

---

# miljø og sundhed

Sundhedsministeriets Miljømedicinske Forskningscenter

Formidlingsblad nr. 16, maj 2001

---

Læs i dette nummer om

mobiltelefoner og kræft

uranindtag

skimmelsvampe i bygninger

ny dansk radon undersøgelse

Se også

kalender 2001

---

---

## Indhold

Mobiltelefoner og kræft – en status.....	05
Bestemmelse af uranindtag.....	08
Skimmelsvampe i bygninger .....	15
Ny dansk radon undersøgelse .....	17
Aktuelle publikationer .....	24
Kalender 2001. ....	27

## Miljø og sundhed

Bladet henvender sig primært til forskere, beslutningstagere og administratorer, der beskæftiger sig med miljø og sundhed.

### Udgives af:

Sundhedsministeriets Miljømedicinske  
Forskningscenter  
c/o Sundhedsstyrelsen  
Amaliegade 13  
Postboks 2020  
1012 København K

### Redaktion:

Finn Gyntelberg (ansv.)  
Lis Keiding  
Hilde Balling

7. årgang, nr. 1, maj 2001.

ISSN, trykt udgave 1395-5241

ISSN, elektronisk udgave 1601-4146

URL: <http://www.smf.dk/blad/ms0101.pdf>

## Leder

### Mobiltelefoni og sundhed

I dette nummer af Miljø og Sundhed gennemgår Christoffer Johansen den eksisterende litteratur vedrørende kræftrisiko i forbindelse med brug af mobiltelefoner. Hovedresultaterne af både den udenlandske forskning på området og Christoffer Johansens egen store danske epidemiologiske undersøgelse præsenteres.

Indtil nu har ingen af de gennemførte epidemiologiske undersøgelser peget på, at der er en øget risiko for kræft, specielt maligne hjermetumorer, efter selv længere tids brug af mobiltelefon. På trods af disse beroligende fund anbefaler sundhedsmyndighederne i både Storbritannien og Danmark, at man, med udgangspunkt i forsigtighedsprincippet, må anbefale, at børn reducerer deres eksponering for mobiltelefonernes radiofrekvente elektromagnetiske felter. En forståelig og formentlig yderst fornuftig anbefaling.

Med den meget hurtige og effektive udbredelse af mobiltelefonien bliver mange hundrede millioner mennesker dagligt udsat for radiofrekvente elektromagnetiske felter tæt på sansorganer og hjerne. Om end kræftrisikoen indtil videre ser ud til at være beskeden eller ikke eksisterende, er der, efter min opfattelse, god grund til at indtage en forsigtig holdning.

Selvom der på nuværende tidspunkt ikke er påvist andre helbredseffekter, er det for tidligt at udelukke effekter på høreorganet eller øjnene. Effekter på corpus pineale (koglekirtlen) kan vel heller ikke helt udelukkes.

Sådanne effekter kan være vanskelige at påvise, men relevante forskere og læger bør overveje, om de metoder, der findes til måling af små funktionsforstyrrelser, kunne anvendes i forskning vedrørende effekter af mobiltelefoni. Fremtidens klinikere bør også være opmærksomme på uklare sygdomsbilleder og forværing af forudbestående symptomer ved storforbrug af mobiltelefoni.

---

Spørgsmålet om risici ved brug af mobiltelefoner burde reelt være nøje udforsket og potentielle risici kortlagt, inden det blev tilladt at udbrede mobiltelefoner på markedet. Dette ideelle krav burde måske gælde for mange forskellige nye tekniske opfindelser, men i praksis er noget sådant nok helt urealistisk. Verden vil nok udvikle sig alt for langsomt, hvis alle nye opfindelser skulle gennemgå en intensiv helbredsrisikovurdering, så vi må nøjes med overvågning af risici, når først de nye opfindelser er kommet på markedet.

Dette stiller krav til miljømedicinernes fantasi, kreativitet og evne til at formulere testbare hypoteser, som også bør være relevante.

Miljømedicinernes opmærksomhed bør ikke kun rettes mod somatiske effekter af ny teknologi, også de psykologiske aspekter bør inddrages. Har eksempelvis børns udbredte brug af mobiltelefoni uheldige psykologiske effekter på lang sigt? Det samme spørgsmål kunne stilles om TV og burde måske være stillet og undersøgt for mange år siden.

Finn Gyntelberg

### 3 nye forskningsprofessorer

Mag. scient. soc., dr. med. Tage Søndergård Kristensen er ansat som forskningsprofessor ved Arbejdspsykologisk-sociologisk afdeling på Arbejds miljøinstituttet.

Lic. scient., dr. med. Gisela Sjøgaard er ansat som forskningsprofessor ved Arbejdsfysiologisk-ergonomisk afdeling på Arbejds miljøinstituttet.

Cand. scient. pol., ph.d. Mikael Skou Andersen er ansat som forskningsprofessor ved afdeling for Systemanalyse, Danmark Miljøundersøgelser.

## Synspunkt

### Miljømedicin i Danmark

*Af Finn Gyntelberg og Hilde Balling*

Gennem næsten et år har folketingsmedlemmerne Jørn Jespersen (SF) og Vibeke Peschardt (R) suppleret af professor i miljømedicin Philippe Grandjean med adskillige udtalelser til medierne fremført det synspunkt, at den miljømedicinske forskning i Danmark er utilstrækkelig. Med henblik på at forbedre situationen har de pågældende givet udtryk for, at Danmark burde have et miljømedicinsk forskningscenter.

Siden 1991 har Sundhedsministeriets Miljømedicinske forskningscenter (SMF) fungeret som miljømedicinsk Forskningscenter. De tilknyttede institutioner er Sundhedsstyrelsen, Statens Serum Institut, Statens Byggeforskningsinstitut, Statens Institut for Folkesundhed, Arbejds miljøinstituttet, Danmarks Miljøundersøgelser, Institut for Epidemiologisk Kræftforskning under Kræftens Bekæmpelse, Institut for Fødevarsikkerhed og Toksikologi i Fødevareministeriet og Arbejds- og Miljømedicinsk Klinik på Bispebjerg Hospital. De deltagende forskningsinstitutioner varetager miljømedicinsk forskning på internationalt niveau. Centerets daglige funktioner varetages af den lægelige sekretær, og de øvrige aktiviteter af et centerråd med en repræsentant for hver af ovennævnte institutioner.

Centerets opgaver er at koordinere og fremme den miljømedicinske forskning i Danmark, varetagelse af en fondsfunktion og formidling af miljømedicinsk viden. Ovennævnte aktiviteter følges af et rådgivende koordinationsudvalg, og formidlingen varetages ved afholdelse af større møder og ved udgivelsen af bladet Miljø og Sundhed, som udsendes til ca. 800 interessenter.

Professor Philippe Grandjean har gang på gang hævdet, at den danske miljømedicinske forsk-

---

ning er forsømt. Grandjean har, ligesom under-  
tegnede, været medlem af centerrådet siden  
1991. Eftersom den miljømedicinske forskning  
ved de tilknyttede medlemsinstitutioner har et  
stedse stigende omfang, er vi ikke enige i  
Philippe Grandjeans synspunkt.

Medlemsinstitutionerne har inden for de sidste  
10 år kunnet tiltrække mere end 100 mio. kr. i  
form af eksterne forskningsmidler, og forsk-  
ningen har resulteret i mange gode interna-  
tionale videnskabelige publikationer. Centerets  
aktiviteter fremgår af dets aktivitetsplan, som  
kan findes på centerets hjemmeside,  
www.smf.dk.

Det fremgår af denne, at der er en meget høj  
forskningsaktivitet inden for det miljømedi-  
cinske område, en aktivitet, som helt klart tåler  
sammenligning med alle andre sundhedsfag-  
lige forskningsområder i Danmark og andre  
højt udviklede lande.

Miljømedicin som fagdisciplin er et meget  
bredt område, hvorfor det er velbegrunderet, at  
den miljømedicinske forskning varetages gen-  
nem et bredt netværkssamarbejde. I princippet  
varetager enhver klinisk arbejdende læge  
miljømedicinske aktiviteter, idet enhver syg-  
dom skyldes et samspil mellem ydre påvirk-  
ninger og sårbarhed hos det enkelte individ.  
Nogle læger har dog særlig interesse og eks-  
pertise inden for området, det gælder special-  
læger i samfundsmedicin og arbejdsmedicin.  
Disse speciallæger arbejder i alle danske am-  
ter, så den miljømedicinske forskning er rime-  
ligt bredt ud rent geografisk.

Den miljømedicinske forskning kunne, som  
foreslået af Grandjean, have været organiseret  
anderledes ved at samle al miljømedicinsk  
forskning i en enkelt institution. Ulempen her-  
ved ville være, at forskningen mistede fleksibi-  
litet, og det ville, af økonomiske grunde, være  
svært at etablere et tilstrækkeligt stort center,  
som kunne rumme alle ekspertområder specielt  
vedrørende miljøpåvirkningssiden.

Ovennævnte kritikere af den miljømedicinske  
forskningsindsats i Danmark bør overveje føl-  
gende 3 spørgsmål:

1. Hvilke miljømedicinske forskningsopgaver  
vil ikke kunne varetages af det nu veletab-  
lerede miljømedicinske forskningscenter?
2. Hvorledes tænkes et centralt institut for  
miljømedicin bemandet?
3. Hvilke andre sundhedsfaglige forsknings-  
områder skal nedprioriteres til fordel for  
miljømedicinen?

\* Ovenstående synspunkt er alene forfatterens  
og ikke skrevet på vegne af SMFs centerråd.

## Risikokommunikation

Miljø og sundhed bragte i december 1999 en  
artikel om risikokommunikation. Nu har artik-  
lens forfatter Thomas Breck skrevet en bog om  
risikokommunikation, som er udkommet i  
marts 2001 på Akademisk Forlag.

Bogen henvender sig til alle, som beskæftiger  
sig med risikokommunikation og giver et bud  
på, hvordan man kan skabe færre, men bedre  
konflikter om risiko.

Den første del af bogen er overvejende teore-  
tisk og handler om risikobegrebet, mens den  
anden del er mere praktisk og beskæftiger sig  
med, hvad et udvidet socialt risikobegreb bety-  
der for idealer og praksis for risikokommuni-  
kation.

Thomas Breck:

*Dialog om det usikre - nye veje i risikokommu-  
nikation.*

160 sider, kr. 189,-

ISBN: 87-500-3597-5

Akademisk Forlag A/S

---

# Mobiltelefoner og kræft – en status

Af Christoffer Johansen, *Kræftens Bekæmpelse*

---

## Baggrund

I vores hverdag er vi omgivet af elektromagnetiske felter i hele frekvensområdet fra højspændingsledninger, computere, husholdningsmaskiner til hårde hvidevarer og nu også fra mobiltelefoner. Dette apparat har senest fået en eksplosiv udbredelse i Europa, USA, Australien og dele af Asien. Man må således forudse, at mobiltelefonudstyr i løbet af fem år vil være den mest anvendte teknologi inden for personkommunikation i Danmark.

En såkaldt Global System Mobile (GSM)-mobiltelefon sender i frekvensområdet omkring 900 MHz og med en effekt, der er mellem 20 milliwatt og 2 W afhængigt af sende- og modtageforhold. Sædvanligvis er effekten under 2 W, idet otte samtidige telefonsamtaler tidsdeler den samme kanal. Når der bliver talt i eller modtaget på telefonen, dannes der et elektromagnetisk felt med maksimum omkring spidsen af antennen. Står telefonen på *stand-by* er magnetfeltet af samme størrelse, men dannes kun, når telefonen med mellemrum orienterer sig om sendemasternes beliggenhed (Balzano 1999).

Mistanken om at brug af mobiltelefonudstyr skulle øge risikoen for hjernekræft bliver med jævne mellemrum diskuteret, såvel i den internationale som i den nationale presse, fordi en række studier af effekter af disse felter på *cellekulturer* og *forsøgsdyr* har vist, at det er muligt at påvirke mekanismer i celler og væv, der har lighed med mekanismer, som er aktive i kræftprocessen.

Sundhedsministeriets ekspertgruppe vedrørende ikke-ioniserende stråling publicerede i midten af 1990'erne tre rapporter. I de to første

rapporter vurderede gruppen den videnskabelige evidens, der forelå vedrørende risikoen for kræft hos børn med bopæl tæt på højspændingsanlæg og hos personer, der gennem deres arbejde var eksponeret for elektromagnetiske felter. Begge rapporter omhandlede det ekstremt lavfrekvente magnetfeltområde, der svarer til lysnettets frekvens (50 Hz). I den sidste rapport fra 1994, der omhandlede det radiofrekvente område (300 Hz til 300 GHz), konkluderede ekspertgruppen, at det ikke var muligt at vurdere, hvorvidt disse effekter kunne fremkalde blivende skader som f.eks. kræftsygdom, hvilket også var den konklusion, en EU ekspertgruppe kom frem til i 1995. Der manglede simpelthen data fra velgennemførte undersøgelser, før det var muligt at tage stilling til problemstillingen.

## Radiofrekvente elektromagnetiske felters effekter

Men hvilke biologiske effekter er det, der er iagttaget, når man eksponerer biologisk væv? Når væv udsættes for elektromagnetiske vekselstrømsfelter, fremkaldes der elektriske spændinger og strømme i det eksponerede væv, og der afsættes energi, som afhænger af det applicerede elektromagnetiske felts strømstyrke og svingningsfrekvensen. Reaktionen kan vise sig ved en forandring af naturlige cellulære funktioner som f.eks. en ændring i cellens kationtransport, forandring af det elektrokemiske potentiale over cellemembranen og som en temperaturstigning i vævet. Fortsætter eksponeringen vil der opstå behov for varmeledning bort fra området, og den applicerede energi vil påvirke blodgennemstrømningen i det aktuelle område. Der er endnu ikke påvist reaktioner i celler eller væv, som er unikke for en eksponering for radiofrekvente felter.

