

**TNO-rapport****TNO 2017 R11341****Praktijkemissies van een Euro VI  
vuilniswagen: GINAF FPT****Earth, Life & Social Sciences**Anna van Buerenplein 1  
2595 DA Den Haag  
Postbus 96800  
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

|                 |   |
|-----------------|---|
| Datum           | 10 november 2017  |
| Auteur(s)       | Robin Vermeulen, Declan van Heessen, René van Gijlswijk |
| Exemplaarnummer | 2017-STL-RAP-0100309784                                 |
| Aantal pagina's | 14 (incl. bijlagen)                                     |
| Opdrachtgever   | Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat             |
| Projectnaam     | HD Steekproef 2015-2017                                 |
| Projectnummer   | 060.04301   |

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2017 TNO

## Samenvatting

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat biedt emissietesten aan voor vlootbeheerders of concessieverleners die bijvoorbeeld op het punt staan om Euro VI voertuigen aan te schaffen. Het Ministerie beoogt op deze manier de ontwikkeling en aanschaf van voertuigvloten te bevorderen die in de dagelijkse inzet daadwerkelijk schoon zijn.

In het kader van dit aanbod heeft de gemeente Utrecht aan het Ministerie gevraagd om door TNO emissietesten uit te laten voeren aan een tweetal voertuigen.

Het aan te schaffen type vuilniswagen is niet beschikbaar voor een test, omdat die pas na bestelling naar wens van een klant wordt opgebouwd. Er is daarom gezocht naar een vergelijkbaar voertuig, maar die bleek ook niet beschikbaar te zijn. Er zijn daarom testen uitgevoerd aan twee voertuigen met een motor die vergelijkbaar is met het type dat in de door Utrecht aan te schaffen vuilniswagens moet komen. Dit rapport doet verslag van praktijkemissietesten aan het tweede voertuig. Dit tweede voertuig is getest in een andere dan de door gemeente Utrecht beoogde inzet en verschilt dus qua opbouw met het voertuig dat de gemeente wil aanschaffen. De emissietesten aan het eerste voertuig zijn gerapporteerd in [TNO 2017].

De praktijkemissie van stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) van het tweede voertuig is gemiddeld ongeveer 0.8-1.0 g/kWh en 2-3 g/km bij gegeven inzet.

Het eerder doorgemeten voertuig met hetzelfde motortype had een gemiddelde  $\text{NO}_x$ -uitstoot van 6-8 g/kWh en 8-10 g/km [TNO 2017]. Tijdens periodes met een gemiddeld hoger vermogen nam de  $\text{NO}_x$ -emissie fors af.

Beide testen en voertuigen kunnen moeilijk met elkaar worden vergeleken, omdat zowel de voertuigen als de inzet verschillend waren. De testen aan beide voertuigen hebben laten zien dat de voertuigen in staat zijn lage  $\text{NO}_x$ -emissies te halen wanneer de omstandigheden gunstiger zijn dan de 'worst case' condities die voor een groot deel van de test aan het eerste voertuig van toepassing waren. Het is dan ook aannemelijk dat de emissies in de praktijk in Utrecht gemiddeld genomen lager zijn dan gemeten tijdens de eerste testserie, die de worst case condities vertegenwoordigt. Het is op basis van beide testen, echter, niet te zeggen hoeveel lager de emissies zullen zijn.

De praktijkemissiemetingen die in dit onderzoek zijn verricht, verschillen van de metingen die formeel moeten worden uitgevoerd voor de typegoedkeuring van een voertuig. Op basis van de resultaten kan dus niet worden geconcludeerd of een voertuig/motor al dan niet voldoet aan de Europese emissie-eisen.

Een eenvoudige manier om het risico op verhoogde  $\text{NO}_x$ -emissies te verlagen, is het uitzetten van de motor bij het vuil binnenhalen wanneer de kraan niet nodig is. Hierdoor zal de katalysator, die voor de reductie van de  $\text{NO}_x$  uitstoot van de dieselmotor moet zorgen, minder afkoelen en zal hierdoor zijn werk beter blijven doen.

