



**KOSTEN EFFECTIVITEIT VOS  
MAATREGELEN 2010**

Achtergronddocument Aardolieketen /  
Raffinaderijen

Jochem Jantzen  
Henk van der Woerd

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](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 AARDOLIEKETEN	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Emissies	2
2.3	Maatregelen VOS-reductie	3
3	KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN/OPTIES	4
3.1	Inleiding	4
3.2	Resultaten VOS Emissie Reductie Potentieel Onderzoek	4
4	VERGELIJKING KOSTEN-EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN EN VOORGESTELDE OPTIES VOOR DE AARDOLIE KETEN	5
4.1	Inleiding	5
4.2	Vergelijking opties uit reductieplan met maatregelen uit VRPO studie	5
4.3	Voorlopige indeling opties reductieplan in kosten-effectiviteitsklassen	6
	REFERENTIES:	7
	BIJLAGE: VOORBEELD BEREKENINGEN KOSTEN EFFECTIVITEITEN	8



## 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 sector aardolie keten (VNPI) heeft aangegeven in het "Reductieplan VOS 2000 – 2010 voor de Raffinaderijen" (VNPI, 2003) dat een reductie van om en nabij de **3.300** ton haalbaar is (op een hoger gesteld emissie niveau van 2000: **9.429** ton t.o.v. 7.193 ton volgens referentie).

Voor de aardolieketen is door Citepa slechts een relevant document opgesteld: "Distribution of gasoline" (Citepa, 2003). Daarom is behalve naar Citepa, ook gekeken naar in het kader van het VRPO (VOS Reductie potentieel onderzoek) uitgevoerd onderzoek (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

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

Vervolgens worden de schattingen gepresenteerd op basis van eerder verrichte studies

Ten slotte is de kosten-effectiviteit van de voorgestelde maatregelen uit het reductieplan op sector niveau bepaald.

Naast dit document is er voor de aardolieketen (waarvan de raffinaderijen onderdeel zijn) een achtergronddocument opgesteld voor benzinstations.



## 2 REDUCTIEPLAN AARDOLIEKETEN

### 2.1 Inleiding

In het reductieplan VOS-emissies 2000-2010 raffinaderijen (VNPI, 2003) wordt ingegaan op de emissieramingen en de opties om de VOS-emissies bij raffinaderijen te reduceren. In het plan worden geen opties genoemd voor de rest van de aardolieketen (terminals, distributie, benzine stations).

### 2.2 Emissies

In het reductieplan wordt aangegeven dat de referentiewaarden voor de VOS-emissies 2000 van de aardolieketen niet overeenstemmen met de werkelijkheid. Op basis van schattingen wordt voorgesteld om uit te gaan van hogere cijfers. In de onderstaande tabel is een en ander samengevat.

Tabel 2.1 Geschatte VOS-emissies aardolieketen in Nederland (2000) in ton

	Emissie 2000 (referentie)	Emissie 2000 (nieuwe basis)**
a. Emissies raffinaderijen/terminals		
Verbrandingsemissies stoken	602	502
Verbrandingsemissies fakkels	867	867
Diffuse emissies	2.255	3.591
Tankemissies	1.101	1.501
Schoonmaken tanks	17	17
Beladingsemissies	526	1.126
Puntbronnen/overige	1.825	1.825
<b>Subtotaal raffinaderijen</b>	<b>7.193</b>	<b>9.429</b>
b. Emissies Terminals		
<b>Totale emissies terminals</b>	<b>748</b>	<b>748</b>
c. Emissies Distributie		
<b>Totale emissies distribute</b>	<b>800</b>	<b>800</b>
d. Emissies tankstations		
<b>Totale emissies benzinestations</b>	<b>1.990</b>	<b>1.990</b>
<b>VOS emissies totaal</b>	<b>10.731</b>	<b>12.967</b>

bron: VNPI, 2003, p. 9

\*\* Referentie 2000 plus correctie voor bestaande, maar niet eerder geregistreerde VOS-emissies



## 2.3 Maatregelen VOS-reductie

In de onderstaande tabel zijn de maatregelen opgenomen die worden voorgesteld door de VNPI in het reductieplan.

Tabel 2.2 VOS-reductie opties aardolie keten

Opties	Schatting VOS-emissie reductie in ton / jaar*
Controlesysteem voor fakkelsmissies via doorlatende afsluiters en veiligheidskleppen	200
Invoering nieuw uniform protocol voor diffuse emissies	1.600
Invoering nieuw uniform protocol voor tankemissies (ext drijvend dak) en aantal raffinaderij specifieke acties	700
(Gedeeltelijke) reductie VOS emissies bij switchloading	300
Emissies van puntbronnen (Afdekken olie/water afscheider)	500
<b>Totaal</b>	<b>3.300</b>

Bron: VNPI, 2003, p. 7

\*: reductie ten opzichte van nieuwe basis zoals uitgewerkt in tabel 1



## 3 KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN/OPTIES

### 3.1 Inleiding

Zoals reeds opgemerkt zijn er door Citepa voor de aardolie keten slechts maatregelen ten aanzien van de benzine distributie beschreven.

