

# Personlig eksponering og sundhed for trafikskabt luftforurening

Steen Solvang Jensen<sup>1</sup>, Martin Hvidberg<sup>1</sup>, Muriel Brocas<sup>1</sup>, Michael Roar Bo Larsen<sup>1</sup>, Ruwim Berkowicz<sup>1</sup>, Ole Hertel<sup>1</sup>  
Mette Sørensen<sup>2</sup> og Steffen Loft<sup>2</sup>

Danmarks Miljøundersøgelser, Afdelingen for Atmosfærisk Miljø<sup>1</sup>  
Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab<sup>2</sup>

## 1. Baggrund og formål

Luftforureningen i København og andre større danske byer har et niveau, som menes at forårsage væsentlige helbredsproblemer i den danske befolkning (Larsen et al. 1997). Bestemmelse af eksponeringen med luftforurening på individ niveau har imidlertid ikke indgået som et element i de hidtidige vurderinger af risikoen for udvikling og/eller forværring af helbredseffekter som kræft og luftvejssygdomme. Uden gode eksponeringsdata vanskeliggøres risikovurderinger samt effektvurderinger af diverse tiltag til emissionsbegrænsninger. Luftforurening fra trafikken udgør den væsentligste kilde til eksponering med udendørs luftforurening af den danske befolkning. Især partikulær forurening menes at udgøre en sundhedsrisiko. Eksponering er en persons kontakt med luftforurening. Ved personlig eksponering forstås et individs eksponering enten bestemt ved personbåren måleudstyr eller ved modellering.

Under Det Strategiske Forskningsprogram (SMP98) er der afsluttet et delprojekt, som fokuserer på udvikling af metoder til vurdering af individuel eksponering med luftforurening fra trafikken, og til at vurdere betydningen af denne forurening også set i forhold til betydningen af indendørs luftforurening. Endvidere belyses eksponering-respons sammenhænge. I projektet gennemføres eksperimentelle studier af den personlige eksponering vha. luftkvalitetsudstyr samt biomarkører.

Et delformål med projektet har været at udvikle en personlig eksponeringsmodel for trafikskabt luftforurening vha. luftkvalitetsmodeller, registerdata og GIS samt registrering af færdene vha. GPS. Præsentationen vil afrapportere metode og slutresultaterne fra denne del af projektet.

## 2. Metode og empirisk grundlag

Der er opsamlet tids- og aktivitetsmønster data for en række forsøgspersoner ved hjælp af GPS-modtagere, se figur 1. GPS (Global Positioning System) er stedbestemmelse vha. satellitter. Udstyret til stedbestemmelse har omfattet en GPS (på størrelse med en mobiltelefon), en SPOT-FM enhed inkl. antenne til forbedring af nøjagtigheden (differentiel GPS), en dataopsamlingsenhed (Palm size PC) samt batterier. Fem GPS sæt var samtidigt til rådighed for undersøgelsen. Nøjagtigheden er indenfor nogle få meter, hvilket er tilstrækkeligt til at registrere den rute på vejnettet, som forsøgspersonerne har fulgt. Forsøgspersonerne har endvidere udfyldt et spørgeskema med oplysninger om deres færden samt indtegnet deres rute på et kort. Dette muliggør bl.a. sammenligning af forsøgspersonernes selvregistrering af deres færden på kort med registreringen via GPS.

50 studerende fra Københavns Universitet, som bor og arbejder i København, har deltaget i undersøgelsen (Sørensen et al., 2002). Der er gennemført målekampanjer af to døgners varighed for hver forsøgsperson i efteråret 1999 samt vinter, forår og sommer 2000. Der er foretaget målinger af den personlige eksponering, og koncentrationsniveauer udenfor og indenfor på bopæl og udenfor og indenfor på uddannelsessted (Panum i København). Målekampanjerne har omfattet personlige eksponeringsmålinger (NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> og benzen), biomarkør prøver samt GPS målinger. GPS målingerne har dog ikke omfattet samtlige forsøgspersoner.

For at kunne beregne forsøgspersonernes eksponering er det nødvendigt at kunne bestemme luftkvaliteten på den rute som benyttes. Dette gøres med AirGIS (Jensen et al. 2001), som er et