# Inhoudsopgave

|          |                            |           |
|----------|----------------------------|-----------|
|          | <b>Samenvatting .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1</b> | <b>Inleiding .....</b>     | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Testprogramma.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Resultaten .....</b>    | <b>9</b>  |
| <b>4</b> | <b>Conclusies.....</b>     | <b>12</b> |
| <b>5</b> | <b>Referenties .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>6</b> | <b>Ondertekening .....</b> | <b>14</b> |

# 1 Inleiding

## **Achtergrond**

TNO monitort in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat de schadelijke uitstoot van Euro VI vrachtwagens en -bussen. Doel van deze monitoring is te onderzoeken of voertuigen aan de typekeuringseisen voldoen en in de dagelijkse praktijk ook daadwerkelijk schoon zijn. Op basis van eerder uitgevoerde metingen is gebleken dat het gat tussen de typekeuring en de praktijk met de introductie van Euro VI aanmerkelijk kleiner is geworden, maar dat er nog geen garantie is dat voertuigen bij alle typen inzet schoon zijn. Ook is er nog verschil tussen voertuigen onderling.

Om inzicht te verkrijgen in de emissieprestaties van Euro VI voertuigen biedt het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan dat TNO monitortesten uitvoert voor vlootbeheerders of concessieverleners die bijvoorbeeld op het punt staan om Euro VI voertuigen aan te schaffen. Het Ministerie beoogt op deze manier de ontwikkeling en aanschaf van daadwerkelijk schone voertuigvloeden te bevorderen.

In het kader van dit aanbod heeft de Gemeente Utrecht aan het Ministerie gevraagd om door TNO emissietesten uit te laten voeren aan een voertuigtype die de gemeente beoogt aan te schaffen. Het doel van de testen is om de praktijkemissie van NO<sub>x</sub> vast te stellen voor de representatieve inzet van de voertuigen door de Gemeente Utrecht in de stad Utrecht en omstreken.

## **Eerdere metingen**

Begin 2017 zijn in hetzelfde kader metingen verricht aan een voertuig met hetzelfde motortype. De metingen en de testresultaten zijn gerapporteerd in [TNO 2017]. Uit de emissietesten bleek dat de NO<sub>x</sub>-emissies zeer hoog waren (8-10 g/km). De oorzaak was mogelijk te wijten aan de testomstandigheden.

## 2 Testprogramma

### Eerdere metingen

Begin 2017 zijn in hetzelfde kader metingen verricht aan een voertuig met hetzelfde motortype (Iveco 140E, Euro VI, diesel). De metingen en de testresultaten zijn gerapporteerd in [TNO 2017]. Uit de emissietesten bleek dat de NO<sub>x</sub>-emissies tijdens praktijkinzet zeer hoog waren (8-10 g/km). De oorzaak was mogelijk te wijten aan de relatief zware testomstandigheden, zie [TNO 2017]. De resultaten vormden aanleiding om een nieuw testprogramma uit te voeren aan een ander voertuig met hetzelfde motortype met als doel om het NO<sub>x</sub>-emissieniveau vast te stellen bij minder zware omstandigheden.

*De emissietesten aan het eerste voertuig worden aangeduid met 'Voertuig #1'. De emissietesten aan het tweede voertuig, hoofdonderwerp van dit rapport, worden aangeduid met 'Voertuig #2'.*

### Meetobject 'Voertuig #2'

Er zijn metingen verricht aan een GINAF C6. Dit voertuig is in gebruik bij de gemeente Amsterdam.

Voor de beoordeling van de praktijkemissies van voertuigen die men aan wil schaffen, heeft het de voorkeur om dezelfde voertuigen te testen en in hun beoogde dagelijkse inzetpatronen. Voor het door de Gemeente beoogde voertuigtype is dat niet mogelijk, omdat het speciaal naar wens van de Gemeente moet worden opgebouwd en dus nog niet beschikbaar is voor testen. Daarom heeft TNO ervoor gekozen om de importeur te verzoeken een voertuig te vinden die zo goed mogelijk lijkt op het aan te schaffen voertuig en die te testen in zijn dagelijkse inzet. Het doorgemeten voertuig is de enige vuilniswagen die beschikbaar is voor een test die hetzelfde motortype heeft als degene die de Gemeente Utrecht wil aanschaffen. Ook heeft het testvoertuig een automatische wisselbak zoals het beoogde voertuig. Het testvoertuig is met drie assen en een zwaardere opbouw zwaarder (18 ton versus 11 ton) dan het voor aanschaf beoogde voertuig, dat twee assen heeft.

