

Is Stage V schoon

Tekst: Gert Vreemann

Foto's: fabrikanten, Cumela Communicatie

EMISSIEREDUCTIENORMEN DIESELMOTOREN
NADEREN MET STAGE V HET EINDPUNT

genoeg?

Met de introductie van Stage V-motoren is de laatste stap van de emissietechniek nagenoeg alom beschikbaar. De motoren zijn vele malen schoner dan die van de eerste generatie. De vraag is of dit ook schoon genoeg is, want de norm is niet voor alle vermogensklassen even ver doorgetrokken en wat er aan DME (dieselmotoremissie) uit de uitlaat komt, bevat kankerverwekkende stoffen.



Vol trots presenteert FPT hier zijn machtige 570-670 kW (775-911 pk) sterke V20, een 20,0-liter-V8-Stage V-motor. Het is een knap staaltje werk om deze binnen de Stage V-normen te krijgen en met recht is het bedrijf daar trots op. FPT kan er ook even mee vooruit, want Stage V is immers de laatste emissiestap en daarmee zijn de finale doelstellingen in emissiereductie bereikt. Ook bijvoorbeeld motorenfabrikant Cummins laat in een presentatie treffend zien dat bij zijn nieuwe Stage

V-motoren het NOx-gehalte met maar liefst 96 procent is gereduceerd en het PM-gehalte (roet) met 97 procent is verminderd ten opzichte van de Stage I-generatie. De fabrikant verwoordt het tastbaar door te stellen dat de uitstoot van één Stage I-machine net zo hoog is als die van 25 even zware Stage V-machines. Een statement waarmee je als industrie en wij als offroadsector voor de dag kunnen komen. Tegelijk ontdekken ondernemers weerstand vanuit opdrachtgevers. Die be-

EMISSIE NOX

VERMOGENSKLASSE	UITSTOOT (G/KWH)					
	Stage I	Stage II	Stage IIIa	Stage IIIb	Stage IV	Stage V
8-19 kW	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	7,5*
18/19-37 kW	9,8	8,0	7,5*	7,5*	7,5*	4,7*
37-56 kW				4,7*	4,7*	4,7*
37-75 kW	9,2	7,0	4,7*			
75-130 kW	9,2	6,0	4,0*			
56-130 kW				3,3	0,4	0,4
130-560 kW	9,2	6,0	4,0*	2,0	0,4	0,4
> 560 kW						3,5

* HC + NOx

ginnen dieselmotoren te weren of eisen in het gunstige geval Stage IV of V of anders uitsluitend V, al voordat die laatste motoren (voor jouw merk) daadwerkelijk beschikbaar zijn. Dat is namelijk nog niet voor alle merken en machines het geval. Het stadium Stage I is bovendien grotendeels verleden tijd. Gangbare machines in onze sector zijn vaak al van niveau Stage IIIa of hoger.

LASTIGE ROUTE

De invoering van Stage I startte in 1999 en kwam met wat uitrangeren medio 2000 dus goed op gang met vanuit nu gezien voorzichtige waarden voor NOx en PM (particulate matter, fijnstof). PM staat niet alleen voor roet, maar voor alle fijnstofdelen die vrijkomen. Naast koolstof zijn dat bijvoorbeeld ook fosfaat, nitraat, ijzerhoudende deeltjes en stof dat deels door de motor is gegaan. Er zit immers ook het nodig fijnstof in de lucht. Voor de fabrikanten was het een lastig traject, omdat het oplossen van het NOx-probleem juist om een relatief lage verbrandingstemperatuur vraagt en het oplossen van PM (roet) om een hoge. Daarom hebben fabrikanten het verlagen van NOx en PM niet alleen in de motor kunnen oplossen. Een deel van het probleem werd opgelost via

'BIJ STAGE V-MOTOREN HEB JE HET OVER 1.000.000.000.000 DEELTJES PM-UITSTOOT PER KWH'

uitlaatgasbehandeling. Daarin zag je vrij snel de (Amerikaanse) methode om NOx in de motor op te lossen en roet erna (zoals John Deere en Caterpillar) en zo (met name voor het grondverzet) het gebruik van AdBlue zo lang mogelijk te weren. Daarnaast was er de Europese methode (afgeleid van wat de truckfabrikanten in Europa ook deden),

EMISSIE PM (ROETDEELTJES)

