

A-blad

# Dieselmotor- emissie

januari 2026

Werk veilig. Houd plezier. Kijk vooruit.

DE UITLAATGASSEN VAN DIESELMOTOREN (DIESELMOTOREMISSIE, DME) BESTAAN UIT EEN MENGSEL VAN GEVAARLIJKE DAMPEN EN DEELTJES. BLOOTSTELLING AAN DME VERHOOGT HET RISICO OP LONGKANKER, HART- EN VAATZIEKTEN EN ANDERE GEZONDHEIDSPROBLEMEN. HET BEPERKEN VAN DME IS WETTELIJK VERPLICHT EN DRAAGT BIJ AAN EEN VEILIGE EN GEZONDE WERKPLEK.

# Managementsamenvatting

## Wettelijke verplichtingen

- Grenswaarde DME: 10 µg EC/m<sup>3</sup> (8-uurs TGG).
- Vervangingsplicht: Dieselaangedreven materieel vervangen zodra technisch mogelijk.
- Minimalisatieplicht: Als vervanging niet kan, uitstoot zoveel mogelijk reduceren (zuinigere motoren, roetfilter, katalysator etc.).
- DME is kankerverwekkend: het principe “redelijkerwijs” geldt niet: technisch haalbare maatregelen zijn verplicht, ongeacht kosten.

## STOP-strategie (verplichte volgorde)

1. Substitutie: Vervang dieselmotoren door elektrische, gas met katalysator of waterstof aangedreven machines.
2. Technische maatregelen: Stage V/Euro 6 motoren, roetfilters, hybride technieken, alternatieve brandstoffen (HVO100, GTL), afzuiging, ventilatie.
3. Organisatorische maatregelen: Slimme planning, minder stationair draaien, het Nieuwe Rijden, onderhoud.
4. Persoonlijke bescherming: Alleen tijdelijk: met A2/P3-filter.

## Top 5 acties voor bedrijven

1. Inventariseer: Breng de arbeidsmiddelen die op diesel draaien in kaart
2. Plan vervanging: Kies bij inkoop/huren voor elektriciteit, LPG/aardgas met katalysator of waterstof. Als dit niet kan, kies voor schone motoren, zoals Stage V of Euro 6 motoren.
3. Volg de STOP-strategie: Neem aanvullende technische of organisatorische maatregelen volgens de STOP-strategie om de blootstelling aan DME zo laag mogelijk te maken.
4. Voer onderhoud uit: Filters, motoren en bandenspanning tijdig controleren.
5. Beperk stationair draaien: Start-stopsystemen, training “Het Nieuwe Draaien”.

# Inhoud

<b>Managementsamenvatting – A-blad Dieselmotoremissie (DME)</b>	<b>2</b>
Wettelijke verplichtingen	2
STOP-strategie (verplichte volgorde)	2
Top 5 acties voor bedrijven	2
<b>1   Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2   Dieselmotoremissie op de bouwplaats</b>	<b>6</b>
<b>3   Gezondheidseffecten, normen, voorschriften en ambitie</b>	<b>7</b>
3.1 Wat is dieselmotoremissie (op de werkvloer en in het milieu)?	7
3.2 Gezondheidseffecten van dieselmotoremissie	7
3.3 Normen voor een gezonde werkplek (wettelijke grenswaarde dieselmotoremissie)	7
3.4 Normen voor het milieu (emissiewetgeving)	8
3.5 Nederlandse Arbeidsinspectie	8
3.6 Ambitie bouw	9
<b>4   Maatregelen ter vermindering van de blootstelling aan dieselmotoremissie</b>	<b>11</b>
4.1 STOP - strategie	11
4.2 Voorbereiding	12
4.3 Substitutie (Stap 1) Een andere krachtbron	12 13
4.4 Technische maatregelen (Stap 2)	13
Oude techniek vervangen door nieuwe	14
Aanpassingen aan de dieselmotor	14
Capaciteit motor afstemmen op het benodigde vermogen (intelligente technieken)	15
Nabehandelen van dieselmotoremissie (Diesel partikel filter of roetfilter)	15
Brandstof (HVO(100) en GTL)	16
Afvangen of verdrijven van dieselmotoremissie	17
Werken in een cabine	17
4.5 Organisatorische maatregelen (Stap 3)	17
Inschakelduur	18
Rijstijl	18
Het vergroten van de afstand tot de bron	19
Werkorganisatie en Planning	19
Onderhoud	19
4.6 Persoonlijke beschermingsmiddelen (Stap 4)	19

<b>5   Samenvatting van de mogelijke maatregelen</b>	<b>20</b>
<b>Bijlage   besloten en/of afgesloten ruimten</b>	<b>21</b>
<b>Informatie</b>	<b>22</b>
Lijst gebruikte afkortingen	22
Literatuur	22
Websites en links	23
<b>Adressen</b>	<b>24</b>

# 1 Inleiding

In dit A-blad staan de afspraken die werkgevers en werknemers in Bouw- en infraondernemingen hebben gemaakt om de blootstelling aan dieselmotoremissie (hierna te noemen DME) op de werkplek in deze sector zo ver als mogelijk terug te dringen om op deze manier gezondheidseffecten te voorkomen. 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 minimalisatie van de blootstelling aan DME tijdens het werk in bouw- en infraondernemingen. Hierdoor wordt de kans op ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid kleiner en zal de kwaliteit van het werk verbeteren.

Het hier geformuleerde doel is nadrukkelijk niet hetzelfde als een reductie van dieseldeeltjes (ook wel fijnstof genoemd) in het kader van het algemene milieu. Alhoewel er zeker overlap bestaat tussen beheersmaatregelen die worden geformeerd in het

kader van arbo of in het kader van milieu, is het goed te realiseren dat voorliggend document primair de reductie van blootstelling op de werkplek voor ogen heeft.

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 uiteindelijke 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 of funderingsinstallaties
- Mobiele kranen en ander hijsmaterieel
- Grondverzetmachines
- Heftrucks
- Vrachtwagens
- Wegenbouw materiaal
- Compressoren
- Grondverdichtingsmachines
- Hoogwerkers
- 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.

De hoogste concentraties dieselmotoremissie komen voor in besloten en afgesloten ruimten. Dit kunnen tunnels, tenten, gebouwen, parkeerkelders en bouwputten zijn, maar ook bijvoorbeeld greppels en straten met aan weerszijde hoge bebouwing. In deze ruimten worden uitlaatgassen niet snel door ventilatie verdund. In bijlage 1 is het begrip besloten en afgesloten ruimten verder uitgewerkt.

