

## Miljø- og energibestemt vedligehold - Miljøsyn

Ken Friis Hansen, Centerchef  
Teknologisk Institut, Center for Motorteknik

### *Væk fra faste intervaller*

I mange år har service- og reparationsintervaller været bestemt af kørte kilometre eller af driftstimer. I de senere år er der dog sket en ændring i denne praksis. Således kører nogle moderne biler i dag med varierende serviceintervaller, som bestemmes af bilens styreboks alt efter bilens anvendelse, og i industrien bruges bl.a. smøreolieanalyser i nogle sammenhænge til løbende tilstandskontrol.

Teknologisk Institut, Center for Motorteknik, har udviklet en teknik til miljø- og energibestemt vedligehold primært til større dieselmotorer, hvor man med udgangspunkt i motorens energiforbrug og forurening vurderer motorens tilstand og kommende behov for reparation.

### *Ny metode ser på luftforureningen*

Teorien bag Motortekniks metode er, at en motors tilstand og behov for vedligehold afspejles i motorens luftforurening. Ved måling af luftforureningen er det således muligt at udtale sig om motorens tilstand. En egentlig standardiseret luftforureningsmåling er dog meget tids- og ressourcekrævende og uegnet til brug i marken, og Center for Motorteknik har derfor udviklet et hurtigere, lettere og billigere alternativ.

For nøjagtigt at kunne udtale sig om en motors tilstand uden at skille motoren ad, bør man i princippet måle motorens belastning (omdrejningstal og effekt) og udslippet af gasser og partikler. Som erstatning for motorens belastning måles CO<sub>2</sub>-udslippet, som er direkte proportional med brændstofforbruget, som igen afhænger entydigt af belastningen. Som erstatning for partikelforureningen måles opacitet (røggastæthed), som i denne forbindelse er en acceptabel forsimpning.

Rent udstyrmæssig tog Motorteknik udgangspunkt i almindeligt værkstedsudstyr, som i modsætning til laboratorieudstyr er transportabelt, robust og forholdsvis billigt. Til måling af udstødningsgasserne anvendes en såkaldt "5-gas tester", som måler NO, HC, CO, CO<sub>2</sub> og O<sub>2</sub>, og en opacitetsmåler, som måler røgtæthed. Næsten tilsvarende testere findes på mange værksteder og anvendes af SBI ved periodisk syn.

*HC, CO og partikler (opacitet) er alle resultater af en ufuldstændig forbrænding, mens CO<sub>2</sub> fremkommer ved enhver forbrænding og kun afhænger af brændstofforbruget. NO<sub>x</sub> dannes af luftens kvælstof (N<sub>2</sub>) ved høj temperatur, dvs. primært ved høj motorbelastning.*

For at få et reelt billede af motorens tilstand og for at sikre reproducerbare målinger skal motoren belastes. Hvordan belastningen opnås, varierer efter hvilket køretøj eller hvilken maskine, der ønskes målt.

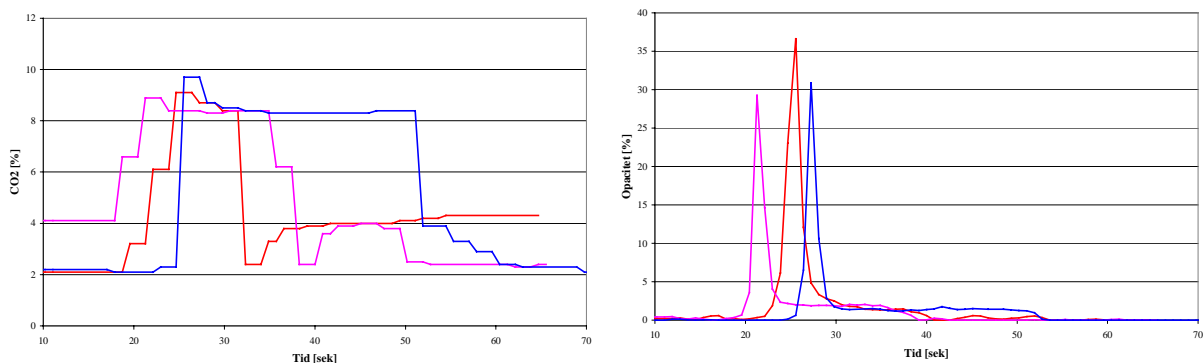
På nogle køretøjer kan man belaste motoren ved at sætte i gear, holde på bremsen og give fuld gas samtidig. Motoren belastes op mod momentomformeren, som kortvarigt kan aftage belastningen. Andre køretøjer belastes bedre f.eks. ved acceleration af køretøjet fra stilstand til en given hastighed, men så skal man måle under kørsel. Maskiner, f.eks. generatorer, belastes ved at lade maskinen udføre sit normale arbejde.



