringen zal het bedrijf alle alternatieve, niet elkaar wederzijds uitsluitende bedrijfsopties kiezen die de hoogste netto huidige waarde opleveren, en die binnen het investeringsbudget ('capital rationing') van het bedrijf vallen.

Voor milieu-investeringen kunnen we verwachten dat voor een aantal (of wellicht zelfs de meeste) bedrijfsopties de 'cash flows' in een groot aantal of zelfs in alle perioden negatief zullen zijn, met een negatieve netto huidige waarde tot gevolg. Een bedrijf zou normaliter nooit kiezen voor een investering met een negatieve netto huidige waarde (omdat dit de waarde van de onderneming verkleint), maar voor milieu-investeringen moet het bedrijf rekening houden met bijkomende restricties. We zullen deze beperkingen uitvoerig bespreken in de paragraaf over 'Selectie d.m.v. mixed integer programming'. De optimale bedrijfsopties zullen uiteindelijk deze alternatieve bedrijfsopties zijn met de meest positieve c.q. **minst negatieve** netto huidige waarden, die aan alle technische, bedrijfseconomische en milieugerelateerde restricties beantwoorden.

7.2 **VERSCHILLENDE LEVENSDUUR**

We moeten er rekening mee houden dat bepaalde alternatieve bedrijfsopties een verschillende levensduur kunnen hebben. Om dit op te lossen gaan we de netto huidige waarden "annualizeren". Dit doen we met behulp van een delgingsfactor.

De delgingsfactor wordt berekend met de volgende vergelijking:

$$C = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

met:

- C = de 'annual equivalent of a present sum';
- r = de rentevoet of interestvoet;
- n = het aantal perioden.

De geannualiseerde netto huidige waarden laten toe de alternatieven met verschillende levensduur op zinvolle wijze met elkaar te vergelijken. We zullen deze waarden trouwens ook nodig hebben voor het opstellen van de marginale bestrijdingskostencurves.

7.3 **TIMING**

Een belangrijk aspect, dat in de bedrijfsvariant van het simulatiemodel is opgenomen, is de timing van de (investerings)beslissingen.

Deze timing zal o.a. afhankelijk zijn van de volgende factoren:

- Het bedrijf moet in een bepaald jaar de bestaande installaties vervangen (vervangingsinvesteringen). Bij de keuze van vervangende technologie zal het bedrijf onder meer rekening houden met milieu-overwegingen;
- Het bedrijf moet vanaf een bepaald jaar de bestaande capaciteit uitbreiden (uitbreidingsinvesteringen). Het model behandelt uitbreidingsinvesteringen ongeveer op gelijke wijze als vervangingsinvesteringen;

- Vanaf een bepaald jaar zal het bedrijf niet meer voldoen aan de milieureglementeringen, en is het verplicht te investeren in bepaalde milieuvriendelijker processen en / of wijzen van procesvoering (bijvoorbeeld materiaalsubstitutie) en / of toegevoegde technologieën. We moeten hierbij rekening houden met 'lead times', i.e. de tijd nodig tussen de eigenlijke investeringsbeslissing en het ogenblik dat de nieuwe installatie daadwerkelijk operationeel wordt. Veranderingen in procesvoering zijn in vele gevallen op (bijna) elk tijdstip door te voeren, maar veranderingen van procestechnologieën – die vaak gepaard gaan met belangrijke investeringen – zijn enkel bedrijfseconomisch te verantwoorden indien het bedrijf toe is aan vervangings- of uitbreidingsinvesteringen (zie boven).

In de eerste twee gevallen (vervangings- en uitbreidingsinvesteringen) spreekt men soms van het 'natuurlijk beslismoment' of 'natuurlijk investeringsmoment'. Om dit moment te kennen hebben we informatie nodig over de ouderdom van de (bestaande) installaties en hun verwachte levensduur. We moeten m.a.w. weten wanneer ze (economisch) afgeschreven zullen zijn.

Het al dan niet samenvallen van het 'natuurlijk investeringsmoment' met het moment waarop een bedrijf moet investeren om aan de milieureglementeringen te voldoen, kan grote gevolgen hebben voor welke kosten we als 'zuivere milieukosten' moeten beschouwen, en welke niet. We verduidelijken dit in de volgende paragraaf over 'incrementeel werken'.

7.4

INCREMENTEEL WERKEN

De bedrijfseconomische theorie leert dat we bij het vergelijken van twee, elkaar wederzijds uitsluitende alternatieven, **incrementeel** moeten werken. Dit betekent concreet dat we **enkel rekening moeten houden met de meerkosten en – opbrengsten** van het ene alternatief t.o.v. het andere.