**Figuur 1 | Werkzaamheden in de nabijheid van langsrijdend verkeer**



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

- Bouwvakhelper
- Balkman
- Asfaltafwerker
- Sloper
- Sondeerassistent/meester
- Grondwerker wegenbouw
- Spoorlegger-wisselbouwer
- Straatmaker
- Vakman GWW
- Machinist wegenbouw-, grondverzet-, graaf- en spoorwegbouw machines
- Machinist mobiele hei-installatie of funderingsinstallatie
- Machinist mobiele kraan
- Funderingswerker
- Uitvoerders / voorlieden
- Wegmarkeerder
- Machinemonteur (GWW)
- Kabelleggers

**Figuur 2 | Een dieselaangedreven heftruck**



# 3

## Gezondheidseffecten, normen, voorschriften en ambitie

### 3.1 Wat is dieselmotoremissie (op de werkvloer en in het milieu)?

Het vrijkomen van DME is het gevolg van een niet homogeen verbrandingsproces van dieselbrandstof in een dieselmotor. Het dieselrookmengsel dat daaruit vrijkomt is complex en bestaat uit giftige en irriterende gassen waaronder aldehydes (o.a. formaldehyde), ketonen, stikstofoxides (NO en NO<sub>2</sub>), koolmonoxide, aromaten (o.a. benzeen) en deeltjesvormige verontreiniging. Deze deeltjesvormige dieselemisies bestaan uit elementair koolstof, zware metalen (o.a. arseen, chroom en selenium), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en polychloorbifenylen (PCB's).

Omdat de deeltjes worden gevormd door verbrandings- en condensatieprocessen zijn de meeste zeer klein. Fijnstof is een vorm van inhaleerbare deeltjes- vormige luchtverontreiniging. Een veel gebruikte Engelstalige afkorting voor fijnstof is „PM“ („particulate matter“). Er wordt gesproken van PM<sub>10</sub> voor deeltjes met een doorsnede tot 10 micrometer of van PM<sub>2,5</sub> voor deeltjes met een doorsnede kleiner dan 2,5 micrometer. Fijnstof komt bij inademing in de luchtwegen en longen terecht. Vooral de kleinere deeltjes kunnen tot diep in de longen doordringen en in de bloedbaan terechtkomen. Fijnstof is een begrip dat veelal in het algemene milieu wordt gebruikt.

In de werkomgeving wordt niet zozeer gesproken over fijnstof, maar over DME blootstelling (deeltjes en gassen).

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 dit A-blad niet besproken.

### 3.2 Gezondheidseffecten van dieselmotoremissie

DME kan verschillende effecten hebben op de gezondheid. Mogelijke gezondheidseffecten zijn: verschillende typen kanker – met name longkanker en blaaskanker – , ontstekingen in de longen, aandoeningen van hart- en bloedvaten, allergische aandoeningen en toename van astmatische klachten.

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)<sup>1</sup> heeft DME in juni 2012 geclassificeerd als kankerverwekkend voor mensen.

### 3.3 Normen voor een gezonde werkplek (wettelijke grenswaarde dieselmotoremissie)

Dieselmotoremissie bestaat uit een mengsel van dampen en deeltjes. De wettelijke grenswaarde is vastgesteld voor één van de componenten, namelijk respirabel elementair koolstof (EC, een markerstof). De wettelijke grenswaarde voor DME is 10 µg respirabel elementair koolstof (EC) per m<sup>3</sup> lucht. Omdat DME kankerverwekkend is, geldt de minimalisatieplicht. De blootstelling aan DME moet zo laag mogelijk onder de grenswaarde liggen.

<sup>1</sup> Het IARC is onderzoeksinstituut naar kanker en maakt onderdeel uit van de WHO (World Health Organization)

Behalve voor EC zijn er in Nederland ook wettelijke grenswaarden voor stikstofoxiden. In onderstaande tabel worden de wettelijke grenswaarden voor een achturige werkdag (8 uren TGG) en voor 15 minuten (15 minuten TGG) weergegeven.

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

Ter indicatie van mogelijke blootstellingen bij bouwwerkzaamheden zijn in de jaren 2014-2016 op

diverse bouwplaatsen metingen uitgevoerd naar de blootstelling aan DME. De wettelijke grenswaarde van 10 µg elementair koolstof (EC) per m<sup>3</sup> lucht werd in meerdere gevallen overschreden. De gemeten waarden lagen ook hoger dan de huidige grenswaarden voor stikstofoxide en stikstofdioxide.

Deze metingen onderstrepen het belang en de urgentie van het nemen van maatregelen om de blootstelling aan DME te reduceren. De hier genoemde onderzoeksrapporten zijn opvraagbaar via [info@volandis.nl](mailto:info@volandis.nl).

**Tabel 3.1 Wettelijke grenswaarden stikstofoxiden**

Stof	Gehanteerde grenswaarde	Type	Toelichting
Elementair Koolstof (EC)	10 µg/m <sup>3</sup> EC	8 uren TGG	Gemeten in respirabel stof
Stikstofdioxide (NO <sub>2</sub> )	0,96 mg/m <sup>3</sup>	8 uren TGG	
	1,91 mg/m <sup>3</sup>	15 min TGG	
Stikstofmonoxide (NO)	2,5 mg/m <sup>3</sup>	8 uren TGG	

### 3.4 Normen voor het milieu (emissiewetgeving)

Normen voor het milieu komen niet overeen met normen voor een gezonde werkplek. Als er gesproken wordt over grenswaarden of limieten moet altijd gekeken worden of het om grenswaarden voor de bescherming van werknemers gaat (zoals omschreven in paragraaf 3.3) of over grenswaarden voor de bescherming van het (algemene) milieu.

Voor de bouwnijverheid zijn drie soorten (milieu) emissie-limieten 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. On-Road machines zijn alle voertuigen met een verbrandingsmotor, met een kenteken, die op de openbare weg mogen rijden zoals: bestelbussen, vrachtwagens en tractoren. In tabel 3.2 zijn de Europese non-road en on-road limieten naast elkaar weergegeven.

