

Memorandum

Aan

Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat directie Duurzame Mobiliteit

Van

Norbert E. Ligterink
Emiel van Eijk,
Geoff C. Holmes

Onderwerp

MaVe actie EMPK mobiele werktuigen

Traffic & Transport

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Doorkiesnummer

+31611700533

Projectnummer

060.39406

Samenvatting

In deze notitie wordt een inschatting gegeven van het milieueffect van het stellen van emissie-eisen aan de inzet van mobiele machines bij openbare aanbestedingen van de overheid en bij vergunningverlening. Hierbij wordt aangegeven welk aanvullend milieueffect kan worden bereikt indien de emissies worden gecontroleerd en gehandhaafd door middel van Emissiemonitoring en Periodieke Keuring (EMPK). Met deze controle op de machines die worden ingezet, en op het functioneren van de emissiesystemen zoals roetfilters en SCR-katalysatoren (geen defecten en manipulatie) kan zorg worden gedragen voor een goede naleving van afspraken. Daarnaast kan hiermee reductie van de emissie worden gerealiseerd door machines af te schakelen in plaats van gedurende langere tijd stationair te laten draaien.

Onderstaande tabel 1 toont een inschatting voor het milieueffect voor het stellen van emissie-eisen en het aanvullende milieueffect van controle en handhaving door middel van Emissiemonitoring en Periodieke Keuring. Hierbij wordt uitgegaan van het (concept) voorstel voor MVI-criteria voor de emissies van mobiele werktuigen op drie niveaus. De niveaus hebben betrekking op de minimumeis die wordt gesteld aan de emissieklasse. Elke aanscherping naar een hoger niveau leidt tot een hogere reductie van de uitstoot van NO_x en PM (fijnstof). Tabel 1 laat daarnaast duidelijk zien het stellen van emissie-eisen in de MVI-criteria met name effect hebben in combinatie met EMPK.

Tabel 1: Reductiepotentieel van het stellen van emissie-eisen en extra effect EMPK in 2025 en 2030.

	NO _x [ton]		PM [ton]	
	2025	2030	2025	2030
Niveau I - reductie zonder EMPK [ton]	286	142	28	15
Niveau I - extra reductie EMPK [ton]	1208	1111	30	18
Niveau I totale reductie [ton]	1494	1253	59	33
Niveau II - reductie zonder EMPK [ton]	339	180	43	22
Niveau II - extra reductie EMPK [ton]	1287	1169	45	25
Niveau II totale reductie [ton]	1626	1349	89	47
Niveau III - reductie zonder EMPK [ton]	824	620	50	24
Niveau III - extra reductie EMPK [ton]	1971	1777	53	28
Niveau III totale reductie [ton]	2795	2396	103	52

Aanvullend hierop kan bij machines met SCR-installaties (Stage IV en V) een aanzienlijke reductie van de NO_x-emissie worden gerealiseerd door het stand-by draaien terug te brengen. Het gaat hierbij om ca. 483 ton NO_x-reductie in 2025 en 560 ton NO_x-reductie in 2030. Monitoring van de NO_x-uitstoot, het registreren en beoordelen van de daadwerkelijke inzet van machines, draagt eraan bij dat stand-by draaien wordt beperkt.

Deze emissie-inschattingen zijn gedaan met de emissiemodellen EMMA en MEPHISTO. Kanttekening hierbij is dat de afgelopen maanden, onder andere door analyse van registratiedata van de RDW, aan het licht is gekomen dat de aantallen machines en de werkelijke emissies een stuk hoger kunnen liggen dan de met deze modellen berekende emissies. Het milieueffect van het stellen van emissie-eisen en controle en handhaving komt hierdoor ook hoger te liggen.

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

2/18

1 Inleiding

Voor mobiele werktuigen is er op dit moment geen registratie en periodieke milieucontrole. Eventuele defecten of manipulatie van emissiecontrolesystemen worden hierdoor niet gedetecteerd en eisen aan de emissies, in verband met vergunningen, op bouwplaatsen worden nauwelijks gecontroleerd. Zonder registratie en controle, is niet goed bekend wat de totale emissies zijn van mobiele werktuigen.

Op verzoek van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft TNO een inschatting gemaakt van het milieueffect van brede invoering van controle van de emissies van mobiele werktuigen via emissiemonitoring en periodieke keuring (EMPK). Het gaat hierbij om monitoring en keuring gekoppeld aan het stellen van MVI-criteria (Maatschappelijk Verantwoord Inkopen) bij openbare aanbestedingen en aan het stellen van emissie-eisen in omgevingsvergunningen door het bevoegd gezag. Dit betreft, in dit geval, de mobiele werktuigen in de bouwsector, verantwoordelijk voor ongeveer de helft van de totale emissies van mobiele werktuigen. Voor controle van mogelijke milieuzones voor mobiele werktuigen zou deze keuring op een later moment mogelijk ook relevant kunnen worden. Daarvoor is het noodzakelijk een goede registratie van machines en hun milieuklasse te hebben.

Anders dan de APK (Algemene Periodieke Keuring) voor wegverkeer wordt er niet aan gedacht dat de EMPK wettelijk verplicht wordt, gezien het gebrek aan registratie en het ontbreken van een wettelijke basis in de Europese APK-richtlijn. Gezien deze situatie zijn er geen wettelijke permanente eisen voor de emissies tijdens gebruik van mobiele machines. Via de inkoop, opdrachtverlening, of de vergunning wordt de inzet van schone machines afgedwongen en vanuit die basis gecontroleerd. De inschattingen van milieueffecten zijn gemaakt op basis van het EMMA model dat voor de nationale Emissieregistratie wordt gebruikt. Mogelijk onderschat dit model de werkelijke emissies van mobiele werktuigen, en overschat het de autonome verschoning van het machinepark in de komende jaren.

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

3/18

Daarmee zijn de resultaten in dit memo een conservatieve inschatting van de effecten van milieucontrole van mobiele werktuigen, omdat de ontbrekende bronnen geadresseerd kunnen worden. Alles wijst erop dat er meer en meer oude machines zijn dan in de modellen wordt gehanteerd.

In dit memo wordt het fijnstof (PM; "*particulate matter*") en NO_x-reductiepotentieel van het stellen van emissie-eisen en het aanvullende effect van een EMPK voor mobiele machines ingeschat.

Het extra reductiepotentieel van EMPK voor mobiele (bouw-) werktuigen wordt ingeschat op basis van een drietal factoren:

- Controle of de machines die worden ingezet aan de gestelde eisen voldoen, dus dat geen andere machines worden ingezet;
- voor machines met een SCR-installatie aanpassing van het inzetgedrag (in het bijzonder minder stationair draaien), en;
- de waarborg voor correct afgestelde motoren en goed werkende nabehandelingssystemen (geen defecten, manipulatie, etc.).