---

Radiofrekvente felter kan på grund af deres ringe energiindhold ikke fjerne elektroner fra atomer eller molekyler og dermed fremkalde ionisering. Derfor benævnes radiofrekvent stråling som ikke-ioniserende og adskiller sig derved fra ioniserende stråling, der tilhører meget højere frekvensområder, som omfatter røntgenstråler og gammastråler. Disse stråler er genotoksiske og kan ødelægge DNA molekyler, enten direkte eller indirekte gennem dannelsen af frie radikaler.

På trods af at radiofrekvente signaler derfor ikke synes at kunne fremkalde cancer, så er der alligevel blevet rejst en videnskabelig interesse om dette spørgsmål efter en række rapporter, der observerede et forøget antal DNA brud i celler fra rottehjerner efter 2 timers eksponering for en radiofrekvent bølge med en frekvens på 2450 MHz. Disse resultater kunne dog ikke genfindes i efterfølgende undersøgelser med den samme eksponering. Det mest opsigtsvækkende eksperimentelle studium, der kendes og som stadigvæk ikke er gentaget af andre laboratorier, kommer fra Repacholi's gruppe, hvor man fandt et forøget antal af lymfomer blandt genetisk modificerede mus, der blev udsat for en pulserende 900 MHz radiofrekvent eksponering dagligt i en time gennem 18 måneder. Repacholi og andre forskere har dog sat spørgsmålstegn ved, hvorvidt dette fund er relevant for menneskers sundhed (Repacholi 1997, 1998).

### Epidemiologiske undersøgelser

Der er til dato gennemført fem epidemiologiske undersøgelser, der har belyst, hvorvidt der er en øget cancerrisiko ved at anvende mobiltelefoner. I en amerikansk undersøgelse, der inkluderede 250.000 abonnenter, fandt man, at dødeligheden ikke var øget efter et års follow-up (Rothman 1996). Der var kun få dødsfald af hjernetumorer (n=6) og af leukæmi (n=15), og der var ingen statistisk signifikant sammenhæng mellem antallet af minutter telefonen var anvendt i løbet af abonnementsperioden og dødelighed (Dreyer 1999). Der er offentliggjort

et case-kontrol studie fra Sverige, der observerede en forøget risiko for hjernetumorer, der dog ikke var statistisk signifikant, på den side af hovedet, hvor man sædvanligvis anvendte sin mobiltelefon (Hardell 1999). Risikoen for hjernetumorer totalt set var dog ikke øget, og der var en række metodologiske problemer i forbindelse med, hvorledes cases var rekrutteret til undersøgelsen (Ahlbom 1999).

Få måneder senere blev der offentliggjort to amerikanske case-control undersøgelser af hjernekræft patienter (Muscat 2000, Inskip 2001) og et dansk kohorte studie (Johansen 2001). De to amerikanske undersøgelser fandt ingen øget risiko for hjernekræft forbundet med brug af mobiltelefoner (Muscat 2000, Inskip 2001).

Den danske undersøgelse tog udgangspunkt i oplysninger fra to operatørselskaber og blev gennemført som et retrospektivt kohorte studie, der undersøgte forekomsten af cancer i Danmark blandt alle brugere af mobiltelefoner i perioden 1982-1995. Vi identificerede 420.095 brugere af mobiltelefoner. Forekomsten af cancer blev bestemt ved at koble disse oplysninger til det danske Cancerregister. I alt observerede vi 3.391 tilfælde af cancer sammenlignet med 3.825 forventede tilfælde, hvilket svarede til en signifikant nedsat standardiseret incidens ratio (SIR) på 0,89 (95% CI = 0,86-0,92). Den overvejende del af denne nedsatte risiko kunne forklares ved en nedsat forekomst af lungecancer og andre rygerelaterede cancerformer. Der blev ikke fundet nogen forøget risiko for cancer i hjerne eller i nervesystemet (SIR = 0,95; 95% CI = 0,81-1,12), for spytkirtelcancer (SIR = 0,72; 95% CI = 0,29-1,49) eller for leukæmi (SIR = 0,97; 95% CI = 0,78-1,21), der alle var cancerformer, som var af *a priori* interesse. Risikoestimatet for disse cancerformer blev ikke ændret i analyser, der tog højde for varighed af telefonforbruget, tid siden første abonnement, alder ved første abonnement eller det mobiltelefonsystem, der var anvendt (analogt eller digitalt). En analyse af hjerne- og nervesystems tumorer viste ikke nogen signifi-

---

kant forøget risiko for nogen histologisk type eller anatomisk lokalisation. Resultaterne af denne undersøgelse, som er den første landsdækkende undersøgelse af cancerforekomst blandt brugere af mobiltelefoner støtter ikke hypotesen om en sammenhæng mellem brugen af denne type telefoner og forekomsten af cancer i hjernen, spytkirtlerne, leukæmi eller andre cancertyper (Johansen 2001).

Kun én undersøgelse har belyst, hvorvidt mennesker, der er eksponeret for radiofrekvente felter i deres arbejde i forbindelse med trådløs kommunikationsteknologi, har en øget risiko for cancer. I dette studie blev der ikke fundet nogen sammenhæng mellem eksponeringen for radiofrekvente felter og cancer i hjernen, nervesystemet og leukæmi blandt 195.775 ansatte beskæftiget med produktion og afprøvning af mobiltelefoner hos firmaet Motorola i USA (Morgan 2000).

## Konklusion

Det må derfor konkluderes, at hypotesen om at anvendelse af mobiltelefoner kan fremkalde kræft hos voksne ikke har fundet støtte i resultaterne af de epidemiologiske undersøgelser, der er offentliggjort hidtil.

Der er ikke offentliggjort undersøgelser af børn under 18 år. Med udgangspunkt i forsigtighedsprincippet må det alligevel anbefales, at børn reducerer deres eksponering for de radiofrekvente elektromagnetiske felter, fordi deres hjerneskal er tyndere sammenlignet med fuldt udvoksede personer, og fordi hjernen hos et barn fortsat er i vækst.

## Litteratur

Ahlbom A, Feychting M. Correspondence re: Use of cellular phones and the risk of brain tumours: A case control study. *Int J Oncol* 1999;15:1045-7.

Balzano Q. Exposure metrics for RF epidemiology: cellular phone handsets. *Radiat Prot Dosim* 1999;83:165-9.

Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ. Cause-specific mortality in cellular telephone users. *JAMA* 1999;282:1814-6.

Hardell L, Näsman Å, Pålsson A, Hallquist A, Hansson Mild K. Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: A case-control study. *Int J Oncol* 1999;15:113-6.

Inskip PD, Tarone RE, Hatch EE, Wilcosky TC, Shapiro WR, Selker RG, et al. Cellular telephone use and brain tumors. *N Engl J Med* 2001;344:79-86.

Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, Olsen JH. Cellular telephones and cancer – a nationwide cohort study in Denmark. *Journal of The National Cancer Institute* 2001;93: 203-7.

Morgan RW, Kelsh MA, Zhao K, Exuzides KA, Heringer S, Negrete W. Radiofrequency exposure and mortality from cancer of the brain and lymphatic/hematopoietic systems. *Epidemiology* 2000;11:118-27.

Muscat JE, Malkin MG, Thompson S, Shore RE, Stellman SD, McRee D, et al. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000;284:2001-7.

Repacholi MH, Basten A, Gebiski V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in Emu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res* 1997;147:631-40.

Repacholi MH. Do we know enough about EMF-induced health effects? *J Radiol Prot* 1998;18:161-2.

Rothman KJ, Loughlin JE, Funch DP, Dreyer NA. Overall mortality of cellular telephone customers. *Epidemiology* 1996;7:303-5.

\* Yderligere referencer kan fås ved henvendelse til forfatteren.

---

# Bestemmelse af uranindtag

Af Per Hedemann Jensen<sup>1</sup>, Jens Søgaard-Hansen<sup>1</sup>, Kaare Ulbak<sup>2</sup>

---

## Indledning

Uran har været anvendt til fredelige formål i mange årtier. Det bliver brugt i brændselselementer i kernekraftværker, som afskærmning af kraftige kilder i anlæg til strålingsterapi og som kontravægt i flyvemaskiner. Uran har også været anvendt til at forøge effekten af projektiler, der har været brugt mod kampvogne i Golfkrigen og i krigen i Kosovo. Uranforstærkede projektiler bruges på grund af urans høje massefylde ( $19 \text{ g/cm}^3$ ) og dets metalliske egenskaber og ikke fordi det er svagt radioaktivt. Brugen af sådanne projektiler har skabt bekymring hos nogle af de soldater, der har været udstationeret i områder, hvor disse projektiler har været anvendt.

Uran er relativt harmløst at håndtere i fast form. Det giver anledning til en svag ekstern bestråling, når det befinder sig uden for kroppen. Risikoen for skadelige virkninger som følge af indtag af uran i kroppen er ringe selv ved relativt store optag i organismen (1). Denne artikel fokuserer på bestemmelsen af indtag af uran i kroppen ved måling af urankoncentrationen i urinprøver (*in vitro* målinger) og måling af tilbageholdt uran i kroppen (*in vivo* målinger). Formålet hermed er at vurdere, om et indtag har fundet sted og i givet fald at kunne bestemme strålingsdoser og eventuelle toksiske virkninger herfra.

## Naturligt forekommende uran og udarmet uran

Uran er et tungmetal, og i naturen findes det overalt i større eller mindre koncentrationer.

Isotopsammensætningen i naturligt forekommende uran er 99.2745%  $^{238}\text{U}$ , 0.7200%  $^{235}\text{U}$  og 0.0055%  $^{234}\text{U}$ . Alle tre isotoper er radioaktive med en halveringstid på henholdsvis 4.5 milliarder år, 704 millioner år og 246000 år. Når de tre uranisotoper henfalder, udsendes der alfa- og gammastråling. De udsendte gammafotoner er lavenergetiske. Aktivitetsindholdet i 1 mg naturligt uran er 25.6 Bq.

Den gennemsnitlige koncentration i jorden er omkring 3 ppm (parts per million). I de øverste 30 cm af en stor dansk parcelhusgrund befinder der sig derfor omkring 1 kg uran, som er på en tungtopløselig kemisk form. Da uran er så almindeligt forekommende, findes det også i den føde, vi indtager, og i den luft vi, indånder. Stort set hele vores indtag af uran sker med føden, og i gennemsnit er det årlige indtag herfra omkring 0.5 mg (2). Den årlige effektive dosis herfra udgør omkring 0.006 mSv, der er en beskedent andel af de ca. 3 mSv, vi årligt modtager i gennemsnit fra alle naturligt forekommende strålingskilder.

I såkaldt udarmet uran er indholdet af  $^{235}\text{U}$  reduceret i forhold til indholdet af  $^{235}\text{U}$  i naturligt forekommende uran. Udarmet uran fremkommer som et spilddprodukt fra den berigingsproces, hvor indholdet af  $^{235}\text{U}$  øges (beriget uran) til brug for fremstillingen af brændselselementer til kernekraftreaktorer. Den procentvise sammensætning kan eksempelvis være 99.798%  $^{238}\text{U}$ , 0.200%  $^{235}\text{U}$  og 0.002%  $^{234}\text{U}$ . Aktivitetsindholdet i 1 mg udarmet uran med denne sammensætning er 17.2 Bq, dvs. omkring 65% af aktiviteten i 1 mg naturligt forekommende uran. Hvis udarmet uran er fremstillet af oparbejdet uran fra kernekraftværker kan det indeholde spormængder af både

---

<sup>1</sup> Forskningscenter Risø

<sup>2</sup> Statens Institut for Strålehygiejne



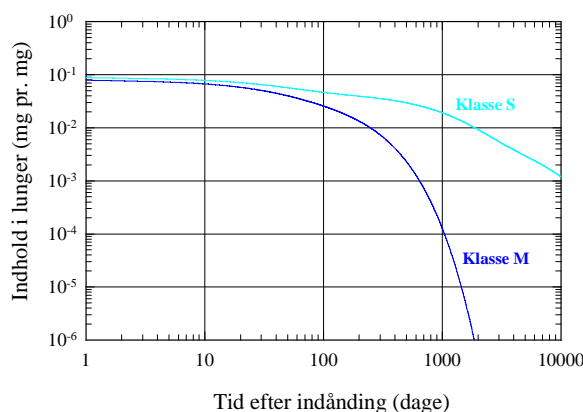
---

$^{236}\text{U}$  og  $^{239}\text{Pu}$  (plutonium). Den ekstra strålingsdosis fra indtag af denne slags uran er imidlertid marginal (< 1%) sammenlignet med strålingsdosis fra uran, der ikke indeholder  $^{236}\text{U}$  og  $^{239}\text{Pu}$  (3).

### Urans omsætning i kroppen

Efter indånding af uranpartikler vil en brøkdel heraf blive transporteret fra lungerne til blodbanen med en hastighed, der er bestemt af opløseligheden af den kemiske forbindelse, de indåndede uranpartikler optræder i. Der anvendes tre forskellige absorptions- eller opløselighedsklasser F (fast), M (medium) og S (slow)

til at beskrive den biokinetiske transport fra lunger over blodbane til de enkelte organer. Efter indånding af lettere opløselige uranforbindelser (klasse F og M) vil en stor del af optaget via blodbanen transporteres til knogler, nyrer og lever. Tungtopløselige uranpartikler (klasse S) forbliver i længere tid i lungerne efter indånding, og en væsentlig mindre brøkdel når knogler og nyrer. Fra organerne udskilles det optagne uran med urinen. Figur 1 viser tilbageholdelsesfunktioner for indåndet uran i klasse M (moderat opløseligt) og S (tungtopløseligt). Tilbageholdelsesfunktionen for lungerne beskriver den relative tilbageholdelse i lungerne som funktion af tiden.



