



A-blad Dieselmotoremissie (DME)



Werk veilig



Houd plezier



Kijk vooruit

volandis.nl

Inhoud

1 Inleiding	3
2 Dieselmotoremissie op de bouwplaats	4
3 Gezondheidseffecten, normen en voorschriften	5
3.1 Wat is dieselmotoremissie?	5
3.2 Gezondheidseffecten van dieselmotoremissie	5
3.3 Grenswaarde dieselmotoremissie (normen voor de werkplek)	5
3.4 Emissiewetgeving (normen voor het milieu)	6
3.5 Inspectie SZW	6
4 Maatregelen ter vermindering van de blootstelling aan dieselmotoremissie	7
4.1 Maatregelen voor aanschaf en in de voorbereidingsfase	7
4.2 Maatregelen in uitvoeringsfase	10
4.3 Maatregelen in onderhoudsfase	13
5 Samenvatting van de mogelijke maatregelen	14
Bijlagen	15
Bijlage 1 Besloten en/of afgesloten ruimten	15
Bijlage 2 Meetresultaten blootstelling aan dme op de bouwplaats	16
Meetcampagne 1	16
Meetcampagne 2	17
Informatie	21
Lijst gebruikte afkortingen	21
Literatuur	21
Websites en links	21
Adressen	22

1 | Inleiding

In dit A-blad staan de afspraken die werkgevers en werknemers in de bouwnijverheid hebben gemaakt om de blootstelling aan dieselmotoremissie (hierna te noemen DME) op de bouwplaats zo ver als mogelijk terug te dringen. Deze afspraken zijn gemaakt met inachtneming en ter nadere invulling van hetgeen in de Arbeidsomstandighedenwetgeving is bepaald.

Het doel van voorliggend A-blad is een vermindering van de blootstelling aan DME op de bouwplaats. Hierdoor wordt de kans op ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid kleiner en zal de kwaliteit van het werk verbeteren.

Het A-blad en de hierin geformuleerde oplossingen zijn bedoeld voor alle bedrijven in de bouwnijverheid die werkzaamheden verrichten met machines met dieselmotoren. Speciale aandacht wordt besteed aan situaties in de bouw waar machines met dieselmotoren worden ingezet tijdens werk in besloten of omsloten ruimten.

Behalve bouwbedrijven zullen ook opdrachtgevers, ontwerpers en fabrikanten van machines met dieselmotoren rekening moeten houden met de afspraken die zijn gemaakt tussen werkgevers en werknemers. Het doel van dit A-blad is bedrijven in de bouw te helpen bij het verbeteren van de arbeidsomstandigheden om de duurzame inzetbaarheid van hun werknemers te bevorderen.

2 | Dieselmotoremissie op de bouwplaats

In de bouwnijverheid worden dieselmotoren gebruikt vanwege hun grote vermogen, de bedrijfszekerheid en het hoge rendement. Veel gebruikte toepassingen in de bouw zijn:

- Aggregaten
- Hei-installaties
- Mobiele kranen en ander hijsmaterieel
- Grondverzetmachines
- Heftrucks
- Vrachtwagens
- Wegenbouwmateriaal
- Compressoren
- Grondverdichtingsmachines
- Et cetera

Werknemers worden blootgesteld als ze in de buurt van draaiende dieselmotoren moeten werken. Blootstelling kan echter ook plaatsvinden als gevolg van langsrijdend verkeer.



Figuur 1 - Werkzaamheden in de nabijheid van langsrijdend verkeer.

Beroepen waarbij sprake kan zijn van blootstelling aan DME zijn onder andere:

- Asfalteerde
- Sloper
- Bronbemaler
- Sondeerder
- Grondwerker/saneerde
- Spoorlegger
- Monteur verkeersvoorzieningen
- Stratenmaker
- Kabel- en buizenlegger
- Uitvoerder
- Machinist bestraters
- Machinist GWW
- Machinist mobiele kraan/heistelling
- Heier
- Monteur onderhoud wegenmaterieel
- Wegmarkeerde



Figuur 2 - Een dieselaangedreven heftruck.

3 | Gezondheidseffecten, normen en voorschriften

3.1 Wat is dieselmotoremissie?

DME is het gevolg van een niet homogeen verbrandingsproces van dieselbrandstof in een dieselmotor. Het dieseldampmengsel dat daaruit vrijkomt is complex en bestaat uit toxiche en irriterende gassen, waaronder aldehydes (o.a. formaldehyde), ketonen, stikstofoxides (NO en NO_2), koolmonoxide, aromaten (o.a. benzeen) en deeltjesvormige verontreiniging. Deze deeltjesvormige dieselemissies bestaan uit elementair koolstof, zware metalen (o.a. arseen, chroom en seleen), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en polychloorbifenylen (PCB's).

Indien de grootte van de deeltjes in DME wordt bekeken, blijkt dat een deel van de emissie zich in het nanogebied bevindt. Een nanodeeltje is een deeltje met afmetingen in de orde van 1-100 nanometer. Een nanometer is een 1 miljoenste millimeter. Over de gezondheidseffecten van deze aan DME gerelateerde nanodeeltjes bestaat nog veel onduidelijkheid.

Naast blootstelling aan deeltjes uit de uitlaatgassen kunnen bij het gebruik van diesel aangedreven voertuigen ook deeltjes vrijkomen door slijtage aan remmen en banden. De blootstelling aan deze deeltjes wordt in voorliggende document niet besproken.

3.2 Gezondheidseffecten van dieselmotoremissie

DME kan verschillende effecten hebben op de gezondheid, waaronder oogirritatie, hart- en vaataandoeningen, luchtwegklachten, ontstekingsreacties en longfunctieveranderingen, mogelijk samenhangend met COPD en astma. Daarnaast is er een verhoogde kans op longkanker en blaaskanker.

In Nederland staat DME op de SZW-lijst kankerverwekkende stoffen en processen. Naar deze lijst wordt verwezen in het Arbeidsomstandigheden besluit artikel 4.11. Het International Agency for Research on Cancer (IARC)¹ heeft DME in juni 2012 ook geklassificeerd als kankerverwekkend voor mensen.

3.3 Grenswaarde dieselmotoremissie (normen voor de werkplek)

Per 1 juli 2020 geldt een wettelijke grenswaarde van $10 \mu\text{g}$ elementair koolstof (EC) per m^3 lucht voor dieselmotoremissie. Het gaat daarbij om een tijdgewogen gemiddelde over acht uur. Omdat dieselmotoremissie een kankerverwekkende stof is, moet gestreefd worden naar een zo laag mogelijke blootstelling.

Er zijn verschillende analysemethoden voor het meten van EC. Voor vergelijkbare resultaten is het aan te raden om EC-metingen uit te (laten) voeren volgens NIOSH methode 5040.

Dieselmotoremissie bestaat uit een mengsel van componenten. De wettelijke grenswaarde voor stikstofdioxide (NO_2) bedraagt $0,96 \text{ mg}/\text{m}^3$ tijdgewogen gemiddelde over acht uur (TGG 8 uur) en $1,91 \text{ mg}/\text{m}^3$ tijdgewogen gemiddelde over 15 minuten (TGG 15 minuten).

De wettelijke grenswaarde voor stikstofoxide (NO) ligt op $2,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ (TGG 8 uur). Voor 15 minuten is geen wettelijke grenswaarde vastgelegd. Hiervoor kan de waarde overgenomen worden die in Duitsland gehanteerd wordt: $5 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Ambitie bouw

Om de blootstelling aan DME binnen de bouwsector terug te dringen, hebben de sociale partners in de bouw afgesproken dat het van belang is de blootstelling zoveel als mogelijk te reduceren.

