



**KOSTEN EFFECTIVITEIT VOS  
MAATREGELEN 2010**

Achtergronddocument Metaelectro-  
industrie

Jochem Jantzen  
Henk van der Woerd

Oktober 2003

Instituut voor Toegepaste Milieu-Economie (TME)  
Hogeveenseweg 24  
2631 PH NOOTDORP  
tel.: 015 310 67 38  
fax: 015 380 12 18  
e-mail: [tme@tme.nu](mailto:tme@tme.nu)  
url: [www.tme.nu](http://www.tme.nu)



## INHOUDSOPGAVE

	Pagina	
1	INLEIDING	1
1.1	Opzet van dit document	1
2	REDUCTIEPLAN METALECTRO-INDUSTRIE	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Emissies lakapplicaties	2
2.3	Maatregelen VOS-reductie	2
3	KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN/OPTIES	4
3.1	Inleiding	4
3.2	Lakken van personenauto's	4
3.2.1	Referentie installatie	4
3.2.2	Maatregelen	4
3.2.3	Kosten en investeringen volgens CITEPA	5
3.2.4	Kosten effectiviteit	6
3.2.5	Nederlandse situatie	7
3.3	Lakken van bestel en vrachtauto's	7
3.3.1	Referentie installatie	8
3.3.2	Maatregelen	8
3.3.3	Kosten en investeringen volgens CITEPA	8
3.3.4	Kosten effectiviteit	9
3.4	Lakken van voertuigen in autoschadeherstelbedrijven	10
3.4.1	Referentie installatie	10
3.4.2	Maatregelen	10
3.4.3	Kosten en investeringen volgens CITEPA	11
3.4.4	Kosten effectiviteit	12
3.5	Oppervlakte reinigen in de metaal industrie	12
3.5.1	Referentie installatie	12
3.5.2	Maatregelen	13
3.5.3	Kosten en investeringen volgens CITEPA	13
3.5.4	Kosten effectiviteit	14
3.6	Coil coating	14
3.6.1	Referentie installatie	15
3.6.2	Maatregelen	15
3.6.3	Kosten en investeringen volgens CITEPA	15
3.6.4	Kosten effectiviteit	16
4	VERGELIJKING KOSTEN-EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN EN VOORGESTELDE OPTIES VOOR DE METALECTRO-INDUSTRIE	18
4.1	Inleiding	18
4.2	Vergelijking opties uit reductieplan met maatregelen uit Citepa documenten	18
	REFERENTIES:	21



## 1 INLEIDING

De Nederlandse overheid stelt een Nationaal Reductieplan VOS op, onder andere in het kader van de NEC-richtlijn (Nationale Emissieplafonds voor o.a. VOS). In het reductieplan wordt van elke sector aangegeven welke emissiereducties haalbaar zijn (zekere en onzekere). Een schatting van de kosten-effectiviteit van de te nemen maatregelen ontbreekt (nog), terwijl de Europese Unie wel vraagt om gevalideerde Kosten-Effectiviteit cijfers.

Om een tijdrovend proces te vermijden is gekozen voor een aanpak waarbij:

- wordt uitgegaan van de cijfers die door het Franse Instituut Citepa zijn gepubliceerd;
- en deze te beoordelen op representativiteit voor de Nederlandse situatie.

De sector metaelectro-industrie (FME-CWM) heeft in het "VOS-reductieplan 2010" aangegeven dat een emissievermindering van 24-29% mogelijk is (p.11). Dat is maximaal 3.500 ton (inclusief onzekere maatregelen).

Voor de metaelectro-industrie is door Citepa een aantal relevante documenten opgesteld: "Coil coating" (Citepa, 2003a) en "Surface cleaning" (Citepa, 2003b). Citepa heeft ook documenten voor coating van auto's, vrachtwagens en (bestel-)bussen opgesteld. Naast de documenten van Citepa is ook gekeken naar de rapportage in het kader van het VRPO (VOS Reductie potentieelonderzoek) (COT, 2000).

De hier berekende kosten-effectiviteiten kunnen worden ingedeeld in kosten-effectiviteitsklassen:

- € 0 tot € 2,5
- van € 2,5 tot €5
- van € 5 tot € 10
- en hoger dan € 10 per kilogram vermeden NMVOS-emissie.

### 1.1 Opzet van dit document

In dit document is de kosten-effectiviteit bepaald van de voorgestelde maatregelen voor de metaelectro-industrie.

Eerst wordt ingegaan op de VOS-emissies van de sector en de voorgestelde reducties volgens het reductieplan van de metaelectro-industrie.

Vervolgens worden de schattingen gepresenteerd op basis van Citepa.

Ten slotte wordt een eerste poging ondernomen om de kosten-effectiviteit van de voorgestelde maatregelen uit het reductieplan te bepalen.

Naast dit document is er een apart document industriële verftoepassingen waarin de kosten-effectiviteit van de VOS-reducties bij industriële verftoepassingen worden besproken. Voor zover relevant zijn ook de verf-toepassingen in de industrie in dit document meegenomen.



## 2 REDUCTIEPLAN METALECTRO-INDUSTRIE

### 2.1 Inleiding

In het VOS-reductieplan 2010 (FME-CWM, 2003) wordt ingegaan op de emissieramingen en de opties om de VOS-emissies in de metalectro-industrie te reduceren. Verreweg het grootste aandeel VOS-emissies wordt geleverd door de bewerkingsprocessen *lakken* en *reinigen en ontvetten*. Het plan richt zich dan ook voornamelijk op deze twee activiteiten.

### 2.2 Emissies lakapplicaties

In het reductieplan wordt aangegeven dat de referentiewaarden voor de VOS-emissies 2000 van de metalectro-industrie niet overeenstemmen met die van VROM. In het plan worden steeds beide ramingen vermeld. De FME verdeelt de metalectro-industrie in drie hoofdsectoren:

- Metaal (sectoren 1.1 t/m 1.6 en 4);
- Scheepsbouw en –reparatie (sector 2);
- Conservering van staalconstructies (sector 3).