Stel dat we voor een coating proces 2 verschillende bedrijfsopties hebben die allebei een investering in dezelfde aanbrenghmethode vereisen, maar elk met gebruik van een verschillende coating. Alle investeringskosten van de aanbrenghmethode die voor beide alternatieve bedrijfsopties gelijk zijn, mogen we ten behoeve van de optimale selectie **negeren**. We moeten m.a.w. enkel rekening houden met eventuele **extra** investeringskosten als gevolg van het gebruik van een andere coating. De toe- of afname van de werkingskosten t.g.v. het gebruik van een andere coating moeten we uiteraard ook in rekening brengen.

Om te bepalen wat "zuivere milieukosten (of eventueel –opbrengsten)" zijn, moeten we elke bedrijfsoptie vergelijken met een referentie-bedrijfsoptie. De referentie-bedrijfsoptie is per definitie die bedrijfsoptie die het bedrijf zou kiezen indien het niet wordt onderworpen aan (extra) milieubeperkingen.

De zuivere 'milieukosten' zijn het verschil tussen de (geannualizeerde) netto huidige waarde van de daadwerkelijk gekozen bedrijfsoptie en de (geannualizeerde) netto huidige waarde van de referentie-bedrijfsoptie.

Stel dat bij vervangingsinvesteringen de ‘referentie-bedrijfs optie’ toevallig ook de bedrijfs optie is die het best beantwoordt aan de geldende milieubeperkingen. Strikt genomen zijn de kosten voor deze bedrijfs optie geen ‘milieukosten’, want het bedrijf zou hoe dan ook voor deze bedrijfs optie hebben gekozen en de kosten als ‘normale’ investeringskosten hebben beschouwd¹.

Er zijn geen duidelijke regels over de wijze waarop we deze ‘meeruitgaven’ alias ‘milieu-uitgaven’ in de marginale bestrijdingskostenfuncties moeten behandelen.

7.5

SELECTIE D.M.V. MIXED INTEGER PROGRAMMING (MIP)

We weten reeds dat een bedrijf, in principe voor al haar relevante processen (de processen die verantwoordelijk zijn voor de emissies), die bedrijfs opties zal kiezen met de meest positieve c.q. minst negatieve geannualizeerde netto huidige waarde. We vertalen dit wiskundig naar een ‘optimalizeringsfunctie’, waarbij we de som van de geannualizeerde netto huidige waarden van alle voor dat bedrijf relevante bedrijfs opties maximaliseren.

De keuzes worden beperkt door een aantal zogenaamde ‘beperkende randvoorwaarden’. Deze zijn:

1. De investeringen moeten binnen het investeringsbudget blijven (‘capital rationing’);
2. Het bedrijf moet rekening houden met elkaar wederzijds uitsluitende investeringen (voor elk proces kan men slechts één ‘bedrijfs optie’ weerhouden, die weliswaar een combinatie kan en zal zijn van verschillende ‘maatregelen’);
3. Het bedrijf moet rekeningen houden met afhankelijkheden tussen de investeringen – bijvoorbeeld het gebruik van poedercoatings impliceert het gebruik van de hierop voorziene aanbrengmethoden. Het voorbeeld is ongelukkig gekozen, omdat hiermee eigenlijk al rekening is gehouden bij het opstellen van de lijst van ‘opties’;
4. Het bedrijf moet voldoen aan alle opgelegde milieurestricties, meer in het bijzonder emissienormen, hetzij op procesniveau, hetzij op bedrijfsniveau.

We lossen dit probleem op door **voor elk bedrijf afzonderlijk** een ‘mixed integer programming’ of MIP submodel op te stellen en op te lossen. De constructie van het submodel en de oplossing ervan gebeurt via vrij uitgebreide en complexe submodules binnen het computerprogramma, waarvan de gedetailleerde beschrijving niet thuishoort in dit rapport. We beperken ons tot een korte beschrijving van het MIP submodel.

Een MIP-model is een ‘optimalizeringsmodel’. We maximaliseren de som van de netto huidige waarden van de diverse alternatieven (of zorgen ervoor dat deze alternatieven met de minst negatieve netto huidige waarden worden gekozen).

