



## **KOSTEN EFFECTIVITEIT VOS MAATREGELEN 2010**

Achtergronddocument  
Benzinestations

Jochem Jantzen  
Henk van der Woerd

5 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 BENZINESTATIONS   | 2  |
| 2.1   | Inleiding  | 2  |
| 2.2   | Emissies benzine stations  | 2  |
| 2.3   | Maatregelen VOS-reductie   | 3  |
| 3     | KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN/OPTIES  | 4  |
| 3.1   | Inleiding  | 4  |
| 3.2   | Procesnaam   | 4  |
| 3.2.1 | Referentie installatie   | 4  |
| 3.2.2 | Maatregelen  | 4  |
| 3.2.3 | Kosten en investeringen volgens CITEPA   | 4  |
| 3.2.4 | Kosten-effectiviteit   | 5  |
| 4     | VERGELIJKING KOSTEN-EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN EN VOORGESTELDE OPTIES VOOR BENZINE STATIONS | 7  |
| 4.1   | Inleiding  | 7  |
| 4.2   | Vergelijking opties voor benzinestations met maatregelen uit Citepa documenten                 | 7  |
|       | REFERENTIES:   | 8  |
|       | BIJLAGE: "VROM FORMULE" BEREKENING VOS EMISSIES BENZINESTATIONS                                | 9  |
|       | BIJLAGE: KOSTEN EFFECTIVITEIT BENZINE STATIONS   | 10 |



## 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.

Daarnaast is er in dit geval ook gekeken naar het door het Belgische instituut ITO opgestelde document "Best beschikbare technieken voor benzine stations" (VITO, 1999).

De hier berekende kosten-effectiviteiten zijn 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

Eerst wordt ingegaan op de sector plannen tot 2010. Vervolgens wordt ingegaan op de kosten-effectiviteit van maatregelen in de sector, waarbij zowel is gekeken naar Citepa documentatie, als naar specifiek voor de branche opgestelde studies en overige informatie. Vervolgens wordt nagegaan met welke kosten-effectiviteitscijfers voor deze sector kan worden gerekend.

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



## 2 REDUCTIEPLAN BENZINESTATIONS

### 2.1 Inleiding

De te behalen reducties voor benzine stations zijn ontleend aan het reductieplan van de VNPI voor de aardolie keten. De emissie cijfers in dit hoofdstuk zijn daaruit afgeleid.

### 2.2 Emissies benzine stations

De emissies voor benzine stations worden in Nederland bepaald op basis van de zogenaamde "VROM formule" (zie bijlage). Daarbij speelt de verpompte hoeveelheid benzine een rol en de efficiëntie van de "stage I" en "stage II" maatregelen.

In Nederland was in 2000 "stage I" voor 100% geïmplementeerd (met een effect van 100% emissiereductie op de betrokken emissies) en "stage II" was voor 79% geïmplementeerd (VNPI, 2003).

De volgens de VROM formule berekende emissies bedragen voor 2000:

- totaal benzine stations (zonder maatregelen): 9,7 kton
- totaal damp stage I: 4,9 kton: emissie 2000 (volledig bestreden): 0 kton
- totaal damp stage II: 4,9 kton: emissie 2000 (bij 79% al maatregelen met een wettelijke efficiëntie van 75%):  $(1 - 0,79) * 4,9$  kton (stations zonder stage II in 2000) +  $(0,79) * (1 - 0,75) * 4,9$  kton (stations met stage II in 2000) = 1,99 kton

In 2000 bedroegen de emissies derhalve ca. 2 kton.

Het implementeren van stage II bij alle benzine stations, betrokken op een gelijkblijvende hoeveelheid benzine zal dan zijn:

- totaal damp stage II: 4,9 kton: emissie 2010:  $(1) * (1 - 0,75) * 4,9$  kton (stations met stage II in 2000) = 1,22 kton.

Dit betekent dat bij het volledig implementeren van stage II bij benzine stations, de emissies zullen afnemen van 2 kton tot 1,2 tot 1,3 kton, een reductie van zo'n 40%.

