



**KOSTEN EFFECTIVITEIT VOS
MAATREGELEN 2010**

Achtergronddocument Chemische
Industrie

Jochem Jantzen
Henk van der Woerd

30 september 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
url: www.tme.nu



INHOUDSOPGAVE

	Pagina	
1	INLEIDING	1
1.1	Opzet van dit document	1
2	EMISSIES EN REDUCTIEPLAN CHEMISCHE INDUSTRIE	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Emissies en reducties Chemische sector	2
3	KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE	4
3.1	Inleiding	4
3.2	Kosten en potentiële emissie reductie van maatregelen in de chemische industrie volgens het VRPO project	4
3.2.1	Inleiding	4
3.2.2	Kosten-effectiviteiten emissie reductie Chemische industrie	4
3.3	Fijn chemie en Farmaceutische Industrie	5
3.3.1	Referentie installatie	5
3.3.2	Maatregelen	5
3.3.3	Investeringen en kosten	6
3.3.4	Kosten effectiviteit	6
3.4	Verf, inkt en lijm productie	8
3.4.1	Inleiding	8
3.4.2	Referentie installatie	8
3.4.3	Maatregelen	8
3.4.4	Investeringen en kosten	9
3.4.5	Kosten effectiviteit	10
3.5	Conclusies	11
	REFERENTIES	12



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 chemische industrie heeft aangegeven dat een reductie van om en nabij de 30% haalbaar is, zonder daarbij specifieke maatregelen te noemen (de industrietak is zeer divers en dus ook de maatregelen).

In dit document is de opstelling van kosten (door Citepa) verkort weergegeven. Citepa werkt met referentie installaties en diverse (mengingen van) primaire en secundaire technieken om tot kostenschattingen voor emissiereductie te komen.

Bij de schattingen van Citepa wordt duidelijk aangegeven met welke onzekerheidsmarges rekening moet worden gehouden

Voor twee (groepen van) chemische processen die zijn beschreven door Citepa zijn schattingen gemaakt:

- productie van speciale chemicaliën en farmaceutische producten.
- productie van verf-, inkt- en lijm.

Daarnaast is gekeken naar de schattingen die kunnen worden afgeleid uit het VRPO (VOS Reductie Potentieel Onderzoek) project voor de chemische industrie (Stork, 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 NMVOS vermeden.

1.1 Opzet van dit document

In dit document is de kosten-effectiviteit bepaald van de maatregelen voor de chemische industrie, voorzover beschreven in Citepa en het VRPO project.

Eerst wordt ingegaan op de VOS-emissies van de sector en de mogelijke reducties in de chemische industrie.

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



2 EMISSIES EN REDUCTIEPLAN CHEMISCHE INDUSTRIE

2.1 Inleiding

Door de chemische sector is een beknopte berekening op basis van de BMP's van ca. 20 bedrijven met totaal 77% van de totale emissie van de Chemie.

2.2 Emissies en reducties Chemische sector

Op basis van de BMP's van ca. 20 VNCI leden, 77% van de totale emissie vertegenwoordigend, is de volgende tabel samengesteld.

Tabel 2.1 VOS emissies en emissiereductie Chemische industrie, 2000 en 2010, in kton per jaar

	Emissies 2000	Emissie 2010
inventarisatie VNCI-leden (21)	9,6	7,3
niet geïnventariseerd	2,8	2,1
Totaal Chemische sector	12,4	9,4
reductie 2000 - 2010		3,0

Bron: VNCI, 2002

De VNCI doet verder geen uitspraken over het soort maatregelen dat zal worden getroffen door de bedrijven. Dat maakt het lastig om een inschatting te maken van de mogelijke kosten-effectiviteit van maatregelen die voor de sector relevant zijn.

Wel is het mogelijk om op basis van een ruwe inschatting van Stork in het kader van het VRPO project een indruk te krijgen van de emissies en mogelijke emissie-reducties in de chemie. De volgende tabel geeft daarvan een indruk.