VERMOGENSKLASSE	UITSTOOT (G/KWH)					
	Stage I	Stage II	Stage IIIa	Stage IIIb	Stage IV	Stage V
8-19 kW						0,4
18/19-37 kW		0,8	0,6	0,6	0,6	0,015
37-56 kW				0,025	0,025	0,015
37-75 kW	0,85	0,4	0,4			
75-130 kW	0,7	0,3	0,3			
56-130 kW				0,025	0,025	0,015
130-560 kW	0,54	0,2	0,2	0,025	0,025	0,015
> 560 kW						0,045

* Stage V tot 560 kW deeltjstelling 1×10^{12}

namelijk de SCR-route (zoals FPT en Agco), waarbij met een heterere motor het roetprobleem zoveel mogelijk in de motor werd opgelost en met AdBlue (SCR-unit) het NOx-probleem in de uitlaat werd aangepakt. Dit traject heeft het nodige leergeld gekost. Via deze twee wegen zijn de fabrikanten uiteindelijk op de eindroute gekomen, waarin ze massaal het roet vooral in de motor oplossen en

'DE UITSTOOT VAN ÉÉN STAGE I-MACHINE IS NET ZO HOOG ALS DIE VAN 25 EVEN ZWARE STAGE V-MACHINES'

met AdBlue de NOx tackelen. Om de lage eindwaarden te halen, is er vaak een dieseloxydatiekatalysator (DOC) nodig in combinatie met een zeer fijn (poreus) roetfilter en een SCR-unit (AdBlue). Daarbij zijn de specifieke vermogens flink toegenomen om via hoge zuigerdrukken een betere verbranding te krijgen. De brandstofsysteemen zijn verfijnd, ze werken met veel hogere drukken en meertraps insputingen en de brandstof- en luchtfilters zijn veel fijner. Het heeft vele miljoenen gekost, maar het geeft veel schonere motoren, die door elkaar genomen ook nog eens zo'n vijf tot tien procent zuiniger zijn geworden.

EMISSIE OP TRUCKNIVEAU

In de twee tabellen zijn de routes en de eindwaarden te zien. De scherpe Stage V-waarden van 0,4 gram NOx/kWh en 0,015 gram PM/kWh in de vermogensklasse van 57 tot 560 kW (77,5 tot 762 pk) komt nagenoeg overeen met de eisen voor de onroad-trucks (0,4 gram NOx/kWh en 0,1 gram PM/kWh). Concreet draaien onze offroadmachines dus bijna net zo schoon als de moderne trucks. In de tabellen zie je meteen waar de grote stappen zijn gezet en waar de kritische punten zitten.



Fabrikanten produceren de Stage V nog volop, maar ontwikkelen wel door. Cummins heeft aangegeven motoren geschikt te maken voor start-stopsystemen om het stationair draaien terug te dringen.

De grote stappen voor PM (roet) zijn bij stap Stage IIIb gezet. Voor de NO_x-verlaging zit de grote stap bij Stage IV. Bij Stage V zijn de normen voor PM nog wat aangescherpt van 0,025 naar 0,015 gram PM/kWh en is een deeltjestelling toegevoegd. De Stage V-normen zijn vooral ook in een veel bredere vermogensrange geïmplementeerd. Machines boven de 19 kW (26 pk) zijn in de PM-uitstooteisen gelijkgesteld aan de zwaardere machines en Stage V is voor de heel zware machines van meer dan 560 kW (762 pk) ingevoerd.

'EVEN DOORVRAGEN ALS ER ALLEEN STAGE V WORDT GEVRAAGD, OMDAT STAGE IIIb EN IV OOK GOED SCOREN'

Dat betekent bij een opdrachtgever die puur om de inzet van Stage V-techniek vraagt dat even doorvragen zin heeft. Wat betreft de NO_x-uitstoot scoort een Stage IV-machine namelijk gelijkwaardig en op PM scoort een Stage IIIb-machine al behoorlijk laag. De clou zit hem voor onze sector vooral in de machines onder de 56 kW (76 pk). Na Stage IIIb zijn de NO_x-eisen niet verder aangescherpt. Daarmee mogen ze een factor tien meer NO_x uitstoten dan een machine van meer dan 57 kW (77 pk). Ruwweg gezegd stoot een enkele 50 kW (68 pk) machine voluit draaiend ongeveer net zoveel NO_x uit als vijf machines van 100 kW (136 pk) op vol vermogen. Voor de NO_x-uitstoot is boven de 57 kW (77 pk) de stap naar Stage IV wel een belangrijke, omdat daar 'de grote slag' is gemaakt. Concreet: een 100 kWh (136 pk) Stage IIb-machine produceert in honderd draaiuren op een klus een uitstoot van 33 kilo NO_x, terwijl een Stage IV- of V-variant hier vier kilo uitstoot.

