



LUND
UNIVERSITY

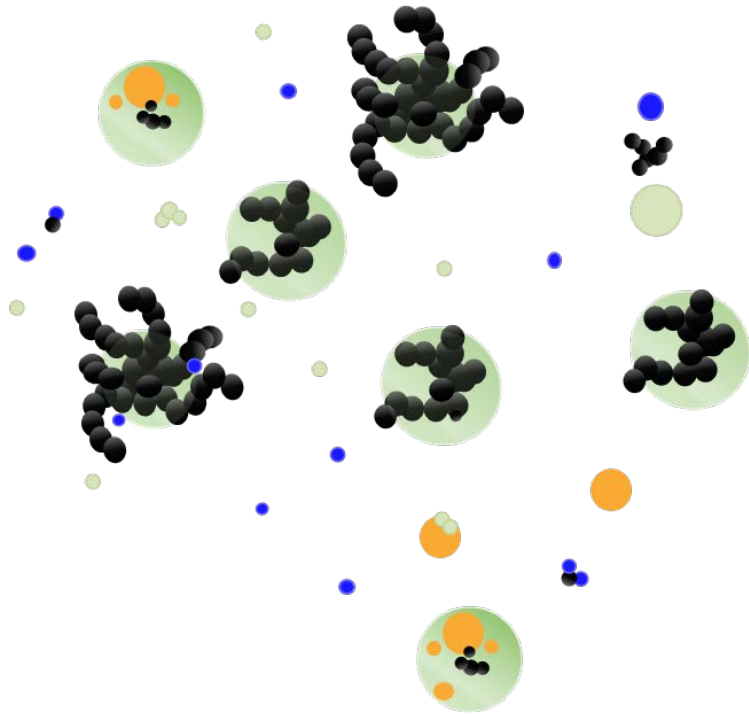
Arbetsplatsexponering för dieseldavgaser – Nya bränslen, nya teknologier, nya gränsvärden?

JOAKIM PAGELS, ERGONOMI & AEROSOLTEKNOLOGI, LUNDS UNIVERSITET

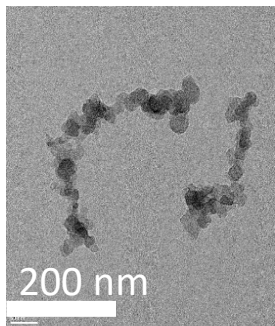
MARIA HEDMER, ARBETS- OCH MILJÖMEDICIN SYD, LUNDS UNIVERSITET



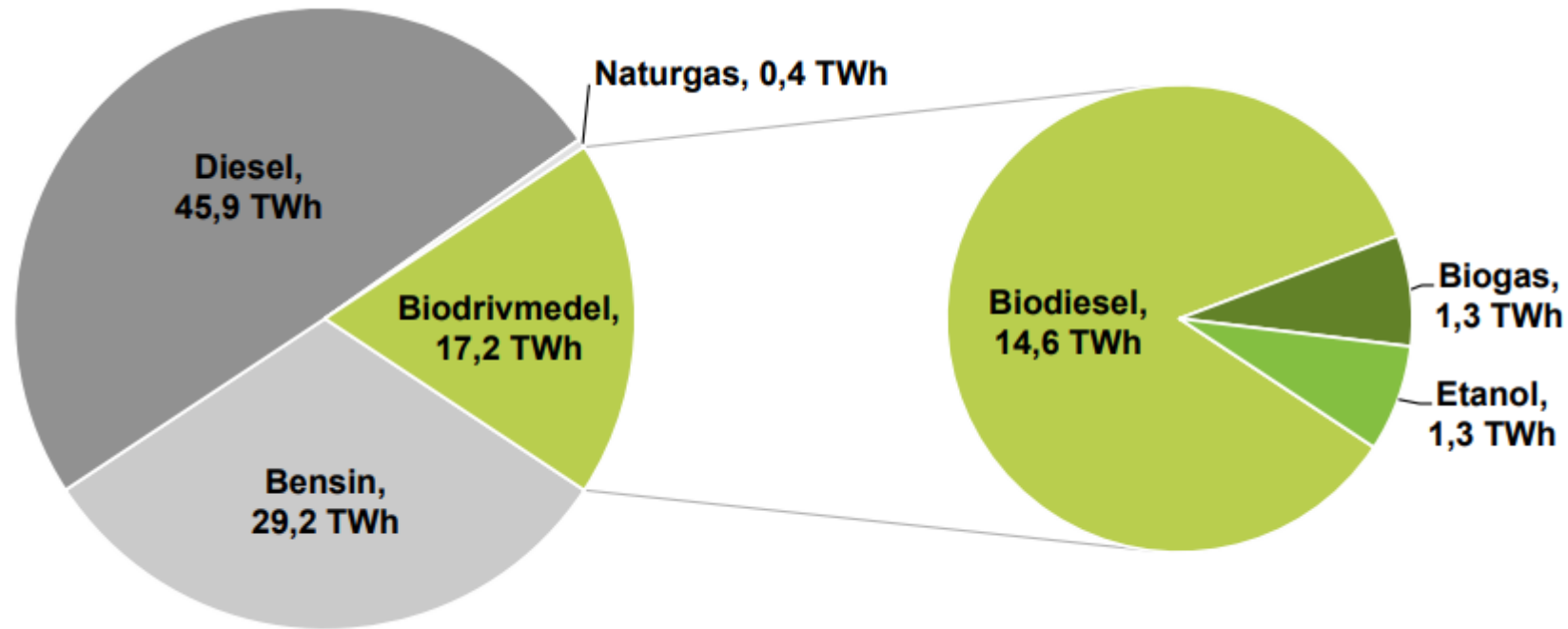
Dieselvavgaser komplex blandning av partiklar och gaser