¹ $NHW_{\text{gekozen-optie}} - NHW_{\text{referentie-optie}} = NHW_{\text{referentie-optie}} - NHW_{\text{referentie-optie}} = 0$

De 'beslissingsvariabelen' zijn binaire of "0-1" variabelen, waarbij we (arbitrair) de waarde 1 toewijzen aan investeringen die het bedrijf wel zal uitvoeren, en de waarde 0 aan de alternatieven die het bedrijf niet zal uitvoeren. Binaire variabelen zijn eigenlijk bijzondere 'geheeltallige' (of 'integer') variabelen, vandaar de benaming MIP.

De hierboven beschreven beperkende nevenvoorwaarden worden in het MIP submodel opgenomen onder de vorm van wiskundige vergelijkingen. Door de vorm van deze vergelijkingen op de gepaste wijze te kiezen, kunnen we ervoor zorgen dat het model bij de keuzes rekening houdt met elkaar uitsluitende alternatieven, onderlinge afhankelijkheden tussen de alternatieven, milieubeperkingen, budgetbeperkingen, en eventueel nog andere restricties.

Het algemene model kan (vereenvoudigd) wiskundig als volgt worden geschreven:

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximize} && \sum_{i=1}^M P_i x_i \\
 \text{subject to} &&& - \sum_{i=1}^M f_{it} x_i \leq b_t \text{ for } t = 1, 2, \dots, N \\
 &&& \sum_{j=1}^{J_k} x_{ijk} \leq 1 \text{ for } k = 1, 2, \dots, K \\
 &&& x_{il} \leq \sum_{j=1}^{J_l} x_{ijl} \text{ for } l = 1, 2, \dots, L \\
 &&& \sum_{i=1}^M E_{it} x_{it} \leq E_t \text{ for } t = 1, 2, \dots, N \\
 &&& 0 \leq x_i \leq 1 \text{ for } i = 1, 2, \dots, M \\
 &&& x_i \text{ integer variables}
 \end{aligned}$$

met:

- P_i = de (geannualizeerde) netto huidige waarde voor het i-de project
- f_{it} = de verwachte kasstroom voor project i gedurende periode t
- E_{it} = de verwachte emissies van project i in periode t
- E_t = de emissiedrempel voor het bedrijf in periode t
- b_t = het beschikbare budget in periode t
- M = het totaal aantal alternatieve projecten
- N = het aantal perioden
- K = het aantal (relevante) processen in het bedrijf
- L = het aantal projecten afhankelijk van andere projecten
- J_k = het aantal elkaar wederzijds uitsluitende projecten binnen een proces k
- J_l = het aantal projecten waarvan een project x_i afhankelijk is
- x_i = de fractie van project i waarvoor de fondsen worden gebruikt
- x_{ijk} = de elkaar wederzijds uitsluitende projecten ('opties') binnen een proces k
- x_{ijl} = de projecten waarvan een project x_{il} afhankelijk is

We bepalen met behulp van dit wiskundig model voor elk afzonderlijk bedrijf de optimale mix van investeringsalternatieven. Het hierboven beschreven model is slechts één van de vele mogelijke varianten. We zouden bijvoorbeeld emissiedrempels per proces i.p.v. voor heel het bedrijf kunnen opleggen. Het is tevens mogelijk om nog meer beperkende randvoorwaarden op te leggen.

Het is mogelijk om op basis van de geselecteerde opties voor elk bedrijf afzonderlijk een 'marginale kostenbestrijdingsfunctie' te construeren. Voor deze studie heeft dit echter weinig zin.

Het nadeel van de bedrijfsvariant is dat we enkel rekening houden met emissienormen per bedrijf, of per proces in een bedrijf, en niet met een globale emissiedrempel voor heel de sector. Het oplossen van dit probleem is gelukkig niet zo moeilijk, wat we in het volgende hoofdstuk duidelijk maken.

In het kader van deze studie dienen we in principe de ‘sectorvariant’ van het simulatiemodel te gebruiken om ‘marginale bestrijdingskostenfuncties’ te berekenen. De sectorvariant wijkt niet zo veel af van de bedrijfsvariant. Net zoals voor de bedrijfsvariant berekenen we, per bedrijf en per proces, de geactualizeerde ‘netto huidige waardes’ van de verschillende bedrijfsopties.

In principe gebruiken we eenzelfde soort “mixed integer programming” model als in de bedrijfsvariant. Het grote verschil is dat we nu niet per bedrijf de optimale keuze gaan maken, maar wel op niveau van heel de sector (of subsector) (vandaar de naam ‘sectorvariant’). De optimaliseringsfunctie houdt nu rekening met alle opties van alle processen van **alle** bedrijven in de sector.

De beperkende randvoorwaarden zijn in wezen eveneens dezelfde als deze in de bedrijfsvariant, maar weerom houden we rekening met alle opties van **alle** bedrijven in de sector.

