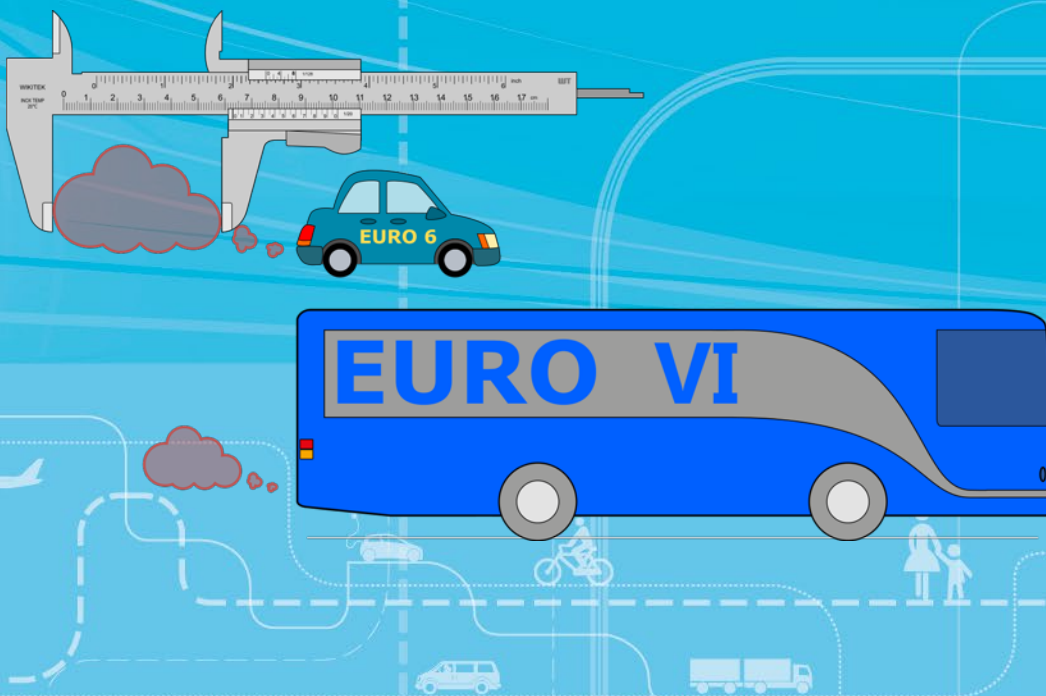


Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi

Resultater fra måleprogrammet i EMIROAD 2014



Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi

Resultater fra måleprogrammet i EMIROAD 2014

Christian Weber

Rolf Hagman,

Astrid Helene Amundsen

Forsidebilde: Christian Weber, TØI

Illustrasjon av skyvelære på forsidebilde stammer fra Joaquim Alves Gaspar (2006)
(http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vernier_caliper_legends.svg)

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-1622-9 Elektronisk versjon

Oslo, juni 2015

Tittel: Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi.
Resultater fra måleprogrammet i EMIROAD 2014

Forfattere: Christian Weber
Rolf Hagman
Astrid Helene Amundsen

Dato: 06.2015

TØI rapport: 1405/2015

Sider 39

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1622-9

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Statens vegvesen Vegdirektoratet

Prosjekt: 4108 - EMIROAD

Prosjektleder: Rolf Hagman

Kvalitetsansvarlig: Ronny Klæboe

Emneord: CO2
Euro 6
EURO VI
Kjøretøy
NOx
PM
Utslipp

Title: Emission from vehicles with Euro 6/VI technology.
Results from the measurement programme in
EMIROAD 2014

Author(s): Christian Weber
Rolf Hagman
Astrid Helene Amundsen

Date: 06.2015

TØI report: 1405/2015

Pages 39

ISBN Electronic: 978-82-480-1622-9

ISSN 0808-1190

Financed by: The Norwegian Public Roads
Administration

Project: 4108 - EMIROAD

Project manager: Rolf Hagman

Quality manager: Ronny Klæboe

Key words: CO2
Emissions
Euro 6/VI
NOx
PM
Vehicles

Sammendrag:

Utslipp fra seks bybusser og to lastebiler med Euro VI-motor samt to diesel- og to bensinbiler (Euro 6) er testet. Resultatene tilsier så langt at bybusser og tunge kjøretøy med Euro VI-teknologi har oppnådd kraftig reduserte utslippsverdier for NOx i forhold til kjøretøy med Euro V-motorer. Det samme gjelder imidlertid ikke for Euro 6 dieselpersonbiler. De oppnår riktignok noe reduksjon av NOx-utslippet ved 23 °C i forhold til Euro 5, men ligger i virkelig trafikk over godkjeningsverdien og kan under nordiske vinterforhold slippe ut opp mot 25 ganger over godkjeningsverdien for NOx. Personbiler med bensinmotor viser derimot knapt målbar utslipp av NOx. Alle de testede kjøretøy har lave partikkelutslipp og andre regulerte utslipp. Resultatene fra kjøretøy testet i 2014 bekrefter i stor grad resultatene fra testene utført i 2013.

Summary:

Emissions from six city buses and two trucks with Euro VI engine is tested. We have recently also tested two diesel and two petrol cars (Euro 6). Results indicate that buses and heavy vehicles with Euro VI technology has achieved substantial reductions in emissions of NOx compared to vehicles with Euro V engines. The same does not apply to Euro 6 diesel cars. They have reduced the NOx level somewhat at 23 °C compared to Euro 5. But in real traffic the emission level is higher than the limit value and can under Nordic winter conditions be up to 25 times higher than the limit value for NOx. Cars with petrol motor however, show barely measurable emissions of NOx. All the tested vehicles have low emissions of particulate matter and other regulated emissions. The results of the vehicles tested in 2014 largely confirm the results of the earlier tests carried out in 2013.

Language of report: Norwegian

Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.

This report is available only in electronic version.

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Nye europeiske krav til typegodkjenning for personbiler (Euro 6) og motorer til tunge kjøretøy (Euro VI) skjerper kravene til utslipp for kjøretøy. Imidlertid overskrider utslipp som måles i virkelig trafikk og under vinterforhold ofte de utslippsverdiene som er oppnådd ved europeisk typegodkjenning.

Denne rapporten er utarbeidet for Statens vegvesens FoU-program EMIROAD. Dette etatsprosjektet har som mål å utvikle ny kunnskap om utslipp fra tunge og lette kjøretøy i virkelig trafikk.

Hensikten med målingene er å få indikasjoner på reelle utslipp under nordiske forhold, og etablere et kunnskapsmessig grunnlag for å anslå i hvilken grad kjøretøyer som tilfredsstillere de nye utslippskravene, vil kunne bidra til bedre luftkvalitet i norske storbyer. Vi ønsket blant annet å finne ut, hvor mye Euro 6/VI-kjøretøyene/motorene slipper ut av ulike komponenter (bla: NO_x, NO₂, PM og CO₂) under kjøring tilnærmet det en finner i virkelig trafikk. Samtidig vil vi kontrollere om ny kjøretøyteknologi kan gi utilsiktede sidevirkninger med hensyn til utslipp av andre forurensende stoffer. Målet er å gi myndighetene et best mulig beslutningsgrunnlag for å vurdere behovet for og effekten av tiltak som kan redusere utslippet fra kjøretøyparken.

Prosjektet og måleprogrammet er finansiert av Statens vegvesen Vegdirektoratet. TØI har utført prosjektet i samarbeid med finske VTT. TØI ved forsker Rolf Hagman har vært prosjektleder, hos VTT har Juhani Laurikko vært den ansvarlige for utslippsmålingene av kjøretøyene. Kontaktperson hos oppdragsgiver er Christine Holtan Bøgh.

Rapporten er skrevet av forskerne Christian Weber (TØI), Rolf Hagman (TØI) og Astrid H. Amundsen (TØI). Forskningsleder Ronny Klæboe har vært ansvarlig for kvalitetssikringen av rapporten, mens sekretær Trude Rømming har tilrettelagt rapporten for publisering.

Oslo, juni 2015
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Ronny Klæboe
forskningsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Introduksjon.....	1
1.1	Bakgrunn.....	1
1.2	Typegodkjenning av kjøretøy	2
1.3	Erfaring fra testing av Euro 6/VI-kjøretøy i 2013	3
1.4	Prosjektets formål.....	3
2	Metode.....	5
2.1	Kjøresyklus for bybusser	5
2.2	Kjøresyklus for tunge kjøretøy	6
2.3	Kjøresyklus for personbiler.....	6
2.4	Testede bybusser	7
2.5	Testede lastebiler	8
2.6	Testede personbiler	8
2.7	Usikkerhet i måleresultatene	9
3	Resultater bybusser	10
3.1	CO ₂	10
3.2	PM	11
3.3	NO _x	12
3.4	CO	13
3.5	THC.....	13
4	Resultater lastebiler.....	14
4.1	CO ₂	14
4.2	PM	15
4.3	NO _x	15
5	Resultater personbiler	17
5.1	CO ₂	17
5.2	PM	18
5.3	NO _x	19
5.4	NO ₂ og NO	20
5.5	N ₂ O	21
5.6	CO	22
5.7	THC.....	22
6	Diskusjon	24
6.1	Betydning av kjøretøyets vekt for utslippet.....	24
6.2	Renseteknologi – betydning for fjerning av NO _x	25
6.3	Oppfylging av Euro-normen i virkelig trafikk og angitt CO ₂ -utslipp.....	26
6.4	Luftkvalitet i store norske byer.....	26
7	Ordliste	28
8	Referanser.....	31
	Vedlegg 1: Tabeller – måleverdier	33
V.1.1	Bybusser	33
V.1.2	Tunge kjøretøy	34
V.1.3	Personbiler	36

Sammendrag:

Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI-teknologi

Resultater fra måleprogrammet i EMIROAD 2014

TØI rapport 1405/2015

Forfattere: Christian Weber, Rolf Hagman, Astrid H. Amundsen
Oslo 2015 39 sider

Avgassmålinger viser at de testede tunge kjøretøy og bybussar med Euro VI-motorer har kraftig reduserte utslippsverdier i forhold til kjøretøy med motorer som kun tilfredsstiller Euro V-krav. De testede Euro 6-dieselpersonbiler viser noe reduksjon av NO_x-utslippet ved 23 °C sammenlignet med Euro 5-dieselpersonbiler, men ligger i virkelig trafikk fortsatt over godkjenningens verdien. I kulde ligger reelt utslipp opp mot 25 ganger over godkjenningens verdien for NO_x. De testede personbiler med bensinmotor har knapt målbare utslipp av NO_x. Alle testede kjøretøy har minimale utslipp av partikler og andre regulerte utslippsfaktorer.

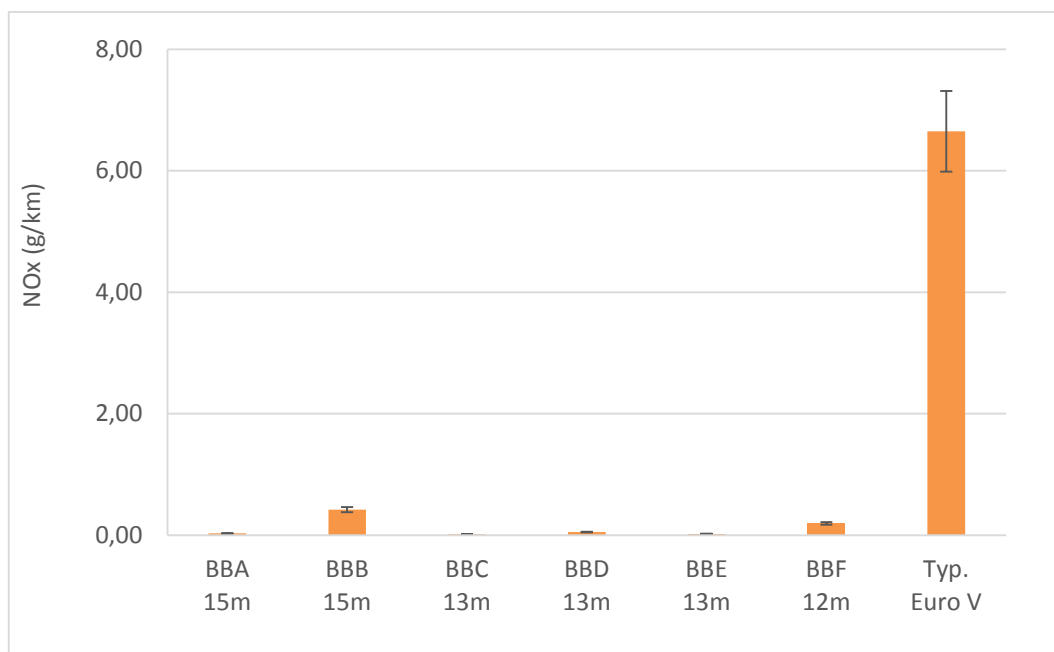
Fra 2014-2015 iverksettes nye og strengere avgasskrav, som gjelder for nye lette (Euro 6) og tunge (Euro VI) kjøretøy. TØI har på oppdrag av Statens vegvesens FoU-program EMIROAD (EMISSIONS FROM ROAD transport vehicles) undersøkt faktiske utslipp i trafikken fra kjøretøy som under selve typegodkjenningen oppfyller kravene. En interessant problemstilling er om de nye Euro 6/VI-kravene vil redusere utslippene fra vegtrafikken så mye som på forhånd forventet.

Tidligere måleprogram utført av TØI og VTT viste at tunge kjøretøy med Euro VI-motorer klarer å oppfylle grenseverdiene for Euro-typegodkjenning også i virkelig trafikk, mens dieselpersonbiler sliter med rensing av NO_x, særlig i kulde (Hagman & Amundsen, 2013a, 2013b). Konklusjonen fra tidligere testrundene har blitt ytterligere styrket av resultatene i den forliggende rapporten.

Utslipet fra Euro VI-busser kraftig redusert

I den aktuelle testrunden ble det utført avgassmålinger fra seks bybussar med Euro VI-motorer. Resultatene ble sammenlignet med utslippet fra en typisk bybuss med Euro V-motor.

Målingene av bybussene med Euro VI-dieselmotorer viser svært lave utslipp av partikler (*particulate matter*, PM) og NO_x. I forhold til utslippene fra en typisk buss med Euro V-dieselmotor, er utslippet av PM og NO_x redusert med henholdsvis 90 og 98 %. Utslipet av NO_x er angitt i Figur S.1.



Figur S.1: NO_x-utslipp i g/km for seks bybusser (BBA-BBF) med Euro VI-motor. Utslippsverdiene er meget lave sammenlignet med utslippet fra en typisk 12 m buss med Euro V-motor.

Renseteknologien med DPF¹, SCR² og urea, sammen med effektiv motorstyring, ser ut til å fungere meget bra i virkelig trafikk ved 23 °C. Våre målinger avdekket ingen vesentlige overskridelser av grenseverdiene. Det gjenstår å undersøke langtidsvirkningene av rensesystemene, for å kunne vurdere om systemene virker like bra etter flere års bruk.

Lastebilene med Euro VI-motorer viser de samme tendensene som bybussene

Målingene for lastebilene bekrefter funnene for bybussene: Rensesystemene fungerer meget bra under de undersøkte forhold, og de testede tunge kjøretøy kommer i liten grad til å bidra til lokal forurensing.