Daar waar aanwijzingen zijn dat de blootstelling gemeten als elementair koolstof (EC) boven de grenswaarde van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ligt en/of de wettelijke grenswaarden voor stikstofdioxide wordt overschreden, dienen met de hoogste prioriteit maatregelen, zoals in dit rapport is opgenomen, te worden doorgevoerd.

In de overige situaties dienen bedrijven een plan van aanpak op te stellen en uit te voeren ter reductie van de blootstelling aan DME. Hierbij dient uitgegaan te worden van de aanbevelingen in onderliggend rapport.

Blootstellingsniveau bouw

Ter indicatie van mogelijke blootstellingen bij bouwwerkzaamheden zijn op diverse bouwplaatsen metingen uitgevoerd naar de blootstelling aan DME. Hieruit blijkt

¹ - Het IARC is onderzoekinstituut naar kanker en maakt onderdeel uit van de WHO (World Health Organization)

dat de wettelijke grenswaarden van 10 mg/m³ lucht in veel gevallen niet gehaald wordt. Dit kan dus ook in de praktijk op de bouwplaats voorkomen. Deze metingen onderstrepen daarmee het belang en de urgentie van het nemen van maatregelen om de blootstelling aan DME te reduceren. Voor de blootstellingsresultaten, zie bijlage 2. De volledige onderzoeksrapporten zijn opvraagbaar via info@volandis.nl

3.4 Emissiewetgeving (normen voor het milieu)

Voor de bouwnijverheid zijn drie soorten emissielimieten voor verbrandingsmotoren relevant, namelijk:

- Stage: Europese wetgeving voor non-road machines
- Euro: Europese wetgeving voor on-road machines
- Tier: Amerikaanse EPA regelgeving voor non-road machines

Met non-road worden alle machines met een verbrandingsmotor bedoeld, waarop geen kenteken zit. Hieronder vallen onder andere bulldozers, graafmachines, heftruck en walsen. Schepen, vliegtuigen, treinlocomotieven en generatoren vallen buiten deze wetgeving. In tabel 3.1 zijn de Europese non-road en on-road limieten naast elkaar weergegeven.

3.5 Inspectie SZW

In de basisinspectiemodule blootstelling aan DME van inspectie SZW zijn per 1 juli 2020 de volgende inspectiepunten opgenomen:

In binnensituaties

- Er mogen geen dieselaangedreven heftrucks met een lastcapaciteit van 4 ton of minder worden toegepast.
- Heftrucks die ouder zijn dan 5 jaar en een lastcapaciteit

tussen 4 en 8 ton hebben moeten zo snel mogelijk worden vervangen. Tot 5 jaar mogen deze heftrucks blijven rijden.

- Als nieuwe heftrucks worden aangeschaft, dan moet tot een capaciteit van 8 ton gekozen worden voor alternatieve aandrijvingen (aardgas, waterstof of LPG-met katalysator).

In buitensituaties

Dieselaangedreven materieel moet zo mogelijk vervangen worden door elektrisch of LPG/gas, tenzij dit technisch niet mogelijk is. Elektrisch aangedreven alternatieven zijn beschikbaar voor transportbanden, palletwagens, betonmortelpompen, hoogwerkers, compressoren, trilplaten, trilstampers, graafmachines tot 30 ton en aggregaten. Er zijn LPG/aardgas-aangedreven bussen, bestelwagens, kleine vrachtwagens en heftrucks tot 12 ton. Als het technisch niet mogelijk is, dan moet de werkgever maatregelen nemen, bijvoorbeeld :

- Voertuigen, zoals vrachtwagens en bestelbusjes dienen te voldoen aan de emissie-eisen van een Enhanced Environmentally friendly Vehicle (EVV) of van een Euro-6 motor.
- Mobiele arbeidsmiddelen dienen minimaal Stage IIIB/Tier 4 interim of hoger te zijn.
- Ouder materieel moet voorzien zijn van een roetfilter dat in de fabriek (affabriek) of later is ingebouwd (retrofit). Dit filter moet een vangstrendement van minimaal 95% hebben en een alarmfunctie dat aangeeft wanneer de filter vol is.
- Als een inbouwfilter niet mogelijk is, dan moeten opsteekfilters toegepast worden met een effectiviteit van minimaal 95%.

Tabel 3.1 Vergelijking van Europese non-road en on-road emissielimieten

Non-road Europa (Stage)					On-Road Europa (Euro)				
Year	Stage	Power kW	NO _x g/kWh	PM g/kWh	Year	Euro	NO _x g/kWh	PM g/kWh	
1999	I	130-560	9,2	0,54	1992	I	8,0	0,36 (>85 kW)	
2002	II	130-560	6	0,2	1997	II	7,0	0,15	
2003	II	75-130	6	0,3	2000	III	5,0	0,10	
2006	IIIA	130-560	4*	0,2	2005	IV	3,5	0,03/0,02**	
2007		56-130	4*	0,3					
2011	IIIB	130-560	2	0,025	2008	V	2,0	0,03/0,02**	
2012		56-130	3,3	0,025					
2014	IV	56-560	0,4	0,025	2014	VI	0,4***	0,01	

PM = particle matter

* NO_x + HC

** voor respectievelijk ESC (stationaire testcyclus) en ETC (transiënte cyclus)

*** op basis van ESC/ETC, aanpassing voor WHSC/WHTC (World Harmonized Test Cycles) voorzien

4 | Maatregelen ter vermindering van de blootstelling aan dieselmotoremissie

Om blootstelling aan DME te reduceren tot een zo laag mogelijk niveau moet het probleem bij de bron worden aangepakt. Voorbeelden zijn het gebruik van een andere krachtbron of het aanpassen van de motor.

Indien het voorkomen van blootstelling of het terugbrengen van blootstelling tot een zo laag mogelijk niveau onder de verbodswaarde niet uitvoerbaar is, worden collectieve maatregelen genomen om blootstelling aan DME te verminderen. Hierbij kan gedacht worden aan het vergroten van de afstand tot de bron.

Indien het technisch niet uitvoerbaar is om de blootstelling van werknemers te voorkomen of te beperken tot een zo laag mogelijk niveau onder de verbodswaarde zal een blootgestelde werknemer beschermd dienen te worden door individuele maatregelen zoals persoonlijke beschermingsmiddelen.

De hierboven genoemde manier van aanpak wordt ook wel de arbeidshygiënische strategie genoemd. In figuur 4.1 is deze strategie schematisch weergegeven.

Omdat DME voor een belangrijk deel uit nanodeeltjes bestaat en omdat er aanwijzingen zijn dat door veranderingen in de techniek het aantal nanodeeltjes zal toenemen, is het bij de kiezen van beheersmaatregelen van belang om ook het voorzorgsbeginsel in acht te nemen. De Sociaal-Economische Raad heeft in Nederland op het gebied van nanodeeltjes dit voorzorgsbeginsel geformuleerd. Het voorzorgsbeginsel impliceert dat de inspanning van de werkgever erop gericht dient te zijn blootstelling aan nanodeeltjes te voorkomen en – in gevallen waarin blootstelling onvermijdbaar is – de blootstelling qua duur en omvang zo beperkt mogelijk te houden; met ander woorden minimaliseren van de blootstelling.

Het voorzorgsbeginsel komt overeen met het in de Nederlandse Arbowetgeving gehanteerde ALARA (as low as reasonably achievable) beginsel.

In voorliggend hoofdstuk wordt voor iedere bouwfase aangegeven welke maatregelen kunnen bijdragen aan het verminderen van de blootstelling aan DME. Bij het selecteren van de maatregelen is onder meer gebruik gemaakt van de maatregelen die in de CAO en in de arbocatalogus bouwnijverheid zijn opgenomen.

