

## Sammendrag:

# Rene og effektive naturgassmotorer for tunge kjøretøy

## Naturgass og miljø

Metan i form av naturgass er en betydelig energiresurs som forventes å være tilgjengelig også etter at jordens gjenværende forekomster av råolje skulle være brukt opp. Metan er i form av biogass også fornybar energi som inngår i naturens kretslop.

Naturgass som drivstoff i forbrenningsmotorer har de beste forutsetninger for å gi lite lokal forurensing i form av helseskadelige avgassutslipp. Grunnen til dette er at metan er en enkel hydrokarbonforbindelse og sannsynligheten for dannelse av partikler ved forbrenning er meget liten. Metan brenner relativt langsomt og med lav flammtemperatur. Metan gir derfor mindre utslipp av termisk NO<sub>x</sub> (Nitrogenoksider) enn de fleste andre drivstoffer. Partikler og NO<sub>x</sub> blir vurdert som de mest alvorlige luftforurensingskomponentene i Norge.

Metan gir ved forbrenning 25 % mindre utslipp av klimagassen CO<sub>2</sub> enn tilsvarende mengde energi fra bensin eller diesel. Forbrenning av metan gir derfor ved samme virkningsgrad i motorene 25 % redusert drivhuseffekt i forhold til forbrenning av bensin og diesel. Utslipp av uforbrent metangass bør unngås da metan, på grunn av sin evne til å reflektere varmestråling fra jorden, har en drivhuseffekt som er ca. 20 ganger større enn CO<sub>2</sub>.

Globalt er naturgass det alternative drivstoff for transportsektoren som vokser raskest. I USA er nå annenhver buss som bestilles en naturgassbuss. Busser og andre tunge kjøretøy med store dieselmotorer er streke bidragsytere til luftforurensing i store byer. Utvikling av rene og effektive naturgassmotorer til tunge kjøretøy er derfor en satsing som kan bidra til bedre miljø.

De naturgassmotorer som i 2002 finnes på markedet kan være miljøvennlige i den forstand at de har lave utslipp av NO<sub>x</sub>, partikler og andre lokalt forurensende avgasser. Dagens naturgassbusser har dieselmotorer som er bygget om til naturgassdrift. Motorene er bygget om med tennplugg og innblanding av naturgass i lufttilførselen til motoren.

Et konsept som har vært brukt og fortsatt brukes for ombygging av bussmotorer til naturgassdrift er støkiometrisk forbrenning og treveiskatalysator. Treveiskatalysatoren for bussmotorer renser avgassene på samme måte som treveiskatalysatorer i moderne personbiler med bensinmotor.

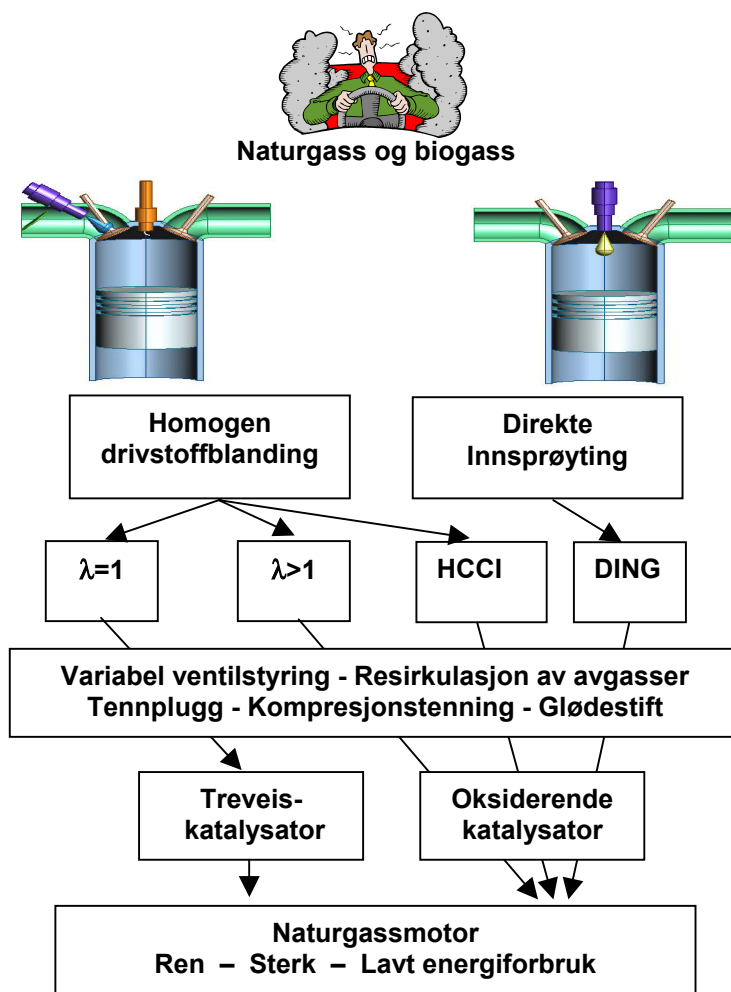
Det andre og dominerende konseptet er naturgassmotorer med mager forbrenning. Naturgassmotorer med mager forbrenning har lavere drivstofforbruk enn motorer med støkiometrisk forbrenning. Dagens naturgassmotorer med mager forbrenning

