



Maatregelen fijn stofemissies in bouw- en sloopsector in Zeeland

Rapport
Delft, juni 2009

Opgesteld door:
C.E.P. (Ewout) Dönszelmann
M.B.J. (Matthijs) Otten



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

C.E.P. (Ewout) Dönszelmann, M.B.J. (Matthijs) Otten

Maatregelen fijn stofemissies in bouw- en sloopsector in Zeeland

Delft, CE Delft, juni 2009

Bouwnijverheid / Sloop / Emissies / Maatregelen / Afname / Technologie / Kosten / Wetgeving
VT: Fijn stof

Publicatienummer: 09.4595.25

Oprachtgever: Provincie Zeeland.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Ewout Dönszelmann.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.



Inhoud

	Samenvatting, conclusies en aanbevelingen	4
1	Inleiding	6
2	De bouw- en sloopsector in beeld	8
3	Welke maatregelen zijn technisch mogelijk	12
4	De kosten en effecten van de maatregelen	16
5	Welke wettelijke mogelijkheden	18
6	Proefopstelling concreet project	20
7	Referenties	22





Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

De bouw- en sloopsector is een van de vaak vergeten bronnen van fijn stof emissies. Omdat bouwen en slopen soms in dicht bebouwde omgeving plaats vindt, kan dit overlast en gezondheidsschade voor burgers opleveren. Verschillende activiteiten op de bouwplaats veroorzaken fijn stof emissies. De belangrijkste zijn: fijn stof emissies van dieselmotoren, emissies van opwaaiend stof en emissies die processpecifiek zijn zoals de fijn stof emissies bij boren, lassen en frezen.

De emissies van opwervend stof door het bouwverkeer zijn vele malen groter dan de emissies via de uitlaat. Dit is niet vreemd aangezien ook op verharde wegen de emissies van opwaaiend stof al een factor 1,5 hoger zijn dan die via de uitlaat. De uitlaatdeeltjes bestaan echter vooral uit veel schadelijkere deeltjes ($PM_{2.5}$) terwijl het opwaaiend stof vooral bestaat uit het ook, maar minder, schadelijke PM_{10} .

Diverse maatregelen worden deels al genomen om fijn stof emissies tijdens bouw processen te verminderen. Effectieve bronmaatregelen zijn bijvoorbeeld toepassing van schone brandstoffen of het toepassen van roetfilters op diesel motoren, maar ook aan het verharden van doorgaande wegen op de bouwplaats om zo het opwaaien van stof te voorkomen.

Wanneer het niet mogelijk is de fijn stof emissies te voorkomen, is het zaak de verspreiding zoveel mogelijk te voorkomen, door bijvoorbeeld te sproeien met water of door stof af te zuigen met afzuiginstallaties voorzien van een stof-filter.

Uiteindelijk is het zaak om stof emissies zover mogelijk van de mens vandaan te houden, door bijvoorbeeld schermen te plaatsen.

Voor de verschillende maatregelen zijn indicaties van kosten aangegeven en is vermeld welke subsidies er mogelijk zijn.

Gemeenten hebben op basis van het Bouwbesluit en de bouwverordening mogelijkheden om maatregelen te verlangen die de emissies van fijn stof tegengaan. Het kan dan gaan om het voorschrijven van een bepaalde brandstof of het verlangen van elektrische aandrijving.

Er bestaan dus mogelijkheden om iets te doen aan de emissies van fijn stof in de bouw. Welke de voorkeur moet krijgen hangt af van de specifieke situatie. Inzicht in de feitelijke emissies kan helpen bij de keuze van de te treffen maatregelen.

Voor nader onderzoek naar de emissies op de bouwplaats zijn de randvoorwaarden aangegeven. De concrete uitvoering hiervan zou kunnen samenlopen met het initiatief van de Stichting Natuur en Milieu, die een convenant heeft gesloten met BAM woningbouw om de emissies tijdens de bouw te verminderen.





1 Inleiding

De bouw- en sloopsector is een van de vaak vergeten bronnen van fijn stof emissies. Omdat bouwen en slopen soms in dicht bebouwde omgeving plaats vindt, kan dit overlast en gezondheidsschade voor burgers opleveren. In het kader van een plan ter vermindering van de fijn stof emissies in Middelburg (CE, 2007), is gebleken dat de informatie over de mogelijkheden om de fijn stof emissies in de bouwketen te verminderen beperkt is. In Nederland zijn weinig voorbeelden van maatregelen voorhanden. Ook in het actieplan fijn stof van de Provincie Zeeland is deze sector buiten beschouwing gelaten.