- Dieselvavgaser är en komplex blandning:
 - Gaser: Kväveoxider, kolmonoxid etc
 - Partiklar: sotaggregat av nanopartiklar (EC) med ytbeläggning av PAH och metalloxider
Ännu mindre, lösliga partiklar (smörjolja etc)
- Exponeringsmått:
 - Kvävedioxid; NO_2 (risk för luftvägsinflammation)
 - Elementärt kol; EC (risk för cancer)
 - Partikel antal / yta (nya fordon)

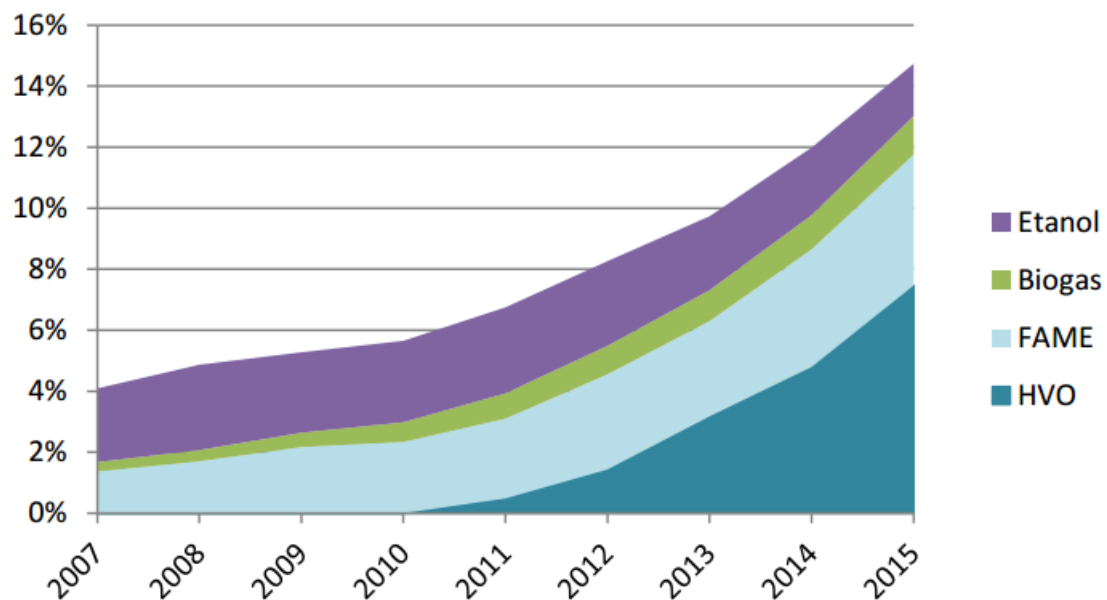


Just nu ett skift från fossila bränslen till biodrivmedel och hybridfordon

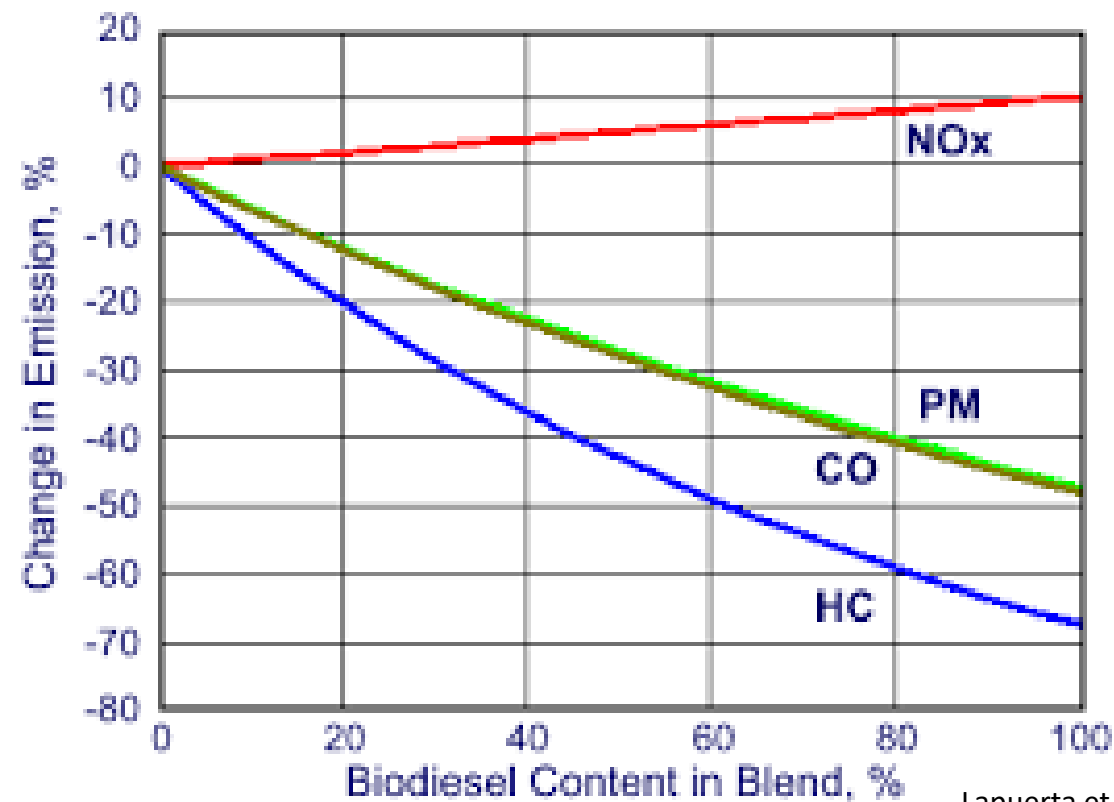


Sweden: 16% Biodiesel (HVO, RME)