In onderstaande tabel is e.e.a. samengevat.

Tabel 2.1 Geschatte VOS-emissies metalectro in Nederland (2010 en 2000) in ton

Sectoren	FME-CWM		VROM *)	
	2010	2000	2010	2000
1.1 Automotive				
1.2 Coil coat				
1.3 Stalen vaten	2.200	2.950		
1.4 Blikemballage				
1.5 Overige metaal individuele bedrijven	100	150		
1.6 Overig metaal collectief	3.000	4.000		
4. Poedercoaten				
<b>Totaal metaal</b>	<b>5.300</b>	<b>7.100</b>	<b>7.530</b>	<b>10.760</b>
2. Scheepsbouw	2.200	3.500	2.380	3.400
3. Staalconstructies	1.000	1.400	1.410	2.040
<b>Totaal metalectro</b>	<b>8.500</b>	<b>12.000</b>	<b>11.320</b>	<b>16.200</b>

\*) Document BG 2002-13 (komt overeen met KWS2000)

Bron: FME-CWM (2003)

### 2.3 Maatregelen VOS-reductie

In de onderstaande tabel zijn de maatregelen opgenomen die worden voorgesteld door de FME-CWM en de daarmee haalbare emissiereducties, onderverdeeld in zeker haalbaar (minimaal), zeker en voorwaardelijk haalbaar (maximaal) en zeker, voorwaardelijk en onzeker haalbaar (maximaal).



Tabel 2.2 VOS-reductie opties metaal overig

Subsector	Maatregelen reductieplan	emissie reductie zeker (minimaal) ton/jr	emissie reductie zeker/ voorw (maximaal) ton/jr	emissie reductie zeker/ voorw/ onzeker (maximaal) ton/jr
Automotive	verder overgaan op WAD uitbesteden natlak buitenl poedercoatininstall minder spoelmiddelen door WAD efficiënter gebruik spoelmiddelen	200	250	350
coil coat	geen verdere reductie			
stalen vaten en blikemballage	verder overgaan op WAD of naverbranders minder spoelmiddelen door WAD efficiënter gebruik spoelmiddelen	100	400	400
individuele bedrijven	verder overgaan op WAD	50	50	50
metaal overig	efficiënter verfgebruik (electrostat.) toename WAD moffellak WAD naar poedercoat verlaging VOS hig solid efficiënter gebruik spoelmiddel automatisering effect verfoleiding	50	650	1.000
Scheepsbouw	lagere VOS-gehalte lakken nwe spuittechniek		850	1200
conserveren staalconstuctie	hoger vaste stofgehalte high solid meer WAD lakken meer poedercoating efficiënter toepassen (electrostatisch)	50	300	400
procesemis basismetalaal	reductie niet gespecificeerd	250	300	300
procesemis gieterijen	vervanging IPA  Overige emissies geen reductie	50	100	100
overige proces emissies	o.a. TL-buis productie, nadere niet gespecificeerde maatregel	100	200	200
Ontvetten	TRI/PER in gesloten systemen, waterbasis ontvettingsystemen	900	900	900
<b>Totaal</b>		<b>1.750</b>	<b>4.000</b>	<b>4.900</b>

Bron: o.b.v. FME-C CWM, 2003, p.12 -15

De totale potentiële VOS-reductie in 2010 bedraagt minimaal en zeker 450 ton tot maximaal 4.000 ton.



## 3 KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN/OPTIES

### 3.1 Inleiding

Door Citepa zijn voor de metaalkroon-industrie voor (coil) coating en oppervlakte reinigen maatregelen beschreven.

Daarnaast is gekeken in hoeverre het VRPO project bruikbare cijfers heeft opgeleverd ten aanzien van de kosten-effectiviteit van de verschillende opties (COT, 2000).

In de volgende paragrafen worden de kosten-effectiviteiten voor een drietal verf toepassingen (alleen "automotive"), "oppervlakte reiniging" en "coil coating" besproken op basis van Citepa.

### 3.2 Lakken van personenauto's

Primaire maatregelen ter reductie van VOS-emissies bij het lakken van personenauto's zijn de volgende:

- Het vervangen van oplosmiddelgedragen "primer" door een watergedragen "primer";
- Het vervangen van oplosmiddelgedragen "base coat" door een watergedragen "base coat".

Daarnaast zijn er ook secundaire maatregelen zoals naverbranding en actieve kool adsorptie bij de spuitcabine.

Door Citepa is een uitgebreid document opgesteld waarin de effecten, de investeringen en de operationele kosten worden gegeven voor het lakken van personenauto's.

#### 3.2.1 Referentie installatie

Door Citepa wordt uitgegaan van een drietal installaties, met een jaarlijkse productie van respectievelijk 5.000, 20.000 en 100.000 personenauto's.

#### 3.2.2 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregelen kosten bepaald:

Tabel 3.1 Maatregelen VOS-reductie: lakken personen auto's

Code	maatregel	Emissiefactor (kg/personen auto)
03 00 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : sb (45% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> sb basecoat (75% solv), 50%pn/50%ea and sb clearcoat (45% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	7,6
03 01 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : sb (8% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> sb basecoat (75% solv), 50%pn/50%ea and sb clearcoat (45-55% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	6,8



Code	maatregel	Emissiefactor (kg/personen auto)
03 02 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : sb (45% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> wb basecoat (13% solv), ea and sb clearcoat (45-55% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	4,5
03 03 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : wb (8% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> wb basecoat (15% solv), ea and sb clearcoat (45-55% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	3,6
03 00 01	incinerator on drying oven	6,8
03 00 02	inc. on drying oven and activated c-abs on spray booth comb. with thermal inc.	4,2
03 01 02	appl.zone of electrophoresis, primer surfacer, basecoat and clearcoat	3,8
03 02 02	appl.zone of electrophoresis, basecoat and clearcoat	2,9
03 03 02	appl.zone of electrophoresis, primer surfacer and clearcoat	2,4

Bron: Citepa, 2003, p.

