

Notat

PAH og partikler i lufthavnen

Baggrund

Notatet er udarbejdet på baggrund af møder på Bispebjerg Hospital, som blev holdt efter en henvendelse fra fagforbundet 3F om hjælp til udredning af risikoen forbundet med arbejdet i lufthavnen, specielt omkring flyene på rampen.

Den aktuelle anledning til henvendelsen var en artikel offentliggjort på NFA's hjemmeside¹, som viser en overhyppighed af DNA-skader hos personale med tilsvarende arbejde i en italiensk lufthavn. 3F ønskede at diskutere muligheden for at foretage helbredsundersøgelse på de ansatte i dele af lufthavnen og ønskede en vejledning om betydningen af fundene i den italienske undersøgelse

Deltagerne i møderne var Lillian Petersen, Dan Henriksen og Ulla Andersen fra Arbejdstilsynet, Ulla Vogel og Håkan Wallin fra det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø, Rossana Bossi fra Danmarks Miljøundersøgelser, Peter Møller fra afdeling for Miljø- og Arbejdsmedicin, Københavns Universitet, Morten Blønd fra Arbejdsmedicinsk Klinik i Hillerød og Niels Ebbenhøj fra Arbejdsmedicinsk Klinik på Bispebjerg. Desuden har Ole Raaschou-Nielsen fra Kræftens Bekæmpelse og Steffen Loft fra Institut for Folkesundhed bidraget og kommenteret. Notatet er udarbejdet af Niels Ebbenhøj i samarbejde med gruppen.

Eksponering

Eksponeringen for partikler og polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH'er) ved det pågældende arbejde stammer fra flyene i form af udstødningsgas fra jetmotorerne og fra en turbine, der genererer strøm i flyet. Begge dele drevet af flybrændstof. Endvidere er der udstødningsgas fra dieselmotorerne på en række maskiner, der bruges ved håndtering af flyet.

Dieselso, forstået som udstødningsgassen fra dieselmotorer anses for at være carcinogent, og er optaget på IARC's liste over carcinogene faktorer i gruppe 2A². Dokumentationen stammer fra dyreforsøg, og i begrænset omfang fra epidemiologiske undersøgelser.

Dieselso består af partikler i forskellig størrelse samt en lang række kemiske forbindelser, hvoraf en del går under samlebetegnelsen polycykliske aromatiske hydrocarboner, PAH'er. De forekommer både som en del af partiklerne og på gasform. Partiklerne på pladsen stammer fra udstødningsgas, både fra dieselmotorer og fra jetmotorer. Vi har ikke fundet nærmere beskrivelse af partikelsammensætning og kemisk indhold i udstødningsgas fra jetmotorer, men den kan meget vel være forskellig fra udstødningsgassen fra dieselmotorer.

Endelig er der afdampning af brændstofdamp i forbindelse med brændstofpåfyldning, hvor flyets tanke udluftes. Hvor relevant det er i denne forbindelse er ikke sikkert.

Der foreligger meget få undersøgelser af eksponeringen for de nævnte faktorer i lufthavne.

Den omtalte italienske undersøgelse³ har fundet PAH-niveauer på omkring 1/10 af den nugældende danske grænseværdi i arbejdsmiljøet på 0,2 mg/m³, med en tydelig forskel i eksponeringen mellem målinger på pladsen og måling inde i terminalbygninger og kontorer.

Partikelkoncentrationerne i Kastrup lufthavn er vurderet af SGS Danmark (Scandinavian Ground Service), som er arbejdsgiver for en stor del af det eksponerede personale. Målingerne viser partikelkoncentrationer fra 50.000 til 300.000 pr. cm³ på forpladsen, 200.000 /cm³ ved taxaholdepladsen og ned til 3.000 partikler pr. cm³ i et opholdsrum uden rygning (Lars Brogaard, 3F, mail af 23.04.2007).

Der er ikke foretaget karakteristik af partiklerne, så størrelsesfordelingen kendes ikke, og den kemiske sammensætning er heller ikke kendt. Totalt PAH-mål er næppe særlig relevant, der findes adskillige forskellige stoffer inden for PAH-gruppen, som har meget forskellig toksikologi.