Tabel 2.2 VOS emissies 2000, potentiële emissiereductie volgens het VRPO project en geschatte emissies 2010 van de chemische sector, ingedeeld naar bron-typen

bron	emissie 2000 kton/j	potentiële emissie reductie kton/j	emissie 2010 kton/j
opslagtanks	1,2	0,7	0,5
puntbronnen, procesemissies, >0,5gew%VOS	0,8	0,4	0,4
puntbronnen, procesemissies, 0,05-0,5gew%VOS	0,6	0,15	0,45
puntbronnen, procesemissies, 0,005-0,05gew%VOS, ventilatie	0,6	0,1	0,5
overige puntbronnen, lage concentraties	3,9	1,6	2,3
lekverliezen/diffuus	2,1	0,4	1,7
overig diffuus, riolen/oliewaterscheiders, koeltorens, etc.	2,1	0,2	1,9
Totaal	11,3	3,6	7,7
Emissiereductie potentieel			3,6

Bron: o.b.v. Stork, 2000, p. 42 – 55



Bij de emissie reductie potentieelraming in het kader van het VRPO project moet worden opgemerkt dat de onderverdeling in bronnen soms slechts een nauwkeurigheid van 50% heeft. In de tabel is steeds de laagste potentieel raming uit het VRPO project overgenomen.

Ondanks dat de raming van het VNCI in dezelfde orde van grootte is als die van het VRPO project wil dit niet zeggen dat de maatregelen uit het VRPO project zondermeer als representatief voor de reductie kunnen worden geacht. In het Citepa document over "special chemicals" (Citepa, 2003) worden ook bronmaatregelen meegenomen. Het jaarverslag van DSM zegt bijvoorbeeld: "De vermindering van de Vluchtige Organische Stoffen (VOS) kwam met name door het afstoten van de petrochemische activiteiten, door het effect van het nieuwe biotechnologische proces voor penicilline in Delft (Nederland) en door procestechnische aanpassingen in". (DSM, 2003, p. 24). De VNPI wijst op andere mogelijkheden voor het bestrijden van emissies bij opslagtanks (TME, 2003).



3 KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE

3.1 Inleiding

Voor de Chemische industrie zijn door Citepa twee achtergronddocumenten opgesteld: een over de fijn chemische industrie en een over de verf, inkt en lijm industrie (Citepa, 2003a/b). In het kader van het VRPO project zijn door Stork maatregelen geïnventariseerd die de Chemie mogelijk kan nemen om VOS emissies te beperken (Stork, 2000).

3.2 Kosten en potentiële emissie reductie van maatregelen in de chemische industrie volgens het VRPO project

3.2.1 Inleiding

Zoals in het vorige hoofdstuk is aangegeven kunnen ook uit het VRPO project voor de Chemie de nodige kosten-effectiviteiten worden afgeleid. Tevens is aangegeven dat de in het VRPO geïdentificeerde maatregelen niet zondermeer zullen worden geïmplementeerd door de chemische industrie, ook andere maatregelen zijn mogelijk. Toch geven de resultaten van het VRPO project enig inzicht in de mogelijke maatregelen en de mogelijke kosten-effectiviteit daarvan. Daarom worden hier de resultaten van het VRPO project kort samengevat.

3.2.2 Kosten-effectiviteiten emissie reductie Chemische industrie

In de onderstaande tabel is een beknopt overzicht gegeven van de maatregelen die in het VRPO project onderzocht zijn op kosten en effectiviteit.

Tabel 3.1 Geschatte gemiddelde kosten-effectiviteit van maatregelen in de chemische industrie op basis van het VRPO project

bron	maatregel	KE
opslagtanks	aansluiten op dvi	€ 9
puntbronnen, procesemissies, >0,5gew%VOS	cryo-condensatie, adsorptie/actief kool	€ 4 – 13
puntbronnen, procesemissies, 0,05-0,5gew%VOS	adsorptie/actief kool, regeneratieve naverbranding	€ 4 – 11
puntbronnen, procesemissies, 0,005-0,05gew%VOS, ventilatie	biofiltratie	€ 30
overige puntbronnen, lage concentraties	regeneratieve oxidatie	€ 14
lekverliezen/diffuus	monitoring en reparatie	€ 3 – 8
overig diffuus, riolen/oliewaterscheiders, koeltorens, etc.	nageschakelde techniek	€ 2 – 11