Een groot deel van de aanbestedingen, waaraan milieueisen gesteld kunnen worden, betreft bouwgerelateerde opdrachten, terwijl landbouw, handel en industrie over het algemeen geen aanbestedingen betreft. Daarom is in deze studie de bouwsector als basis genomen voor de effectbepaling. Andere aanbestedingen en vergunning plichtige projecten zoals festivals, kunnen ook gebruik maken van dergelijke regelingen. Maar het is moeilijk hieraan een effect toe te kennen, omdat er geen gegevens bekend zijn over de inzet van mobiele machines in deze gevallen en de milieu-impact.

Meer algemeen, gebrek aan registratie van mobiele werktuigen heeft ervoor gezorgd dat er een grote onzekerheid kleeft aan het EMMA model waarmee de omvang en emissies van het machinepark van mobiele werktuigen worden ingeschat. Recente informatie zoals de registratieplicht van mobiele werktuigen op de weg en lopende TNO onderzoeksprojecten hebben gezorgd voor beter inzicht in het huidige machinepark en de praktijkemissies (Vermeulen, 2021). Deze inzichten zijn in dit memo verwerkt in de onzekerheden. De verwachting is dat de aantallen kleinere en oudere machines fors onderschat worden in de gebruikte emissiemodellen. Beide hebben navenant hogere emissies dan de machines die wel goed vertegenwoordigd zijn in het model.

2 Huidige emissies van mobiele werktuigen

De parksamenstelling en emissies van mobiele werktuigen worden voor de nationale emissieregistratie berekend in het emissiemodel mobiele machines (EMMA-model) (Hulskotte & Verbeek, 2009). Prognoses van emissies worden voor de Klimaat en Energieverkenning (KEV) berekend met MEPHISTO (Machinery Emissions Prognosis Helped by Information on Sales of Technology and Oils). De onderliggende data is beperkt, en de resultaten van het model moeten als indicatief en conservatief beschouwd worden.

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

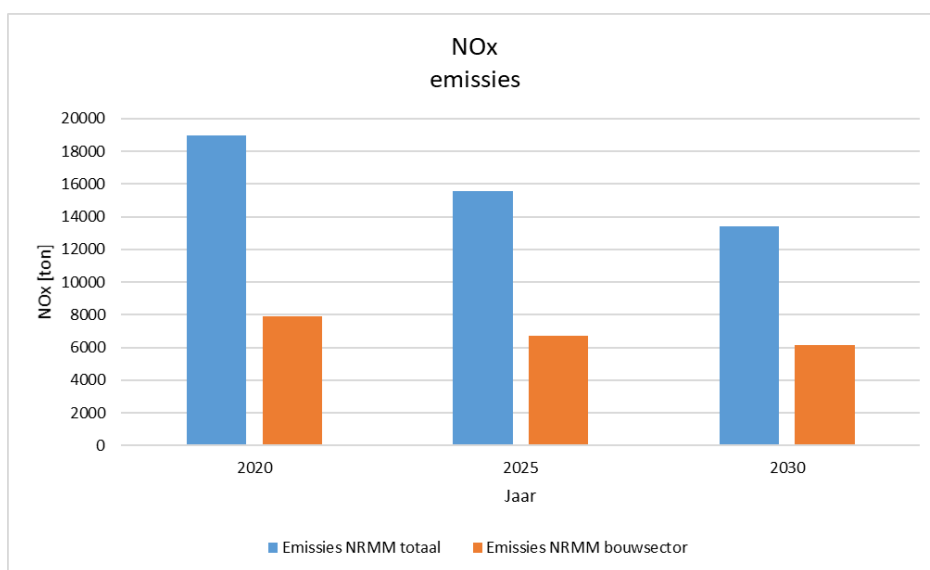
2021-STL-MEM-100340343

Blad

4/18

Eind 2020 is een berekening gemaakt van de totale emissies van mobiele machines waarin verminderde werking van de emissiereductiesystemen (door manipulatie of veroudering) is meegenomen. Uitgangspunt van deze berekening is dat voor 10% van de Stage IV en Stage V machines het SCR-systeem niet werkt en voor 5% van de Stage V machines het roetfilter niet werkt. Dit zijn conservatieve inschattingen op basis van gesprekken met de branche, het werkelijke percentage zal mogelijk hoger liggen. In deze modelrun zijn de emissies berekend voor 2020, 2025 en 2030 met het EMMA model. Hieronder volgen de analyses voor zowel NO_x als fijnstof.

Figuur 1 laat de totale NO_x emissies zien van mobiele werktuigen en daarvan bouwwerktuigen in 2020, 2025 en 2030 volgens het EMMA model. De splitsing van sectoren is niet altijd eenvoudig te maken, zoals in het geval van landbouwtrekkers. Mobiele machines in de bouwsector zijn grofweg goed voor ongeveer 42% van de totale NO_x uitstoot van mobiele werktuigen in 2020. Zoals eerder genoemd vindt er mogelijk een onderschatting plaats.



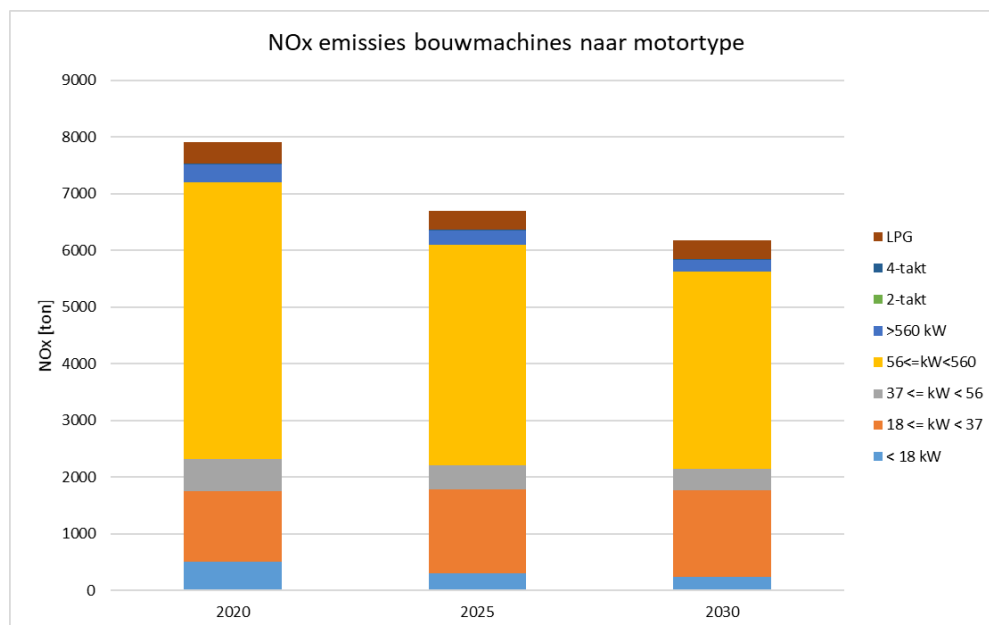
Figuur 1: NO_x emissies van mobiele werktuigen (Hulskotte & Verbeek, 2009) op basis van het EMMA model.