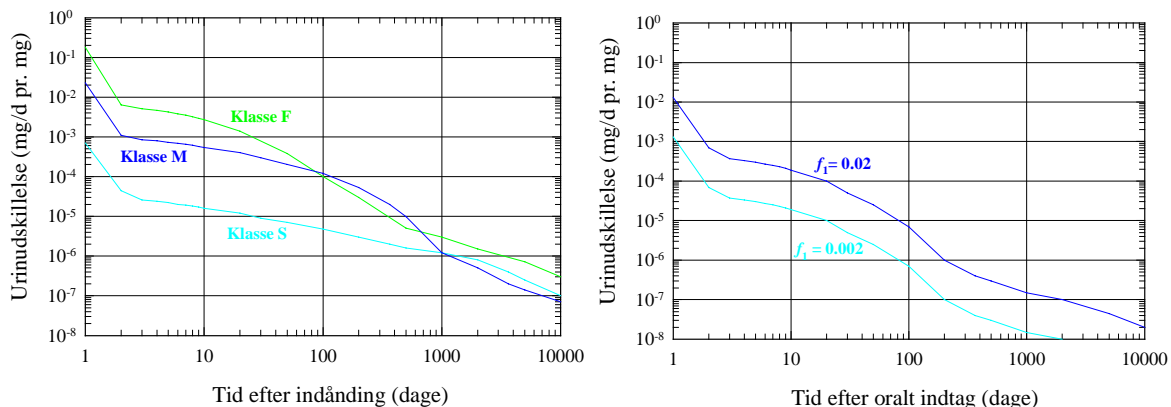
Figur 1. Tilbageholdelse i lungerne af indåndet uran i opløselighedsklasse M og S som funktion af tiden efter indåndingen. Funktionerne angiver indholdet i lungerne i mg pr. mg indtaget.

Hvis uran indtages oralt, vil en stor brøkdel passere lige igennem mave-tarmkanalen og udskilles med afføringen. Kun en lille del på omkring 2% eller mindre vil via tarmvæggen optages i blodbanen og transporteres herfra videre til kroppens organer, hovedsageligt til knogleoverflader og nyrer, og udskilles herfra med urinen.

Figur 2 viser udskillelsesfunktioner for indåndet uran i klasse F (letopløseligt), M (moderat opløseligt) og S (tungtopløseligt) samt for oralt indtaget uran med en optagsfaktor,  $f_i$ , på henholdsvis 0.2% (tungtopløseligt) og 2% (mode-

rat opløseligt) (4). Udskillelsesfunktionerne beskriver den relative udskillelsesrate med urinen som funktion af tiden. Det fremgår af figur 2, at udskillelsen sker hurtigere efter et oralt indtag sammenlignet med indånding.

Biokinetikken for materialer, der er optaget i kroppen, afhænger primært af grundstof og den kemisk-fysiske form af det indtagne grundstof. Det betyder, at den relative fordeling af de forskellige uranisotoper i kroppens organer efter et indtag er ens, og at udskillelses- og tilbageholdelsesfunktioner for de forskellige uranisotoper er identiske.



Figur 2. Udskillelsesfunktioner for urinudskillelse for indåndet uran i opløselighedsklasse F, M og S og for oralt indtaget uran for en optagsfaktor til blodbanen via mave-tarmkanalen på 2% og 0.2%. Funktionerne angiver den daglige udskillelse i mg/dag pr. mg indtaget.

### Indtag og kropsindhold af naturligt uran i mennesket

Det naturlige indhold af uran i jord og vand medfører, at der optages uran i planter og dyr og endvidere, at der er uran i luften (2). Indholdet i fødevarer, herunder i drikkevand, varierer og er generelt størst i korn- og fiskeprodukter. Typiske fødevarerindhold af  $^{238}\text{U}$  er i størrelsesordenen 1 - 30 mBq/kg. I enkelte typer af mineralvand kan indholdet være 1000 mBq/kg.  $^{238}\text{U}$ -aktiviteten i luften over jordoverfladen er typisk 1 - 2  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ . Ud fra en typisk kostsammensætning kan man beregne, at det gennemsnitlige indtag af  $^{238}\text{U}$  via føden for europæere er af størrelsesordenen 5 Bq/år svarende til en vægtmængde af naturligt uran på ca. 0.5 mg/år. Indtaget via indånding er væsentligt lavere og af størrelsesordenen  $\mu\text{g}/\text{år}$ . Ud fra variationen i målte fødevarerindhold samt variationen i enkeltindviders kostsammensætning kan det konkluderes, at individuelle indtag af uran kan variere med flere størrelsesordener.

På grundlag af de beregnede indtag via fødevarer kan det beregnes, at den daglige udskillelse af naturligt uran med urinen er af størrelsesordenen 0.3 mBq/d svarende til en urinkoncen-

tration på ca. 0.01  $\mu\text{g}/\text{liter}$ . Dette er i overensstemmelse med, hvad der måles på ikke eksponerede tyske personer (5). Disse målinger viser også, at der er individuelle variationer på mindst en faktor 10. På grundlag af de beregnede indtag via indånding kan det estimeres, at indholdet af aktivitet i lungerne er i størrelsesordenen 10 mBq svarende til en uranmængde af størrelsesordenen 0.5  $\mu\text{g}$ . Dette er i overensstemmelse med, hvad der er målt *in vitro* på lungevæv (2). Det totale kropsindhold af naturligt uran er af størrelsesordenen 4 - 40  $\mu\text{g}$  (0.1 - 1 Bq).

### Målemetoder til bestemmelse af uranindtag

Måling af uran i urinprøver er den mest anvendte metode til bestemmelse af indtag, og den kan benyttes ved både indånding og orale indtag. Den klassiske metode er at måle på de alfa-partikler, som udsendes, når uranisotoperne henfalder. Metoden kræver radiokemisk separation af uranen i urinprøven, og metoden er tidskrævende. Måles der på den samlede udsendelse af alfa-partikler (gross-alfa måling), kan den samlede aktivitet bestemmes og heraf den samlede vægtmængde, når forholdet mellem uranisotoperne er kendt. En relativt ny metode er ICPMS (Inductively Coupled Plas-

ma Mass Spectrometry), der gør det muligt massespektrometrisk at adskille uranatomer fra andre atomer og måle meget små total vægtmængder af uran. Bestemmelse af vægtmængden af de enkelte uranisotoper med denne metode kræver også et kendt isotopforhold, fordi opløsningsevnen er for ringe til en separat isotopbestemmelse.

Ved alfa-spektrometriske målinger bestemmes også energien af de udsendte alfa-partikler, og herved kan aktiviteten af de enkelte isotoper bestemmes hver for sig uden at kende isotopforholdet. En videreudvikling af ICPMS metoden gør det muligt at måle vægtindholdet af de enkelte uranisotoper (HR ICPMS (High Resolution ICPMS)). ICPMS metoderne er mere nøjagtige og hurtigere end de tilsvarende alfa-målinger, og de stiller mindre krav til prøvetilberedningen.

*In vivo* måling af uranindhold i kroppen baserer sig på måling af den svage gammastråling, der udsendes fra uran. Metoden benyttes kun i de tilfælde, hvor aktiviteten sidder i lungerne, dvs. når uran er indtaget ved indånding. *In vivo* målinger stiller store krav til detektorfølsomhed og til afskærmning mod baggrundsstrålingen.  $^{235}\text{U}$ -indholdet bestemmes her direkte ved måling af gammastrålingen fra  $^{235}\text{U}$ , mens  $^{238}\text{U}$ -indholdet bestemmes indirekte ved måling på gammastrålingen fra datterproduktet  $^{234}\text{Th}$ .

De forskellige målemetoders følsomhed for bestemmelse af uranindhold i urin og i lunger afhænger bl.a. af de enkelte metoders mindste detekterbare mængde, usikkerheden på selve målingen samt baggrundsindholdet af uran i kroppen. Tabel 1 viser disse parametre for de forskellige målemetoder.

Målemetode	Mindste detekterbare mængde	Relativ usikkerhed
ICPMS urinprøve	0.001 µg total uran	50%
HR ICPMS urinprøve	0.0001 µg $^{235}\text{U}$	
	0.0001 µg $^{238}\text{U}$	
Total alfa-analyse urinprøve	4 mBq total uran	
Alfa-spektrometri urinprøve	4 mBq $^{235}\text{U}$	
	4 mBq $^{238}\text{U}$	
Gamma-spektrometri lunger	10 Bq $^{235}\text{U}$	
	100 Bq $^{238}\text{U}$	

Tabel 1. Mindste detekterbare uranmængde i 1 liter urinprøver og i lunger samt den relative usikkerhed (standardafvigelse) på målingerne i området omkring den mindste detekterbare mængde.

Tabel 2 giver en oversigt over de omtalte metoders følsomhed for måling af naturligt uranindhold udover baggrundsindholdet og måling af indhold af udarmet uran, baseret på bestemmelse af isotopforholdet mellem  $^{235}\text{U}$  og  $^{238}\text{U}$ . For målingerne på urinprøver sætter variationen i det naturlige indhold af uran begrænsnin-

gen for hvor små forøgelse, der kan måles. Det er i nedenstående beregninger antaget, at indholdet af naturligt uran i urin er højst 0.1 µg/liter. Ved måling af uranindhold i lungerne er det naturlige indhold, der er af størrelsesordenen 1 µg, uden betydning for målefølsomheden.

Prøve	Målemetode	Mindste detekterbare mængde (ud over baggrund)	
		Total uran	Udarmet uran
Urin (1 liter)	ICPMS	0.2 µg/l	-
Urin (1 liter)	HR ICPMS	0.2 µg/l	0.05 µg/l
Urin (1 liter)	Alfa-spektrometri	0.2 µg/l	30 µg/l
Lunger ( <i>in vivo</i> )	Gamma-spektrometri	8000 µg	70000 µg

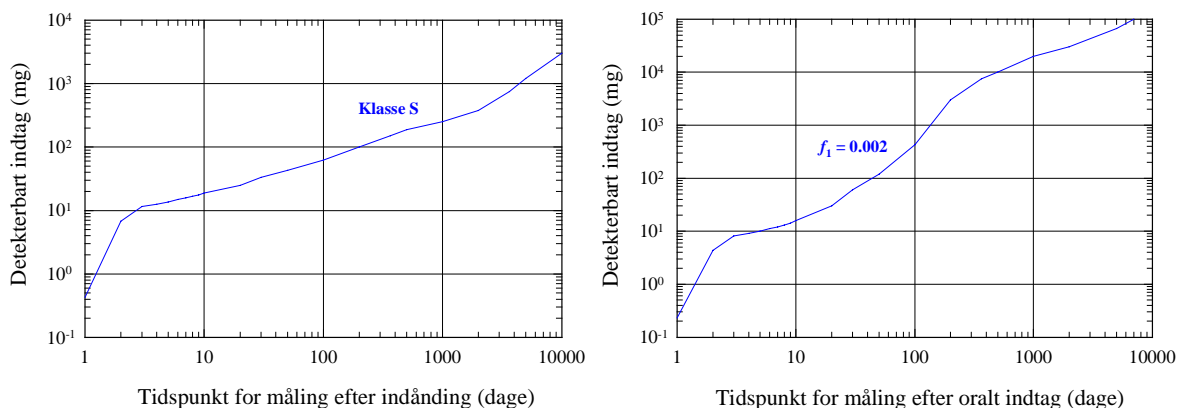
Tabel 2. Forskellige målemetoders følsomhed ved bestemmelse af uranindhold ud over det naturligt forekommende i urin og lunger. For urinprøve-målingerne er den mindste detekterbare mængde af total uran bestemt af variationerne i baggrundsindholdet af total uran.

### Bestemmelse af uranindtag

På grundlag af udskillelsen af uran med urinen og/eller tilbageholdelsen af uran i lungerne efter indånding kan et uranindtag i princippet bestemmes. Der er imidlertid store usikkerheder forbundet med bestemmelsen heraf, fordi det er nødvendigt at gøre en række antagelser vedrørende eksempelvis indtagsvej (indånding eller oralt indtag), partikelstørrelsefordeling, opløselighedsklasse (kemisk-fysiske form) og tidspunkt for indtaget. Et andet problem er, at alle mennesker udskiller uran med urinen som følge af indtag af uran med føden.

Måles der uran i lungerne, er indtaget sket ved indånding, men for at bestemme indtaget er det nødvendigt at kende/gætte på de øvrige indtagsparametre.

Uranindtaget kan bestemmes på grundlag af den målte urankoncentration i urinen og de viste udskillelsesfunktioner på figur 2. Efter indånding af en relativt stor mængde uran på eksempelvis 10 mg vil aktivitetsmængden af uran i en døgn-urinprøve 10 år efter indåndingen være omkring 0.003 µg, jf. figur 2. På figur 3 er vist, hvor stort et indtag af tungtopløseligt uran skal være for at kunne detekteres



Figur 3. Indånding og oralt indtag af tungtopløseligt uran, der kan detekteres i en urinprøve ved en målefølsomhed på 0.2 µg uran pr. liter urin, ved måling af urinprøver på forskellige tidspunkter efter indtaget.

i en urinprøve med en målefølsomhed på 0.2 µg uran pr. liter urin. Det fremgår af figur 3, at hvis målingen foretages tre måneder efter indtaget, skal man have indåndet ca. 70 mg eller have spist ca. 400 mg. Grunden til, at et oralt indtag her skal være omkring seks gange større end en tilsvarende indåndet mængde for at give det samme signal i en urinprøve efter tre måneder, er en hurtigere udskillelse fra mave-tarmkanalen end fra lungerne, jf. figur 2.

For at kunne detektere et indtag af udarmet uran er det nødvendigt også at måle forholdet mellem  $^{235}\text{U}$  og  $^{238}\text{U}$  for at bestemme, hvor stor en del af det målte uran, der består af udarmet uran. Tabel 3 giver en illustration af, hvor meget beregnede indtag kan afhænge af, hvilke værdier indtagsparametrene tillægges. Der er foretaget beregninger ud fra en forhøjet urankoncentration i urin på 0.2 µg/l, henholdsvis et uranindhold i lungerne på 8000 µg.