Måleomstændighederne i lufthavnen er ikke beskrevet, så man kan ikke umiddelbart sammenligne tallene. Man kan blot bruge tallene fra lufthavnen til at bekræfte, at der er partikler til stede og kilder til partikelforurening, som kan give anledning til en punktvist høj koncentration. Arbejdstilsynet

har ved et besøg over flere dage i lufthavnen vurderet luften på pladsen som væsentlig mere fortættet af bl.a. dieselos end den københavnske bytrafik (Dan Henriksen, personlig meddelelse).

Partikelkoncentrationer i det ydre miljø er bedre beskrevet. I en rapport fra Miljøministeriet (Miljørapport nr. 981, 2005)⁴ findes partikelkoncentrationer på 30.000 cm³ i indåndingszonen ved cykling i København, og peak-koncentrationer under cykling på 150.000 pr. cm³. Ved bilkørsel i Københavns brokvarterer findes partikeltal på omkring 70.000 pr. cm³. Forskellige partikelstørrelser har meget forskellige biologiske effekter i de sammenhænge, hvor det er undersøgt.

Flybrændstof består af kulbrinter, herunder op til 18% procent aromatiske kulbrinter. Udluftning fra flyets tanke under brændstofpåfyldning vil således også indeholde aromatiske kulbrinter. Da de er mere flygtige end mange af de alifatiske kulbrinter kan aromaterne udgøre en større del af dampene. Benzen, som aromatisk kulbrinte har en kendt carcinogen effekt (IARC).

Vi har ikke kunnet finde målinger af koncentrationen af organiske opløsningsmidler i lufthavne, og det er ikke muligt på nuværende tidspunkt at afgøre om dette er et problem.

Effekt

I den aktuelle italienske undersøgelse³ er der anvendt en metode, som giver information om brud på DNA-strengene, en tidlig markør for DNA-skade. Det er et fænomen, som optræder naturligt hos os alle sammen.

Ved eksponering for en lang række påvirkninger ses et øget antal brud på DNA-strengene. Udsættelse for partikler fra trafik giver sådanne strengbrud, og det gør rygning også^{4,5}. Der findes en veludviklet DNA-reparationsmekanisme, som i de fleste tilfælde kan reparere DNA-skaderne i den takt de opstår. Ud fra nogle teoretiske overvejelser om mutagene og carcinogene mekanismer kan brud på DNA-strengene ses som en mulig forløber for kræft, og man kunne tænke sig, at kræfttrisikoen ville stige med stigende antal brud på DNA-strengene. Man har imidlertid ikke kunnet vise, at det rent faktisk forholder sig sådan, og derfor ved man heller ikke, om brud på DNA-strengene som fund kan betragtes som en forløber for sygdom. Indtil videre må det derfor anses for at være et mål for eksponering for genotoksiske stoffer⁶.

DNA-skader har været kædet sammen med udsættelse for partikler. I rapporten fra Miljøprojekt nr. 981⁴ beskrives en dag til dag variation i antallet af DNA-skader hos forsøgspersoner, som hænger

sammen med dagens partikeludsættelse. Omfanget af DNA-skader afspejler dermed en korttidseffekt, og det er uvist, om det betyder noget på langt sigt.

En oversigt over sammenhængen mellem luftforurening og kræftisiko⁷ finder på baggrund af en del epidemiologiske studier de sidste 50 år, at der er evidens for en øget hyppighed af lungekræft, og at det meget vel kan skyldes partikler eller stoffer der spredes på partikelform. Overhyppigheden svarer til den man ser ved erhvervsmæssig udsættelse for dieselos (Relativ Risiko 1,3) eller passiv rygning hos ikke rygere (Relativ Risiko 1,24) hvorimod den relative risiko for lungekræft hos storrygere er omkring 20.

Urinvejskræft har været nævnt i forbindelse med eksponeringen i lufthavnen. Urinvejskræft er langt overvejende associeret med rygning men en række forskellige erhvervsmæssige sammenhænge⁸ har også en vis overhyppighed. Der er nogen evidens for at udsættelse for dieselos i arbejdet ligeledes medfører en let øget risiko for blærekræft (Relativ risiko mellem 1,1 og 1,4)⁹.