Een en ander is nog eens weergegeven in de onderstaande tabel

Tabel 2.1 Emissies en emissie reductie stage I en stage II

|   | onbestreden<br>emissies | emissies<br>2000 | emissies<br>2010 |
|---|-------------------------|------------------|------------------|
| totaal benzine stations                             | 9,7                     | 2,00             | 1,23             |
| stage I, 100% geïmplementeerd in 2000               | 4,9                     | 0                | 0                |
| stage II, 79% geïmplementeerd in 2000, 100% in 2010 | 4,9                     | 2,00             | 1,23             |

Bron: VNPI, 2003

Bij de berekende emissies voor 2010 is verondersteld dat de afzet van benzine gelijk zal blijven op een volume van 5,3 miljard liter per jaar. De reden dat de VNPI hooguit een gelijkblijvende afzet verwacht voor 2010, ondanks een groei van het verkeer, is dat:

- het aandeel diesel in het wagenpark toeneemt;
- auto's worden zuiniger;



- in de periode 1995 – 2000 is de afzet van benzine min of meer gestabiliseerd op 5,3 mld liter per jaar (CBS, 2003, statline).

Zou de emissie van benzine stations in Nederland niet volgens de VROM formule, maar volgens de (nog simpeler) Citepa formule worden berekend, dan zou de onbestreden emissie in Nederland, bij een afzet van ca. 3,975 mln ton (soortelijk gewicht 0,75 kg/l) benzine en een emissie factor van 2,88 kg VOS per ton benzine, ca. 11,45 kton bedragen (is dus 15% hoger dan volgens de VROM formule berekend).

Evenzo kan de emissie na stage I en II o.b.v de Citepa emissiefactor worden berekend, de emissie zou dan  $0,772 \text{ (kg VOS per ton)} \times 3,975 \text{ mln ton} = 3,068 \text{ kton}$  bedragen, terwijl volgens de VROM methode en de veronderstelde rendementen van stage I en II de emissie wordt berekend op 1,22 kton. Een aanzienlijk verschil.

In vergelijking met de Nederlandse situatie komt Citepa zowel voor de “onbestreden” als de “bestreden” situatie tot een te hoge schatting van de emissies.

Overigens worden er in het najaar 2003 in Groot-Brittannië proeven gedaan door BP om de emissies bij benzine stations te gaan meten. Op de resultaten daarvan kan hier vanzelfsprekend niet vooruit worden gelopen, maar het zou kunnen leiden tot een aanpassing van emissiefactoren.

### **2.3 Maatregelen VOS-reductie**

Zoals al is aangegeven in de vorige paragraaf is de stage I regelgeving al volledig geïmplementeerd in Nederland, terwijl in 2000 de stage II regelgeving al bij 79% van de benzine pompen is geïmplementeerd (op basis van volume).

In de periode 2000 – 2010 voorziet de VNPI een volledige implementatie van stage II bij benzine pompen. Verdergaande maatregelen worden nu niet overwogen.



## 3 KOSTEN EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN/OPTIES

### 3.1 Inleiding

Door Citepa is een document opgesteld waarin maatregelen voor benzine stations zijn beschreven. In dit hoofdstuk wordt aangegeven van welke cijfers Citepa uitgaat.

### 3.2 Procesnaam

Maatregel ter reductie van VOS-emissies bij benzine stations zijn de volgende:

- Damprecuperatiesysteem (fase 2).

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

Ook door CE is onderzoek gedaan naar de kosten-effectiviteit van maatregelen, waaruit naar voren komt dat verdergaande reductie van de emissies bij het aftanken kunnen worden bereikt door gebruik van het zogenaamde "vanconvent systeem" dat met een membraam werkt. Reducties tot 95% (in plaats van 75%) zijn daarmee mogelijk.

#### 3.2.1 Referentie installatie

Door Citepa wordt uitgegaan van een drietal installatiegroottes, met een jaarlijkse benzine doorzet van respectievelijk 491 ton, 2.400 ton en 3.500 ton per jaar.