### Gemeten voertuig

GINAF FPT Euro VI diesel vuilniswagen

Merk: GINAF

Handelsbenaming RDW: C6 3130 NF

Brandstof: EN590 diesel

Carrosserietype: Vuilniswagen, BA, Bovenlader.

Asconfiguratie: 6x2

Max. vermogen: 235 kW

Uitlaatgasreinigingssystemen: DOC, DPF, SCR

Kenteken, chassisnummer/VIN: 50-BHD-1, XL9ACAETA00527244

EG voertuigcategorie en milieuklasse: N3, 595/2009\*64/2012A NB. Ouder typegoedkeuringsnummer dan beoogd voor aanschaf (huidig geldend is 595/2009\*2016/1718).

Cilinderinhoud: 6.728 cm<sup>3</sup>

Km-tellerstand: 18.653 km

Gewicht rijklaar: 17.840 kg  
Max. toegestane massa: 29.500 kg  
Motorfabrikant: FPT



Figuur 1: geteste GINAF vuilniswagen met FPT motor

### *Meting*

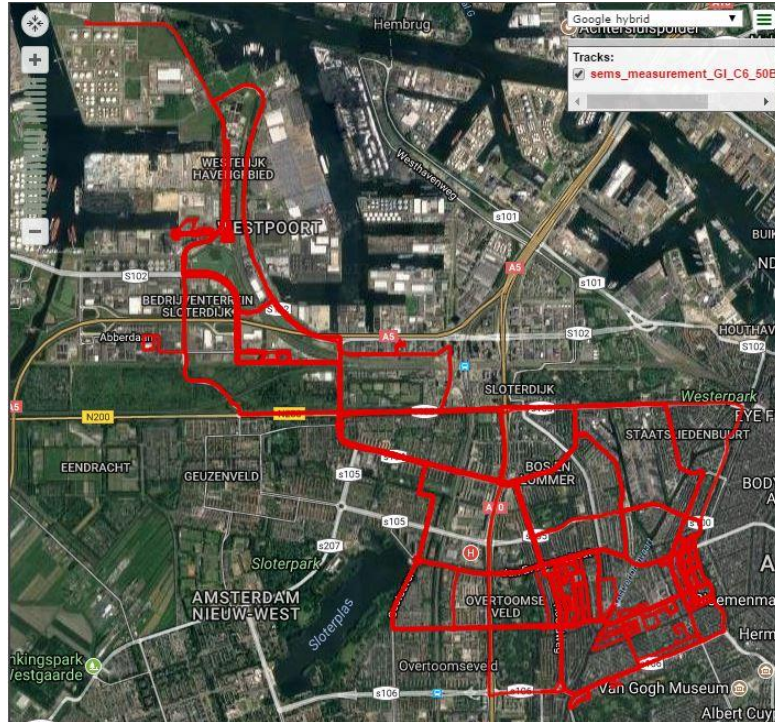
De metingen zijn met het zogenaamde SEMS (Smart Emission Measurement System, [TNO 2012], [TNO 2016b]) meetsysteem uitgevoerd. Dit systeem bestaat onder meer uit een sensor waarmee de  $\text{NO}_x$ -concentratie in de uitlaatgassen wordt gemeten. Daarnaast worden tal van andere parameters van het voertuig gelogd (onder meer snelheid, motorvermogen, koelwatertemperatuur en uitlaatgastemperatuur).

De metingen zijn in de periode 17 augustus t/m 8 september 2017 uitgevoerd tijdens praktijkinzet van het voertuig in Amsterdam. Het voertuig heeft zijn normale dienst vervuld.