### 3.2 Resultaten VOS Emissie Reductie Potentieel Onderzoek

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

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de kosten-effectiviteiten zoals door Stork berekend in het VRPO project.

Tabel 3.1 Kosten effectiviteit van VOS-reductie opties bij raffinaderijen

Emissie bron	Maatregel	Kosten effectiviteit fl/kg	Kosten effectiviteit €/kg**
Tanks	Aansluiting vast dak tanks zonder maatregel op DVI	21	10,5
	Verwerking rest emissie debiet in DVI	15	7,5
	Dome roof	35	17,5
	Dome roof + dvi	60	30,0
belading lichters	Aansluiten op nieuwe DVI	17,4	8,7
	Aansluiten op bestaande DVI	41	20,5
	Verbeterde efficiëntie DVI	8,5	4,3
diffuse emissies	Monitoring + reparatie, minimaal	1,2	0,6
	Monitoring + reparatie, maximaal	3	1,5
ov procesbronnen*	Afdekken olie/waterscheider	1	0,5
	Thermische verbranding	43	21,5
	Katalytische verbranding	34	17,0
	Actief kooladsorptie	14	7,0
	Biofiltratie/biowassing	8,6	4,3

Bron: Stork, 2000, p. 16-32

\*: voor overige procesbronnen zijn de maximale bedragen opgenomen in de tabel

\*\* : kosten effectiviteit in € bepaald door gulden bedrag te delen door 2, rekening houdend met inflatie van 10% tussen 2000 en nu.



## 4 VERGELIJKING KOSTEN-EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELLEN EN VOORGESTELDE OPTIES VOOR DE AARDOLIE KETEN

### 4.1 Inleiding

Door de voorgestelde opties uit het reductieplan voor de raffinaderijen (hoofdstuk 2) te vergelijken met de door Stork bepaalde kosten-effectiviteiten van VOS-reductie opties (hoofdstuk 3) kan:

- 1) een indruk worden gekregen van de mate waarin de maatregelen uit het VRPO project vergelijkbaar zijn met de opties zoals door de VNPI voorgesteld;
- 2) een indruk worden gekregen van de kosten-effectiviteit van maatregelen.

### 4.2 Vergelijking opties uit reductieplan met maatregelen uit VRPO studie

In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de vergelijking tussen het reductieplan en de VRPO studie.

Tabel 4.1 Vergelijking opties VOS-reductieplan raffinaderijen en VRPO studie, inclusief eerste inschatting van de kosten-effectiviteit van maatregelen

opties reductieplan raffinage	(potentiële) maatregelen VRPO	Kosten Effectiviteit €/ kg vermeden
Controlesysteem voor fakkelsmissies via doorlatende afsluiters en veiligheidskleppen	geen corresponderende maatregel	
Invoering nieuw uniform protocol voor diffuse emissies	monitoring + reparatie, minimaal	€ 0,60
	monitoring + reparatie, maximaal	€ 1,50
Invoering nieuw uniform protocol voor tankemissies (ext drijvend dak) en aantal raffinaderij specifieke acties	aansluiting vast dak tanks zonder maatregel op DVI	€ 10,50
	verwerking rest emissie debiet in DVI	€ 7,50
	dome roof	€ 17,50
	dome roof + dvi	€ 30,00
(Gedeeltelijke) reductie VOS emissies bij switchloading	aansluiten op nieuwe DVI	€ 8,70
	aansluiten op bestaande DVI	€ 20,50
	verbeterde efficiëntie DVI	€ 4,25
Emissies van puntbronnen (Afdekken olie/water afscheider)	afdekken olie/waterscheider	€ 0,50
	thermische verbranding	€ 21,50
	katalytische verbranding	€ 17,00
	actief kooladsorptie	€ 7,00
	biofiltratie/biowassing	€ 4,30

Bron: VNPI, 2003, Stork, 2000 en analyse TME



Uit de tabel blijkt dat van de verschillende opties zoals voorgesteld in het reductieplan olietaken niet voor alle opties een corresponderende maatregel bestaat in het VRPO onderzoek. Bespreking van de opties met de branche (VNPI) wijst uit dat een aantal opties nog nader dienen te worden bezien, en dat voor andere opties andere dan de "VRPO" maatregelen worden voorgesteld. De volgende tabel geeft daarvan een overzicht.