In tabel 3.2 is de Euro 7 norm nog niet opgenomen. Euro 7 stelt ook limieten voor niet-uitlaatmissies zoals deeltjes van remmen en banden. Verder bevat de richtlijn minimale prestatievereisten voor de duurzaamheid van batterijen in elektrische auto's en worden strengere eisen opgelegd voor de levensduur van voertuigen. Ook regelt de norm het gebruik van geavanceerde technologieën en instrumenten voor emissiecontrole. Naar verwachting zal de Euro 7 norm rond 2030 van kracht worden.

Voor voertuigen die niet deelnemen aan het wegverkeer geldt dat de meegeleverde gebruiksaanwijzing (CE-machines) informatie moet bevatten over te nemen maatregelen bij restricties zoals blootstelling aan uitlaatgasemissie. Als deze informatie ontbreekt, kan de gebruiker deze en de motorprestatie/norm opvragen bij de leverancier of importeur van het voertuig of direct bij de fabrikant.

### 3.5 Nederlandse Arbeidsinspectie

De Nederlandse Arbeidsinspectie heeft een webpagina met veelgestelde vragen over dieselmotoremissie gemaakt.

<https://www.nlarbeidsinspectie.nl/onderwerpen/dieselmotoremissie-dme/veelgestelde-vragen-dme>

Tabel 3.2 Vergelijking van Europese non-road en on-road emissielimieten

Non-road Europa (Stage)					On-Road Europa (Euro)			
Year	Stage	Power kW	NO <sub>x</sub> g/kWh	PM wg/kWh	Year	Euro	NO <sub>x</sub> 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	0,25
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	IIIA	56-130	4*	0,3				
2011	IIIB	130-560	2	0,025	2008	V	2,0	0,03/0,02**
2012	IIIB	56-130	3,3	0,025				
2014	IV	56-560	0,4	0,025	2014	VI	0,4***	0,01
2019	V	130-560	0,4	0,015				

PM = particle matter

\* NO<sub>x</sub> + HC

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

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

De Europese norm Stage IIIB komt overeen met de Amerikaanse Tier 4 interim.

De Europese norm Stage IV komt overeen met de Amerikaanse Tier 4 final.

### Vervangingsplicht

De Arbeidsinspectie stelt hierin dat vervangen van dieselaangedreven materieel verplicht is, zodra dit technisch mogelijk is. De werkgever moet met enige regelmaat nagaan wat de actuele stand der techniek is. Vervanging is technisch mogelijk als:

- De voorziening, installatie of machine operationeel beschikbaar is. Dat houdt in dat de machine of het gereedschap op de markt verkrijgbaar moet zijn.
- De machine of het gereedschap moet in de betreffende situatie toepasbaar zijn. Het kan bijvoorbeeld zijn dat de beschikbare machine te zwaar is voor de locatie waar deze gebruikt moet worden (bijvoorbeeld op een onvoldoende draagkrachtig perron, of dak), dan is het middel niet toepasbaar). Een ander voorbeeld van 'niet toepasbaar' is als de machine te groot is voor de situatie.

Als de werkgever gecontroleerd heeft of vervanging technisch mogelijk is en dit blijkt niet zo te zijn, dan moet de werkgever dit vastleggen in de risico-inventarisatie en -evaluatie, inclusief de onderbouwing. Wat maakt dat het middel technisch niet vervangbaar is.

### Minimalisatieplicht

Als vervanging technisch niet mogelijk is, dan moet de werkgever in ieder geval zorgen dat de uitstoot van

dieselmotoremissie minimaal is. De Arbeidsinspectie geeft aan dat zij uitstoot aan de bron minimaal vinden als:

- Een dieselaangedreven wegvoertuig voldoet aan de meest recente Euronorm, of
- Dieselaangedreven apparatuur met een vermogen tussen 19 en 560 kW voldoet aan de meest recente Stage-norm, of
- Dieselaangedreven apparatuur is voorzien van een (retrofit) roetfilter met een reductie van minstens 95% van de deeltjes.

Voor dieselaangedreven apparatuur met een vermogen kleiner dan 19 kW (< 19kW) of groter dan 560 kW (>560kW) geldt:

- Deze moet voldoen aan de meest recente Stage-norm, en
- Deze moet voorzien zijn van een (retrofit) roetfilter met een reductie van minstens 95% van de deeltjes.

Let op: Vervangen is volgens de arbowet verplicht zodra dit technisch mogelijk is, ook als voldaan wordt aan de minimalisatie-vereisten.

### 3.6 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.

Om deze reductie van blootstelling te verwezenlijken, dienen primair de Arbowetgeving en hierboven genoemde aanwijzingen van de Nederlandse Arbeidsinspectie gevolgd te worden.

Daarnaast heeft de bouwbranche een convenant getekend 'Convenant Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB)'. Dit convenant is er op gericht om schadelijke emissies van bouwen en bouwmaterieel terug te dringen. Het is met name gericht op milieu (omwonenden, bewoners, natuur, klimaat et cetera). Hoewel er overlap is tussen de geplande acties binnen het SEB-convenant en de maatregelen die nodig zijn om dieselmotoremissie te verminderen, zijn het twee verschillende zaken die bedrijven allebei moeten uitvoeren. Het kan zijn dat vanuit de ARBO-wetgeving maatregelen genomen moeten worden die volgens het SEB-convenant (nog) niet genomen hoeven te worden.

Daar waar er aanwijzingen zijn dat de blootstelling, veroorzaakt door uitgevoerde werkzaamheden, gemeten als elementair koolstof (EC) boven de grenswaarde van 10 µg/m<sup>3</sup> ligt en/of de wettelijke grenswaarden voor stikstofoxiden worden

overschreden, dienen met de hoogste prioriteit maatregelen, zoals in dit A-blad zijn opgenomen, te worden doorgevoerd. Maar in alle andere situaties waar blootstelling plaatsvindt aan dieselmotoremissie, zal ook gezocht moeten worden naar een oplossing. De maatregelen die genomen worden, zijn onderdeel van het plan van aanpak (PvA) van de risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E).

Let er bij het opstellen van het plan van aanpak op dat DME kankerverwekkend is. Dit betekent dat het principe "redelijkerwijs" niet van toepassing is. Is het technisch uitvoerbaar om de dieselmotor volledig te elimineren dan is het verplicht om dit te doen. Ook al is vervanging economisch ofwel financieel minder aantrekkelijk. Alleen als vervanging technisch niet uitvoerbaar is, mag er gekozen worden voor andere maatregelen.

Diesel aangedreven voertuigen of arbeidsmiddelen moeten worden vervangen of een bedrijf dient schriftelijk te kunnen onderbouwen waarom vervanging in een specifiek geval niet mogelijk is.

