

**Sammendrag:**

# Busser, Euro VI og avgassutslipp

## Status 2016/2017

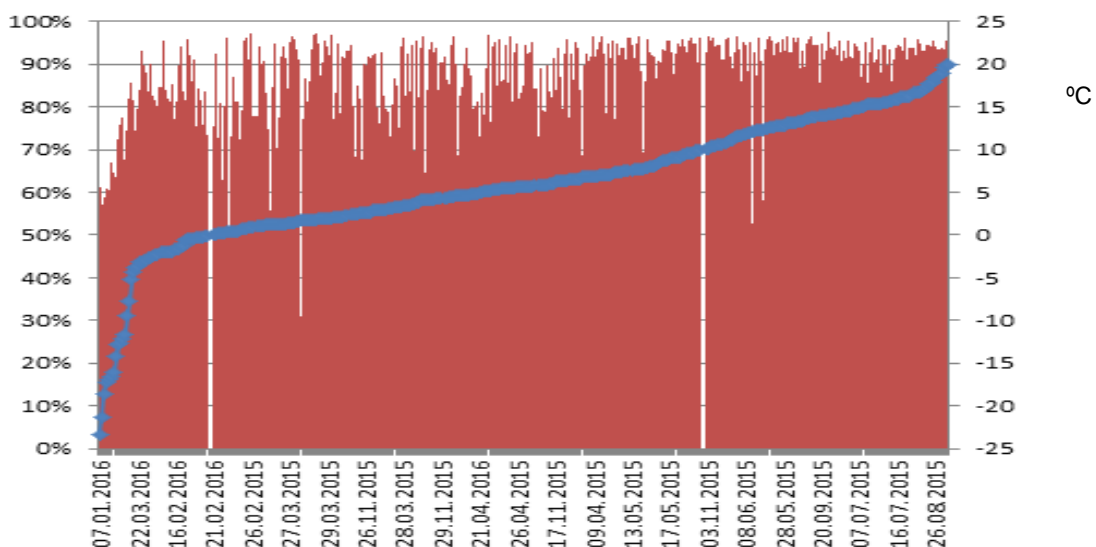
TØI rapport 1540/2016  
Forfatter: Rolf Hagman  
Oslo 2017 28 sider

Utslipp fra nye busser har blitt testet og vurdert av TØI og VTT som en del av Statens Vegvesen, Vegdirektoratets forsknings- og utviklingsprosjekt EMIROAD. Busser med Euro VI-godkjente dieselmotorer har takket være effektiv avgassrensing fått redusert utslippene av de lokalt forurensende NO<sub>x</sub> (nitrogenoksider) og PM (avgasspartikler) til en brøkdel av hva de var fra busser med Euro V-motorer. Avgassrensingen kalles SCR (Selektiv Catalytic Reduksjon) og med nøyaktig styring og regulering er det mulig å helt eller til stor del fjerne den NO<sub>x</sub> som dannes i selve motoren. Tidligere er det vist at SCR-rensingen fungerer fint og er meget effektiv med driftsvarm motor og ved utetemperaturer (20-25°C). Erfaringene fra et pilotprosjekt med tre dieselbusser i vanlig rutetraffikk, måling av SCR-systemets tidsforsinkelser og renseeffekt i sterk kulde, blir presentert i denne rapporten.

Busser med Euro VI-godkjente gassmotorer er på markedet, noen år etter at tilsvarende busser med dieselmotorer ble tilgjengelige. To busser med nye Euro VI-gassmotorer er testet i VTTs avgasslaboratorium. Resultatene blir sammenlignet med avgassutslippene fra Euro V-gassmotorer og med utslippene fra nye og eldre busser med dieselmotorer.

### Euro VI og rensing av dieselavgasser i kulde

Andelen NO<sub>x</sub> som blir fjernet med SCR-renseteknologi (Selektiv Catalytic Reduksjon) fra en varm motor i en buss med Euro VI-teknologi, kan ligge på ca 90 % ved utetemperaturer på over 0 °C. Ved utetemperaturer lavere enn 0 °C kan andelen NO<sub>x</sub> som blir fjernet ligge på ca 80 %. Ved temperaturer lavere enn -5 °C og ned mot -20 °C ser det ut til at andelen NO<sub>x</sub> som blir fjernet er usikker og under 60 %.



Figur S1. Andel (%) av NO<sub>x</sub> utslippene direkte ut fra en Euro VI-dieselmotor som ble fjernet med SCR-renseteknologi (røde søyler). Søylene er sortert etter fallende utetemperatur (°C) (blå kurve) og med angivelse av dato for de registrerte parrene av renseeffekt og utetemperatur.