En övergång från fossila till förnyelsebara dieselbränslen



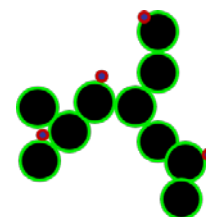
Källa: Energimyndigheten 2016



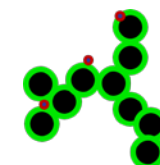
Lapuerta et al. 2008



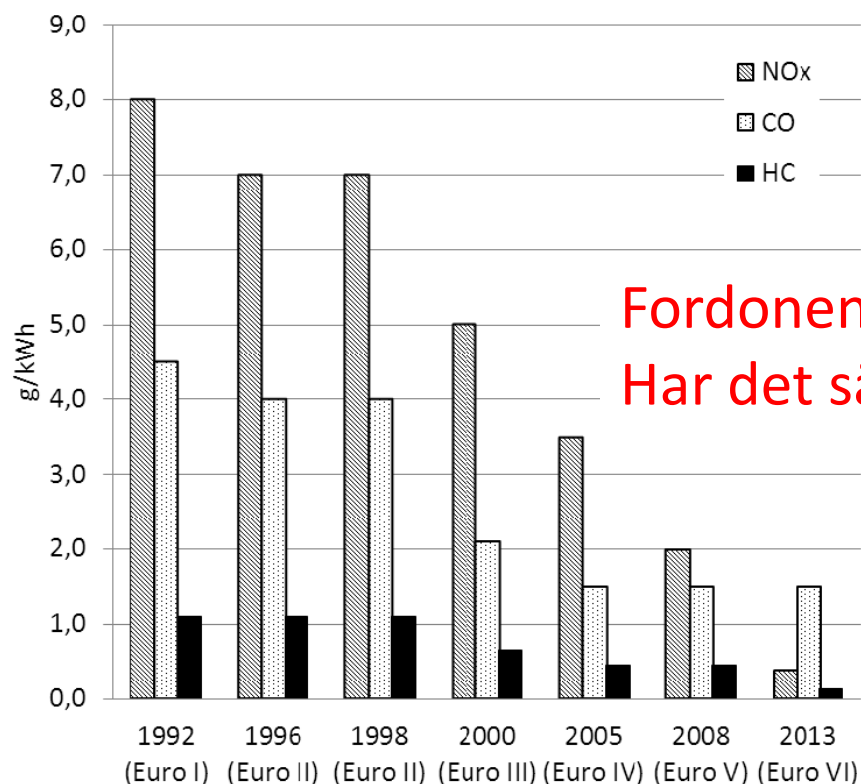
Diesel



FAME biodiesel



Emissionsstandards för tunga fordon inom EU



Fordonen har blivit renare enligt EU certifieringen.
Har det sänkt exponeringen i våra gruvor, gaser vs partiklar?