**Figuur 3 | Een elektrische asfaltspreidmachine, voorbeeld van een non-road machine**

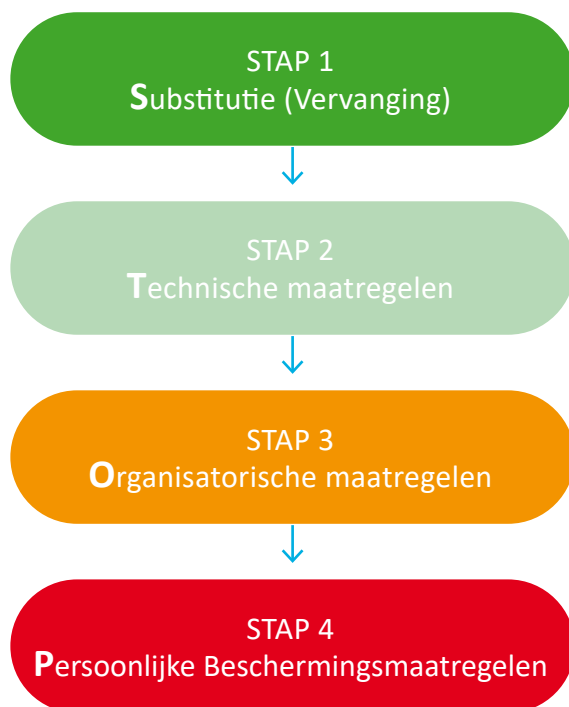


# 4 Maatregelen ter vermindering van de blootstelling aan dieselmotoremissie

## 4.1 STOP - strategie

Omdat DME kankerverwekkend is, gelden er drie extra verplichtingen die niet voor alle gevaarlijke stoffen gelden:

1. Vervangingsplicht. Als het technisch mogelijk is, is het voorkomen van blootstelling door vervanging verplicht (in dit geval bijvoorbeeld een elektrische motor in plaats van een dieselaangedreven motor).
2. Minimaliseringsplicht. Als vervanging niet mogelijk is, dan moet de blootstelling zover mogelijk teruggebracht worden onder de grenswaarde (met uitzondering van persoonlijke beschermingsmiddelen, dat hoeft niet als de blootstelling onder de grenswaarde is).
3. Neem maatregelen op een zo hoog mogelijk niveau volgens de arbeidshygiënische strategie (voor gevaarlijke stoffen vaak weergegeven als de STOP-strategie). Zie grafiek 4.1.



Om blootstelling aan DME te voorkomen of te reduceren tot een zo laag mogelijk niveau moet de zogenaamde STOP-strategie gehanteerd worden. Substitutie (vervang de dieselmotor) is verplicht als dit technisch mogelijk is. Als dit niet mogelijk is, kan verdergegaan worden met stap 2; pas technische maatregelen toe die de risico's voorkomen of beperken. Voorbeelden zijn het gebruik van een andere krachtbron of het aanpassen van de motor.

Als vervanging of technische maatregelen niet uitvoerbaar zijn, worden organisatorische maatregelen genomen om blootstelling aan DME te verminderen (stap 3). 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 zal een blootgestelde werknemer tijdelijk beschermd kunnen worden door persoonlijke beschermingsmiddelen (stap 4). De duur van het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen dient beperkt te worden tot hetgeen strikt noodzakelijk is.

De hierboven genoemde manier van aanpak wordt ook wel de arbeidshygiënische strategie genoemd.

In dit hoofdstuk wordt in volgorde van de STOP-strategie 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 hierbij wel dat het principe “redelijkerwijs” niet van toepassing is. Is het technisch uitvoerbaar om kankerverwekkende stoffen te vervangen door stoffen die niet of minder gevaarlijk zijn? Dan bent u verplicht om dit te doen. Ook al is vervanging economisch ofwel financieel minder aantrekkelijk. Alleen als dit technisch niet uitvoerbaar is, mag u maatregelen nemen van het volgende niveau.

Daarnaast geldt de minimalisatieplicht; als het mogelijk is om de blootstelling aan DME nog verder te verminderen door technische of collectieve maatregelen, dan is dit verplicht.

## 4.2 Voorbereiding

De blootstelling aan DME kan met een gedegen voorbereiding worden voorkomen of verminderd. Dit is te realiseren door bewust geen projecten op te starten die niet voldoen aan de eisen van de Nederlandse Arbeidsinspectie (zie paragraaf 3.5).

Door bij de inkoop of huur van machines al rekening te houden met de eventuele uitstoot kan de blootstelling worden gereduceerd. Dit betekent dat hier gekozen dient te worden voor elektrificatie waar dit technisch mogelijk is.

Volandis heeft twee digitale tools gemaakt die bedrijven kunnen gebruiken bij het onderbouwen van de keuzes die zij maken om de blootstelling aan DME te verlagen. Deze zijn te vinden op de website van Volandis.

- Een hulpmiddel bij de aanschaf van nieuwe arbeidsmiddelen.
- Een hulpmiddel bij het inventariseren van dieselaangedreven arbeidsmiddelen en bij het prioriteren van de vervanging van deze middelen.

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.

In een V&G plan worden voor bouwprojecten afspraken op het gebied van veiligheid en gezondheid vastgelegd. Voor alle activiteiten, zo ook voor het gebruik van diesel aangedreven machines en voertuigen, worden bij de verschillende risico's maatregelen conform de arbeidshygiënische strategie vastgelegd.

Om toepassing van het V&G plan te borgen kunnen de maatregelen worden opgenomen in werkinstructies, procedures en werkvergunningen. Wanneer geen V&G plan vereist is, dient op een andere wijze geborgd te worden dat de nodige afgestemde maatregelen worden genomen. Volandis heeft een instrument ontwikkeld dat behulpzaam kan zijn bij het opstellen van een V&G plan, de V&G-planner. Deze tool is te vinden op de website van Volandis. Het is raadzaam om het V&G plan in een zo vroeg mogelijk stadium op te stellen zodat beheersmaatregelen tijdig bekend zijn en kunnen worden voorbereid.

## 4.3 Substitutie (Stap 1)

De eerste stap in de STOP-strategie is substitutie. Bij DME betekent dit dat gebruik gemaakt wordt van een ander soort motor. Substitutie is verplicht als dit technisch mogelijk is (vervangingsplicht). Hieronder worden voorbeelden van substitutie genoemd.