"Måleresultat"	Beregnet indtag og anvendte indtagsparametre		Beregnet indtag og anvendte indtagsparametre	
0.2 µg uran pr. liter urin	5 mg	iv = oralt, $t = 30\text{d}$ , opl = let	7500 mg	iv = oralt, $t = 365\text{d}$ , opl = tungt
5000 µg uran i lunger	50 mg	iv = inhalation, $t = 30\text{d}$ , opl = tungt (S), AMAD = 1 µm	3000 mg	iv = inhalation, $t = 365\text{d}$ , opl = let (F), AMAD = 10 µm

Tabel 3. Beregning af indtag ud fra en forhøjet urankoncentration i urin på 0.2 µg/l henholdsvis et uranindhold i lunger på 8000 µg og valgte værdier af indtagsparametrene: indtagsvej (iv), tid siden indtag (t), opløselighed (opl) og partikelstørrelsefordeling (AMAD). De beregnede indtag er, jævnfør tabel 1, de mindste indtag der kan "ses".

Det ses i tabellen, at værdien af indtagsparametre har stor betydning i beregningen af den indtagne mængde. Det er tiden mellem indtag og måling, der har den største indflydelse på beregningen af indtaget. Successive målinger, fordelt over lang tid, kan give information om udskillelsesfunktionen eller tilbageholdelsesfunktionen og således nedbringe usikkerheden ved valget af indtagsparametre. Usikkerheden på beregnede indtag har ud over bidrag fra valget af parameterverdier også bidrag fra usikkerheden i de biokinetiske modeller og fra måleusikkerhed.

### Strålingsdoser og kemisk toksicitet af uranindtag

Strålingsdoser til kroppens organer kan beregnes ud fra indtagets størrelse, den kemisk-fysiske form af uranforbindelsen, isotopforholdet og i tilfælde af indånding partikelstørrelsesfor-

delingen. Strålingsdoser pr. indåndet aktivitetmængde er stort set uafhængig af hvilken uranisotop, der er tale om. Når uran optræder i en tungtopløselig form, fås de største indåndingsdoser til åndedrætsorganerne. Når uran optræder i lettere opløselige former, f.eks. på metallisk form, fås de største strålingsdoser til knogleoverflade og nyrer, uanset indtagsmåde. De akkumulerede ækvivalente doser efter indånding af 1 mg (17.2 Bq) udarmet uran i opløselighedsklasse S (tungtopløseligt) kan eksempelvis beregnes for lunger og knoglemarv til henholdsvis 1.9 mSv og 1.3 µSv. Den akkumulerede effektive dosis er 0.15 mSv (1). Indåndingsdoserne afhænger også af partikelstørrelsen af de indåndede uranpartikler. De angivne doser er beregnet for en partikelstørrelsesfordeling (AMAD) på 1 µm.

Indtag af store mængder uran er kemisk toksisk og kan specielt påvirke nyrefunktionen på

---

samme måde som andre tungmetaller som bly og cadmium. Den kemisk toksiske effekt er uafhængig af isotopsammensætningen af uran, men stærkt afhængig af den kemiske forbindelse. De opløselige uranforbindelser er de mest kemisk toksiske og kan medføre højere urankoncentration i nyrevæv end de tungtopløselige forbindelser (4). Kemisk toksiske virkninger kan forhindres ved at respektere arbejdshygiejniske grænseværdier til begrænsning af indtag ved indånding. De arbejdshygiejniske grænseværdier tillader et kontinuert indtag via indånding af opløselige (og tungtopløselige) uranforbindelser på omkring 1 mg/dag (6). Ved engangsindtag vurderes det, at indtaget af opløselige uranforbindelser skal være mindst en størrelsesorden større (ca. 10 mg) for at kunne give en kemisk toksisk effekt. Indtag ved spisning skal være endnu større end indtag ved indånding for at give de samme giftvirkninger i nyrerne.

## Konklusioner

Ved indtag af uran ved indånding eller spisning udskilles det meste hurtigt fra kroppen. Det, der bliver tilbage i kroppen efter den hurtige udskillelse, udskilles meget langsomt fra kroppen. Det bliver derfor vanskeligere at bestemme et indtag ud fra måling af den udskilte uran i urinen, jo længere tid der forløber mellem indtag og måling. Det naturlige indtag af uran med føden medfører herudover en varierende baggrundskoncentration i urinen, der gør det vanskeligt at bestemme små indtag. Beregninger af indtag ud fra et forøget uranindhold i urinen er helt afhængig af den viden, der er til rådighed vedrørende indtaget, specielt er indtagstidspunktet her helt afgørende. Er der gået mere end et år efter et indtag, vil selv de mest følsomme metoder til måling af uran i urinprøver kun kunne afsløre indtag, der er på mange hundrede milligram uran. Den mest følsomme metode er højopløselig massespektrometri (HR ICPMS). Ved en forhøjet urankoncentration i urinen kan denne metode samtidigt afgøre, om

der har været udarmet uran i indtaget. Følsomheden ved måling af uranindhold i lunger er ikke generet af et højt baggrundindhold i lungerne, men er alene begrænset af måleudstyrets følsomhed. Lungemålinger er at foretrække, når der er tale om indtag ved indånding af tungtopløselige uranforbindelser, og når der er gået lang tid (år) mellem indtag og måling. Kun ved meget store indtag, kan det ved lungemålinger afgøres, om der har været udarmet uran i indtaget.

## Referencer

1. Hedemann Jensen P, Søgaard-Hansen J, Ulbak K. Kræftisiko efter indtag af uran. Ugeskrift for Læger 2001;163:1411-1417.
2. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2000 Report to the UN General Assembly. United Nations, New York, 2000.
3. European Commission. The Opinion of the Group of Experts established according to Article 31 of the Euratom Treaty - Depleted Uranium. DIRECTORATE-GENERAL ENVIRONMENT Directorate C - Nuclear safety and civil protection. ENV.C 4 - Radiation protection, Luxembourg 6 March 2001.
4. Individual monitoring for internal exposure of workers. ICRP Publication 78, 1997.
5. Roth P, Werner E, Paretzke H. Research into Urinary Excretion of Uranium, GSF Report 3/01, 2001.
6. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4 Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 71, 1995.

---

# Forskningsprogrammet ”Skimmelsvampe i bygninger”

*Af Harald Meyer, Arbejds- og Miljømedicinsk Klinik, Bispebjerg Hospital*

---

I det følgende gives en kort oversigt over forskningsprogrammet, med udgangspunkt i statusrapporteringer fra programmet, samt en nærmere beskrivelse af del-projekt 1, som Arbejds- og Miljømedicinsk Klinik, Bispebjerg Hospital har stået i spidsen for.

Der er tale om et tværfagligt, fireårigt forskningsprogram, som skal fremskaffe viden om skimmelsvampes livsbetingelser i bygninger, skimmelsvampes virkninger på mennesker, og skabe grundlag for effektive, sikre og økonomisk forsvarlige løsninger, som ved projektering, udførelse, drift og renovering af bygninger kan afhjælpe og forebygge skimmelsvampevækst i eksisterende og nye bygninger.

Programmet indeholder 9 projekter inden for områderne: Sundhedsmæssige, mikrobiologiske og bygningsmæssige forhold.

Forskningsprogrammet gennemføres af 13 videnskabelige institutter og 7 private virksomheder. Projektet, hvis samlede budget er på ca. 18 mio. kr., støttes gennem Forskningsstyrelsen med ca. 13 mio. kr. Følgende har støttet forskningsprogrammet: Arbejdsministeriet, Arbejdstilsynet, By- og Boligministeriet, Forskningsministeriet, Forskningsministeriets Byggedirektorat, Forsvarets Bygningstjeneste, Grundejernes Investeringsfond, Realkredit Danmark og Forsikring og Pension.

## Baggrund

Det har længe været kendt, at ophold i fugtskadede boliger har sundhedsmæssige konsekvenser, idet der er fundet en sammenhæng mellem boligfugt, skimmelsvampeforekomst og en overhyppighed af luftvejssymptomer hos både børn og voksne. Det har været antaget, at

skimmelsvampenes betydning alene skyldtes deres allergener. Skimmelsvampe indeholder og afgiver imidlertid en lang række biologisk aktive stoffer. Flere nye videnskabelige undersøgelser har beskæftiget sig med de sundhedsmæssige konsekvenser af udsættelse for både allergenerne og stofskifteprodukterne fra skimmelsvampene, og der er i bygninger blevet påvist forekomst og vækst af skimmelsvampe, som producerer giftige stofskifteprodukter, mykotoksiner, som er immunundertrykkende og kræftfremkaldende. Denne nye viden har skærpet opmærksomheden over for de mulige uheldige sundhedsmæssige virkninger, som udbredt vækst af skimmelsvampe kan have for brugerne. Metoder til undersøgelser af skimmelsvampeangrebne bygninger er imidlertid ikke tilstrækkeligt udviklede eller validerede. Det samme gælder de metoder, der bruges til afhjælpning af skimmelsvampeangreb, f.eks. sanering og renovering.

Arbejds- og Miljømedicinsk klinik har deltaget i projekt 1, ”Skimmelsvampe og sundhed - et epidemiologisk studium”, i samarbejde med Statens Byggeforskningsinstitut (BY og BYG), Arbejds miljøinstituttet, Institut for Miljø og Arbejdsmedicin, Aarhus Universitet, Børneafdelingen, Odense Universitetshospital, Teknologisk Institut og Danmarks Tekniske Universitet.

Formålet med denne epidemiologiske undersøgelse er at belyse, om der er sammenhæng mellem vækst af skimmelsvampe og forekomst af indeklimasyntomer samt astma og allergi hos både børn og voksne.

## Design, materiale og metoder

Projektet blev indledt med en spørgeskema-

---

undersøgelse til alle landets 274 kommuner (minus København) omhandlende omfanget af vandskader og skimmelsvampevækst i deres skolebygninger. Svarprocenten fra kommunerne var 94 %, og ud fra resultaterne udvalgte de mest vandskadede skoler ("våde") og et tilsvarende antal skoler uden vandskader ("tørre") til en bygningsgennemgang udført af en ingeniør fra BY og BYG. Der måtte udføres et stort antal ekstra besøg på angiveligt "tørre" skoler for at nå et tilstrækkeligt antal, idet en stor del viste sig alligevel at være vandskadede i større eller mindre omfang. Der udvalgte 19 skoler til deltagelse i det epidemiologiske studie, men idet en kommune på Bornholm på et sent tidspunkt trak sig ud af undersøgelsen, endte vi med kun at inkludere 15, overvejende jyske skoler, 8 "våde" og 7 "tørre".

#### *Spørgeskemaundersøgelse blandt lærere og ældre elever*

I slutningen af 1999 fik 1.832 lærere samt elever fra 8. og 9. klasse på de 15 skoler tilsendt et spørgeskema om indeklimagener, indeklimasymptomer, astma og allergi m.v. Udfyldte skemaer blev returneret fra 1.634 personer, hvilket giver en svarprocent på 89.

#### *Objektive undersøgelser af lærere*

I marts-maj 2000 undersøgte vi 521 af de 634 lærere (80%) med følgende objektive tests: Måling af næsens frie rumfang med akustisk rhinometri, lungefunktion, metacholinprovokation til måling af irritabilitet i lungerne samt hudpricktest for allergi over for standard allergener og for "skræddersyede" ekstrakter af skimmelsvampe, opdyrket fra den enkelte skole. Desuden blev der taget blodprøver til senere histamin release test for sensibilisering for de førnævnte skimmelsvampe.

#### *Undersøgelsen af elever fra 1. - 3. klasse*

21 klasser med i alt 417 elever blev udvalgt, og i december 1999 til marts 2000 gennemførtes interview og objektive undersøgelser på 330 af disse (79 %). Der blev gennemført hudpricktest for allergi, lungefunktionsundersøgelse, løbe-

test til diagnosticering af astma samt udtagning af blodprøver til RAST-analyser for allergi. Herudover udførte forældrene indsamling af støvprøver fra hjemmene, især med henblik på måling af støvmider.

#### *Tekniske målinger og vurdering af udbredelsen af fugt og skimmelvækst*

Den bygningstekniske undersøgelse tog udgangspunkt i klasselokalerne for de udvalgte 1. – 3. klasser og 8. – 9. klasser. I disse lokaler blev målt temperatur, luftfugtighed, CO<sub>2</sub>, og der blev indsamlet prøver af luftbårent støv og af sedimenteret støv på gulve og højereliggende overflader. Desuden blev der taget støvprøver fra udsugningskanaler. De samme lokaler blev vurderet, efter en såkaldt destruktiv gennemgang, for udbredelsen af både synlig og skjult vækst af skimmelsvampe, og der blev taget dyrkningsprøver med aftryksagarplader og målt enzymniveau på de fugtige aftegninger med en nyudviklet metode, mycometer-testen. Udover klasselokalerne blev omkringliggende gangarealer samt loftrum og ventilationsrum vurderet.

#### *Dataanalyser*

De involverede institutter er nu i fuld gang med databearbejdning, de første resultater er fremkommet og der forestår nu en samkøring af data fra de forskellige delundersøgelser. Formålet med denne samkøring er at kunne analysere for sammenhænge mellem indeklimasymptomer, astma og allergi på den ene side, og bygningsmålinger og -vurderinger på den anden. Vi håber i løbet af dette forår, ved hjælp af vores analyser, at kunne besvare nogle af de mange spørgsmål om skimmelsvampes mulige kausale rolle, som endnu henstår ubesvarede.



---

# Ny landsomfattende dansk radon undersøgelse

Af Kaare Ulbak<sup>1</sup> og Claus E. Andersen<sup>2</sup>

---

## Indledning

Radon er en radioaktiv luftart, som dannes af det naturligt forekommende radium, der findes i jord, byggematerialer m.m. Radon kan bl.a. trænge ind i vore boliger fra den underliggende jord på grund af utætheder i fundament og gulvkonstruktion. Indånding af radon og de ligeledes radioaktive kortlivede radondatterprodukter giver anledning til bestråling af lungerne og øger dermed risikoen for lungekræft.