er ikke så sterke som dieselmotorer og har heller ikke det samme lave energiforbruket.

EU's avgassbestemmelser krever lave avgassutslipp og vil bli ytterligere skjerpet frem til 2008. Alle motorer med alle typer drivstoffer som leveres til nye tunge kjøretøy må fra 2005 oppfylle de samme avgassbestemmelsene. Med strenge avgasskrav for alle motorer og alle typer drivstoff kan det forventes at lavt energiforbruk i fremtiden vil få større betydning for alternative drivstoffer. Lavt energiforbruk er en forutsetning for å oppnå lave driftskostnader, og lave driftskostnader er nødvendig for salg av kommersielle kjøretøy i et konkurranseutsatt marked.

## Status og muligheter

I denne rapporten drøfter vi nye konsepter for rene og effektive naturgassmotorer. Det pågår en omfattende forskning med diverse motorkonsepter for å utvikle naturgassmotorer som kan konkurrere med dieselmotorer til tunge kjøretøy. Det finnes flere veier for å nå dette målet!



Figur S.1: Metan i form av naturgass eller biogass er et utmerket drivstoff og det finnes flere veier som kan lede frem til en ren, sterk og mer effektiv naturgassmotor!

To veier synes å være mulige for å konstruere neste generasjons rene og effektive naturgassmotorer for tunge kjøretøy slik det går frem av figur S.1. Den ene veien er videreutvikling av det dominerende konseptet med magermotorer og homogen luft/drivstoffblanding. Videreutvikling av magermotorkonseptet er i denne sammenheng alt fra bedre styring av blandingsforholdet mellom luft og drivstoff til HCCI, Homogenous Charge Compression Ignition. Europeiske produsenter av motorer til tynge kjøretøy og europeiske forskningsmiljøer synes å ha størst tro på videreutvikling av magermotorkonseptet.

Den andre veien er slik det går frem av figuren Direkte Innsprøyting DING, Direct Injection Natural Gas motorer. DING er egentlig moderne dieselmotorer med naturgass som drivstoff. Med DING motorer er utfordringene fremfor alt utvikling av injektorer for naturgass og tenning av naturgassen. Westport Cummins i USA/Canada har utviklet DING motorer som går i prøvedrift i lastebiler og hevder at disse vil bli kommersielt tilgjengelige i 2004.

Er så naturgassmotorer i det hele tatt interessante? Venter vi ikke på et snarlig gjennombrudd for brenselcelleteknologi med hydrogen som energibærer? Blir ikke dieselbusser fra 2005/2008 så rene at annen teknologi er overflødig?

Svar på disse spørsmålene er at flere analyser viser at naturgass er en meget konkurransedyktig energibærer. Energiforbruket fra kilde til nyttig transportenergi (well to wheel) er for naturgass lavere eller på samme nivå som for brenselceller med hydrogen som drivstoff. Det er også usikkerhet når det gjelder å vurdere kostnader og driftsikkerhet for brenselceller til kjøretøyer.

