

Sammanfattning av EMFO-projektet och dess resultat

Diarienummer: 310 10 3431	Projektnummer: AL 90 A 2006:10535
Projekttitel: Deponering i andningsvägarna av partiklar från motoravgaser	
Bidragmottagare: Lund universitet, Fysiska institutionen, Avd. för Kärnfysik	
Projektledare: Erik Swietlicki	

Kort sammanfattning

Projektet har genomförts planerligt. Mätningar utfördes under 2007 inom projektet för att karakterisera dieselavgaser genererade med befintliga dieselmotorer och utspädningssystem utrustning vid exponeringskammaren på Svensk Maskinprovning i Umeå. Ombyggnation av utspädningssystemet gjordes under sommaren/hösten 2007 för att bättre efterlikna de spädförhållanden som finns i verkliga miljöer med diesel. Exponeringsförsöken för lungdepositions-mätningar utförs under vecka 23-24, 2008, på 20 försökspersoner, varav hälften friska och hälften med olika grad av KOL.

Unika data över den storleks-upplösta depositionen av dieselpartiklar i lungorna har erhållits. Resultaten innebär att vi nu kan beräkna sambandet mellan befolkningens exponering för dieselpartiklar (mätt i PM-halten i inandningsluften) till dos till andningsvägarna. Våra forskargrupper har tillsammans påvisat att olika typer av partiklar (trafikavgaser, vedrök) uppvisar stora skillnader i förhållandet mellan exponering och dos, vilket gör resultaten ännu mer relevanta för bedömning av hälsorisker orsakade av partikelexponering.

Efter en slutlig datautvärdering kommer resultaten att publiceras i vetenskapliga tidskrifter. Resultat från projektet har redan presenterats (muntligen av Erik Swietlicki) vid den årliga nordiska aerosolkonferensen (NOSA Aerosol Symposium, Nordic Aerosol Society), 7-8/11 2008 i Oslo, Norge.

Karakterisering av dieselavgaserna och utspädningssystemet

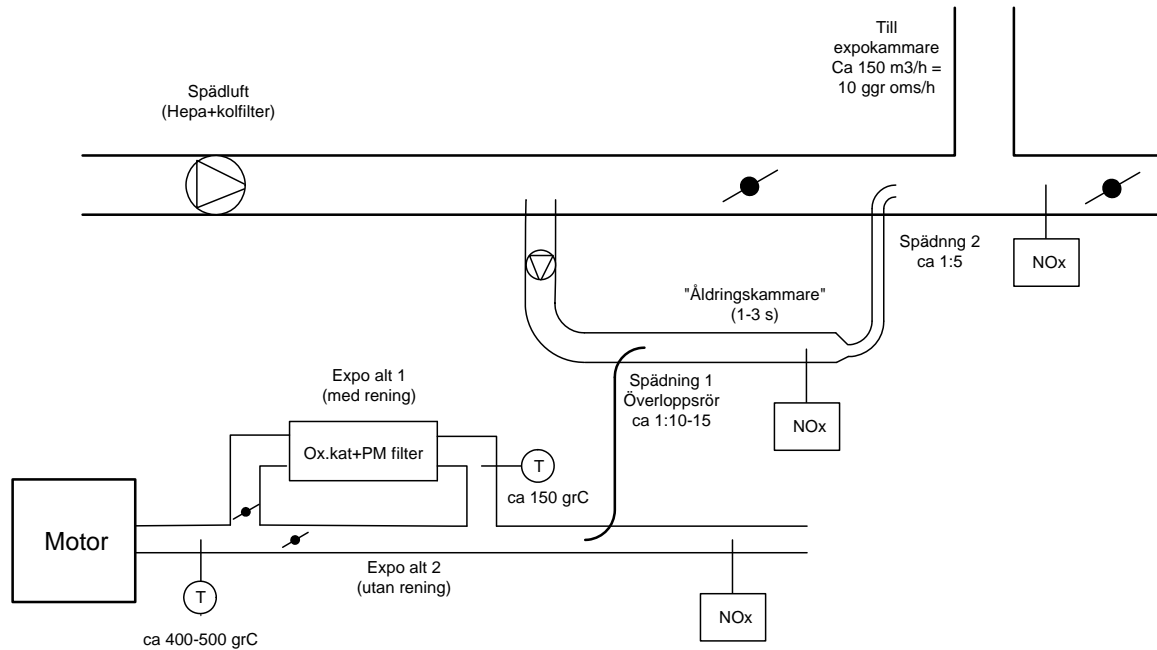
Våren 2007 gjordes en omfattande karakterisering av dieselavgaserna i exponeringskammaren i Umeå (PIXE, PAH, partikel antal-, yt- och masstorleksfördelningar, partikelmasskoncentration, OC/EC, NO_x, HC). Efter detta togs beslut att bygga om utspädningssystemet för att bättre efterlikna de spädförhållanden som finns i verkliga miljöer med diesel. Ombyggnation pågick i Umeå under sommaren/hösten 2007. Parallellt gjordes försök med RESPI (lungdeponeringsmätningar) av förbränningspartiklar i Lund.