Figuur 2 laat de verdeling van NO_x emissies per motortype zien in 2020, 2025 en 2030, op basis van de modelvoorspelling. Het grootste deel (95%) van de emissies wordt veroorzaakt door machines met dieselmotoren. Van deze machines wordt weer het grootste deel van de NO_x emissies veroorzaakt door grote machines met een vermogen van 56 kW of meer (69% in 2020, 65% in 2025, 63% in 2030). Dit aandeel neemt wel af, met name omdat voor de modernste kleinere machines (<56 kW voor NO_x en < 19 kW voor fijnstof) minder strenge emissie-eisen gelden en deze dus minder verschonen. Daarnaast neemt het aantal grote machines iets af en het aantal kleine machines iets toe (Figuur 4).

Datum
24 juni 2021

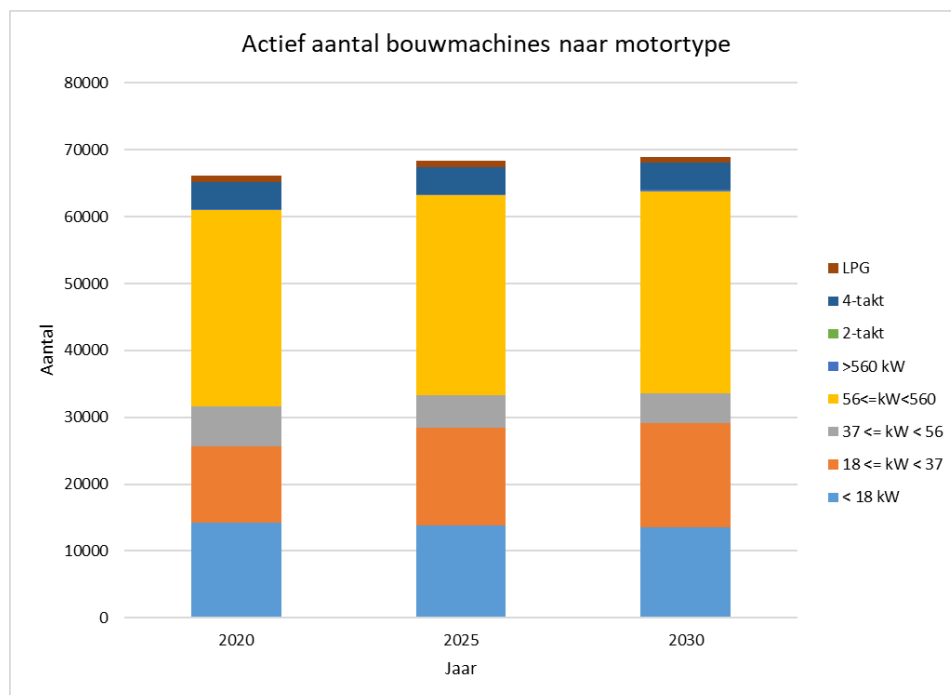
Onze referentie
2021-STL-MEM-100340343

Blad
5/18



Figuur 2: NO_x emissies mobiele machines in de bouw naar motortype volgens EMMA.

Figuur 3 laat het gemodelleerde actief aantal bouwmachines per motortype zien. In 2020, 2025 en 2030 is ongeveer 63% van de machines groter dan 56 kW.



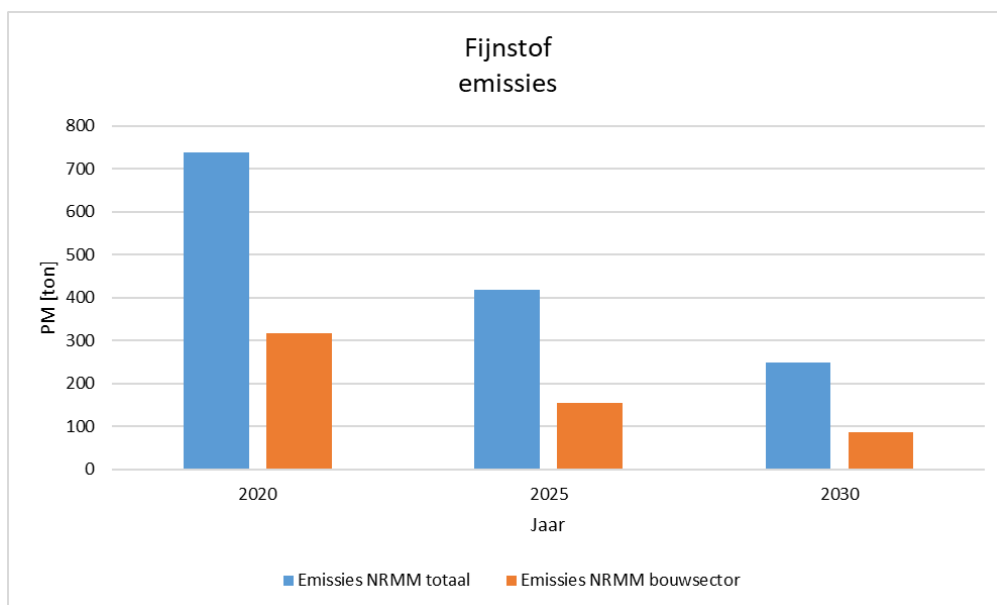
Figuur 3: Actief aantal mobiele machines in de bouwsector naar motortype volgens EMMA/MEPHISTO.

Datum
24 juni 2021

Onze referentie
2021-STL-MEM-100340343

Blad
6/18

Figuur 4 laat de fijnstofemissies van mobiele werktuigen en daarvan het aandeel in de bouw zien. In 2020 is het aandeel in de fijnstofemissies ongeveer 43%. Door verjonging van het park neemt dit af naar ongeveer 37% in 2030. De totale fijnstofemissies van bouwmachines nemen tussen 2020 en 2030 af met ongeveer 73%.