Om de kennisbasis te vergroten, is het zinvol een inventarisatie uit te voeren naar de mogelijkheden en de kosten en effecten van het verminderen van de fijn stof emissie in de bouwketen. De provincie Zeeland heeft CE Delft gevraagd dit onderzoek uit te voeren. Basis voor dit onderzoek is onder andere de studie 'Fijn stof emissies in de bouwketen' (CE, 2006). In dat onderzoek is een inventarisatie gemaakt van de emissiebronnen.

Als voorbereiding op een mogelijke proefopstelling, zijn belangrijke voor- genomen bouwprojecten in beeld gebracht.





2 De bouw- en sloopsector in beeld

Allerlei activiteiten op de bouwplaats veroorzaken fijn stof emissies. Om een idee te krijgen waar emissies optreden, wordt in dit hoofdstuk een beeld geschetst van de stadia en activiteiten op de bouwplaats en de daarbij gebruikte apparatuur.

De activiteiten in woning en utiliteitsbouw kunnen worden onderverdeeld in de volgende stadia: Afbraak/ontginning, Grondbouw (afgraven en funderen), Ruwbouw en Afbouw (FAO). In de wegebouw zijn de stadia Afbraak/ontginning, Grondbouw en Asfalteren.



In Tabel 1 is weergegeven welke apparatuur wordt ingezet in welk bouwstadium en welke emissies daarbij kunnen worden verwacht (AKRF, 2005). Er is daarbij onderscheid gemaakt tussen fijn stof emissies van dieselmotoren (d), emissies van opwaaierend stof (s) en emissies die processpecifiek zijn zoals de fijn stof emissies bij boren, lassen en frezen (p).

Tabel 1 Werkzaamheden tijdens verschillende bouwfasen en de aard van de fijn stof emissies

	Afbraak en ontginnen	Grond-constructie	Ruwbouw	Afbouw	Asfalteren
Graafmachine	d,s	d,s			
Bulldozers	d,s				
Mobiele drillboor	d,s	d,s, p			
Achterlader	d,s	d,s			
Trucks afvoer	d,s	d,s			d,s
Pomp		d			
Betonmolen		d			
Betonpomp		d	d		
Drilboor		d,p			
Wals		d,s			
Pneumatische compressors		d	d		
Beton trucks		d,s			
Heimachine (eventueel)		d, p			
Hijskraan			d	d	
Materiaal takels			d		
Shovel			d,s		
Lasapparatuur			p		
Aanlever trucks			d,s	d,s	
Pneumatische apparatuur				d	
Asfaltspreidmachine					d, p
Freemachines					d, p
Veegzuigwagens					d

d = fijn stof emissies diesel, s = opwaaiende stof, p = fijn stof emissies specifiek voor proces.

In het algemeen wordt verondersteld dat de bepalende emissies vrijkomen bij onderstaande processen en omstandigheden (BUWAL, [2004]):



Sloop van gebouwen



Mechanische processen



Puin afvoer en opslag.



Stoffige wegen en paden



Dieselmotoren zonder roetfilter

Tabel 2 geeft een overzicht van enkele belangrijke emissiekentallen van bouwactiviteiten.

Tabel 2 Emissiekentallen voor enkele bouwactiviteiten

Activiteit		Emissiefactor	Bron
Grondverzet en -bewerkingen	3,9	kg/hectare bewerkte grond	Haskoning, 2000
Opwervend stof bouwverkeer	450	gram/km	Haskoning, 2000; Alterra, 2002)
Diesel emissies zware voertuigen Euro 2	0,92	gram/km	Taakgroep verkeer
	2,05	gram/liter	
Diesel emissies zware voertuigen Euro 5	0,06	gram/km	Taakgroep verkeer
	0,14	gram/liter	
Diesel emissies mobiele werktuigen	2,30	gram/liter	Taakgroep verkeer, CE Delft

Zoals te zien in Tabel 2 zijn de emissies van opwervend stof door bouwverkeer, dat zich vaak op onverharde en zanderige wegen begeeft, vele malen groter dan de emissies via de uitlaat. Dit is niet vreemd aangezien op verharde wegen de emissies van opwaaierend stof al een factor 1,5 hoger zijn dan die via de uitlaat (Nijmegen, 2006). De uitlaatdeeltjes bestaan echter vooral uit veel schadelijkere $PM_{2.5}$ terwijl het opwaaierend stof vooral bestaat uit het, minder schadelijke PM_{10} .