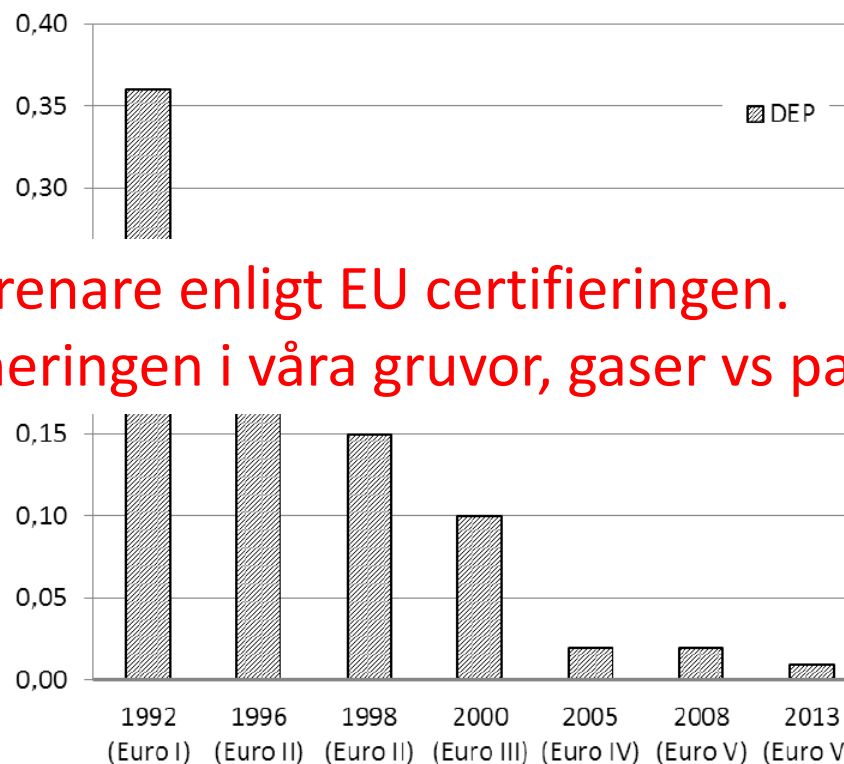


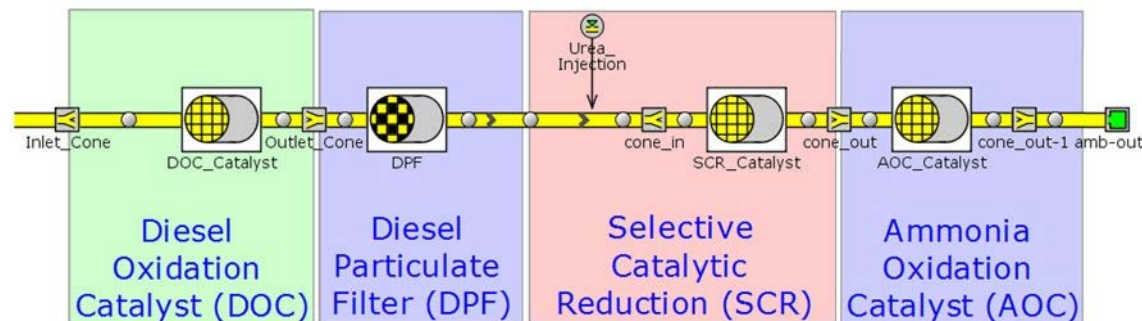
Figure 2. Development of emission standards for heavy-duty diesel engines in the EU. Euro I–VI refers to the European emission standards for heavy-duty diesel engines. Redrawn from data presented by ECOpoint (96). CO: carbon monoxide, DEP: diesel exhaust particles, HC: total hydrocarbons, NO_x: nitrogen oxides.