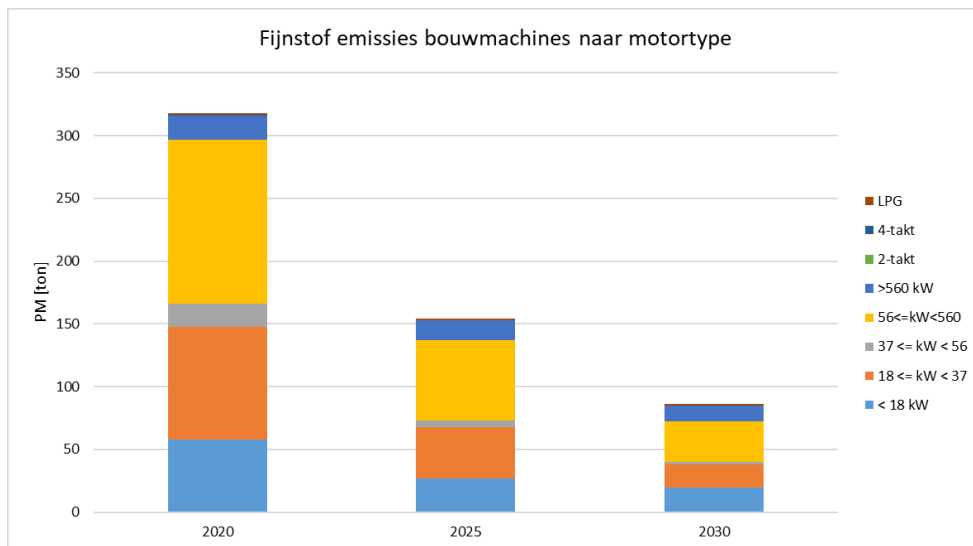
Figuur 4: Fijnstof emissies van mobiele werktuigen volgens EMMA.

Figuur 5 laat de verdeling van fijnstofemissies van bouwmachines naar vermogensklasse zien. Voor fijnstof wordt het grootste deel van de emissies (ca. 50- 55%) veroorzaakt door de machines met een vermogen van minder 56 kW. De afname van de fijnstofemissies is over alle vermogensklassen waarneembaar, maar is bij de allergrootste machines (>560kW) het kleinst (-22%). Bij de overige vermogensklassen is de afname 50% of hoger. Mogelijk zijn door de toepassing van roetfilters op Stage-V machines met vermogens tussen de 19 kW en 560 kW de fijnstofemissies van deze groep lager, en de afname groter, dan nu ingeschat op basis van de normen. Dezelfde trend is in de afgelopen jaren gezien bij wegverkeer. Metingen moet dat beeld bevestigen. Aan de andere kant zijn de aanscherpingen van eisen aan fijnstofemissies van kleine machines zeer beperkt. Aanvullend onderzoek moet uitwijzen of dat een daadwerkelijke verbetering oplevert. De PM emissielimieten zijn een factor tien hoger dan voor grote machines. Maar deze grote machines hebben ook een deeltjesaantallen eis, PN, waardoor de fijnstofemissies vaak ruim onder de limiet liggen.

Datum
24 juni 2021

Onze referentie
2021-STL-MEM-100340343

Blad
7/18



Figuur 5: Fijnstof emissies bouwmachines naar motortype volgens EMMA.

In het EMMA model ontbreken nu kleine machinetypen, zoals lichtmasten en compressoren, met een meer continue inzet en veel draaiuren. Het hoge aantal draaiuren per dag zorgt voor een substantiële totale uitstoot. Uit een vergelijkbaar onderzoek naar koelaggregaten bleek dat deze grote groep zeer kleine dieselmotoren toch verantwoordelijk is voor ongeveer 4,3 kton NO_x emissies per jaar. Dat is een kwart van alle NO_x emissies van totale groep mobiele machines, waar koelaggregaten ook onder vallen. Maar aan de andere kant zijn machines boven de 560 kW ook een punt van zorg, vanwege ook hier achterblijvende emissiewetgeving.

Bij het onderzoek naar koelaggregaten bleek ook dat deze verantwoordelijk is voor de uitstoot van 110 ton fijnstof. Dat is een zesde van de fijnstofemissies die nu aan een brede groep van mobiele werktuigen worden toegerekend. Zo kan een onderschatting van het aantal en de draaiuren van kleine machines een substantiële onderschatting van de fijnstofemissies leiden, omdat grote machines, Stage V met 19 tot 560 kW, veel lagere fijnstofuitstoot hebben door de roetfiltertoepassing.

3 Invloed van overheidsinstanties op de emissies van het machinepark

De reducties die voor de bovenstaande scenario's zijn bepaald, zijn berekend op basis van het gehele machinepark in EMMA. In werkelijkheid beschikken het Ministerie van IenW, provincies, regio's, gemeentes en de omgevingsdiensten over verschillende instrumenten om invloed uit te oefenen op verschillende delen van het machinepark. De MVI-criteria kunnen worden gebruikt om invloed uit te oefenen op de vloot die bij overheidsprojecten wordt gebruikt. Een andere mogelijkheid is een groter deel van de vloot te beïnvloeden door in de projectverleningen, zoals nieuwbouw, specifieke milieucriteria op te nemen. Qua omzet is de overheid niet een grote speler (Visser en Nicholas, 2020), maar als er specifiek naar activiteiten wordt gekeken waar mogelijk zwaar bouw materieel met hoge uitstoot aan te pas komt, blijkt de overheid daar een grotere rol te spelen.

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

8/18

Bij de inzet van mobiele machines in de bouw zijn de graafmachines, laadschoppen en landbouwtrekkers verantwoordelijk voor een groot aandeel van de totale schadelijke uitstoot (Van Eijk, 2020). Deze inzet bij grond, water en wegenbouw (GWW) is over het algemeen een overheidstaak, en daarmee kunnen MVI criteria toegepast worden. Een grove inschatting, die nadere onderbouwing behoeft, is dat daarmee driekwart van de NO_x en fijnstof emissies onder overheidstaken en aanbestedingen vallen.

Naast het zogenaamde grondverzet, geeft de overheid ook vergunningen af voor evenementen, zoals festivals. De hiermee geassocieerde emissies zijn onbekend, maar ook hier kan de overheid via MVI-criteria een verschoning bewerkstelligen.

4 Inzet schonere machines

In dit hoofdstuk wordt berekend wat het effect is van het weren van machines met lage emissieklassen bij openbare aanbestedingen en voor vergunningen. Hiervoor wordt de indeling naar emissieklassen, in Tabel 2 gebruikt, gebaseerd op de door het Ministerie van IenW opgestelde notitie "EmissieMonitoring en Periodieke Keuring (EMPK) van mobiele machines".

