



ERHVERVS- OG BYGGESTYRELSEN



# Radon og enfamiliehuse

August 2007

# Indhold

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Forord</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>Hvad er radon?</b>                       | <b>4</b>  |
| <b>Radon og lungekræft</b>                  | <b>5</b>  |
| <b>Hvordan kommer radon ind i huset?</b>    | <b>6</b>  |
| <b>Radonindhold i boliger varierer</b>      | <b>7</b>  |
| <b>Hvad kan jeg gøre?</b>                   | <b>8</b>  |
| <b>Tjekliste</b>                            | <b>10</b> |
| <b>Ventilation af boligen</b>               | <b>11</b> |
| <b>Ventilation af kælder og krybekælder</b> | <b>12</b> |
| <b>Tætning</b>                              | <b>13</b> |
| <b>Radonsug</b>                             | <b>14</b> |
| <b>Yderligere information</b>               | <b>15</b> |

# Forord

Radon er en radioaktiv luftart og er kræftfremkaldende. Det er derfor af sundhedsmæssig betydning at holde indholdet af radon i luften indendørs på et så lavt niveau som muligt. Denne pjeces om radon og enfamiliehuse indgår i Erhvervs- og Byggestyrelsens forebyggende arbejde mod risikoen ved radon i bygninger.

Undersøgelser af befolkningens udsættelse for radon har vist, at indholdet af radon i indeklimaet i almindelighed er større i enfamiliehuse, rækkehuse og kædehuse end i etagehuse. Derfor retter pjecen sig primært mod disse hustyper. Erhvervs- og Byggestyrelsen har også udsendt en vejledning om nybyggeri og radon. Pjecen her retter sig mod eksisterende byggeri.

Pjecen er udarbejdet bl.a. med baggrund i viden fra et forskningsprojekt om effekten af bygningsmæssige indgreb til reduktion af radon i indeklimaet. Formålet er at give beboere af enfamiliehuse oplysninger om radon og om muligheder for at reducere indholdet af radon i indeklimaet i deres nuværende bolig. Den enkelte beboer bliver herved bedre i stand til at afgøre, hvad der er det mest hensigtsmæssige at foretage sig.

Radioaktiv stråling og radioaktivitet er for mange mennesker ord, der er meget følelsesladede. Det kan i relationen radon og boliger være værdifuldt at gøre sig klart, at mennesket altid har været udsat for radioaktive stoffer overalt i omgivelserne, og at vi ikke kan undgå udsættelse for radioaktiv stråling.

Manuskriptet til pjecen er udarbejdet i samarbejde med COWI A/S.

I denne 2. udgave af pjecen er teksten udvidet med styrelsens anbefalinger omkring målte radonindhold i boliger, og de angivne overslagspriser er opdateret.

Erhvervs- og Byggestyrelsen, august 2007.