Effektiv fjerning av  $\text{NO}_x$  fra dieslavgasser er nytt. Med fullt driftsvarm motor viser tester i avgasslaboratorium at fjerningen av  $\text{NO}_x$  ved bykjøring (Braunschweig bykjøresyklus) i noen tilfeller ut til å være opp mot 100 prosent. I pilotprosjektet har vi funnet svakheter med SCR teknologiens driftssikkerhet i kulde og at effektiviteten er forskjellig hos ulike busser.

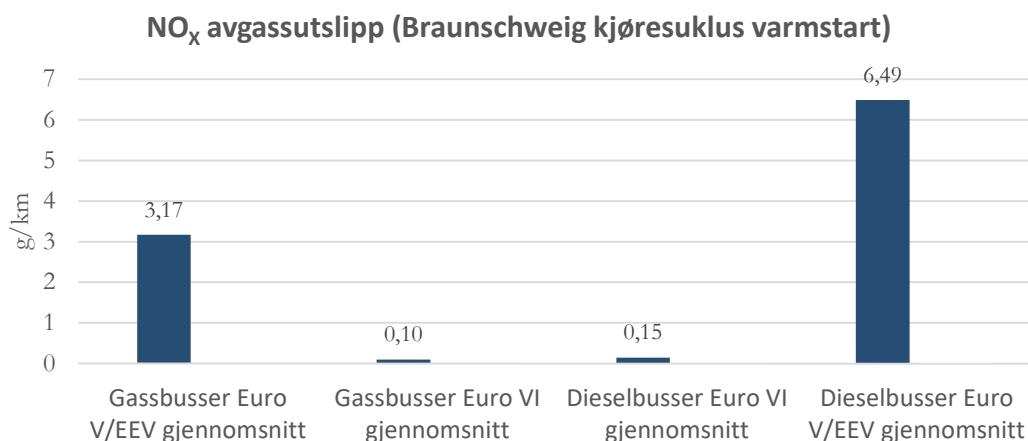
Ved start av busser som har dieselmotor og SCR-avgassrensesystem viser målingene at hvis motoren er kald og utetemperaturer over  $0^\circ\text{C}$ , tar det 5-10 min før avgassrensingen starter. Ved lavere utetemperaturer enn  $0^\circ\text{C}$  blir tidsforsinkelsen lengre.

Varme og oppvarming av reduksjonsmidlet urea, rask oppvarming av katalysatorer samt følere i SCR-systemene, er faktorer som vil bidra til korte tidsforsinkelser og effektiv fjerning av  $\text{NO}_x$ . Driftssikkerhet, tidsforsinkelse og temperaturavhengighet ser ut å være forskjellig mellom busser fra ulike bussprodusenter og bør følges opp med mer omfattende målinger. Vi kan forvente at SCR-teknologien kan videreutvikles slik at den på alle måter og under alle driftsforhold blir effektiv og driftssikker.

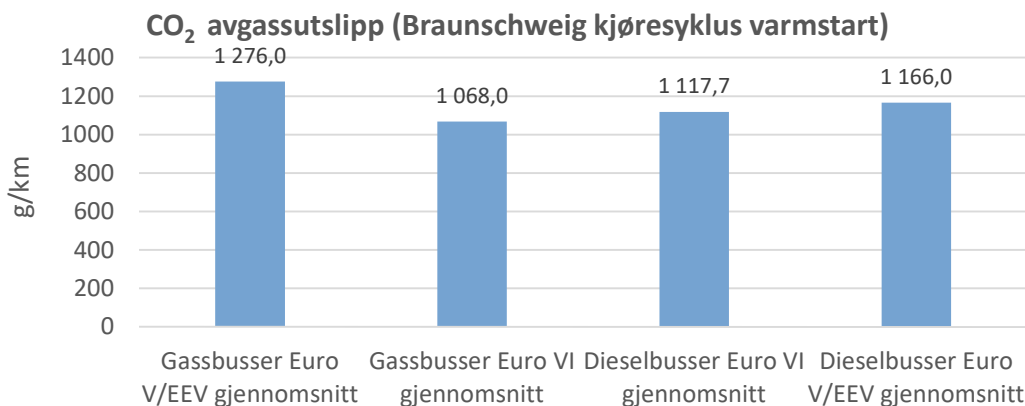
Resultatene viser at også partikkelutslippene er svært lave i virkelig trafikk. At avgassrensingen fra bybusser med dieselmotorer er effektiv og driftssikker under alle kjøreforhold er viktig for å kunne oppnå god lokal luftkvalitet i store norske byer. Med SCR-rensing og fornybare drivstoffer kan bybusser med dieselmotor være et transportmiddel som på alle måter er miljø- og klimavennlig. At utslippene fra busser følges opp med uavhengige målinger og informasjon om resultatene, er nødvendig for å oppnå høy tillit til busstransport, når det gjelder miljø- og klimapåvirkning.