Voor elke minimumeis (Niveau) wordt berekend wat het effect is wanneer alleen nog voertuigen van deze emissieklasse of hoger worden toegelaten. De effecten worden relatief berekend aan de uitgangssituatie voor 2025 en 2030.

Hierin wordt onderscheid gemaakt voor verschillende vermogensklassen in:

- I. Niveau I is de uitsluiting van de meest oude en vervuilende machines.
- II. Machines van Niveau I kunnen Niveau II bereiken door de toepassing van een roetfilter die gecontroleerd worden met behulp van een PN eis $< 10^6$ [# /cm³] (of af-fabriek de Stage V eis van $< 10^{12}$ #/kWh). De NO_x emissies blijven daarmee op Niveau I.
- III. Alle machines kunnen Niveau III bereiken door de toepassing van een roetfilter (met de eis zoals Niveau II) en een SCR-installatie. Voor machines boven de 56 kW moeten deze machines aan een typekeuringseis voldoen van NO_x < 0.4 [g/kWh] (vergelijkbaar met Stage V). Voor machines onder het maximaal vermogen (P_{rated}) van 56 kW is de eis geleidelijk zwakker tot 2,4 g/kWh voor de kleinste machines in het geval van retrofit SCR: NO_x $< 2,4 - 2 * (P_{rated}[kW]/56)$ [g/kWh]. Stage V machines tussen 56 en 560 kWh en elektrische machines vallen onder Niveau III, zonder aanpassingen.

De PN-eis respectievelijk NO_x-limiet van 2,4 g/kWh, of minder, bieden de garantie dat een machine is uitgerust met een gesloten roetfilter en een SCR-installatie. In het verleden vormde een lage PM-limiet een reden om een roetfilter te installeren, maar die noodzaak heeft geen stand gehouden. Om deze reden is vanaf Stage V een PN-limiet geïntroduceerd voor fijnstof.

Datum
24 juni 2021

Onze referentie
2021-STL-MEM-100340343

Blad
9/18

Tabel 2: Minimumeis aan stagenormen en emissieklassen voor concept MVI-criteria.

Elektrisch	Niveau III				
Stage V	Niveau I				
Stage IV					
Stage IIIB					
Stage IIIA					
Stage II	Hoge emissies				
Stage I					
Vermogen	<19 kW	19-37 kW	37-56 kW	56-560 kW	>560 kW

Voor Stage IIIB en IV machines met vermogens 37-56 kW zijn er wel substantieel striktere eisen voor fijnstof dan Stage IIIA (van 0,4 naar 0,025 g/kWh) en eerder, maar niet voor NO_x (allemaal 4,7 g/kWh). Deze NO_x-eisen maken de toepassing van een effectieve SCR-katalysator niet noodzakelijk. In de doorrekening in deze studie wordt hierom aan Stage IIIB en Stage IV met een vermogen 37-56 kW tot emissieniveau I gerekend.

Als bij Stage IIIB tussen 37-56 kW af-fabriek een roetfilter is gemonteerd geldt voor individuele machine emissieniveau II. Op gelijke wijze geldt voor individuele Stage IIIB en Stage IV machine met een vermogen 56-560 kW emissieniveau III als af-fabriek een goed werkend roetfilter is gemonteerd.

Voor de verschillende Stages van machines worden de NO_x en PM limieten beide strenger over de loop van tijd. Voor retrofit roetfilter of een retrofit SCR wordt alleen de PM of de NO_x emissies substantieel lager, maar de andere emissies zijn nog steeds op de originele en hoge waarde. Met deze indeling naar vervuilende uitstoot kunnen mobiele machines door montage van een retrofit roetfilter en retrofit SCR naar een hogere emissiecategorie worden overgebracht.

Tabel 3: De aanpassing van het niveau als een machine, origineel, of na retrofit, aan de eisen voor fijnstof (Niveau II) of fijnstof en NO_x (Niveau III) voldoet.

Eis	MVI Niveau
Hoge emissies	Uitgesloten in MVI
Gematigde emissies	Niveau I
PN eis (1×10^{12} #/kWh of 10^6 #/cm ³)	Niveau II
PN-eis (1×10^{12} #/kWh of 10^6 #/cm ³) en NO _x eis (0,4 g/kWh) of Elektrisch	Niveau III

De volgende aannames worden gedaan in deze analyse:

- Driekwart van de emissies van het werktuigpark in de bouwsector kan worden toegewezen aan projecten die kunnen worden beïnvloed door MVI-criteria vast te stellen en in bouwvergunningen, vanuit de overheid.

- Wanneer een werktuig niet voldoet aan de minimumeis wordt het geleverde werk van dat werktuig verdeeld over de andere werktuigen die wel aan de eisen voldoen.
- Wanneer er geen stagenormen zijn van een bepaald machinetype die voldoen aan de gestelde eisen, wordt een retrofit voorziening gemonteerd, of vervangen door elektrisch.
- De effectiviteit van een retrofit roetfilter en retrofit SCR is gelijk aan die van machines met standaard gemonteerde reductiesystemen. De emissiefactoren van machines met een retrofit roetfilter en retrofit SCR zijn dus dezelfde als die van voertuigen uit de emissienorm die standaard met deze technologieën zijn uitgerust.
- Goede registratie zorgt ervoor dat de opgegeven machines daadwerkelijk aan de gestelde eisen voldoen.

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

10/18

Het stellen van emissie-eisen zonder controle en handhaving is waarschijnlijk beperkt effectief. Als er geen controle is op de inzet van machines, dan wordt er gemakkelijk een oudere, viezere machine ingezet. En als er geen controle is op de werking van de emissiereductie technologie van de machine, is er een grotere kans dat er bij onderhoud deze technologie wordt uitgeschakeld of verwijderd. Hiermee ontstaat ook concurrentievervalsing, omdat schonere machines, en goed onderhoud, nu eenmaal duurder zijn. Voor een gelijk speelveld, en het voorkomen van de race naar de bodem, is controle en handhaving noodzakelijk. Daarom is de volgende aanname ook gedaan in deze analyse:

- Als er geen handhaving en controle is:
 - o Door inzet van oudere machines, defecten, of manipulatie zijn de hiermee geassocieerde emissies drie tot twintig keer hoger dan volgens de afspraak. Daarmee kan bij 5% tot 15% overtredingen van de MVI afspraken de emissies snel verdubbelen. Bij SCR manipulatie op vrachtwagens, APK roetfiltertesten en overtredingen van milieuzone regels zijn vergelijkbare percentages gezien. De helft van het haalbare effect wordt daardoor bereikt met handhaving en controle. Dit komt doordat een klein deel van de machines met substantieel hogere emissies een groot effect hebben op de gemiddelde uitstoot.
 - o Defecten en manipulatie zijn nog steeds aanwezig in het machinepark, zeker in de moderne machines met complexe emissiecontrole technologie om lage emissies te bereiken. Over de jaren neemt dit probleem toe als er geen herstel afgedwongen wordt door controle. De effecten hiervan worden dus relatief groter met strengere eisen.