I 1985/1986 gennemførte Statens Institut for Strålehygiejne og Forskningscenter Risø en landsomfattende undersøgelse af den naturlige stråling (radon og ekstern gammastråling) i danske boliger (1). Undersøgelsen viste bl.a., at radon i boliger varierer betydeligt fra bolig til bolig, og at radon i danske boliger er den største enkeltkilde til bestråling af den danske befolkning fra både naturlige og menneskeskabte strålekilder (ioniserende stråling). Undersøgelsens resultater var baseret på et relativt lille antal målinger (348 enfamiliehuse, 148 flerfamiliehuse) og i 1995 vurderedes det, at der var behov for et forbedret videngrundlag for myndighedernes håndtering af radonproblemet. På denne baggrund gav Sundhedsministeriet i maj 1995 tilsagn om støtte til gennemførelse af en ny landsomfattende radonundersøgelse.

Den ny radonundersøgelse er gennemført i et samarbejde mellem Statens Institut for Strålehygiejne, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (Afdelingen for Kvartær og Marinegeologi) og Forskningscenter Risø (Afde-

lingen for Nuklear Sikkerhedsforskning) med bistand fra Kort & Matrikelstyrelsen og kommunerne. Formålet med den nye undersøgelse har været:

- at bestemme den nuværende repræsentative fordeling af radonkoncentrationen i danske boliger, herunder at bestemme den ”høje” ende af fordelingen med betydelig større sikkerhed end den tidligere undersøgelse,
- at klarlægge geografiske forskelle i fordelingen af radonkoncentrationen, og om muligt at sammenholde disse med viden om den lokale geologi samt,
- at undersøge, om der er sket ændringer i radonniveauet i danske boliger siden den forrige landsomfattende undersøgelse, f.eks. som følge af bygningsforbedringer, forbedret nybyggeri eller oplysning til befolkningen om radonproblemet.

I denne artikel gives der en kort omtale af udvalgte dele af resultaterne af den nye radonundersøgelse, der blev offentliggjort i februar måned i år. Hovedrapporten (2) om undersøgelsen kan ses og hentes på hjemmesiden [www.radon.dk](http://www.radon.dk), hvor der også er adgang til en 4-sidet folder om undersøgelsen samt en plakat med det nye danske radonkort. Herudover giver radon-hjemmesiden oplysning og link til relevante danske publikationer, rapporter m.m. om radonproblemet.

---

<sup>1</sup> Statens Institut for Strålehygiejne

<sup>2</sup> Forskningscenter Risø

---

## Måleprogram

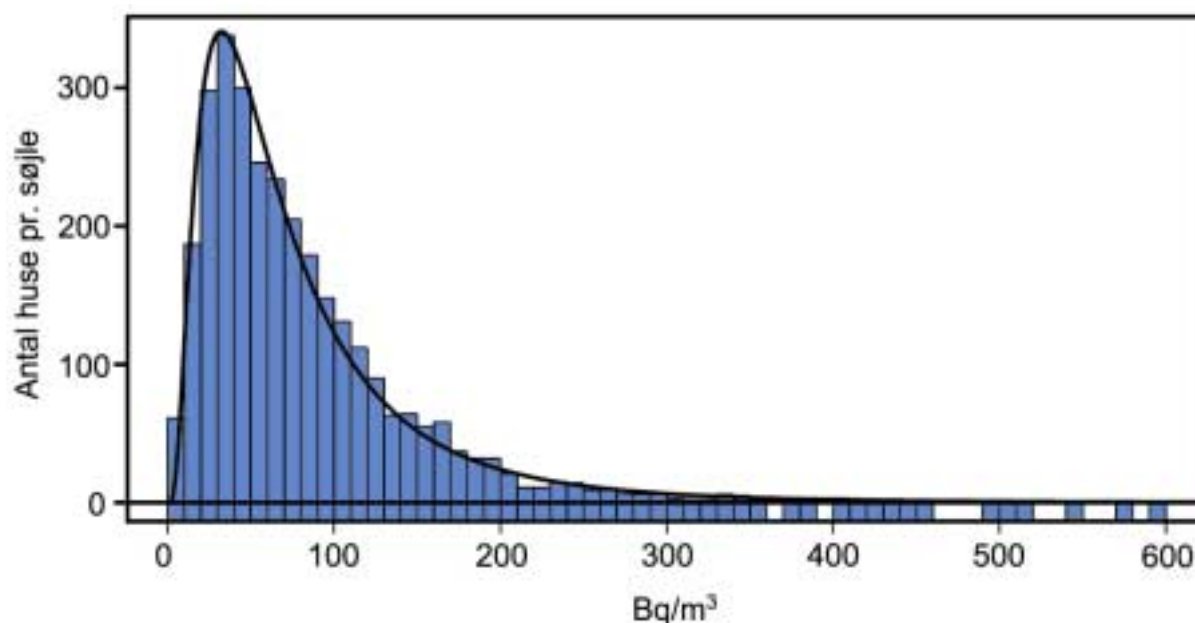
Det gennemførte måleprogram kan resumeres på følgende måde:

- Der er målt radon i 3019 enfamiliehuse. For hver kommune foreligger der en stikprøve med 3-23 huse baseret på en tilfældig udtrækning fra Bygnings- og Boligregisteret (BBR).
- Der er målt radon i 101 flerfamiliehuse (etagebyggeri, lejligheder). For hvert amt foreligger der på samme måde en tilfældig udtrukket stikprøve med 4-11 boliger.
- For hver bolig er der foretaget en måling i stuen med et særligt radondosimeter baseret på den såkaldte sporfoliemetode. Stuemålingerne er omregnet til boligværdier under hensyntagen til, at der erfaringsmæssigt er mindre radon i soveværelset end i stuen.

- Hovedparten af målinger foregik fra den 28. november 1995 og et år frem og er således årsmiddelværdier.
- Der er indsamlet supplerende information om huskonstruktion fra BBR og fra de deltagende beboere.
- Stedfæstede boligadresser (geografiske koordinater) er fremskaffet for alle deltagende boliger og benyttet til at fastlægge jordartstype (geologi).
- Oplysningerne om huskonstruktion og geologi danner grundlag for undersøgelsen af hvilke faktorer, som har betydning for om der er meget eller lidt radon i et hus.

## Landsværdier

Fordelingen af de målte radonkoncentrationer i de 3019 enfamiliehuse er vist i figur 1. Fordelingen svarer kvalitativt til tidligere fundne for-



Figur 1. Fordeling af radonkoncentrationen i undersøgelsens 3019 enfamiliehuse. For at vise at der også er målinger i den høje ende af fordelingen, er hver søjle med målinger fortsat under nullinien. Kurven på figuren angiver en logaritmisk normalfordeling med geometrisk middelværdi på 61 Bq/m<sup>3</sup> og en geometrisk standardafvigelse på 2,2.

delinger og viser den store variation i radon-niveauet fra enfamiliehuse til enfamiliehuse. Fordelingen kan i det væsentligste beskrives ved en logaritmisk normalfordeling. Den højeste radonkoncentration, som blev målt i denne undersøgelse, er 590 Bq/m<sup>3</sup> (becquerel pr. kubikmeter, 1 Bq/m<sup>3</sup> svarer til, at der henfalder ét radonatom pr. sekund pr. kubikmeter luft).

Den ”høje” ende af sådanne radonfordelinger kan beskrives ved at angive procentdelen af boliger over en given radonkoncentration. Ofte angives procentdelen over 200 Bq/m<sup>3</sup> og 400 Bq/m<sup>3</sup> benævnt  $f_{200}$  henholdsvis  $f_{400}$ , da netop disse radonkoncentrationer indgår i anbefalinger fra bygningsmyndighederne. I Bolig- og Byministeriets byggereglement for småhuse fra 1998 er det således anbefalet:

- *at der iværksættes enkle og billige forbedringer, når radonindholdet [i eksisterende boliger] er mellem over 200 og 400 Bq/m<sup>3</sup>, og at der iværksættes mere effektive forbedringer, når radonindholdet overstiger 400 Bq/m<sup>3</sup>. For nybyggeri anbefales det, at radonindholdet ikke overstiger 200 Bq/m<sup>3</sup>.*

Vægtes de målte radonkoncentrationer for antallet af enfamiliehuse i de enkelte kommuner kan repræsentative landsværdier for enfamiliehuse beregnes. For flerfamiliehusene udgør den samlede stikprøve et repræsentativt udtræk, da det ikke har været muligt at påvise forskelle i radonniveauerne i flerfamiliehusene mellem amterne. De i denne undersøgelse fundne repræsentative landsværdier for danske boliger er sammenfattet i tabel 1.

Tabellen viser middelværdier, medianværdier (50% fraktil) samt  $f_{200}$  og  $f_{400}$  for de repræsentative fordelinger af henholdsvis danske enfamiliehuse, danske flerfamiliehuse, alle danske boliger (bolig-vægtet) samt for en gennemsnitsdanskers bolig (person-vægtet). Det fremgår af tabellen, at 65.000 enfamiliehuse vurderes at have et radonniveau over 200 Bq/m<sup>3</sup> og 5.300 over 400 Bq/m<sup>3</sup>. Radonproblemet i danske enfamiliehuse er således større end hidtil antaget, idet den tidligere radonundersøgelse fra 1987 skønnede, at 3,7% af enfamiliehusene, svarende til 52.000 huse, lå over 200 Bq/m<sup>3</sup>.

	Middel Bq/m <sup>3</sup>	Median Bq/m <sup>3</sup>	$f_{200}^{1)}$ %	$f_{400}^{1)}$ %
Enfamiliehuse	77	58	4,6 (65.000 huse)	0,4 (5.300 huse)
Flerfamiliehuse	18	14	0	0
Bolig-vægtet <sup>2)</sup>	53	32	2,7	0,2
Person-vægtet <sup>3)</sup>	59	39	3,2	0,3

1)  $f_{200}$  henholdsvis  $f_{400}$  angiver procentdelen af boliger over 200 Bq/m<sup>3</sup> henholdsvis 400 Bq/m<sup>3</sup>.

2) 59% enfamiliehuse og 41% flerfamiliehuse.

3) 69% bor i enfamiliehuse og 31% bor i flerfamiliehuse.

Tabel 1. Repræsentative landsværdier for danske boliger.

## Amts- og kommuneværdier

Der er stor forskel på radonforholdene fra amt til amt. Bornholms Amt er det amt, hvor ande-

len af enfamiliehuse over 200 Bq/m<sup>3</sup> er størst (17%). Dernæst kommer de sjællandske amter og Fyn, hvor 6 til 8% er over 200 Bq/m<sup>3</sup>. I bunden af skalaen findes Ribe, Nordjyllands

---

og Ringkøbing amter, hvor andelen er under 1%.

Typisk er der kun foretaget målinger i 10 enfamiliehuse i hver kommune. For på det grundlag at opnå det bedst mulige kommuneestimat af andelen af huse over 200 Bq/m<sup>3</sup> er der udviklet en statistisk model. Modellen gør bl.a. brug af geologiske data i form af forekomsten af sand og grus i de enkelte kommuner.

Et af undersøgelsens hovedresultater er kommunekortet over andelen af huse over 200 Bq/m<sup>3</sup>, se figur 2. Kortet viser landets 275 kommuner inddelt i fem klasser. Der er 21 kommuner i klasse 0. For disse kommuner vurderes det, at mindre end 0,3% af husene er over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Disse kommuner er markeret på kortet med den lyseste farve. I den anden ende af skalaen findes 24 kommuner i klasse 4. Disse kommuner er på kortet vist med den mørkeste farve. For disse kommuner vurderes det, at mere end 10% af husene har niveauer over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Hovedparten af kommunerne (i alt 116 stk.) er i klasse 3, som svarer til at mellem 3 og 10% af husene ligger over 200 Bq/m<sup>3</sup>.

I hovedrapporten er der i form af særlige datablade for hvert amt givet en sammenfatning af alle måleresultater og vurderinger med tilhørende usikkerheder for amtet og dets tilhørende kommuner. Et eksempel herpå er vist i figur 3 for Fyns Amt. Det fremgår bl.a. heraf, at for de 32 kommuner i Fyns Amt vurderes 8 kommuner at ligge i klasse 2, 20 kommuner i klasse 3, 4 kommuner i klasse 4 og ingen kommuner i klasse 0 eller 1. Det fremgår også, at Otterup Kommune har den laveste andel af enfamiliehuse over 200 Bq/m<sup>3</sup> (1,4%), og at Ringe Kommune har den højeste (28%). Databladene for samtlige amter med tilhørende forklaringer kan ses og hentes på [www.radon.dk](http://www.radon.dk).

Det skal understreges, at kommunevurderingerne er forbundet med en betydelig usikkerhed, da der som nævnt kun er foretaget omkring 10 målinger i hver kommune. Forbedrede kom-

munevurderinger kan reelt kun opnås ved at foretage yderligere husmålinger.