3 Welke maatregelen zijn technisch mogelijk

Verskillende maatregelen zijn mogelijk en worden deels al genomen door bouwbedrijven om fijn stof emissies tijdens bouwprocessen te verminderen. Het meest effectief is het voorkomen van fijn stof emissies zo dicht mogelijk bij de bron. Effectieve bronmaatregelen zijn bijvoorbeeld toepassing van schone brandstoffen of het toepassen van roetfilters op dieselmotoren. Maar ook het verharden van doorgaande wegen op de bouwplaats om zo het opwaaien van stof te voorkomen. Wanneer het niet mogelijk is de fijn stof emissies te voorkomen is het zaak de verspreiding zoveel mogelijk te voorkomen, door bijvoorbeeld te sproeien met water of af te zuigen bij stof veroorzakende activiteiten. Uiteindelijk is het zaak om toch ontstane emissies zover mogelijk van de mens vandaan te houden, door bijvoorbeeld schermen te plaatsen.

Onderstaand schema, gebaseerd op 'Best practice guidance' van de 'Mayor of London' (Mayor of London), geeft een overzicht van mogelijke maatregelen voor verschillende activiteiten. Er is daarbij aangegeven welke maatregelen genomen dienen te worden bij een laag risico en welke maatregelen extra genomen dienen te worden wanneer het risico toeneemt. Het risico is afhankelijk van de grootte van de bouwactiviteiten en van de frequentie waarmee mensen in de nabijheid zijn van het bouwproject. Er geldt een oplopende omvang van te treffen maatregelen, dus bij gemiddeld risico ook de maatregelen voor laag risico treffen.



Tabel 3 Mogelijke maatregelen voor het verminderen van fijn stof emissies

Bouwterrein planning	
<i>Laag risico</i>	Effectieve schermen om stofopwaaiende activiteiten Geen afvalverbranding Bouwterrein indeling: stof emissieveroorzakende activiteiten zover mogelijk van receptoren
<i>Gemiddeld risico</i>	Vaste schermen om stofopwaaiende activiteiten Verantwoordelijke persoon voor uitvoering maatregelen aanwijzen Belangrijke bouwplaats wegen verhard
<i>Hoog risico</i>	Goed opgeleid personeel Goedgetrainde en verantwoordelijke manager op terrein voor inspectie Gebruik van dichtstbijzijnde rail en waterverbindingen Real-time stof monitoring
Verkeer	
<i>Laag risico</i>	Motor voertuigen uitzetten indien mogelijk Voertuigen schoonmaken voor verlaten bouwterrein (als in de buurt van receptoren) Lading dat bouwterrein verlaat of binnenkomt afdekken Geen water/modderafvoer naar buiten het terrein Roetfilter voor dieselveertuigen (zowel werktuigen als vrachtwagens) Vrachtwagens van nieuwe technologie (EEV/minimaal euro 4)
<i>Gemiddeld risico</i>	Specifiek banden schoonmaken voor ze bouwplaats verlaten Oppervlakken verhard en belangrijke routes goed schoon houden Snelheidslimiet rondom de bouwplaats
<i>Hoog risico</i>	Minimaliseer Bouwverkeer rond de bouwplaats
Sloopactiviteiten	
<i>Laag risico</i>	Water gebruiken om stofopwaaiing te voorkomen Plaatselijke ventilatie Dek puincontainers af en minimaliseer valhoogtes
<i>Gemiddeld risico</i>	Gebouwen inpakken die worden afgebroken
<i>Hoog risico</i>	Geen specifieke extra maatregelen genoemd
Bouwterreinactiviteiten	
<i>Laag risico</i>	Minimaliseer stof genererende activiteiten Water gebruiken waar mogelijk Vorraden zo snel mogelijk verbruiken
<i>Gemiddeld risico</i>	Indien betonbreker benodigd: Check of er vergunning voor is
<i>Hoog risico</i>	Herbeplanten van graafwerken en openliggende terreinen

In Zwitserland is sinds september 2002 een richtlijn ter beperking van luchtvervuiling op bouwplaatsen van kracht (BUWAL, [2004]).

