
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

Ny landsomfattende dansk radon undersøgelse

Af Kaare Ulbak¹ og Claus E. Andersen²

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, 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.

¹ Statens Institut for Strålehygiejne

² Forskningscenter Risø

Måleprogram

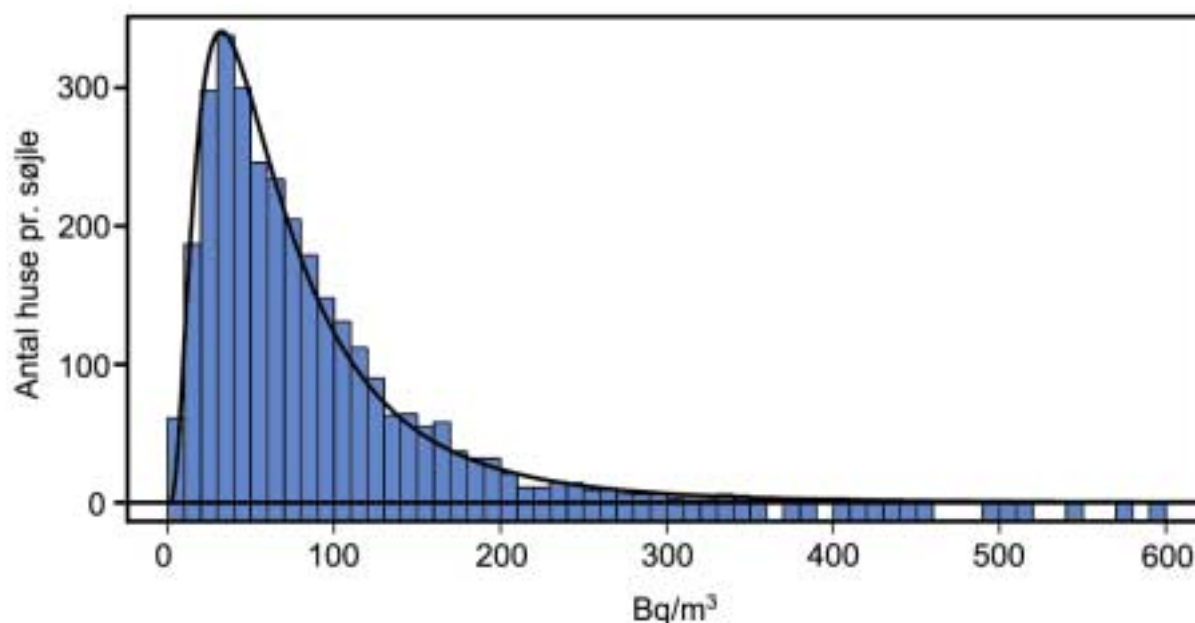
Det gennemførte måleprogram kan resumeres på følgende måde:

- 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/m³ 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/m³ (becquerel pr. kubikmeter, 1 Bq/m³ 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/m³ og 400 Bq/m³ 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/m³, og at der iværksættes mere effektive forbedringer, når radonindholdet overstiger 400 Bq/m³. For nybyggeri anbefales det, at radonindholdet ikke overstiger 200 Bq/m³.*

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/m³ og 5.300 over 400 Bq/m³. 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/m³.

	Middel Bq/m ³	Median Bq/m ³	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 ²⁾	53	32	2,7	0,2
Person-vægtet ³⁾	59	39	3,2	0,3

1) f_{200} henholdsvis f_{400} angiver procentdelen af boliger over 200 Bq/m³ henholdsvis 400 Bq/m³.

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/m³ er størst (17%). Dernæst kommer de sjællandske amter og Fyn, hvor 6 til 8% er over 200 Bq/m³. 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/m³ 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/m³, 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/m³. 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/m³. 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/m³.

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/m³ (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.

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.