Welke maatregelen het best bruikbaar zijn, zal per situatie verschillen. Soms kan volstaan worden met het toepassen van een enkele maatregel. Soms zal een combinatie van beheersmaatregelen tot het beste resultaat leiden. Bedenk bij selectie van beheersmaatregelen altijd dat volgens de Nederlandse wetgeving bronmaatregelen genomen dienen te worden voor collectieve maatregelen. Maatregelen voor een individu zoals persoonlijke beschermingsmiddelen komen op de laatste plaats bij de selectie van beheersmaatregelen.

4.1 Maatregelen voor aanschaf en in de voorbereidingsfase

Veel risico's worden met een gedegen voorbereiding ondervangen of gereduceerd. Door bij de inkoop of huur van machines al rekening te houden met de eventuele uitstoot kan de blootstelling worden gereduceerd. Ook kan voor aanvang van de werkzaamheden in kaart worden gebracht of de omstandigheden op de bouw het noodzakelijk maken om aanvullende maatregelen ter reductie van de blootstelling aan DME te nemen. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij werkzaamheden in besloten of omsloten ruimten.



Figuur 3 De arbeidshygiënische strategie.

Een andere krachtbron

In plaats van een dieselmotor kan een andere krachtbron worden gebruikt. Mogelijkheden zijn: elektriciteit, benzine en LPG. De bron van de DME wordt op deze wijze geëlimineerd. De bereikte reductie van de blootstelling aan DME is hierdoor 100%.

Praktische voorbeelden zijn:

- Elektrische vorkheftrucks; deze zijn te leveren tot 8,5 ton.
- Elektrisch aangedreven compressoren
- Elektrische aandrijving bij het verpompen van betonmortel
- Elektrische hoogwerkers
- Vervangen van dieselmotoren door Otto-motoren waarbij aardgas als brandstof wordt gebruikt (schoner dan benzine).

Voor grotere, bewegende machines en machines die grotere afstanden moeten afleggen, is een volledige elektrische aandrijving met de huidige stand der techniek nog niet mogelijk. Stationaire grote machines kunnen wel worden aangesloten op het elektriciteitsnet.



Figuur 4 - Een elektrisch aangedreven trilplaat (links) en een elektrisch aangedreven trilstamper (rechts).

Oude techniek vervangen door nieuwe

De huidige nieuwe machines in de bouw zijn vele malen schoner dan oudere machines. Er is in de bouw veel oud materiaal in gebruik. Door het vervangen van oude materiaal door nieuw materiaal is veel winst te behalen op het gebied van DME.

Bij huur van materieel (vrachtwagens, bestelbusjes, bouwmachines) is het van belang dat deze in ieder geval zijn voorzien van een Euro 4 of 5 of een stage 3b motor. De DME emissie zal dan met meer dan 70% zijn teruggebracht ten opzichte van de DME emissie bij Euro 2 of 3.

Bij aanschaf wordt echter aangeraden om de Euro 4 en 5 motor over te slaan en direct over te stappen op een Euro 6 motor. Een Euro 6 motor heeft een gesloten roetfilter en

presteert hierdoor veel beter op roetreductie. Wagens met een Euro 6 norm zijn hierdoor beter in omsloten ruimten te gebruiken.

Nieuwere dieselmotoren voor vrachtwagens kunnen aan de EEV eis (Enhanced Environmentally friendly Vehicles) voldoen. Deze eis is strenger dan de Euro 5 norm. In tabel 4.1 worden de Euro 5, Euro 6 en EVV eisen met elkaar vergeleken.

Tabel 4.1 Vergelijking van Euro 5, Euro 6 en EVV eisen

Naam	Met ingang van	CO	HC (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	Deeltjes (g/kWh)
Euro 5	2008	1,5	0,46	2,0	0,02
Euro 6	2014	1,5	0,13	0,4	0,01
EVV	2010	0,25	0,20	0,02	0,015

Naast de eisen die gesteld kunnen worden aan de motor is het bij aanschaf van een nieuw voertuig ook van belang om te kiezen voor zuinige banden met een lage rolweerstand.

Aanpassingen aan de dieselmotor

Fabrikanten kunnen technieken toepassen die ertoe bijdragen dat de dieselmotoren schoner worden, zoals:

- Uitlaatgasrecirculatie (EGR): deze techniek zorgt ervoor dat uitlaatgassen teruggevoerd worden naar de motor. De gassen worden hierdoor gekoeld en er komen minder stikstofoxiden vrij. De uitstoot van deeltjes kan door deze techniek omhoog gaan.
- Oxikatalysatoren verwijderen gasvormige componenten uit de DME.
- Roetfilters zorgen voor een afname in de uitstoot van deeltjes. Hierbij wijzigt de verhouding in deeltjes grootte. Er blijven veel kleine deeltjes over, maar de massa neemt af.
- Het doseren van ureum in katalysatoren zorgt ervoor dat stikstofoxiden worden afgebroken.
- De verbranding beter laten verlopen door zeer fijne versturing.

In een hybride aandrijving worden een elektromotor en een dieselmotor gecombineerd. Tijdens het rijden en afremmen wordt energie opgeslagen in accu's of drukvaten. Deze energie kan op andere momenten worden toegepast waardoor minder brandstof wordt gebruikt en tot 30% kan worden bespaart. De hybride aandrijving wordt vooralsnog beperkt toegepast in bouwmachines met een vermogen van 150-300 kW. Als voorbeeld kan een hydraulische hybride graafmachine worden genoemd. Deze machine slaat de energie die vrijkomt bij het bedienen van de zwenkarm op in een accu. De hybride techniek komt in kleinere systemen als een minigraver nauwelijks voor omdat in deze systemen te weinig energie vrijkomt. Ook als een machine te groot is, is deze hybride techniek mechanisch niet toepasbaar.

Capaciteit motor afstemmen op het benodigde vermogen
Als de capaciteit van een motor niet goed overeenkomt met het vermogen dat nodig is voor een bepaalde taak dan verbruikt de motor onnodig veel brandstof en is de uitstoot relatief hoog. Het is daarom belangrijk om bij aankoop van een machine niet een te grote of een te kleine machine te kopen. Bij aggregaten is het bijvoorbeeld belangrijk dat het gebruikssprofiel aansluit bij het aggregaat. Als het grootste deel van de tijd een constant relatief laag vermogen wordt gevraagd van een aggregaat en af en toe een piek, kan het slimmer zijn om twee aggregaten te gebruiken. Het tweede aggregaat slaat in dit geval alleen aan bij piekvraag.

Er zijn ook machines die zich zelfstandig aanpassen aan de vraag. Deze machines worden ook wel intelligente machines genoemd. Deze techniek is bijvoorbeeld bekend bij compressoren (uit bij geen vraag, minder capaciteit bij minder vraag).

Nabehandelen van dieselmotoremissie (filters)

Omdat sommige machines op de bouwplaats jaren worden gebruikt, zal een deel van het gebruikte materieel niet voldoen aan de emissie normen. Een filtersysteem is in deze gevallen een oplossing ter vermindering van de roet uitstoot. Een goed filter is in staat de roetuitstoot tot 95% te reduceren. Een goed filter gaat doorgaans 5 jaar of meer mee.

In een filter wordt roet opgevangen indien de dieselmotoruitlaatgassen erdoor stromen. De hoeveelheid roet in het filter zal opbouwen en worden verbrand bij ca. 600°C (door een katalysator wordt deze verbrandingstemperatuur verlaagd). Door verbranding wordt het roet omgezet in as. Na verloop van tijd zit het filter vol met as. Het filter moet dan worden verwijderd en gereinigd. Een goed roetfilter is voorzien van een waarschuwingssysteem dat signaleert wanneer een filter vol zit.

Filters kunnen zijn ingebouwd (affabriek) of filters kunnen achteraf worden ingebouwd (achterafinbouw of retrofit). De ingebouwde filters zijn meestal gecombineerd met een katalysator en branden zichzelf schoon. De achteraf ingebouwde filters worden ook vaak gecombineerd met een katalysator. Ook hier is periodiek schoonbranden nodig. Sommige filters doen dit automatisch (passief), andere moeten actief geregenereerd worden. De algemene opvatting is dat achteraf ingebouwde filters minder presteren dan affabriek ingebouwde filters. Een retrofitfilter werkt het best tot ongeveer 1100 toeren.