Het emissieniveau van  $\text{NO}_x$  tijdens praktijkinzet in Amsterdam is berekend in gram emissie per kilowatt-uur motorarbeid en gram emissie per gereden kilometer. Ook is het verloop van de  $\text{NO}_x$ -emissie uitgezet tegen het motorvermogen. Verder is een zogenaamde SEMS-factor berekend die een schatting geeft van de emissieprestaties van het voertuig in de praktijk ten opzichte van de Euro VI-norm voor de uitstoot van  $\text{NO}_x$  over een voorgeschreven rit.

*Inzet, testroute*

Het voertuig is ingezet in de huisvuilophaaldienst van Amsterdam-West. Het voertuig is een bovenlader en leegt ondergrondse containers. Het laden gebeurt met een haakarm. De beoogde grofvuilophaaldienst in Utrecht gebruikt een haakarm voor het laden van grote stukken vuil.



Figuur 2: gereden testroute.

*Testmassa*

De massa van het testvoertuig, in rijklare toestand zoals geregistreerd bij RDW is 17.840 kg. De belading van het testvoertuig neemt vervolgens toe naar mate het testvoertuig meer huisvuil ophaalt. Het daadwerkelijke gewicht is niet bekend.

*Weer*

Tijdens de testen in Amsterdam was het met een buitentemperatuur van gemiddeld 21.4°C warmer dan het etmaalgemiddelde in Nederland (~11°C).

*Vergelijking van de twee testprogramma's met de twee verschillende voertuigen*

De meetgegevens van testvoertuig #2 zijn niet representatief voor de inzet door de gemeente Utrecht. Van een eerdere meting (voertuig #1) zijn gegevens beschikbaar die zijn opgenomen in de praktijk met een voertuig met hetzelfde motortype bij de beoogde inzet in Utrecht [TNO 2017].

Tabel 1: Overzicht van de twee testprogramma's en de beoogde inzet en voertuiggegevens

|                                      | Beoogd voertuig en inzet Utrecht                         | Test met voertuig #1                                  | Test met voertuig #2  |
|--------------------------------------|--|---|---|
| <b>Voertuig</b>                      |  |   |   |
| Merk chassis/opbouw, motor           | Iveco, FPT   | Iveco, FPT  | GINAF, FPT  |
| Motorvermogen maximaal [kW]          | 185  | 185   | 235   |
| Cilinderinhoud [cm <sup>3</sup> ]    | 6728   | 6728  | 6728  |
| Versnellingsbak                      | Automaat   | Hand  | Automaat  |
| Hulpapparaten                        | Kraan  | Geen  | Laadarm, vuilpers   |
| Gewicht rijklaar [kg]                | 11.000   | 10.860  | 17.840  |
| Assen                                | 4x2  | 4x2   | 6x2   |
| <b>Test/inzet</b>                    |  |   |   |
| Inzet                                | Utrecht Grofvuilophaal-dienst, gesloten container +kraan | Utrecht Volgen grofvuilophaal-dienst, gesloten opbouw | Amsterdam-west Huisvuil, bovenlader met haakarm ondergrondse containers |
| Omgevingstemperatuur [C]             | -5 tot 30 <sup>1</sup>                                   | 0 tot 3   | 10-28   |
| Gemiddelde snelheid [km/u]           | 7-10 km/u  | 7 km/u  | 10 km/u   |
| Gemiddelde uitlaatgastemperatuur [C] | Niet bekend  | 125   | 240   |

<sup>1</sup>geschat temperatuurvenster waarin >95% van de inzet plaatsvindt.

### Beoordeling

De prestaties van het gemeten voertuig wordt uitgedrukt in gemiddelde emissie over de hele meetperiode, in gram NO<sub>x</sub> per kilowattuur en gram per kilometer.



### 3 Resultaten

#### Eerdere metingen

Begin 2017 zijn in hetzelfde kader metingen verricht aan een voertuig met hetzelfde motortype (Iveco 140E, Euro VI , diesel), zie hoofdstuk 2.