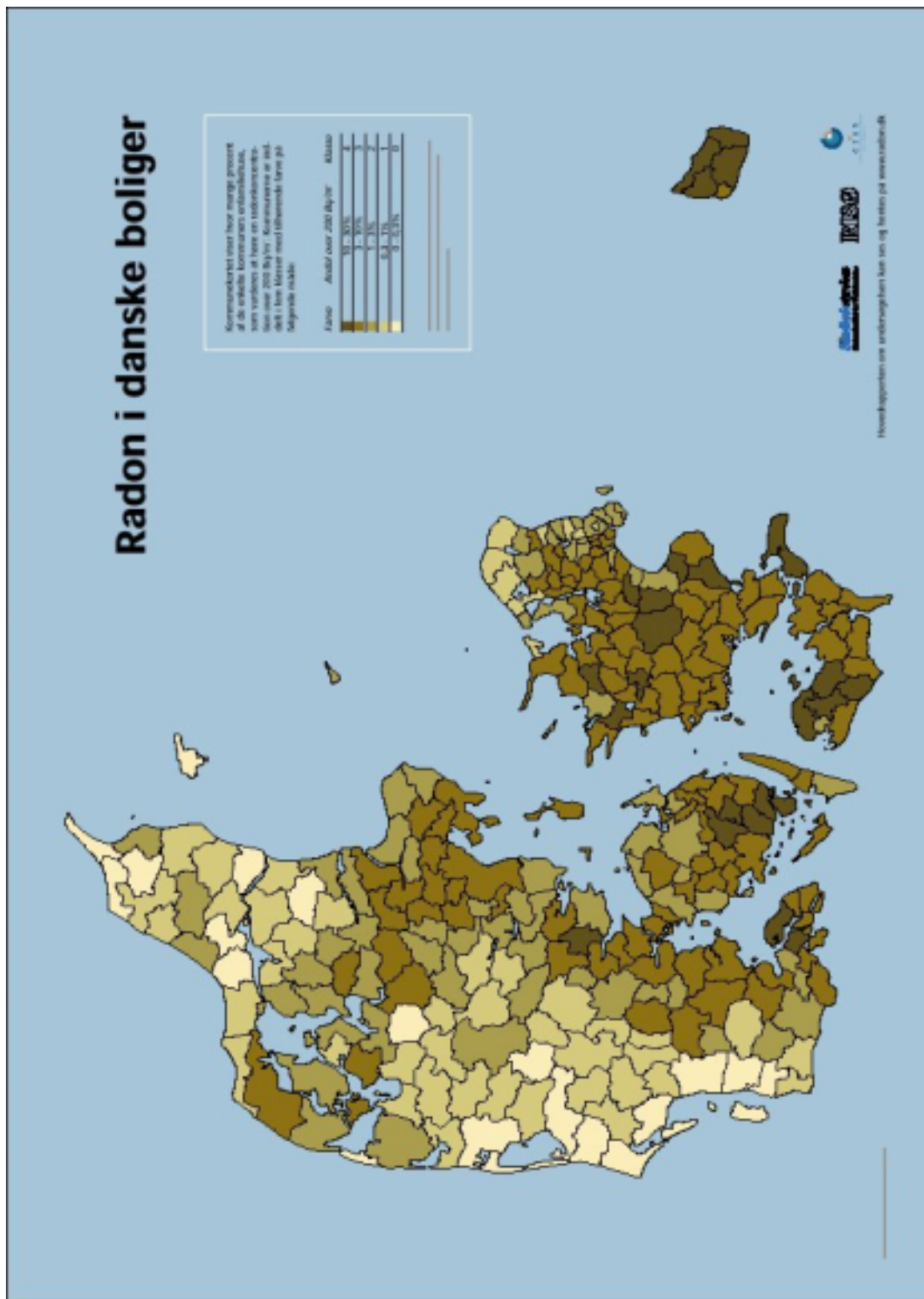
Som privatperson kan man opfatte kommuneestimerne som et udtryk for at risikoen for at bo i et hus med radonproblemer er forskellig fra kommune til kommune. Kommunekortet kan således være af interesse ved huskøb eller nybyggeri. Fra et myndighedssynspunkt hjælper kortet til at identificere områder, hvor der er behov for information og målekampanjer og andre tiltag mod høje radonniveauer. Omvendt kan man sige, at kortet viser, hvor der ikke er sådanne behov. Den nye kortlægning kunne således give anledning til en mere differentieret indsats mod radon. For nærværende er der ingen radonmæssig forskel på krav eller anbefalinger (f.eks. vedr. måling eller radonsikring af nybyggeri) i Skagen og Ringe kommuner til trods for, at radonforholdene de to steder er vidt forskellige (andelen af enfamiliehuse over 200 Bq/m<sup>3</sup> vurderes at være 0,0% i Skagen mod de tidligere nævnte 28% i Ringe kommune).

## Faktorer

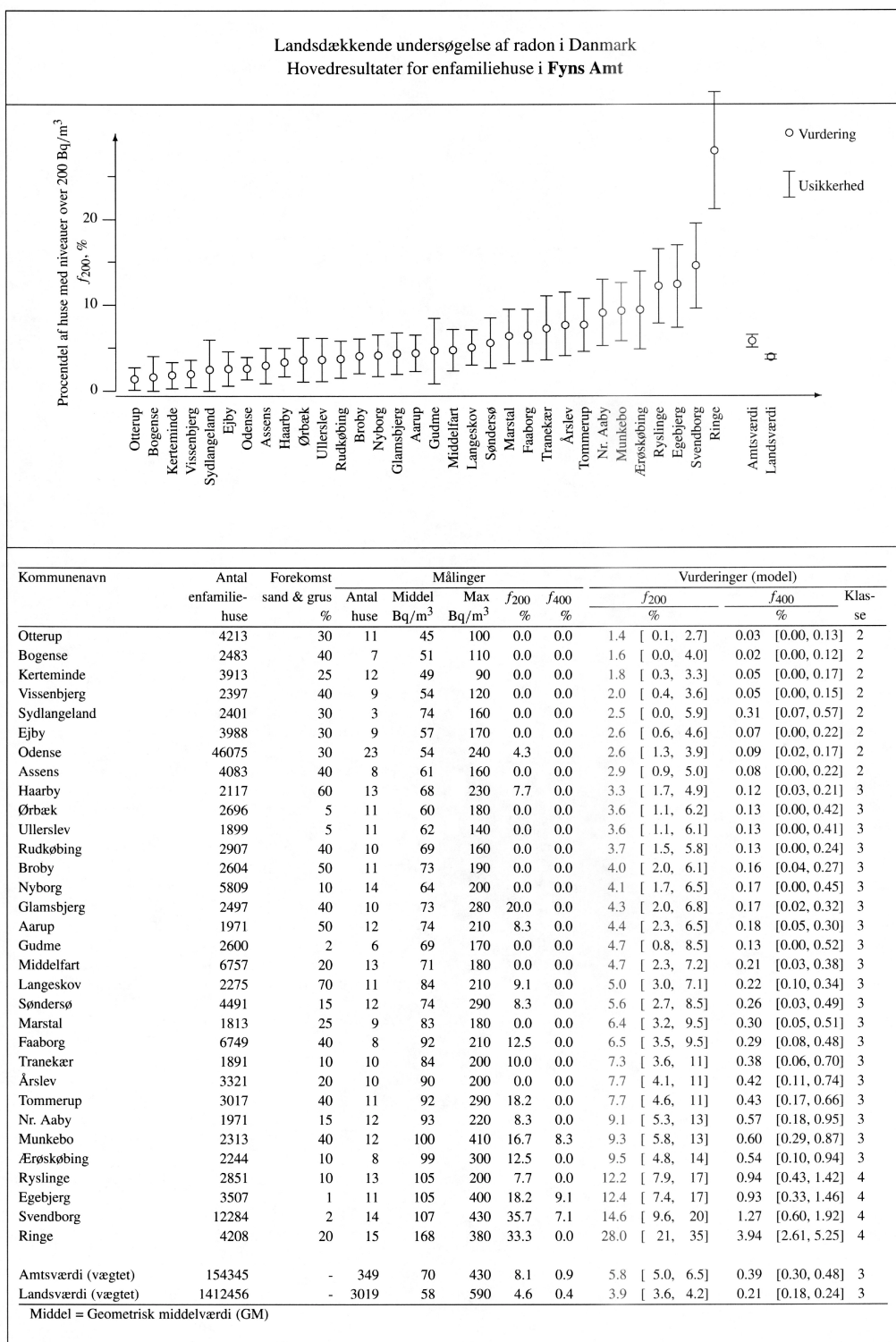
Undersøgelsen viser, at mange faktorer - både bygningstekniske og geologiske - er bestemmende for radonkoncentrationen i danske boliger. For enfamiliehuse er de tre vigtigste faktorer:

1. Husets kælderforhold (terrændækhuse giver mest radon).
2. Landsdel (Sjælland, Øerne og Bornholm giver mest radon).
3. Jordart (moræneler, smeltevandsgrus og morænesand giver mest radon)

Der er på baggrund af en regressionsanalyse udviklet en matematisk model, så man kan vurdere radonkoncentrationen i et hus på baggrund af simple oplysninger om huskonstruktion og geologi. Modellen er dog relativt usikker, og den kan på ingen måde erstatte en



Figur 2. Radonkort med vurderet andel af enfamiliehuse med radonkoncentrationer over 200 Bq/m<sup>3</sup> i de 275 kommuner. Inddelingen svarer til de fem klasser, der er omtalt i teksten.



Figur 3. Eksempel på datablad for et amt (her Fyns Amt). Datablade for alle amter med tilhørende forklaringer kan ses og hentes på [www.radon.dk](http://www.radon.dk).

---

egentlig husmåling. Modellen er tilgængelig på internettet, idet man på Forskningscenter Risøs hjemmeside ([www.risoe.dk/nuk/radon5.htm](http://www.risoe.dk/nuk/radon5.htm)) kan vælge de nødvendige simple oplysninger og med det samme få resultatet af den simple radonvurdering.

### Radon i nyere enfamiliehuse

Siden 1988 har bygningsmyndighederne anbefalet, at huse udføres med lufttæt konstruktion mod jord. I Bolig- og Byministeriets bygge-reglement for småhuse fra 1998 er dette gjort til et krav - husene skal bygges "radonsikkert". Den nye undersøgelse påviser, at der ikke er nogen radonmæssig forskel mellem huse bygget før eller efter 1987, som skyldes husenes alder. Undersøgelsen viser også, at der med stor sikkerhed fortsat trænger jordluft ind i hovedparten af nyere danske enfamiliehuse.

### Afslutning

Den nye landsdækkende radonundersøgelse giver et forbedret informationsgrundlag for befolkning, byggebranchen samt centrale og lokale myndigheder. Hovedrapporten med resultater, analyser m.m. fra den nye radonundersøgelse giver således sammen med *Radon-95 rapporten* fra 1997 (3) en opdateret viden om radonniveaet i danske boliger og om afprøvede metoder til reduktion heraf.

Det er håbet, at begge rapporter vil bidrage til en mere målrettet fremtidig indsats for at nedbringe radonniveaet i såvel eksisterende som kommende danske boliger.

### Referencer

1. Statens Institut for Strålehygiejne og Forskningscenter Risø: Naturlig stråling i danske boliger. Sundhedsstyrelsen, 1987. Rapporten er tilgængelig på elektronisk form på [www.sis.dk](http://www.sis.dk).
2. Andersen CE, Ulbak K, Damkjær A, Gravesen P. Radon i danske boliger - Kortlægning af lands-, amts- og kommuneværdier. Statens Institut for Strålehygiejne, 2001. Rapporten er tilgængelig på elektronisk form på [www.sis.dk](http://www.sis.dk).

3. Andersen CE, Bergsøe NC, Brendstrup J, Damkjær A, Gravesen P, Ulbak K.: Radon-95: En undersøgelse af metoder til reduktion af radonkoncentrationen i danske enfamiliehuse. Forskningscenter Risø, Risø-R-979(DA), 1997. Rapporten er tilgængelig på elektronisk form på [www.risoe.dk](http://www.risoe.dk).

### Doktorafhandling

The epidemiology of diarrhoeal diseases in early childhood. A review of community studies in Guinea-Bissau

*Af Kåre Mølbak, Statens Serum Institut*

Disputatsen omfatter otte artikler samt en oversigt. Arbejdet er udført på Bandim-projektet og Laboratório Nacional de Saúde Pública, Guinea-Bissau, 1987-1990, og materialet er derefter bearbejdet på Statens Serum Institut. Formålet var at bestemme morbiditet og mortalitet som følge af børnediarré, årsager og risikofaktorer samt interaktionen mellem ernæringsstatus og diarré. Et væsentligt mål var at undersøge betydningen af persisterende diarré, defineret som infektiøs diarré med varighed over 2 uger.

Børnedødeligheden var 243 per 1000, med diarré som årsag i 31% af tilfældene. Persisterende diarré var årsag i 53% af diarré-dødsfaldene. Også morbiditeten som følge af diarré var høj: Det gennemsnitlige barn havde 9 diarré-episoder årligt.

Stort set alle blev ammet i det første leveår, men fra 12 måneders alderen var det muligt at bestemme diarré-hyppighed i forhold til amning. Ikke-ammede børn havde højere incidens helt op i tredje leveår, og ophør med amning var forbundet med en 3,5 gange øget dødelighed uafhængigt af alder. Endvidere havde drenge, børn, der havde haft diarré inden for en 14-dages periode, og børn, der blev passet af andre end deres moder, en højere diarré-incidens. Hygiejniske faktorer som type og ejerskab af vandforsyning og opbevaring af mad

---

var også af betydning. Endelig var moders uddannelse, alder på familieoverhoved og etnisk gruppe uafhængige determinanter.

Vigtige årsager til diarré var rotavirus, enteropatogene og enterotoxigene *E. coli*, *Shigella spp.* samt parasitten *Cryptosporidium*. *Cryptosporidium* blev fundet i 15% af tilfælde med persisterende diarré, og spædbørn, der fik cryptosporidiose, havde en tre gange højere dødelighed end ikke-inficerede. Desuden var cryptosporidiose forbundet med et vægttab, som ikke blev kompenseret af senere indhentningsvækst. En analyse af associationen mellem diarré prævalens og ernæringsstatus viste, at diarré kan have en negativ effekt på vægt og længde, der rækker ud over den akutte sygdomsfase.

Et vigtigt element i en klinisk strategi for reduktion af diarré-dødelighed og forbedring af ernæringsstatus er dermed en forbedret behandling af børn med persisterende diarré, som i særdeleshed er forbundet med høje diarrébyrder og dødelighed. Fordi internationale programmer har fokuseret på promovring af oral rehydrering til børn med akut diarré, er der i ulandspædiatrien ofte blevet sat lighedstegn mellem diarré kontrol og oral rehydrering. Studierne fra Guinea-Bissau understreger, at problemerne er mere komplekse, og at det er nødvendigt at udvikle en strategi for forebyggelse og differentieret behandling af børn med diarré.

Afhandlingen er udgivet på Lægeforeningens forlag samt i Danish Medical Bulletin 2000; 47:340-58. Afhandlingen kan skaffes ved henvendelse til Kåre Mølbak (krm@ssi.dk).

