



**KOSTEN EFFECTIVITEIT VOS  
MAATREGELEN 2010**

Achtergronddocument Verf,  
industriële toepassingen

Jochem Jantzen  
Henk van der Woerd

1 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 VERF	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Emissie reductieplan VVVF	2
2.2.1	Timmerfabrikanten	2
3	KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN/OPTIES	3
3.1	Lakken van Hout	3
3.1.1	Referentie installatie	3
3.1.2	Maatregelen	3
3.1.3	Kosten en investeringen volgens CITEPA	4
3.1.4	Kosten effectiviteit	4
3.1.5	Nederlandse situatie	6
3.2	Lakken van personenauto's	7
3.2.1	Referentie installatie	7
3.2.2	Maatregelen	7
3.2.3	Kosten en investeringen volgens CITEPA	8
3.2.4	Kosten effectiviteit	9
3.2.5	Nederlandse situatie	10
3.3	Lakken van bestel en vrachtauto's	10
3.3.1	Referentie installatie	10
3.3.2	Maatregelen	10
3.3.3	Kosten en investeringen volgens CITEPA	11
3.3.4	Kosten effectiviteit	12
3.4	Lakken van voertuigen in autoschadeherstelbedrijven	13
3.4.1	Referentie installatie	13
3.4.2	Maatregelen	13
3.4.3	Kosten en investeringen volgens CITEPA	13
3.4.4	Kosten effectiviteit	14
4	CONCLUSIES	16
	REFERENTIES:	18



## 1 INLEIDING

De Nederlandse overheid stelt een Nationaal Reductieplan VOS op, o.a. 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 (zeker en onzeker). 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 uit gegaan van de cijfers die door het Franse Instituut Citepa zijn gepubliceerd;
- en deze te beoordelen op representativiteit voor de Nederlandse situatie.

De verf sector (VVVF) heeft in het "VOS Reductieplan 2010 voor de verf- en drukinkt industrie" (VVVF, 2002) aangegeven welke emissiereducties voor deze sector haalbaar worden geacht voor 2010.

Dit document richt zich op de industriële toepassingen van verf.

Voor industriële verftoepassingen zijn door Citepa de volgende documenten opgesteld:

"Wood coating", "Trucks and vans coating", "Truck Cabin coating", "Vehicle Refinishing", , "Coating of Buses" (Citepa, 2003).

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 NMVOS vermeden.

### 1.1 Opzet van dit document

In dit document is de informatie verzameld om tot een validatie van de kosten-effectiviteit van de voorgestelde maatregelen voor de "industriële verf sector" te komen. Hierbij is de reikwijdte van dit document beperkt tot industriële toepassingen van verf.

Eerst wordt ingegaan op het reductieplan van de VVVF, voorzover het industriële toepassingen van verf betreft. Vervolgens worden de op basis van Citepa gemaakte berekeningen van de kosten-effectiviteit van maatregelen voor een viertal deelsectoren besproken. Tot slot worden een aantal conclusies getrokken over de gepresenteerde cijfers.

In het eveneens opgestelde document "Achtergronddocument metalectro" komen de toepassing van "coil coating" en "ontvetten" aan de orde.



## 2 REDUCTIEPLAN VERF

### 2.1 Inleiding

In het reductieplan verf en drukinkt wordt ingegaan op alle verf toepassingen. In dit document wordt alleen gekeken naar de VOS-reducties voor industriële toepassingen van verf (excl. coil coating, dit wordt behandeld in het achtergronddocument "Metaelectro").

### 2.2 Emissie reductieplan VVVF

Uit het reductieplan verf kan voor industriële toepassingen de volgende tabel met voorgestelde reductiemaatregelen worden opgesteld.

Tabel 2.1 Maatregelen, emissies en voorziene emissiereducties industriële toepassingen van verf

categorie	emissie 2000 (kton)	emissie reductie 2010 (kton)	maatregelen reductieplan
autolakken	2,7	0,5	basecoat/clearcoat op 420 gVOS/l; beter omgaan spuitreinigers/ schoonmaakmiddelen
Industrie, auto etc.	0,5	0	nageschakelde technieken om emissie niet te laten toenemen
hout	2,8	0,8	uitbannen celluloselak, OLM arme laktechnieken (zuurhardend, 2 componentenlak UV drogend)

Bron: VVVF, 2002, p. 9

#### 2.2.1 Timmerfabrikanten

Voor timmerfabrikanten (die o.a. kozijnen en dergelijke produceren) geldt per 1 januari 2004 de "vervangingsregeling". Deze komt erop neer dat per 1 januari 2004 alle bedrijven dienen te zijn overgestapt op watergedragen lakken, uit het oogpunt van de ARBO-wetgeving. Momenteel worden bij de timmerfabrikanten de lakinstallaties daaraan aangepast. Omdat de regeling geldt voor de gehele industrie, zullen de eventuele extra kosten van maatregelen kunnen worden doorberekend in de kostprijs (NBT, 2003).