Bron: TME schatting o.b.v. Stork, 2000, p. 42 -56

Bij de bovenstaande tabel moeten de kanttekeningen worden geplaatst dat de door Stork berekende kosten 2x hoger kunnen uitvallen dan het gemiddelde. De kosten-effectiviteitsrange van maatregelen is dan ook in veel gevallen (zelfs voor dezelfde techniek) groot.



Anderzijds moet worden opgemerkt dat het ook mogelijk is dat bepaalde bronnen in de chemie op andere wijze zullen worden aangepakt dan door Stork is verondersteld:

- bij opslagtanks en diffuse emissies lijken er mogelijkheden te liggen tot kosten-effectieve reducties (zie "Achtergrond document Raffinaderijen" (TME, 2003));
- ook binnen de chemische industrie zal de trend van oplosmiddelarm schoonmaken doorzetten (analoog aan andere bedrijfstakken), dit zijn relatief kosten-effectieve maatregelen.

3.3 Fijn chemie en Farmaceutische Industrie

3.3.1 Referentie installatie

Door Citepa wordt uitgegaan van een installatie met een jaarlijkse oplosmiddel doorzet van 3000 ton. Daarnaast zijn twee andere (een kleine en grote) referentie installaties beschouwd, maar niet verder doorgerekend.

De referentie installatie zou representatief zijn voor capaciteiten van 1000 t/m 5000 ton oplosmiddel doorzet per jaar.

3.3.2 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregelen kosten bepaald:

Tabel 3.2 Maatregelen VOS-reductie fijn chemie en farmacie

Code	Omschrijving	Emissiefactor (kg/ton oplosmiddel gebruikt)
00 00	Conventionele primaire maatregelen ("good housekeeping", oplosmiddel management plan)	300
01 01	Programma 1 primaire maatregelen, weinig gebruik secundaire maatregelen (condensatie, verbranding, adsorptie)	80
02 02	Programma 2 primaire maatregelen, veel gebruik secundaire maatregelen (condensatie, verbranding, adsorptie)	35

Toelichting:

Programma 1 primaire maatregelen en secundaire kan omvatten (o.a.):

- fluidised bed droger
- stirred droger ("roerende droger")
- rotative droger ("draaiende droger")
- inzameling diffuse emissies ("vent")
- verbranding
- cryogene condensatie

Programma 2 primaire maatregelen en secundaire kan omvatten (o.a.):

- inzameling diffuse emissies ("vent")
- verbeterde ventielen, koelers
- cryogene condensatie



- scrubbers
- adsorptie op actief kool
- omkastingen/afdekkingen
- biofiltratie

3.3.3 Investerings en kosten

De volgende tabel geeft een overzicht van de door Citepa, voor de referentie-installatie, geschatte investerings- en operationele kosten.

Tabel 3.3 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen fijn chemie en farmacie

Maatregel	Omschrijving	investering (€)	variabele operationele kosten (€/y)	vaste operationele kosten (€/y)
00 00	Conventionele primaire maatregelen ("good housekeeping", oplosmiddel management plan)	0	0	0
01 01	Programma 1 primaire maatregelen, weinig gebruik secundaire maatregelen (condensatie, verbranding, adsorptie)	€ 2.640.000	€ 132.000	€ 316.800
02 02	Programma 2 primaire maatregelen, veel gebruik secundaire maatregelen (condensatie, verbranding, adsorptie)	€ 6.678.000	€ 333.900	€ 675.650

Bron: Citepa, 2003a

In Citepa wordt aangegeven dat de bedragen erg onzeker zijn: er wordt gerekend met een onzekerheidsmarge van 100% (kortom, de investering kan 2x hoger uitpakken dan gemiddeld).