### Een andere krachtbron

In plaats van een dieselmotor kan een andere krachtbron worden gebruikt. Mogelijkheden voor een andere krachtbron zijn: elektriciteit, benzine, LPG en waterstof.

De bron van de DME wordt op deze wijze weggehaald. Dit leidt bij de keuze voor elektriciteit en waterstof tot een 100% verlaging in uitstoot. Bij de keuze voor benzine of LPG is er sprake van een andere verbrandingsmotor en slechts een lagere uitstoot (geen 100% reductie). Een LPG motor zal hierdoor bijvoorbeeld nog altijd uitgerust moeten worden met een katalysator.

Praktische voorbeelden van elektriciteit als een andere krachtbron zijn:

- Elektrische laadschoppen
- Elektrische of hybride mini graafmachines
- Elektrische of hybride graafmachines

Het elektrificeren van zware bouwmachines als hijskranen, betonmixers, graafmachines of sloopkranen is in volle ontwikkeling. Omdat stroom niet altijd voldoende aanwezig is op een bouwplaats kan gewerkt worden met verwisselbare accupakketten, batterij pakketten of booster systemen. Hiernaast kunnen stationaire grote machines worden aangesloten op het elektriciteitsnet of er kan gekozen worden voor mobiele fast chargers op de bouwplaats.



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

Bij het introduceren van elektriciteit op de bouwplaats ontstaat een nieuwe realiteit met nieuwe risico's en uitdagingen. Accu's zijn zwaar en hebben effect op de stabiliteit van materieel. Het introduceren van accu's heeft impact op de brandveiligheid. Er zullen voorzorgsmaatregelen genomen dienen te worden voor de brandveiligheid, diefstal, opslag en transport. Tijdens het laden van accu's kunnen er magneetvelden ontstaan die bij voorgeschreven gebruik en onderhoud geen blootstelling hoger dan de blootstellingslimieten zullen geven. Op het gebied van elektrische veiligheid wordt kennis van de NEN3140:2011+A3:2019 (Bedrijfsvoering van elektrische installaties – laagspanning) en NEN 9140:2024 (Veilig werken aan e-voertuigen) van belang. Het werken met elektriciteit vraagt een andere cultuur, een andere planning en een andere voorbereiding op de bouwplaats. Meer informatie over dit onderwerp is te vinden in de [Richtlijn veilige inzet elektrisch materieel van Bouwend Nederland - KOMAT](#).

Naar de inzet van waterstof op de bouwplaats wordt volop onderzoek gedaan. Een torenkraan en een graafmachine op waterstofcellen zijn in gebruik genomen. Waterstof wordt toegepast als brandstofcel of als brandstof in een verbrandingsmotor.

Ook bij gebruik van waterstof ontstaan nieuwe risico's en uitdagingen. Obstakels die aandacht vragen zijn het transport van waterstof naar de bouwplaats en de opslag van waterstof. Brandstofcellen hebben veel zuivere lucht nodig voor een goede werking waardoor deze techniek momenteel niet zomaar binnen ingezet kan worden of bij werkzaamheden waarbij veel vuile lucht kan ontstaan zoals bij asfalteren. Er is extra aandacht nodig voor een veilige werkomgeving bij het gebruik van waterstof. Gedacht kan hierbij worden aan het toepassen van veiligheidszones, routing en vergunningen.

Zowel het gebruik van waterstof als het gebruik van elektriciteit vraagt nieuwe kennis en vaardigheden van werknemers waardoor training, voorlichting en/of bijscholing wenselijk is.

#### 4.4 Technische maatregelen (Stap 2)

Als vervanging technisch niet mogelijk is, dan wordt de blootstelling aan DME beperkt door technische maatregelen. In deze paragraaf staan voorbeelden genoemd. Per situatie moet nagegaan worden welke maatregelen mogelijk zijn om de blootstelling aan DME zo ver mogelijk te verminderen. Het bedrijf moet alle maatregelen nemen die technisch mogelijk zijn om de blootstelling aan DME zo ver mogelijk te verminderen (minimalisatieplicht).

### Oude techniek vervangen door nieuwe

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

Bij huur of vervanging van voertuigen (vrachtwagens, bestelbussen) wordt een Euro 6 motor aangeraden indien elektrificatie of inzet van waterstof niet mogelijk is. De emissie ligt in geval van een Euro 6 motor een factor 3 lager dan bij een Euro 5 motor. Een Euro 6 motor heeft een gesloten roetfilter en presteert hierdoor veel beter op roetreductie.

Voor arbeidsmiddelen (bouwmachines) wordt bij huur of inkoop de meest recente Europese Stage norm aangeraden daar waar elektriciteit of waterstof niet technisch mogelijk is. Behalve het vervangen van arbeidsmiddelen kan hierbij ook gedacht worden aan ombouw van materieel van bijvoorbeeld Stage 3b naar Stage 5.

Nieuwere dieselmotoren voor vrachtwagens kunnen aan de EEV eis (Enhanced Environmentally friendly Vehicles) voldoen. Deze eis is strenger dan de Euro 5 norm. In onderstaande tabel 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 <sub>x</sub> (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

De ontwikkeling van Euro 6 en Stage 5 dieselmotoren heeft niet stilgestaan. Onder andere de weerstand, koeling en smering van motoren zijn veranderd. Een moderne dieselmotor is te vergelijken met een fabriek waarin de uitlaatgassen zo schoon mogelijk worden gemaakt. Een moderne Euro 6 motor (of zelfontbrandingsmotor) kan minder NO<sub>x</sub> uitstoten dan

een Euro 6 benzine variant. Indien geen elektrische alternatieven voor handen zijn, kunnen oude diesels worden omgebouwd naar Stage 5 waardoor bouw materieel langer mee kan gaan.