In feite zijn de laatste vier maatregelen (03 00 02, 03 01 02, 03 02 02 en 03 03 02) dezelfde techniekcombinaties als 03 00 00, 03 01 00 etc. met toevoeging van maatregel 03 00 02 (naverbranding en maatregel spuitcabines).

### 3.2.3 Kosten en investeringen volgens CITEPA

Door Citepa zijn de volgende bedragen voor investeringen en operationele kosten geschat (CITEPA, p. 10). Daarbij worden hier alleen de cijfers voor de referentie-installatie van 100.000 personenauto's gegeven.

Tabel 3.2 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen lakken van personen auto's

Code	Maatregel	investerings kosten	variabele operationele kosten (€/y)	vaste operationele kosten (€/y)	Besparingen (€/y)
03 01 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : sb (8% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> sb basecoat (75% solv), 50%pn/50%ea and sb clearcoat (45-55% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	€ 5.500.000	€ 102.400	€ 0	
03 02 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : sb (45% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> wb basecoat (13% solv), ea and sb clearcoat (45-55% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	€ 20.000.000	€ 2.419.500	€ 0	
03 03 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : wb (8% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> wb basecoat (15% solv), ea and sb clearcoat (45-55% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	€ 27.300.000	€ 2.522.000	€ 0	



Code	Maatregel	investeringskosten	variabele operationele kosten (€/y)	vaste operationele kosten (€/y)	Besparingen (€/y)
03 00 01	incinerator on drying oven	€ 600.000	€ 157.000	€ 30.000	
03 00 02	inc. on drying oven and activated c-abs on spray booth comb. with thermal inc.	€ 18.800.000	€ 1.677.000	€ 940.000	-€ 88.000
03 01 02	appl.zone of electrophoresis, primer surfacer, basecoat and clearcoat	€ 22.125.000	€ 1.591.400	€ 831.250	-€ 75.000
03 02 02	appl.zone of electrophoresis, basecoat and clearcoat	€ 31.215.000	€ 3.543.500	€ 580.750	-€ 62.000
03 03 02	appl.zone of electrophoresis, primer surfacer and clearcoat	€ 35.350.000	€ 3.373.000	€ 402.500	-€ 50.000

Bron: Citepa, 2003, p.

Wat opvalt in de berekeningen van Citepa is dat de investeringen in bijvoorbeeld een nieuwe lakstraat integraal als kosten worden meegenomen voor het reduceren van VOS. Het is de vraag of dat een juiste voorstelling van de werkelijkheid is. Zo zal bij het installeren van een nieuwe lakstraat op het "natuurlijke vervangingsmoment" (op het tijdstip dat de oude lakstraat economisch verouderd is) alleen naar meerkosten moet worden gekeken ten opzichte van een minder milieuvriendelijke lakstraat, terwijl bij vroegtijdige vervanging wel een deel van de "productieve" investeringen moet worden meegerekend (wegens het vervroegd afschrijven). In het algemeen lager uitvallen dan hier vermeld.

### 3.2.4 Kosten effectiviteit

Op basis van de ramingen van Citepa kan de kosten-effectiviteit van de verschillende opties worden bepaald. Dit is in onderstaande tabel gedaan.

Tabel 3.3 Berekende kosten-effectiviteit van alternatieve laksystemen voor personenauto's

Code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
03 01 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : sb (8% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> sb basecoat (75% solv), 50%pn/50%ea and sb clearcoat (45-55% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	€ 9,76	€ 11,88	€ 7,64
03 02 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : sb (45% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> wb basecoat (13% solv), ea and sb clearcoat (45-55% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	€ 15,76	€ 17,75	€ 13,77
03 03 00	* <u>electrocoat</u> : wb (5% solv) * <u>primer</u> : wb (8% solv); electr.app * <u>topcoat</u> : hs (45% solv), ea <b>and</b> wb basecoat (15% solv), ea and sb clearcoat (45-55% solv), ea * solv mgt plan, rec. of purge solvent	€ 14,72	€ 16,82	€ 12,62





Code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
03 00 01	incinerator on drying oven	€ 3,26	€ 3,49	€ 3,03
03 00 02	inc. on drying oven and activated c-abs on spray booth comb. with thermal inc.	€ 14,26	€ 17,88	€ 10,63
03 01 02	appl.zone of electrophoresis, primer surfacer, basecoat and clearcoat	€ 13,36	€ 16,74	€ 9,97
03 02 02	appl.zone of electrophoresis, basecoat and clearcoat	€ 16,83	€ 21,07	€ 12,59
03 03 02	appl.zone of electrophoresis, primer surfacer and clearcoat	€ 15,55	€ 19,46	€ 11,64

Bron: TME schatting o.b.v. Citepa, 2003

Uit de berekening blijkt dat de meeste maatregelen in de hoogste kosten-effectiviteitsklasse vallen ( $> € 10$  per kg). Alleen het simpelweg toepassen van een naverbrander op de droogoven is kosten-effectiever (klasse € 2,50 - € 5,00).

Het toepassen van zowel naverbranding als actieve kool adsorptie op spuitcabines leidt tot kosten-effectiviteiten in de range rond € 15,00 per kg gereduceerde VOS.

### 3.2.5 Nederlandse situatie

In Nederland worden bij een bedrijf – Nedcar - op grote schaal auto's gelakt. Jaarlijks kunnen maximaal 280.000 personenauto's worden gebouwd. De VOS-emissie per geproduceerde wagen lag in 2001 op 2,6 kg (Nedcar, 2003), waarmee de specifieke emissies van Nedcar vergelijkbaar zijn met de "beste maatregel" uit het Citepa document (2,6 kg/auto). Emissie reducties zijn bewerkstelligd door in de Lakstraat over te gaan op de toepassing van metallic lak op waterafdonbare basis. Door electrostatisch spuiten is bovendien de hoeveelheid lak per auto geoptimaliseerd en de hoeveelheid afvallak geminimaliseerd.