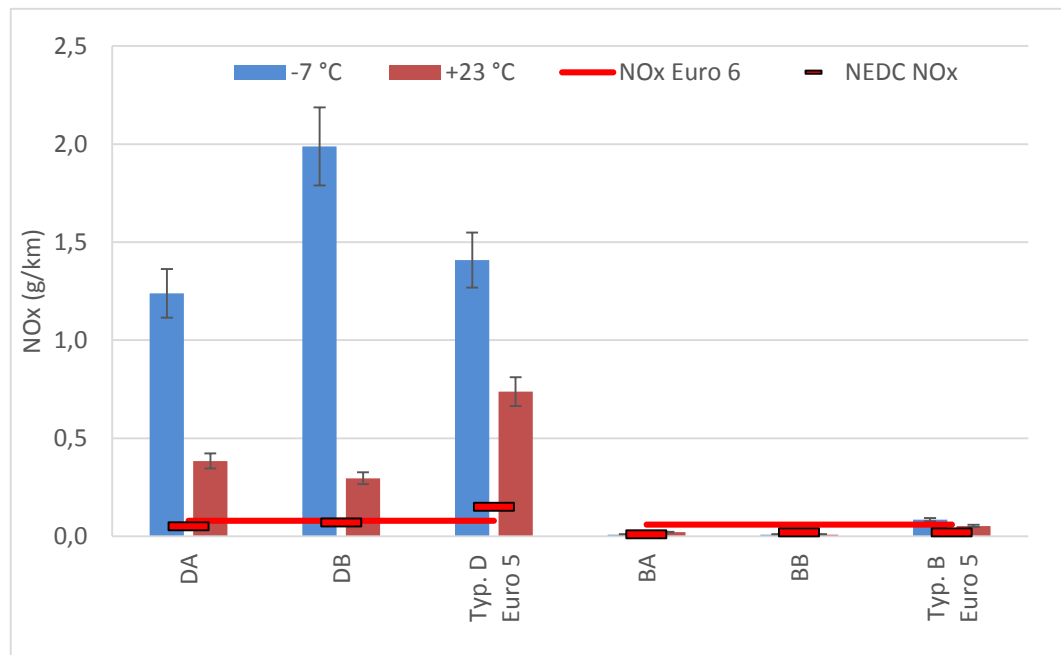
Euro 6-personbiler har fortsatt et utslipp av NO_x i virkelig trafikk som er høyere enn typegodkjenningskravet

I denne testrunden testet vi fire personbiler, to diesel- og to bensinbiler. Som forventet har bensinbilene ingen problemer med å klare typegodkjenningskravene selv når de testes i tilnærmet virkelig trafikk, og i kulde, se Figur S.2. Euro 6-dieselbilene har (som de andre Euro 6-dieselbilene testet i 2013) fortsatt store problemer med høye utslipp av NO_x i virkelig trafikk. Selv om de tilfredsstiller typegodkjenningskravet når de testes med kjøresyklusen som inngår i

¹ DPF - Diesel Particulate Filter

² SCR - Selective Catalytic Reduction

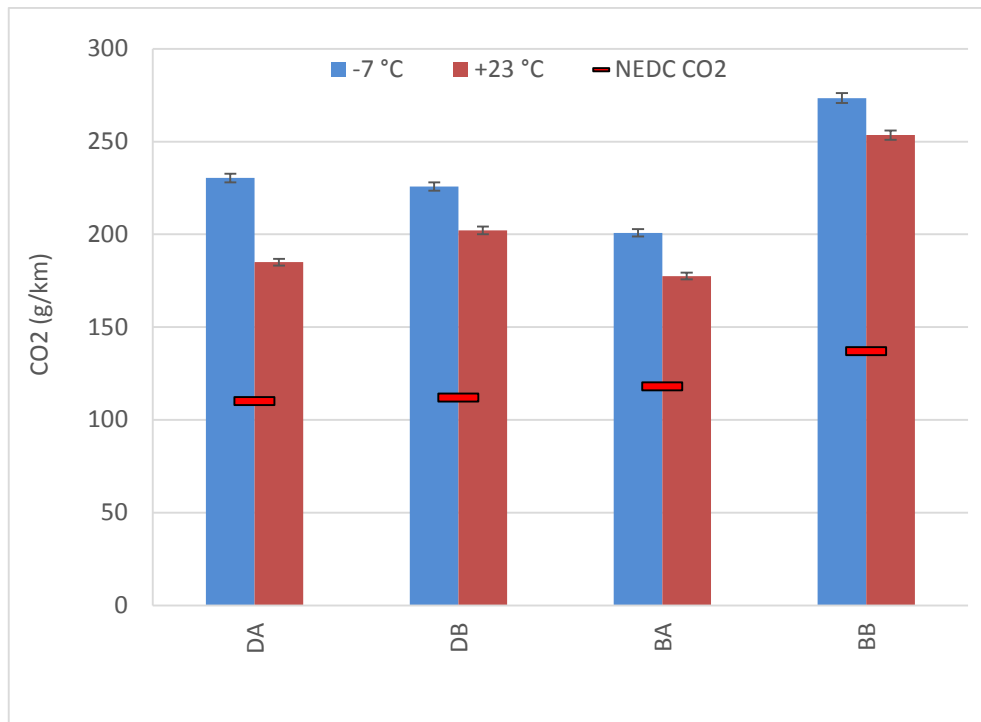
typegodkjenningen, gjenspeiler disse tallene i liten grad det forventede utslippet ved typisk bykjøring og i kulde.



Figur S.2: NO_x-utslipp i g/km for testede Euro 6-dieselpersonbiler (DA, DB) og personbiler med bensinmotor (BA, BB). Den røde markeringen (NEDC NO_x) viser verdien som angitt av produsentene. Den røde linjen viser typegodkjenningskravet for Euro 6. Som referanse vises også en typisk Euro 5-personbil med hhv. diesel- og bensinmotor.

For alle de testede personbilene var CO₂-utslippet og dermed drivstofforbruket i virkelig trafikk betydelig høyere enn angitt på vognkortet, se Figur S.3. Sammen med høyere verdier for NO_x-utslipp fra dieselpersonbilene i virkelig trafikk (se Figur S.2) styrker dette behovet for at kjøresyklusene for Euro-godkjenning må vurderes på nytt og tilpasses til mer realistiske kjøremønstre. Først når godkjenningssyklusen gjenspeiler virkelig trafikk, kan typegodkjenning brukes til å anslå skatt, bompengesatser m.m. på en rettferdig måte.

Utslipet av PM og andre regulerte utslippsfaktorer er meget lavt både for bensin- og dieselpiler.



Figur S.3: CO₂-utslipp i g/km for testede Euro 6-dieselpersonbiler (DA, DB) og personbiler med bensinmotor (BA, BB). Den korte røde streken indikerer hva produsenten av kjøretøyet har oppgitt som utslipp fra det aktuelle kjøretøyet.

Utslipp fra kjøretøy i byen

Meget lave utslippsnivåer av PM fra kjøretøy med Euro 6/VI-teknologi tyder på at eksos fra moderne kjøretøy ikke lenger vil være en stor kilde til PM i byluften. De store kildene til PM fra vegtrafikk i byluften vil være slitasje av dekk, bremses og asfalt.

Når det gjelder NO_x-utslippet fra tunge kjøretøy, vil innføring av moderne Euro VI-dieselmotorer i kjøretøyparken bidra til lavere nivåer. Derimot viser dieselpersonbiler ikke samme positive utvikling, og fortsatt vil slippe ut betydelige mengder av NO_x, dersom renseteknologien ikke bedre tilpasses faktiske kjøreforhold.

Summary:

Emission from vehicles with Euro 6/VI-technology

Results from the measurement programme EMIROAD 2014

TØI Report 1405/2015

Author(s): Christian Weber, Rolf Hagman, Astrid H. Amundsen

Oslo 2015, 39 pages Norwegian language

Exhaust measurements show that the tested heavy vehicles and buses with Euro VI engines have greatly reduced the emissions of NO_x and PM compared to vehicles with engines that comply with the Euro V requirements. The tested Euro 6 diesel cars show some reduction of NO_x emissions at 23 °C compared to Euro 5 diesel passenger cars, but the emissions in real traffic are still higher than the type approval value. In cold weather, and in real city traffic, the emission is up to 25 times higher than the type approval value for NO_x. The tested cars with petrol engines have barely measurable emissions of NO_x. All tested vehicles have low emissions of particulate matters and other regulated emission factors.

From 2014-2015 new and stricter emission standards were implemented, these standards apply to new lightweight (Euro 6) vehicles and engines of heavy (Euro VI) vehicles. TØI has been commissioned by the Norwegian Public Roads Administration and their research programme EMIROAD, to examine emissions from Euro 6/VI vehicles in real traffic. The vehicles have all met the type approval limit value when tested using the standard type approval test. We wanted to investigate what to expect of emissions from these vehicles in real traffic situations, especially in city traffic and when used during the cold Nordic winters. An interesting question is whether the new Euro 6/VI requirements will reduce emissions from road traffic as much as was expected in advance.

An earlier measurement program conducted by TØI and VTT found that heavy vehicles with Euro VI engines comply with the limits for Euro-approval in real traffic, while diesel cars are still struggling with the NO_x reduction, especially in cold weather (Hagman and Amundsen 2013a, 2013b). The preliminary conclusion from these earlier tests has been further strengthened by this test round.

Big reduction in the emissions from Euro VI buses

In this test round we performed exhaust measurements for six city buses with Euro VI engines. The results were compared with emissions from a typical city bus with Euro V engine.

Emission from vehicles with Euro 6/VI-technology

The measurements of the city buses with Euro VI diesel engines show extremely low levels of PM and NO_x. In comparison to emissions from a typical bus with Euro V diesel engine, emissions of PM and NO_x are reduced by approximately 90 respective 98 percent. Emissions of NO_x are presented in Figure S.1.

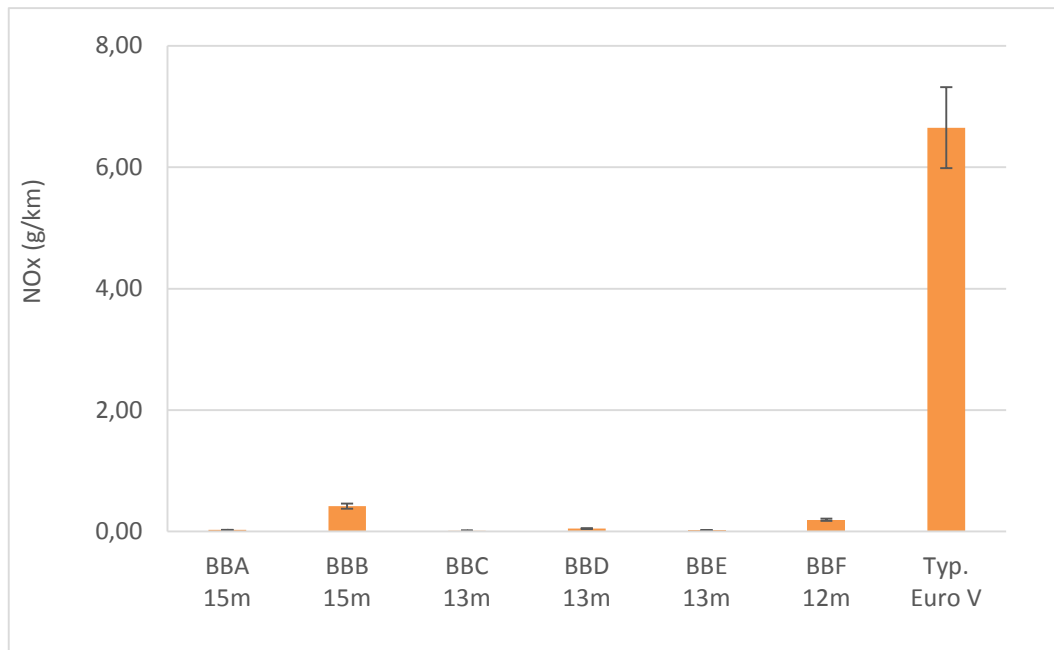


Figure S.1: NO_x emissions in g/km for six city buses (BBA-BBF) with Euro VI engine. Emission values are very low compared to the emissions from a typical 12 meter bus with Euro V engine.

The exhaust treatment systems with DPF¹, SCR² and urea, together with an advanced management and control system, seem to work very well in real traffic and at 23 °C. We have not discovered any weaknesses in the technology during our measurements. It remains to investigate the possible long-term effects of the technology, in order to assess whether the technology is just as good after several years of use.

Trucks with Euro VI engines show the same good tendency as city buses

Measurements of emissions from trucks confirm the findings for city buses: Exhaust treatment systems work well and the tested heavy vehicles will not be a major source to local NO_x pollution.

Euro 6 cars still have NO_x emissions in real traffic that is higher than the type approval limit

During this test round we also tested four cars, two diesel and two petrol cars. As expected, petrol cars have no problem complying with the type approval

¹ DPF - Diesel Particulate Filter

² SCR - Selective Catalytic Reduction

requirements even when tested in virtually real traffic, and in cold weather conditions, see Figure S.2. Euro 6 diesel cars still have (like the other Euro 6 diesel cars tested in 2013) problems with high emission of NO_x in real traffic. Even if they manage to comply with the type approval requirements when tested in the standard type approval test cycle, our tests show that this is not representative for what the vehicle emits in real city traffic (and in cold weather).

The driving cycle used for the current type approval tests will only to a small extent reflect emissions in typical city driving, and the type approval of new vehicles are only performed at 23 °C.

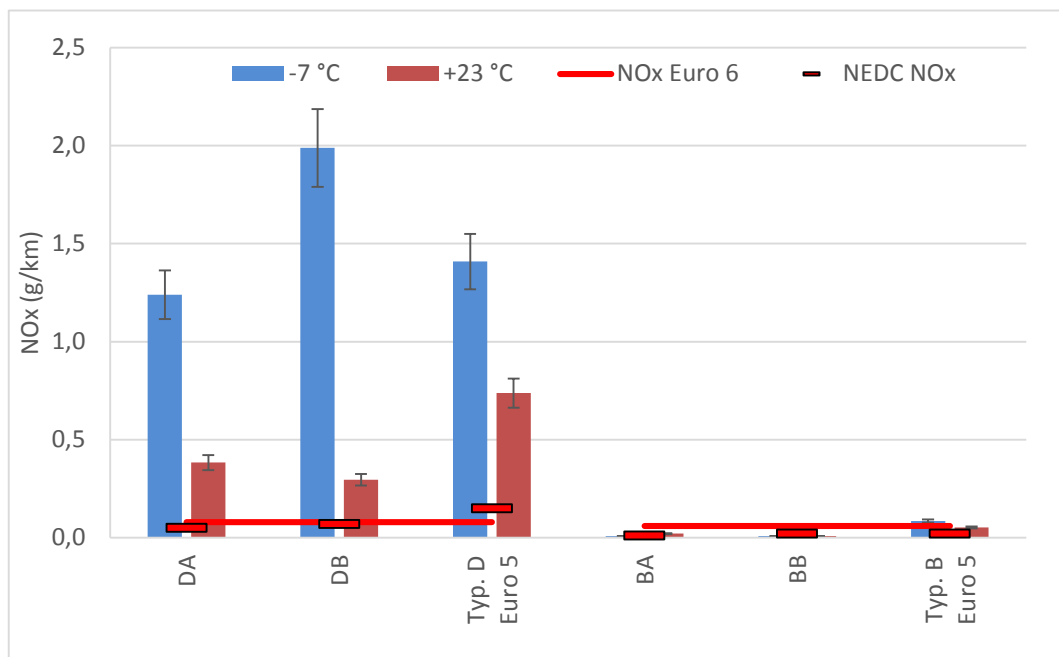


Figure S.2: NO_x emissions in g/km for the tested Euro 6 diesel cars (DA, DB) and passenger cars with petrol engine (BA, BB). The red marker (NEDC NO_x) shows the emission value as specified by the manufacturers. The red line (NO_x Euro 6) shows the type approval requirement for Euro 6. As a reference we have also included the test results of a typical Euro 5 passenger car with respectively, diesel and gasoline engine. Our emission tests are performed both at -7 °C and at 23 °C, using the Helsinki city cycle.

For all the tested passenger cars, CO₂ emissions and thus fuel consumption in real traffic are significantly higher than indicated in the vehicles registration documents, see Figure S.3. Along with the high values of NO_x emissions from diesel passenger cars in real traffic (see Figure S.2), this strengthens the demand for re-evaluation and adjustments of the driving cycles used in Euro type approval so that they better represent a more realistic driving pattern. Only when the type approval cycle reflects real traffic, the type approval requirements can be used in a more equitable manner when estimating vehicle taxes, road-toll rates etc.

Emissions of PM and other regulated emission factors is very low for both petrol and diesel cars.