3.3.4 Kosten effectiviteit

Door kosten informatie te combineren met informatie omtrent de reductie van NMVOS-emissie kan de kosten-effectiviteit van de maatregelen worden bepaald. Dit is gedaan in de onderstaande tabel, waarbij ook de onzekerheidsmarges zijn weergegeven.

Voor de referentie installatie gelden de volgende cijfers voor emissie en emissie reductie



Tabel 3.4 Emissies en emissie reductie voor de referentie installatie in de fijn chemie en farmacie

maatregel	Omschrijving	Emissies (kg jaar)	Emissie reductie (kg jaar)
00 00	Conventionele primaire maatregelen ("good housekeeping" , oplosmiddel management plan)	900.000	0
01 01	Programma 1 primaire maatregelen, weinig gebruik secundaire maatregelen (condensatie, verbranding, adsorptie)	240.000	660.000
02 02	Programma 2 primaire maatregelen, veel gebruik secundaire maatregelen (condensatie, verbranding, adsorptie)	105.000	795.000

Bron: Citepa, 2003a

Dit leidt in combinatie met de investerings- en operationele kosten tot de volgende geschatte kosten-effectiviteiten:

Tabel 3.5 Berekende kosten-effectiviteit van maatregelpakketten in de fijn chemie en farmacie

maatregel	omschrijving	Kosten Effectiviteit, gemiddeld (€/kg)	Kosten Effectiviteit, maximaal (€/kg)	Kosten Effectiviteit, minimaal (€/kg)
00 00	Conventionele primaire maatregelen ("good housekeeping" , oplosmiddel management plan)			
01 01	Programma 1 primaire maatregelen, weinig gebruik secundaire maatregelen (condensatie, verbranding, adsorptie)	€ 1,17	€ 2,35	€ 0,00
02 02	Programma 2 primaire maatregelen, veel gebruik secundaire maatregelen (condensatie, verbranding, adsorptie)	€ 2,31	€ 4,61	€ 0,00

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

Hierbij moet worden opgemerkt dat voor een kleinere installatie (1000 in plaats van 3000 ton oplosmiddel per jaar), de kosten ten opzichte van de gereduceerde emissies ca. een factor 3 hoger kunnen komen te liggen (kleinere schaal).

Als wordt verondersteld dat programma 1 al is ingevoerd in Nederland, dan moet niet met gemiddelde maar marginale kosten effectiviteit van maatregel 2 worden gerekend, door de extra jaarlijkse kosten t.o.v. programma 1 te vergelijken met de extra emissie reductie:



Tabel 3.6 Berekende marginale kosten-effectiviteit van maatregelpakket 2 in de fijn chemie en farmacie

maatregel	omschrijving	Kosten Effectiviteit, gemiddeld (€/kg)	Kosten Effectiviteit, maximaal (€/kg)	Kosten Effectiviteit, minimaal (€/kg)
02 02	Programma 2 primaire maatregelen, veel gebruik secundaire maatregelen (condensatie, verbranding, adsorptie)	€ 7,84	€ 15,68	€ 0,00

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

Door alleen naar de extra reducties van het maatregelpakket te kijken loopt de kosten-effectiviteit van maatregelpakket 2 (waarmee een reductie wordt bereikt van 90% t.o.v. de uitgangssituatie) met een factor 3 af.

3.4 Verf, inkt en lijm productie

3.4.1 Inleiding

Voor de verf, inkt en lijm industrie in Nederland worden in het Nationaal reductieplan geen verdere emissie reducties t.o.v. 2000 verondersteld, aangezien deze industrietak in Nederland al vergaande maatregelen heeft getroffen en nu zit op een emissies van 2000 – 400 ton per jaar (VVVF, 2002, p. 1)¹.

De informatie van Citepa dient derhalve voor Nederland als de reeds bereikte situatie.