Lungdepositions-mätningarna försenades på grund av denna nödvändiga ombyggnad, och av att exponeringsmätningar inom ett annat EMFO-projekt som studerar hjärt-kärl och lungeeffekter av dieselavgaserna (projektledare Sandström) hade företräde i kammaren.

Tester med det nya utspädningssystemet gjordes under hösten 2007 och designen fastställdes. Primärspädningen låstes till 10 ggr med överloppsrör och snabb mixning. Lämpliga koncentrationer (ca 300 µg/m³) uppnås i kammaren vid lagom luftomsättning. Ett relevant bränsle som Volvo använder som standard testbränsle fanns tillgängligt och användes vid lungdepositions-mätningarna.

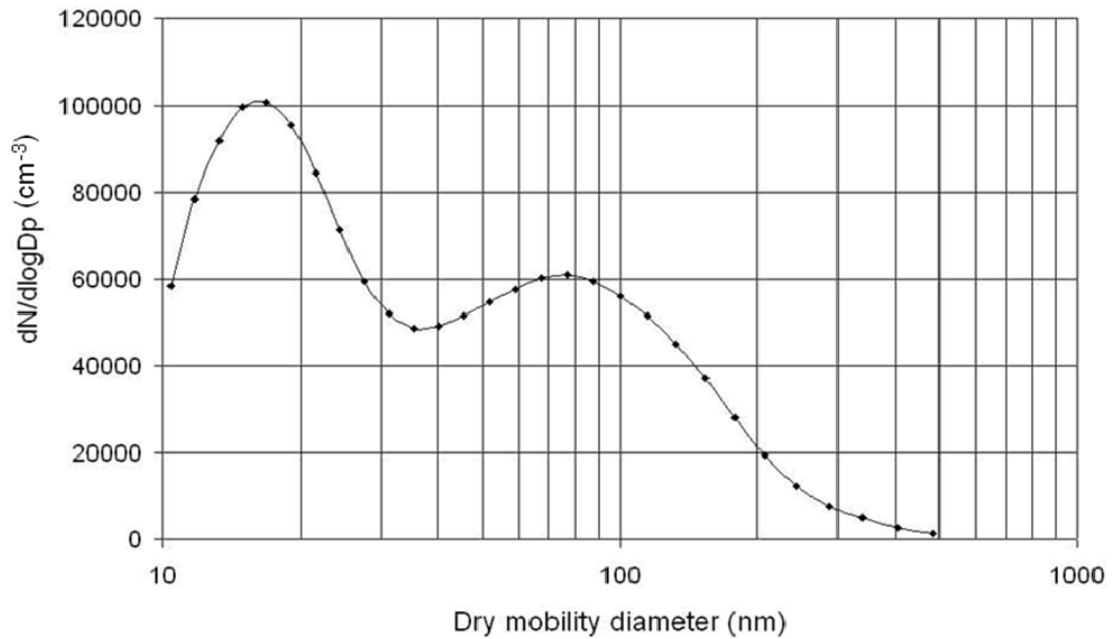
Beslut fattades våren 2007 rörande ombyggnad av den befintliga utspädningsutrustningen vid SMP. Ombyggnaden utfördes under sommaren 2007. Tanken är att efterlikna samplingsförhållanden som i andra studier visat sig ge tydliga nukleeringspartiklar, d v s 10-12 ggr initial spädning med 25-30 gradig luft och sedan en uppehållstid nånstans mellan 0.5-3 s.