Indien wordt overgegaan op de aanschaf van een retrofit filter is het van belang zich te realiseren dat er veel verschillende soorten filters zijn. Tussen de filters zijn grote kwaliteitsverschillen aanwezig. Een retrofilter moet passen bij karakteristieken van de dieselmotor. Als dit niet het geval is, vindt regeneratie niet op tijd plaats en slijt het filter dicht. Daarnaast is het niet op alle machines mogelijk een filter te plaatsen. Om zeker te zijn van de kwaliteit van een filter kan een kwaliteitssysteem voor filters worden gebruikt. In Zwitserland is de zogenaamde VERT systematiek ontwikkeld. Vanuit deze systematiek is een VERT filter lijst opgesteld. Deze is te raadplegen op internet: <http://vert-certification.eu/j3/index.php/filters/filter-llist-database>.

Kleinere systemen als een trilplaat kunnen lastig of niet worden voorzien van filters. De kleinere machines kunnen onhandelbaar worden door het plaatsen van een filter. Ook kan bij voorbeeld een trilplaat een filter kapot trillen.



Figuur 5 - Een voorbeeld van materieel dat is voorzien van een roetfilter (zie inzet).

Planning

Bij de planning van werkzaamheden kan rekening worden gehouden met de uitstoot van het materieel door het nieuwste materieel voor de meest kritische plekken (omsloten ruimten) in te plannen.

Ook kan de opdrachtgever weggedeelten volledig laten afsluiten (omleiden van het verkeer) tijdens wegwerkzaamheden. Op deze manier wordt geen of minder hinder ondervonden van uitlaatgassen van passerend verkeer. Hiernaast is de situatie natuurlijk ook veiliger.

In onderstaande tabel is een checklijst opgenomen voor de voorbereidingsfase. Per functie is aangegeven met welke beheersmaatregelen rekening gehouden kan worden.

Tabel 4.2: Beheersmaatregelen per functie in de voorbereidingsfase

Functie	Inkoper	Materieeldienst	Werkvoorbereider	Uitvoerder	Werknemer
Beheersmaatregel					
Een andere krachtbron	X	X	X		
Voldoen aan emissielimieten	X	X	X		
Zuinige banden	X	X			
Capaciteit afstemmen op vermogen	X	X	X		
Nabehandelen (filters)	X	X	X		
Planning			X		

4.2 Maatregelen in uitvoeringsfase

Inschakelduur

In de praktijk blijken machines geregeld stationair te draaien terwijl ze niet gebruikt worden. Genoemde redenen om een machine stationair te laten draaien zijn onder andere: anders werkt de airco of verwarming niet, het is makkelijk, het is technisch noodzakelijk (bijvoorbeeld de asfaltspreidmachine die aan moet staan in verband met de balkverwarming). Door machines minder vaak stationair te laten draaien zal de uitstoot gereduceerd worden en wordt bespaard op kosten. Het aanbrengen van een start-stopsysteem, een stoelschakelaar of een standverwarming (airco die aanblijft als de motor uitstaat) zijn oplossingen die de werknemers helpen of motiveren om een motor minder stationair te laten draaien.

De inzet van Grade Control systemen maakt het onder andere bij grondverzetwerkzaamheden mogelijk om sneller, constanter en met minder nabehandeling te werken.

Grondverzetmaterieel zal hierdoor minder lang draaien en er worden minder DME uitgestoten.

Rijstijl

Een andere manier om op brandstof te besparen is het toepassen van het nieuwe rijden en het nieuwe draaien. Het nieuwe rijden staat voor zuinig rijden. Tips voor zuinig rijden zijn:

- Zo snel mogelijk doorschakelen naar een hogere versnelling
- Rijd met een constante snelheid
- Anticiperen op het andere verkeer
- Verminder geleidelijk vaart
- Controleer regelmatig uw bandenspanning

Het nieuwe draaien is het slim toepassen van de ervaringen van het nieuwe rijden op bouwmachines. De stijl van draaien en de werkaanpak hebben grote invloed op het brandstofverbruik. Winst valt te halen uit een slimme inzet van het benodigde vermogen, het tijdig uitschakelen van de machines en een slimme werkaanpak en planning. Mogelijke toepassingen van het nieuwe draaien zijn:

- Het juiste aantal toeren maken
- Het mes van de bak laten snijden in plaats van schrapen
- Machines goed opstellen
- Vloeidend en aansluitend werken
- Onnodige bewegingen elimineren
- Gelijkmatig werken en gas geven
- Eco-modus inschakelen
- Niet onnodig stationair draaien

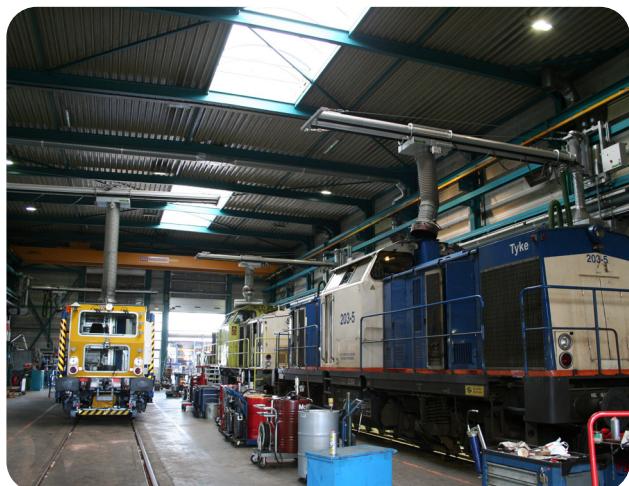
Een bijkomend voordeel van het nieuwe draaien is rustiger werken. Deze werkhouding zorgt voor een goed resultaat, minder vermoeidheid en minder kans op fouten.

Voor het introduceren van een goede rijstijl en een vermindering van stationair draaien op de bouwplaats zijn scholing, bewustwording en toezicht van belang. Om het effect van training vast te houden is het van belang dat de werknemers regelmatig worden geïnformeerd over het brandstofverbruik op hun eigen voertuig. Een display voor in de cabines is nog in ontwikkeling.

Afvangen of verdrijven van dieselmotoremissie

Indien er werkzaamheden plaatsvinden in garages of werkplaatsen is het van belang om de dieselmotoremissie af te zuigen met behulp van een afzuiginstallatie. Een afzuigmond kan worden geplaatst op bijvoorbeeld een uitlaat.

Voor besloten of afgesloten ruimten is het van belang om mobiele mechanische ventilatiesystemen in te zetten. Indien er reeds vaste ventilatie aanwezig is in een tunnel of in een hal kan ook deze ingezet worden. Het is van belang de benodigde capaciteit te bepalen: te veel capaciteit kost onnodig energie, te weinig is niet effectief.



Figuur 5 - Puntafzuiging in een werkplaats.

Het vergroten van de afstand tot de bron

In de CAO voor de Bouwnijverheid artikel 70b is vastgelegd dat tijdens werkzaamheden verricht op een bouwplaats alle voertuigen, die eigendom zijn van een werkgever die onder de CAO valt, zijn voorzien van uitlaatpijpen die verticaal naar boven zijn gericht.

Andere manieren om de afstand tussen werknemer en de uitlaat te vergroten, zijn:

- Het opstellen van de dieselaggregaat buiten de omsloten ruimte en in buitensituaties buiten de werkzone

Werken in een cabine

Om de bestuurder van machines te beschermen tegen DME is het mogelijk om een cabine te voorzien van overdruk. In dergelijke geconditioneerde cabines wordt gefilterde lucht naar binnen geblazen. Door overdruk komt bovendien minder vuile lucht naar binnen. Bij het gebruik van cabines is het van belang ramen en deuren gesloten te houden.