Vooraf de milieurestrictie verdient een aparte bespreking. Deze restrictie is in wezen het opleggen van een ‘emissieplafond’ die voor heel de sector geldt. M.a.w. het model zal de opties zo kiezen dat de gezamenlijke emissies van alle processen van alle bedrijven in de sector in een bepaald jaar een vooraf opgelegd emissieplafond niet overschrijden.

De sectorvariant heeft enkele nadelen t.o.v. de bedrijfsvariant:

- De sectorvariant laat niet toe om rechtstreeks de effecten van het gebruik van bepaalde beleidsinstrumenten in te schatten. Het feit dat de gezamenlijke emissies van alle bedrijven in de sector een bepaald plafond in een bepaald jaar niet overschrijden, zegt niets over hoe groot bijvoorbeeld productnormen of emissienormen moeten zijn om dit resultaat te bereiken;
- De sectorvariant laat niet toe om op een volledig zinvolle manier de ‘timing’ van de investeringsbeslissingen in rekening te brengen (tenzij we het model zo sterk uitbreiden en complexer maken dat het nog nauwelijks uit te rekenen valt).

Na het uitwerken van het model kennen we voor alle processen van alle bedrijven in de sector alle definitief geselecteerde bedrijfsopties, hun geannualizeerde totale kosten, en de emissiereducties die ze bewerkstelligen. We kunnen vervolgens op basis van deze informatie een ‘marginale bestrijdingskostenfunctie’ voor heel de sector opstellen. Deze zou echter enkel gelden voor één bepaald scenario, wat niet de vraag is van de opdrachtgever. We hebben, om aan de concrete vraag van de opdrachtgever te beantwoorden, de werkwijze verder aangepast, zoals besproken in hoofdstuk 8 van dit rapport.

INHOUDSTAFEL

7.	BEPALING VAN DE KOSTEN	91
7.1	WEERHOUDEN MAATREGELLEN	91
7.1.1	Beschrijving	91
7.1.2	Interacties van de maatregelen met andere milieucompartmenten	93
7.1.3	Kosten van de individuele maatregelen	94
7.2	GEMIDDELDE EENHEIDSREDUCTIEKOSTEN	97
7.2.1	Uitgangspunten	97
7.2.2	Auto-assemblage	98
7.2.3	Andere bedrijven	101
7.3	OPSTELLEN VAN SCENARIO'S	103
7.4	ONZEKERHEID OP DE GEGEVENS	102
8.	AFLEIDING VAN SCENARIO'S	105
8.1	DE ECONOMISCHE GROEI IN DE SCENARIO'S	105
8.2	METHODIEK - MODELLERING	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
8.3	TOTALE KOSTENCURVEN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
8.4	MARGINALE KOSTENCURVEN	116
8.5	SCENARIO'S	117
8.5.1	Algemeen	117
8.5.2	Het "Business-As-Usual" scenario	120
8.5.3	Het "Solvent Richtlijn" scenario	121
8.5.4	Het "NEC" scenario	122
8.5.5	Het "technisch-economisch limiet" scenario	123
8.5.6	Samenvatting	123
8.6	SOCIAAL-ECONOMISCHE EFFECTEN VAN DE SCENARIO'S	124
9.	VERGELIJKING VAN DE RESULTATEN MET DE RAINS-MODELLERING	127
9.1	INLEIDING	127
9.2	VERONDERSTELLINGEN INZAKE ECONOMISCHE GROEI	127
9.3	REFERENTIENIVEAU VAN DE EMISSIES	128
9.4	VERONDERSTELLINGEN INZAKE BEDRIJFSECONOMISCHE PARAMETERS	128
9.5	MAATREGELLEN, RENDEMENTEN EN GEMIDDELDE EENHEIDSREDUCTIEKOSTEN	129
9.6	MARGINALE KOSTENCURVEN	132