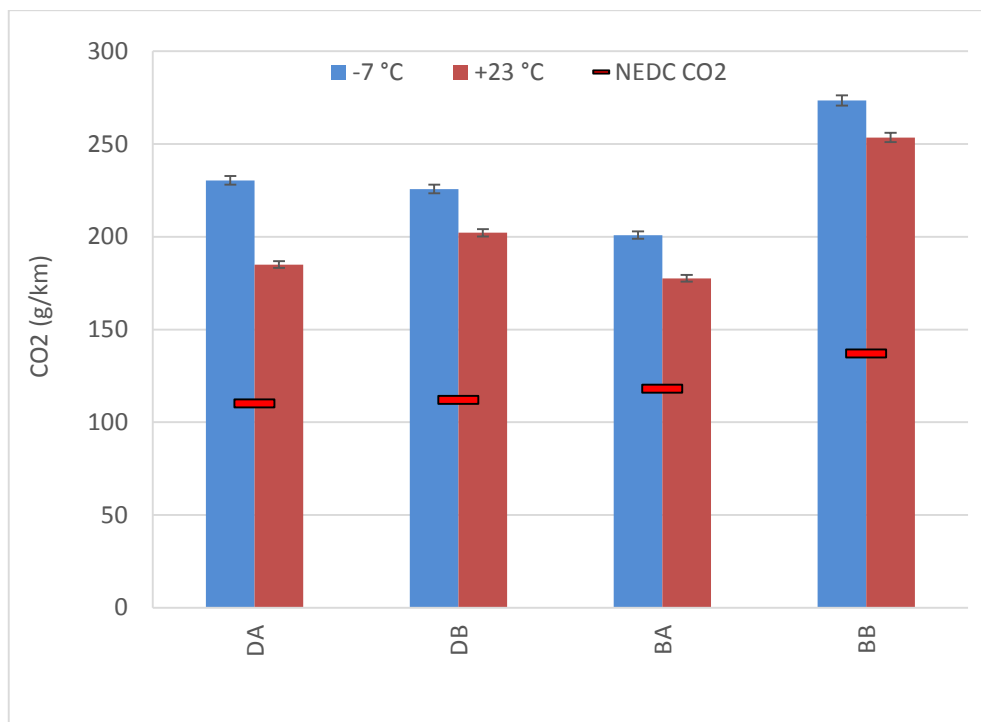


Figure S.3: CO₂ emissions in g/km for the tested Euro 6 diesel cars (DA, DB) and passenger cars with petrol engine (BA, BB). The short red marker (NEDC CO₂) indicates what the vehicle manufacturer has stated as the CO₂ emissions from the vehicle. Our emission test are performed both at -7 °C and at 23 °C, using the Helsinki city cycle.

Emission from road traffic in the cities

Very low emission levels of PM from vehicles with Euro 6/VI technology suggests that exhaust from modern vehicles will no longer be a major source of PM in urban air. Wear of tires, brakes and asphalt will thus remain as major road traffic sources to the PM level in urban air.

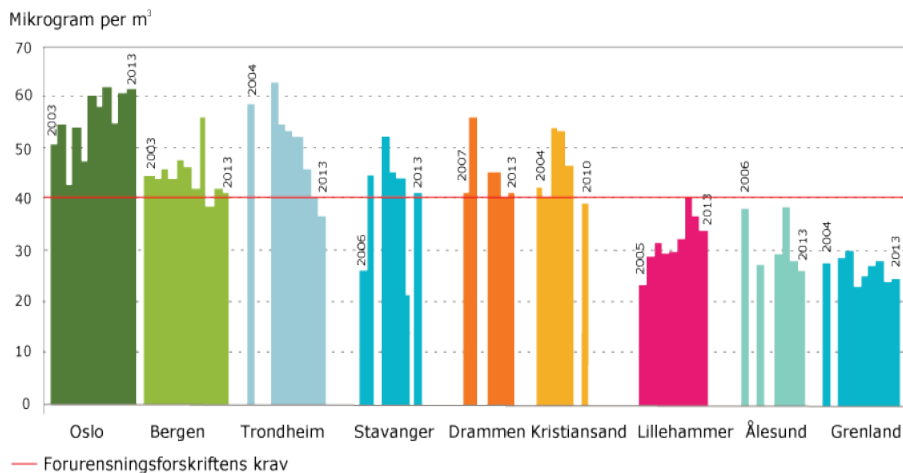
Regarding NO_x emissions from heavy vehicles, the introduction of modern Euro VI diesel vehicles in the vehicle fleet will contribute to lower emission levels. However, it seems as if the diesel cars do not have the same positive development. The diesel car will continue to emit significant amounts of NO_x in the city environment, provided that the exhaust treatment technology in the passenger cars will not be better adapted to these driving conditions.

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

I flere byområder er det et problem at forurensningsforskriftens grenseverdier for nitrogendioksid, NO₂, og dels også for partikler overskrides (se Figur 1). Mens piggdekk ofte er en viktig årsak til at grenseverdiene for partikler (PM₁₀) overskrides, er eksos fra vegtrafikken den største kilden til NO₂-utslipp. Spesielt i de største byene Oslo, Bergen, Trondheim og til dels Stavanger (årsmiddel) er utslippene av NO₂ et betydelig problem, med overskridelser av både årsmiddel og timemiddel.

→ Årsgjennomsnitt for NO₂-konsentrasjoner fra 2003 til 2013



Figur 1: Årsgjennomsnitt for NO₂ i norske byer i perioden 2003-2013. (Kravet i Forurensningsforskriften markert med rød linje i figuren). Kilde: Miljøstatus.no

EFTAs (*European Free Trade Association*) overvåkningsorgan ESA (*EFTA Surveillance Authority*) har anklaget Norge og flere andre europeiske land for brudd på EUs direktiv for luftkvalitet (2008/50/EC). Norge er hovedsakelig anklaget på grunnlag av de høye årsmiddelkonsentrasjonene av NO₂ i flere byer, og fordi de tiltakene som har blitt innført har hatt en liten effekt (Pihl, 2014). For å unngå at ESA går videre med saken, og for å bedre luftkvaliteten i norske byer er det viktig å iverksette virkningsfulle tiltak så raskt som mulig. For at tiltakene skal bli så virkningsfulle og målrettede som mulig, er god kunnskap om dagens og fremtidige kjøretøyers utslipp i virkelig trafikk viktig for myndighetene

I forbindelse med innføringen av Euro 5/V, og til dels også Euro 4/IV, registrerte flere storbyer at utslippet av NO₂ ikke ble redusert i den forventede størrelsesordenen, men syntes heller å øke. Det har i ettertid vist seg at dette dels skyldtes den økende andelen av dieselkjøretøy i storbyene. For å tilfredsstille Euro kravene til partikkelutslipp (PM) må dieselkjøretøyene ha partikkelfiltre og

oksiderende katalysatorer. Denne teknologien førte imidlertid til at NO₂-utslippet fra kjøretøyene økte med en faktor på 5-10 i forhold til kjøretøy uten PM-rensing (Hagman & Amundsen, 2013a, 2013b). «NO_x» er en samlebetegnelse for nitrogenforbindelsene NO og NO₂. En del av NO omdannes til den helseskadelige gassen NO₂ i luften.

Problemer med overskridelse av grenser for luftkvalitet og høyere utslipp enn forventet fra kjøretøy i virkelig trafikk, har avdekket et behov for bedre kunnskap om avgasser fra kjøretøy som oppfyller Euro 6/VI-krav. De strengere utslippskravene, Euro 6 for personbiler og Euro VI for motorer for tunge kjøretøy (over 3,5 tonn), blir (ble) introdusert i 2014/15¹. Dersom det viser seg at nye renseteknologier for diesलगasser ikke fungerer som ønsket, vil problemene med dårlig luftkvalitet bli forsterket. Derfor undersøker vi i FoU-programmet EMIROAD, finansiert av Statens vegvesen, nye kjøretøy som oppfyller Euro 6/VI-krav. Testene blir utført under nordiske forhold (ved -7 og 23 °C) ved kjøresykluser som tilsvarer virkelig trafikk (se kapittel 2) i VTTs avgasslaboratorium i Helsinki.

1.2 Typegodkjenning av kjøretøy

Alle nye bilmodeller og motortyper til tunge kjøretøy skal typegodkjennes, og i Norge gjøres dette etter EUs direktiver. Euro-kravene angir hvor store utslipp av spesifiserte avgasskomponenter nye personbiler og nye motorer til tunge kjøretøy maksimalt kan ha for å bli godkjent for salg i EUs medlemsland.

Avgassutslippene for typegodkjenning skal måles under kjøring av en nøye spesifisert kjøresyklus for personbiler, og en spesifisert varierende motorbelastning for motorer til tunge kjøretøy (se kapittel 2). Avgassene skal i begge tilfelle samles inn og innholdet analyseres etter avsluttet kjøring av kjøresyklus og motorbelastninger.

For å bli typegodkjente må nye kjøretøy og nye motorer tilfredsstillende de til enhver tid gjeldende krav. Ved typegodkjenning må kjøretøyene og motorene gjennom et tilstrekkelig antall avgasstester til at utslippene under de gitte forutsetninger blir statistisk sikre. I tillegg er bilprodusentene pliktig å sørge for at biler som selges har utslipp som er i samsvar med lovkravene. Dersom det gjennom stikkprøvetester oppdages at en bilmodell har for høye utslipp, kan bilprodusenten bli pålagt å utbedre samtlige biler som er solgt.

Selv om kjøretøyene tilfredsstiller de stadig strengere typegodkjenningstestene, har utslippet i virkelig trafikk i mange tilfeller ikke blitt redusert i forventet omfang. Dette er særlig gjeldende for utslippet av NO_x, ved kjøring i typisk bytrafikk, og når det er kaldt ute (Franco, Sánchez, German, & Mock, 2014; Hagman & Amundsen, 2013a, 2013b). Dette skyldes blant annet at typegodkjenningstestene har en forholdsvis «snill» kjøresyklus med lave akselerasjonsnivåer, og at kjøretøyene kun testes ved 23 °C.

¹ Euro 6-krav for lette biler og Euro VI for tunge blir innført fra 2014 til 2016. For enkelthets skyld bruker vi i dette dokumentet 2015 for når Euro 6/VI-kravene innføres.

1.3 Erfaring fra testing av Euro 6/VI-kjøretøy i 2013

TØI har sammen med det finske forskningsinstituttet VTT utført målinger av flere Euro 6/VI-kjøretøy på oppdrag fra Statens vegvesen. Selve målingene blir utført fra og med 2012 ved VTTs avgasslaboratorium i Finland. Selv om det har vært et begrenset antall Euro 6/VI-kjøretøy tilgjengelig for testing, viste disse testene noen klart positive, men også noen oppsiktsvekkende tendenser for avgassutslipp fra tunge og lette kjøretøy med dieselmotorer.

Når det gjelder de tunge dieselskjøretøyene med Euro VI-teknologi var resultatene oppløftende, og viser at det fins teknologiske løsninger som gjør det mulig å produsere kjøretøy med lave utslipp av PM og NO_x også i virkelig trafikk (Hagman & Amundsen, 2013a, 2013b). Nye testrunder har som mål å verifisere hvor godt produsentene tilpasser sine kjøretøy ved hjelp av teknologiske løsninger, slik at avgassutslippene under alle forhold er på et akseptabelt lavt nivå.

I tidligere tester av Euro 6-dieselpersonbiler (Hagman & Amundsen, 2013a, 2013b) var trenden at utslippet av NO_x var noe redusert i forhold til Euro 5-kjøretøy, men at utslippet i virkelig trafikk fortsatt er høyt og ligger godt over typegodkjenningskravet.

1.4 Prosjektets formål

Prosjektet er finansiert av Statens vegvesens FoU-program EMIROAD (EMISSIONS from ROAD transport vehicles). En av målsettingene i EMIROAD er å utvikle ny kunnskap om utslipp fra lette og tunge kjøretøy i virkelig trafikk. Fokuset er blant annet rettet mot kjøring i bytrafikk og ved vintertemperaturer, da dette gir spesielt høye utslipp.

Formålet med dette prosjektet er å måle utslippet fra utvalgte kjøretøy. Alle kjøretøyene vi har testet oppfylte Euro 6-kravene i typegodkjenningstesten. Det vi ønsker å finne ut, er hvor mye disse kjøretøyene slipper ut av de ulike avgasskomponentene (bla: NO_x, NO₂, PM og CO₂) under kjøring i tilnærmet virkelig trafikk. Samtidig skal det testes hvorvidt ny kjøretøyteknologi har utilsiktede virkninger med hensyn til utslipp av andre forurensende stoffer. I den grad det er mulig skal det også undersøkes om lang tids bruk av kjøretøyet reduserer effekten av renseteknologien i kjøretøyene. Personbilene testes under forhold som er tilnærmet lik bytrafikk (se kapittel 2.3). Tyngre kjøretøy testes i testbetingelser som best mulig skal illustrere faktisk bruk av kjøretøyet (se kapittel 2.2).

Målet er å gi myndighetene et best mulig beslutningsgrunnlag for å vurdere behovet for og effekten av miljøteknologiske tiltak som kan redusere utslippet fra kjøretøyparken.

I denne testrunden er følgende kjøretøy² testet ut:

- 2 dieselpersonbiler, Euro 6
- 2 bensinpersonbiler, Euro 6
- 2 dieselbusser, 15 meter, Euro VI
- 3 dieselbusser, 13 meter, Euro VI

² NB! For alle de tunge kjøretøyene er det motoren som testes ut under typegodkjenningen, vi har testet hele kjøretøyet under ulike kjøresykluser. Forhold som vekt og last med mer tas hensyn til testsituasjonen.

- 1 dieslbuss, 12 meter, Euro VI
- 1 diesellastebil, Euro VI
- 1 CNG-lastebil, Euro VI

Alle de testede kjøretøyene er nærmere beskrevet i kapittel 2.

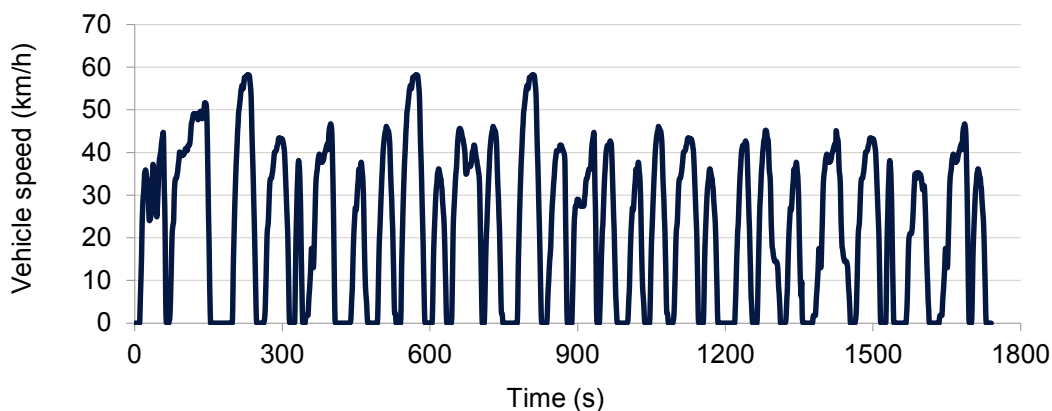
2 Metode

På oppdrag fra TØI og EMIROAD-programmet, ble avgassmålingene i 2014 utført ved VTTs avgasslaboratoriet i Helsinki, Finland. Kjøretøyene er kostnadsfritt stilt til disposisjon av importørene i Finland og i noen tilfeller av kjøretøyprodusentene. Alle testede kjøretøy er serieprodusert, det vil si tilgjengelige på markedet, og ikke prototyper eller kjøretøy som ble laget spesielt for testene.

I analysene av avgassmålinger ønsker vi ikke å fokusere på enkelte kjøretøymerker, kjøretøymodeller eller motorer, men på Euro 6/VI-teknologi og mulighetene for redusert avgassutslipp i virkelig trafikk.

2.1 Kjøresyklus for bybusser

Bussene ble testet med «Braunschweig» kjøresyklus, som vises i Figur 2. Kjøresyklusen gjenspeiler typisk kjøremønster for bybusser i virkelig trafikk. Syklusen ble kjørt med halv last i bussen, og med varmstart av motoren. Alle målinger er gjennomført ved en temperatur på 23 °C.



Figur 2: Braunschweig kjøresyklus for tunge kjøretøy (Nylund & Koponen, 2012). Kjøresyklusen gjenspeiler typisk kjøremønster for bybusser i virkelig trafikk.