Den slutliga designen på spädsystemet med ejektor och åldringskammare visas i Figur 1.

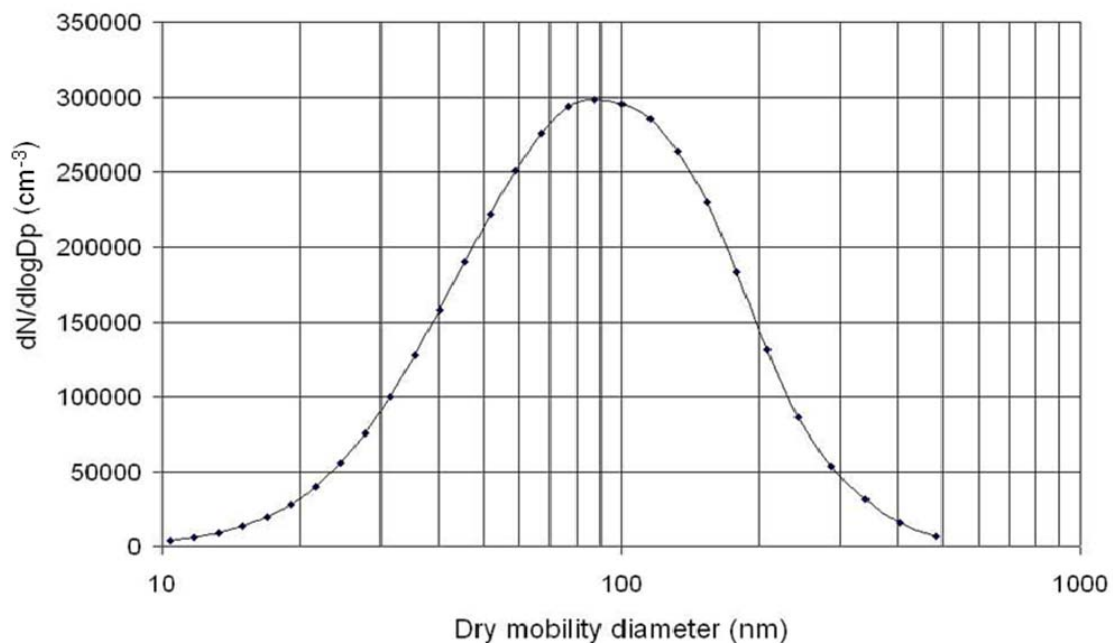


Figur 1. Slutlig design av utspädningsystemet för dieselvagaser.

Stabila förhållanden uppnåddes i kammaren vid exponeringsförsöken. Storleksfördelningarna vid tomgång respektive transientkörning (urban testcykel) skiljde sig åt på så sätt att en tydlig nukleeringsmod förekom vid tomgång. Detta bero bland annat på att partikelkoncentrationen i kammaren var lägre vid tomgång vilket minskade koaguleringsförlusterna för de allra minsta partiklarna.



Figur 2. Storleksfördelning i kammaren vid tomgång. En tydlig nukleeringsmod återfinns runt 17 nm.



Figur 3. Storleksfördelning i kammaren vid transient belastning (urban testcykel).