10.	SAMENVATTING	134
	10.1	AfBakening van de Sector
		134
	10.2	Relevante Processen en Activiteiten
		134
	10.3	Evolutie van de Emissies in de Periode 1990 – 2001
		137
	10.4	Knelpunten bij de Implementatie van de Solventrichtlijn
		138
	10.5	Evaluatie van de Emissiereductiemaatregelen
		140
	10.6	Bepaling van de Kosten van de Maatregelen
		141
	10.6.1	Weerhouden maatregelen
		141
	10.6.2	Interacties van de maatregelen met andere milieucompartimenten
		142
	10.6.3	Kosten van de individuele maatregelen
		143
	10.6.4	Gemiddelde eenheidsreductiekosten
		144
	10.6.5	Onzekerheid op de gegevens
		146
	10.7	Afleiding van Scenario's
		147
	10.7.1	Inleiding
		147
	10.7.2	De economische groei in de scenario's
		147
	10.7.3	Totale kostencurven
		147
	10.7.4	Marginale kostencurven
		150
	10.7.5	Scenario's
		151
	10.8	Vergelijking met de RAINS-modellering
		155
	10.8.1	Inleiding
		155
	10.8.2	Veronderstellingen inzake economische groei
		156
	10.8.3	Referentieniveau van de emissies
		156
	10.8.4	Maatregelen, rendementen en gemiddelde eenheidsreductiekosten
		156
	10.8.5	Marginale kostencurven
		158

BIJLAGE

1.	INLEIDING	2
2.	BOTTOM-UP BENADERING	3
3.	DE VERWACHTE EVOLUTIE VAN DE ACTIVITEITEN	4
	3.1	Keuze van het Niveau
		4
	3.2	Keuze van Groeifactoren
		5
	3.3	What-if' Scenario's
		6
4.	TECHNISCH HAALBARE COMBINATIES VAN MAATREGELLEN	7
	4.1	Het Definieren van 'Opties'
		7
	4.2	Eliminatie van Bedrijfsopties in de Sector van de Voertuigenassemblage
		8
	4.3	Referentie-Bedrijfsopties
		10

5.	KOSTENCALCULATIES	12
5.1	HET BEREKENEN VAN DE INVESTERINGSKOSTEN	12
5.2	HET BEREKENEN VAN DE MATERIAALKOSTEN	15
5.3	HET BEREKENEN VAN DE ENERGIEKOSTEN	17
5.4	HET BEREKENEN VAN DE ARBEIDS- EN ONDERHOUDSKOSTEN	20
5.5	HET BEREKENEN VAN DE AFVALVERWIJDERINGSKOSTEN	22
5.6	HET BEREKENEN VAN DE OVERIGE KOSTEN	23
5.7	BEREKENING VAN DE JAARLIJKSE KOSTEN	24
5.8	PRAGMATISCH KOSTENCALCULATIE IN HET MODEL	25
6.	BEREKENING VAN DE EMISSIES	26
6.1	RECHTSTREEKSE METINGEN	26
6.2	MASSABALANSEN	27
6.3	EMISSIEFACTOREN	28
6.4	ENGINEERING BEREKENINGEN	30
6.5	PRAGMATISCHE BEREKENING VAN DE EMISSIES IN HET MODEL	31
7.	KEUZE VAN DE OPTIMALE MIX VAN BEDRIJFSOPTIES	32
7.1	BEDRIJFSECONOMISCHE CRITERIA	32
7.2	VERSCHILLENDE LEVENSDUUR	34
7.3	TIMING	34
7.4	INCREMENTEEL WERKEN	35
7.5	SELECTIE D.M.V. MIXED INTEGER PROGRAMMING (MIP)	36
8.	MARGINALE KOSTENBESTRIJDINGSFUNCTIES	39

AMINAL sectie Lucht

Evaluatie van het reductie-
potentieel voor VOS-emissies
naar het compartiment lucht:
Sector van de automobielassemblage

Juli 2003

**Environmental Resources
Management-ERM nv**

Visverkopersstraat 13
1000 Brussel
Tel. 00 32 2 550.02.80
Fax. 00 32 2 550.02.99

Posthoflei 3
2600 Antwerpen
Tel. 00 32 3 287.36.50
Fax. 00 32 3 287.36.79

AMINAL sectie Lucht

Evaluatie van het reductie-
potentieel voor VOS-emissies
naar het compartiment lucht:
Sector van de automobielassemblage

Projectnummer PB6087
Juli 2003

Voor en namens ERM nv

Goedgekeurd door : Ing. Kathleen Goossens

Functie : Bestuurder

Handtekening :

Datum: _____

Dit rapport werd opgemaakt door Environmental Resources Management - ERM n.v., met de grootst mogelijke zorg en onder de voorwaarden en binnen het budget zoals overeengekomen met de opdrachtgever. We wijzen elke aansprakelijkheid af voor aangelegenheden die vallen buiten de overeenkomst die met de opdrachtgever werd afgesloten.

Dit rapport is vertrouwelijk en we aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid ten over staan van partijen, andere dan de opdrachtgever, die op enige wijze kennis hebben gekregen van de inhoud van dit rapport.