#### 3.2.2 Maatregelen

Door Citepa zijn van de volgende maatregelen kosten bepaald:

Tabel 3.1 Maatregelen VOS-reductie bij benzinestations

| Code  | Omschrijving   | Emissiefactor (kg VOS per ton benzine) |
|-------|--|--|
| 00 00 | Geen   | 2,88                                   |
| 00 01 | fase 1b (vulemissies opslag tanks)                     | 1,66                                   |
| 00 02 | fase 1b en fase 2 (en vulemissies aftanken voertuigen) | 0,772                                  |

Bron: Citepa, p. 8

#### 3.2.3 Kosten en investeringen volgens CITEPA

Door Citepa zijn de volgende bedragen voor investeringen en operationele kosten geschat (Citepa, p. 8).

Tabel 3.2 Geschatte investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen voor benzine stations

| Code                 | Maatregel | Investering en | Vaste operationele kosten/jaar | besparingen |
|----------------------|-----------|----------------|--------------------------------|-------------|
| Kleine stations      |           |                |                                |             |
| 00 00                | Geen      | € 0            | 0                              |             |
| 00 01                | fase 1b   | € 4.400        | € 110                          | -€ 260      |
| 00 02                | fase 2    | € 25.800       | € 530                          | -€ 450      |
| Middelgrote stations |           |                |                                |             |



| Code  | Maatregel      | Investering<br>en | Vaste<br>operationele<br>kosten/jaar | besparin<br>gen |
|-------|----------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------|
| 00 00 | Geen           | € 0               | 0                                    |                 |
| 00 01 | fase 1b        | € 9.600           | € 240                                | -€ 960          |
| 00 02 | fase 2         | € 55.800          | € 1.290                              | -€ 1.660        |
|       | Grote stations |                   |                                      |                 |
| 00 00 | Geen           | € 0               | 0                                    |                 |
| 00 01 | fase 1b        | € 12.000          | € 300                                | -€ 1.400        |
| 00 02 | fase 2         | € 80.200          | € 1.980                              | -€ 2.420        |

Bron: Citepa, p. 8

Bij deze cijfers moet worden opgemerkt dat in maatregel 2 (fase 2) ook de investeringskosten en de operationele kosten van maatregel 1 (fase 1b) zijn opgenomen. Om de investeringen en kosten van maatregel 2 (die immers onafhankelijk is te nemen van fase 1b) te bepalen dienen de investeringen en kosten voor fase 1b te worden afgetrokken. Dat is gedaan in de onderstaande tabel (alleen maatregel fase 2).

Tabel 3.3 Geschatte (gecorrigeerde) investeringen en operationele kosten voor VOS-reductie maatregelen – fase 2 – voor benzine stations

| Code                                | Maatregel | Investeringen | Vaste<br>operationele<br>kosten/jaar | besparinge<br>n |
|-------------------------------------|-----------|---------------|--------------------------------------|-----------------|
| <b>kleine benzine stations</b>      |           |               |                                      |                 |
| 00 02                               | fase 2    | € 21.400      | € 420                                | -€ 190          |
| <b>middelgrote benzine stations</b> |           |               |                                      |                 |
| 00 02                               | fase 2    | € 46.200      | € 1.050                              | -€ 700          |
| <b>grote benzine stations</b>       |           |               |                                      |                 |
| 00 02                               | fase 2    | € 68.200      | € 1.680                              | -€ 1.020        |

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

### 3.2.4 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 de drie referentie installaties



Tabel 3.4 Berekende kosten-effectiviteit VOS-maatregelen fase 2 voor benzine stations

| Code                                | Maatregel | Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie) | Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie) | Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie) |
|-------------------------------------|-----------|--|---|---|
| <b>kleine benzine stations</b>      |           |  |   |   |
| 00 02                               | Fase 2    | € 6,58   | € 10,09   | € 3,07  |
| <b>middelgrote benzine stations</b> |           |  |   |   |
| 00 02                               | Fase 2    | € 2,84   | € 4,42  | € 1,25  |
| <b>grote benzine stations</b>       |           |  |   |   |
| 00 02                               | Fase 2    | € 2,92   | € 4,54  | € 1,29  |

Bron: TME-schatting op basis van Citepa, 2003.

Volgens de bovenstaande berekening zou voor (middel)grote stations de maatregel vallen in de klasse € 2,50 - € 5,00 per gereduceerde kilogram VOS, voor kleine stations in de range € 5,- tot € 10,- per gereduceerde kg.