Med hensyn til hjertekarsygdom og lungesygdom er det vel dokumenteret at partikulær luftforurening i bymiljøer er associeret med forøget sygelighed og dødelighed^{10,11}. Det er dog først og fremmest ældre i befolkningen og dem der allerede er disponerede for hjertekarsygdom og lungesygdom som er i risiko¹². I kombination med rygning kan partikelforurening og evt. anden forurening give anledning til at øget forekomst af kronisk bronkitis, kronisk obstruktiv lungelidelse, KOL eller rygerlunger, men det er helt uafklaret hvor meget der skal til, og hvor lang tid. Uden samtidig egen rygning er der næppe nogen effekt¹³.

Arbejdstilsynets påbud

Arbejdstilsynet har givet reaktioner til de virksomheder, der udfører lastning og losning af fly, om at undgå unødigt påvirkning fra udstødningsskasser og partikler, i overensstemmelse med Arbejdstilsynets normale praksis ved udsættelse for udstødningsskasser fra forbrændingsmotorer og særligt fra dieselmotorer. Virksomhederne skal træffe foranstaltninger til at mindske udledningen af udstødningsskasser, fx ved brug af partikelfiltre eller ved at skifte til eldrevne biler. Samtidig er der givet et strakspåbud om at slukke motorerne i stedet for at lade dem køre i tomgang.

Endvidere er Københavns Lufthavn blevet bedt om at fortælle, om der er retningslinier for færdselen i lufthavnsområdet, og i benægtende fald at overveje at udarbejde sådanne retningslinier for

yderligere at begrænse udviklingen af udstødningsgasser og partikler i arbejdsområderne i lufthavnen.

Helbredsundersøgelser

Forslag om helbredsundersøgelser rejses ofte når en gruppe udsættes, eller viser sig at have været udsat for en arbejdsmiljøpåvirkning. Det bunder i et ønske om at se om nogen har taget skade af udsættelsen så tidligt som muligt, og konstatere en skade tidligt for at sikre behandlingsmulighederne.

For at helbredsundersøgelser kan være nyttige, skal der derfor både være styr på hvilken effekt man kan forvente, der skal være en god metode til at undersøge denne effekt, og der skal være en god behandling til de der får påvist sygdommen. Desuden skal man, som ved al anden medicinsk intervention sikre sig, at man ikke gør mere skade end gavn.

Som det er fremgået af afsnittet om effekt er der 4 ”helbredsudfald” man kunne overveje at lede efter, lungekræft, urinvejskræft, hjerte-kar sygdomme og lungesygdomme. For alle disse 4 sygdomsgrupper findes behandlinger, så diskussionen går på undersøgelsesmetodens egnethed til tidlig opsporing af sygdom og spørgsmålet om at gøre ”mere gavn end skade”.

Intet undersøgelsesprogram er 100 % sikkert. Alle undersøgelser er forbundet med falske negative svar (fundet rask, men er i virkeligheden syg) og falske positive svar (fundet syg, men er i virkeligheden rask). De første vil blive beroliget på et falsk grundlag, og dermed måske undlade at gå til lægen med de første symptomer, og måske forpasse muligheden for behandling. De sidste skal igennem et yderligere undersøgelsesprogram, for at bevise at de er raske. Det er forbundet med store menneskelige omkostninger at gå med mistanke om en alvorlig sygdom, og at gennemgå et somme tider langt undersøgelsesprogram, selvom det ender med at mistanken frafaldes (med stor sandsynlighed).

Ved screening er det også vigtigt at være opmærksom på, at et normalt resultat af en screeningsundersøgelse blot for en tid gør det mindre sandsynligt, at personen har sygdommen. Det fjerner ikke risikoen for at få sygdommen.

WHO har allerede i 1968 opstillet en række krav til et screeningsprogram, som understreger ovenstående problemstillinger¹⁴.