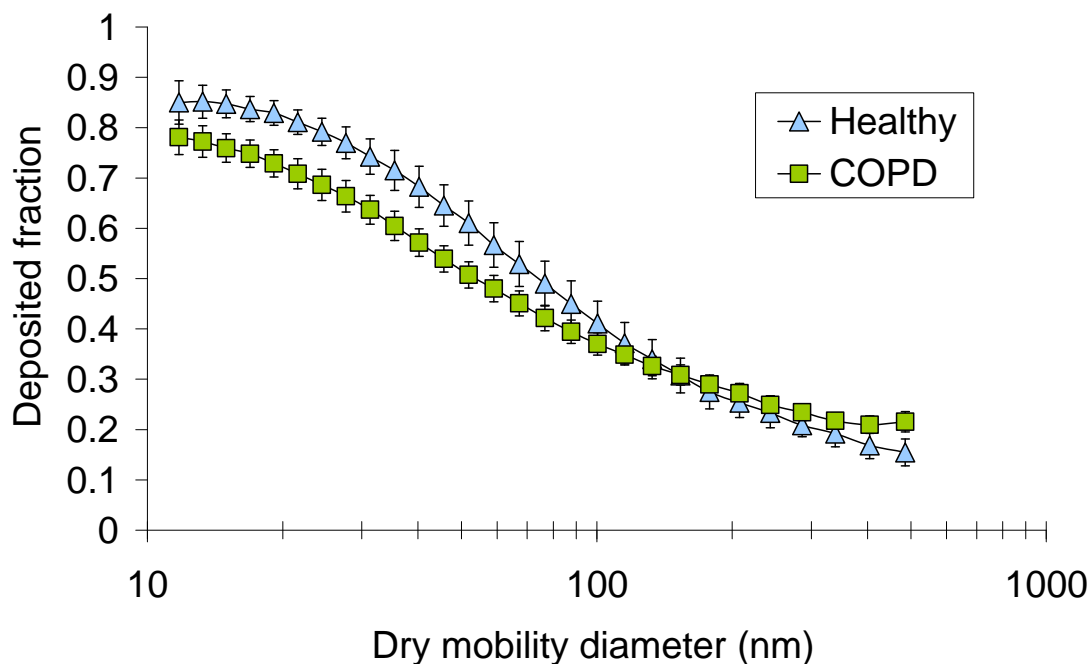
Exponeringsförsöken

Exponeringsförsöken för lungdepositionsmätningar utfördes under vecka 23-24, 2008, där vecka 23 fokuseras på test av mätutrustning och karakterisering av dieselavgaserna.

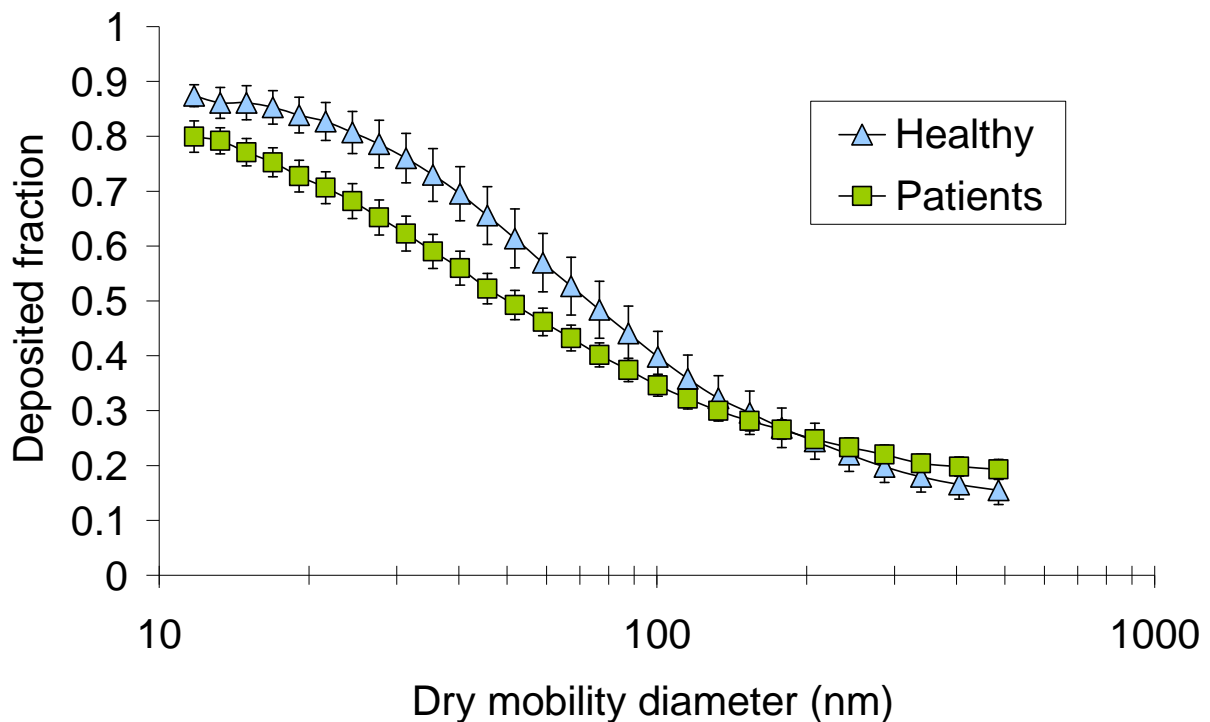
Våren 2008 rekryterades 20 försökspersoner, varav hälften friska och hälften med olika grad av KOL (kroniskt obstruktiv lungsjukdom). Samtliga genomgick en enkel hälsoundersökning som inkluderade grundläggande spirometri. En ny karakterisering av dieselavgaserna