Tabel 4.2 Maatregelen en opties voor VOS-reductie bij Raffinaderijen volgens de sector

	Emissie reductie	Opmerking
Controlesysteem voor fakkelsmissies via doorlatende afsluiters en veiligheidskleppen	200	KE vergelijkbaar met diffuse emissies
Invoering nieuw uniform protocol voor diffuse emissies	1.600	Berekening Stork aanpassen aan nw reductie
Invoering nieuw uniform protocol voor tankemissies (ext drijvend dak) en aantal raffinaderij specifieke acties	700	(veel) Kosten-Effectiever dan Stork, andere aanpak: kleine bronnen
(Gedeeltelijke) reductie VOS emissies bij switchloading	300	in 50% aansluiten op bestaande DVI, lagere kosten dan Stork
Emissies van puntbronnen (Afdekken olie/water afscheider)	500	KE Stork goede orde van grootte (0-2,5 € per kg)

Bron: gesprek VNPI, 20 augustus 2003

### 4.3 Voorlopige indeling opties reductieplan in kosten-effectiviteitsklassen

Dit leidt tot een eerste voorlopige inschatting van de kosten-effectiviteit van de in het reductieplan voorgestelde opties.

Tabel 4.3 Indeling opties VOS reductie bij raffinaderijen

	kosten effectiviteits klasse € per gereduceerde kilogram
Controlesysteem voor fakkelsmissies via doorlatende afsluiters en veiligheidskleppen	€ 0-2,5
Invoering nieuw uniform protocol voor diffuse emissies	€ 0-2,5
Invoering nieuw uniform protocol voor tankemissies (ext drijvend dak) en aantal raffinaderij specifieke acties	€ 2,5-5,0
(Gedeeltelijke) reductie VOS emissies bij switchloading	€ 5-10
Emissies van puntbronnen (Afdekken olie/water afscheider)	€ 0-2,5

Bron: eerste inschatting TME op basis van gesprek met VNPI,





## REFERENTIES:

Citepa, 2003, "Distribution of gasoline – Service stations", draft working document, Paris, 25 July 2003.

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

VNPI, 2003, "Reductieplan VOS 2000 – 2010 voor de Raffinaderijen", opgesteld door ir. P.N. Houtman, 27 augustus 2003.



## BIJLAGE: VOORBEELD BEREKENINGEN KOSTEN EFFECTIVITEITEN

### Uniform protocol voor diffuse emissies

In de onderstaande 2 tabellen zijn 2 voorbeeldberekeningen gegeven voor de bestrijding van diffuse emissies. De eerste berekening is rechtstreeks overgenomen uit het VRPO project (Stork, 2000, p. 30). De tweede berekening is een eigen inschatting op basis van een hogere reductie (Stork gaat uit van 400 – 800 ton voor alle raffinaderijen samen, het reductieplan raffinaderijen van 1.600 ton).

Kritische factoren in de berekening zijn:

- de gehanteerde eenheidskosten per meetpunt
- de kosten van het repareren
- het aantal meetpunten

De berekeningen zijn gebaseerd op een raffinaderij (waar ca. 25% van de totale Nederlandse diffuse raffinage VOS-emissies plaatshebben).

#### Stork berekening

Post	kosten minimaal	kosten maximaal	eenheid
opzetten meetpunten databestand en eerste meetronde	€ 1	€ 1,5	€ per meetpunt
Jaarlijkse VOS-meting en aanbrengen leklabeel	€ 1,5	€ 3	€ per meetpunt
gemiddelde reparatiekosten per meetpunt	€ 0,5	€ 3	€ per meetpunt
aantal meetpunten specifieke locaties	20.000		
Jaarlijkse kosten	€ 60.000	€ 150.000	
vermeden VOS-emissie		100	ton / jaar
kosten-effectiviteit	€ 600	€ 1.500	€ per ton VOS gereduceerd

Bron: Stork, 2000, p. 30, er is gerekend met een wisselkoers van fl. 2 per € (dus ca. 10% inflatie verondersteld)

In de tweede berekening wordt getracht om de situatie die ontstaat als het reductieplan wordt verwezenlijkt te benaderen. Daarbij wordt uitgegaan van 80.000 meetpunten (4x zoveel omdat nu de gehele raffinage sector in de berekening zit).

Naast de hoger ingeschatte emissiereductie (1.600 ton in plaats van 400 ton per jaar), wijkt nog een gegeven af: de kosten van reparatie: deze worden 4x zo hoog ingeschat<sup>1</sup>.