I forbindelse med mulige helbredsundersøgelser ved partikeludsættelse kan det generelt siges, at de vil kræve mangeårig opfølgning, da der er en lang latenstid fra partikeludsættelse til sygdommens opståen. Dette kan indebære gentagne risikofyldte undersøgelser. De etiske overvejelser er derfor væsentlige.

Nedenfor gennemgås de metoder der kunne overvejes i forbindelse med partikeludsættelse med henblik på at opspore lungesygdomme.

Almindelig lægeundersøgelse, måling af lungefunktionen, blodprøver og røntgenundersøgelse af lungerne er ikke egnede til undersøgelse af tidlige stadier af lungekræft. Røntgenundersøgelsen medfører desuden udsættelse for ioniserende stråling i størrelsesordenen op til 0,1 mSv, som i sig selv vil give en lille ekstra risiko for lungekræft ¹⁵.

CT-skanning af lungerne

Flere steder i verden er der iværksat projekter med screening for lungekræft med lav-dosis CT-skanning blandt personer i høj-risikogrupper. Man ved imidlertid endnu ikke, om dødeligheden med sikkerhed reduceres ved at foretage disse screeninger ^{15,16}. Der er alle steder fundet mange falsk positive svar, op til 17 % ^{17,18}.

Ved screening af rygere har man fundet kræftkuder i lungerne hos 0,5 % - 1,3 % af deltagerne. Desuden var der 5 % - 41 % falsk positive resultater dvs. forandringer som ikke var kræft, men som krævede yderligere undersøgelser ¹⁹.

Som det er fremgået er der en række etiske overvejelser i forbindelse med screeningsprogrammer. Berettigelsen af en screeningsprocedure er helt afhængig af hyppigheden af det fænomen man vil screene for, og hvor stor en overhyppighed der er i den gruppe man overvejer at undersøge. Alle de screeningsprogrammer der er gennem verden over opererer med større hyppigheder og relative risici end dem man vil forvente blandt lufthavnsansatte ud fra den viden man i dag har om eksponeringen.

Lav-dosis CT-skanning er den mest lovende metode, men der er endnu utilstrækkelig dokumentation for, om prognosen af lungekræft forbedres ved screening, og det kan derfor ikke anbefales at der indføres screening af lufthavnspersonalet for lungekræft ²⁰.

Screening for urinvejskræft

Kræft i urinvejene giver sig i første omgang udslag i blod i urinen og kræftceller i urinen. Det første kan afsløres ved en almindelig urinprøve, også før det kan ses med det blotte øje. Det er en meget uspecifik prøve, som normalt ikke anses som brugbar til screening af raske, fordi der er for mange ”falsk positive”. Som med CT-skanningen for lungekræft kommer man derfor til at stå med en meget stor gruppe raske personer der skal undersøges grundigt med bl.a. kikkertundersøgelse af blæren og røntgenundersøgelse af urinvejene for at afkræfte sygdom.

Kræftens bekæmpelse konkluderer på den baggrund at der ikke findes egnede metoder til screening for kræft i urinvejene ⁸

Screening for hjerte-kar sygdomme

For så vidt angår hjerte- og kar sygdomme forholder det sig anderledes.

Den erhvervsmæssige overhyppighed der måtte være som følge af eksponeringen på lufthavnen vil under alle omstændigheder være mindre end de personlige risikofaktorer for hjerte-karsygdom, rygning, overvægt, højt kolesteroltal og manglende motion. Hvis man tænker sig at man vil nedsætte hjerte-kar sygeligheden eller dødeligheden i en gruppe med en øget risiko for hjertekarsygdom vil det være screening for disse risikofaktorer man skal rette sin indsats mod. Det vil sige livsstilssamtaler om kost, motion og rygning, samt kontrol af blodtryk og evt. kolesteroltal.

Finder man noget unormalt ved disse samtaler eller de to nævnte undersøgelser vil indsatsen være livsstilsomlægninger i første omgang, og først i anden omgang kolesterol- og blodtrykssænkende medicin.

Screening for hjerte-kar sygdom vil være forbundet med falske positive resultater og falske negative resultater som andre screeningsprogrammer. På en gruppe uden symptomer giver det derfor ikke mening at foretage hjerteundersøgelser, som også kan ende i invasive undersøgelser med det formål at bevise af personerne er raske.