Door Nedcar is in het totaal € 36 mln geïnvesteerd in een nieuwe laklijn. Dit bedrag is vergelijkbaar met de door Citepa geschatte investeringen, waarbij het productievolume echter groter is (bij Nedcar). Derhalve zou kunnen worden geconcludeerd dat de kosten-effectiviteit van de door Nedcar genomen maatregelen in de orde van grootte ligt van € 7,5 per kg VOS (uitgaande van 50% van de kosten zoals Citepa ze bepaald heeft).

### 3.3 Lakken van bestel en vrachtauto's

Primaire maatregelen ter reductie van VOS-emissies bij het lakken van bestel en vrachtauto's zijn de volgende (Citepa, 2003, p. 4-5):

- maatregel 01: deze intermediaire maatregel veronderstelt het gebruik van watergedragen primer en high solid lak;
- maatregel 02: om de limiet waarde voor VOS (90 g/m<sup>2</sup>) te halen is een gedeeltelijke VOS-bestrijding in de lak spuitcabine vereist;
- maatregel 03: deze laatste maatregel veronderstelt het gebruik van watergedragen lak. Dit vereist nieuwbouw (bestaande lijn kan niet worden omgebouwd).

Door Citepa is een uitgebreid document opgesteld waarin de effecten, de investeringen en de operationele kosten worden gegeven voor het lakken van vracht- en bestelauto's.



### 3.3.1 Referentie installatie

Door Citepa wordt uitgegaan van een installatie, met een jaarlijkse productie van respectievelijk 25.000 voertuigen. Dit is een installatie die ongeveer vergelijkbaar is met de productie van DAF in Eindhoven (DAF, 2003).

### 3.3.2 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregelen kosten bepaald:

Tabel 3.4 Maatregelen VOS-reductie: lakken van bestel- en vrachtauto's

Code	Maatregel	emissie factor (kg VOC/voertuig)
01 00 00	medium installation: output 25.000 units/y (av. surface 200m <sup>3</sup> )	28,4
Referentie	* sb enamel (all coatings) * incinerator. on electrophoresis oven	
01 01 01	intermediate measure: * wb primer * hs basecoat * hs clearcoat * hs solid coat * impr. of cleaning stages * inc. on electrophoresis oven * impr. solvent recovery * inc. on primer and enamel (coatings)	18,8
01 02 02	01 + Directive limit value 90g/m <sup>3</sup> : partial VOC abatement in enamel spray booths	18,0
01 03 03	wb enamel: new inst. in new building * wb primer * wb basecoat * hs clearcoat * wb solid coat * impr. of cleaning stages * inc. on electrophoresis oven * impr. solvent recovery * inc. on primer and enamel (coatings)	13,0

Bron: Citepa, 2003, p. 4

### 3.3.3 Kosten en investeringen volgens CITEPA

Door Citepa zijn de volgende bedragen voor investeringen en operationele kosten geschat (Citepa, p. 10).



Tabel 3.5 Investeringen en operationele kosten voor VOS-reducties lakken van vracht en bestel auto's

Code	Maatregel	Investeringsen	Variabele operationele kosten per jaar
01 01 01	intermediate measure: * wb primer * hs basecoat * hs clearcoat * hs solid coat * impr. of cleaning stages * inc. on electrophoresis oven * impr. solvent recovery * inc. on primer and enamel (coatings)	€ 11.000.000	€ 500.000
01 02 02	01 + Directive limit value 90g/m3: partial VOC abatement in enamel spray booths	€ 20.000.000	€ 500.000
01 03 03	wb enamel: new inst. in new building * wb primer * wb basecoat * hs clearcoat * wb solid coat * impr. of cleaning stages * inc. on electrophoresis oven * impr. solvent recovery * inc. on primer and enamel (coatings)	€ 90.000.000	€ 1.300.000

Bron: Citepa, 2003, p. 6-7

Wat betreft de investeringsbedragen moet ook hier worden opgemerkt dat de genoemde bedragen zowel een productief als een milieu-aspect hebben. Investeringsen kunnen aanzienlijk lager uitvallen als de investeringen worden gedaan op "natuurlijke" vervangingsmomenten.

### 3.3.4 Kosten effectiviteit

Op basis van de ramingen van Citepa kan de kosten-effectiviteit van de verschillende opties worden bepaald. Dit is in onderstaande tabel gedaan.

Tabel 3.6 Berekende kosten-effectiviteit van alternatieve laksystemen voor vracht- en bestelauto's

Code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
01 01 01	intermediate measure: * wb primer * hs basecoat * hs clearcoat * hs solid coat * impr. of cleaning stages * inc. on electrophoresis oven * impr. solvent recovery * inc. on primer and enamel (coatings)	€ 7,73	€ 9,67	€ 5,80
01 02 02	01 + Directive limit value 90g/m3: partial VOC abatement in enamel spray booths	€ 11,41	€ 14,26	€ 8,56
01 03 03	wb enamel: new inst. in new building * wb primer	€ 32,20	€ 40,25	€ 24,15



Code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
	* wb basecoat * hs clearcoat * wb solid coat * impr. of cleaning stages * inc. on electrophoresis oven * impr. solvent recovery * inc. on primer and enamel (coatings)			

Bron: TME-schatting o.b.v. Citepa, 2003.

De kosten-effectiviteit van deze maatregel loopt van iets onder de € 10 per kg gereduceerde VOS tot ruim € 30.

Ook hierbij geldt dat de kosten-effectiviteit lager uit kan vallen indien de investeringen (die het grootste deel vormen van de jaarlijkse kosten) worden gedaan op het natuurlijke vervangingsmoment.

### 3.4 Lakken van voertuigen in autoschadeherstelbedrijven

Primaire maatregelen ter reductie van VOS-emissies bij het lakken van bestel en vrachtauto's zijn de volgende (Citepa, 2003, p. 8):

- verbetering van de applicatie efficiëntie;
- gebruik van producten met lager oplosmiddelgehalte;
- "good housekeeping".

Door Citepa is een uitgebreid document opgesteld waarin de effecten, de investeringen en de operationele kosten worden gegeven voor het lakken in autoherstelbedrijven.