## Aktuelle publikationer

Miljøfremmede stoffer: Kortlægning af LAS, nonylphenolers og phthalaters kredsløb.

Af P. Fauser, J. Vikelsøe og Jens Chr. Pedersen, *Danmarks Miljøundersøgelser*

DMU har netop udsendt en rapport, som fortæller, hvordan tre vigtige grupper af miljøfremmede stoffer spredes i et typisk dansk opland. I rapporten ser forfatterne nærmere på hvordan LAS, phthalater og nonylphenoler fjernes i Roskilde rensningsanlæg og mere specifikt, hvordan Di-(2ethylhexyl)-phthalat (DEHP) cirkulerer fra kilder, til rensningsanlæg, marker og fjord.

Et af de vigtigste resultater er, at et moderne dansk renseanlæg fjerner størstedelen af de miljøfarlige stoffer fra spildevandet: For alle tre stofgrupper fjernede renseanlægget fra 85 til over 99 %. Det meste nedbrydes, og kun mellem 15 og 35 % af de miljøfarlige stoffer i indløbet kunne genfindes i slammet.

Forskerne har også set nærmere på strømmen af DEHP til og fra Roskilde Fjord. Den væsentligste kilde til belastning af fjorden med DEHP og andre phthalater er vandløbene og nedfald fra luften.

DEHP er den phthalat-forbindelse, som findes i de største koncentrationer og dens skæbne i miljøet er typisk for hele phthalat-gruppen. Tilførslen af DEHP og andre phthalater til miljøet stammer altovervejende fra brugen som blødgørere i PVC-plast.

Når forskerne finder phthalater i luften, må det hovedsageligt stamme fra fordampning. Det føres til vandløbene, enten direkte fra atmosfæren (via nedbør) eller som afstrømning fra overflader, såsom tage, tagrender, veje mv.

Ude i fjorden binder phthalaterne sig til partikler, som aflejres på fjordbunden, hvor halveringstiden er omkring 11 år. Der sker derfor en ophobning af DEHP og andre phthalater i de øverste 10-15 cm af sedimentet.

De højeste koncentrationer af de miljøfremmede stoffer er fundet i landbrugsjord behandlet med store mængder slam og visse steder i fjordens sediment. Koncentrationerne er dog så lave, at de forventes ikke at give biologiske effekter.



---

Vikelsøe, J et al. *Phthalates and Nonylphenols in Roskilde Fjord. A Field Study and Mathematical Modelling of Transport and Fate in Water and Sediment. The Aquatic Environment*. 2001. 106 pp., kr. 75,-. Faglig rapport fra DMU nr. 339. Tilgængelig via [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk).

*Data om dansk forskeruddannelse 2000, Forskningsstyrelsen, 2000.*

Publikation, udarbejdet af Forskningsstyrelsen, som giver et overblik over nyindskrevne ph.d.-studerende, igangværende ph.d.-forløb samt tildelte ph.d.-grader.

Publikationen kan rekvireres på både dansk og engelsk i Forskningsstyrelsen, tlf. 87 34 44 54, fax 87 34 44 53, e-post: [danphd@forsk.dk](mailto:danphd@forsk.dk) og ses på Forskningsstyrelsens hjemmeside: <http://www.forsk.dk/fur/publ/infmat/nyepublikationer.htm>

*DMU. Beretning og aktiviteter 2000-2001. Danmarks Miljøundersøgelser. Miljø- og Energiministeriet.*

Publikationen kan bestilles hos Danmarks Miljøundersøgelser, tlf. 46 30 12 00 og i Miljøbutikken, tlf. 33 95 40 00, fax 33 92 76 90, e-mail: [butik@mem.dk](mailto:butik@mem.dk) og kan ses på DMUs hjemmeside: [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk)

*Handlingsplan for forebyggelse af overfølsomhed og allergiske sygdomme i Danmark 2001-2005. Teknologiraadet rapport nr. 2000/7. Teknologirådet. Gratis.*

Formålet med rapporten, der er udarbejdet af en tværfaglig gruppe, er at foreslå en strategi, som kan medvirke til at standse stigningen i overfølsomhed og allergiske sygdomme og mindske sygeligheden af disse sygdomme inden for en tidsramme på 5 til 10 år.

Rapporten kan rekvireres hos Teknologirådet på tlf. 33 32 05 03 eller på fax 33 91 05 09. Kan ses på Teknologirådets hjemmeside på adressen: <http://www.teknologiraadet.dk/udgivelser/index.htm>  
– se oversigt over rapporter/allergi.

*Medicinsk sundhedsforsknings fremtid, MESUF - rapporten. Forskningsministeriet/ Sundhedsministeriet, Sundhedsanalyser 2001:3. Pris: 75 kr. incl. moms.*

I 1999 udkom rapporten ”Medicinsk sundhedsforsknings vilkår og fremtid - med særligt henblik på sygehusområdet” med anbefalinger til forbedring af betingelserne for den sundhedsvidenskabelige forskning.

MESUF-rapporten er udarbejdet af et opfølgingsudvalg, som med rapporten fremlægger sin bedømmelse af de opfølgingsinitiativer, som er iværksat. Endvidere stiller udvalget konkrete forslag, henholdsvis til stillingsstruktur for forskning inden for sundhedsvæsenet og til en mere fleksibel tilrettelægning af forskeruddannelsen ved de sundhedsvidenskabelige fakulteter med mulighed for at påbegynde forskeruddannelsen prægraduat.

Rapporten kan bestilles hos: Statens Information, tlf. 33 37 92 28, fax 33 37 92 80, e-post: [sp@si.dk](mailto:sp@si.dk), købes hos boghandleren eller ses på Sundhedsministeriets hjemmeside på adressen: <http://www.sum.dk/frames/frame4.htm>

*Risøs nye strategi, januar 2001*

Heri præsenterer Forskningscenter Risø de opgaver, som medarbejderne og ledelsen vil løse for det danske samfund i de kommende år, og den strategi, der er lagt for indsatsen.

Publikationen fås på dansk og engelsk hos Forskningscenter Risø, tlf. 46 77 40 04, fax: 46 77 40 13, e-post: [risoe@risoe.dk](mailto:risoe@risoe.dk) og kan ses på adressen: [http://www.risoe.dk/risoedk/ny\\_strategi/index.htm](http://www.risoe.dk/risoedk/ny_strategi/index.htm)

*Nyt om Forebyggelse*

Nyt blad, der sætter fokus på den forebyggelsesforskning, som foregår ved Københavns Amts Center for Sygdomsforebyggelse.

Bladet udkommer 2 gange om året og fås ved henvendelse til Center for Sygdomsforebyggelse, Amtssygehuset i Glostrup, tlf. 43 23 32 60.

---

*Markus Kolar, Hans Guido Mucke: Status Report on Quality Assurance and Quality Control in Air Monitoring Networks - Central and Eastern Countries of the WHO European Region-, WHO Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control, Berlin. Report No. 14, October 2000.*

Gratis (begrænset antal) ved henvendelse til:  
WHO Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control,  
Federal Environmental Agency,  
Corrensplatz 1  
14195 Berlin  
eller se rapporten på adressen:  
<http://www.umweltbundesamt.de/whocc/titel/titel21.htm>

*Sundhedssektoren i tal 2000/2001, Sundhedsministeriet, Sundhedsanalyser 2001:2*

Publikationen kan købes hos boghandleren eller kan bestilles hos Statens Information, tlf. 33 37 92 28, fax 33 37 92 80, e-post [sp@si.dk](mailto:sp@si.dk). Pris 50 kr. Den findes også på Sundhedsministeriets hjemmeside: [www.sum.dk](http://www.sum.dk)

## Set på Internet

*"Children and the unborn child: exposure and susceptibility to chemical substances – an evaluation." Miljøprojekt nr. 589, Miljøstyrelsen 2001.*

Rapport, som redegør for den aktuelle viden om den biologiske modtagelighed og påvirkning fra kemiske stoffer, som børn udsættes for i fosterstadiet og umiddelbart efter fødslen. <http://www.mst.dk/udgiv/publications/2001/87-7909-574-7/html/>

*Danmarks Forskningsråds Årsrapport 2000*

Kvalitet og fornyelse - gennem rekruttering til den offentlige forskning.  
Se rapporten på IT- og Forskningsministeriets hjemmeside [www.fsk.dk](http://www.fsk.dk) under publikationer.

*Det Europæiske Arbejdsmiljøagentur*

Indgang til arbejdsmiljøinformation fra EU og USA med informationer fra og links til EU-institutioner og myndigheder i de enkelte EU-lande samt tilsvarende amerikanske både på forbundsplan og i de enkelte delstater.  
<http://osha.eu.int/eu-us>

*Evaluation of Allergenicity of Genetically Modified Foods*

Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Allergenicity of Foods Derived from Biotechnology, 22-25 January 2001.  
[http://www.who.int/fsf/GMfood/Consultation\\_Jan2001/report20.pdf](http://www.who.int/fsf/GMfood/Consultation_Jan2001/report20.pdf)

*2 forskningsrapporter fra Arbejdsmiljørådets Service Center:*

Aluminiums Neurotoksicitet af Svend Lings og Philippe Grandjean.  
<http://www.asc.amr.dk/forskning/rapporter/1994-19/default.html>

Indeklimasympptomer og oplevelser af indeklimaet på hospitaler og kontorer  
Yderligere oplysninger:  
<http://www.asc.amr.dk/amfmat/indekl-hosp-kont.html>

*National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals*

Fra National Center for Environmental Health, Centers for Disease Control and Prevention, USA.  
<http://www.cdc.gov/nceh/dls/report/default.htm>

*Ny DMU hjemmeside*

Ny DMU hjemmeside om naturen og miljøet i Danmark for alle natur- og miljøinteresserede. Her kan man finde miljøhistorier samt beskrivelse af danske dyr og planter.  
<http://www.natur.dk>

---

### *Science under Pressure*

Proceedings fra Analyseinstitut for Forsknings seminar september 2000 om udfordringer til forskning og videnskab.

[http://www.afsk.au.dk/ftp/Science\\_under\\_pressure/2001\\_1.pdf](http://www.afsk.au.dk/ftp/Science_under_pressure/2001_1.pdf)

### *The Swedish Environmental Health Report 2001*

Rapporten kan læses på svensk på adressen:

<http://www.imm.ki.se/report2001.html>

### *TRIP - Centre for Transport Research on environmental health Impacts and Policy*

TRIP er et tværvideenskabeligt forskningscenter, finansieret af Det Strategiske Miljøforskningsprogram under delprogrammet Miljø og Transport. TRIP består af i alt 16 forskningsprojekter, der skal belyse sammenhænge mellem persontransport og miljø. Forskningen omfatter 3 hovedområder: 1) efterspørgsel efter transport, 2) transportmarkeder og trafikskabelse, 3) miljø- og helbredseffekter.

<http://www.akf.dk/trip/>

### *Undersøgelse af universitetsforskernes arbejdsvilkår og holdninger til forskningens og forskeres vilkår*

Se de foreløbige resultater baseret på ca. 2800 besvarelser på Analyseinstitut for Forsknings hjemmeside:

<http://www.afsk.au.dk/Universitetsforskere/Intro.htm>

## **Kalender 2001**

### **Juni**

10.-13. juni: X2001 - Exposure Assessment in Epidemiology and Practise, Göteborg, Sverige.  
Info: X2001 Department of Occupational Medicine,

tlf.: +46 31 335 4890, fax: +46 31 40 9728.

e-mail: [x2001@ymk.gu.se](mailto:x2001@ymk.gu.se)

<http://www.ymk.gu.se/eng/eng.htm>

10.-15. juni: Safety Research, Metalworkers' Murikka Institute, Tampere, Finland.

Info: Course secretary, Pirjo Turtiainen, NIVA, tlf.: +358 9 4747 2349, fax: +358 9 4747 2497.

E-mail: [pirjo.turtiainen@occuphealth.fi](mailto:pirjo.turtiainen@occuphealth.fi)

<http://www.niva.org/courses/course10-15june2001.html>

11.-13. juni: Dust, fumes and mists in the work-place. Conference, Toulouse, Frankrig.

Info: Inst. Nat. de Recherche et de Sécurité,

tlf: +33 (0) 1 40 44 31 19,

fax: +33 (0) 1 40 44 30 99.

e-mail: [skornik@inrs.fr](mailto:skornik@inrs.fr)

<http://www.inrs.fr/manifestation/congres/013.html>

13.-15. juni: Microorganisms in Activated Sludge and Biofilm Processes, Rom, Italien.

Info: Valter Tandoi,

tlf.: +39 06 884 1451, fax: +39 06 841 7861.

e-mail: [tandoi@irsa.rm.cnr.it](mailto:tandoi@irsa.rm.cnr.it)

<http://194.244.166.68/home/iwaitalia/convegno/default.htm>

17.-22. juni: 8th Meeting of the International Neurotoxicology Association (INA), Estoril, Portugal.

Info: Dr. Ana Paula dos Santos, INA-8,

tlf.: +351 21 794 6400, fax: +351 21 794 6470.

e-mail: [ina-8@ff.ul.pt](mailto:ina-8@ff.ul.pt)

<http://correio.ff.ul.pt/~ina-8/ie/main.htm>

20.-23. juni: 2nd International Meeting on Male-Mediated Developmental Toxicity, Montreal, Canada.

Info: Dr. Barbara Hales, Dept. of Pharmacology & Therapeutics, McGill University,

tlf.: +1 514 398 3610, fax: +1 514 398 7120.

e-mail: [bhales@pharma.mcgill.ca](mailto:bhales@pharma.mcgill.ca)

<http://www.medserv.mcgill.ca/malemediated2001>

24.-29. juni: Mycotoxins & Phycotoxins - Gordon Research Conference, 2001 Plymouth State College, Plymouth, USA.

Info: Gordon Research Conferences, University of Rhode Island,

tlf.: +1 401 783 4011, fax: +1 401 783 7644.

e-mail: [grc@grcmail.grc.uri.edu](mailto:grc@grcmail.grc.uri.edu)

---

24. juni-14. juli: WHO Recognized Advanced Course in Food Microbiology at the University of Surrey, Guildford, UK.