Screening for rygerlunger

Udviklingen af rygerlunger er forbundet med en gradvist aftagende lungefunktion. Lungefunktionen kan måles relativt enkelt ved lungefunktionsmålinger, men der er meget vide grænser for den normale variation, og lungefunktionen aftager normalt med alderen. Derfor er det relevante mål ikke så

meget funktionen på et bestemt tidspunkt, men hvor meget lungefunktionen aftager over en periode på f.eks. nogle år.

Sundhedsstyrelsen har udgivet retningslinier for forebyggelsen af invaliditet som følge af rygerlunger, og her er vejledningen, at praktiserende læger systematisk foretager tidlig opsporing af KOL hos personer med høj risiko, og følger dem med regelmæssige kontroller. Kontrollerne skal også omfatte en regelmæssig måling af lungefunktionen, så man kan sætte ind med flere forebyggende tiltag, hvis lungefunktionen aftager hurtigere end normalt.

Overført til de ansatte i lufthavnen er anbefalingen derfor, at opsporing af tidlige tegn på rygerlunger foregår hos egen læge for de personer der er i risiko, dvs. rygere, personer med arvelig disposition til rygerlunger og personer der er massivt udsatte for luftforurening på arbejdspladsen eller i miljøet hvor de bor.

Resume og konklusion

Luften omkring flyene i lufthavne er forurenet med partikler, PAH'er og andre kulbrintedampe. Der foreligger ikke gode beskrivelser af omfanget af forureningen. Ved offentliggørelsen af en italiensk undersøgelse er problemet på ny kommet i fokus, og det har affødt en henvendelse til arbejdsmedicinsk klinik med henblik på en vejledning i, hvordan situationen skal håndteres.

Den italienske undersøgelse viser PAH-niveauer på 1/10 af de nuværende grænseværdier i arbejdsmiljøet. Mængden af partikler er ikke beskrevet, og det kunne evt. sammen med brændstofdampe være en mere relevant eksponering. Fundet i den italienske undersøgelse af DNA-skader relateret til arbejdet på rampen peger på, at personalet kan være reelt eksponeret for en eller flere af de tre miljøpåvirkninger. Arbejdstilsynets observationer på pladsen tyder på at der er et arbejdsmiljøproblem og har dannet grundlag for en række påbud, som skal mindske forureningen.

Der er således både fra litteraturen og ved observation fra Arbejdstilsynet holdepunkt for, at der foregår en reel eksponering, som af forebyggelsesmæssige årsager bør nedbringes.

Befolkningsundersøgelser tyder på, at luftforurening er associeret med en let øget risiko for lungekræft, blærekræft, hjerte-kar sygdomme og lungesygdom, men der er ikke tilstrækkelig viden om

eksponeringen i lufthavnen til med sikkerhed at afgøre, i hvilken grad arbejdet dér også giver en øget risiko for personalet.

Der findes ikke egnede metoder til at afsløre tidlige tegn på de sygdomme som er i fokus i denne forbindelse, lungekræft, blærekræft, hjerte-kar sygdomme og lungesygdomme. Det kan derfor ikke anbefales at iværksætte en screening på nuværende tidspunkt.

Konklusionen på denne gennemgang er derfor

- at der er en eksponering i lufthavnen for partikler og formentlig også andre skadelige stoffer, som kan nedbringes, og
- at der kan være en øget risiko for hjerte-kar og lungesygdomme ved det pågældende arbejde, og
- at risikoen kan være af samme størrelsesorden som ved arbejde i gaderummet i en storby.

Anbefalingen herfra er derfor

- at man sætter ind med foranstaltninger til begrænsning af eksponeringen,
- at man giver personalet en god information om risiko,
- at man råder personer, der ikke føler sig raske til at søge egen læge med henblik på undersøgelse
- at man foretager måling af de niveauer af luftforureninger, som de ansatte i lufthavnen er udsatte for.