Figuur 6 - Kraan voorzien van een overdrukcabine, de filterunit is links op de foto zichtbaar.

Werkorganisatie en planning

Door het werk anders te organiseren en te plannen, kan de blootstelling van werknemers aan DME worden verminderd. Mogelijkheden hiervoor zijn:

- Zorg voor zo weinig mogelijk dieselmotoren op de werkplek.
- Probeer te voorkomen dat werkzaamheden waarbij door diesel aangedreven materieel wordt ingezet, ingepland worden tijdens uren waarop er veel medewerkers aanwezig zijn.
- Plaats wachtende voertuigen op grote afstand van de werkplek
- Laat voertuigen alleen op afroep binnenrijden. Dit is vooral in besloten of afgesloten ruimten van belang.
- Start koude dieselmotoren niet in besloten of afgesloten ruimten, maar buiten.
- Voer de werkzaamheden zoveel als mogelijk bovenwinds uit.
- Wissel de ploegen af die worden ingezet bij werkzaamheden in besloten of afgesloten ruimten.
- Plan werkzaamheden aan de weg op die momenten dat er weinig verkeer aanwezig is (nacht of weekend).
- Maak gebruik van rijplaten in plaats van op een onverharde weg te rijden. Dit heeft een positief effect op het brandstofverbruik.
- Zorg dat er altijd opsteekfilters aanwezig zijn voor vrachtwagens. Dit geldt zeker bij werkzaamheden in besloten en omsloten ruimten.
- Beperk de rjsnelheid en geef dit duidelijk aan.

Persoonlijke beschermingsmiddelen

Indien alle eerder genoemde maatregelen niet mogelijk zijn of niet voldoende bescherming bieden, kan het voor de bescherming van een individuele werknemer wenselijk zijn om gebruik te maken van adembescherming. Voor een juiste filtering van DME is een A2/P3 filter van belang. P3 is een deeltjesfilter. A2 is een koolstoffilter die de aldehyden uit de rook tegenhoudt.

In de praktijk kan adembescherming bijvoorbeeld van belang zijn in besloten of afgesloten ruimten waar medewerkers nabij bronnen van DME werken.

In onderstaande tabel is een checklijst opgenomen voor de uitvoeringsfase. Per functie is aangegeven met welke beheersmaatregelen rekening gehouden kan worden.

Tabel 4.3: Beheersmaatregelen per functie in de uitvoeringsfase

Functie	Inkoper	Materieeldienst	Werkvoorbereider	Uitvoerder	Werknemer
Beheersmaatregel					
Stationair draaien beperken				X	X
Grade control systemen	X	X	X		X
Rijstijl aanpassen				X	X
Afvangen DME		X		X	
Verdrijven DME door ventilatie		X	X	X	
Uitlaatpijpen verticaal naar boven	X	X			
Afstand bron en werknemer vergroten				X	X
Werken in een cabine	X	X	X	X	X
Zo weinig mogelijk dieselmotoren op werk			X		
Dieselmotoren inzetten als zo weinig mogelijk mensen			X	X	
Wachtende voertuigen op afstand				X	X
Bovenwinds werken				X	X
Koude motoren buiten starten				X	X
Alleen dieselmotoren op afroep				X	
Ploegen afwisselen in besloten ruimten				X	X
Werken bij weinig verkeer			X		
Rijplaten inzetten			X	X	
Rijsnelheid verlagen en duidelijk aangeven		X	X	X	
Opsteekfilters beschikbaar bij werk in besloten /omsloten ruimten		X	X	X	
Adembescherming	X		X	X	X

4.3 Maatregelen in onderhoudsfase

Achterstallig onderhoud aan de motor en de filters kan aanleiding geven tot hogere emissies. Onder goed onderhoud wordt veelal verstaan het tijdig controleren en vervangen van de luchtinlaatfilters en de verstuivers. Hiernaast is het controleren van de verhouding brandstof/lucht van belang. Eventueel toegepaste roetfilters moeten tijdig worden geregenereerd. Als te lang wordt doorgereden met een filter is deze niet meer te reinigen. Spuitbussen voor regeneratie van filters worden afgeraden.

Behalve goed onderhoud aan de motoren en de filters is ook een juiste gekozen bandenspanning van belang. Een goed gekozen bandenspanning heeft een gunstig effect op het brandstofverbruik. Hiernaast zullen ook de banden minder snel slijten.

In onderstaande tabel is een checklijst opgenomen voor de onderhoudsfase. Per functie is aangegeven met welke beheersmaatregelen rekening gehouden kan worden.

Tabel 4.4: Beheersmaatregelen per functie in de onderhoudsfase

Functie	Inkoper	Materieeldienst	Werkvoorbereider	Uitvoerder	Werknemer
Beheersmaatregel					
Controle / vervangen luchtinlaatfilters en verstuivers		X			
Controle brandstof/lucht verhouding		X			
Onderhoud roetfilters		X		X	X
Controleren bandenspanning		X		X	X

5 | Samenvatting van de mogelijke maatregelen

De maatregelen zoals deze aan de orde zijn gekomen in hoofdstuk 4 zijn in onderstaande tabel verkort weergegeven. In de middelste kolom is een inschatting gemaakt van het effect van een maatregel op de reductie van DME heeft.

Tabel 5.1 Hoeveel reductie kan worden bereikt met welke beheersmaatregel?

Maatregel	Reducie deeltjes	Toepassing
Andere krachtbron		
Elektriciteit	100%	Heftruck (< 4 ton) Transportbanden Compressoren
LPG/aardgas	100%	Heftruck (< 12 ton)
Aanpassingen aan de dieselmotor		
Emissie arme motor	Ca. factor 10	Nieuw rijdend materieel (zonder kenteken > 2011, met kenteken > 2005)
Hybride motor	Wisselend	Graafmachines
Motormanagement	Wisselend	Al het materieel, aggregaten
Stationaire afschakeling (start-stop)	Wisselend	Al het rijdend materieel
Goede rijstijl	Onbekend	Al het rijdend materieel
Onderhoud	10-15%	Al het materieel, aggregaten
Afvangen van DME		
Filters	Max. 95%	Al het materieel, aggregaten
Afzuiginstallaties	Max. 90%	Vaste locaties (materieeldienst, werkplaats)
Ventilatie	Wisselend	Omsloten en besloten ruimten
Bescherming van de blootgestelde persoon		
Afstand vergroten	Wisselend	Uitlaat naar boven; aggregaat verder weg
Werken in een cabine	Onbekend	Rijdend materieel met cabines
Grade control systemen	Onbekend	Grondverzetwerkzaamheden
Organisatie /planning	Wisselend	Alle bouwlocaties
Ademhalingsbescherming	Max. 95%	Alle personen

Bijlage 1 | Besloten en/of afgesloten ruimten

Onder besloten ruimten worden ruimten verstaan die onder normale omstandigheden van de omgeving zijn afgesloten.

Veel besloten ruimten moeten regelmatig worden betreden, bijvoorbeeld voor inspecties, reparaties, of schoonmaak- en onderhoudswerkzaamheden (onder andere lassen, snijden).

Besloten ruimten worden vaak gekenmerkt door: beperkte bewegingsruimte, geen of weinig daglicht en slechte verlichting, geen of weinig ventilatie, kans op zuurstoftekort, mogelijke aanwezigheid gevaarlijke stoffen, beperkte toegankelijkheid en weinig vluchtmogelijkheden.

In besloten ruimten kan een gevaarlijke atmosfeer aanwezig zijn of door werkzaamheden ontstaan. De gevaren die daarbij optreden zijn verstikking, bedwelming, vergiftiging en brand- en explosiegevaar.