#### Resultaten

De NO<sub>x</sub>-emissie van de test aan voertuig #2 in Amsterdam was gemiddeld ongeveer 0.8-1.0 g/kWh en ongeveer 2-3 g/km terwijl de NO<sub>x</sub> emissie voor de test aan voertuig #1 in Utrecht gemiddeld 6-8 g/kWh en 8-10 g/km was. De resultaten kunnen niet direct met elkaar worden vergeleken omdat beide voertuigen en inzetten verschillend zijn en omdat de testomstandigheden anders waren.

Tabel 2: overzicht van de testresultaten voor de twee geteste voertuigen.

|                                    |       | Euro VI N3<br>praktijk test<br>Voertuig #1 | Euro VI<br>grenswaarden<br>praktijktest | Utrecht<br>Voertuig<br>#1 | Amsterdam<br>Voertuig<br>#2 |
|------------------------------------|-------|--|---|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Gemiddelde snelheid</b>         | km/u  | 53   |   | 7                         | 10                          |
| <b>Snelheid = 0</b>                | %     | 12   |   | 56                        | 48                          |
| <b>Gem. motorvermogen</b>          | %     | 21   | >20% (>15%) <sup>1</sup>                | 7                         | 15                          |
| <b>Gem. NO<sub>x</sub> emissie</b> | g/kWh | 0.15                                       | 0.69 g/kWh <sup>2</sup>                 | 6-8                       | 0.8-1.0                     |
| <b>Gem. NO<sub>x</sub> emissie</b> | g/km  | -  | -                                       | 8-10                      | 2-3                         |

<sup>1</sup>Onderste vermogensgrens voor evaluatie van de praktijktest voor de conformiteit van in gebruik zijnde voertuigen. De geldende grenswaarde (tussen 15 en 20%) hangt af van het aantal valide datavensters van de test.

<sup>2</sup>Voor de praktijktest voor de conformiteit van in gebruik zijnde voertuigen geldt een grenswaarde van 1.5 maal de limiet van 0.46 g/kWh die geldt over een typegoedkeuringstest voor de motor. Dit resulteert in een grenswaarde van 0.69 g/kWh.

De NO<sub>x</sub>-emissies van de testen aan voertuig #2 zijn beduidend lager dan de NO<sub>x</sub> emissies van de testen aan voertuig #1. De lagere NO<sub>x</sub>-uitstoot voor de tweede testserie kan worden verklaard door het gemiddeld hogere motorvermogen en mogelijk door de wat hogere omgevingstemperatuur dan tijdens de eerste testserie. Door het hogere vermogen en de hogere omgevingstemperatuur komt de motor en de SCR-katalysator sneller op werktemperatuur. De SCR-katalysator kan dan sneller met een hoog rendement de NO<sub>x</sub> uit de dieselmotor reduceren.

Het hogere motorvermogen aan voertuig #2 wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door:

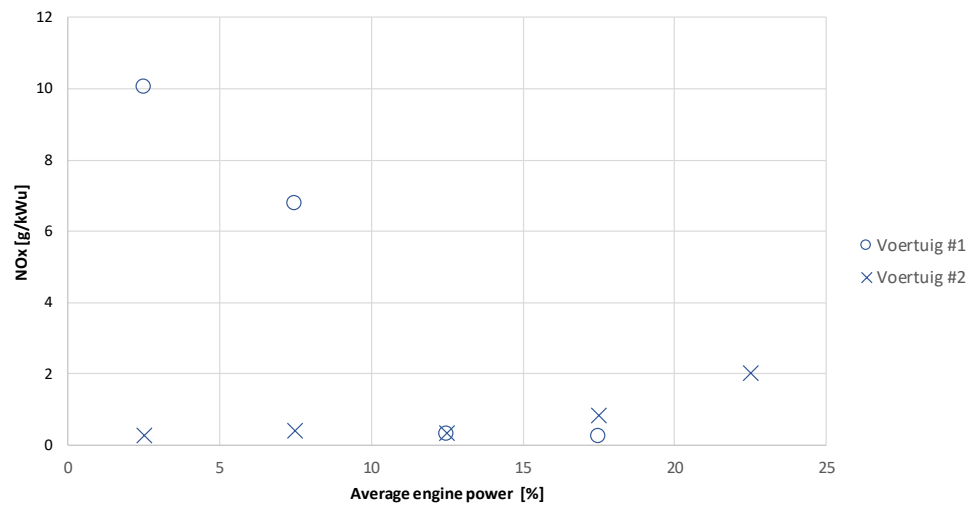
- het veelvuldige gebruik en het hoge vermogen van de power take-off voor het laden en persen van huisvuil (+10 tot +30 kW), zie Figuur 4,
- het hogere gewicht van het voertuig,
- de automatische wisselbak met een koppelvormer en,
- de iets hogere gemiddelde snelheid (10 vs. 7 km/u).