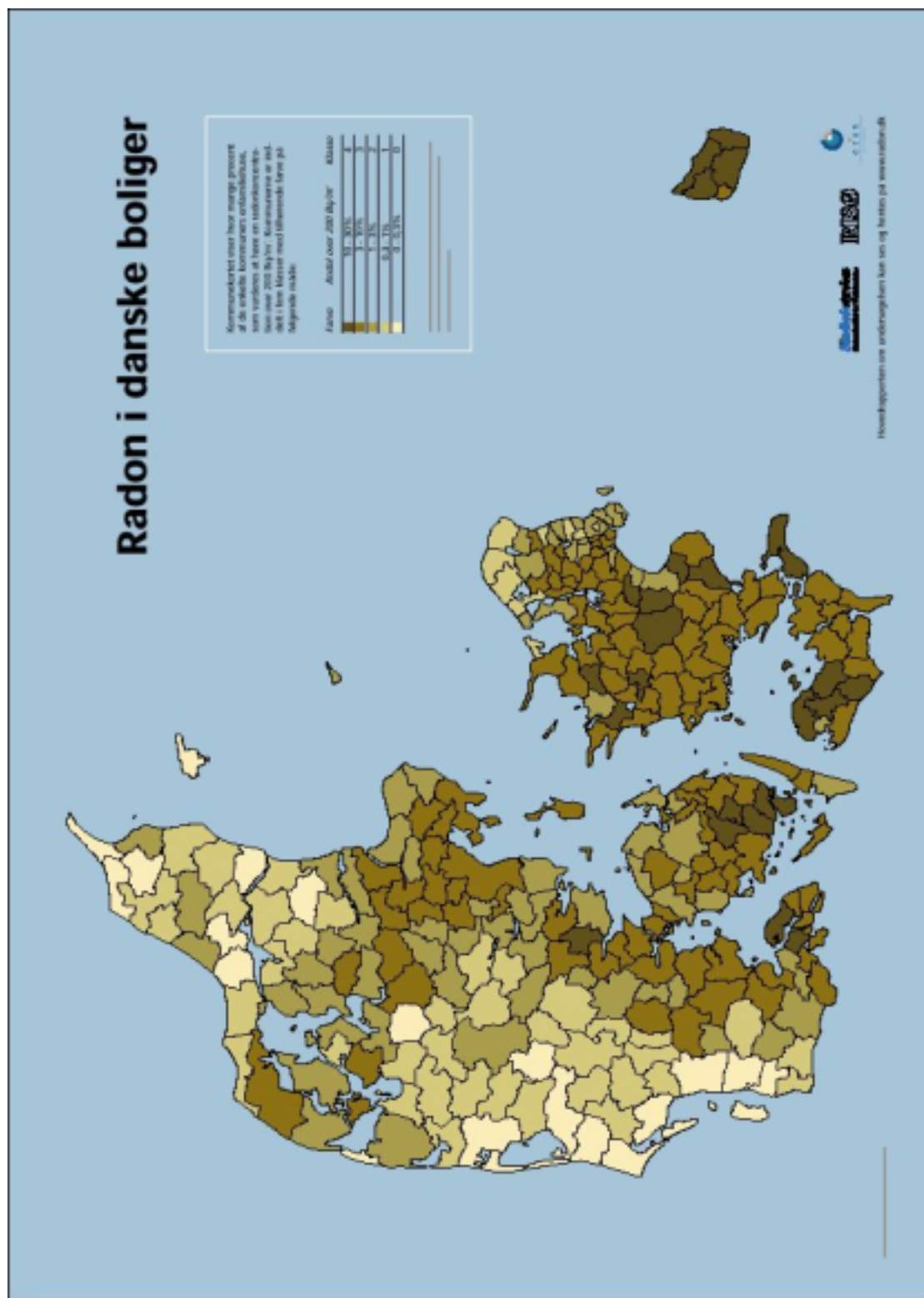
Som privatperson kan man opfatte kommuneestimerne som et udtryk for at risikoen for at bo i et hus med radonproblemer er forskellig fra kommune til kommune. Kommunekortet kan således være af interesse ved huskøb eller nybyggeri. Fra et myndighedssynspunkt hjælper kortet til at identificere områder, hvor 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/m³ vurderes at være 0,0% i Skagen mod de tidligere nævnte 28% i Ringe kommune).