#### 3.4.1 Referentie installatie

Door Citepa wordt uitgegaan van een bedrijf, met een jaarlijkse productie van 1.500 voertuigen.

#### 3.4.2 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregelen kosten bepaald:

Tabel 3.7 Maatregelen VOS-reductie: autoherstelbedrijven

Code	Maatregel	emissie factor (kg VOC/ voertuig)
01 00 00	medium installation: 1.500 refinished vehicles/y (750<rv/y<2.500) * putty: conv. (250g VOC/l) * primer: conv. (712g VOC/l); pn.app * surfacer: hs (518g VOC/l); pn.app * topcoat: 1coat conv. (565g VOC/l) or 2coat conv (767g VOC/l + 584g VOC/l) * cleaning agent: 100% 100wt% sb	1.605



Code	Maatregel	emissie factor (kg VOC/ voertuig)
01 01 00	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <u>putty</u>: conv. (250g VOC/l)</li> <li>* <u>primer</u>: conv. (712g VOC/l); hvlp app</li> <li>* <u>surfacer</u>: hs (518g VOC/l); hvlp app</li> <li>* <u>topcoat</u>: 1coat impr. (410g VOC/l; hvlp) <b>or</b> 2coat impr. (99g VOC/l, pn.app + 417g VOC/l, hvlp app)</li> <li>* cleaning agent: 70% 100wt% sb, 30% 15wt% sb</li> </ul>	674
01 02 00	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <u>putty</u>: conv. (250g VOC/l)</li> <li>* <u>primer</u>: conv. (712g VOC/l); hvlp app</li> <li>* <u>surfacer</u>: vhs (221g VOC/l); hvlp app</li> <li>* <u>topcoat</u>: 1coat impr. (410g VOC/l; hvlp) <b>or</b> 2coat impr. (99g VOC/l, hvlp app + 417g VOC/l, hvlp app)</li> <li>* cleaning agent: 40% 100wt% sb, 60% 15wt% sb</li> </ul>	475

Bron: Citepa, 2003, p. 9.

De eerste "maatregel" (01 00 00) is de referentiesituatie zoals door Citepa gedefinieerd.

### 3.4.3 Kosten en investeringen volgens CITEPA

Door Citepa zijn de volgende bedragen voor investeringen en operationele kosten geschat (CITEPA, p. 10-16). Daarbij worden hier alleen de cijfers voor de referentie-installatie van 1.500 personenauto's gegeven.

Tabel 3.8 Investeringen en operationele kosten voor VOS-reducties bij autoherstelbedrijven

maatregel	omschrijving	investering (€)	variabele operationele kosten (€/y)	vaste operationele kosten (€/y)	Besparingen (€/y)
01 01 00	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <u>putty</u>: conv. (250g VOC/l)</li> <li>* <u>primer</u>: conv. (712g VOC/l); hvlp app</li> <li>* <u>surfacer</u>: hs (518g VOC/l); hvlp app</li> <li>* <u>topcoat</u>: 1coat impr. (410g VOC/l; hvlp) <b>or</b> 2coat impr. (99g VOC/l, pn.app + 417g VOC/l, hvlp app)</li> <li>* cleaning agent: 70% 100wt% sb, 30% 15wt% sb</li> </ul>	€ 650	€ 15.000	€ 133	-€ 13.530
01 02 00	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <u>putty</u>: conv. (250g VOC/l)</li> <li>* <u>primer</u>: conv. (712g VOC/l); hvlp app</li> <li>* <u>surfacer</u>: vhs (221g VOC/l); hvlp app</li> <li>* <u>topcoat</u>: 1coat impr. (410g VOC/l; hvlp) <b>or</b> 2coat impr. (99g VOC/l, hvlp app + 417g VOC/l, hvlp app)</li> <li>* cleaning agent: 40% 100wt% sb, 60% 15wt% sb</li> </ul>	€ 722	€ 24.000	€ 286	-€ 10.680

Bron: Citepa, 2003, p. 10 en 16



### 3.4.4 Kosten effectiviteit

Op basis van de ramingen van Citepa kan de kosten-effectiviteit van de verschillende opties worden bepaald. Dit is in onderstaande tabel gedaan.

Tabel 3.9 Berekende kosten-effectiviteit van alternatieve laksystemen voor autospuiterijen

Code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
01 01 00	* <u>putty</u> : conv. (250g VOC/l) * <u>primer</u> : conv. (712g VOC/l); hvlp app * <u>surfacer</u> : hs (518g VOC/l); hvlp app * <u>topcoat</u> : 1coat impr. (410g VOC/l; hvlp) <b>or</b> 2coat impr. (99g VOC/l, pn.app + 417g VOC/l, hvlp app) * cleaning agent: 70% 100wt% sb, 30% 15wt% sb	€ 1,21	€ 2,85	-€ 0,43
01 02 00	* <u>putty</u> : conv. (250g VOC/l) * <u>primer</u> : conv. (712g VOC/l); hvlp app * <u>surfacer</u> : vhs (221g VOC/l); hvlp app * <u>topcoat</u> : 1coat impr. (410g VOC/l; hvlp) <b>or</b> 2coat impr. (99g VOC/l, hvlp app + 417g VOC/l, hvlp app) * cleaning agent: 40% 100wt% sb, 60% 15wt% sb	€ 8,08	€ 10,96	€ 5,20

Bron: TME-schatting o.b.v. Citepa

Het blijkt dat de eerste maatregel, waarmee de emissie al ruim gehalveerd kan worden kosten-effectief is en valt in de klasse € 1,00 - € 2,50 per kg gereduceerde VOS. In het gunstigste geval levert de maatregel zelfs geld op.

De verdergaande maatregel waarbij voor "surfacer" "very high solid" lak wordt gebruikt (wordt volgens Citepa nog niet toegepast in de industrie) en het oplosmiddelgebruik verder wordt gereduceerd, is aanzienlijk duurder en valt in de klasse € 5,00 - € 10,00 per kg gereduceerde VOS.