genomfördes, som förutom de tidigare mätparametrarna även omfattade elektronmikroskopi och volatilitetsbestämning av partiklarna. I juni 2008 genomfördes mätningarna av hur dieselpartiklarna deponeras i lungorna för försökspersonerna för både tomgångskörning och för en transientcykel som är standardiserad för att efterlikna verkliga körförhållanden. De svårigheter som förväntades eftersom dieselpartiklar anses vara instabila i varma fuktiga miljöer som lungan visade sig vara överskattade, och data för lungdeposition utföll långt över förväntan i repeterbarhet, precision och överrensstämmelse med teoretiska modeller.

Figur 4 visar deponerad andel partiklar som funktion av partikelstorlek för friska personer och KOL-patienter vid tomgång. De båda grupperna skiljer sig tydligt åt. KOL-patienterna har klart lägre deposition för partiklar under 100 nm, men större deposition för partiklar större än 200 nm. Detta beror på att KOL-patienternas lungor är skadade vilket även förändrar deras andningsmönster.



Figur 4. Deponerad andel partiklar som funktion av partikelstorlek för friska personer och KOL-patienter (COPD) vid tomgång.



Figur 5. Deponerad andel partiklar som funktion av partikelstorlek för friska personer och KOL-partienter vid transient belastning (urban testcykel).

Fortsatt arbete

För att ytterligare belysa och stärka analysen av de unika data för lungdeposition som erhållits har forskargrupperna enats om att genomföra ytterligare undersökningar efter projektets formella slutförande 31/12 2008. Detta arbete innefattar en mer fullständig lungfunktionsundersökning för försökspersonerna, ytterligare filteranalyser och experiment för att bestämma dieselpartiklarnas eventuella vattenupptagningsförmåga.

Mer detaljerade beskrivningar av projektets resultat återfinns i följande publikationer:

Agneta Bengtsson, Examensarbete för civilingenjörsexamen, Teknisk Fysik, LTH,
 "Respiratory tract deposition of diesel engine Exhaust Particles – Comparison between healthy subjects and subjects with COPD", Fysiska institutionen, LTH, 4/11 2008.
<http://nuclearphysics.nuclear.lu.se/activity2008/AgnetaB.pdf>

Agneta Bengtsson, Jakob Löndahl, Joakim Pagels, Erik Swietlicki, Christoffer Boman, Anders Blomberg and Thomas Sandström. Respiratory tract deposition of diesel engine EXHAUST Particles – comparison between healthy subjects and subjects with COPD. Proceedings of the NOSA Aerosol Symposium (Nordic Aerosol Society), 7-8 Nov. 2008, Oslo, Norway.