## Gassbusser med Euro VI-motorer.

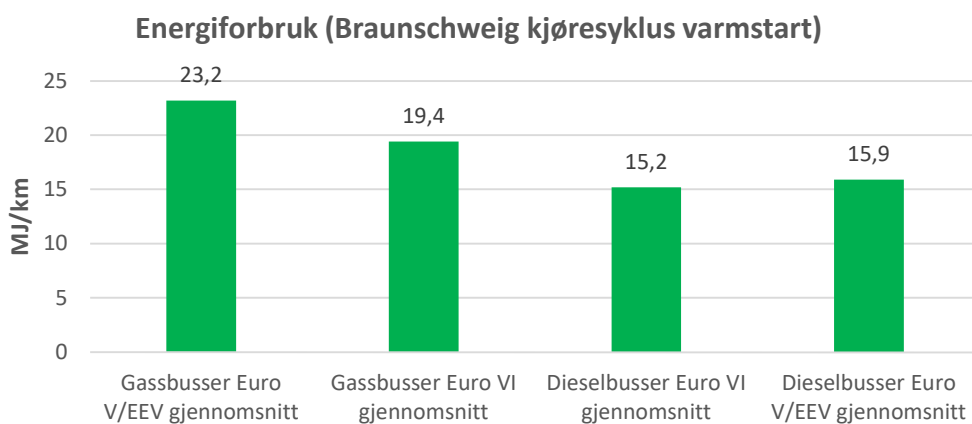
Gassbusser har et rykte for å ha gode miljøegenskaper. Eldre og nye gassbusser har, med metan som drivstoff og uten partikkelfiltre, minimalt med utslipp av avgasspartikler. Eldre gassbusser har dog i virkelig trafikk hatt avgassutslipp av  $\text{NO}_x$  og  $\text{CO}_2$  på samme nivå som eldre dieselbusser. Gassbusser med Euro VI- godkjente motorer har nå kommet på markedet noen år etter tilsvarende dieselmotorer ble tilgjengelige. To busser med nye gassmotorer ble i desember 2016 testet ved VTT's avgasslaboratorium. Resultatene vises i figurene S2-S4.



Figur S2. Avgassutslipp av NO<sub>x</sub> fra nye busser med moderne Euro VI-diesel- og gassmotorer samt tilsvarende utslipp fra busser med Euro V/EEV-diesel- og gassmotorer.



Figur S3. Avgassutslipp av CO<sub>2</sub> fra nye busser med moderne Euro VI-diesel- og gassmotorer samt tilsvarende utslipp fra busser med Euro V/EEV-diesel- og gassmotorer.



Figur S4. Energiforbruk hos nye busser med moderne Euro VI-diesel- og gassmotorer samt tilsvarende utslipp fra busser med Euro V/EEV-diesel- og gassmotorer.

Nye busser med moderne Euro VI-diesel- og gassmotorer har takket være effektiv avgassrensing betydelig lavere utslipp av NO<sub>x</sub> enn EEV-busser og busser med med Euro V-motorer. Figur S2 viser at de to nye gassbussene har lave utslipp av NO<sub>x</sub>.

Figur S3 viser at avgassutslippene av CO<sub>2</sub> fra gassbusser med Euro VI-motorer nå er på linje med eller marginalt lavere enn fra tilsvarende nye dieselbusser. Nye busser med moderne Euro VI-gassmotorer har lavere avgassutslipp av CO<sub>2</sub> enn tilsvarende busser med Euro V-gassmotorer.

Figur S4 viser at busser med dieselmotorer har generelt lavere energiforbruk enn busser med gassmotorer. Energivirkningsgraden har blitt bedre enn hva den tidligere var i gassmotorer. Virkningsgraden er dog ved kjøring i virkelig trafikk fortsatt ca. 20 prosent lavere for de nye gassmotorene sammenlignet med motorene i tilsvarende dieselbusser.