Moderna vs äldre fordon – Effekt av partikelfälla

Table 1. Average emissions from US 2004 compliant (corresponding to EU 1998–2000) and US 2007 compliant (corresponding to EU 2013) heavy-duty diesel engines (191).

Compound	US 2004 (EU 1998–2000) compliant engines (average $\pm$ SD, mg/h)	US 2007 (EU 2013) compliant engines (average $\pm$ SD, mg/h)	Reduction of emissions (%)
Elemental carbon	3 445 $\pm$ 1 110	23 $\pm$ 4.7	99
Organic carbon	1 180 $\pm$ 71	53 $\pm$ 47	96
Inorganic ions	320 $\pm$ 156	92 $\pm$ 38	71
Metals and elements	400 $\pm$ 141	6.7 $\pm$ 3.0	98
PAHs	325 $\pm$ 106	70 $\pm$ 24	79

EU: European Union, nd: no data, PAH: polycyclic aromatic hydrocarbon, SD: standard deviation, US: United States.



Khalek et al. 2011 J Air & Waste Assoc.

Hygieniska gränsvärden – Internationell utblick

Occupational exposure limits (8-hour TWAs) for diesel exhaust in different countries.

Country	Particles, resp. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		EC, resp. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ (ppm)	CO (ppm)	Ref.
Austria	100, 300 ^a	400 ^b , 1 200 ^{a, b}	-	-	-	-	(1)
Sweden ^c	-	-	-	-	1	20	(2)
Switzerland	-	-	100	-	-	-	(3)
US (MSHA)	-	-	-	160 ^a	-	-	(4)

^a Underground mining.

^b Short-term exposure limit (STEL, 15-min TWA).

^c General occupational exposure limit for exhaust gas.

EC: elemental carbon. CO: carbon monoxide. MSHA: Mine Safety and Health Administration.

NO₂: nitrogen dioxide. Resp.: respirable fraction. TC: total carbon. TWA: time weighted average.

Förslag på gränsvärden satta som EC (partiklar):

- SCOEL 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
- Nederländerna: 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (men över bakgrunden)

Exponeringsnivåer för dieslavgaser (EC)

Table 2. Occupational exposure measurements of diesel exhaust in the *mining industry* (personal monitoring) [adapted mainly from Pronk *et al.* (336)].

Job description/agent	Sampling duration (h) ^a	No. of samples	Exposure level AM (SD)	Exposure level GM (GSD)	Location	Sampling year	Reference
Underground							
<i>Elemental carbon, respirable</i>			µg/m ³	µg/m ³			
Production	-	6 ^b	148 (136)	85 (3.5)	UK	2004 ^c	(209)
Production	> 4	343	202 (32–144) ^d	111 (1.4–4.8) ^d	US	2002 ^c	(72)
Production	> 4	4	241 ^e	202 (1.8)	Estonia	2002 ^c	(44)
Production	> 4	15	637 (75–508) ^d	-	US	1999	(249)
Maintenance	> 4	269	144 (17–462) ^d	66 (1.7–4.6) ^d	US	2002 ^c	(72)
Mining ^f	> 4	779	40–384 ^h	27–347 ^h	US	1998–2001	(70)
Mining ^f	-	7 ^b	66 (28)	62 (1.5)	UK	2004 ^c	(209)
<i>Elemental carbon, submicron</i>			µg/m ³	µg/m ³			
Production	> 4	38	219 (65–193) ^d	-	US	1997 ^c	(388)
Maintenance	> 4	8	53 (46)	-	US	1997 ^c	(388)
<i>Elemental carbon, inhalable</i>			µg/m ³	µg/m ³			
Production	< 1–4	12	538 (512)	-	US	2007 ^c	(56)
<i>Elemental carbon, sampling fraction not given</i>			µg/m ³	µg/m ³			
Mining ^f	-	27	27	-	Sweden	2006 ^c	(477)