Voorbeelden van besloten ruimten zijn: kelders, installatieruimten, kruipruimten onder vloeren, ketels en opslagreservoirs, rioolstelsels en pijpleidingen.

Een besloten ruimte is niet hetzelfde als een afgesloten ruimte. Afgesloten ruimten worden ook onder normale werkomstandigheden regelmatig betreden en zijn bijvoorbeeld magazijnen, parkeergarages, viaducten, zogenaamde "doorwerktenen" en doorwerkvoorzieningen.

Een afgesloten ruimte wordt beschouwd als een besloten ruimte, wanneer de ventilatiemogelijkheden beperkt zijn.

Voor meer informatie wordt verwezen naar het advies "Werken in besloten ruimten", verkrijgbaar via www.volandis.nl, en naar de arbocatalogi van de bouwnijverheid (www.arbocatalogi-bouwnijverheid.nl).

Bijlage 2 | Meetresultaten blootstelling aan DME op de bouwplaats

Meetcampagne 1

Uitgevoerd door Tauw
www.tauw.nl

Er zijn zes metingen verricht, iedere meting duurde 15 minuten. Er is gemeten bij twee dieselaangedreven trilmachines: meting 1 heeft plaatsgevonden bij een nieuwe trilmachine met roetfilter, de metingen 2 t/m 6 hebben plaatsgevonden bij een ouder model trilmachine zonder roetfilter.

In de update van het A-blad in 2021 zijn de kleuren in onderstaand schema aangepast aan de op dat moment geldende grenswaarde, grenswaarde van 10 µg EC/m³ voor een 8-urige werkdag (TGG 8 uur).

Rood gearceerde resultaten zijn boven de huidige grenswaarde van 10 µg EC/m³ voor een 8-urige werkdag (TGG 8 uur).

Oranje gearceerde resultaten zijn onder de detectielimiet van 30 µg EC/m³. Het is niet te zeggen of deze waarden in werkelijkheid boven of onder de grenswaarde van 10 µg EC/m³ gelegen hebben.

Tabel – meetresultaten meetcampagne 1

	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 5	Meting 6
Concentratie (µg EC/m ³)	<30	43	66	45	<30	<30

Voor meer details en achtergrondinformatie is het volledige onderzoeksrapport opvraagbaar via info@volandis.nl.

Meetcampagne 2

Uitgevoerd door NKAL/IRAS

www.nkal.nl

www.uu.nl/organisatie/faculteit-diergeneeskunde/over-de-faculteit/departementen/iras

Hieronder volgen de resultaten van metingen die op diverse bouwplaatsen zijn verricht. De metingen duurden 8 uur. Er zijn zowel metingen naar elementair koolstof (EC) als naar stikstofoxiden (NO_x) verricht.

In de update van het A-blad in 2021 zijn de kleuren in onderstaand schema aangepast aan de op dat moment geldende grenswaarde van 10 $\mu\text{g EC}/\text{m}^3$ voor een 8-urige werkdag (TGG 8 uur).

Meetresultaten elementair koolstof

Rood gearceerde resultaten zijn boven de huidige grenswaarde van 10 $\mu\text{g EC}/\text{m}^3$ voor een 8-urige werkdag (TGG 8 uur).

Oranje gearceerde resultaten zijn lager dan de grenswaarde maar hoger dan 10% van de grenswaarde.

Groen gearceerde resultaten liggen onder de grenswaarde van 10 $\mu\text{g EC}/\text{m}^3$. De detectielimiet (LOD) was 1 $\mu\text{g EC}/\text{m}^3$.

Tabel – meetresultaten meetcampagne 2 (stikstofoxiden)

Bedrijf	Beschrijving situatie	Functies	Visuele beoordeling	Elementair koolstof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Bedrijf 1 Soort bedrijf: fundering	Op een ponton staat een funderingsmachine Volvo EC250 D. De funderingsmachine is circa 2 jaar oud en heeft een motor conform Tier 4 emissienorm met DPF-filter (Diesel Particulate Filter). Ponton is verhard. Funderingsmachine wordt uitgezet tijdens pauzes of wachtmomenten. Cabine met geconditioneerde lucht onder overdruk is aanwezig, maar deze deuren staan altijd open (uitgezonderd indien er met verontreinigde grond wordt gewerkt). In nabijheid van ponton was een tweede ponton aanwezig met een verouderde funderingsmachine. Verder werd er regelmatig gebruik gemaakt van sleepboten om het ponton te verplaatsen.	Machinist funderingsmachine (Volvo EC250 D)	0/+	1,08
		2 ^e werknemer in directe nabijheid funderingsmachine (Volvo EC250 D)	0/+	<LOD
Bedrijf 2 Soort bedrijf: fundering	In een bouwput, aan open water (hierdoor relatief veel wind), staan 2 funderingsmachines, te weten 1 funderingsmachine (Hitachi KH 300 GLS, bouwjaar 1999). In deze funderingsmachine zit een motor van circa 1 jaar oud. Echter, het is bij het bedrijf bekend dat deze motor slecht is afgesteld (oorzaak tot op heden niet gevonden). Een tweede funderingsmachine (Hilcon HSC X700 GLS, bouwjaar 2009) staat op enkele tientallen meters vanaf de eerste funderingsmachine opgesteld. Verder rijden er nog 2 shovels rond, waarvan 1 shovel rondom de oude funderingsmachine. De deuren van de funderingsmachines en shovels staan tijdens de meetdag open. De oudere funderingsmachine beschikt niet over een overdrukcabine, de overige machines (nieuwe funderingsmachine en shovels) wel. Het terrein is gedeeltelijk verhard met rijplaten. Door regenval is het terrein erg drassig. Op enige afstand zijn ook een graafmachine en twee draaiende betonmolens aanwezig. Ieder uur wordt er nieuw beton aangeleverd door een betonwagen. De shovelmachinisten hebben een training gehad in het nieuwe rijden, maar ervaren dit als niet praktisch. De shovelmachinist heeft tijdens de meetdag een keer diesel getankt.	Machinist (oude) funderingsmachine (Hitachi KH 300 GLS)	+	8,70
		2 ^e werknemer in directe nabijheid (oude) funderingsmachine (Hitachi KH 300 GLS)	+	2,88
		Shovelmachinist rondom (oude) funderingsmachine (Hitachi KH 300 GLS)	+	5,58
		Machinist (nieuwe) funderingsmachine (Hilcon HSC X700 GLS)	0/+	6,00
Bedrijf 3, Locatie 2 Soort bedrijf: sloop	Bij dit bedrijf zijn gedurende de meetdag sloopwerkzaamheden van een gebouw uitgevoerd. Deze sloopwerkzaamheden vonden midden in een centrum van een dorp plaats. Restanten van het gebouw en grote bergen puin liggen op het terrein opgeslagen. Het gebouw wordt gesloopt door de sloopmachine (graafmachine op rupsbanden, Hitachi Zaxis 450 LCH, bouwjaar 2007). Deze graafmachine beschikt niet over een roetfilter. Het raampje van de overdrukcabine stond een stukje open. Aan de andere zijde van het gebouw is ook een graafmachine aan het slopen (Hydraulische graafmachine op rupsbanden, Caterpillar 320D, bouwjaar 2011). Deze machine beschikt over een roetfilter. Tijdens de sloop wordt het puin met water bevochtigd. Het terrein is gedeeltelijk verhard (voormalig parkeerterrein). Alle machines hebben vandaag een keer diesel getankt. De machinist van de graafmachine (Caterpillar 320D) wilde niet meewerken aan de meting, dus hier zijn geen meetgegevens van bekend.	Machinist sloopmachine (Hitachi Zaxis 450 LCH)	0/+	1,31
		2 ^e werknemer werkzaam in omgeving van de sloopmachine (Hitachi Zaxis 450 LCH)	0/+	<LOD
		3 ^e werknemer werkzaam in omgeving van de sloopmachine (Caterpillar 320D)	0/+	<LOD
		4 ^e werknemer (projectleider) werkzaam in omgeving van beiden machines	0/+	1,84