I motsetning til de lette kjøretøyene, ble ikke de tunge kjøretøyene testet ved -7 °C. Årsaken til dette er at det vanskelig lar seg gjøre å kjøle ned et avgasslaboratorium til en konstant lav kuldetemperatur, blant annet grunnet den kraftige varmeproduksjonen fra tunge kjøretøy.

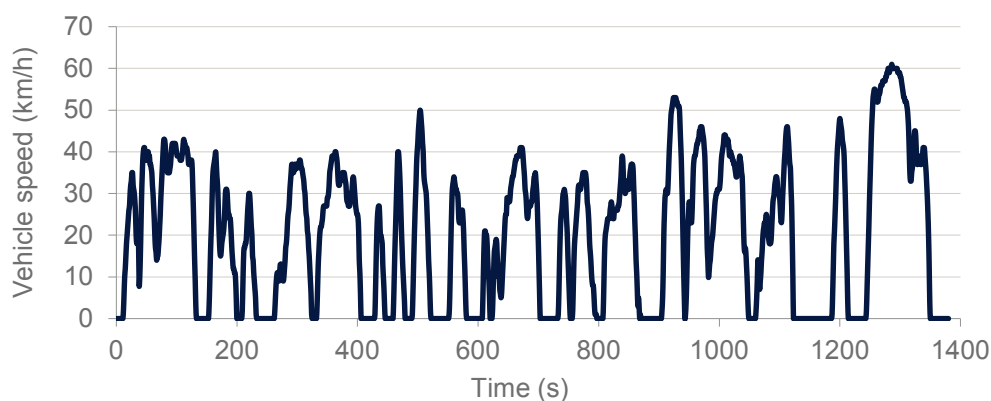
Bussene er testet ved varmstart av motoren. Særlig når det gjelder bybusser utgjør kaldstart i vinterstid en mindre andel av det totale utslippet, i og med at bussene ofte går i mer eller mindre kontinuerlig drift hele dagen.

2.2 Kjøresyklus for tunge kjøretøy

De testede tunge kjøretøyene ble målt i kjøresykluser som er tilpasset det aktuelle kjøretøyets typiske bruksområder. Dette gir mulighet til å vurdere faktisk utslipp i bruksområdet, men kan gjøre det utfordrende å sammenligne resultater fra forskjellige kjøretøy, særlig ettersom kjøresyklusen som ble målt ikke var den samme for alle kjøretøy. Ettersom formålet med målingene er å gi en oversikt over utslipp under virkelige forhold, vurderer vi det som hensiktsmessig å vise data fra forskjellige kjøresykluser, som gjenspeiler de typiske bruksområdene for de undersøkte kjøretøyene.

2.3 Kjøresyklus for personbiler

Personbilene ble testet med «Helsinki congested city cycle», som er en kjøresyklus som simulerer virkelig trafikk i en by med mye trafikk. Hastighetsprofilen vises i Figur 3.



Figur 3: Helsinki kjøresyklus for personbiler, som gjenspeiler bykjøring med mye trafikk (Nylund & Koponen, 2012).

Kjøretøyene ble testet ved 23 °C, som er standard temperatur brukt i typegodkjenningen. For å få data som i størst mulig grad tilsvarer nordiske vinterforhold, ble syklusene også kjørt ved -7 °C. Alle presenterte resultater er målt etter varmstart av motoren.

2.4 Testede bybussar

Tabell 1 viser en oversikt over tekniske data for de bybussene som ble testet høsten 2014. Alle busser har dieselmotorer som er Euro VI-sertifisert. For å kunne sammenligne resultatene med busser som har eldre motorer, har vi tatt med gjennomsnittlige verdier for en typisk Euro V-buss (som i tillegg oppfyller EEV³ spesifikasjonene, fra VTI's database). Buss F er en lettvekt bussmodell, som er forventet til å ha lavt drivstofforbruk og dermed også et lavt utslipp av CO₂.

For tunge kjøretøy skjer typegodkjenningen for motoren, ikke for hele kjøretøyet. Motorene til tunge kjøretøy brukes i forskjellige typer kjøretøy, og det vil medføre urimelige kostnader å typegodkjenne alle modeller av tunge kjøretøy (for eksempel en serie på et fåtall kranbiler). Kjøretøyets motorinnstilling blir også tilpasset til kjøretøyets bruksområde. For eksempel kan en bybuss med mye «stop-and-go» og en turbuss ha samme motor, men forskjellige motorkonfigurasjoner. Dette betyr at forskjellige kjøretøy med forskjellige bruksområder, men med samme motortype, kan ha forskjellige utslipp, og dermed ikke uten videre kan sammenlignes direkte.

Tabell 1: Oversikt over testede bybussar med Euro VI-motorer.

Kjøretøy	Type	Avgass-krav	Års-modell	Sylinder-volum (l)	Motor-effekt (kW)	Egenvekt (kg)
Bus A 15m	15m 3-axle	Euro VI	2014	7,7	240	14750
Bus B 15m	15m 3-axle	Euro VI	2014	9,3	206	14390
Bus C 13m	13m 2-axle	Euro VI	2013	7,7	210	12500
Bus D 13m	13m 2-axle	Euro VI	2014	9,3	n/a	12240
Bus E 13m	13m 2-axle	Euro VI	2014	6,7	210	11625
Bus F 12m	12m 2-axle	Euro VI	2014	6,7	187	9300
Typ. Euro V	n/a	EEV	n/a	n/a	n/a	n/a

³ «Environment friendly vehicle»

2.5 Testede lastebiler

Tabell 2 viser en oversikt over testede lastebiler i regi av EMIROAD-programmet.

Tabell 2: Oversikt over testede tunge kjøretøy.

Kjøretøy	Årsmodell	Avgasskrav	Drivstoff	Sylinder-volum (l)	Vekt-klasse (t)
Diesel 26t	2014	Euro VI	Diesel	11,1	26
CNG 18t	2014	Euro VI	CNG	9,0	18

2.6 Testede personbiler

Tabell 3 viser en oversikt personbiler testet i regi av EMIROAD; to med diesel- og to med bensinmotor. For å kunne sammenligne utslipp fra nye Euro 6-personbiler med Euro 5-biler, har vi tatt med resultatene fra to typiske Euro 5 personbiler med henholdsvis diesel- og bensinmotor. Ny teknologi blir ofte først innført på de største og mest eksklusive modellene. I denne tidlige innfasingen av biler med Euro 6-teknologien, måtte vi derfor i hovedsak teste relativt store biler, som ikke direkte gjenspeiler den norske kjøretøyparken.

Avgassrensingsteknologier i de testede personbilene er SCR (*selective catalytic reduction*), DPF (*diesel particle filter*), LNT (*lean nitrogen trap*) og TWC (*three way catalyst*). En nærmere forklaring på dette er gitt i ordlisten i kapittel 7.

Tabell 3: Oversikt over testede personbiler.

Kjøretøy	Årsmodell	Avgasskrav	Drivstoff	Motor-effekt (kW)	Sylinder-volum (l)	Utslipps-kontrol	Egenvekt (kg)
DA	2014	Euro 6	Diesel	125	2,143	SCR+DPF	1570
DB	2014	Euro 6	Diesel	140	1,969	LNT+DPF	1635
Typ. Euro 5	2012	Euro 5	Diesel	93	1,998		1565
BA	2014	Euro 6	Bensin	115	1,595	TWC	1395
BB	2014	Euro 6	Bensin	180	1,969	TWC	1583
Typ. Euro 5	2012	Euro 5	Bensin	108	1,798		1450

2.7 Usikkerhet i måleresultatene

For å kunne sammenligne resultatene, antar vi en 10 % spredning i målte verdier for bybusser og tunge kjøretøy. Denne spredningen inkluderer tilfeldige variasjoner i målingene på grunn av repeterbarheten ved kjøring av kjøresyklusen, eksperimentelle unøyaktigheter og unøyaktigheter ved måle- og analyseutstyret.

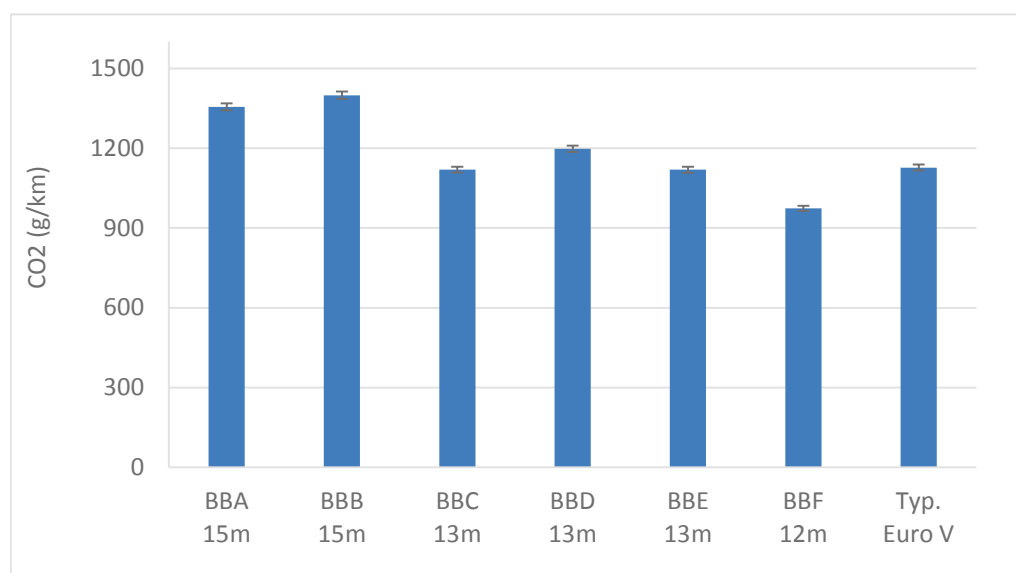
For utslippsmålingene av personbiler er antatt usikkerhet oppgitt som et gjennomsnittlig relativt avvik i måleresultatene. Avviket er 1 % for CO₂, 10 % for NO_x, 25 % for PM, 12 % for CO og 14 % for THC. Disse verdiene er tatt i bruk for å evaluere usikkerheten i figurene.

3 Resultater bybusser

I EMIROADs løpende måleprogram fikk vi høsten 2014 testet seks forskjellige bybusser. Resultatene viser meget lave avgassutslipp av PM, NO_x og CO, mens CO₂-utslippene er sammenlignbart med busser med Euro V-motorer.

3.1 CO₂

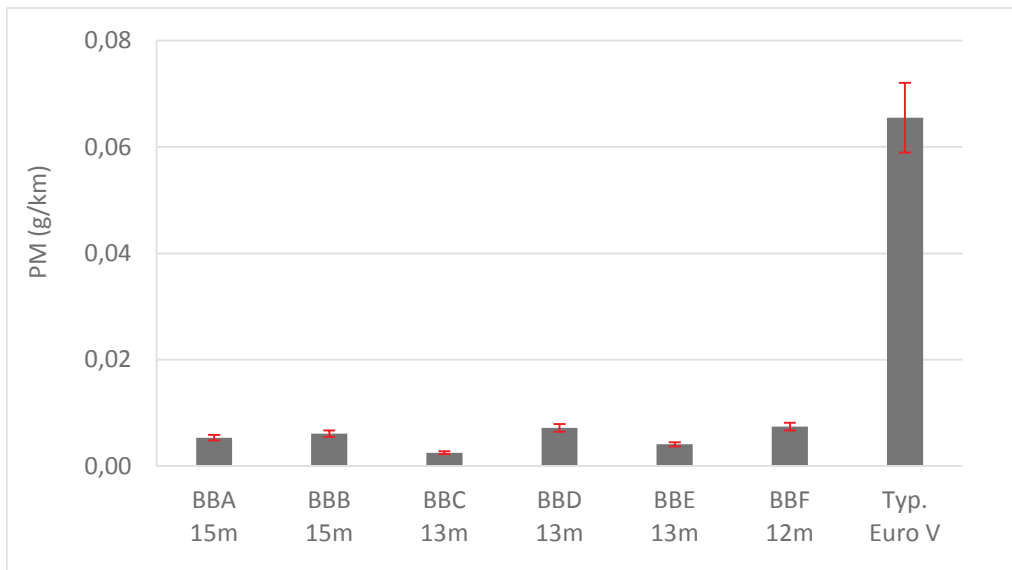
Figur 4 viser CO₂-utslippet av bybussene (halv last) med Braunschweig kjøresyklus. Busser med sammenlignbar lengde (og vekt) viser CO₂-utslipp av samme størrelsesorden. Buss BBF viser 14 % lavere CO₂-utslipp enn Euro V-bussen. Dette kan i stor grad tilskrives vektforskjellen mellom de to modellene.



Figur 4: CO₂-utslipp i g/km for testede bybusser, sammenlignet med typisk verdi for busser med Euro V-motor. Usikkerheten i måleresultatene er på 1 %.

3.2 PM

Sammenlignet med en typisk bybuss med Euro V-motor, viste bybussene med Euro VI-motorer en stor reduksjon i partikkelutslipp (se Figur 5). I forhold til Euro V-bussene er det gjennomsnittlige utslippet av avgasspartikler, PM, redusert med ca. 90 % for de nye bussene med Euro VI-motorer. Det er verdt å merke seg at for BBC og BBE er PM-utslippet så lavt at den ligger under 0,005 g/km, som er godkjenningsskravet for PM for personbiler med dieselmotor.

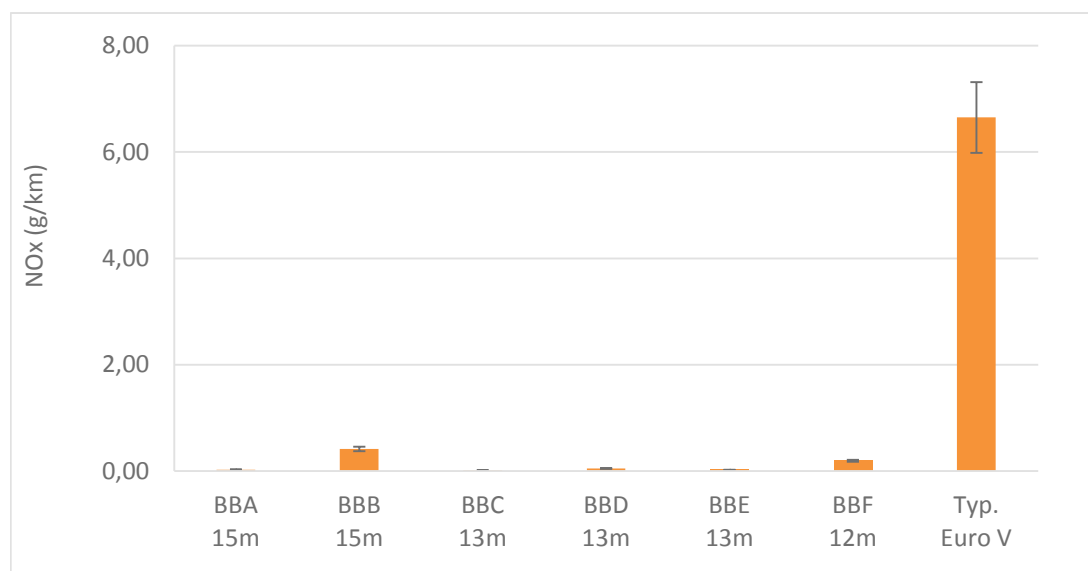


Figur 5: Partikkelutslipp i g/km for testede bybuss med Euro VI-motor, sammenlignet med typisk verdi for busser med Euro V-motor. Usikkerheten i måleresultatene er på 10 %.

3.3 NO_x

I Vegdirektoratets måleprogram fase 1 og 2 har vi sett at utslippene av avgasskomponenten NO_x blir meget lave for tunge kjøretøy som har Euro VI-motorer (Hagman & Amundsen, 2013a, 2013b). I målingene av de nye bybussene ser vi at denne trenden fortsetter. I gjennomsnitt minsker NO_x-utslipp med ca. 98 % i forhold til et typisk Euro V-kjøretøy (se Figur 6).