Dit beeld verandert nauwelijks als de juiste emissiecijfers voor Nederland worden gebruikt (zie bijlage). Omdat er minder emissies worden gereduceerd zijn stage II maatregelen (dat al grotendeels is ingevoerd in Nederland) zo'n 20% minder kosten-effectief dan volgens Citepa.

De kosten-effectiviteit van de meest vergaande maatregel (80% reductie rest-emissies stage II) belooft valt in de klasse € 5,00 - € 10,00 per kg gereduceerde VOS, voor grote en middelgrote stations. Voor kleine stations kunnen de kosten oplopen tot € 30.

Dit komt min of meer overeen met de cijfers die VITO heeft berekend en verzameld (VITO, 1999, p. 145):

- voor grote stations komt VITO op ca. € 1,6 per kg gereduceerde VOS;
- voor kleine stations komt VITO op ca. € 3,6 per kg gereduceerde VOS;
- in een overzicht van internationale studies komt de kosten-effectiviteit uit op tussen de € 3,25 tot € 4,75 per gereduceerde kg VOS.





## 4 VERGELIJKING KOSTEN-EFFECTIVITEIT VAN MAATREGELEN EN VOORGESTELDE OPTIES VOOR BENZINE STATIONS

### 4.1 Inleiding

Door de voorgestelde opties uit het reductieplan voor de benzine stations te vergelijken met de door Citepa en VITO 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 voorgesteld in het reductieplan;
- 2) een indruk worden gekregen van de kosten-effectiviteit van maatregelen.

### 4.2 Vergelijking opties voor benzinestations met maatregelen uit Citepa documenten

De voor Nederland relevante kosten-effectiviteit heeft betrekking op de maatregel waarbij (de laatste 21% van) fase 2 wordt ingevoerd. De kosten-effectiviteit bedraagt dan tussen de € 2,50 – € 5,00 (middelgroot en groot) en € 5 - € 10 (klein) per gereduceerde kg VOS.



## REFERENTIES:

CE, 2002, "Plan van aanpak voor de reductie van VOS, opgesteld voor de VNPI", dr. Sander de Bruyn et al, Delft, september 2002.

Citepa, 2003a, "Distribution of gasoline, service stations", Paris, draft document, 25 July 2003.

VITO, 1999, "Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor de benzinestations, Eindrapport", Peter Meulepas, Peter Vercaemst en Roger Dijkmans, Studie uitgevoerd door het Vlaams Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken (Vito) in opdracht van het Vlaams Gewest, 1999/PPE/P/103, Vito, Oktober 1999

VROM/Infomil, 2003, "Reductieplan VOS 2010", concept d.d. juli 2003.

VNPI, 2003a, "informatie VNPI", gesprek d.d. 1 september met VNPI, de heer J. G. van der Steen, de heer P. Houtman, de heer J. de Visser, Den Haag.



## BIJLAGE: "VROM FORMULE" BEREKENING VOS EMISSIES BENZINESTATIONS

De volgende formule wordt gehanteerd:

$$L = S \times 0,016 \times P \times M / T \times V / d$$

Waarin:

L = beladingverlies (m<sup>3</sup> benzine)

S = verzadigingsfactor (is 1 bij gebalanceerd systeem)

P = dampdruk = 304 mg Hg

M = molecuulgewicht damp = 66 g/mol

T = temperatuur damp = 283 ° K

V = volume verpompte vloeistof, in m<sup>3</sup>

D = dichtheid benzine = 750

$$L = 1 \times 0,016 \times 304 \times 66 / 283 / 750 \times V$$

$$L = 0,00151 \times V$$



## BIJLAGE: KOSTEN EFFECTIVITEIT BENZINE STATIONS

In Citepa wordt van emissiefactoren uitgegaan die niet representatief zijn voor de Nederlandse situatie. Ook is de meest verregaande maatregel om VOS te reduceren bij pompstations niet gedocumenteerd. Uitgaande van dezelfde modelbedrijven als Citepa, maar van andere emissies kunnen aangepaste kosten-effectiviteiten worden berekend voor de Nederlandse Situatie.