### 3.5 Oppervlakte reinigen in de metaal industrie

Maatregel ter reductie van VOS-emissies bij het oppervlakte reinigen in de metaal industrie zijn beschreven in de volgende subparagrafen. Door Citepa is een uitgebreid document opgesteld waarin de effecten, de investeringen en de operationele kosten worden gegeven (Citepa, 2003).

#### 3.5.1 Referentie installatie

Door Citepa (p/ 8) wordt uitgegaan van drie installaties:

- bad oppervlakte van 0,4 m<sup>2</sup>, oplosmiddelgebruik 820 kg per jaar;
- bad oppervlakte van 1,5 m<sup>2</sup>, oplosmiddelgebruik 10 ton per jaar;
- bad oppervlakte van 3 m<sup>2</sup>, oplosmiddelgebruik 35 ton per jaar.



## 3.5.2 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregelen kosten bepaald:

Tabel 3.10 Maatregelen VOS-reductie: oppervlaktereiniging/ontvetting

Code	Omschrijving	Emissiefactor (gr VOS per kg oplosmiddel)
02 00 00	open-top vapour system (referentie)	710
02 00 01	open-top vapour system + activated carbon filter	142
02 01 00	improvement of equipment: semi open-top degreaser	532,5
02 01 01	improvement of equipment: semi open-top degreaser + act. Carbon filter	106,5
02 02 00	sealed chamber system using chlorinated solvents	35,5
02 02 01	-	
02 03 00	cold cleaner	80
02 03 01	-	
02 04 00	closed degreaser using A3 solvents or fluoro solvents (HFC and HFE)	25
02 04 01	closed degreaser A3 or fluoro solvents (HFC and HFE) + act. Carbon filter	20
02 05 00	aqueous cleaning process	0

Bron: Citepa, 2003, p. 10 – 12

## 3.5.3 Kosten en investeringen volgens CITEPA

Door Citepa zijn de volgende bedragen voor investeringen en operationele kosten geschat (Citepa, p. 13).

Tabel 3.11 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen ontvetten van metaal

Code	Maatregel	Investeringen	Variabele operationele kosten/jaar	Vaste operationele kosten/jaar
02 00 00	open-top vapour system			
02 00 01	open-top vapour system + activated carbon filter	€ 170.000	-€ 5.100	€ 8.500
02 01 00	improvement of equipment: semi open-top degreaser	€ 39.500	€ 0	€ 0
02 01 01	improvement of equipment: semi open-top degreaser + act. Carbon filter	€ 209.500	€ 9.900	€ 8.500
02 02 00	sealed chamber system using chlorinated solvents	€ 160.000	€ 0	€ 0
02 02 01	-			
02 03 00	cold cleaner	€ 2.400	€ 33.000	€ 0
02 03 01	-			
02 04 00	closed degreaser using A3 solvents or fluoro solvents (HFC and HFE)	€ 155.000	€ 33.000	€ 0
02 04 01	closed degreaser A3 or fluoro solvents (HFC and HFE) + act. Carbon filter	€ 325.000	€ 42.900	€ 8.500
02 05 00	aqueous cleaning process	€ 42.000	€ 5.000	€ 0

Bron: Citepa, 2003, p. 13



## 3.5.4 Kosten effectiviteit

Op basis van de ramingen van Citepa kan de kosten-effectiviteit van de verschillende opties worden bepaald.

Een en ander leidt tot de volgende berekende kosten effectiviteiten voor een installatie

Tabel 3.12 Berekende kosten-effectiviteit het ontvetten van metaal

code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
02 00 01	open-top vapour system + activated carbon filter	€ 4,29	€ 5,36	€ 3,22
02 01 00	improvement of equipment: semi open-top degreaser	€ 2,74	€ 3,43	€ 2,06
02 01 01	improvement of equipment: semi open-top degreaser + act. Carbon filter	€ 7,33	€ 9,16	€ 5,50
02 02 00	sealed chamber system using chlorinated solvents	€ 2,92	€ 3,66	€ 2,19
02 03 00	cold cleaner	€ 5,29	€ 6,61	€ 3,96
02 04 00	closed degreaser using A3 solvents or fluoro solvents (HFC and HFE)	€ 7,61	€ 9,51	€ 5,71
02 04 01	closed degreaser A3 or fluoro solvents (HFC and HFE) + act. Carbon filter	€ 13,26	€ 16,57	€ 9,94
02 05 00	aqueous cleaning process	€ 1,43	€ 1,86	€ 1,00

Bron: TME geschat op basis Citepa, 2003

Volgens de bovenstaande berekening zouden alternatieve ontvettingssystemen kunnen worden toegepast tegen een kosten-effectiviteit van (maximaal) € 10 per gereduceerde kg VOS. Als watergedragen ontvettingssystemen toepasbaar zijn is de maatregel (zeer) kosten effectief (€ 0 - € 2,5 per kg).

Volgens een in het kader van het VRPO project uitgevoerd onderzoek (CREM, 2000, p. 36 – 45) zijn de kosten van maatregelen lastig in te schatten. Er zijn in dat rapport dan ook geen kosten-effectiviteiten bepaald. Wel wordt opgemerkt dat voor watergedragen systemen de kosten hoger, lager of gelijk kunnen blijven en dat er nieuwe systemen (voor vooral kleinere bedrijven) op de markt worden verwacht.

Voor reinigen met HKW worden de investeringskosten van gesloten systemen gegeven, deze belopen volgens CREM tussen de fl. 30.000 en fl. 250.000. Dit is iets lager dan waarvan Citepa uitgaat (maatregel 02 01 01: improvement of equipment: semi open-top degreaser + act. Carbon filter).

## 3.6 Coil coating

Maatregel ter reductie van VOS-emissies bij het coil coaten zijn de volgende:

- Gebruik van watergedragen lak (10% oplosmiddel);
- Gebruik van poedercoatings;
- (secundair) naverbranding (oxidatie of katalytisch).

Door Citepa is een uitgebreid document opgesteld waarin de effecten, de investeringen en de operationele kosten worden gegeven (Citepa, 2003).