DEELTJESTELLING LEGT PROBLEEM BLOOT

Bij PM praten we in grammen in de uitlaatlucht die zich verspreidt als deze de uitlaat verlaat. Om een indicatie te geven: een 5,0-liter-Stage V-motor die ongeveer de luchtverplaatsing realiseert die overeenkomt met de motorinhoud komt bij een vermogen van 100 kW (136 pk) en nominaal 2000 toeren aan een rekenkundige concentratie van 25 µg DME-fijnstof per kuub per uur. Dat is lager dan het fijnstofgehalte in de lucht in verontreinigde binnensteden, maar met de belangrijke relativerende opmerking dat de uitlaatlucht anders van samenstelling is en kankerverwekkende stoffen (zogenaamde respirabele elementaire koolstofdeeltjes oftewel EC's) bevat.

Bij de zware motoren voor trucks en bussen, waarvoor al sinds 2013 Euro 6 van kracht is, zijn de testprotocollen in de loop der jaren aangescherpt en uitgebreid met onder andere deelbelasting en duurtesten. Ook is er een deeltjestelling opgenomen voor PM. Bij Stage V-motoren is ook een deeltjestelling van 1×10^{12} toegevoegd. Je hebt het dus over 1.000.000.000.000 (één biljoen) deeltjes per kWh. Roetdeeltjes hebben een grootte van circa 0,3 µm (300 nanometer), fijnstof gaat naar 0,1 µm (100 nanometer). Een menselijk haar is ongeveer 500 maal zo dik. Dergelijk fijnstof dringt diep door en de fijnste deeltjes (nanodeeltjes) kunnen zelfs in je bloedbaan komen.

Als je hieraan gaat rekenen, is het wel duidelijk wat er op een bouwplaats gebeurt. Bij een bouwplek tussen woningen in van bijvoorbeeld honderd bij twintig meter met gebouwen van vijf meter hoog (10.000 kubieke meter) eromheen en windstil weer stoot een Stage V-machine op 50 kW (68 pk) vermogen draaiend in één uur 0,75 gram PM uit. In deze bouwput van 10.000 kubieke meter geeft dat gemiddeld 75 µg



Voor de NO_x-uitstoot zit de clou bij motoren onder de 57 kW (77,5 pk), omdat deze na Stage IIIb zijn ontzien. Fabrikanten kunnen het daardoor af zonder SCR-uitlaatgasbehandeling (AdBlue).

KANKERVERWEKKENDE UITLAATGASSEN IN DME

Per 1 juli 2020 geldt een wettelijke grenswaarde voor dieselmotoremissie (DME) van 10 µg EC per kubieke meter (uitgedrukt in respirabele elementaire koolstofdeeltjes). Als er vervangende oplossingen zijn, hoe duur die ook zijn, moet de ondernemer deze nemen. Deze waarde staat voor vier jaar vast en geldt vanaf 1 juli 2020. Deze grenswaarde geldt voor binnen en buiten.