# Hvad er radon?

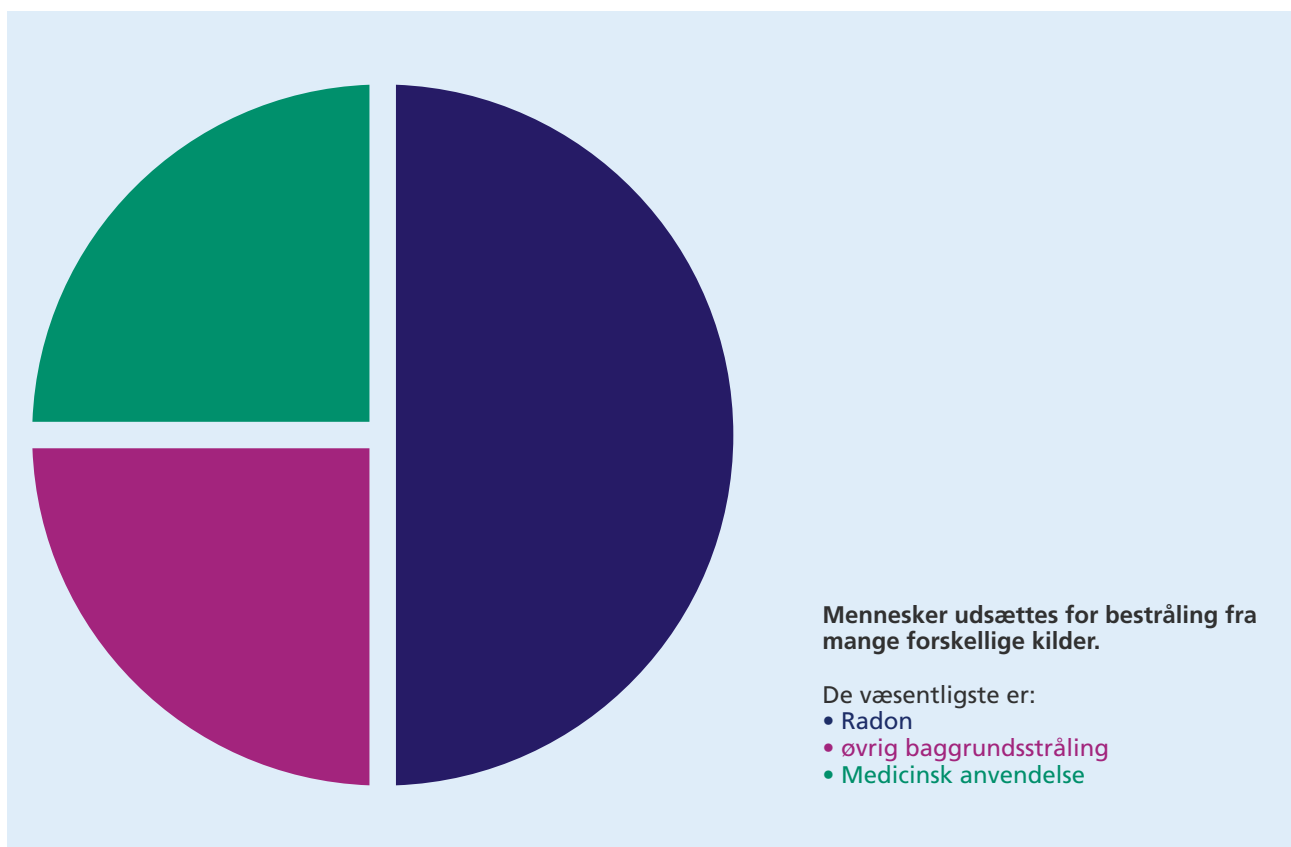
Radon er en gasart, der dannes, når det radioaktive grundstof radium nedbrydes. Radon findes overalt i jorden i stærkt varierende mængder. Indånder vi radonholdig luft, kan de radioaktive atomer sætte sig i luftvejene. Cellerne i lungerne kan skades under atomernes nedbrydning. Derfor skal der tilstræbes et lavt indhold af radon i boligens luft.

**Radon kan ikke lugtes, ikke ses og ikke smages.**

Radonindholdet i jorden varierer fra sted til sted afhængig af de geologiske forhold.

Radonholdig luft fra jorden fortyndes hurtigt i atmosfæren. Byggematerialer baseret på sten, fx beton, tegl og natursten kan afgive mindre mængder af radon. Radon kan desuden komme fra drikkevand fra egen boring, fordi radon kan opløses i vand.

Denne pjece handler kun om radon, der kommer fra jorden under huse, da denne kilde er den væsentligste for enfamiliehuse.