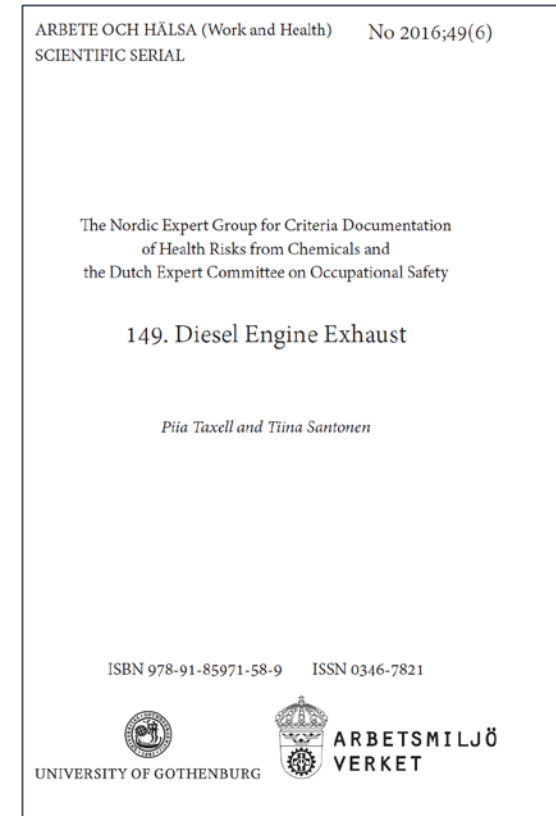
Studier mer än 10 år gamla, helt andra fordon/maskiner idag
Hur ligger vi till i Svenska gruvor idag?

Kunskapssammanställning NEG 2016 - Forskningsbehov

- Uppdatera *de epidemiologiska* studierna under kommande årtionden för att undersöka förändringar i **cancerrisker**
- **Jämföra nya och äldre fordon** gällande t ex **genotoxicitet och inflammation**
- Undersöka **exponeringsnivåer på arbetsplatser** där **moderna dieselfordon används** mätning av **både EC och NO₂**
- Validera nya relevanta **exponeringsmarkörer** för fordon av **modern teknologi (partikelantal, yta etc)**
- Studier där partiklarnas **farlighet per massenhet** jämförs för **nya vs. äldre fordon**
- *Förnyelsebara drivmedel ingick ej i sammanställningen!*

NEG-rapporten (Svensk sammanfattning på sidan 112)

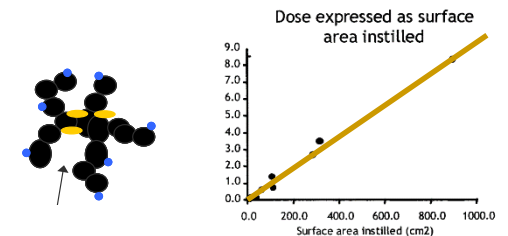
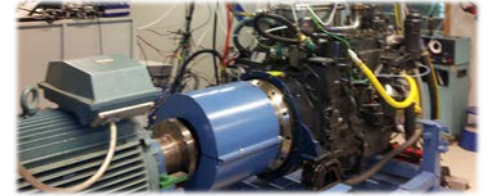
https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/44340/1/gupea_2077_44340_1.pdf



Arbetsplatsexponering för diesellavgaser

– Nya bränslen, nya teknologier, nya gränsvärden?

1. Emissionsmätningar i motorutvecklingslaboratorie vid LTH, nära kontakt med industrin – effekt av biodiesel och modern teknik
2. Personburna mätningar på arbetsplatser – effekt av biodiesel och modern teknik (gruvindustri, hamnarbete, byggindustri)
3. I lab. och fält utvärdera mättekniker och exponeringsmått relevanta för ny teknologi och nya bränslen
4. Samarbete med toxikologer (Arbetsmiljöinstitutet, Köpenhamn) med mål att identifiera vad som avgör dieselpartiklars farlighet (markörer för inflammation, hjärt-kärleffekter och cancer)



Forskningsfrågeställningar - exponering på arbetsplatser

- Leder de kraftigt sänkta emissionerna från moderna fordon i labstudier också till reducerade exponeringar på våra arbetsplatser?
 - Partiklar (EC; cancerrisk) vs gaser (NO₂; luftvägsinflammation)
- Hur förändras emissionsnivåer och egenskaper när vi ersätter fossil diesel med biodiesel / HVO?
- Hur korrelerar olika exponeringsmått (kvävedioxid, EC, partikelantal etc)?
- Vilka utmaningar finns vid att införa EC-mätningar för övervakning av exponering för diesellavgaser?