## 3 KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN/OPTIES

### 3.1 Lakken van Hout

Maatregel ter reductie van VOS-emissies bij het lakken van hout zijn de volgende:

- verlaging van het oplosmiddelgehalte (van "low solid" naar "high solid");
- techniek van aanbrengen: spray (traditioneel) of elektrostatisch, roller coating, curtain coating, dipping);
- opvangen van VOS-emissies en verwerken daarvan (nageschakelde technieken zoals DVI, naverbranding, biofiltratie).

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

#### 3.1.1 Referentie installatie

Door Citepa wordt uitgegaan van een viertal installaties, met een jaarlijkse te lakken oppervlakte van respectievelijk 15.000, 65.000, 300.000 en 1.400.000 m<sup>2</sup>.

#### 3.1.2 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregelen kosten bepaald:

Tabel 3.1 Maatregelen voor VOS reductie: lakken van hout

Code	Omschrijving	Emissiefactor (gr VOS per m <sup>2</sup> behandeld oppervlak)
00 00	low solid (80% oplosm), spray (35% efficiëntie)	345,6
00 01	low solid (80% oplosm), spray (35% efficiëntie); naverbranding	83
01 00	low solid (80% oplosm), electro/roll/etc. (75% efficiëntie)	163,2
01 01	low solid (80% oplosm), electrostat /roll / etc. (75% efficiëntie), naverbranding	39
02 00	medium solid (55% oplosm), spray (35% efficiëntie)	105,6
02 01	medium solid (55% oplosm), spray (35% efficiëntie), naverbranding	25
03 00	medium solid (55% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	46,2
04 00	high solid (20% oplosm), spray (35% efficiëntie)	21,6
05 00	high solid (20% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	9,6
06 00	very high solid (5% oplosm), spray (35% efficiëntie)	4,8
07 00	very high solid (5% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	2,4

Bron: Citepa, 2003, p. 8-9



### 3.1.3 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 65.000 m<sup>2</sup> te behandelen oppervlak gegeven.

Tabel 3.2 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen voor toepassing van verf in de meubel industrie

Code	Maatregel	Investering n	Variabele operationele kosten/jaar	Vaste operation ele kosten/jaa r
00 00	low solid (80% oplosm), spray (35% efficiencies)		€ 73.476	
00 01	low solid (80% oplosm), spray (35% efficiëntie); naverbranding	€ 747.000	€ 94.082	€ 37.350
01 00	low solid (80% oplosm), electro/roll/etc. (75% efficiëntie)		€ 34.697	
01 01	low solid (80% oplosm), electrostat /roll / etc. (75% efficiëntie), naverbranding	€ 494.000	€ 45.992	€ 24.700
02 00	medium solid (55% oplosm), spray (35% efficiëntie)	€ 30.942	€ 42.276	
02 01	medium solid (55% oplosm), spray (35% efficiëntie), naverbranding	€ 421.422	€ 50.678	€ 19.525
03 00	medium solid (55% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	€ 30.942	€ 18.496	
04 00	high solid (20% oplosm), spray (35% efficiëntie)	€ 38.678	€ 50.076	
05 00	high solid (20% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	€ 38.678	€ 22.256	
06 00	very high solid (5% oplosm), spray (35% efficiëntie)	€ 61.844	€ 35.438	
07 00	very high solid (5% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	€ 77.355	€ 17.719	

Bron: Citepa, p. 10

Citepa berekent onder "variabele operationele kosten" de integrale kosten van het verf- en oplosmiddel gebruik. Omdat door het gebruik van high solid verf het verfgebruik afneemt, nemen volgens Citepa de kosten van het verfgebruik ook af. De "meerkosten" van alternatieve verfsystemen ten opzichte van de referentie situatie (code 00 00) zijn volgens deze berekeningswijze vaak negatief (dus een operationeel voordeel).