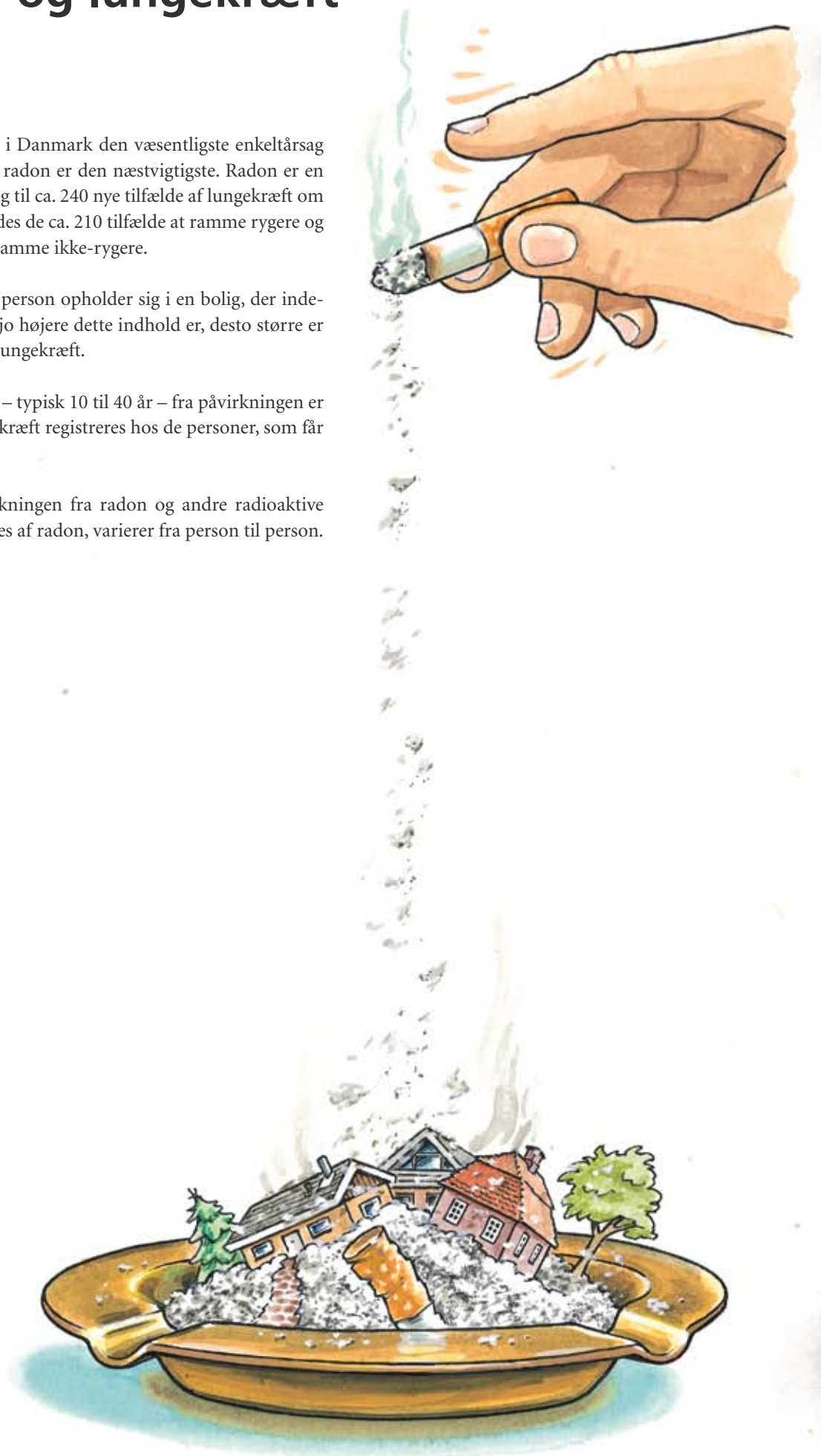
# Radon og lungekræft

Tobaksrygning er i Danmark den væsentligste enkeltårsag til lungekræft, og radon er den næstvigtigste. Radon er en medvirkende årsag til ca. 240 nye tilfælde af lungekræft om året, heraf formodes de ca. 210 tilfælde at ramme rygere og ca. 40 tilfælde at ramme ikke-rygere.

Jo længere tid en person opholder sig i en bolig, der indeholder radon, og jo højere dette indhold er, desto større er risikoen for at få lungekræft.

Det tager lang tid – typisk 10 til 40 år – fra påvirkningen er begyndt, til lungekræft registreres hos de personer, som får lungekræft.

Effekten af påvirkningen fra radon og andre radioaktive stoffer, som dannes af radon, varierer fra person til person.