De eerste testserie aan voertuig #1 is uitgevoerd in zogenaamde worst-case condities. De omgevingstemperatuur was met temperaturen rond 0 tot 3°C lager

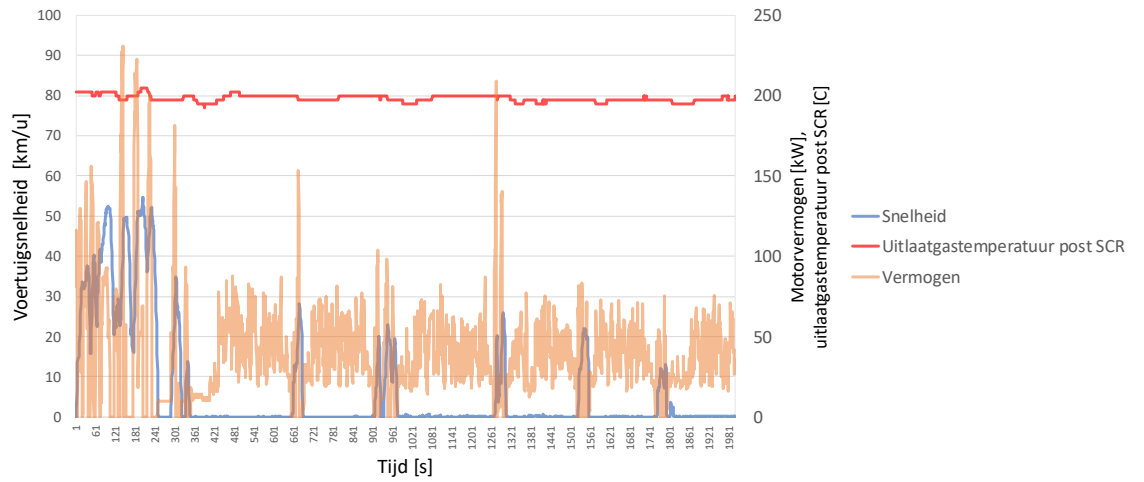
dan gemiddeld in Nederland (de 24-uursgemiddelde temperatuur is in Nederland ongeveer 10-11°C. Voertuig #1 was op rijklaargewicht gebracht maar vervoerde geen lading (grof vuil), de versnellingsbak was een handbak en had dus geen automatische wisselbak die extra vermogen vraagt.

Ook was er geen kraan aan boord waardoor er geen vermogen van de motor werd gevraagd voor het kranen van grote stukken grof vuil, zoals beoogd voor de inzet in Utrecht. Het is dan ook zeer aannemelijk dat in de praktijksituatie in Utrecht het gemiddelde motorvermogen van het aan te schaffen voertuig hoger zal liggen dan tijdens de eerste testserie gemeten is (7% van het maximale motorvermogen). Tussen een hoger motorvermogen van 7 en 12% nemen de NO<sub>x</sub> emissies fors af. Elke kilowatt meerverbruik (door bijvoorbeeld de koppelomvormer, kraangebruik, belading) verhoogt het motorvermogen met 0.54%.

Hiermee is het ook aannemelijk dat de NO<sub>x</sub> emissies gemiddeld lager zullen uitvallen. Te meer omdat beide voertuigen hebben laten zien dat bij gemiddeld hogere motorvermogens de SCR-katalysator warmer wordt en dus beter in staat is om de NO<sub>x</sub> emissie van de dieselmotor te reduceren. Hoeveel precies, valt op basis van de meetgegevens van beide testen echter niet te zeggen omdat de toename van het motorvermogen door kraangebruik en de automatische wisselbak en belading (grof vuil) niet bekend is.