In de praktijk zal een gedeelte van de (financiële) besparing op lakkosten teniet worden gedaan door de hogere kosten van medium of high solid lakken. Daarom is er ook een berekening gemaakt waarbij verondersteld is dat de besparing op lakkosten niet optreed (zie volgende paragraaf).

### 3.1.4 Kosten effectiviteit

Op basis van de ramingen van Citepa kan de kosten-effectiviteit van de verschillende opties worden bepaald. Daartoe moeten wel eerst de variabele kosten worden bepaald ten opzichte



van de referentie installatie zonder maatregelen (code 00 00). Zoals in de vorige paragraaf is aangegeven kan dat op 2 verschillende manieren:

- door alleen rekening te houden met financiële besparing op het verfgebruik (door de efficiëntere toepassing);
- door te veronderstellen dat de financiële besparing teniet wordt gedaan door extra kosten van medium en high solid verf.

Een en ander leidt tot de volgende berekende kosten effectiviteiten voor een installatie waar jaarlijks 65.000 m<sup>2</sup> wordt geleverd.

Tabel 3.3 Berekende kosten-effectiviteit van alternatieve verfsystemen voor hout, inclusief besparingen op verfgebruik

code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
00 00	low solid (80% oplosm), spray (35% efficiencies)			
00 01	low solid (80% oplosm), spray (35% efficiëntie); naverbranding	€ 6,60	€ 8,58	€ 4,62
01 00	low solid (80% oplosm), electro/roll/etc. (75% efficiëntie)	-€ 3,27	-€ 4,25	-€ 2,29
01 01	low solid (80% oplosm), electrostat /roll / etc. (75% efficiëntie), naverbranding	€ 2,92	€ 2,87	€ 2,96
02 00	medium solid (55% oplosm), spray (35% efficiëntie)	-€ 1,76	-€ 2,28	-€ 1,23
02 01	medium solid (55% oplosm), spray (35% efficiëntie), naverbranding	€ 2,34	€ 3,04	€ 1,64
03 00	medium solid (55% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	-€ 2,63	-€ 3,42	-€ 1,84
04 00	high solid (20% oplosm), spray (35% efficiencies)	-€ 0,88	-€ 1,15	-€ 0,62
05 00	high solid (20% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	-€ 2,13	-€ 2,76	-€ 1,49
06 00	very high solid (5% oplosm), spray (35% efficiencies)	-€ 1,37	-€ 1,78	-€ 0,96
07 00	very high solid (5% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	-€ 2,07	-€ 2,69	-€ 1,45

Bron: berekening TME o.b.v. Citepa

Worden de besparingen op het verfgebruik meegenomen, dan zijn de maatregelen (behalve naverbranding) in het algemeen kosten neutraal of leiden tot een netto besparing. Als wat voorzichtiger gerekend wordt en b.v. rekening wordt gehouden met meerkosten van andere verfsoorten, dan vallen de maatregelen wat duurder uit, zoals is te zien in onderstaande tabel.

Tabel 3.4 Berekende kosten-effectiviteit van alternatieve verfsystemen voor hout, geen (financiële) besparingen op verfgebruik

code	Maatregel	Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie)	Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie)
00 00	low solid (80% oplosm), spray (35% efficiëncies)			
00 01	low solid (80% oplosm), spray (35% efficiëntie); naverbranding	€ 10,91	€ 14,18	€ 7,64
01 00	low solid (80% oplosm), electro/roll/etc. (75% efficiëntie)	€ 2,93	€ 3,80	€ 2,05
01 01	low solid (80% oplosm), electrostat /roll / etc. (75% efficiëntie), naverbranding	€ 5,36	€ 6,06	€ 4,67
02 00	medium solid (55% oplosm), spray (35% efficiëntie)	€ 4,95	€ 6,44	€ 3,47
02 01	medium solid (55% oplosm), spray (35% efficiëntie), naverbranding	€ 6,42	€ 8,35	€ 4,50
03 00	medium solid (55% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	€ 1,98	€ 2,57	€ 1,39
04 00	high solid (20% oplosm), spray (35% efficiëncies)	€ 3,72	€ 4,83	€ 2,60
05 00	high solid (20% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	€ 1,81	€ 2,35	€ 1,26
06 00	very high solid (5% oplosm), spray (35% efficiëncies)	€ 3,66	€ 4,76	€ 2,56
07 00	very high solid (5% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	€ 1,98	€ 2,58	€ 1,39

Bron: berekening TME o.b.v. Citepa

Volgens de bovenstaande berekeningen zou het verven/lakken van hout met behulp van medium en high solid verven en efficiëntere applicatiesystemen kosten-effectief zijn. Als er bespaard kan worden op de lakkosten dan zal er soms sprake kunnen zijn van een netto besparing.