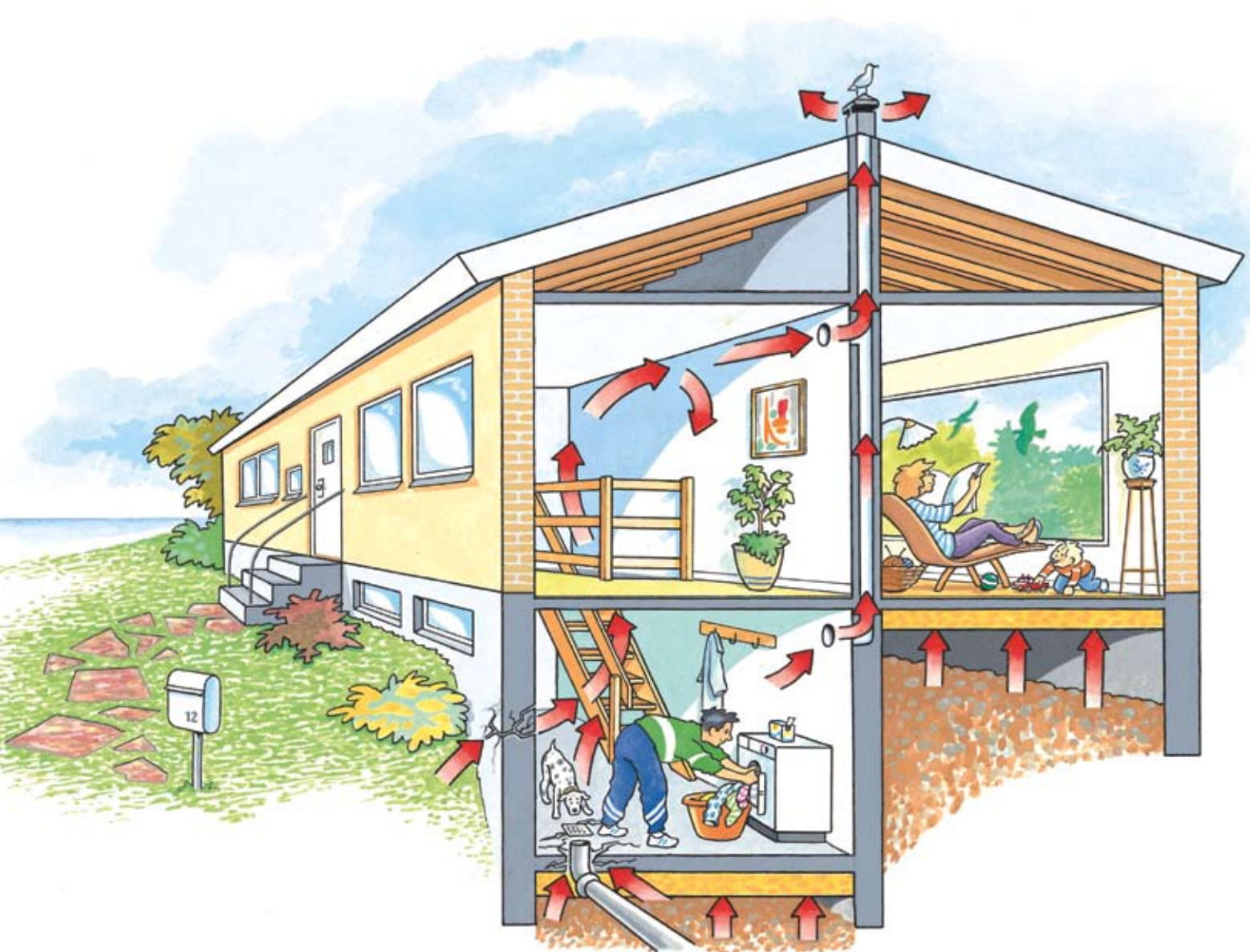


# Hvordan kommer radon ind i huset?

Det væsentligste bidrag til radon i boligen kommer fra jorden under huset. Radonindholdet i jorden varierer som nævnt fra sted til sted. Der kan således være forskel i radonbelastningen på to ens nabohuse. Såfremt et hus er placeret over en sprække i et område med meget tæt ler, og et andet hus ligger i et område uden sprækker, kan der være forskel i radonindholdet i boligens luft.

Den største radonindtrængning i boliger sker gennem revner og sprækker i fundamenter, stuegulv og betondæk, kældergulve og ydervægge samt gennem utætheder ved rørgennemføringer mv., fordi luftrykket i boligen ofte er lavere end udenfor. Der skal derfor sættes en effektiv stopper for indtrængning af radon.

Hvis ventilationen af boligen samtidig er utilstrækkelig, kan radonindholdet blive højt.



# Radonindhold i boliger varierer



I et enfamiliehus med soverum på 1.sal, køkken og stuer i stueetagen samt fyrrum, vaskerum og opbevaringsrum i kælderen vil indholdet af radon i alle opholdsrum normalt være lavt. Det forudsætter dog, at boligen er godt ventileret, at der er en tæt dør mellem kælder og bolig, og at der ikke er utætheder eller andre åbninger i gulvet mellem kælder og bolig.

Kravet i lovgivningen om, at gulv i opholdsrum ikke må ligge under jordoverfladen, er oprindeligt primært dikteret af fugtforhold, men kravet er ikke mindre relevant med dagens viden om radon.