Figuur 3: NO<sub>x</sub> emissie bij verschillende niveaus van het motorvermogen (in percentage van het maximum motorvermogen) voor voertuig #1 en voertuig #2.



Figuur 4: voorbeeld van typische inzet van voertuig #2 met voertuigverplaatsing en momenten waarop vuil wordt binnengehaald. Het motorvermogen ligt tijdens vuil binnengalen rond de 10-30 kW. Hierdoor blijft de SCR-katalysator op werkteemperatuur en kan de NO<sub>x</sub> emissie van de dieselmotor efficiënt worden gereduceerd.

## 4 Conclusies

Er zijn praktijkemissiemetingen verricht aan een huisvuilwagen om de NO<sub>x</sub>-emissies vast te stellen tijdens de praktijkinzet van het voertuig. Het geteste voertuig heeft een vergelijkbare motor en versnellingsbak als het door de Gemeente Utrecht voor aanschaf beoogde voertuig, maar is getest in een andere inzet dan beoogd en verschilt qua opbouw met het voertuig dat de gemeente wil aanschaffen.

- De praktijkemissie van NO<sub>x</sub> van het geteste voertuig is gemiddeld ongeveer 0.8-0.9 g/kWh en 2-3 g/km bij gegeven inzet.
- Het eerder doorgemeten voertuig met hetzelfde motortype had een gemiddelde NO<sub>x</sub>-uitstoot van 6-8 g/kWh en 8-10 g/km [TNO 2017]. Tijdens periodes met een gemiddeld hoger vermogen nam de NO<sub>x</sub>-emissie fors af.
- Beide testen en voertuigen kunnen moeilijk met elkaar worden vergeleken omdat zowel de voertuigen als de inzet verschillend waren.
- De testen aan beide voertuigen laten zien dat de voertuigen in staat zijn lage NO<sub>x</sub> emissies te halen wanneer de omstandigheden gunstiger zijn dan de 'worst case' condities die voor een groot deel van de test aan het eerste voertuig van toepassing waren. Het is dan ook aannemelijk dat de emissies bij gebruik door de Gemeente gemiddeld genomen lager zullen zijn dan tijdens de eerste testserie onder worst case condities is vastgesteld. Het is op basis van beide testen echter niet te zeggen hoeveel lager de emissies zullen zijn.
- De praktijkemissiemetingen die in dit onderzoek zijn verricht, verschillen van de metingen die formeel moeten worden uitgevoerd voor de typegoedkeuring van een voertuig. Op basis van de resultaten kan dus niet worden geconcludeerd of een voertuig/motor al dan niet voldoet aan de Europese emissie-eisen.

Een eenvoudige manier om het risico op verhoogde NO<sub>x</sub>-emissies te verlagen, is het uitzetten van de motor bij het vuil binnenhalen wanneer de kraan niet nodig is. Hierdoor zal de katalysator, die voor de reductie van de NO<sub>x</sub> uitstoot van de dieselmotor moet zorgen, minder afkoelen en kan zijn werk daardoor beter blijven doen.

## 5 Referenties

- [TNO 2012] Vermeulen, R.J. et al., *A smart and robust NO<sub>x</sub> emission evaluation tool for the environmental screening of heavy-duty vehicles*, Transport and Air Pollution paper 49.
- [TNO 2016a] Vermeulen R.J. et al., *The Netherlands In-Service Emissions Testing Programme for Heavy-Duty Vehicles 2015-2016 Annual Report*, TNO report TNO 2016 R11270, 10 October 2016
- [TNO 2016b] Heine, V.A.M. et al., *Assessment of road vehicle emissions: methodology of the Dutch in-service testing programmes*, TNO 2016 R11178, October 2016
- [TNO 2017] Vermeulen, *Praktijkemissies van een Euro VI grofvuilwagen*, TNO rapport TNO 2017 R10188, 10 februari 2017.

## 6 Ondertekening

Den Haag, 10 november 2017



Willar Vonk  
Researchmanager STL

TNO



Robin Vermeulen  
Auteur