Algemene maatregelen die in deze richtlijn worden beschreven zijn:

- het besproeien van materialen die stof veroorzaken;
- verbieden van het heet mixen van teer bevattende weggedelen op locatie;
- gebruik van lage emissie explosieven;
- het periodiek inspecteren van de uitlaatemissies van motoren ≥ 18 kW op roetvorming;
- gebruik van diesel met laag zwavelgehalte;

En op grotere bouwterreinen ook:

- lading afdekken bij verplaatsing;
- het afzuigen van lasrook met een daartoe bestemde afzuiginstallatie;
- roetfilters op diesel motoren ≥ 18 kW.

Grote bouwterreinen worden daarbij gedefinieerd als:

Buiten de bebouwde kom:



- > 1,5 jaar duur; of
- > 10.000 m² oppervlak; of
- > 20.000 m³ volume.

Op stedelijke locaties:

- > 1 jaar duur; of
- > 4.000 m² oppervlak; of
- > 10.000 m³ volume.

Voorafgaand hieraan was uit het 'VERT-' project, een initiatief van de Duitse, Oostenrijkse en Zwitserse overheid om emissies bij tunnelwerkzaamheden te verminderen, gebleken dat met de toepassing van roetfilters op bouw-apparatuur 95% van de fijn stof uit diesel kan worden vermeden (BUWAL, [2004]).

In Nederland laat Rijkswaterstaat een haalbaarheidsonderzoek doen naar het toepassen van brandstofcellen in de grond-, water- en wegenbouw (SenterNovem, 2007) om zo de dieselaggregaten te kunnen vervangen. In dit kader wordt onder andere door een consortium van Nederlandse bedrijven een stroomaggregaat ontwikkeld dat loopt op waterstof en bio-ethanol. Zie ook: <http://www.clubvanmaarssen.org/blogzine/blog-voor-bezoekers/prijzen-voor-schermen-en-schonere-aggregaten>.

De Stichting Natuur en Milieu (SNM) heeft in mei 2008 een factsheet over schone lucht in de bouw uitgebracht via: http://www.snm.nl/pdf/2008_05_factsheet_mobiele_werktuigen.pdf.

Tevens heeft SNM een convenant getekend met BAM woningbouw waarin BAM aangeeft belang te hechten aan schone lucht in de bouw en maatregelen zal treffen om de uitstoot van fijn stof terug te dringen. Op dit moment wordt gewerkt aan een nadere uitwerking van dit convenant.





4 De kosten en effecten van de maatregelen

Het voorkomen van emissies aan de bron is over het algemeen het meest effectief (milieurendement) en zal in veel gevallen ook het goedkoopst zijn.

Maatregelen voor puntbronnen:

Roetfilters

De Subsidieregeling Roetfilters Mobiele Werktuigen is van start gegaan per 1 januari 2008 en loopt tot en met 31 december 2009. Er is een budget van 7.000.000 Euro. Eigenaren of houders van mobiele werktuigen kunnen in aanmerking komen voor subsidie als zij een roetfilter op een mobiel werktuig laten plaatsen. Het gaat om werktuigen zoals hoogwerkers, mobiele kranen, graafmachines, bulldozers en asfalt-afwerkinstallaties. Deze subsidieregeling maakt deel uit van het subsidieprogramma 'Verkeersmaatregelen Lucht-kwaliteit'. Het subsidiebedrag bedraagt 35% van de subsidiabele kosten. Onder subsidiabele kosten worden verstaan: de aanschafkosten en inbouwkosten van het roetfilter exclusief BTW. Het subsidiebedrag kan nooit meer bedragen dan het maximale bedrag van € 5.000 per roetfilter. De kosten (excl. subsidie) voor een roetfilter variëren van € 4.500-22.000 (CE, 2004). Meer informatie via de site van SenterNovem. Met een roetfilter wordt 90-95% van de roetuitstoot vermeden.

Elektrisch

Elektrische apparatuur wordt momenteel slechts aangeboden voor machines die binnen worden gebruikt (zoals heftrucks) en stationaire bouwwerktuigen (bouwliften). De kosten per draaiuur zijn ongeveer gelijk aan die van dieselmotoren (CE, 2004). Door het gebruik van elektrisch aangedreven motoren worden fijn stof emissies op de bouwlocatie volledig voorkomen. Wel komen er in veel minder mate schadelijke fijn stof emissies vrij bij de productie van elektriciteit.

LPG

Lichte voertuigen in de bouw kunnen in plaats van dieselmotoren ook kiezen voor de LPG-aangedreven motoren. Meerkosten voor de inbouw van een LPG-tank kunnen worden terugverdiend door de lagere brandstofkosten tijdens in de gebruiksfase; zeker met het huidige verschil in brandstofprijzen tussen LPG en diesel (CE, 2004). De roetuitstoot van een LPG-motor is vergelijkbaar met die van benzinemotor of een dieselmotor met roetfilter.