I etageboliger er der normalt ikke problemer med radon bortset fra, at der for stuelejligheder med gulv direkte mod jord gælder de samme forhold som for enfamiliehuse.

Der er i boliger en betragtelig variation i radonindholdet både over døgnet og i gennem årtiderne. Variationerne

kan skyldes vejret, fx temperatur-, fugt- og vindforhold, og hvorledes ventilationen i boligen fungerer.

I en dansk undersøgelse blev der i godt 100 enfamiliehuse målt luftsifte og radonindhold i luften samtidig. Det viste sig, at radonindholdet i gennemsnit kun var det halve i de huse, der havde et luftsifte, som opfyldte myndighedskravene, og at radonindholdet i disse huse var lavere end Erhvervs- og Byggestyrelsens anbefalede maksimalværdi for nybyggede huse.

Med god ventilation i boligen vil indholdet af radon som hovedregel være lavt. Samtidig er god ventilation en afgørende faktor til forbedring af boligens generelle indeklima – både hvad angår fugt, skimmelsvampevækst, afgangning fra byggematerialer og mange andre forureninger. Derved reduceres også risikoen for allergiproblemer.

**Derfor:** sørg for, at boligen er godt ventileret!

# Hvad kan jeg gøre?

Pjecens forskellige råd vil alle kunne reducere indholdet af radon i boligen.

De tre hovedprincipper for at nedbringe radonindholdet i boligen er:

**God udluftning og god ventilation, der sikrer hurtig fornyning og fjernelse af radonholdig luft**

**Sikring af tæthed mod jorden**

**Sikring af undertryk i grus- og isoleringslaget under gulvene i forhold til boligen**

og for et hus med krybekælder eller kælder:

**God ventilation under boligens gulv**

De angivne metoder kan benyttes enkeltvis eller i kombination, og de beskrives nærmere i de følgende afsnit og omtales kort her.

## Tegn på DÅRLIG ventilation

- 1 Dug på indersiden af lukkede vinduer med termoruder eller andre 2-lags vinduer
- 2 Mug eller fugt på ydervægge, bl.a. bag møbler og gardiner
- 3 Fugtig eller muggen lugt





## Ventilation

Ventilationen kan baseres på:

- Oplukkelige vinduer og døre
- Naturlig ventilation med aftrækskanaler i bad og køkken samt udeluftventiler i alle øvrige rum
- Som ovenfor, men suppleret med mekanisk udsugning i bad og køkken – fx i form af emhætte med aftræk til det fri
- Mekanisk ventilation med både udsugning og indblæsning. Denne anlægstype forsynes af energimæssige årsager med varmegenvinding.

Jo flere af de ovenstående ventilationsmetoder, der anvendes, jo bedre resultat opnås.

## Tætning

Erhvervs- og Byggestyrelsen har som supplement til bygningsreglementet udgivet:

“Vejledning om radon og nybyggeri”, hvor metoder til et radonsikkert nybyggeri beskrives. Der gives bl.a. anvisninger på, hvordan bygningskonstruktioner mod undergrunden gøres lufttæt.

Metoderne kan teoretisk set også anvendes til eksisterende byggeri, men tætning kan være vanskelig at udføre her.

## Radonsug

Den mest avancerede metode til sænkning af radonindholdet i boligen består i at skabe et undertryk og suge den radonholdige jordluft væk under gulvniveau, inden den kommer op i boligen.

Radonsug er det mest omkostningskrævende indgreb, men det er samtidig en effektiv løsning.

## Hvad virker bedst?

Som tommelfingerregel vurderes effekten af tætning normalt at være relativt begrænset, mens effekten af et radonsug under boligen vurderes at være meget høj. Forbedring af ventilationen vurderes at ligge imellem disse to yderpunkter.

## Måling

Hvis kendskab til indholdet af radon i luften i boligen skal indgå i overvejelserne om behovet for sikring mod radon i boligen, eller hvis effekten af den iværksatte sikring skal vurderes, kan der foretages målinger før og eventuelt efter de udførte forbedringer. En måling foretages i både opholdsrum og soverum over 2–3 måneder, og boligens radonindhold beregnes herfra.

En måling, der foretages i et par rum og varer nogle måneder, koster ca. 1.000 kr. (2007-priser).