Door fabrikanten kunnen technieken toegepast worden die ertoe bijdragen dat de dieselmotoren schoner worden, zoals:

- SCR-katalysator (selective catalytic reduction) is een chemisch proces dat wordt gebruikt om de rookgassen die ontstaan bij een verbrandingsproces te ontdoen van stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) door het inspuiten van een mengsel van ureum en gedemineraliseerd water. Bij een SCR katalysator dient gebruik gemaakt te worden van AdBlue.
- Uitlaatgasrecirculatie (EGR= Exhaust Gas Recirculation) is door veel fabrikanten vervangen door SCR-katalysatoren. EGR is een techniek die ervoor zorgt dat uitlaatgassen teruggevoerd worden naar de verbrandingskamer van de motor. De gassen worden hierdoor gekoeld en er komen minder stikstofoxiden vrij. De uitstoot van deeltjes kan door deze techniek omhoog gaan. De deeltjes zullen door een roetfilter worden opgevangen.
- Oxidatiekatalysatoren kunnen de emissies van koolwaterstoffen en koolmonoxide met meer dan 90% verlagen. Ook de deeltjesemissies worden ongeveer met 30%-40% verminderd.
- 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.
- De verbranding van een motor kan worden verbeterd door zeer fijne verstuiving, een directe injectie onder zeer hoge druk of een zeer nauwkeurige inspuiting (moment en hoeveelheid).

Een dieselmotor kan ook gecombineerd worden met een tweede aandrijvingstechniek. We spreken in deze gevallen van hybride aandrijving.

Een voorbeeld van een hybride aandrijving is een combinatie van een elektromotor en een dieselmotor. Deze techniek wordt onder andere toegepast in graafmachines tot 36 ton. De graafmachines slaan de remenergie die ontstaat bij het afremmen na de zwenkbeweging op in hydraulische accumulatoren. Op deze manier kan tot 30% diesel worden bespaard. In betonmixers wordt de mixertrommel op de

bouwplaats aangedreven door elektrische technieken waardoor de dieselmotor op de bouwplaats kan worden uitgeschakeld.

Een ander voorbeeld op de bouwplaats van een hybride techniek is een combinatie van een diesellaggregaten met een regulier aggregaat in combinatie met zonnepanelen en een batterij als back up.

Ook in hoogwerkers worden hybride technieken gebruikt. Een hybride hoogwerker is elektrisch aangedreven. Een kleine dieselmotor voedt via een generator de elektrische componenten. Op deze manier kunnen de batterijen van de hoogwerker ook opgeladen worden als stroomvoorziening niet beschikbaar is.

#### **Capaciteit motor afstemmen op het benodigde vermogen (intelligente technieken)**

Als de capaciteit van een motor niet goed overeenkomt met het vermogen dat nodig is voor de werkzaamheden 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 gebruiksprofiel 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 machines die zich zelfstandig aanpassen aan de vraag. Deze machines worden ook wel intelligente of slimme machines genoemd. Deze techniek is bijvoorbeeld bekend bij compressoren (uit bij geen vraag, minder capaciteit bij minder vraag). Een ander voorbeeld zijn intelligente graafmachines. Dergelijke machines kunnen op kantoor worden geprogrammeerd voor het werk dat moet worden gedaan zodat optimaal gebruik wordt gemaakt van het motorvermogen en onderhoud altijd op tijd plaats zal vinden. De inzet van intelligente machines kan brandstof besparing opleveren.

#### **Nabehandelen van dieselmotoremissie (diesel partikel filter of roetfilter)**

Omdat sommige machines op de bouwplaats jaren worden gebruikt, zal een deel van het op dit moment in gebruik zijnde materieel niet voldoen aan de wet en regelgeving of normen. Een filtersysteem is in deze gevallen een oplossing ter vermindering van de roet uitstoot. Een goed diesel partikel filter is in staat de roetuitstoot tot 95% te reduceren. Een goed filter gaat doorgaans 5 jaar mee.

In een diesel partikel filter wordt roet opgevangen als de dieselmotoruitlaatgassen erdoor stromen. De hoeveelheid roet in het filter zal opbouwen en wordt verbrand bij ca. 600°C, waarbij het roet wordt omgezet in as. Gebruik van een katalysator verlaagt deze verbrandingstemperatuur waardoor roet effectiever verbrand wordt. Na verloop van tijd zit het filter vol met as. Het filter moet dan worden verwijderd en gereinigd.

**Figuur 5 | Een voorbeeld van materieel dat is voorzien van een roetfilter (zie inzet)**



Gebruik alleen een roetfilter dat is voorzien van een waarschuwingssysteem dat signaleert wanneer een filter vol zit.

Als de verbrandingstemperatuur niet correct is (niet hoog genoeg) zal een diesel partikel filter minder efficiënt zijn.

Diesel partikel filters kunnen zijn ingebouwd (affabriek) of filters kunnen achteraf worden ingebouwd (achteraf inbouw 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 roet partikel filters minder presteren dan affabriek ingebouwde filters. Een retrofit filter werkt het best als een machine tot ongeveer 1100 toeren maakt. Indien wordt overgegaan op de aanschaf van een retrofit filter is het van belang zich te realiseren dat er veel verschillende soorten diesel partikel filters zijn. Tussen de filters zijn grote kwaliteitsverschillen aanwezig. Een retrofit filter moet passen bij karakteristieken van de dieselmotor. Als dit niet het geval is, vindt regeneratie niet op tijd plaats en slijbt 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: <https://www.vert-dpf.eu/j3/index.php/filters/filter-lijst-database>

Ook kleinere systemen als een trilplaat kunnen worden voorzien van diesel partikel filters of roetfilters. Deze filters regenereren soms niet automatisch, doordat de uitlaatgassen niet heet genoeg zijn. Hierdoor hebben deze roetfilters elke 500 uur onderhoud nodig. Bij grotere machines is dit afhankelijk van de soort roetfilter en de plek van montage.

### **Brandstof (HVO(100) en GTL)**

Naast de traditionele diesel zijn er dieselbrandstoffen op de markt waarvan de samenstelling van de uitstoot waaraan werknemers kunnen worden blootgesteld anders is.

Brandstoffen die geproduceerd worden uit plantaardig- en dierlijk materiaal of uit afval (biomassa) worden biobrandstoffen genoemd. Er zijn verschillende biobrandstoffen op de markt. HVO(100), ook wel hernieuwbare of renewable diesel (of blauwe diesel) genoemd, wordt hieronder nader besproken.

Traditionele diesel kan worden vervangen door HVO(100) (Hydrotreated Vegetable Oil). HVO is een 2<sup>e</sup> generatie biodiesel. Dit betekent dat de grondstoffen die gebruikt worden voor deze brandstof geen impact hebben op de voedselvoorzieningen rond de wereld. Het getal '100' achter de afkorting HVO geeft aan dat het gaat om een 100% duurzame dieselbrandstof, dat niet gemixt wordt met fossiele brandstof.