Voor Nederland kan de onbestreden emissie worden bepaald op 9,7 kton per 5,3 mld liter. Uitgaande van een soortelijk gewicht van 75% komt dat uit op een emissiefactor van  $(9,7 \text{ kton} / (5,3 \text{ mld liter} \times 0,75 = 3,975 \text{ mld kg})) = 1,99 \text{ kg/ton benzine}$ . Citepa gaat uit van 2,88 kg/ton.

Dit leidt tot de volgende berekening:

De emissiefactoren van de verschillende maatregelen zijn in de volgende tabel weergegeven:

| maatregel | omschrijving                     | emissie factor<br>(kgVOC/ton benzine) |
|-----------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 00 00     | geen                             | 1,99                                  |
| 00 01     | fase 1b                          | 0,99                                  |
| 00 02     | fase 2                           | 0,25                                  |
| 00 03     | 80% extra reductie t.o.v. fase 2 | 0,05                                  |

Bron: TME berekening o.b.v. VNPI, 2003

De investeringen en operationele kosten voor de drie typen benzine stations zijn in de onderstaande tabel weergegeven. Hierbij zijn steeds de meerinvesteringen en meerkosten / besparingen ten opzichte van het vorige alternatief aangegeven.

| maatregel                           | omschrijving                     | investering (€) | vaste operationele kosten (€/y) | Besparingen (€/y) |
|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------|
| 00 02                               | fase 2                           | € 21.400        | € 420                           | -€ 190            |
| 00 03                               | 80% extra reductie t.o.v. fase 2 | € 11.580        | € 579                           | -€ 51             |
| <b>middelgrote benzine stations</b> |                                  |                 |                                 |                   |
| 00 02                               | fase 2                           | € 46.200        | € 1.050                         | -€ 700            |
| 00 03                               | 80% extra reductie t.o.v. fase 2 | € 25.000        | € 1.250                         | -€ 190            |
| <b>grote benzine stations</b>       |                                  |                 |                                 |                   |
| 00 02                               | fase 2                           | € 68.200        | € 1.680                         | -€ 1.020          |
| 00 03                               | 80% extra reductie t.o.v. fase 2 | € 36.905        | € 1.845                         | -€ 277            |

Bron: TME inschatting o.b.v. Citepa en CE.



Bij de bepaling van de investering is van de maatregel "80% extra reductie t.o.v. fase 2" uitgegaan van de investeringen voor een gemiddeld benzinstation (o.b.v. (CE, 2002)). Voor kleine en grote stations is dezelfde schalingsfactor gebruikt als voor de stage II investeringen. Voor operationele kosten is bij de vaste operationele kosten (onderhoud van membraam en overige installatie) uitgegaan van 5% kosten in plaats van 2%. De besparing is geschaald op de verhouding tussen bestreden emissie bij "stage II" en "80% extra reductie t.o.v. fase 2" en de besparing volgens Citepa.

Dit leidt tot de volgende tabel met marginale kosten-effectiviteiten:

## Berekende kosten-effectiviteit VOS-maatregelen fase 2 voor benzine stations

| Code                                | Maatregel                        | Kosten effectiviteit gemiddeld (€ per kilogram VOS reductie) | Kosten effectiviteit maximaal (€ per kilogram VOS reductie) | Kosten effectiviteit minimaal (€ per kilogram VOS reductie) |
|-------------------------------------|----------------------------------|--|---|---|
| <b>kleine benzine stations</b>      |                                  |  |   |   |
| 00 02                               | fase 2                           | € 7,84   | € 12,02   | € 3,66  |
| 00 03                               | 80% extra reductie t.o.v. fase 2 | € 20,05  | € 30,34   | € 9,76  |
| <b>middelgrote benzine stations</b> |                                  |  |   |   |
| 00 02                               | fase 2                           | € 3,38   | € 5,27  | € 1,49  |
| 00 03                               | 80% extra reductie t.o.v. fase 2 | € 8,68   | € 13,23   | € 4,14  |
| <b>grote benzine stations</b>       |                                  |  |   |   |
| 00 02                               | fase 2                           | € 3,48   | € 5,41  | € 1,54  |
| 00 03                               | 80% extra reductie t.o.v. fase 2 | € 8,80   | € 13,39   | € 4,20  |

Bron: TME, o.b.v. Citepa en CE