3.4.2 Referentie installatie

Door Citepa wordt uitgegaan van twee referentie installaties met een jaarlijkse productievolume van 15 000 ton per jaar. Daarbij zijn twee situaties onderscheiden:

- situatie 1: productiepakket bestaat uit: 45% water based coatings (4% oplosmiddel); 50% oplosmiddel coatings (50% oplosmiddel) en 5% andere producten (100% solvent)
- situatie 2: productiepakket bestaat uit: 80% water based coatings (4% oplosmiddel); 15% oplosmiddel coatings (50% oplosmiddel) en 5% andere producten (100% solvent)

3.4.3 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregel-combinaties kosten bepaald:

¹ Op een productievolume van ca. 250 kton per jaar is dit verdergaand dan de door Citepa beschreven maatregelen (immers de gemiddelde emissiefactor in Nederland bedraagt maximaal 400 ton VOS / 250 kton verf = 1,6 kg/ton product)



Tabel 3.7 Maatregelen VOS-reductie verf-, inkt en lijm productie

Code	Omschrijving	Emissiefactor (kg/ton product)
01 00 00	basis	11
01 01 00	"good practices"	8
01 00 01	opwaarderen condensatie units/actieve kool oplosmiddel terugwinning	5,5
02 00 00	basis	5,5
02 01 00	"good practices"	4
02 00 01	opwaarderen condensatie units/actieve kool oplosmiddel terugwinning	2,75

Bron: Citepa, 2003b

De emissiefactoren voor situatie 2 zijn de helft lager dan voor situatie 1, omdat in de 2^e situatie minder oplosmiddelhoudende producten worden gefabriceerd.

3.4.4 Investerings- en operationele kosten

De volgende tabel geeft een overzicht van de door Citepa, voor de referentie-installatie, geschatte investerings- en operationele kosten.

Tabel 3.8 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen voor de verf, inkt en lijmproductie

Code	Omschrijving	investering (€)	variabele operationele kosten (€/y)	vaste operationele kosten (€/y)	Besparingen (€/y)
01 00 00	basis				
01 01 00	"good practices"	415.000			45.000
01 00 01	opwaarderen condensatie units/actieve kool oplosmiddel terugwinning	1400.000	18.000	70.000	82.500
02 00 00	basis				
02 01 00	"good practices"	415.000			22.500
02 00 01	opwaarderen condensatie units/actieve kool oplosmiddel terugwinning	710.000	12.300	35.000	41.250

Bron: Citepa, 2003b.

Opmerkingen:

- voor "good practises" zijn alleen investeringen verondersteld door Citepa, geen operationele kosten, maar wel besparingen (door extra terugwinning oplosmiddelen).



3.4.5 Kosten effectiviteit

Door kosten informatie te combineren met informatie over de reductie van VOS-emissie kan de kosten-effectiviteit van de maatregelen worden bepaald. Dit is gedaan in de onderstaande tabel, waarbij ook de onzekerheidsmarges zijn weergegeven.

Voor de referentie installatie gelden de volgende cijfers voor emissie en emissie reductie

Tabel 3.9 Emissies en emissiereductie van maatregelen om de emissies van VOS bij verf, inkt en lijmproductie te verminderen

Code	Omschrijving	Emissies (kg jaar)	Emissie reductie (kg jaar)
01 00 00	Basis	165.000	
01 01 00	"good practices"	120.000	45.000
01 00 01	opwaarderen condensatie units/actieve kool oplosmiddel terugwinning	82.500	82.500
02 00 00	Basis	82.500	
02 01 00	"good practices"	60.000	22.500
02 00 01	opwaarderen condensatie units/actieve kool oplosmiddel terugwinning	41.250	41.250

Bron: Citepa, 2003b

Dit leidt in combinatie met de investerings- en operationele kosten tot de volgende geschatte kosten-effectiviteiten:

Tabel 3.10 Berekende kosten-effectiviteit van maatregelen om de emissies van VOS bij verf, inkt en lijmproductie te verminderen