HVO(100) kan puur worden gebruikt of HVO(100) kan worden gemengd met gewone diesel. Er zijn geen aanpassingen aan de motor nodig. Hoewel de CO<sub>2</sub>-voetafdruk door het gebruik van biobrandstoffen sterk gereduceerd kan worden (tot 90%), is de vermindering van emissie op de werkplek beperkt: ca. 10% minder NO<sub>x</sub> en maximaal 30% minder roetdeeltjes. Omdat HVO(100) vrijwel geen vervuilende bestanddelen zoals olefines (alkenen) en aromaten bevat, verbrandt het in de motor schoner en genereert daardoor minder overige emissies dan traditionele diesel.

Een nadeel van HVO(100) is een lagere calorische waarde van de brandstof. HVO(100) is een brandstof die verkocht wordt met een EN15940 normering voor parafine houdende brandstoffen. Voor oudere motoren is het van belang vooraf te controleren of de brandstof geschikt is om problemen te voorkomen. Ervaringen van gebruikers tonen een verbranding die schoner verloopt met minder microbiële groei dan traditionele biodiesel. GTL staat voor GasToLiquid. GTL is een dieselbrandstof gemaakt vanuit aardgas. GTL is qua eigenschappen vrijwel identiek aan reguliere diesel, maar is stukken schoner door het ontbreken van zwaveldeeltjes en aromaten. De brandstof is direct in iedere motor toe te passen zonder aanpassing. GTL is een fossiele brandstof en levert (daardoor) nauwelijks CO<sub>2</sub>-reductie op. Wel levert GTL 10 tot 20% NO<sub>x</sub>-reductie en 20 tot 40% fijnstofreductie op. Door ontbreken van het seal swell effect bij GTL kunnen de rubberringen in oude motoren krimpen. Dit laatste kan tot lekkage leiden. GTL is minder efficiënt dan reguliere diesel door een lagere energiedichtheid. GTL wordt niet gemengd met biocomponenten waardoor vervuiling door micro-organismen niet aan de orde is.

Ook GTL voldoet aan de EN 15940 normering voor parafine houdende brandstoffen.

Naast de hierboven besproken HVO(100) en GTL zijn er alternatieven die kunnen worden toegepast. Voor gebruik van deze alternatieven is het raadzaam altijd te controleren of gebruik mogelijk is en/of aanpassingen vooraf noodzakelijk zijn. Genoemd kunnen worden:

- BTL staat voor Biomass To Liquid en houdt in dat de brandstof wordt gemaakt uit biomassa.
- CNG is Compressed Natural Gas en dat kan zowel aardgas zijn, als ook biogas uit vergisting van biomassa en (GFT) afval.
- LNG staat voor Liquefied/Liquid Natural Gas ofwel vloeibaar aardgas of biogas
- FAME (Fatty Acid Methyl Ester) wordt gemaakt uit plantaardige en dierlijke oliën en vetten. FAME kan gemengd worden met stookolie of met diesel (B7).

AdBlue is geen brandstof maar een toevoeging die essentieel is geworden in dieselmotoren die zijn uitgerust met SCR Selective Catalytic Reduction-technologie. AdBlue is een mengsel van gedemineraliseerd water en zuiver ureum. AdBlue mag alleen in de daarvoor bestemde tank gevuld worden. AdBlue wordt in het uitlaatsysteem geïnjecteerd.

#### **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.

**Figuur 6 | Puntafzuiging in een werkplaats**



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 vooraf te bepalen: te veel capaciteit kost onnodig energie, te weinig is niet effectief. Tijdens een project kan met behulp van luchtkwaliteitsmetingen worden vastgesteld of de ventilatie voldoende is.

#### **Werken in een cabine**

Om de bestuurder van machines te beschermen tegen DME is het mogelijk om een cabine te voorzien van overdruk. Een overdrukcabine voorkomt dat stof of andere ongewenste stoffen in de cabine komen. Vuile omgevingslucht wordt met behulp van filters geschoond voordat deze de afgedichte cabine ingeblazen wordt. Doordat in de cabine een overdruk heerst, kan geen verontreinigde omgevingslucht binnendringen.

Om bescherming te bieden tegen dieselmotoremissies dienen door het filter van de overdrukcabine zowel deeltjes als gassen afgevangen te worden. Voor een juiste filtering van DME is een A2/P3 filter van belang. Bij het gebruik van cabines is het van belang ramen en deuren gesloten te houden. Om een prettige werkomgeving te garanderen is klimaatbeheersing nodig.

**Figuur 7 | Kraan voorzien van een overdrukcabine, de filterunit is links op de foto zichtbaar**



#### 4.5 Organisatorische maatregelen (Stap 3)

Als er (nog steeds) blootstelling is aan DME, dan moeten organisatorische maatregelen genomen worden. Hieronder worden verschillende mogelijkheden genoemd. Ga per situatie na welke maatregelen mogelijk zijn. Pas maatregelen toe tot de blootstelling aan DME zo laag mogelijk is (minimalisatieplicht).

**Figuur 8 | Voorbeeld van elektrisch kleinmaterieel: een elektrische shovel**



##### 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. Het Nieuwe Rijden staat voor zuinig rijden. Tips voor zuinig rijden zijn:

- Zo snel mogelijk doorschakelen naar een hogere versnelling.
- Rijden met een constante snelheid.
- Anticiperen op het andere verkeer.
- Vaart geleidelijk verminderen.
- Motor uitzetten bij korte stop.
- Vermijden energieverstopping door onnodig gebruik van elektrische apparatuur, zoals airconditioning en verwarming.
- Bandenspanning regelmatig controleren.

Het Nieuwe Draaien is een efficiënte werkstijl op grondverzetmachines. De werkstijl is te vergelijken met Het Nieuwe Rijden voor auto's en vrachtwagens. Door slimmer om te gaan met een machine, kan een machinist 5 tot 10 procent besparen 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.
- Vloeiend en aansluitend werken.
- Onnodige bewegingen elimineren.
- Gelijkmatic werken en gas geven.
- Eco-modus inschakelen.
- Niet onnodig stationair draaien.

Het Nieuwe Draaien maakte onderdeel uit van de Green Deal die inmiddels is afgerond. De Groene Koers (een initiatief van brancheverenigingen Koninklijke Bouwend Nederland, BMWT, CUMELA, VHG en MKB Infra) is een vervolg van de afgeronde Green Deal. De Groene Koers heeft als doel versnelling naar een uitstootvrije(re) sector in 2030.

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.