Det kan bli vanskelig for naturgassmotorer å konkurrere med dieselmotorer. Rensing av dieselavgasser fra tunge kjøretøy kan gi meget lave utslipp av lokale forurensningskomponenter. Rensing av dieselavgassene medfører likevel økte kostnader for anskaffelse og vedlikehold av dieselmotorer. Det gjenstår å se om fremtidens dieselmotorer med elektronisk regulering av rensesystemer blir like driftsikre og robuste som dagens.

Om strategien med homogen luft/drivstoffblanding eller direkte innsprøyting for naturgassmotorer blir det vinnende konseptet, kan bli et spørsmål om kostnader og om tidspunkt for markedsintroduksjon. Spørsmålet om gass eller flytende energibærere for bybusser blir i dag besvart med både gass og diesel. På samme måte er det mulig at både mager forbrenning av en homogen luft/drivstoffblanding og direkte innsprøyting av gass har livets rett.

Naturgass som energibærer for transportsektoren har ulemper. Plass for lagring av gassen er et stort problem. Volumet for gass og tanker blir 4-5 ganger større enn for tilsvarende mengde med bensin eller diesel. Bybusser med drivstofftanker på taket, er den type kjøretøy som har flest fordeler og minst ulemper med naturgass som drivstoff.

Tilgang på fyllingsanlegg for naturgass er et annet problem. Manglende fyllestasjoner er de fleste steder i verden en hindring for vekst i antallet naturgasskjøretøyer. Økt bruk av naturgass innen transportsektoren forutsetter selvsagt fyllestasjoner og konkurransedyktige priser på gass og kjøretøy.

## Demonstrasjonsprosjekt - konklusjon

En av hensiktene med dette prosjektet var å foreslå demonstrasjonsforsøk med nye og rene naturgasskjøretøy i noen av de norske byer som fra før har naturgassbusser. Det har vært kontakt med Scania som har dieselmotorer som passer for konvertering til DING motorer med teknologi fra Westport Innovation. Videre har det vært kontakt med SAAB i Trollhättan som vurderer naturgassmotorer i personbiler.

Kontaktene med motorprodusentene har ikke resultert i konkrete planer for demonstrasjonsprosjekter. Motorutvikling til kommersielle kjøretøy er et kostbart, omfattende og komplekst arbeid.

Motorutvikling til lette og tunge biler er en relativt lukket verden. De som deltar i utviklingen får av konkurransegrunner som regel ikke lov til å videreformidle sine resultater. Demonstrasjonsprosjekter er ofte ikke aktuelle før en motor er ferdig utviklet. Produsenter av motorer til busser og biler på et konkurranseutsatt marked foretrekker en gradvis utvikling fremfor dramatiske forandringer. Markedet skal ikke forstyrres og risikere å utsette investeringer i nye kjøretøyer på grunn av rykter om at nye og betydelig bedre motorer vil komme neste år.

Ofte er det kun når fremtidsutsiktene for en ny teknologi er usikker som det blir skapt stor publisitet. Motorprodusentene synes i 2002 å være usikre når det gjelder teknologien med direkte innsprøyting av naturgass. Lite informasjon er tilgjengelig fra motorprodusentene når det gjelder den videre utviklingen av magermotorkonseptet med homogen luft/drivstoffblanding.

Mer effektive naturgassmotorer for tunge kjøretøy er ikke modne for lokale demonstrasjonsforsøk i Norge. Forutsetningen for å gå videre med å se på bruk av naturgass i transportsektoren på et nasjonalt plan er at tilgangen til naturgass må avklares nærmere. Det må ses i sammenheng med den nødvendige infrastruktur og øvrig bruk av naturgass i Norge. Vurderinger om videre utbygging av infrastruktur og bruk av naturgass i Norge ser nå ut til å være en mer realistisk oppgave enn demonstrasjonsprosjekter med naturgassmotorer i busser. Situasjonen kan likevel raskt forandres for de områder som vil ha tilgang på naturgass, når det blir tilgang til mer effektive motorer. Tilgang til mer effektive naturgassmotorer er avhengig av de store motorprodusentenes markedsvurderinger.

Vi vil med denne rapporten vise at utviklingsmulighetene for forbrenningsmotorer fortsatt er store og at naturgass er et interessant alternativt drivstoff. Det er bred enighet om at naturgass vil være en viktig energikilde i dette århundre, men som drivstoff for kjøretøyer vil naturgass konkurrere med andre energibærere.