Maatregel	Omschrijving	Kosten Effectiviteit, gemiddeld (€/kg)	Kosten Effectiviteit, maximaal (€/kg)	Kosten Effectiviteit, minimaal (€/kg)
01 00 00	basis			
01 01 00	"good practices"	€ 1,83	€ 2,08	€ 1,58
01 00 01	opwaarderen condensatie units/actieve kool oplosmiddel terugwinning	€ 3,59	€ 4,37	€ 2,82
02 00 00	basis			
02 01 00	"good practices"	€ 2,66	€ 3,16	€ 2,16
02 00 01	opwaarderen condensatie units/actieve kool oplosmiddel terugwinning	€ 3,69	€ 4,50	€ 2,89

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



3.5 Conclusies

Op basis van de resultaten van het VRPO project en de bestudeerde documenten van Citepa en de daarin genoemde maatregelen en kosten informatie kan worden geconcludeerd dat:

- de maatregelen die in het VRPO project zijn beschreven beter aansluiten bij de Nederlandse situatie dan die in Citepa;
- De Citepa maatregelen voor de verf, inkt en lijm industrie in Nederland al zijn ingevoerd (verdergaand dan maximaal mogelijk volgens Citepa). Bovendien is deze sector geen onderdeel van de "synthetische chemie" (bedrijven lid van VNCI);
- De kosten-effectiviteit van de meeste maatregelen voor de chemie volgens Stork – gemiddeld – in de klassen € 5 – € 10 en > € 10 per gereduceerde kg VOS vallen
- De kosten-effectiviteit van te nemen maatregelen aanzienlijk uiteen kan lopen, dit bevestigt het beeld van een zeer gevarieerde sector, met uiteenlopende processen en oplossingen om VOS emissies te reduceren.

Door de VNCI is aangegeven dat de sector principiële bezwaren heeft tegen het maken van kosten-effectiviteitsanalyses op sector niveau. Validatie van de cijfers is derhalve niet mogelijk. Gezien de diversiteit van processen bij de bedrijven in de chemische industrie, zal altijd voor maatwerk moeten worden gekozen. Weliswaar zullen een aantal oplossingen in meer dan een bedrijf kunnen worden toegepast (b.v. terugbrengen schoonmaken met VOS-houdende middelen, monitoring- en reparatie procesinstallaties, opslag van VOS-houdende stoffen) dat wil niet zondermeer zeggen dat de kosten-effectiviteit van die maatregelen per bedrijf gelijk is. Door specifieke situaties kunne hierin grote verschillen optreden.

De globale indruk bestaat bij de VNCI, dat verdergaande reducties van VOS-emissies alleen behaald kunnen worden door ook fundamentele maatregelen te treffen. Daarbij wordt het proces (geheel) vernieuwd. Afhankelijk van de investeringscyclus van het bedrijf en de daaraan ten grondslag liggende marktomstandigheden kunnen kosten om VOS te reduceren dan laag of hoog uitvallen (hier speelt ook het probleem van kosten toerekening bij proces geïntegreerde maatregelen).

De verwachting is uitgesproken dat de kosten-effectiviteit voor individuele bedrijven in de chemische industrie sterk uiteen kan lopen en dat de wat kleinere bedrijven wellicht maatregelen moeten treffen die (ruimschoots) de grens van € 10 per kg gereduceerde VOS zullen overschrijden.



REFERENTIES

Citepa, 2003, "Speciality organic chemical industry including the pharmaceutical product manufacturing", final background document on the sector, Parijs, 24 June 2003.

Citepa, 2003, "Manufacture of paints, inks and glues final background document on the sector", Parijs, 16 May 2003.

DSM, 2003, "DSM Triple P verslag 2002, People, Planet, Profit, Maart 2003.

Stork, 2000, "Quick scan – Fase 2 VOS Reductiepotentieel onderzoek, Aardolieketen, chemie, reinigen van tankauto's, binnenvaart,- en zeeschepen, gasdistributie, Amsterdam", Amsterdam, 4 februari 2000.

TME, 2003a, "Achtergronddocument raffinaderijen", Nootdorp, september 2003.

VNCl, 2002, "Toelichting reducties VOS-emissies chemische industrie", Leidschendam, 23 juli 2002.

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