Tabel 4 laat het reductiepotentieel zien per categorie. Het reductiepotentieel is een vergelijking tussen het referentiepark en een park waarbij alle machines die niet voldoen aan de emissie-eis zijn verdeeld over de andere emissieklassen die wel worden toegelaten.

Tabel 4: Reductiepotentieel scenario's zonder handhaving en controle.

Jaar	NO _x		PM	
	2025	2030	2025	2030
Niveau I zonder handhaving en controle [ton]	286	142	28	15
Niveau II zonder handhaving en controle [ton]	339	180	43	22
Niveau III zonder handhaving en controle [ton]	824	620	50	24

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

11/18

5 Handhaving en controle door middel van EMPK

Handhaving en controle worden voorgesteld door de implementatie van de EMPK. Het gaat hierbij om monitoring en keuring gekoppeld aan het stellen van MVI-criteria (Maatschappelijk Verantwoord Inkopen) bij openbare aanbestedingen en aan het stellen van emissie-eisen in omgevingsvergunningen door het bevoegd gezag. Hierdoor wordt het volledige effect van de vaststelling van de minimumeis bereikt en zijn er geen manipulatie en defecten aanwezig in de vloot. Dat vraagt een regelmatige en effectieve controle.

Het effect van deze maatregel is berekend door de EMMA modelruns met en zonder defecten en manipulatie met elkaar te vergelijken.

De aanname die in EMMA gemaakt is voor manipulatie is:

- 10% van de diesel Stage IV en Stage V machines (30% van de vloot in 2020 en 74% in 2025 is Stage IV of V) heeft een niet werkende SCR installatie.
- 5% van de diesel Stage V machines (10% van de vloot in 2020 en 62% in 2025) heeft een niet werkend of verwijderd roetfilter.

In Tabel 5 hieronder wordt voor elk scenario aangegeven welke extra reductie wordt bereikt als handhaving en controle worden toegepast. Uit deze tabel blijkt dat het potentiële effect van de EMPK groter is dan het potentiële effect van het stellen van eisen aan de machines zoals in de niveaus hierboven. Dit komt doordat maar de helft van de reductie door het stellen van eisen kan worden bereikt zonder handhaving en controle. Bovendien wordt aangenomen dat de effecten van manipulatie en defecten in dit scenario worden opgespoord en aangepakt door de EMPK.

Ook kan worden vastgesteld dat naarmate de eisen strenger worden en het park schoner wordt, het effect van de EMPK toeneemt. Dit komt doordat in de scenario's met strengere eisen meer schonere machines nodig zijn. Deze machines zijn, op elektrische machines na, gevoeliger voor manipulatie en defecten aan de emissiereductiesystemen op dieselmotoren.

Tabel 5: Extra reductiepotentieel EMPK in tonnen NO_x en fijnstof.

Jaar	NO _x		PM	
	2025	2030	2025	2030
Referentie extra reductie EMPK [ton]	849	923	2	3
Niveau I extra reductie EMPK [ton]	1208	1111	30	18
Niveau II extra reductie EMPK [ton]	1287	1169	45	25
Niveau III extra reductie EMPK [ton]	1971	1777	53	28

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

12/18

Er wordt een lichte toename van de inzet van mobiele werktuigen met de economische groei aangenomen. Het effect van de corona-pandemie is niet meegenomen.

6 Aanpassing inzetgedrag

Mobiele machines draaien regelmatig een groot deel van de tijd stand-by, dus zonder dat ze actief gebruikt worden (Ligterink 2018, Vermeulen, 2021). Het aandeel stand-by kan sterk verschillen per machine type. Voor machines met SCR-installaties (Stage IV en V) is stand-by draaien goed voor een aanzienlijk deel van de NO_x emissies (vanwege de SCR katalysator die hierdoor niet op bedrijfstemperatuur blijft). De aandrijflijn, of transmissie, maakt hierin een verschil. In het bijzonder blijven de meeste machines met hydraulische systemen in stand-by ongeveer 5%-10% motorlast vragen, waarbij de SCR niet goed werkt.

Voor de effectberekening van aanpassing inzetgedrag zijn de volgende aannames gedaan:

- Machines draaien gemiddeld 35% van de tijd stand-by;
- In 15% van de tijd wordt langere tijd onnodig stand-by gedraaid (5 minuten of langer);
- Langer dan 5 minuten draaien kan voorkomen worden;
- Voor Stage IV en V machines worden de draaiuren en totale NO_x emissies hierdoor 15% lager. Voor Stage IIIB met SCR is ook nog een substantieel effect te verwachten;
- Voor andere Stages en voor fijnstof is het effect van deze maatregel te verwaarlozen.

Tabel 6 laat het reductiepotentieel zien van minder stationair draaien. In 2025 en 2030 is dit aantal toegenomen en is het effect groter (-10% of 0,5 kton NO_x in 2025 en -13% of 0,6kton in 2030).

Tabel 6: Reductiepotentieel minder stationair draaien, door het monitoren van inzet.

Jaar	NO _x		PM	
	2025	2030	2025	2030
Referentie park [ton]	4763	4375	115	63
Reductie door minder stationair [ton]	483	560	0	0
Reductie [%]	-10%	-13%	0%	0%

7 Onzekerheid

In de voorgaande hoofdstukken zijn de mogelijke effecten van EMPK van bouwmachines op de totale emissies, zoals berekend met het EMMA-model, in kaart gebracht. Echter, is de afgelopen maanden door analyse van registratiedata van de RDW aan het licht gekomen dat de werkelijke emissies een stuk hoger kunnen liggen dan de met dit model berekende emissies.

Dit wordt hier toegelicht aan de hand van twee bevindingen:

- De leeftijdsverdeling van trekkers;
- Ontbrekende machines in EMMA.

Leeftijdsverdeling landbouwtrekkers

Landbouwtrekkers zijn goed voor ongeveer 20% van de gerapporteerde emissies van bouwmachines. Hiermee zijn ze veruit de grootste bron van emissies van mobiele werktuigen (over alle sectoren, incl. landbouw). Landbouwtrekkers worden ook ingezet in de bouw, bijvoorbeeld voor grondverzet.

Sinds 1 januari 2021 geldt er een registratieplicht op mobiele werktuigen die gebruik maken van de openbare weg. Er is meer dan een jaar de tijd om voertuigen te registreren, maar het aantal registraties groeit al gestaag.