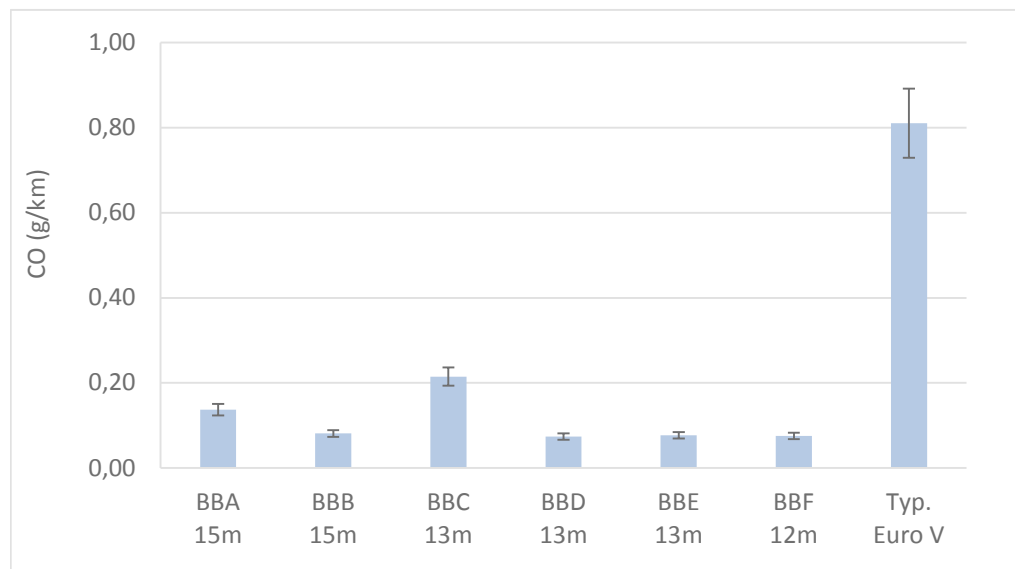
Som vi vil diskutere ved målingene for personbiler i avsnitt 5.5, er det mulig at utslipp av den sterke klimagassen N₂O øker ved bruk av SCR teknologi. Det var kun mulig å måle buss BBF med FTIR utstyret som kan bestemme andelene av N₂O i avgassen. I to målinger ble det registrert en verdi på 0,12 g N₂O/km, som tilsvarer ca. 35 g CO₂-ekvivalenter/km, og dermed 3,5 % av det totale CO₂-utslippet til kjøretøyet. Selv om dette tallet er ganske lavt, er det viktig å følge med på denne mulige utviklingen.



Figur 6: NO_x-utslipp i g/km for testede bybusser med Euro VI-motor, sammenlignet med typisk verdi for busser med Euro V-motor. Usikkerheten i måleresultatene er på 10 %.

3.4 CO

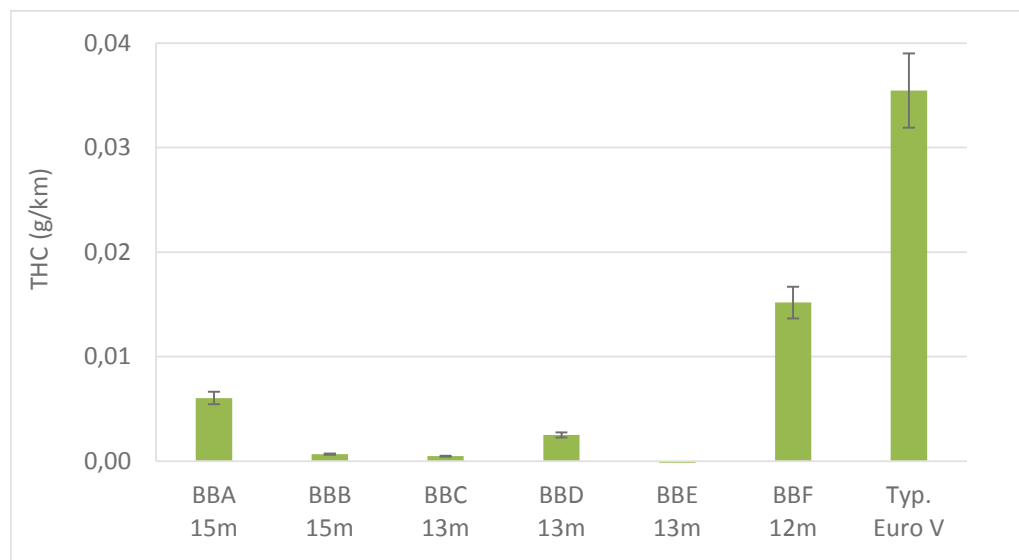
Utslippet av kuller er lavt for bussene med Euro VI-motorer (Figur 7). I gjennomsnitt hadde de testede bussene med Euro VI-motorer 84 % lavere utslipp av CO enn en typisk Euro V-buss.



Figur 7: CO-utslipp i g/km for testede bybusser, sammenlignet med typisk verdi for busser med Euro V-motor. Usikkerheten i måleresultatene er på 10 %.

3.5 THC

Utslipp av THC fra bussene med Euro VI-motorer er lave i forhold til en typisk buss med Euro V-motor, se Figur 8.



Figur 8: THC utslipp i g/km for testede bybusser med Euro VI-motor, sammenlignet med typisk verdi for busser med Euro V-motor. Usikkerheten i måleresultatene er på 10 %.

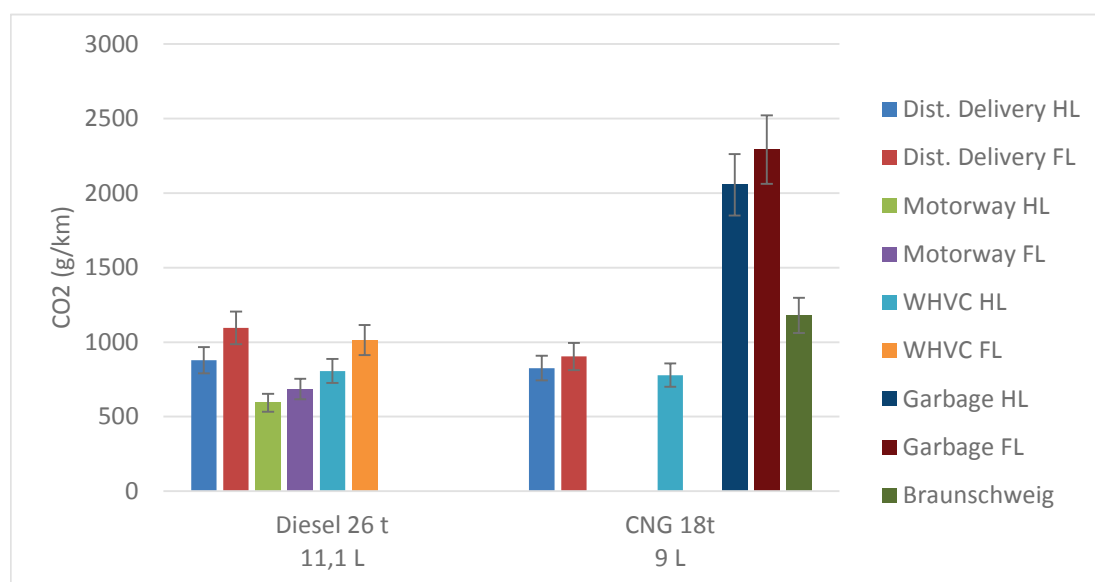
4 Resultater lastebiler

Det er vanskelig å sammenligne utslippsdata fra forskjellige lastebiler, da kjøretøyene er tilpasset forskjellige bruksområder (se også avsnitt 2.2). Vi ønsker i dette avsnittet å presentere utslippene av CO₂, PM og NO_x, uten fokus på selve kjøretøyet eller teknologi. For utslipp av PM og NO_x viser vi til sammenlignbare data for lastebiler med Euro V-motor. Utslippene for lastebiler med Euro V-motor er hentet fra HBEFA (se ordliste kapittel 7) og disse utslippsfaktorene gjenspeiler gjennomsnittet av kjøretøyparken (Eichsleder *et al.*, 2009).

4.1 CO₂

Figur 9 viser CO₂-utslippet for de testede lastebilene ved forskjellige kjøresykluser. Som forventet fører de mest krevende syklusene med mye akselerasjon og hastighetsforandringer til et høye CO₂-utslipp.

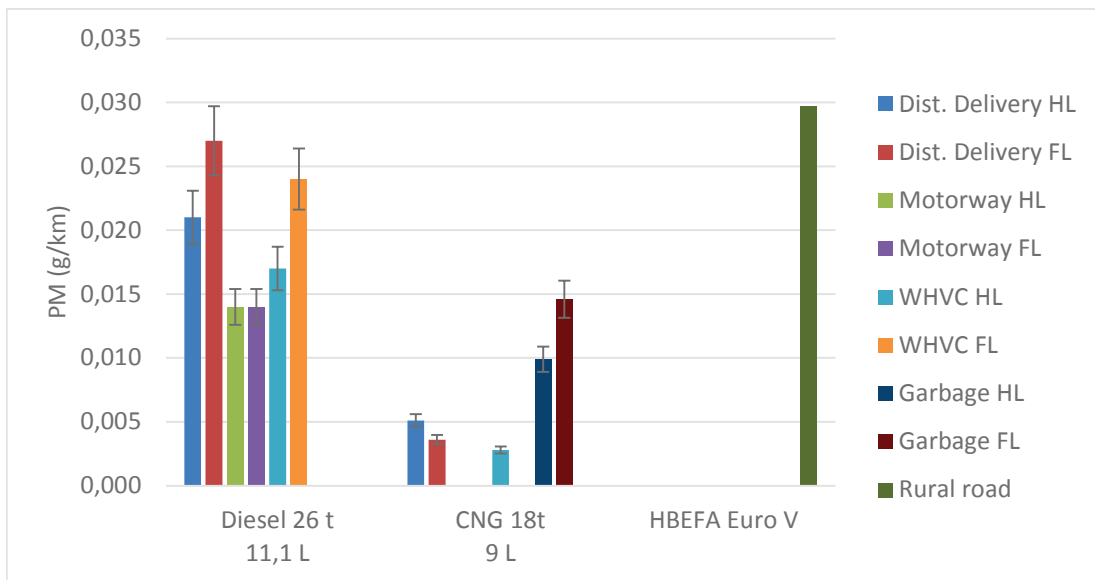
Eksempelvis er «Garbage»-kjøresyklusen svært krevende. Den gjenspeiler søppelbilkjøring med full last (FL) og halv (HL) last, hvor kjøretøyet stopper ved hvert eneste hus.



Figur 9: CO₂-utslipp i g/km for testede lastebiler. Spredningsfeltet indikerer en 10% spredning av resultatene.

4.2 PM

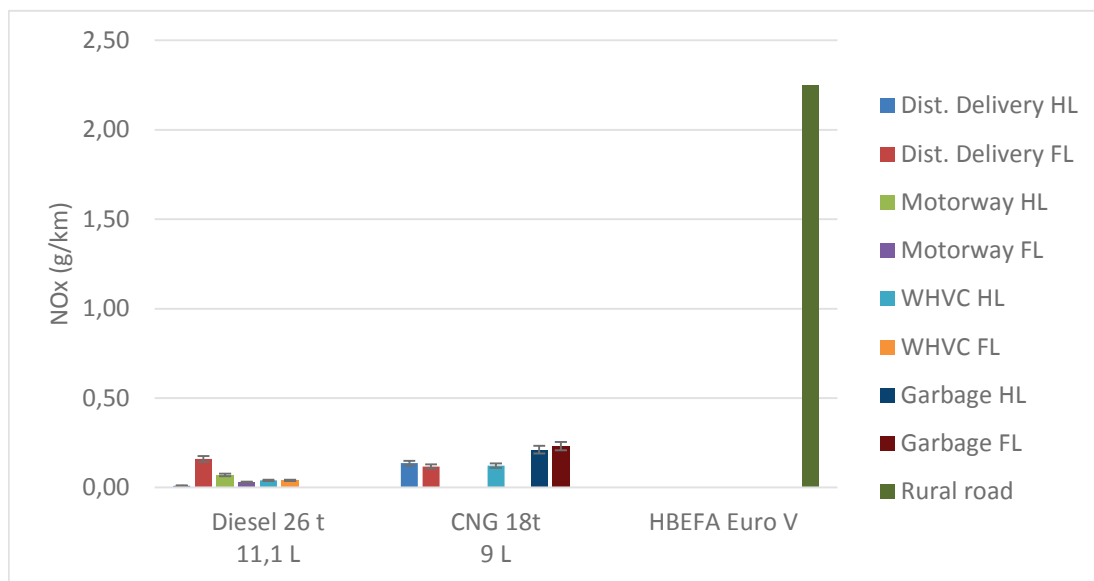
For å kunne sammenligne med historisk utslipp, inkluderer Figur 10 PM-utslipp av tunge lastebiler med Euro V-motorer ved landevegskjøring. Figuren viser at PM-utslippet fra begge de testede lastebilene er lavt i forhold til PM-utslippet fra lastebiler med Euro V-motor, selv i de mest krevende kjøresyklusene. CNG-kjøretøyet oppfyller forventningen om svært lavt PM-utslipp.



Figur 10: PM-utslipp i g/km for testede lastebiler, sammenlignet med typisk verdi for tunge kjøretøy med Euro V-motor. Feilfeltet indikerer en 10% spredning av resultatene.

4.3 NO_x

Figur 11 viser at utslippet av NO_x er meget lavt for begge de testede lastebilene i alle kjøresyklusene, sammenlignet med gjennomsnittlig utslipp fra tunge lastebiler med Euro V-motorer ved landvegkjøring.



Figur 11: NO_x-utslipp i g/km for testede lastebiler, sammenlignet med typisk verdi for tunge kjøretøy med Euro V-motor. Feilfeltet indikerer en 10% spredning av resultatene.

5 Resultater personbiler

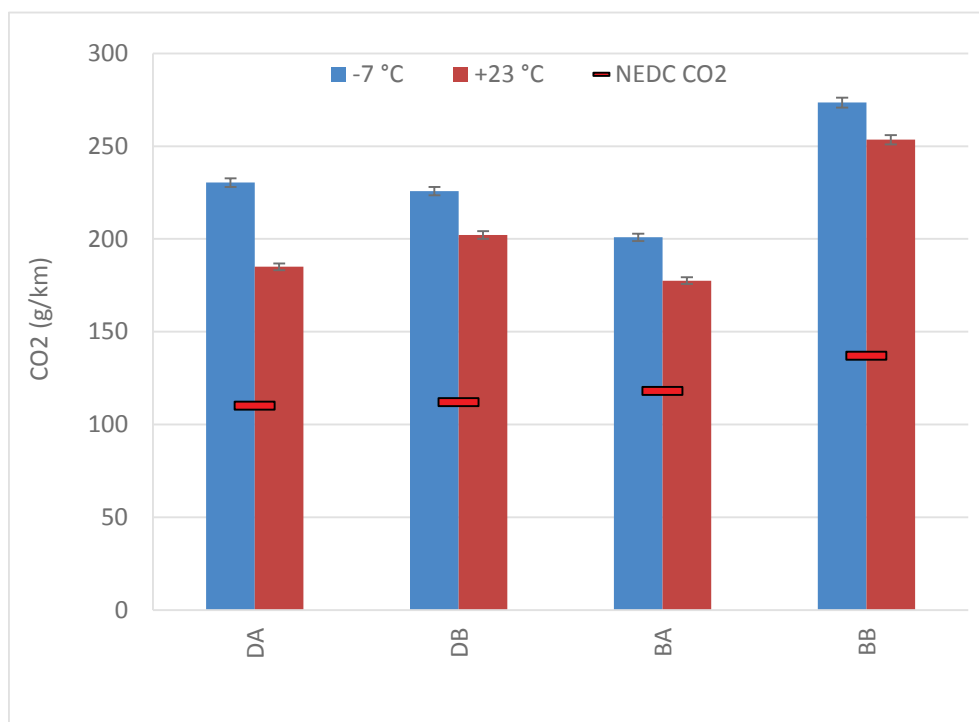
Avgassmålingene av de fire testede Euro 6-personbilene viste lave avgassutslipp av PM, både for diesel- og bensinbilene. Mens utslippene av NO_x var lave for personbilene med bensinmotor, var diesebilenes utslipp av NO_x høye, og særlig høye ved -7 °C.

5.1 CO₂

CO₂-utslippet fra de testede Euro 6-bilene vises i Figur 12. Resultatene viste en tendens til høye utslipp av CO₂, særlig i kulde.