De internationale anbefalinger er, at der bør foretages foranstaltninger med henblik på at reducere radonindholdet i indeklimaet, når radonindholdet ligger mellem 200 becquerel pr. kubikmeter, Bq/m<sup>3</sup> og 600 Bq/m<sup>3</sup>. På den baggrund anbefales, at der i eksisterende bygninger iværksættes enkle og billige forbedringer, når radonindholdet er mellem 200 Bq/m<sup>3</sup> 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, at radonindholdet ikke overstiger 200 Bq/m<sup>3</sup>.

# Tjekliste



## Uden Kælder



Er der tegn på dårlig ventilation af boligen?

Er der revner i betongulvet langs vægge eller ved afløb, indføring af vandrør etc.?



## Med krybekælder



Er der tegn på dårlig ventilation af boligen?

Er udluftningen af krybekælderen i orden?

Lukker eventuelle adgangsløb fra boligen til krybekælderen tæt?

Er der utætheder i gulvet mellem krybekælderen og stueetagen?

Er der revner eller sprækker i krybekælderens gulv og vægge eller ved rørgennemføringer?



## Med kælder



Er der tegn på dårlig ventilation af boligen?

Er udluftningen af kælderen i orden?

Er der tæt dør mellem kælderen og boligen?

Er der utætheder i gulvet mellem kælderen og stueetagen?

Er der revner eller sprækker i kælderen gulv og vægge eller ved rørgennemføringer og afløb?

# Ventilation af boligen



Bygninger skal i dag være udført så tætte, at det er nødvendigt, at beboerne aktivt lufter ud samt vedligeholder ventilationssystemerne for at skabe sunde indeklimaforhold. I dårligt ventilerede boliger vil der – alt andet lige – også være det største indhold af radon.

Myndighedskravet er, at luften i opholdsrum udskiftes mindst hver anden time. Hvis ventilationen er for dårlig, kan den forbedres på flere måder, som det fremgår af afsnittet på side 9.

Om vinteren er dug nederst på en to-lags rude i opholdsrum normalt tegn på en for ringe ventilation i boligen i forhold til den mængde fugt, der produceres.

Andre tegn kan være løstsiddende tapet, mug på ydervægge, fugtskjolder på lofter i baderum, afskallende maling og muggen lugt. Disse skader og gener kan dog også være forårsaget af andre forhold end for lille eller manglende ventilation, fx fejl i bygningskonstruktionen.

Erhvervs- og Byggestyrelsen giver i pjecen:

“God ventilation i din lejlighed eller dit hus” enkle råd om eftersyn og pasning af ventilationen i boligen samt rengøring af:

- Luftventiler i opholdsrum, bad og toilet
- Emhætter
- Ventilationskanaler
- Ventilatorer

Ved at følge anvisningerne om rengøring af bl.a. ventiler udnyttes mulighederne for ventilation af boligen bedst muligt.

Effekten af ventilation efter princippet naturlig ventilation vil variere efter vejr- og vindforhold.