Faktorer

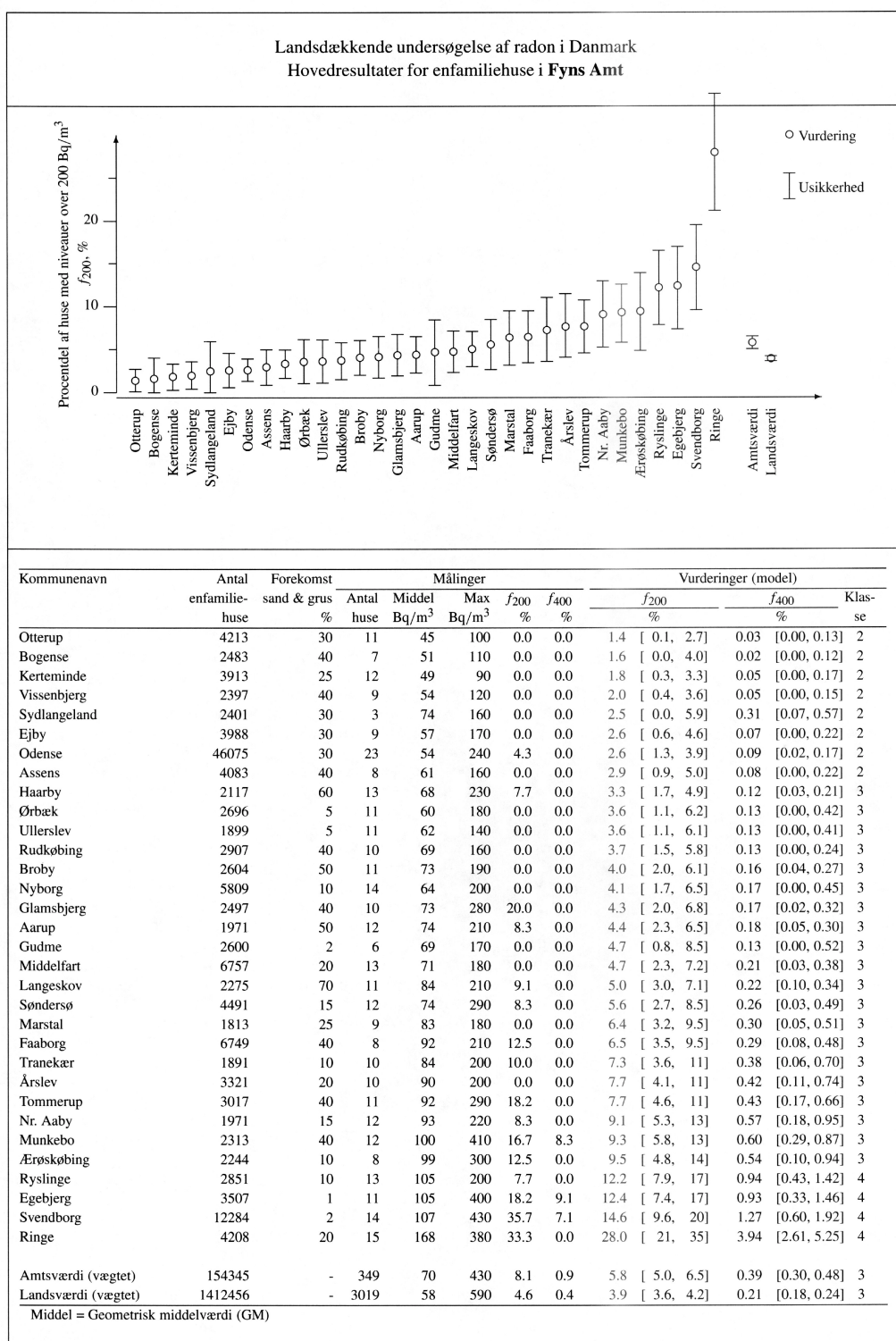
Undersøgelsen viser, at mange faktorer - både bygningstekniske og geologiske - er bestemmende for radonkoncentrationen i danske boliger. For enfamiliehuse er de tre vigtigste faktorer:

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/m³ 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.

egentlig husmåling. Modellen er tilgængelig på internettet, idet man på Forskningscenter Risø's hjemmeside (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 byggesystem 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 radonniveauet 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 radonniveauet 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.
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.

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.