Bedrijf	Beschrijving situatie	Functies	Visuele beoordeling	Elementair koolstof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Bedrijf 4, Locatie 1 Soort bedrijf: beton- verharding	<p>Bij dit bedrijf zijn metingen verricht op 2 meetdagen. De werkzaamheden vonden plaats in een tent op een brug van een snelweg. De tent heeft als voornaamste reden dat de beton en het asfalt op de juiste temperatuur kunnen hechten. De tent wordt via kachels continu voorzien van warmte. De afmeting van de tent: 400x25x10 meter. De werkzaamheden betroffen het (machinaal) egaliseren van beton en vervolgens het afdekken van de vers gestorte beton met folie.</p> <p>Tijdens de 1^e meetdag is begonnen aan bij het westelijke begin van de tent richting het midden. Tijdens de 2e meetdag is er gewerkt vanaf het midden verder in oostelijke richting. In 95% van de gevallen zijn de deuren van de tent gesloten, deze worden alleen geopend als de vrachtwagens in en uit rijden. De werknemers hebben geen vaste tijden om te pauzeren, ze eten en drinken naast de machines die continu blijven draaien.</p> <p>Vrachtwagens met beton rijden af en aan. Tijdens het storten van beton blijft de motor van de vrachtwagen stationair dragen. Bovendien rijdt er continu een graafmachine (Zaxis 170 W3). Deze machine is ook betrokken bij het kleine stukje handmatig aanbrengen van het beton. De beton wordt dan vanuit de vrachtwagen in de laadbak van de graafmachine gestort, waarna de graafmachine deze hoeveelheid beton op meerdere plaatsen aanbrengt. Er rijden ook steeds heftrucks door de tent.</p> <p>Tijdens de meetdagen zijn er in de tent ook asfaltketels aanwezig, die worden gevuld vanuit een grote vrachtwagen die stationair blijft draaien. De belangrijkste machine tijdens het storten van beton is de slipformpaver. Dit is een machine met een breedte van 7,15 meter die ongeveer 60 cm per minuut beton doet storten. Op deze machine staat een machinist, die in nauw contact staat met de hoofdmachinist (die rond om de machine heen loopt en die kijkt of alles goed gaat). De afstand tussen de machinist van de paver en de foliemachine is ongeveer 10 meter, maar beide machinisten staan onder de rook van de uitlaat.</p> <p>Tijdens de 2^e meetdag gaf de machinist van de foliemachine aan dat de uitlaat lek was. Dit was tijdens de vorige meetdag niet het geval. Op deze dag is het vooraf geplande stuk om te storten niet volledig afgemaakt, omdat er geen aanvoer was van beton.</p>	<p>Machinist slipformpaver (Wirtgen SP 1600)</p> <p>Machinist foliemachine (GOMACO afdekmachine)</p> <p>Werknemer in zeer directe omgeving van slipformpaver (deze wordt hoofdmachinist genoemd, wat misschien vreemd is gezien het takenpakket)</p> <p>Stationaire meting (buitenzijde tent)</p>	0/+	107,99 53,28 30,17 18,27 137,14 42,92 4,96 3,30
Bedrijf 5, Locatie 1 Soort bedrijf: Asfalteren	<p>De asfalteinwerkzaamheden vonden plaats in een tunnelbuis. De tunnelbuis is nog niet in gebruik, hij is namelijk nog in aanleg. Op het begin van de meetdag was er eerst vertraging, omdat in de tunnelbuis waar de asfalteinwerkzaamheden gepland stonden een te hoge concentratie uitlaatgassen aanwezig was. Dit is niet gemeten, maar de tunnelbuis zag blauw van de rook. Bovendien wilden de werknemers niet beginnen met werken voor dat de dampen weg waren. Hierop heeft de uitvoerder de reeds aanwezige afzuiginstallatie in de tunnelbuis aangezet.</p> <p>Toen de dampen voldoende waren verminderd (visueel en op basis van geur door de werknemers) begonnen 2 groepen in het midden van de tunnelbuis. Vervolgens gingen ze elk een andere richting uit werken. Een groep werkte met een grader om het asfalt te egaliseren. Bij deze groep rijdt ook een vrachtwagen met asfalt en een wals. Dit zijn mogelijke bronnen die diesel kunnen uitstoten. De andere groep is werkzaam rondom een asfalteermachine.</p> <p>De tunnelbuis waar de werkzaamheden plaatsvinden heeft een afmeting van 2 kilometer in lengte, ongeveer 10 meter in breedte en ongeveer 4,5 meter in hoogte. De werkzaamheden zijn uitgevoerd aan de westzijde van de tunnelbuis. De groep die werkzaam is rondom een asfalteermachine werkt in de richting van de uitgang van een tunnelbuis.</p>	<p>Werknemer werkzaam op grader</p> <p>Werknemer werkzaam rondom grader</p> <p>Werknemer werkzaam op asfalteermachine</p> <p>Werknemer werkzaam rondom asfalteermachine</p> <p>Stationaire meting</p>	+	26,39 12,60 7,78 4,31 21,69

Meetresultaten stikstofoxiden

Rood gearceerde resultaten zijn boven de grenswaarde (NO_x : 2500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; NO_2 : 960 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Oranje gearceerde resultaten zijn lager dan de grenswaarde maar hoger dan 10% van de grenswaarde. De grenswaarde wordt in de praktijk mogelijk overschreden.

Groen gearceerde resultaten zijn lager dan 10% van de grenswaarde. Overschrijding van de grenswaarde in de praktijk kan nagenoeg worden uitgesloten.

N.B. De grenswaarden die gehanteerd zijn voor de arcering zijn op 18 juli 2018 van kracht geworden.

Tabel – meetresultaten meetcampagne 2 (stikstofoxiden)