Figuren inkluderer CO₂-utslippet fra kjøretøyene slik det er angitt av produsentene (Finish Transport Safety Agency, 2015). Disse verdiene er målt ved typegodkjenningen med NEDC kjøresyklus og kaldstart av motoren. I virkelig bytrafikk kan utslippet være opp mot det dobbelte av hva som er angitt av produsenten.

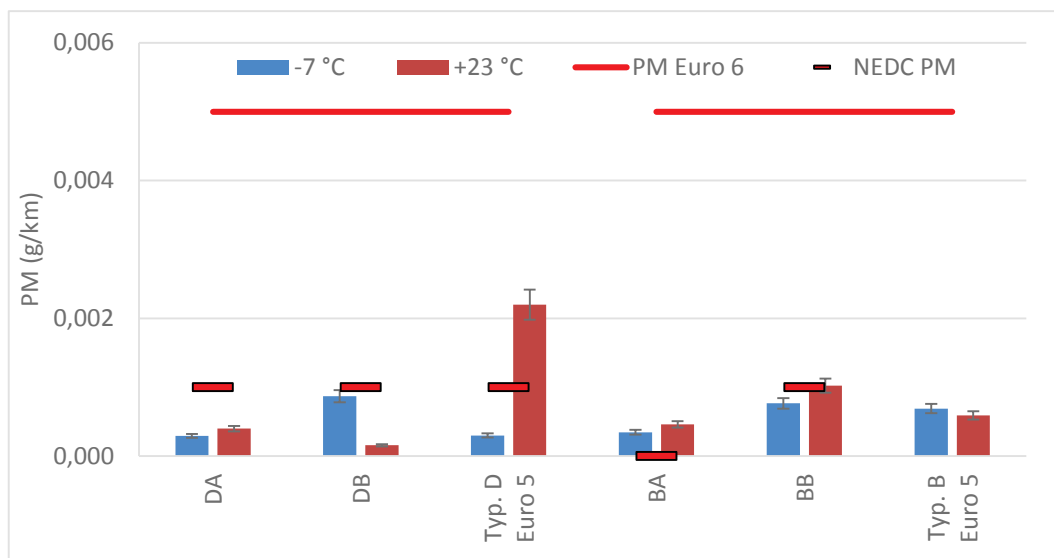
Se diskusjonen (kapittel 6) for videre opplysninger om sammenheng mellom bilens vekt og CO₂-utslippet.



Figur 12: CO₂-utslipp i g/km for testede Euro 6-dieselpersonbiler (DA, DB) og personbiler med bensinmotor (BA, BB). Den røde markeringen viser verdien som angitt av produsentene.

5.2 PM

Euro 6-kravene for partikkelutslipp blir med god margin oppfylt av alle testede personbiler i bytrafikk (Figur 13). Dataene viser også en betydelig reduksjon av PM-utslippet fra diesebilene i forhold til en typisk Euro 5 diesebil ved +23 °C.



Figur 13: PM-utslipp i g/km for testede Euro 6-dieselpersonbiler (DA, DB) og personbiler med bensinmotor (BA, BB). Den røde markeringen viser verdien som angitt av produsentene⁴. Den røde linjen viser typegodkjenningskravet for Euro 6 (European Parliament, 2007). Som referanse vises også en typisk Euro 5-personbil med hhv. diesel- og bensinmotor.

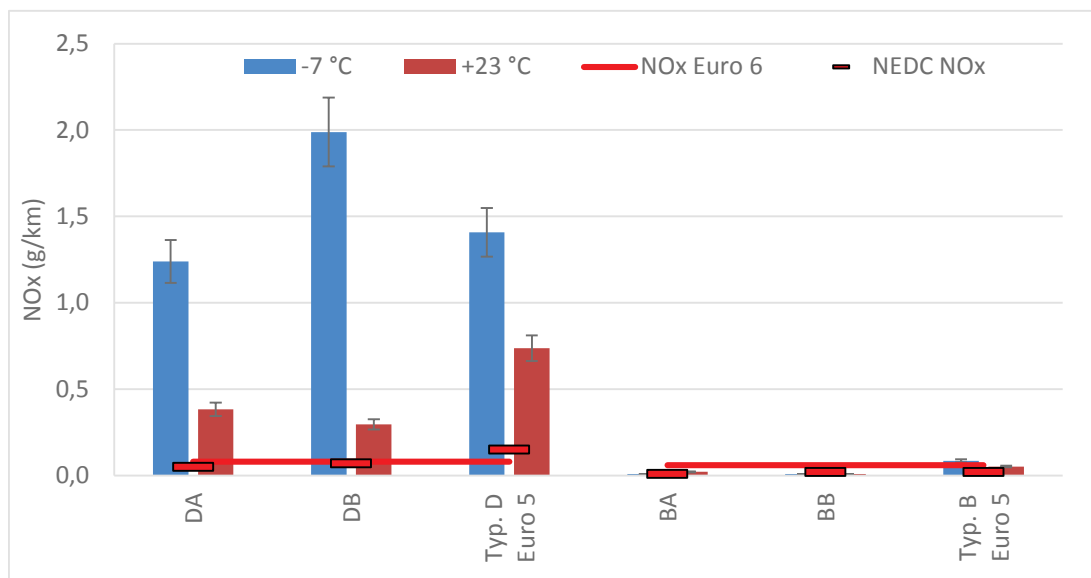
⁴ For kjøretøyet «Typ.B Euro 5» var det for PM ingen data angitt fra produsenten.

5.3 NO_x

Alle bensinbilene har også i virkelig trafikk NO_x-utslipp som ligger under godkjenningsskravene for Euro 6-normen (Figur 14).

De testede diesebilene oppfylte derimot ikke grenseverdiene i virkelig trafikk.

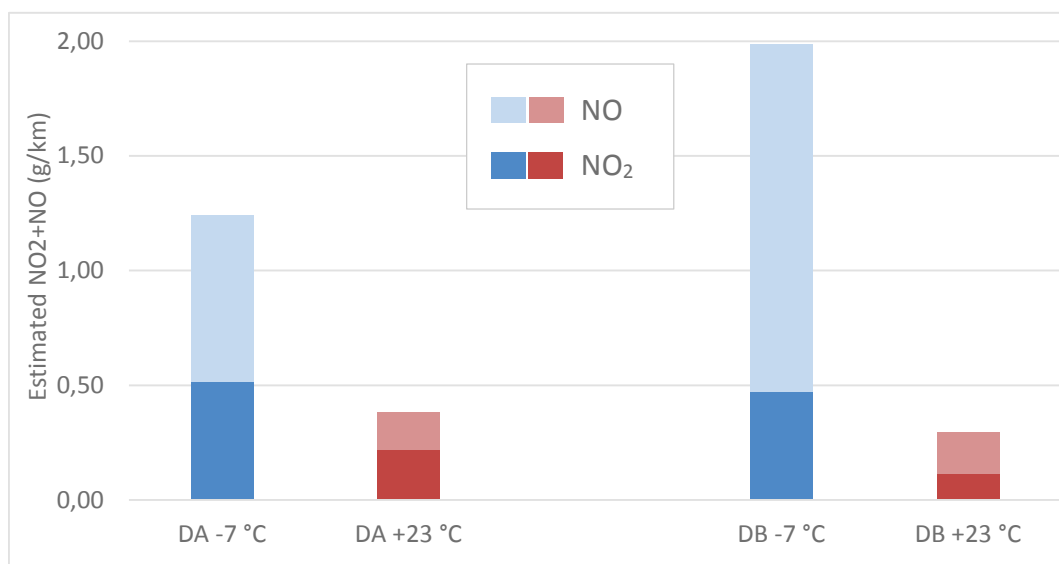
I forhold til en typisk Euro 5 bil har de testede diesebilene (Figur 14) et noe lavere utslipp av NO_x ved +23 °C. Det er fortsatt stort avvik mellom resultatene fra typegodkjenningen og utslipp ved bykjøring, særlig i nordiske vinterforhold: Ved +23 °C er verdiene 4-9 ganger så høye som grenseverdien for typegodkjenningen. Ved -7 °C er utslippet opp til så høyt som 25 ganger grenseverdien. Dette funnet gjør at vi ikke lenger kan holde fast på den foreløpige konklusjonen fra de tidligere målingene, hvor vi rapporterte at Euro 6-dieselpersonbiler viste lavere utslipp enn «Typ. D Euro 5» (Hagman & Amundsen, 2013b).



Figur 14: NO_x-utslipp i g/km for testede Euro 6-dieselpersonbiler (DA, DB) og personbiler med bensinmotor (BA, BB). Den røde markeringen viser verdien som angitt av produsentene. Den røde linjen viser typegodkjenningskravet for Euro 6 (European Parliament, 2007). Som referanse vises også en typisk Euro 5-personbil med hhv. diesel- og bensinmotor.

5.4 NO₂ og NO

Den «tradisjonelle» metoden for måling av NO_x kan ikke skille mellom NO₂ og NO. Gjennom FTIR (*Fourier transform infrared spectroscopy*) målinger er det imidlertid mulig å tilordne molekylene, og dermed bestemme andelen av NO₂ og NO av det totale NO_x-utslippet. Resultatet vises i Figur 15.



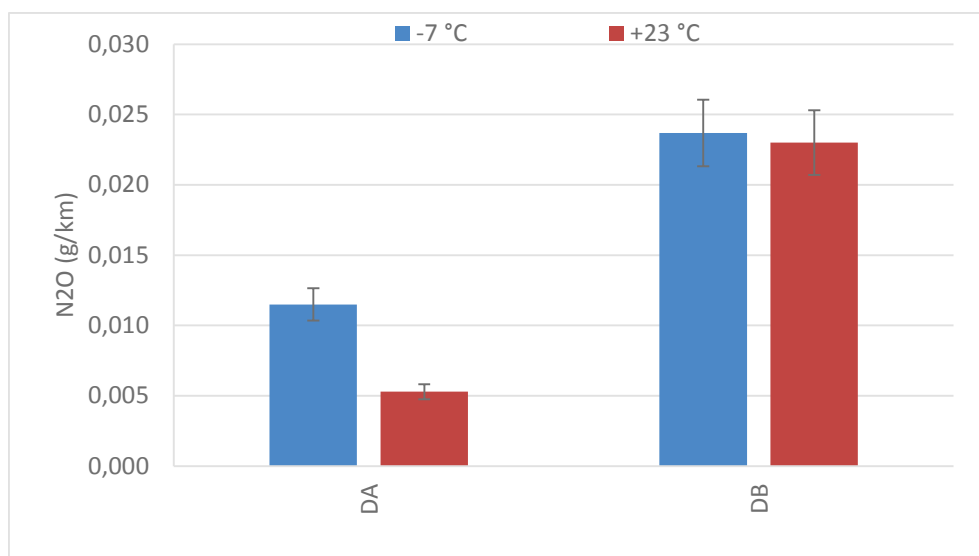
Figur 15: Mengden NO₂ (mørk farge) og NO (lys farge) av det totale NO_x-utslippet (g/km), målt ved +23°C (rødt) og -7°C (blå) for dieselbilene DA og DB.

Andelen av NO₂ ligger på mellom 24 og 57 % av det registrerte NO_x-utslippet. Det er viktig å huske at NO vil omdannes til NO₂ i bylufta, hvis ozon er tilgjengelig. Andelen av NO₂ har også økt som resultat av innføring av oksiderende katalysatorer og partikkelfiltre i moderne dieslbiler (Hagman, Gjerstad, & Amundsen, 2011).

5.5 N₂O

Lystgassen N₂O er en sterk klimagass, som i et 100 års perspektiv blir regnet som 298 ganger så sterk som CO₂ (Forster, P., *et al.*, 2007). Publiserte forskningsresultater har vist at bruk av SCR kan føre til økte utslipp av N₂O (Graham, *et al.*, 2009; Wallington & Wiesen, 2014).

For utslipp fra de lette kjøretøyene som ble målt i forbindelse med denne rapporten, ser det ut som N₂O utslippet gir en relativt lav klimapåvirkning i forhold til CO₂-utslippet (se Figur 16). Utslipp på 0,025 g N₂O/km tilsvarer 7,45 g CO₂-ekv./km, noe som tilsvarer ca. 3 % av det totale CO₂-utslippet (ca. 230 g/km).⁵ Merk at også usikkerheten i CO₂-målingene kan være på i størrelsesorden 1-5 %.



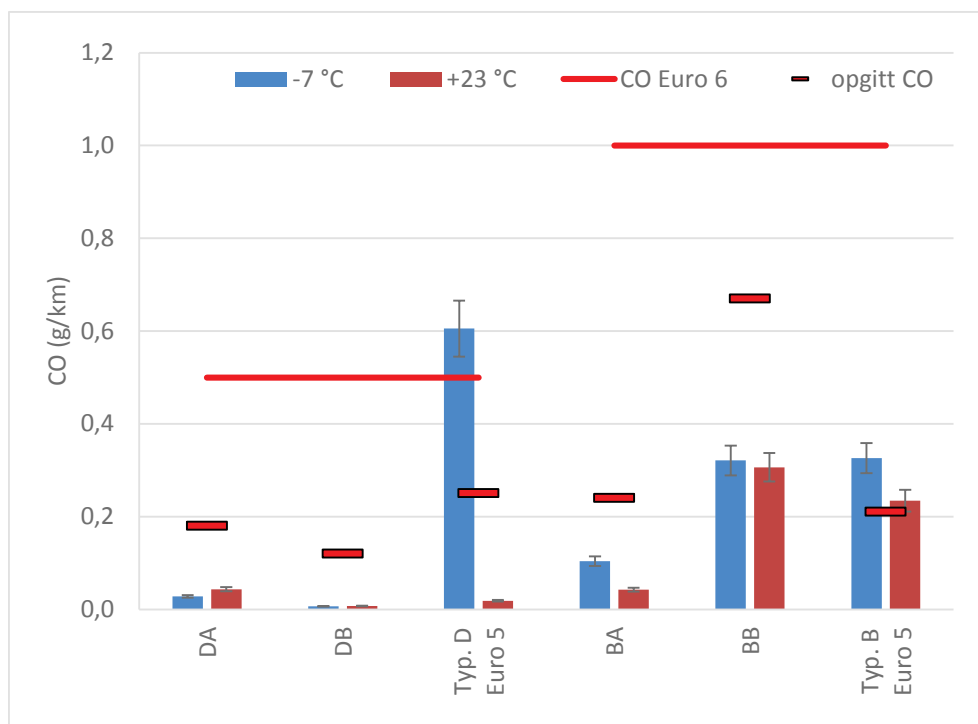
Figur 16: N₂O utslipp i g/km for testede dieselpersonbiler DA og DB.

Den katalytiske rensningen i SCR systemet skjer ved hjelp av urea. Forbruket i personbiler er imidlertid lavt og dermed er også den kjemiske reduksjonen av nitrogenoksider til nitrogengass (N₂) lavt i forhold til for tunge kjøretøy. Vi kan ikke utelukke økende utslipp av N₂O for personbiler i fremtiden, dersom ureaforbruket økes for å oppnå lave NO_x-utslipp i virkelig trafikk. Det er derfor viktig å fortsette å observere utslippet av N₂O fra kjøretøy, v.h.a. tester som gjenspeiler virkelige kjøreforhold.

⁵ Utslipp av 0,005 - 0,025 g N₂O/km med samtidig utslipp på 230 g CO₂/km betyr et utslipp på 22 - 109 µg N₂O per gram CO₂. Wallington *et al.* antar et utslipp av 31-57 µg N₂O per gram CO₂ i sin vurdering av N₂O emisjoner fra globalt transport. I dette bildet er altså utslippet vi har målt opp til dobbelt så høyt som forventet.