In gevallen waarbij een naverbrander wordt verondersteld zijn er (soms aanzienlijke) kosten gemoeid met het reduceren van VOS. Deze maatregel wordt door de branche dan ook niet als kosten-effectief beschouwd.

Volgens een in het kader van het VRPO project uitgevoerd onderzoek (COT, 2000), zijn watergedragen lakken duurder, maar wordt ook opgemerkt dat ze een hoger vaste stofgehalte hebben. Andere alternatieven, zoals zuurhoudend en twee-componenten zijn goedkoper. Daarmee wordt de bovenstaande berekening (deels) bevestigd (immers, volgens COT is het min of meer kostenneutraal).

Verwacht mag worden dat de kosten-effectiviteit van verfsystemen met een grotere schaal goedkoper zijn dan uit de bovenstaande berekeningen blijkt en voor kleinere systemen duurder.

### 3.1.5 Nederlandse situatie

De door Citepa beschreven maatregelen zijn in het algemeen representatief voor de Nederlandse situatie in de Meubelindustrie en de Timmer industrie. Wel moet daarbij de





kanttekening worden geplaatst dat door bedrijfsspecifieke omstandigheden de maatregelen en kosten-effectiviteit daarvan soms fors kan afwijken van de door Citepa gemaakte veronderstellingen. Verder wordt door beide branches opgemerkt dat de veronderstelling van Citepa dat er bespaard wordt op verfkosten niet altijd realistisch is omdat medium en high solid verven per eenheid product wat duurder uitvallen. Daarmee gaat tenminste een deel van de mogelijke besparing bij andere efficiëntere applicatietechnieken verloren.

In de meubelindustrie wordt momenteel nagegaan op welke wijze aan de eisen uit het ARBO convenant voor de branche kan worden voldaan. Het zal daarbij naar waarschijnlijkheid gaan om een combinatie van technische maatregelen (b.v. overdruk installatie) en andere verftoepassingen (medium solids). Maatregelen zoals naverbranden worden in de branche eigenlijk niet overwogen omdat deze te duur zijn (en zetten dus qua kosten een bench markt).

## 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 3.5 Maatregelen voor VOS reductie: lakken personenauto's (nieuw)

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 3.6 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

### 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 3.7 Berekenende 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
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 ( $> \text{€ } 10$  per kg). Alleen het simpelweg toepassen van een naverbrander op de droogoven is kosten-effectiever (klasse  $\text{€ } 2,50 - \text{€ } 5,00$ ).

Het toepassen van zowel naverbranding als actieve kool adsorptie op spuitcabines leidt tot kosten-effectiviteiten in de range rond  $\text{€ } 15,00$  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 waterafdukbare basis. Door electrostatisch spuiten is bovendien de hoeveelheid lak per auto geoptimaliseerd en de hoeveelheid afvallak geminimaliseerd.

Door Nedcar is in het totaal  $\text{€ } 36$  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  $\text{€ } 7,5$  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 ( $90 \text{ g/m}^2$ ) 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.

#### 3.3.2 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregelen kosten bepaald:



Tabel 3.8 Maatregelen voor VOS-reductie: lakken 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). Daarbij worden hier alleen de cijfers voor de referentie-installatie van 100.000 personenauto's gegeven. Dit is de referentie installatie die het meest met de Nederlandse situatie overeenkomt

Tabel 3.9 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen lakken van vracht- en bestel auto's

Code	Maatregel	Investerings	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/m <sup>3</sup> : partial VOC abatement in enamel spray booths	€ 20.000.000	€ 500.000



Code	Maatregel	Investerings	Variabele operationele kosten per jaar
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

### 3.3.4 Kosten effectiviteit

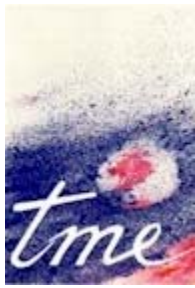
Op basis van de ramingen van Citepa kan de kosten-effectiviteit van de verschillende opties worden bepaald. Dit is in onderstaande tabel gedaan.

Tabel 3.10 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/m <sup>3</sup> : 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 * 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	€ 40,25	€ 24,15

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.