Bedrijf	Beschrijving situatie	Functies	NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Bedrijf 4, Locatie 1 Soort bedrijf: beton- verharding	Bij dit bedrijf zijn NO-metingen verricht op 3 meetdagen. De werkzaamheden vonden plaats in een tent op een brug van een snelweg. De tent heeft als voornaamste reden dat de beton en het asfalt op de juiste temperatuur kunnen hechten. De tent wordt via kachels continu voorzien van warmte. De afmeting van de tent: 400x25x10 meter. De werkzaamheden betreffen het (machinaal) egaliseren van beton en vervolgens het afdekken van de vers gestorte beton met folie.	Machinist slipformpaver (Wirtgen SP 1600)	2611	1072	3684
			1939	618	2556
			1587	615	2202
	Tijdens de 1 ^e en 3 ^e meetdag is er gewerkt vanaf het midden verder in oostelijke richting, tijdens de 2 ^e meetdag is begonnen aan bij het westelijke begin van de tent richting het midden. In 95% van de gevallen zijn de deuren van de tent gesloten, deze worden alleen geopend als de vrachtwagens in en uit rijden. De werknemers hebben geen vaste tijden om te pauzeren, ze eten en drinken naast de machines die continu blijven draaien.	Machinist foliemachine (GOMACO afdekmachine)	2291	966	3257
			1561	441	2002
			858	383	1241
	Vrachtwagens met beton rijden af en aan. Tijdens het storten van beton blijft de motor van de vrachtwagen stationair dragen. Bovendien rijdt er continu een graafmachine (Zaxis 170 W3). Deze machine is ook betrokken bij het kleine stukje handmatig aanbrengen van het beton. De beton wordt dan vanuit de vrachtwagen in de laadbak van de graafmachine gestort, waarna de graafmachine deze hoeveelheid beton op meerdere plaatsen aanbrengt. Er rijden ook steeds heftrucks door de tent. Tijdens de 2 ^e en 3 ^e meetdag zijn er in de tent ook asfaltketels aanwezig, die worden gevuld vanuit een grote vrachtwagen die stationair blijft draaien. De belangrijkste machine tijdens het storten van beton is de slipformpaver. Dit is een machine met een breedte van 7,15 meter die ongeveer 60 cm per minuut beton doet storten. Op deze machine staat een machinist, die in nauw contact staat met de hoofdmachinist (die rond om de machine heen loopt en die kijkt of alles goed gaat). De afstand tussen de machinist van de paver en de foliemachine is ongeveer 10 meter, maar beide machinisten staan onder de rook van de uitlaat.	Werknemer in zeer directe omgeving van slipformpaver (deze wordt hoofdmachinist genoemd, wat misschien vreemd is gezien het takenpakket)	2657	966	3622
			(geen sample)	(geen sample)	(geen sample)
			1349	477	1826
	Tijdens de 3 ^e meetdag gaf de machinist van de foliemachine aan dat de uitlaat lek was. Dit was tijdens de vorige meetdagen niet het geval. Op deze dag was is het vooraf geplande stuk om te storten niet volledig afgemaakt, omdat er geen aanvoer was van beton.	Stationaire meting (buitenzijde tent)	588	299	887
			459	192	651
			577	130	708
			654	301	954
			470	274	744
			429	212	642
			2474	749	3222
	Stationaire meting 1 (binnenzijde tent)	Stationaire meting 1 (binnenzijde tent)	1137	1518	2655
			1299	447	1745
			979	502	1481
			1789	877	2666
	Stationaire meting 2 (binnenzijde tent)	Stationaire meting 2 (binnenzijde tent)	1761	842	2603
			2064	558	2623
			1655	612	2267

Bedrijf	Beschrijving situatie	Functies	NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Stationaire meting 3 (binnenzijde tent)	2976	1300	4276
			2688	1339	4027
			1884	556	2441
			2377	1773	4150
		Stationaire meting 4 (binnenzijde tent)	2041	873	2914
			1218	1490	2708
			2629	944	3573
		Stationaire meting 5 (binnenzijde tent)	2043	687	2730
			1990	1711	3701
		Stationaire meting 6 (binnenzijde tent)	2963	951	3914
			1920	1154	3074
		Stationaire meting 7 (binnenzijde tent)	2588	880	3469
			2296	719	3015
Bedrijf 5, Soort bedrijf: Asfalteren	De asfalteerwerkzaamheden vonden plaats in een tunnelbuis. De tunnelbuis is nog niet in gebruik, hij is namelijk nog in aanleg. Op het begin van de meetdag was er eerst vertraging, omdat in de tunnelbuis waar de asfalteerwerkzaamheden gepland stonden een te hoge concentratie uitlaatgassen aanwezig was. Dit is niet gemeten, maar de tunnelbuis zag blauw van de rook. Bovendien wilden de werknemers niet beginnen met werken voor dat de dampen weg waren. Hierop heeft de uitvoerder de reeds aanwezige afzuiginstallatie in de tunnelbuis aangezet. Toen de dampen voldoende waren verminderd (visueel en op basis van geur door de werknemers) begonnen 2 groepen in het midden van de tunnelbuis. Vervolgens gingen ze elk een andere richting uit werken. Een groep werkte met een grader om het asphalt te egaliseren. Bij deze groep rijdt ook een vrachtwagen met asphalt en een wals. Dit zijn mogelijke bronnen die diesel kunnen uitstoten. De andere groep is werkzaam rondom een asfalteermachine. De tunnelbuis waar de werkzaamheden plaatsvinden heeft een afmeting van 2 kilometer in lengte, ongeveer 10 meter in breedte en ongeveer 4,5 meter in hoogte. De werkzaamheden zijn uitgevoerd aan de westzijde van de tunnelbuis. De groep die werkzaam is rondom een asfalteermachine werkt in de richting van de uitgang van een tunnelbuis	Werknemer werkzaam op grader	2071	762	2833
		Werknemer werkzaam rondom grader	1704	677	2381
		Werknemer werkzaam op asfalteermachine	1256	455	1711
		Werknemer werkzaam rondom asfalteermachine	1160	219	1379
		Stationaire meting 1 (Moot 83, west)	2658	1458	4116
		Stationaire meting 2 (Moot 83, west)	3100	1157	4257
		Stationaire meting 3 (Moot 75)	840	426	1265
		Stationaire meting 4 (Moot 287)	1065	481	1546
		Stationaire meting 5 (N2 west, Moot 290)	2000	718	2718

Voor meer details en achtergrondinformatie is het volledige onderzoeksrapport opvraagbaar via info@volandis.nl.

Informatie

Lijst gebruikte afkortingen

ALARA:	As Low As Reasonably Achievable
CAO:	Collectieve arbeidsovereenkomst
DME:	Diesel Motor Emissies
EC:	Elementair Koolstof
EEV:	Enhanced Environmentally friendly Vehicles
HC:	Hydro Carbon
IARC:	International Agency for Research on Cancer
IRAS:	Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht
PM:	Particle Matter
SZW:	Sociale Zaken en Werkgelegenheid
US EPA:	United States Environmental Protection Agency
WHO:	World Health Organisation

Literatuur

- Advies "Werken in besloten ruimten"; 2004
- Inspectie SZW, basisinspectiemodule blootstelling aan dieselmotoremissie (DME)
- Inspectie SZW, criteria voor duurzaam inkopen van zware motorvoertuigen en mobiele werktuigen inclusief onderhoud; versie 1.0 oktober 2011
- Arbeite och Hälsa (Work at Health) 2016; 49(6); http://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/gupea_2077_44340_1.pdf

Websites en links

- www.volandis.nl
- www.arbocatalogi-bouwnijverheid.nl
- www.nanowijzer.nl
- www.fnvbouw.nl
- www.cnvvakmensen.nl
- www.dieselnet.com

Adressen



Postbus 85, 3840 AB Harderwijk
T 0341 499 299
info@volandis.nl
www.volandis.nl



Postbus 340, 2700 AH Zoetermeer
T 079 325 22 52
info@bouwendnederland.nl
www.bouwendnederland.nl



Postbus 2525, 3500 GM Utrecht
T 030 751 15 00 / CNV Info 030 751 10 01
info@cnvvakmensen.nl
www.cnvvakmensen.nl



Postbus 9208, 3506 GE Utrecht
T 088 368 03 68
info@fnvbouw.nl
www.fnvbouw.nl



Postbus 2060, 3430 CH Nieuwegein
T 030 600 60 70
info@h2c.nl
www.h2c.nl



Postbus 310, 3900 AH Veenendaal
info@noa.nl
www.noa.nl



Postbus 1218, 3840 BE Harderwijk
T (0341) 45 61 91
secretariaat@nvaf.nl
www.nvaf.nl



Postbus 159, 4190 CD Geldermalsen
T (0345) 47 13 90
info@slopaannemers.nl
www.slopaannemers.nl



Volandis

Ceintuurbaan 2-100a
3847 LG Harderwijk
Postbus 85
3840 AB Harderwijk

Wij zijn kennis- en adviescentrum Volandis. We bouwen aan een gezonde en bloeiende bouw- en infrasector. Waarin mensen veilig werken. Plezier houden in hun werk. En op tijd vooruit kijken. Dat is goed voor iedereen: werknemer, werkgever én opdrachtgever. Want gezonde en gemotiveerde mensen halen de beste resultaten. We dagen je uit hier zélf actief mee aan de slag te gaan. Weet hoe je bezig bent. En waar je naartoe werkt. Merk het zelf: bewust werken wérkt.

Volandis is een organisatie van:



0341 - 499 299
info@volandis.nl