5.6 CO

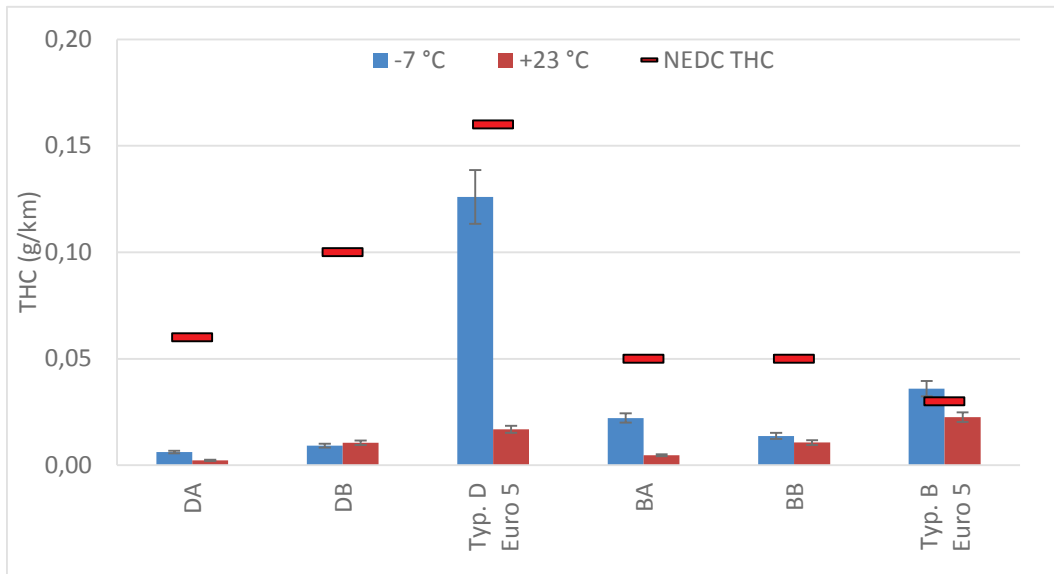
Figur 17 viser at CO-utslippet i virkelig trafikk for alle testede kjøretøyene oppfyller Euro 6-kravene med god margin. Høye utslipp av CO fra biler har heller ikke vært et problem siden innføringen av treveiskatalysatorer på nye bensinbiler fra begynnelsen av 1990-tallet.



Figur 17: CO-utslipp i g/km for testede Euro 6-dieselpersonbiler (DA, DB) og personbiler med bensinmotor (BA, BB). Den røde markeringen viser verdien som angitt av produsentene. Den røde linjen viser typegodkjenningskravet for Euro 6-normen (European Parliament, 2007). Som referanse vises også en typisk Euro 5-personbil med hhv. diesel- og respektive bensinmotor.

5.7 THC

Figur 18 viser utslippet av de samlede hydrokarbonene (uforbrente eller delvis forbrente rester av drivstoff). Høye utslipp av THC har på lignende måte som CO ikke vært et stort problem siden innføringen av treveiskatalysatorer på nye bensinbiler.



Figur 18: THC utslipp i g/km for testede Euro 6-dieselpersonbiler (DA, DB) og personbiler med bensinmotor (BA, BB). Den røde markeringen viser verdien som angitt av produsentene. Som referanse vises også en typisk Euro 5-personbil med hhv. diesel- og bensinmotor.

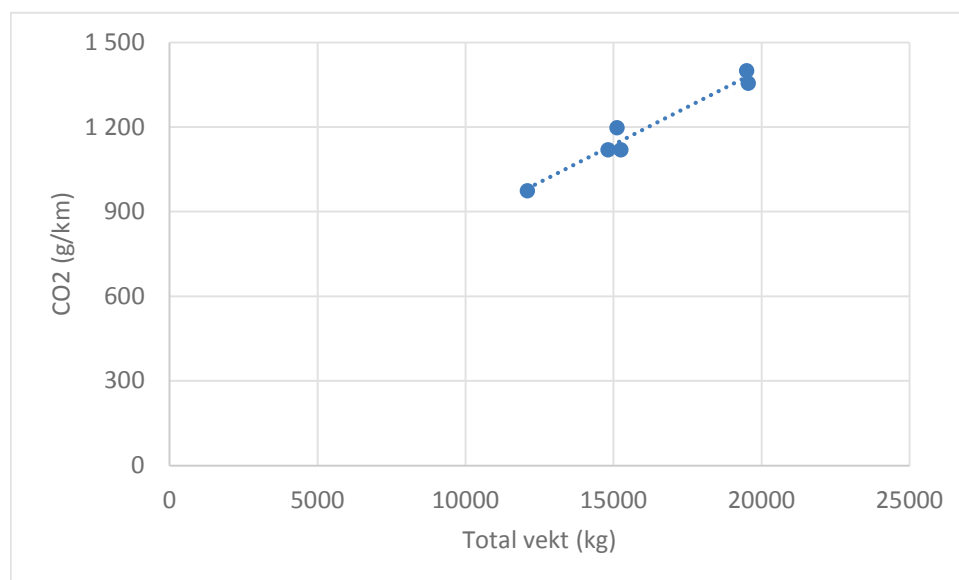
6 Diskusjon

6.1 Betydning av kjøretøyets vekt for utslippet

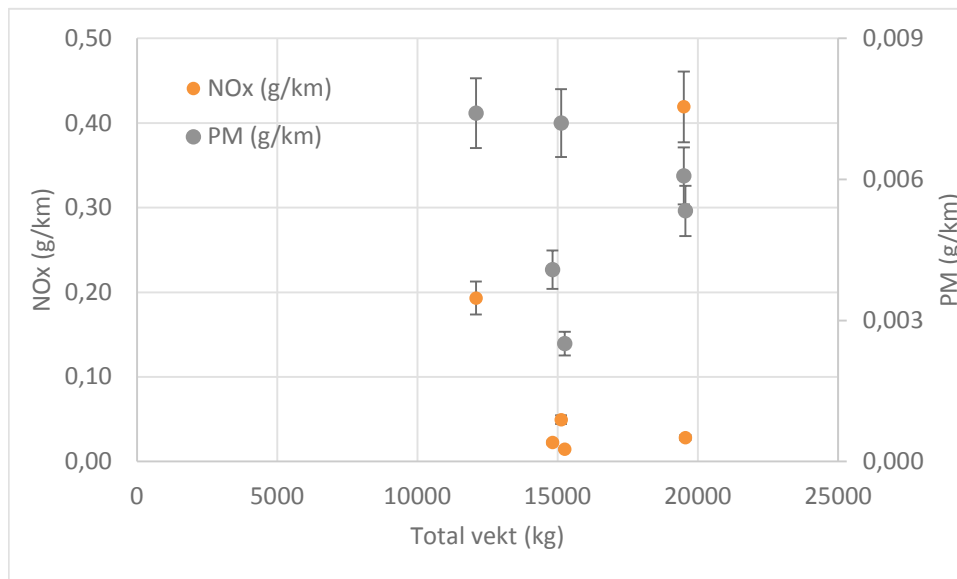
Et stort og tungt kjøretøy krever mer energi for å forflytte seg over en strekning enn et lite og lett kjøretøy. Derfor øker også drivstofforbruket. Drivstofforbruket er også direkte relatert til mengden CO₂-utslipp. Når det gjelder utslippet av NO_x og PM for de nyeste generasjonene av kjøretøy, er utslippet derimot relatert til hvor effektivt rensesystemene fungerer.

For de testede bussene var forholdet mellom CO₂-utslippet og massen av kjøretøyet i utslippsmålingen lineært (Figur 19). Dette er i tråd med forventningene, og indikerer at produsentene har valgt riktige motorstørrelser i forhold til kjøretøyenes forventede bruksområder.

Sammenhengen mellom NO_x og PM mot vekten av kjøretøyet, Figur 20, viser et helt annet bilde: Det finnes ingen direkte sammenheng mellom vekt og utslipp (jf. Figur 19). Konklusjonen er at rensesystemet i de testede bybussene i prinsippet fungerer veldig effektivt, og at det er liten forskjell i hvordan de forskjellige leverandørene velger å styre systemet.



Figur 19: CO₂-utslipp i g/km for de testede bussene, sett i forhold til simulert vekt. Den prikkete linjen er tegnet som «guide to the eye» for å vise et mulig lineær sammenheng mellom vekt og CO₂-utslipp.



Figur 20: NO_x- og PM-utslipp i g/km for de testede bussene, sett i forhold til simulert vekt i avgastesten.

6.2 Renseteknologi – betydning for fjerning av NO_x

Målingene fra de testede bussene og tunge kjøretøyene (avsnitt 3.3 og 4.3) viser at det er teknisk mulig å fjerne NO_x. En kan følgelig stille spørsmål ved hvorfor personbilene ikke har oppnådd lavere utslipp enn målingene viser. Personbiler selges i et betydelig høyere antall, og utviklingskostnaden kan fordeles på flere kjøpere.

Vi kjenner ikke svaret på dette spørsmålet. Det er imidlertid mulig å spekulere i om dette kan ha sammenheng med at renseteknologien oppfattes som en ulempe. For tilstrekkelig begrensning av NO_x-utslipp må sjåførene muligens venne seg til å fylle på urea *hver gang* de skal fylle opp drivstoff – på samme måte som profesjonelle sjåfører av tunge kjøretøy med SCR gjør i dag. I personbiler påfylles urea («AdBlue») kun en gang hvert år, ved årlig servicebesøk i verkstedet. Bilfabrikantene kan således ha vektlagt enkel betjening framfor bedre rensing. En alternativ hypotese er at måle- og styreteknologien i tunge kjøretøy er mer avansert enn i personbiler, og at tilleggskostnaden for et fullgodt rensesystem er prosentvis mindre for store enn for små kjøretøy. Det kan også være andre årsaker til at SCR fungerer bedre i tunge kjøretøy.

Ved bruk av tilsetningsstoffer for å redusere lokal forurensning bør man også vurdere uforutsette klimapåvirkninger av tilsetningsstoffene. Omsetning av urea i SCR bidrar til CO₂-utslippet (mindre enn 1%, (Nylund & Koponen, 2012)). En *well-to-wheel* (WTW) analyse for urea brukt i busser viser at bidraget til klimapåvirkningen er i størrelsesordenen 25 g CO₂-ekv./km. For fossile drivstoff utgjør dette i våre målinger ca. 2 % av klimapåvirkningen fra dieselforbruket i tunge kjøretøy. For biodrivstoff kan derimot WTW-utslippet fra urea bidra med opptil 50% av total klimapåvirkning (Nylund & Koponen, 2012). Som nevnt i avsnitt 5.5 er det viktig at NO_x ikke omdannes til lystgassen N₂O, da denne er en klimagass som regnes å være ca. 300 ganger sterkere enn CO₂.

Hvordan avgassreduksjonen med SCR og Euro VI-motorer fungerer i virkelig trafikk ved start og ved kjøring i kulde vil vi få dokumentert vinteren 2015/2016. Innenfor Vegdirektoratets FoU-program EMIROAD har vi, sammen med VTT og svenske Trafikverket igangsatt et prosjekt med avgassmålinger om bord i tre busser i rutetrafikk. Dette vil også være dekkende for tilsvarende egenskaper hos lastebiler.

6.3 Oppfylging av Euro-normen i virkelig trafikk og angitt CO₂-utslipp

Bybussene og tunge kjøretøy med Euro VI-motorer som vi har testet overoppfyller forventningene til regulerte utslipp i virkelig trafikk ved 23 °C. I våre målinger ble det ikke oppdaget vesentlige svakheter eller uventede og uønskede avgasskomponenter. Det gjenstår å måle utslipp fra kjøretøy som har vært i bruk i noen år for å kunne vurdere i hvilken grad de ulike rensesystemene holder seg over tid. Rensesystemets effekt under nordiske forhold skal som nevnt undersøkes videre ved å teste bybusser med portabelt måleutstyr vinteren 2015/2016.

For de testede personbilene ser det til at PM- og CO-godkjenningsskravene oppfylles under alle former for virkelig trafikk. Grenseverdiene for NO_x overskrides derimot av de testede diesebilene i virkelig trafikk. NO_x-utslippet ligger opp til ni ganger høyere enn grenseverdien for Euro 6-godkjenningen – og i kulden kan den være nærmere 25 ganger høyere.

CO₂-utslippet (og dermed forbruk av bensin eller diesel) i våre målinger ligger opp mot det dobbelte av utslippsverdien angitt av produsentene etter NEDC typegodkjenningssyklusen. Her ser vi behov for løpende kontroll av kjøretøy i virkelig trafikk, og samtidig justering av godkjenningssyklusene.

6.4 Luftkvalitet i store norske byer

Med nye motorer som tilfredsstillter Euro VI-kravene til tunge kjøretøy ser det ut til bybussene kommer til å bidra svært lite til NO₂-nivået i byene. Sammen med tidligere målinger av lastebiler (Hagman & Amundsen, 2013a, 2013b) tilsier målingene i kapittel 4 at også lastebiler med Euro VI-motorer har lave utslipp av lokal forurensende utslippsfaktorer.

Dieselpersonbiler ser ut til å slippe ut noe mindre NO_x enn tidligere dieseler med Euro 5 motorer ved +23 °C, men utslippsnivåene i virkelig bytrafikk er fortsatt høye og langt over Euro 6-typegodkjenningsskravene. Særlig i kulde har de to testede diesebilene høye utslipp av NO_x, opp mot 25 ganger høyere enn typegodkjenningsskravene (Figur 14).

Utslipp av avgasspartikler ved varmstart er lavt for alle de testede kjøretøyene med Euro 6/VI-teknologi. Det ser ut til at hovedkilden til PM i fremtiden vil være noe annet enn utslipp fra eksosrøret, da dieselpartikkelfilter og motorstyring fungerer på en hensiktsmessig måte. Slitasje av bremses, dekk og asfalt, særlig ved bruk av piggdekk, vil i større grad bidra til dannelse av PM i byluften (sammen med andre kilder til forurensning).

Hva personbiler angår, har vi i denne rapporten fokusert på bykjøring med varmstart av motoren. Kaldstart av motoren kan føre til økt utslipp, særlig av CO og PM. I

denne sammenheng ble de fire personbilene testet med typegodkjenningssyklusen (NEDC) ved kaldstart av motoren, i tillegg til Helsinki bykjøresyklus. Data finnes i vedlegg V.1.3. Vi fant ingen systematiske overskridelser av grenseverdiene ved kaldstart. Enkle målinger for HC, CO, PM og NO_x for bensinbilene førte til noen overskridelser, men det var NO_x fra dieslbiler som ga de mest oppsiktsvekkende resultatene.

7 Ordliste

AdBlue	Handelsnavn for urea som er et kjemisk reduksjonsmiddel for rensing av avgasser fra NO _x , se SCR.
Biodiesel	Biodiesel er et felles navn på en mengde forskjellige drivstoffer som er produsert av biomasse og som kan brukes i CI-motorer, se ICE. Rapsmetylester, RME blandes i lave konsentrasjoner inn i all autodiesel i Norge.
Biogass	Gass fra anaerob (oksygenfri) nedbryting av organiske materialer, som f.eks. matavfall, kloakk eller planter. Gassen må for å kunne brukes som drivstoff (biometan) renses fra CO ₂ , vann og forurensende stoffer.
Cetantall	Cetantallet beskriver selvantenningssevnen av drivstoffet ved komprimering. For lavt cetantall gir tenningsforsinkelser i CI motorer.
CI	se ICE.
CNG	<i>Compressed Natural Gas</i> . Komprimert naturgass som kan brukes som drivstoff. Gassen består hovedsakelig av metan og blir komprimert til høyt trykk (200 bar). Energitettheten per volum er mindre enn for LNG, dvs. samme kjørelengde må en tank med CNG være større enn med LNG.
DPF	<i>Dieselpartikkelfilter</i> . Filteret brenner karbonholdige partikler i eksosgassen og slipper kun gass gjennom veggene i filtret. Bruk av katalytiske materialer i filteret senker temperaturen som trengs for å brenne partiklene. Noen partikler (f.eks. veistøv) består av materialer som ikke lar seg forbrenne og kan bli kvar i filtret.
EN228	En spesifisering for hvilke egenskaper et drivstoff skal ha for å kunne bli godkjent til bruk i bensinmotorer (SI-motor). Viktige egenskaper er blant annet tetthet og Oktantall.
EN590	En spesifisering for hvilke egenskaper et drivstoff skal ha for å kunne bli godkjent til bruk i dieselmotorer (CI-motor). Viktige egenskaper er blant annet tetthet og Cetantall.
Etanol	De fleste alkoholer kan brukes som drivstoff. ED95 er et drivstoff som inneholder 95 % etanol og brukes i CI-motorer fra Scania. Forskjellige innblandinger av etanol i bensin fungerer i SI-motorer til personbiler. Uttrykket Bioetanol brukes for å poengtere at den aktuelle etanolen er produsert av biomasse.
HBEFA	<i>Handbook on Emission Factors for Road Traffic</i> er en modell som basert på målte utslippsdata beregner utslippfaktorer fra forskjellige typer kjøretøy og ulike Euroklasser i spesifiserte kjøresituasjoner.