#### **Het vergroten van de afstand tot de bron**

In de CAO voor de Bouwnijverheid (2024) is onder paragraaf 7.3.4 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.

Een andere manier om de afstand tussen werknemer en de uitlaat te vergroten, is het opstellen van de dieselaggregaat buiten de omsloten ruimte en in buitensituaties buiten de werkzone.

#### **Werkorganisatie en Planning**

Door het werk anders te organiseren en plannen, kan de blootstelling van werknemers aan DME worden voorkomen of zo ver mogelijk 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. Bij tunnels kan bijvoorbeeld gewerkt worden met beperkte toegang.
- 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) of leidt het verkeer om (afsluiting). Dit laatste is ook een veiligere manier van werken.
- 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 rijsnelheid en geef dit duidelijk aan.

#### **Onderhoud**

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.

#### **4.6 Persoonlijke beschermingsmiddelen (Stap 4)**

Indien alle eerdergenoemde maatregelen niet mogelijk zijn of de blootstelling niet terugdringen tot onder de grenswaarde, is het noodzakelijk voor de bescherming van een individuele werknemer 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.

Het dragen van adembescherming is slechts een tijdelijke oplossing. Beperk de duur tot wat strikt nodig is.

# 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	Reductie DME	Toepassing
<b>Stap 1 Substitutie (vervangen van de motor (Verplicht als technisch mogelijk))</b>		
Elektriciteit	100%	Heftruck Transportbanden Compressoren Laadschoppen Graafmachines Verpompen mortel Hoogwerkers Mini gravers Ombouw (maatwerk)
LPG/aardgas	100%	Heftruck
Waterstof	90-100%	Ombouw (maatwerk)
<b>Stap 2 Technische maatregelen (Stap 2)</b>		
Emissie arme motor	Wisselend 90% (Stage3b->Stage5) 30% (Euro5-> Euro6)	Al het draaiend materieel
Hybride techniek	Wisselend	Graafmachines, Hoogwerker, Betonmixer
Motormanagement	Wisselend	Al het materieel, aggregaten
Keuze brandstof	Wisselend	Al het rijdend materieel
Roetfilters	Max. 95%	Al het materieel, aggregaten
Afzuiginstallaties	Max. 90%	Vaste locaties (materieeldienst, werkplaats)
Ventilatie	Wisselend	Omsloten en besloten ruimten
<b>Stap 3 Organisatorische maatregelen</b>		
Stationaire afschakeling	Onbekend	Al het rijdend materieel
Goede rijstijl	Wisselend	Al het materieel
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
Onderhoud	10-15%	Al het materieel, aggregaten
<b>Stap 4 Persoonlijke beschermingsmiddelen</b>		
Adembescherming	0-20%	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. Het werken in putten en sleuven wordt in bepaalde gevallen ook beschouwd als het werken in besloten ruimtes (gebruik hier een taak risico analyse (TRA) om dit vast te stellen).

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 “doorwerktenten” 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](http://www.volandis.nl), en naar de arbocatalogi van de bouwnijverheid

# Informatie

## Lijst gebruikte afkortingen

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
BTL	Biomass To Liquid
CAO	Collectieve arbeidsovereenkomst
CE	Conformité Européenne
CNG	Compressed Natural Gas
DME	Diesel Motor Emissies
EC	Elementair Koolstof
EEV	Enhanced Environmentally friendly Vehicles
FAME	Fatty Acid Methyl Ester
GTL	GasToLiquid
HC	Hydro Carbon
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil
IARC	International Agency for Research on Cancer
IRAS	Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht
LFP	Lithium, ijzer en fosfaat (LiFePO4)
LNG	Liquefied/Liquid Natural Gas
NEN	Nederlandse normering van richtlijnen
NMC	Nikkel-mangaan-kobalt
NO	Stikstofoxiden
PM	Particle Matter
SCR	Selective catalytic reduction
SZW	Sociale Zaken en Werkgelegenheid
US EPA	United States Environmental Protection Agency
WHO	World Health Organisation

## Literatuur

- Vlandis; Advies “Werken in besloten ruimten”; 2020 (5e druk)  
<https://www.vlandis.nl/werk-veilig/instrumenten/adviezen/advies-werken-in-besloten-ruimten>
- Inspectie SZW, criteria voor duurzaam inkopen van zware motorvoertuigen en mobiele werktuigen inclusief onderhoud; versie 1.0 oktober 2011
- Nederlandse Arbeidsinspectie, Veelgestelde vragen DME, Veelgestelde vragen DME | Dieselmotoremissie (DME) | Nederlandse Arbeidsinspectie
- Diesel Engine Exhaust; Health-based recommended occupational exposure limit; Gezondheidsraad; No. 2019/02, Den Haag, Maart 2019;  
<https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2019/03/13/dieselmotoremissie>
- SER advies grenswaarde emissie dieselmotoren; December 2019  
<https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden/Dieselmotoremissie>

#### Websites en links

- [www.volandis.nl](http://www.volandis.nl)
- [www.arbocatalogi-bouwnijverheid.nl](http://www.arbocatalogi-bouwnijverheid.nl)
- [www.nanowijzer.nl](http://www.nanowijzer.nl)
- [www.fnvbouw.nl](http://www.fnvbouw.nl)
- [www.cnvvakmensen.nl](http://www.cnvvakmensen.nl)
- [www.dieselnet.com](http://www.dieselnet.com)
- [www.arbokennisnet.nl/kennisdossiers/gevaarlijke-stoffen/fijnstof](http://www.arbokennisnet.nl/kennisdossiers/gevaarlijke-stoffen/fijnstof)

# Adressen

Volgende bedrijven zijn betrokken geweest bij totstandkoming van dit A-blad:



[www.volandis.nl](http://www.volandis.nl)



[www.bouwendnederland.nl](http://www.bouwendnederland.nl)



[www.cnvvakmensen.nl](http://www.cnvvakmensen.nl)



[www.fnvbouw.nl](http://www.fnvbouw.nl)



[www.hzc.nl](http://www.hzc.nl)



[www.noa.nl](http://www.noa.nl)



[www.nvaf.nl](http://www.nvaf.nl)



[www.sloopaannemers.nl](http://www.sloopaannemers.nl)

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:



**Volandis**  
Ceintuurbaan 2  
3847 LG Harderwijk  
Postbus 85  
3840 AB Harderwijk

0341 499 299  
[info@volandis.nl](mailto:info@volandis.nl)