Info: Dr. M. R. Adams, School of Biological Sciences, University of Surrey,  
fax: +44 (0) 1483 300374.  
e-mail: m.adams@surrey.ac.uk  
<http://www.who.it/docs/fdsaf/flier01.pdf>

## Juli

7.-12. juli: Stress-Induced Gene Expression - Gordon Research Conf., New London, USA.

Info: Gordon Research Conferences, University of Rhode Island,  
tlf.: +1 401 783 4011, fax: +1 401 783 7644.  
e-mail: [grc@grcmail.grc.uri.edu](mailto:grc@grcmail.grc.uri.edu)

8.-9. juli: Biotechnological Challenges in the new Millenium, Madrid, Spanien.

Info: Sebiot, ECB-10,  
tlf./fax: +34 91 561 34 64.  
e-mail: [sebiot@orgc.csic.es](mailto:sebiot@orgc.csic.es)  
<http://www.sebiot.es/cuerpo2.htm>

8.-12. juli: Toxicology and Sustainable Development - Meeting the Challenge, Brisbane, Australien.

Info: Congress Secretariat,  
tlf.: +61 (0)7 3369 0477.  
e-mail: [ictix2001@im.com.au](mailto:ictix2001@im.com.au)  
<http://www.uq.edu.au/ICT9>

15.-20. juli: Free Radical Reactions - Gordon Research Conference, Plymouth, USA.

Info: Gordon Research Conferences, University of Rhode Island,  
tlf.: +1 401 783 4011, fax: +1 401 783 7644.  
e-mail: [grc@grcmail.grc.uri.edu](mailto:grc@grcmail.grc.uri.edu)

16.-17. juli: The 11th Annual AICR Research Conference on Diet, Nutrition and Cancer, Washington D.C., USA

Info: AICR Research Department,  
tlf.: +1 800 843 8114.  
e-mail: [research@aicr.org](mailto:research@aicr.org)  
<http://www.aicr.org/aicrconf2001.html>

## August

12.-16. august: 11th International Conference on Production Diseases in Farm Animals (11th ICPD), The Royal Veterinary and Agricultural University, København, Danmark.

e-mail: [11icpd@kvl.dk](mailto:11icpd@kvl.dk)  
<http://www.11icpd.kvl.dk/>

12.-17. august: Genetic Toxicology - Gordon Research Conference, New London, USA.

Info: Gordon Research Conferences, University of Rhode Island,  
tlf.: +1 401 783 4011, fax: +1 401 783 7644.  
e-mail: [grc@grcmail.grc.uri.edu](mailto:grc@grcmail.grc.uri.edu)

13.-17. august: Introduction to Occupational Epidemiology, København, Danmark.

Info: Seminar secretary, Gunilla Rasi, NIVA,  
tlf.: +358 9 4747 2498, fax: +358 9 4747 2497.  
e-mail: [gunilla.rasi@occuphealth.fi](mailto:gunilla.rasi@occuphealth.fi)  
<http://www.niva.org/courses/course20-25august2001.html>

17.-19. august: The 16. Nordic Conference in Social Medicine & Public Health, University of Bergen, Norge.

Info: University of Bergen,  
fax: +47 55 58 61 30.  
e-mail: [john.meland@isf.uib.no](mailto:john.meland@isf.uib.no)

20.-22. august: Fifteenth Symposium on Epidemiology in Occupational Health, København.

Info: Ole J. Teller, Congress Secretariat,  
tlf.: 36 14 31 62, fax: 36 14 31 80,  
e-mail: [ICOH.WORKandHEALTH@OSH-Council.dk](mailto:ICOH.WORKandHEALTH@OSH-Council.dk)  
<http://www.osh-council.dk/index2.htm>

24.-25. august: International Congress on Food Safety and Toxicology, University of Kuopio, Finland

Info: Ms Vuokko Tuononen  
tlf: +358 17 4412 008  
e-mail: [vuokko.tuonen@tekni.fi](mailto:vuokko.tuonen@tekni.fi)  
<http://www.uku.fi/foodsafety/>

---

---

26.-31. august: IUAPPA 2001 - 12th World Clean Air and Environmental Congress, Seoul, Korea.

Info: K. C. Moon, Korean Institute of Science and Technology,  
tlf.: +82 2958 5823, fax: +82 2958 5805.  
e-mail: [iuappa@kistmail.kist.re.kr](mailto:iuappa@kistmail.kist.re.kr)

## September

2.-5. september: Salinork 2001: 4th International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella and other Foodborne Pathogens in Pork, Leipzig, Tyskland.

Info: Institute of Food Hygiene,  
c/o Th. Alter, Leipzig University,  
tlf.: +49 341 973 8220, fax: +49 341 973 8249.  
email: [contact@salinork2001.com](mailto:contact@salinork2001.com)  
<http://www.salinork2001.com/>

2.-5. september, ISEE, 2.-4. september IGES: Joint Conference ISEE/IGES: Tenth Conference of the International Genetic Epidemiologic Society, Garmisch, Tyskland.

Info: ISEE Program, Chair: H.-Erich Wichmann, GSF-Institute of Epidemiology,  
tlf.: +49 89 3187 4066, fax: +49 89 3187 4499.  
e-mail: [wichmann@gsf.de](mailto:wichmann@gsf.de)

Info: IGES Program - Chair: Heike Bickeböller, GSF-Institute of Epidemiology,  
tlf.: +49 89 3187 4558, fax: +49 89 3187 3222.  
e-mail: [bickeboeller@gsf.de](mailto:bickeboeller@gsf.de)  
[http://www.gsf.de/epi/htmls/english/iges\\_iseegb.html](http://www.gsf.de/epi/htmls/english/iges_iseegb.html)

3.-5. september: 48. nordiske arbeidsmiljø-møde.

Info: Kurs og Kongressservice a/s, Norge,  
tlf: +47 72 42 34 48, fax: +47 72 42 34 40.  
e-mail: [kksoppdal@online.no](mailto:kksoppdal@online.no)

6.- 8. september: 5th International Congress of the European Bioelectromagnetics Association (EBEA), Helsinki, Finland.

Info: Congress Secr. EBEA 2001, Solveig Borg, Finnish Institute of Occupational Health,  
tlf.: +358 9 4747 2900, fax: +358 9 2413 804.  
e-mail: [solveig.borg@occuphealth.fi](mailto:solveig.borg@occuphealth.fi)  
<http://www.occuphealth.fi/e/project/ebea2001/index.html>

8.-11. september: Children's Environmental Health II: A Global Forum for Action, Washington D.C., USA.

Info: Shelley Callaghan, tlf.: +1 613 798 8029,  
fax: +1 613 798 2422  
e-mail: [scall@magna.ca](mailto:scall@magna.ca)  
<http://www.cich.ca/global.htm>

9.-12. september: European Asthma Congress, Moskva, Rusland.

Info: Congress Secretariat,  
tlf.: +7 095 336 5000, fax: +7 095 429 9620.  
e-mail: [asmacis@ibch.immunreh.ru](mailto:asmacis@ibch.immunreh.ru)  
<http://www.isir.ru/firstasthma.html>

10.-12. september: Environmental Health Risk 2001: International Conference on the Impacts of Environmental Factors on Health, Cardiff, England.

Info: Sally Walsh, Conference Secretariat, Wessex Institute of Technology, Southampton, UK,  
tlf.: +44 238 029 3223, fax: +44 238 029 2853  
e-mail: [slwalsh@wessex.ac.uk](mailto:slwalsh@wessex.ac.uk)  
<http://www.wessex.ac.uk/conferences/2001/envh01/>

10.-15. september: 15th Biannual World Congress and Exhibition of the International Ozone Association (IOA), incorporating: Conference on Ozone in Medicine and Environment and Health, London, England.

Info: International Ozone Association, West Sussex, UK,  
fax: +44 1444 230431  
e-mail: [106543.420@compuserve.com](mailto:106543.420@compuserve.com)  
<http://www.int-ozone-assoc.org>

11.-15. september: 12th International Conference on Cytochrome P450, La Grande Motte, Frankrig.

Info: Congress Secretariat,  
tlf.: +33 4 6703 0300, fax: +33 4 6745 5797  
e-mail: [P450@alphavisa.com](mailto:P450@alphavisa.com)  
<http://congres.igh.cnrs.fr/P450-Grande-Motte/>

---

---

12.-14. september: Air Pollution 2001, Ancona, Italien.

Info: Sally Walsh, Conference Secretariat, Wessex Institute of Technology, Southampton, UK,  
tlf.: +44 238 029 3223, fax: +44 238 029 2853  
e-mail: slwalsh@wessex.ac.uk  
<http://www.wessex.ac.uk/conferences/2001/air01/>

13.-16. september: EUROTOX 2001, New Horizons in Toxicology for a Safer Future, Istanbul, Tyrkiet.

Info: Congress Secretariat,  
tlf.: +90 212 254 3230, fax: +90 212 254 2783.  
e-mail: congress@visitur.com.tr  
<http://www.eurotox2001.org/content.asp>

16.-20. september: Occupational Dermatology, Kuusamo, Finland.

Info: Course secretary, Pirjo Turtiainen, NIVA,  
tlf.: +358 9 4747 2349, fax: +358 9 4747 2497.  
e-mail: pirjo.turtiainen@occuphealth.fi  
<http://www.niva.org/courses/course16-20september2001.html>

17.-19. september: Transport and Air Pollution. 10th International Scientific Symposium, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA

Info: Sandra Petrie, National Center for Atmospheric Research, tlf.: +1 303 497 1117.  
e-mail: sjp@ucar.edu  
<http://www.ncar.ucar.edu/TAP/TAP2001.html>

19.-21. september: 5th International Symposium on Biological Monitoring in Occupational and Environmental Health, Banff, Alberta, Canada.

Info: Symposium Secr., University of Calgary, tlf.: +1 403 220 7032, fax: +1 403 270 2330.  
e-mail: isbm@ucalgary.ca

23.-25. september: Breast Cancer and Environmental Mutagens:

Bridging Molecular Research to Medicine and Public Health, Research Triangle Park, NC, USA.

<http://www.ems-us.org/conference.html>

24.-28. september: Third international course, Occupational Exposure Limits - Approaches and Criteria, Uppsala, Sverige.

Info: Seminar secretary, Gunilla Rasi, NIVA,  
tlf.: +358 9 4747 2498, fax: +358 9 4747 2497.  
e-mail: gunilla.rasi@occuphealth.fi  
<http://www.niva.org/courses/course24-28september2001.html>

25.-28. september: Second International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales, Istanbul, Tyrkiet.

Info: Professor. S. Incecik, Istanbul Technical University, Turkey,  
tlf: +90 212 285 31 43, fax: +90 212 285 31 39  
e-mail: aqm2001@itu.edu.tr  
<http://atlas.cc.itu.edu.tr/~aqm2001>

## Oktober

1.-3. oktober: Monitoring Health Behaviors - Towards Global Surveillance, Second International Conference, Tuusula, Finland.

<http://www.ktl.fi/monitoring2/>

7.-11. oktober: ISSX International Society for the Study of Xenobiotics: 6th International Meeting, München, Tyskland

Info: Johannes Doehmer, Congress Secretariat, tlf.: +49 (0)89 54 82 34 12,  
fax: +49 (0)89 54 82 34 44.  
e-mail: Doehmer@lrz.tu-muenchen.de  
<http://www.issx.org/munich2.html>

14.-19. oktober: Molecular Toxicology - Molecular Epidemiology, Tallinn, Estland.

Info: Course secretary, Pirjo Turtiainen, NIVA, tlf.: +358 9 4747 2349, fax: +358 9 4747 2497.  
e-mail: pirjo.turtiainen@occuphealth.fi  
<http://www.niva.org/courses/course14-19october2001.html>

15.-19. oktober: 6th Intl. Conference on Mercury as a Global Pollutant, Minamata, Japan.

Info: Dr. Megumi Yamamoto, Conference Secr., fax: +81 966 68 2011  
e-mail: info@icmgrp2001.org  
<http://www.icmgrp2001.org>

---

21.-25. oktober: Intervention Projects in the Health Care Sector, Nordic School of Public Health, Göteborg, Sverige.

Info: Course secretary, Gunilla Rasi, NIVA, tlf.: +358 9 4747 2498, fax: +358 9 4747 2497.  
e-mail: [gunilla.rasi@occuphealth.fi](mailto:gunilla.rasi@occuphealth.fi)  
<http://www.niva.org/courses/course21-25october2001.html>

21.-26. oktober: Eighth International Conference on Environmental Mutagens, Shizuoka, Japan.

Info: prof. N. Kinae, University of Shizuoka, tlf.: +81 54 264 5528/5526.  
e-mail: [kinae@fns1.u-shizuoka-ken.ac.jp](mailto:kinae@fns1.u-shizuoka-ken.ac.jp)  
<http://www.iaems.nl/>

## November

4.-7. november: ASHRAE Conference: IAQ 2001- Moisture, Microbes and Health effects: Indoor Air Quality and Moisture in Buildings, San Francisco, Californien, USA.

Info: ASHRAE, Manager of Technical Services, fax: +1 404 321 5478.  
e-mail: [techserv@ashrae.org](mailto:techserv@ashrae.org)  
<http://www.ashrae.org/meet/iaq2001.htm>

4.-8. november: ISEA 2001, Exposure Analysis: An Integral Part of Disease Prevention, Charleston, South Carolina, USA.

Info: Office of CME, University of South Carolina,  
tlf.: +1 843 876 1925, fax: +1 843 876 1931  
<http://www.iseaweb.org/isea2001/isea2001.html>

23.-25. november: XIII International Symposium in Contact Dermatitis along with the First Latinamerican Symposium in Cutaneous Allergy, Uruguay.

Info: Congress Secretariat, Iris Ale MD, Organising Committee,  
fax: +5982 622 0882  
e-mail: [irisale@hc.edu.uy](mailto:irisale@hc.edu.uy)