Dat betekent dat sinds begin van dit jaar mobiele werktuigen, die ook op de weg rijden met lage snelheid, terug te vinden zijn in de open data van de Rijksdienst voor het Wegverkeer (RDW). Op dit moment (17-2-2021) zijn 40.660 mobiele werktuigen geregistreerd waarvan 29.203 land-of bosbouwtrekkers. Dit is iets meer dan 40% van de in EMMA gerapporteerde landbouwtrekkers. Mogelijk zijn de aantallen in EMMA lager ingeschat om te compenseren voor een verminderde activiteit van oudere landbouwtrekkers. Op basis van het bouwjaar van de trekker is een emissieklasse toe te wijzen aan de trekkers. In dit geval is een conservatieve schatting gemaakt waarbij voertuigen toegewezen zijn aan een stageklasse vanaf het jaar dat de eerste voertuigen voldeden aan een bepaalde stageklasse. In werkelijkheid duurde het nog een aantal jaar voordat de emissie-eisen voor alle voertuigtypen waren ingevoerd. Tabel 7 laat de toewijzing zien.

Tabel 7: Toewijzing van stages aan trekkers.

Stage	Bouwjaar van	Bouwjaar tot
<=1980	0	1980
1981-1990	1981	1990
1991-STAGE I	1991	1998
STAGE I	1999	2002
STAGE II	2003	2005
STAGE IIIA	2006	2010
STAGE IIIB	2011	2013
STAGE IV	2014	2018
STAGE V	2019	2025

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

13/18

De hiermee verkregen aantallen per stage zijn vergeleken met dezelfde verdeling van het EMMA model.

Datum

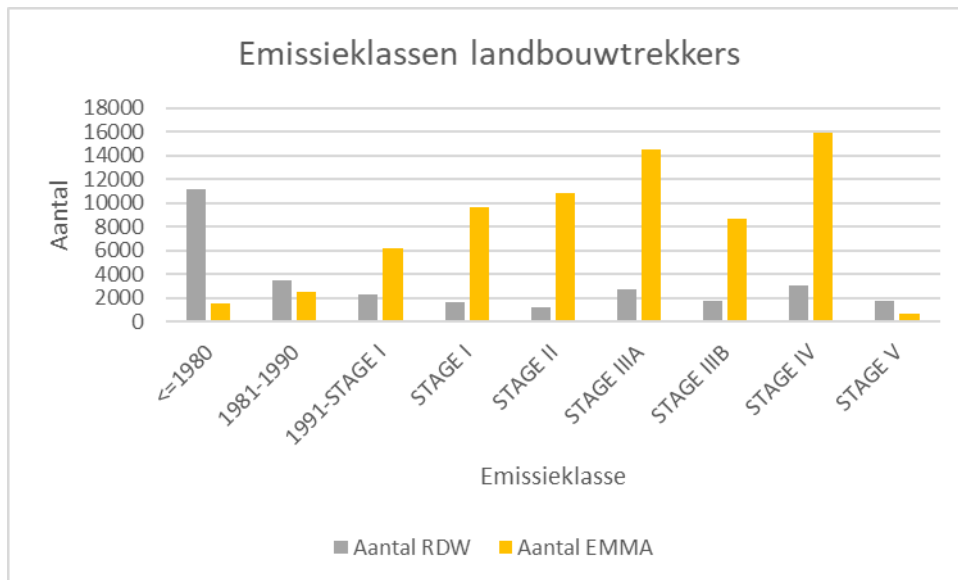
24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

14/18



Figuur 6: Landbouwtrekkers verdeling naar emissieklassen.

Figuur 6 laat zien dat er veel meer oude landbouwtrekkers zijn dan in het EMMA model wordt berekend. Het aantal trekkers van voor 1980 is nu al zeven keer zo hoog als geraamd terwijl het totale aantal geregistreerde trekkers nog maar 40% van het totaal in EMMA is. Van de geregistreerde voertuigen is 58% van voor 1991 (dus zonder emissie klasse) terwijl dit in het EMMA park slechts 15% is. Dit kan betekenen dat de werkelijke emissies van landbouwtrekkers vele malen hoger zijn dan geraamd. De effectiviteit van EMPK zou hiermee dus ook hoger kunnen zijn.

De meest recente registratie van mobiele machines bij de RDW, vooral landbouwtrekkers, maar ook andere machines die zich op de openbare weg begeven, laat zien dat de gemiddelde leeftijd rond de twintig jaar is (Stage I). Oudere machines zullen waarschijnlijk minder gebruikt worden, maar deze actieve registratie werpt wel een ander licht op het machinepark dan in EMMA gebruikt wordt, en het milieueffect voor verschoning en controle van het machinepark is daarmee mogelijk groter.

TNO, 02-Apr-2021

NL Non-road Mobile Machine bouwjaar verdeling (TNO RDW OD 1/4/2021)



Datum

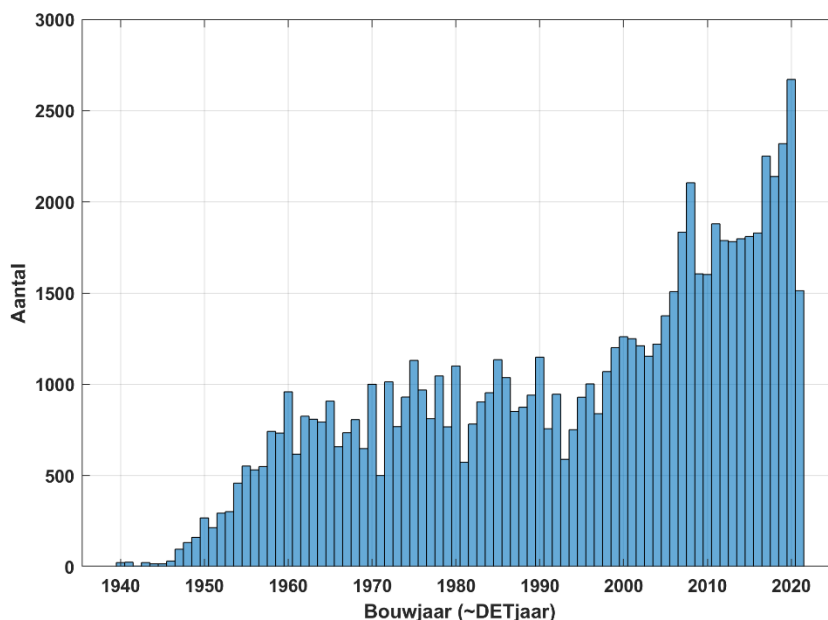
24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

15/18



Figuur 7: De leeftijdsverdeling, op basis van datum eerste toelating (DET), van nieuwe registraties mobiele machines bij de RDW per 1 april 2021.