ICE	<i>Internal Combustion Engine</i> , forbrenningsmotor som i Norge i praksis enten er bensinmotor eller dieselmotor. I engelsk litteratur brukes de mer generelle beskrivende benevnelsene <i>SI ICE</i> , <i>Spark Ignition Internal Combustion Engine</i> og <i>CI ICE</i> , <i>Compression Ignition Internal Combustion Engine</i> .
LBG	<i>Liquefied Biogas</i> , flytende rensset biogass (biometan), se Biogass, CNG og LNG.
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i> , livsløpsanalyse. I en livsløpsanalyse vurderes miljøpåvirkningen av ett produkt eller aktivitet i ett livsløpsperspektiv. For et bil med spesifisert drivstoff vurderes klimapåvirkningen fra utvinning av råmaterialer, produksjon av produktet, distribusjon, bruk og deponering. Siden det er nesten umulig å ta med absolutt alle faktorer som påvirker miljøet på grunn av ett produkt, er det viktig å definere hvilke faktorer som blir inkludert i livsløpsanalysen og hva som ikke blir tatt med. Se også WTW.
LNG	<i>Liquefied Natural Gas</i> , flytende naturgass. Kan brukes som drivstoff i ICE motorer. Metan blir flytende ved temperaturer under $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ og blir lagret i varmeisolerende tanker. Nedkjøling krever energi, men energitettheten for LNG er større enn for CNG, se CNG.
LNT	<i>Lean Nitrogen Trap</i> , NO_x -katalysator. LNT er et NO_x -rensesystem som ikke trenger tilsatt reduksjonsmiddel. Under mager forbrenning blir NO_x adsorbent (lagret) på overflaten av katalytisk materialer. Regenerering av katalysatoren (tømming av lagret NO_x) foregår under støkiometriske forhold og NO_x kan da bli kjemisk redusert til nitrogengass N_2 .
LPG	<i>Liquefied Petroleum Gas</i> , flytende petroleum gass. LPG er en blanding av Propan og Butan. LPG går over til flytende form ved moderat trykk (5-10 bar) i romtemperatur. LPG kan oppbevares i rimelige trykktanker, men er tyngre enn luft og krever derfor spesielle sikkerhetstiltak.
N_2O	<i>Dinitrogenoksyd</i> , Lystgass. N_2O regnes ikke som lokalt forurensende, men vurderes å ha ca. 300 ganger sterkere klimapåvirkning enn CO_2 .
Naturgass	Gass fra fossile kilder som i hovedsak består av metan. I motsetning til bensin, diesel eller biogass krever naturgass lite raffinering. Høy metanandel medfører mulighet til forbrenning med lave utslipp av lokalt forurensende avgasser, se CNG og LNG.
NGV	<i>Natural Gas Vehicle</i> , kjøretøy som bruker gass (metan og biometan) som drivstoff.
NMHC	<i>Non-Methane Hydro Carbons</i> . Omfatter alle hydrokarboner i eksosgass, unntatt metan (CH_4).
NO	<i>Nitrogenoksid</i> , en gass som dannes sammen med NO_2 ved høy temperatur i forbrenningsprosesser ved at luftens nitrogen reagerer med luftens oksygen. NO omdannes ved reaksjoner med ozon, O_3 til NO_2 .
NO_2	<i>Nitrogendioksid</i> , en gass som dannes sammen med NO i forbrenningsprosesser ved høy temperatur og ved oksidering av NO. NO_2 har en skarp lukt og kan skape astma og helseproblemer.
NO_x	Samlebegrep for nitrogenoksider, NO og NO_2 .

Oktantall	Oktantallet beskriver bankefastheten av drivstoffet ved komprimering. Lav bankefasthet gir selvantenning før drivstoffblandingen antennes av tennpluggen.
PM	<i>Particulate Matter</i> . PM er samlebegrepet for vekten av partikler og eventuell annen forurensning som samles opp på et filter ved målinger av partikkelforurensning. Ufullstendig forbrenning i motoren fører til dannelse av karbonpartikler og partikler av adsorberte hydrokarboner. Avgasspartikler og vegstøv kan skape helseproblemer. Fra kjøretøy er ikke bare forbrenning av drivstoff en kilde til partikler, men i stor grad også slitasje av bremses, dekk og asfalt.
SCR	<i>Selective Catalytic Reduction</i> , selektiv katalytisk reduksjon. I et SCR rensesystemer, blir nitrogenoksider (NO og NO ₂) kjemisk redusert til nitrogen (N ₂) ved hjelp av katalysatorer og et reduksjonsmiddel. Reduksjonsmidlet i SCR er ammoniakk, som blir tilført i form av urea (løsning av ammoniakk i vann).
SI	se ICE.
THC	<i>Total Hydro Carbons</i> . Den samlede mengden av hydrokarboner i eksos, inkludert metan (CH ₄). Ved bruk av gass som drivstoff spesifiseres HC og utslipper av CH ₄ separat, da signifikante mengder uforbrent metan i avgassene i sterk grad bidrar til klimapåvirkning.
TTW	<i>Tank To Wheel</i> , se WTW.
TWC	<i>Three Way Catalyst</i> , treveiskatalysator. I moderne bensinbiler er det mulig å styre motoren på en slik måte at det blir akkurat passende mengde luft og drivstoff (støkiometrisk forbrenning). Ved hjelp av katalytiske materialer er det da mulig å fjerne (kjemisk reduksjon samtidig med kjemisk oksidasjon) NO _x , CO og uforbrent drivstoff (HC og PM) fra eksosgassen på en effektiv måte.
WT	<i>Well To Tank</i> , se WTW og LCA.
WTW	<i>Well To Wheel</i> , kilde til hjul. En WTW miljøvurdering av et drivstoff kan deles opp i en del som omfatter WT, <i>Well to Tank</i> , kilde til tank og en del som omfatter TTW, <i>Tank to Wheel</i> , tank til hjul. WT delen for bensin tar med miljøbelastningen f.eks. for å pumpe opp olje, raffinering og transport til bensinstasjon. TTW delen omfatter utslipp og klimapåvirkningen fra forbrenning av drivstoffet i kjøretøyet.

8 Referanser

- Eichsleder, H., Hausberger, S., Rexeis, M., Zallinger, M., & Luz, R. (2009). *Emission Factors from the Model PHEM for the HBEFA Version 3*.
- European Parliament, C. of the E. U. (2007). Regulation (EC) No 715/2007 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2007 on type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6) and on access to vehicle repair and mai. *Official Journal of the European Union*.
- Finish Transport Safety Agency. (2015). *Energy Rating of Vehicles*. Retrieved from http://services.netwheels.fi/ekotrafi_kaytetty_auto/default.aspx
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. S. and R. V. D. (2007). 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In M. T. and H. L. M. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt (Ed.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Franco, V., Sánchez, F. P., German, J., & Mock, P. (2014). *REAL-WORLD EXHAUST EMISSIONS FROM MODERN DIESEL CARS Part 1*. International Council on Clean Transportation Europe.
- Graham, L. a., Belisle, S. L., & Rieger, P. (2009). Nitrous oxide emissions from light duty vehicles. *Atmospheric Environment*, 43(12), 2031–2044. doi:10.1016/j.atmosenv.2009.01.002
- Hagman, R., & Amundsen, A. H. (2013a). *Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi*. TØI rapport 1259/2013, Transportøkonomisk institutt.
- Hagman, R., & Amundsen, A. H. (2013b). *Utslipp fra kjøretøy med Euro 6/VI teknologi - Måleprogrammet fase 2*. TØI rapport 1291/2013, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hagman, R., Gjerstad, K. I., & Amundsen, A. H. (2011). *NO₂-utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer*. TØI rapport 1168/2011, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Nylund, N.-O., & Koponen, K. (2012). *Fuel and Technology Alternatives for Buses; Overall Energy Efficiency and Emission Performance*. VTT Technical Research Centre of Finland.

Pihl, M. A. K. (2014). Internal Market: Norway to be brought to court over air pollution, (PR(14)73). Retrieved from <http://www.eftasurv.int/press-publications/press-releases/internal-market/nr/2386>

Wallington, T. J., & Wiesen, P. (2014). N₂O emissions from global transportation. *Atmospheric Environment*, *94*, 258–263. doi:10.1016/j.atmosenv.2014.05.018

Vedlegg 1: Tabeller – måleverdier

V.1.1 Bybusser

Tabell 4: Måleverdier bybussene, Braunschweig kjøresyklus, halv last.

Bus	Type	Emission Class	Year model	Engine displ. (ccm)	Curb weight (kg)	Simulated mass (kg)	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	CO2 (g/km)	PM (mg/km)	Fuel cons. L/100 km	urea (kg/100km)
BBA 15m	15m 3-axle	Euro VI	2014	7968,00	14750	19550	0,14	0,01	0,03	1355,48	0,01	42,90	3,21
BBB 15m	15m 3-axle	Euro VI	2014	9291,00	14390	19495	0,08	0,00	0,42	1399,38	0,01	44,28	n/a
BBC 13m	13m 2-axle	Euro VI	2013	7,70	12500	15250	0,21	0,00	0,01	1119,30	0,00	35,42	2,07
BBD 13m	13m 2-axle	Euro VI	2014	9291,00	12239	15120	0,07	0,00	0,05	1197,65	0,01	37,90	n/a
BBE 13m	13m 2-axle	Euro VI	2014	6728,00	11625	14812	0,08	0,00	0,02	1119,28	0,00	35,42	n/a
BBF 12m	12m 2-axle lightweight	Euro VI	2014	6,70	9300	12085	0,08	0,02	0,19	974,10	0,01	30,83	n/a
Typ. EuroV 12m	2-axle	EEV	n/a	n/a	n/a	n/a	0,81	0,04	6,65	1127,25	0,07	36,63	n/a

V.1.2 Tunge kjøretøy

Tabell 5: Måleverdier tunge kjøretøy: CNG.

Truck	Fuel	Emission class	Year						
CNG 18t 9,0 L	CNG	Euro VI							
Test type	Load	CO (g/km)	THC (g/km)	NO _x (g/km)	PM (g/km)	Fuel cons. L/100 km	CO ₂ (g/km)	urea (kg/100km)	
District Delivery	half load 18 ton	0,365	0,018	0,14	0,0051	28,89	826,11	n/a	
District Delivery	full load 18 ton	0,41	0,013	0,12	0,0036	32,19	903,53	n/a	
WHVC	half load 18 ton	0,528	0,014	0,12	0,0028	27,24	778,36	n/a	
Garbage	half load 18 ton	0,926	0,045	0,21	0,0099	72,66	2056,01	n/a	
Garbage	full load 18 ton	1,037	0,037	0,23	0,0146	81,13	2292,06	n/a	
Braunschweig	half load 18 ton	0,447	0,017	0,14	0,0045	41,88	1180,05	n/a	

Tabell 6: Måleverdier tunge kjøretøy: Diesel 26t 11,1L.

Truck	Fuel	Emission class	Year						
Diesel 26 t 11,1 L	Diesel	Euro VI	2014						
Test type	Load	CO (g/km)	THC (g/km)	NOx (g/km)	PM (g/km)	Fuel cons. L/100 km	CO2 (g/km)	urea (kg/100km)	
Dist. Delivery	half load 26 ton	0,14	0,01	0,01	0,021	27,07	879,17	2,82	
Dist. Delivery	full load 26 ton	0,19	0	0,16	0,027	33,92	1096,37	3,64	
Motorway	half load 26 ton	0,07	0	0,07	0,014	18,19	593,02	2,07	
Motorway	full load 26 ton	0,13	0	0,03	0,014	20,9	685,45	2,58	
WHVC	half load 26 ton	0,19	0	0,04	0,017	24,72	806,12	2,58	
WHVC	full load 26 ton	0,23	0	0,04	0,024	31,07	1014,48	3,46	
Motorway	half load 60 ton	0,16	0	0,07	0,009	29,6	971,06	3,75	
Motorway	full load 60 ton	0,13	0,01	0,16	0,03	38,05	1209,97	4,71	

V.1.3 Personbiler

Tabell 7: Måleverdier diesel personbil DA.

Vehicle	Year model	Emission class	Fuel type	Engine power (kw)	Engine displ. (l)	Emission control	Curb weight (kg)				
Cycle	Temperature	Engine state	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NO _x (mg/km)	CO ₂ (g/km)	PM (mg/km)	Fuel cons. L/100 km	NO ₂ (mg/km)	N ₂ O (mg/km)	
DA	2014	Euro 6	diesel	125	2,143	SCR+DPF	1570				
NEDC	23	cold	111	6,63	106,83	152,89	0,83	5,94	53,64	3,85	
Helsinki	23	warm	43	2,29	383,87	185,00	0,40	7,27	219,57	5,29	
Road	23	warm	6	0,08	187,85	140,43	0,88	5,39	104,92	14,72	
NEDC	-7	cold	213	11,73	600,14	231,71	0,87	7,94	319,51	12,41	
Helsinki	-7	warm	28	6,21	1239,76	230,36	0,29	8,66	513,31	11,49	
Road	-7	warm	8	0,84	660,16	149,94	0,58	5,68	347,51	19,51	

Tabell 8: Måleverdier diesel personbil DB. Det finnes ingen måleverdier for EURO og Road syklus ved -7 °C, siden motoren ikke startet.

Vehicle	Year model	Emission class	Fuel type	Engine power (kw)	Engine displ. (l)	Emission control	Curb weight (kg)			
DB	2014	Euro 6	diesel	140	1,969	LNT+DPF	1635			
Cycle	Temperature	Engine state	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	CO2 (g/km)	PM (mg/km)	Fuel cons. L/100 km	NO2 (mg/km)	N2O (mg/km)
NEDC	23	cold	48	39,09	143,74	171,84	0,23	6,78	43,23	18,17
Helsinki	23	warm	7	10,49	296,23	202,14	0,16	7,95	113,50	23,01
Road	23	warm	7	21,08	464,15	159,14	0,34	6,14	147,43	10,81
NEDC	-7	cold	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		n/a
Helsinki	-7	warm	7	9,24	1988,23	225,72	0,87	8,90	474,34	23,68
Road	-7	warm	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		n/a

Tabell 9: Måleverdier bensin-personbil BB.

Vehicle	Year model	Emission class	Fuel type	Engine power (kw)	Engine displ. (l)	Emission control	Curb weight (kg)		
BB	2014	Euro 6	petrol	180	1,595	TWC	1583		
Cycle	Temperature	Engine state	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	CO2 (g/km)	PM (mg/km)	Fuel cons. L/100 km	
NEDC	23	cold	289	37,03	20,66	192,15	3,54	8,69	
Helsinki	23	warm	306	10,64	8,79	253,49	1,02	11,49	
Road	23	warm	225	12,24	15,16	171,72	0,74	7,59	
NEDC	-7	cold	989	230,63	46,78	232,62	5,26	9,55	
Helsinki	-7	warm	321	13,77	8,62	273,47	0,77	12,27	
Road	-7	warm	158	11,19	22,86	175,90	0,47	7,89	

Tabell 10: Måleverdier bensin-personbil BA.

Vehicle	Year model	Emission class	Fuel type	Engine power (kw)	Engine displ. (l)	Emission control	Curb weight (kg)		
BA	2014	Euro 6	petrol	115	1,595	TWC	1395		
Cycle	Temperature	Engine state	CO (mg/km)	THC (mg/km)	NOx (mg/km)	CO2 (g/km)	PM (mg/km)	Fuel cons. L/100 km	
NEDC	23	cold	118	29,07	11,81	150,30	0,81	6,70	
Helsinki	23	warm	42	4,65	21,58	177,55	0,46	7,97	
Road	23	warm	35	5,86	66,35	144,92	1,68	6,51	
NEDC	-7	cold	1109	356,61	62,59	176,91	2,17	7,81	
Helsinki	-7	warm	104	22,17	8,80	200,85	0,35	9,12	
Road	-7	warm	77	10,53	12,78	153,69	0,39	6,86	

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no