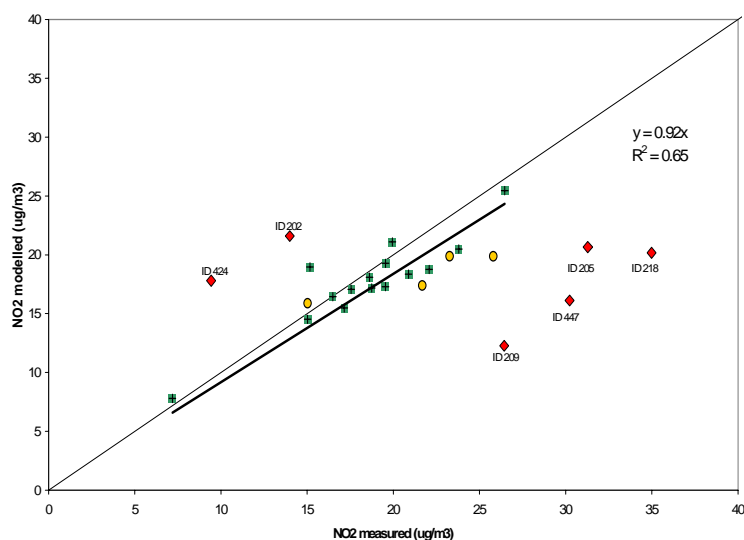
modelsystem til estimering af luftforurening og eksponering ved brug af Geografiske Informations-systemer (GIS). AirGIS anvender en gadeluftkvalitetsmodel kaldet Operational Street Pollution Model (OSPM) i kombination med digitale kort (bygninger, veje, adresser) og registre, bybaggrunds- og meteorologisk data, samt trafikoplysninger. Bygningshøjden indgår også i beregningerne og er estimeret ud fra objekthøjder på bygningskroppen over havoverfladen minus terrænhøjder. AirGIS muliggør beregning af luftkvaliteten på den enkelte adresse for at bestemme eksponeringen. I forbindelse med dette projekt er AirGIS videreudviklet til at kunne beregne luftkvaliteten for beregningspunkterne på forsøgspersonernes rute for at kunne beregne eksponeringen. I forbindelse med projektet er der udviklet en række GIS-baserede metoder for at kunne anvende ruteinformation fra indtegnede ruter på kort samt GPS-data til luftkvalitetsberegninger (Hvidberg et al. 2002). I forbindelse med projektet er der knyttet trafikdata fra København-Ringsted trafikmodellen til vejnetstema i TOP10DK (Topografisk kort 1:10,000 for Danmark), som har god geografisk nøjagtighed.

Modellen beregner den udendørs luftforurening og ved ophold indendørs er indendørsniveauet bestemt ud fra en empirisk sammenhæng mellem udendørs og indendørs forurening bestemt ud fra de samlede målte udendørs og indendørs målinger.

Modelberegningerne vil endvidere sammenlignet med personlige eksponeringsmålinger samt udendørs målinger ved bopæl for NO<sub>2</sub>.

## Resultater

Resultaterne af eksponeringsberegninger og valideringen vil blive præsenteret, se nedenstående figur (Jensen et al. 2003). Undersøgelsen viste endvidere, at indendørskilder kan spille en væsentlig rolle for den personlige eksponering (passiv rygning, stearin lys, madlavning). Endvidere vil der blive redegjort for det eksponeringsbidrag, som de forskellige mikro-miljøer bidrager med til gennemsnitlige eksponering men også til peak eksponering (transport, ophold indendørs og udendørs på bopæl samt indendørs og udendørs på uddannelsessted).



Figur 1 Sammenhængen mellem målt og beregnet personlig eksponering for NO<sub>2</sub>. Det ses, at modellen giver en god overensstemmelse med målinger for situationer, hvor indendørskilder spiller en mindre rolle (grønne punkter,  $r^2=0,65$ ). Modellen underestimerer for situationer, hvor indendørskilder er væsentlige (røde punkter, Id 205, 209, 218, 447) eller overestimerer ved stor udluftning (røde punkter, Id 202, 424). De gule punkter angiver, hvor der findes en potentiel fejkilde til målingerne. Det er såsom, længerevarende offline af måleinstrumentet, kontinuerlig udluftning (gule punkter).

### **Taksigelser**

Ovenstående var en delaktivitet i projekt 2.1 "Udvikling af eksponeringsmodel for luftforurening fra trafik" i Center for Miljø og Luftveje (CML) under det Strategiske Miljøforskningsprogram (SMP). I projekt 2.1 deltager endvidere Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab, Afdeling for Miljø og Arbejdsmedicin samt Kræftens Bekæmpelse, Institut for Epidemiologisk Kræftforskning. Bybaggrunds- og meteorologisk data er fra det Landsdækkende Målenet Program (LMP) samt Københavns Kommunes måleprogram. Trafikdata stammer fra København-Ringssted Trafikmodellen og er stillet til rådighed af det tidligere Banestyrelsen Rådgivning.

### **Referencer**

Jensen, S.S., Berkowicz, R., Hansen, H. S., Hertel, O. (2001): A Danish decision-support GIS tool for management of urban air quality and human exposures. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 6, Issue 4, 2001, pp. 229-241.

Larsen, P.B., Larsen, J.C., Fenger, J., Jensen, S.S. (1997): Sundhedsmæssig vurdering af luftforurening fra vejtrafik, Miljøprojekt nr. 352, Miljøstyrelsen.

Hvidberg, M., Jensen, S.S. (2002): A GIS tool for pre-processing route information for air pollution modelling. *GI - Communication and Perspective*, 25.-27. November 2002, Ålborg, Denmark. Poster presentation. <http://www.geoforum.dk/norgis/norgisram.htm>

Jensen, S.S., Hvidberg, M., Brocas, M., Hertel, O., Berkowicz, R., (2003): Modelling of Personal Exposure to Traffic Air Pollution using GIS and GPS. Annual Conference of International Society of Exposure Analysis (ISEA). September 21-25, 2003. Stresa, Italy. Poster presentation.

Sørensen, M., Andersen, H.V., Loft, S., Raaschou-Nielsen, O., Skovgaard, L. T., Knudsen, L., Nielsen, I. V., and Hertel, O., 2002. Personal Exposure to PM<sub>2.5</sub> and NO<sub>2</sub> in Copenhagen: relationship to bedroom and outdoor concentrations covering seasonal variation. (Submitted).