Puntbronnen in het algemeen

TNO heeft voor verschillende industrieën bepaald wat de kosten per kg vermeden fijn stof zijn voor emissie reducerende technieken zoals elektro-statische filters en gaswassers (TNO, 2002). Deze kosten zijn bepaald op grond van de kosten per m³ gereinigd gas en de concentratie van de uitgestoten fijn stof. Maatregelen in bouw met behulp van deze technieken zijn duur en komen boven de € 60/kg fijn stof uit.



Diffuse fijn stof emissies

Voor het voorkomen van diffuse fijn stof emissies in de industrie worden door (TNO, 2002) verschillende maatregelen op basis van kosten onderscheiden.

<€ 5/kg (tot 50% emissie reductie)

- laden en lossen: gesloten laadbakken, gesloten grijparmen;
- intern transport: gebruik van lopende band, nat houden wegdek;
- opslag: gebruik van windschermen.

€ 5-50/kg (tot 80% emissie reductie)

- laden en lossen: gebruik van air slides en pneumatische grijpers;
- intern transport: gesloten lopende band;
- opslag: ommuurde opslag.

>€ 50/kg (> 90% emissie reductie)

- zelfbouw overkappingen, bijvoorbeeld halfronde golfplaten overkappingen.

Er bestaan dus veel mogelijkheden om iets te doen aan de emissies van fijn stof in de bouw. Welke de voorkeur moet krijgen hangt van de specifieke situatie af. Inzicht in de feitelijke emissies kan helpen bij de keuze van de te treffen maatregelen.



5 Welke wettelijke mogelijkheden

Het nieuwe artikel 1a Woningwet introduceert een zorgplicht op het niet laten ontstaan dan wel niet laten voortduren van een gevaar voor de gezondheid of veiligheid als gevolg van de staat van een bouwwerk, standplaats, open erf of terrein, dan wel als gevolg van het bouwen, gebruiken of slopen van een bouwwerk of standplaats of als gevolg van het gebruik van een open erf of terrein. Die zorgplicht gaat gelden voor eigenaren, beheerders, verhuurders, maar ook voor huurders, exploitanten of anderen die aan genoemde normstelling voldoen.

De manier waarop deze zorgplicht is uitgewerkt komt tot uitdrukking in de modelbouwverordening van de VNG.

Het belangrijkste aangrijpingspunt in de bouwverordening is het artikel 4.10 over hinder in de omgeving. Op grond van dit artikel kan een gemeente voorschrijven welke brandstof er gebruikt mag worden of dat er alleen elektrische aandrijving mag geschieden.





6 Proefopstelling concreet project

Om daadwerkelijk een idee te krijgen van de effectiviteit van de maatregelen is het van belang de maatregelen in de praktijk te testen. Zo'n test moet bij voorkeur worden uitgevoerd in een bouwproject dat op korte termijn plaatsvindt, zodat resultaten zo snel mogelijk kunnen worden verwerkt in andere bouwprojecten. Van belang is ook dat de uitvoerder volledige medewerking verleent.

Een goede proefopstelling moet ook een goede nulmeting als referentie hebben. Voor de nulmeting is het van belang dat de omstandigheden zo gelijk mogelijk zijn als voor de proefopstelling. Van belang voor de metingen zijn omstandigheden zoals de openheid van de locatie, de windrichting over de locatie en de achtergrond concentraties van fijn stof. Daarnaast is natuurlijk de mate en aard van bedrijvigheid van belang.

Het meest ideaal is daarom om het effect van maatregelen te testen op eenzelfde dag op twee locaties op hetzelfde bouwterrein met vergelijkbare ligging in een vergelijkbaar stadium in het bouwproces. Een groter bouwproject met meerdere locaties is hiervoor waarschijnlijk het meest ideaal. Maatregelen die interessant zijn om getest te worden zijn maatregelen die op dit moment nog niet algemeen worden toegepast en die gelden voor activiteiten die langdurig of met hoge frequentie worden uitgevoerd. In samenspraak met bouwbedrijven wordt bepaald welke van de maatregelen uit Tabel 3 of eventueel andere maatregelen hiervoor in aanmerking komen.

Om een indruk te geven waar bij welke bouwprojecten in Zeeland het voorkomen van fijn stof emissies een belangrijke rol zal spelen is in Tabel 4 weergegeven welke grote projecten zullen starten.