### 3.6.1 Referentie installatie

Door Citepa wordt uitgegaan vier referentie installaties, met een jaarlijkse te lakken oppervlakte van respectievelijk 7 mln m<sup>2</sup>, 13 mln m<sup>2</sup>, 24 mln m<sup>2</sup> en 42 mln m<sup>2</sup>. (Citepa, 2003, p. 7).

### 3.6.2 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregelen kosten bepaald:

Tabel 3.13 Maatregelen VOS-reductie bij coil coaten

Code	Omschrijving	Emissiefactor (gr VOS per m <sup>2</sup> behandeld oppervlak)
01 00 00	operation of coil coating line with solvent based coatings (40wt% solvent)	43,2
01 00 01	operation of coil coating line with solvent based coatings (40wt% solvent); thermal oxidation	4,2
01 01 00	operation of coil coating line with water based coatings (10wt% solvent)	10,8
01 02 00	operation of coil coating line with powder coating systems (solvent free)	0

Bron: Citepa, 2003, p. 8

### 3.6.3 Kosten en investeringen volgens CITEPA

Door Citepa zijn de volgende bedragen voor investeringen en operationele kosten geschat (Citepa, p. 8). Deze schattingen betreffen de vier grootte klassen van de referentie installaties. Hier worden alleen de gegevens van de installaties van 7 mln m<sup>2</sup> (klein) en 42 mln m<sup>2</sup> (groot) gepresenteerd.

Tabel 3.14 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen voor coil coating, installatie 13 mln m<sup>2</sup>

Code	Maatregel	Investerings	Variabele operationele kosten/jaar	Vaste operationele kosten/jaar
01 00 01	operation of coil coating line with solvent based coatings (40wt% solvent); thermal oxidation	€ 480.000	€ 16.030	€ 24.000
01 01 00	operation of coil coating line with water based coatings (10wt% solvent)	-€ 2.000.000	€ 254.215	€ 0
01 02 00	operation of coil coating line with powder coating systems (solvent free)	-€ 4.000.000	€ 2.277.613	€ 0

Bron: o.b.v. Citepa, 2003, p. 8

Bij deze tabel moet worden opgemerkt dat de negatieve investeringsbedragen het gevolg zijn van de lagere (door Citepa) veronderstelde investeringen in alternatieve verfsystemen. Anderzijds zijn de jaarlijkse operationele kosten (vooral verfgebruik) hoger.



Voor een grote installatie gelden de volgende bedragen volgens Citepa:

Tabel 3.15 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen voor coil coating, installatie 42 mln m<sup>2</sup>

Code	Maatregel	Investeringsen	Variabele operationele kosten/jaar	Vaste operationele kosten/jaar
01 00 01	operation of coil coating line with solvent based coatings (40wt% solvent); thermal oxidation	€ 1.285.700	€ 63.800	€ 64.300
01 01 00	operation of coil coating line with water based coatings (10wt% solvent)	-€ 3.400.000	€ 1.525.294	€ 0
01 02 00	operation of coil coating line with powder coating systems (solvent free)	€ 19.000.000	€ 13.665.680	€ 0

Bron: o.b.v. Citepa, 2003, p. 8

Wat opvalt bij de vergelijking tussen beide tabellen is dat de meerinvesteringen voor poedercoatings negatief (dus geen meerinvesteringen) zou zijn voor een kleine installatie, terwijl voor een grote installatie de meerinvesteringen substantieel zouden zijn (€ 19 mln additioneel). Dit komt omdat Citepa voor een poedercoating lijn rechtevenredig de investeringen heeft geschat (zonder schaal factor) en voor de andere lijnen wel rekening houdt met de schaal. Dit zou moeten worden gecorrigeerd in Citepa.

### 3.6.4 Kosten effectiviteit

Op basis van de ramingen van Citepa kan de kosten-effectiviteit van de verschillende opties worden bepaald.

Een en ander leidt tot de volgende berekende kosten effectiviteiten voor een installatie.

Tabel 3.16 Berekende kosten-effectiviteit van coil coating, kleine installatie

Code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
01 00 01	operation of coil coating line with solvent based coatings (40wt% solvent); thermal oxidation	€ 0,28	€ 0,35	€ 0,21
01 01 00	operation of coil coating line with water based coatings (10wt% solvent)	€ 0,47	€ 0,62	€ 0,32
01 02 00	operation of coil coating line with powder coating systems (solvent free)	€ 6,56	€ 8,10	€ 5,02

Bron: TME-schatting o.b.v. Citepa, 2003



Tabel 3.17 Berekende kosten-effectiviteit van coil coating, grote installatie

Code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
01 00 01	operation of coil coating line with solvent based coatings (40wt% solvent); thermal oxidation	€ 0,14	€ 0,17	€ 0,10
01 01 00	operation of coil coating line with water based coatings (10wt% solvent)	€ 0,94	€ 1,18	€ 0,69
01 02 00	operation of coil coating line with powder coating systems (solvent free)	€ 8,30	€ 10,45	€ 6,15

Bron: TME-schatting o.b.v. Citepa, 2003

Volgens de bovenstaande berekening zou naverbranding de goedkoopste maatregel zijn om de emissies van VOS te reduceren bij coil coating (klasse € 0 - € 2,50). Ook gebruik van watergedragen lakken is kosten effectief (klasse € 0 - € 2,50). Alleen het gebruik van poedercoatings zou tot aanzienlijke meerkosten leiden, deze maatregel zou worden ingedeeld in de klasse € 5,00 tot € 10,00 per kg gereduceerde VOS.



## 4 VERGELIJKING KOSTEN-EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN EN VOORGESTELDE OPTIES VOOR DE METALECTRO-INDUSTRIE

### 4.1 Inleiding

Door de voorgestelde opties uit het reductieplan voor de metalectro-industrie te vergelijken met de door Citepa bepaalde kosten-effectiviteiten van VOS-reductie opties (hoofdstuk 3) kan:

- 1) een indruk worden gekregen van de mate waarin de maatregelen uit de documenten van Citepa vergelijkbaar zijn met de opties zoals door de FME-CWM voorgesteld;
- 2) een indruk worden gekregen van de kosten-effectiviteit van maatregelen.