Het inschatten van de kosten van reparatie is belangrijk, omdat de overige kosten nauwkeuriger te bepalen zijn. Reparaties kunnen alleen worden verricht voorzover het raffinageproces daarbij niet gestoord wordt. Het gaat dus om kleine reparaties. Toch lijkt de

<sup>1</sup> De reparatiekosten bestaan hoofdzakelijk uit arbeid. Stel een all-in prijs van € 50,- per uur. Het bedrag van Stork geeft dan een tijdsduur per reparatie aan van 0,6 tot 3,6 minuten, dus gemiddeld 2,2 minuten!. Er moet ook rekening worden gehouden met de tijd dat een reparateur zich verplaatst van de ene naar de andere locatie om te repareren. Een gemiddelde tijd van 10 minuten per reparatie per meetpunt is dan realistisch.



inschatting van Stork wat aan de lage kant (minimaal € 10.000 per jaar, maximaal € 60.000, gezien de omvang van de installatie 25% raffinage capaciteit in NL). Daarom wordt nu met 4x hogere reparatiekosten gerekend. Dit leidt tot de volgende inschatting:

Post	kosten minimaal	kosten maximaal	eenheid
opzetten meetpunten databestand en eerste meetronde	€ 1,00	€ 1,50	€ per meetpunt
Jaarlijkse VOS-meting en aanbrengen leklabel	€ 1,50	€ 3,00	€ per meetpunt
gemiddelde reparatiekosten per meetpunt	€ 2,00	€ 12,00	€ per meetpunt
aantal meetpunten specifieke locaties	80.000		
Jaarlijkse kosten vermeden VOS-emissie	€ 360.000,00	€ 1.320.000,00	1.600 ton / jaar
kosten-effectiviteit	€ 225,00	€ 825,00	€ per ton VOS gereduceerd

Bron: schatting o.b.v. Stork (2000) en inschatting hogere reparatiekosten en hogere effectiviteit

Ondanks de hogere reparatiekosten is door de grotere veronderstelde emissiereductie (4x zo hoog als Stork veronderstelde) de optie "kosten-effectiever": tussen € 0,2 tot € 0,8 per kilogram.

### Vast dak tanks: afsluiten "kleine bronnen"

Nadat de grote emissies van tanks zijn aangepakt zijn de "voorheen" kleinere bronnen (die te vinden zijn in alle aansluitingen van de tank) belangrijk geworden. Een eerste inschatting op basis van praktijkproeven is dat de kosten enkele 10.000 gulden. (zeg fl. 40.000,- = € 20.000) per tank zullen bedragen.

Op 200 tanks betrokken zou het dan gaan om een investeringsbedrag van ca. € 4 mln. Simpel gerekend (20% van de investering als jaarlijkse kosten nemen) bedragen de jaarlijkse kosten dan € 0,8 mln.

Als hiermee inderdaad de in het reductieplan veronderstelde VOS-emissie reductie van 300 ton wordt behaald, dan bedraagt de kosten-effectiviteit € 2,67 per kg gereduceerde VOS.

post		
Investering per tank	€ 20.000,00	
aantal tanks	200	
Totale investering	€ 4.000.000,00	
Jaarlijkse kosten vermeden VOS-emissie	€ 800.000,00	(20% van investering)
	300 ton / jaar	
kosten-effectiviteit	€ 2.667	€ per ton VOS gereduceerd

Bron: schatting TME

In vergelijking met de maatregelen die in het Stork rapport zijn beschreven (Stork, 2000, p. 22) zijn de investeringskosten laag. Stork gaat uit – weliswaar voor een maatregel van totaal



andere aard ("Dome Roof + DVI") – van een investering per tank van tenminste € 500.000 en maximaal het tienvoudige.

De nog nader te bepalen maatregelen op tanks die een verdere reductie geven van 400 t/jaar kunnen voorlopig worden ingeschat in dezelfde categorie van € 2,50 –€ 5,00, maar zouden ook duurder kunnen zijn in lijn met de schattingen uit het Stork rapport.

## Afdekken olie water afscheider

Op basis van ervaring met het afdekken van een (zij het centrale) olie water afscheider kan op basis van de kosten daarvan een inschatting worden gemaakt van de kosten-effectiviteit. Deze is in de onderstaande tabel gegeven.

Berekening kosten-effectiviteit afdekken olie water afscheider voor 1 raffinaderij, 25% capaciteit van Nederland

<b>Post</b>	
Investering	€ 750.000,00 (oorspronkelijk fl. 1,5 mln)
Jaarlijkse kosten	€ 150.000,00
vermeden VOS-emissie	500 ton / jaar
kosten-effectiviteit	€ 300,00 € per ton VOS gereduceerd

Bron: eigen schatting

Om andere, kleinere afscheiders af te sluiten – die ca. 75% van de resterende emissies veroorzaken – moet al snel worden gerekend met 2 tot 3 zo hoge investeringskosten.

Omdat de nog te nemen maatregelen kleinere afscheiders betreffen moet worden gerekend met een kosten-effectiviteit van tenminste € 1,20 per kg vermeden VOS-emissies.