DME (dieselmotoremissie) kan verschillende effecten hebben op de gezondheid, waaronder oogirritatie, hart- en vaataandoeningen, luchtwegklachten, ontstekingsreacties en longfunctieveranderingen, mogelijk samenhangend met COPD en astma. Daarnaast is er een verhoogde kans op longkanker en blaaskanker. DME staat op de lijst van kankerverwekkende stoffen. De Inspectie SZW wil gezondheidsschade voorkomen en controleert daarom op het genomen arbobesluit dat iemand niet meer dan 10 µg/m³ (0,00001 g/m³) DME, uitgedrukt in respirabele elementaire koolstofdeeltjes (EC's), mag inademen. Het advies van de Gezondheidsraad is om deze grenswaarde nog verder te verlagen naar 1,03 µg/m³. Daarbij wordt opgemerkt dat dit geen absoluut veilige concentratie is, omdat er dan nog altijd kankerverwekkende deeltjes vrijkomen. De arbo stelt het als een concentratie waarbij je een aantal kankergevallen accepteert. De feitelijke inzet van de Inspectie SZW is dat medewerkers niet worden blootgesteld aan kankerverwekkende (uitlaat)gassen. Nederland loopt daarmee voor op de Europese eisen. Binnen Europa zijn lidstaten verplicht uiterlijk 21 februari 2023 een wettelijke grenswaarde voor DME van 50 µm/m³ in te voeren. De Inspectie SZW ziet, mede op basis van gesprekken met belangenorganisaties zoals Cumela, in dat dit niet zomaar één op één in te voeren is zolang er geen vervangende oplossingen zijn voor de sectoren. De dienst heeft in juli 2020 een herziene versie van de Basisinspectiemodule DME gepubliceerd. Hierin wordt in algemene termen beschreven welke maatregelen er van een werkgever worden verwacht wanneer werknemers kunnen worden blootgesteld aan DME. In de Basisinspectiemodule DME is deze vervangingsplicht al concreet uitgewerkt voor heftrucks die in binnensituaties worden gebruikt. Ook voor andere machines en voertuigen wil de Inspectie SZW nader uitwerken in welke gevallen vervanging door niet-diesel-aangedreven varianten wordt verlangd. Hierbij is de 'stand der techniek' leidend. Omdat er vele tientallen soorten machines en voertuigen bestaan, streeft de Inspectie SZW ernaar om dit stap voor stap voor steeds meer toepassingen uit te werken. Op dit moment werkt de dienst samen met sectoren aan de haalbaarheid en concrete implementering van deze regels. Concreet gaat het om een overbruggingsperiode waarin ruimte wordt getolereerd voor Stage IIIb- tot Stage V-machines. Zolang vervanging nog niet is gerealiseerd, dienen aanvullende maatregelen te worden genomen om de blootstelling aan DME zoveel mogelijk te verminderen (bijvoorbeeld door het toepassen van roetfilters). Cumela, BMWt en Bouwend Nederland zijn als Groene Koers-partners in gesprek met de Inspectie SZW om te komen tot redelijk haalbare trajecten. De drie brancheorganisaties pleiten ervoor dat dienst de vervangingsplicht afstemt met het routepad dat wordt ontwikkeld voor de komende tien jaar door de drie ministeries in het initiatief Schoon en Emissieloos Bouwen.

(microgram) per kubieke meter. Omgerekend in deeltjes volgens de deeltjestellingnorm gaat het dan om 5000 DME-deeltjes (fijnstofdeeltjes) per kubieke centimeter.

'DE INZET VAN DE INSPECTIE SZW IS DAT MEDEWERKERS NIET WORDEN BLOOTGESTELD AAN KANKERVERWEKKENDE UITLAATGASSEN'

AANGESCHERPTE REGELS DME

Stage V is dus veel schoner dan Stage I. Afgaande op de fabrikanten zijn hier de grenzen van het mogelijke in het terugdringen van de uitstoot van NOx en PM bereikt. Schoon is hier echter een relatief begrip, omdat het om heel fijne deeltjes gaat. Er is een steeds sterkere lobby om diesels te weren vanuit het oogpunt van de CO₂-voetprint en de stikstofreductie, maar vooral ook vanwege de emissie van schadelijke DME-uitlaatgassen met kankerverwekkende elementaire koolstofdeeltjes (EC's). Het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid heeft in een arbobesluit grenswaarden vastgesteld (zie kader). Als er vervangende oplossingen zijn, hoe duur die ook zijn, moet de ondernemer deze toepassen. De boodschap is daarmee wel helder. Dieselmotoren worden steeds meer geweerd. Dat verklaart ook waarom fabrikanten, ook al zijn de machines met de nieuwste Stage V-motoren nog maar amper op de markt, al volop bezig zijn met alternatieve oplossingen, zoals lpg en dual fuel, elektrisch en waterstof. De industrie heeft er circa twintig jaar over gedaan om de diesel zo schoon te krijgen, maar alle schadelijke deeltjes tegenhouden lijkt niet mogelijk. Op een gegeven moment kan het niet schoner. Als we dat niet accepteren, zal het dus anders moeten.