## 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 3.11 Maatregelen voor 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
01 01 00	* putty: conv. (250g VOC/l) * primer: conv. (712g VOC/l); hvlp app * surfacer: hs (518g VOC/l); hvlp app * topcoat: 1coat impr. (410g VOC/l; hvlp) or 2coat impr. (99g VOC/l, pn.app + 417g VOC/l, hvlp app) * cleaning agent: 70% 100wt% sb, 30% 15wt% sb	674
01 02 00	* 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	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). Daarbij worden hier alleen de cijfers voor de referentie-installatie van 100.000 personenauto's gegeven.





Tabel 3.12 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen voor autoherstelbedrijven

maatregel	omschrijving	investering (€)	variabele operationele kosten (€/y)	vaste operationele kosten (€/y)	Besparingen (€/y)
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	€ 650	€ 15.000	€ 133	-€ 13.530
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	€ 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 3.13 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.



## 4 CONCLUSIES

In de onderstaande tabel is getracht om de maatregelen uit het reductieplan van de VVVF (hout, autolak en deels industrie) te vergelijken met maatregelen zoals door Citepa gedefinieerd. Ook wordt ingegaan op de vraag of de cijfers door de branches als gevalideerd mogen worden beschouwd.

Maatregel reductieplan	maatregel Citepa	Kosten-effectiviteits klasse (€/kg VOS gereduceerd)	Citepa gemid delde raming	Maxi male raming	Mini male raming
Autolak, spuiterijen (basecoat/clearcoat met high solid (420 gr VOS/l))	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)	€ 5 - € 10	€ 7,73	€ 9,67	€ 5,80
	Autoherstelbedrijven: * putty: conv. (250g VOC/l) * primer: conv. (712g VOC/l); hvlp app * surfacer: hs (518g VOC/l); hvlp app * topcoat: 1coat impr. (410g VOC/l; hvlp) or 2coat impr. (99g VOC/l, pn.app + 417g VOC/l, hvlp app) * cleaning agent: 70% 100wt% sb, 30% 15wt% sb	€ 0 - € 2,5	€ 1,21	€ 2,85	€ 0,43-
lakken personen auto's: nageschakelde techniek	incinerator on drying oven	€ 2,5 - € 5	€ 3,26	€ 3,49	€ 3,03
	inc. on drying oven and activated c-abs on spray booth comb. with thermal inc.	> € 10	€ 14,26	€ 17,88	€ 10,63
houtindustrie, lager VOS-gehalte (zuurhardend, tweecomponenten, stralingsdrogend)	medium solid (55% oplosm), electrostat / roll / etc. (75% efficiëntie)	€ 0 - € 2,5	-€ 2,63	-€ 3,42	-€ 1,84

Uit de tabel komt naar voren dat de sommige maatregelen relatief kosten-effectief kunnen worden toegepast, terwijl alternatieve autolaksystemen in de kosten-effectiviteitsklasse € 5 - € 10 valt, en sommige nageschakelde technieken in de klasse > € 10.

De VVVF kon de cijfers niet valideren omdat ze te weinig inzicht in de operationele aspecten hebben. Voor de FME was het eveneens onmogelijk de cijfers te valideren. Wel kan b.v. voor de "autolak" op grote schaal (Nedcar) worden vermeld dat (i) men daar qua emissiefactor al



tot de beste categorie van Citepa gerekend kan worden en dat (ii) daarvoor forse investeringen zijn gedaan (die Nedcar echter niet als "milieukosten" telt). Het cijfers voor het lakken van nieuwe personenauto's kan daarmee als gevalideerd worden beschouwd (maar aan de hoge kant, eigenlijk moet slechts een beperkt deel van de investering in de lakstraat worden meegeteld). Voor andere verftoepassingen is een dergelijke validatie niet mogelijk, wel kan worden gesteld dat duurdere maatregelen (nageschakelde technieken) die meer dan € 4 per kg VOS kosten niet als reële optie worden gezien. Daaruit kan worden geconcludeerd dat in veel gevallen de maatregelen maximaal € 4 per kg zullen kosten of minder.

Voor de timmerindustrie kunnen de cijfers eveneens als gevalideerd worden beschouwd.



## REFERENTIES:

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

Citepa, 2003, "Wood coating", final working document, Paris, 30 June 2003.

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

NBT, 2003, "Informatie Timmerfabrikanten", telefonische informatie van de Bond van Nederlandse Timmerfabrikanten, dhr. Bastiaanse, d.d. 1 oktober 2003.

VVVF, 2002, "VOS Reductieplan 2010 voor de verf- en drukinkt industrie", Leiden, december 2002.