Tabel 4 Belangrijke lopende en aankomende bouwprojecten in Zeeland

Plaats	Wijk/ buurt	Raming	Werkzaamheden	Startdatum
Vlissingen	Scheldekwartier	>12,5 Mln.	Nieuwbouw 54 eengezinswoningen, 58 flatwoningen	Dec-08
Middelburg	Essenveld	>12,5 Mln.	300 Eengezinswoningen	2010
Kapelle	Plan zuidhoek	>12,5 Mln.	200 Eengezinswoningen	1-6-2008 (1 ^e fase)
	Plan Aria	>12,5 Mln.	390 Woningen	1-5-2008 (1 ^e fase)
Goes	Waterstad Goes	>12,5 Mln.	2.000 Woningen	Jan-09
Vlissingen	Plan: Vlissingen Oost	>12,5 Mln.	Aanleg havens en terreinen	Jan-09
Vlissingen	Scheldkwartier	>12,5 Mln.	Kantoren winkels hotel, 1.800 woningen	Okt-08
Zierikzee	Plan Noorderpolder	>12,5 Mln.	575 Woningen	Jan-08
Zierikzee	Plan Noorderpolder	>12,5 Mln.	700 Woningen	Jan-08
Sluiskil	Plan Meulengat	>12,5 Mln.	Biomassacentrale bouw	Jun-08
Provincie Zeeland		0,5-1,5 Mln.	Afvalwerken Midden-Zeeland	Jul-07
Vlissingen	Sloegebied	>12,5Mln.	Bouw elektriciteitscentrale	Jan-08
Vlissingen	Beatrixlaan	>12,5Mln.	Nieuwbouw appartementen	Jan-09
Zierikzee		>12,5Mln.	106 Woningen (NoorderpolderII)	Dec-07
Middelburg	Rondweg N57	-	Aanleg spoorbrug en aquaduct	In uitvoering-2010

Op dit moment kan geen concreet voorstel worden gedaan over de te gebruiken bouwlocatie. Indien de wens is een onderzoek te starten naar de emissies vanuit een bouwproject, verdient het de aanbeveling om in overleg te treden met de Stichting Natuur en Milieu, die immers een convenant heeft gesloten met BAM.



7 Referenties

AKRF, 2005

Gateway Center at Bronx Terminal Market

AKRF, 2005

http://www.nyc.gov/html/oec/downloads/pdf/BTM_20_Construction.pdf

Altera, 2002

W.J. Chardon, (Alterra), K.W. van der Hoek, (RIVM|)

Berekeningsmethode voor de emissie van fijn stof vanuit de landbouw,

Wageningen : Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, 2002

BUWAL, [2004]

Max Wyser

New Swiss guideline 'Air Pollution Control at Construction Sites' requires retrofitting particle traps to new and old construction equipment, deployed at large worksites

Berne (Switzerland) : Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL/BUWAL), [2004]

CE, 2007

Eelco den Boer, Ewout Dönszelmann

Plan van aanpak voor reductie fijn stof emissies in Middelburg

Delft : CE Delft, 2008

CE, 2006

Harry Croezen, Kiek Singels, Arno Schroten

Stofemissies in de bouwketen

Delft : CE Delft, 2008

CE/IRAS, 2004

M. Singels, G.E.A. Warringa, B.H. Boon, H. Kromhout, D. Heederik, R. Veldhof

Stand der techniek- Dieselmotor emissies

Delft : CE Delft, 2004

FAO

<http://www.fao.org/docrep/T0579E/t0579e06.htm>

Haskoning, 2000

J.P.F. Kimmel

Diffuse emissies van fijn stof door (semi-)industriële activiteiten

Nijmegen : Haskoning, 2000

Mayor of London

http://www.london.gov.uk/mayor/environment/air_quality/construction-dust.jsp

Nijmegen, 2006

PILOT nat reinigen op de Energieweg Nijmegen

Nijmegen : Gemeente Nijmegen, Afdeling Milieu, d.d. 8 mei 2006



SenterNovem, 2007

http://www.senternovem.nl/sbir/nieuws/haalbaarheidsonderzoek_gww_260207.asp

TNO, 2002

A.K. van Hamelen, H.J.G. Kok, A.J.H. Visschedijk

Potentials and costs to reduce PM_{10} and $PM_{2.5}$ emissions from industrial sources in the Netherlands

Delft : TNO, 2002