Generator testes under normalt arbejde. Bemærk "røgskyen", som opstår kortvarigt, når motoren belastes.

### **Metoden virker**

Motortekniks metode har været afprøvet i forskellige sammenhænge på busser, tog og grusgravsmaskiner. Nedenstående figur giver et typisk eksempel på resultaterne - i dette tilfælde fra en gravemaskine i en grusgrav, som belastes op imod momentomformeren.



Typisk eksempel på resultat af måling. Til venstre ses tre gentagne målinger af CO<sub>2</sub>, til højre ses de tilsvarende resultater for opacitet.

Af figuren kan det ses, at gentagne målinger giver en acceptabel gentagelsesnøjagtighed. Det ses også, at CO<sub>2</sub>-værdien stiger forholdsvis hurtigt op til en konstant værdi, som indikerer konstant brændstofforbrug og dermed belastning. Opaciteten giver omvendt en tydelig spidsværdi, som visuelt ses som en kortvarig ”røgsky”, når man belaster motoren.

Til vurdering af motorens tilstand anvendes spidsværdierne af opacitet og NO, mens CO<sub>2</sub>-værdien bruges til at vurdere, om motoren er korrekt belastet, så resultaterne kan betegnes som gyldige.

Blandt de problemstillinger, metoden har vist sig at kunne afsløre, kan nævnes:

- Slidte, tilsodede eller defekte indsprøjtningdyser
- Forkert justeret indsprøjtningpumpe (leveringsmængde og indsprøjtningstidspunkt)
- Defekt turbolader
- Utætte slanger og ladeluftskøler
- Tilstoppet luftfilter.

Målinger af denne type egner sig bedst til flådeejere, som har en større og forholdsvis ensartet vognpark. Teknologisk Institut mener, at metoden har gode perspektiver både til dokumentation af miljøstand, analyse af motortilstand og til fejlfinding som ”ekspertsystem”.

### **Miljøsyn på busser i København**

Første anvendelse af metoden i stor skala bliver på busserne i Hovedstadsområdet, hvor busentreprenører kører på kontrakt for HUR (tidligere HT), og der ydes en vis merbetaling for miljøvenlige busser. HUR har således en interesse i at kunne kontrollere, at busserne overholder deres forureningsnorm i hele kontraktens varighed.

Til det brug har Motorteknik udviklet et system, kaldet Miljøsyn, som kommer i drift i år 2002. Ved Miljøsyn måles bussens forurening under acceleration fra 0 til 70-80 km/t. Hele proceduren tager under 1 time pr. bus.

På basis af erfaringer fra et større antal tidligere målinger har HUR opsat grænseværdier for NO og opacitet gældende for forskellige forureningsklasser: Euro 1, 2 og 3 samt busser med partikelfilter. Entreprenøren er forpligtet til at sørge for, at den enkelte bus ikke overskrider grænseværdierne i hele kontraktperioden.

De hidtidige erfaringer med Miljøsyn viser, at metoden klart er i stand til at udpege busser, som forurener meget, og at disse bussers forurening kan reduceres væsentligt ved passende vedligehold, typisk skift af indsprøjtningdyser og/eller reparation og justering af indsprøjtningpumpe.

### Tilstandskontrol på IC3

Da DSB Materiel henvendte sig til Teknologisk Institut omkring måling på IC3-togene, havde det to formål: dels at dokumentere at motorerne miljømæssigt var bedre efter service på værkstedet, og dels at vurdere motorernes tilstand på andet end kørte kilometre.

Et pilotprojekt blev gennemført, hvor Motorteknik målte på et par IC3-tog med hver 4 dieselmotorer. Det bedste eksempel var en motor, hvor målingerne inden service viste høj CO<sub>2</sub> og opacitet, hvilket tydeligt indikerer luftmangel. Motorteknik forventede en fejl på turbo, slanger eller ladeluftkøler. Efter service var CO<sub>2</sub> og opacitet normaliseret, og fejlen lokaliseret til defekte slanger på højtrykssiden, som forudsagt.