### 4.2 Vergelijking opties uit reductieplan met maatregelen uit Citepa documenten

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de vergelijking tussen het reductieplan en de Citepa-documenten.

Tabel 4.1 Vergelijking opties VOS-reductieplan metalectro en Citepa-studies, inclusief eerste inschatting van de kosten-effectiviteit van maatregelen

maatregel reductieplan FME-CWM	Citepa-maatregel	indicatie kosten effectiviteit	opmerking
<b>automotive</b>			
verder overgaan op WAD uitbesteden natlak buiten poedercoatinstall minder spoelmiddelen door WAD efficiënter gebruik spoelmiddelen	Meest vergaande maatregel voor lakken personenauto's	€ 7,5	Indien wordt uitgegaan van grotere capaciteit zullen kosten lager zijn dan in Citepa
	intermediate measure: * wb primer * hs basecoat * hs clearcoat * hs solid coat * impr. Of cleaning stages * inc. on electrophoresis oven * impr. Solvent recovery * inc. on primer and enamel (coatings)	€ 7,73	
	wb enamel: new inst. In new building * wb primer * wb basecoat * hs clearcoat * wb solid coat * impr. Of cleaning stages * inc. on electrophoresis oven * impr. Solvent recovery * inc. on primer and enamel (coatings)	€ 32,20	



maatregel reductieplan FME-CWM	Citepa-maatregel	indicatie kosten effectiviteit	opmerking
	* putty: conv. (250g VOC/l) * primer: conv. (712g VOC/l); hvlp app * surfacer: vhs (221g VOC/l); hvlp app * topcoat: 1coat impr. (410g VOC/l; hvlp) or 2coat impr. (99g VOC/l, hvlp app + 417g VOC/l, hvlp app) * cleaning agent: 40% 100wt% sb, 60% 15wt% sb	€ 8,08	
<b>coil coat</b> geen verdere reductie	operation of coil coating line with solvent based coatings (40wt% solvent); thermal oxidation	€ 0,14	al toegepast
<b>stalen vaten en blikemballage</b> verder overgaan op WAD of naverbranders minder spoelmiddelen door WAD efficiënter gebruik spoelmiddelen	wellicht vergelijkbaar met "automotive", met hogere kosten	.	.
<b>individuele bedrijven</b> verder overgaan op WAD	wellicht vergelijkbaar met "automotive", met hogere kosten	.	.
<b>metaal overig</b> efficiënter verfgebruik (electrostat.) toename WAD moffellak WAD naar poedercoat verlaging VOS hig solid efficiënter gebruik spoelmiddel automatisering effect verfopleiding	wellicht vergelijkbaar met "automotive", met hogere kosten	.	deels vergelijkbaar met "coil coaten", met hogere kosten
<b>scheepsbouw</b> lagere VOS-gehalte lakken nwe spuittechniek	.	.	deels vergelijkbaar met "coil coaten", met hogere kosten
<b>conserveren staalconstuctie</b> hoger vaste stofgehalte high solid meer WAD lakken meer poedercoating efficiënter toepassen (electrostatisch)	.	.	deels vergelijkbaar met "automotive", met hogere kosten
<b>proces emissies</b> basismetalaal: reductie niet gespecificeerd	.	.	150-200 ton al gerealiseerd
gieterijen vervanging IPA	.	€ 5 – 10.	Kosten deels te vergelijken met maatregelen in



maatregel reductieplan FME-CWM	Citepa-maatregel	indicatie kosten effectiviteit	opmerking
overige: o.a. TL-buis productie, nadere niet gespecificeerde maatregel	.	.	Grafische industrie
<b>ontvetten</b>			
TRI/PER in gesloten systemen, waterbasis ontvettingsystemen	improvement of equipment: semi open-top degreaser + act. carbon filter	€ 7,33	
	sealed chamber system using chlorinated solvents	€ 2,92	
	aqueous cleaning process	€ 1,43	

Bron: schatting TME o.b.v. FME-CWM, 2003 en Citepa, 2003

De tabel laat zien dat niet voor alle maatregelen uit het reductieplan voor de Metalectro maatregelen in Citepa zijn opgenomen. Vooral voor "niet automotive" lakken heeft Citepa geen documenten opgesteld.

Wellicht kunnen voor die gevallen b.v. de kosten van coil coaten representatief worden geacht, of de kosten van bepaalde verfsystemen voor voertuigen (Citepa heeft geen documenten opgesteld over andere verf toepassingen, maar de maatregelen zijn technisch vergelijkbaar, zij het op andere schaal en met deels andere werkwijze).



## REFERENTIES:

Citepa, 2003a, "Coil coating, final background document", Paris, 16/06/03.

Citepa, 2003b, "Surface cleaning, final background document", Paris, 30/06/03.

Citepa, 2003, "Trucks and vans coating ",draft working document, Paris, 30 June 2003.

Citepa, 2003, "Truck Cabin coating ", draft working document, Paris, 30 June 2003.

Citepa, 2003, "Vehicle Refinishing", Final working document, Paris, 17/06/03.

Citepa, 2003, "Coating of Buses", Draft working document, Paris, 30/06/03

COT, 2000, "VOS-Reductiepotentieelonderzoek (VRPO). Tweede fase quick scan pakket 1: verven en lakken", Haarlem 4 februari 2000.

CREM, 2000, "VOS Reductiepotentieel onderzoek deelpakket 5, Quick scan fase 2", Amsterdam, februari 2000.

DAF, 2003, "website DAF trucs", [www.daf.com](http://www.daf.com), 2003

FME-CWM, 2003, "VOS-reductieplan 2010", 31 maart 2003.

Nedcar, 2003, "Milieujaarverslag Nedcar, 2001", [www.nedcar.nl](http://www.nedcar.nl), Born, juli 2002.