Niels Ebbehøj/rb

Referencer

1. NFAs hjemmeside, maj 2007: www.arbejdsmiljoforskning.dk/resumeer
2. IARC's hjemmeside, maj 2007: **Volume 46. Diesel and Gasoline Engine Exhausts**
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol46/volume46.pdf>
3. Cavallo, D., Ursini, C.L., Carelli, G., Iavicoli, I., Ciervo, A., Perniconi, B., Rondinone, B., Gismondi, M. og Iavicoli, S.: Occupational exposure in airport personnel: Characterization and evaluation of genotoxic and oxidative effects. *Toxicology* 223 (2006) 26-35.

4. Miljørapport 981. **Eksposering for ultrafine partikler fra trafikken i København.**
<http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2005/87-7614-519-0/html/kap03.htm>
5. Vaclavik Bräuner E, Forchhammer L, Møller P, Simonsen J, Glasius M, Wåhlin P, Raaschou-Nielsen O, Loft S. 2007. Exposure to Ultrafine Particles from Ambient Air and Oxidative Stress-induced DNA Damage Environ Health Perspect: doi:10.1289/ehp.9984
6. N R Jacobsen, A T Saber, P White, P Møller, U Vogel, S Loft, J Gingerich, L Soper, G R. Douglas, and H Wallin. 2006. Induction of mutations by carbon black but not quartz in the lacZ and cII gene of the MutaTM Mouse Lung epithelial cell line. Environmental and Molecular Mutagenesis, *in press*.
7. Airnet Working Group 2. Air pollution and the risk to human health – epidemiology.
<http://www.dfi.dk/NR/rdonlyres/819E5A70-EFF6-49DF-A557-E743F50E9910/0/menu.pdf>
8. Clemmensen IH, Nedergaard KH, Storm HH. Kræft I Danmark, en opslagsbog. København, Kræftens Bekæmpelse, FADL' s Forlag, 2006.
9. Boffetta P, Debra TS. A meta-analysis of bladder cancer and diesel exhaust exposure. Epidemiology 2001; 12:125-130
10. Analitis A, Katsouyanni K, Dimakopoulou K, Samoli E, Nikoloulopoulos AK, Petasakis Y, Touloumi G, Schwartz J, Anderson HR, Cambra K, Forastiere F, Zmirou D, Vonk JM, Clancy L, Kriz B, Bobvos J, Pekkanen J. Short-term effects of ambient particles on cardiovascular and respiratory mortality. Epidemiology. 2006 Mar;17(2):230-3.
11. Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. Lancet. 2002 Oct 19;360(9341):1233-42.
12. Anderson HR, Atkinson RW, Bremner SA, Marston L. Particulate air pollution and hospital admissions for cardiorespiratory diseases: are the elderly at greater risk? Eur Respir J Suppl. 2003 May;40:39s-46s.
13. Ebbenhøj NE, Suadicani P, Gyntelberg F, Hein HO. Solvents, smoking and chronic bronchitis. JOEM in press.
14. Olsen J. [Screening. What documentation should be required?]. *Ugeskr.Laeger* 2002;**164**:148-52.
15. Pedersen JH, Dirksen A, Olsen JH. [Screening for lung cancer with low-dosage CT]. *Ugeskr.Laeger* 2002;**164**:167-70.

16. Henschke CI, Yankelevitz DF, Libby DM, Pasmantier MW, Smith JP, Miettinen OS. Survival of patients with stage I lung cancer detected on CT screening. *N.Engl.J Med* 2006;**355**:1763-71.
17. Humphrey LL, Teutsch S, Johnson M. Lung cancer screening with sputum cytologic examination, chest radiography, and computed tomography: an update for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann.Intern.Med* 2004;**140**:740-53.
18. McCunney RJ. Should we screen for occupational lung cancer with low-dose computed tomography? *J Occup Environ Med* 2006;**48**:1328-33
19. Das M, Muhlenbruch G, Mahnken AH, Hering KG, Sirbu H, Zschiesche W *et al.* Asbestos Surveillance Program Aachen (ASPA): initial results from baseline screening for lung cancer in asbestos-exposed high-risk individuals using low-dose multidetector-row CT. *Eur Radiol.* 2006.
20. Lung cancer screening: recommendation statement. *Ann.Intern.Med* 2004;**140**:738-9.