Ontbrekende machines in EMMA

Naast de recente registratie van mobiele werktuigen op de openbare weg zijn er ook mobiele werktuigen te vinden in de RDW registratie van wegvoertuigen, bijvoorbeeld gemonteerd op aanhangers. Naast speciale voertuigen als mobiele kranen en hoogwerkers omvat dit ook mobiele werktuigen op aanhangers. Sommige van deze voertuigen worden als zodanig geregistreerd in de RDW data (zoals compressors), maar sommige machines kunnen alleen op basis van de combinatie merk-model worden gevonden.

Een quickscan in de RDW data heeft de volgende aantallen machinetypen opgeleverd die niet in EMMA meegenomen worden:

- >3000 compressoren;
- >2000 lichtmasten;
- >1000 betonpompen/betonmixers;
- >3000 hoogwerkers;
- >1000 overige machines als decontaminatiewagens, houtversnipperaars, boorwagens, hogedrukreinigers.

De gevonden machines zijn voornamelijk lichtere machines, onder de 19 kW, waarvoor minder strenge emissie-eisen gelden. In de laatste emissiemetingen is er een dergelijke lichtmast gemeten, die tussen de 49 en 80 gram per uur aan NO_x uitstoot. Met een lage schatting van 500 draaiuren per jaar zou deze lichtmast ongeveer 35 kilogram NO_x per jaar uitstoten.

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

16/18

Gezien er meer dan 2000 lichtmasten zijn, zou alleen al deze ontbrekende bron 70 ton extra NO_x uitstoten, tenminste 1% van de totale emissies van alle mobiele machines. Zo zijn er enkele tientallen andere missende emissiebronnen in EMMA. De recent uitgevoerde enquête voor het Ministerie van IenW om de vlootsamenstelling van mobiele werktuigen beter in kaart te brengen bevestigt dat er diverse machinetypen ontbreken in het EMMA model of onderschat zijn qua aantallen. De bevindingen leiden ertoe dat verwacht wordt dat kleinere en oudere machines onderschat worden in de modellen en de werkelijke effectiviteit dus anders uit kan vallen. Aan de ene kant kan de inzet van schonere machines meer opleveren omdat er meer oude vervuilende machines zijn. Aan de andere kant is het effect van minder stationair draaien en tegengaan van veroudering en manipulatie mogelijk kleiner. De laatste maatregel heeft namelijk vooral effect op jonge voertuigen. Een vorm van controle zal ook beter zicht geven op de grootte en aard van het probleem, dan nu het geval is.

8 Limietwaarden concept voorstel MVI emissieniveaus

Het concept voorstel voor MVI-criteria voor mobiele machines, waar in dit memo vanuit wordt gegaan, is gebaseerd op de wettelijke emissielimieten voor mobiele machines, in een laboratoriumtest. In de praktijk liggen deze emissies hoger. In de onderstaande tabel staan de emissielimieten voor PM/PN en NO_x van de verschillende Stages en vermogensklassen. De doorgetrokken lijnen geven de grote stappen in de eisen. Uiteindelijk is niveau III alleen voor de strengste eisen voor fijnstof en NO_x. Een enige emissiecontrole technologie, zoals EGR, is noodzakelijk vanaf niveau I. Een roetfilter is noodzakelijk vanaf niveau II. Een gesloten roetfilter is alleen standaard bij een PN eis van 10¹² deeltjes per kWh. Bij kleinere machines van dezelfde klassen zijn eisen over het algemeen minder streng en de invoeringsdata vertraagd.

Tabel 8: Wettelijke NO_x en PM limieten voor de verschillende stages en vermogensklassen.

Vermogen [kW]	<19	19-37	37-56	56-75	75-130	130-560	>560
PM [g/kWh]							
V (2019)	0.4	0.015/PN	0.015/PN	0.015/PN	0.015/PN	0.015/PN	0.045
IV (2014)	-	-	-	0.025	0.025	-	-
IIIB (2011)	-	-	0.025	0.025	0.025	0.025	-
IIIA (2006)	-	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	-
II (2002)	-	0.8	0.4	0.4	0.3	0.2	-
I (1999)	-	-	0.85	0.85	0.7	0.54	-
NO_x [g/kWh]							
V (2019)	7.5	4.7	4.7	0.4	0.4	0.4	3.5
IV (2014)	-	-	-	0.4	0.4	0.4	-
IIIB (2011)	-	-	4.7	3.3	3.3	2.0	-
IIIA (2006)	-	7.5	4.7	4.7	4.0	4.0	-
II (2002)	-	8.0	7.0	7.0	6.0	6.0	-
I (1999)	-	-	9.2	9.2	9.2	9.2	-

Het gebrek aan strenge NO_x eisen onder de 56 kW, maar wel een aanscherping van de PM eisen, is de overweging om een onderscheid te maken tussen Stage IIIA en Stage IIIB in de vermogensklassen 37 tot 56 kW.

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

17/18

9 Vervolgstappen

Met dit memo is een eerste stap gezet met het bepalen van de potentie van een EMPK voor mobiele werktuigen. Om de werkelijke, waarschijnlijke grotere, potentie en effecten goed in kaart te brengen is verdere studie naar de omvang en leeftijd van het machinepark nodig.

Vervolgstappen bevatten onder meer:

- Analyse leeftijdsverdeling bouwmachines anders dan landbouwtrekkers op basis van RDW-registraties;
- Complete vergelijking tussen EMMA en RDW-registratiedata;
- Emissiemetingen van mobiele werktuigen in gebruik;
- Tellingen van mobiele machines op bouwplaatsen;
- Verzamelen van activiteitdata van bedrijvigheid met mobiele machines;
- Verbetering van het EMMA model op basis van de nieuwe inzichten.

Referenties

- Hulskotte, J., & Verbeek, R. (2009). Emissiemodel Mobiele Machines gebaseerd op machineverkopen in combinatie met brandstof afzet. Utrecht: TNO.
- Visser, N., & Nicolas, R. (2020). Bedrijfseconomische kencijfers b&u en gww-bedrijven 2018. Economisch Instituut voor de Bouw.
- Vermeulen, R.J. et al. (2021) Real-world emissions of non-road mobile machinery, TNO R10221.
- Ligterink, N.E. et al. (2018) De inzet van bouwmachines en de bijbehorende NO_x- en CO₂-emissies, TNO R10465.
- Van Eijk, E. (2020), Ruimtelijke verdeling bouwmachines, TNO R12319.

Datum

24 juni 2021

Onze referentie

2021-STL-MEM-100340343

Blad

18/18