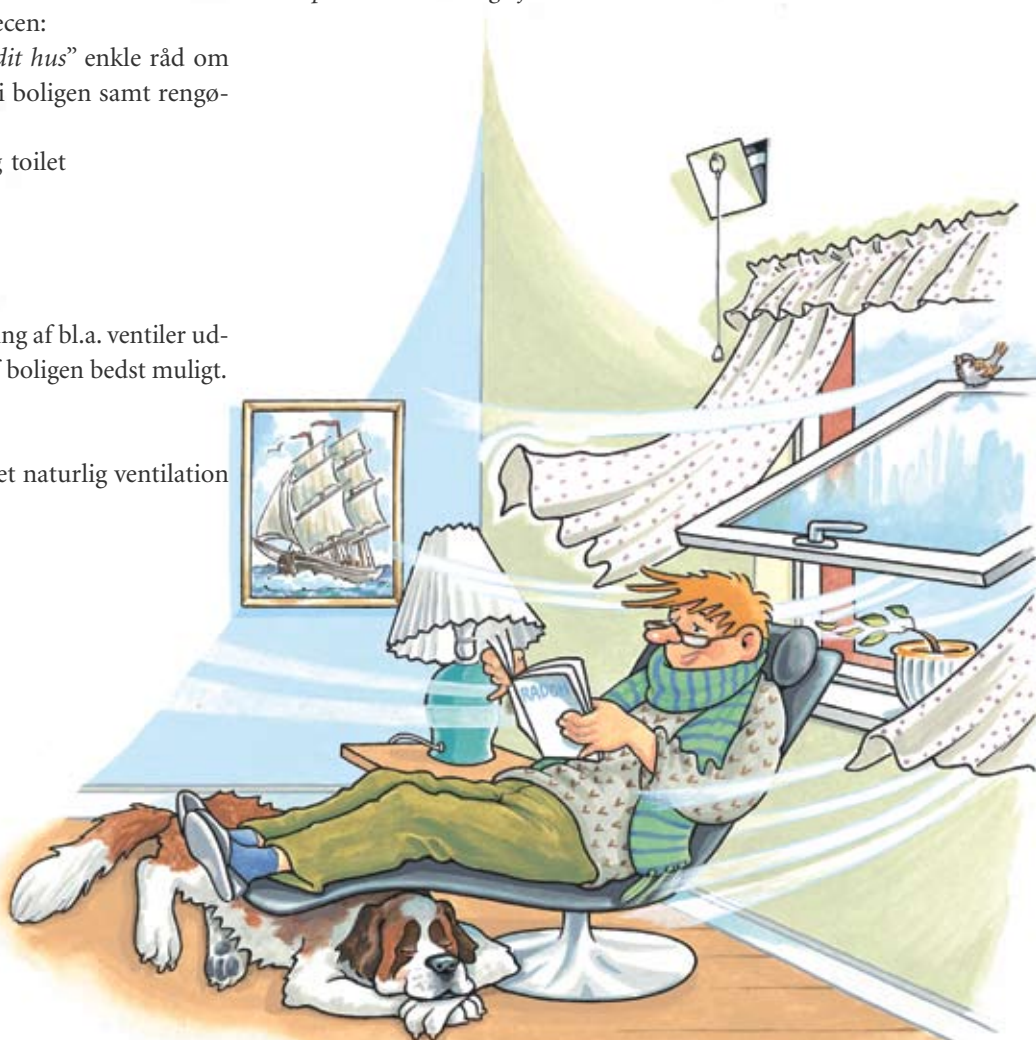
Den generelt mest effektive ventilation opnås med mekanisk indblæsning af opvarmet og filtreret luft i alle opholdsrum og mekanisk udsugning fra køkken, bad og toilet. For at mindske varmetabet forsynes ventilationsanlægget med varmegenvinding.

Det er vigtigt, at forbedringen af ventilationen ikke resulterer i, at der skabes et større undertryk i boligen, hvorved der kan suges mere radonholdig luft op fra jorden. Dette sikres ved at skabe mulighed for tilførsel af rigelige mængder luft i alle opholdsrum ved montering af udeluftventiler.

Er du i tvivl om, hvorledes boligventilationen udføres korrekt, kan det anbefales, at du søger råd hos en arkitekt eller rådgivende ingeniør med erfaring på området.

Prisniveauet for etablering eller forbedring af den naturlige ventilation i boligen er 500 kr.–1.000 kr. pr. udeluftventil. Montering af mekanisk udsugning beløber sig til 1.000 kr.–1.500 kr. for en el-ventilator. Montering af mekanisk indblæsning og udsugning med varmegenvinding beløber sig til 40–50.000 kr. (2007-priser).

*Alle priser er med brug af håndværker.*



# Ventilation af kælder og krybekælder

En kælder eller krybekælder giver god beskyttelse mod, at radon fra jorden trænger op i boligen. Det forudsætter dog, at gulvkonstruktionen mellem kælderrum og opholdsrum er tæt, samt at kælderen er effektivt ventileret.

Kælderrum skal under alle omstændigheder være godt ventileret for at undgå skadelig fugt i konstruktioner og materialer. Hvis ventilationen er for lav, anbefales det at forbedre den ved at supplere de eksisterende riste eller udeluftventiler med nye, og sikre, at disse altid holdes åbne.

Den naturlige ventilation i krybekælderen skal være så effektiv som muligt, dvs. alle riste til krybekælderen skal være helt åbne året rundt. Om efteråret bør ristene renses for blade mv., og om vinteren bør de friholdes for sne. Pas også på, at ristene respekteres i forbindelse med efterisoleringsarbejde.

Naturlig ventilation af en krybekælder kan forbedres ved mekanisk udsugning. Denne løsning har været afprøvet et par steder i Danmark med et overbevisende resultat. Det er vigtigt at sikre, at der ikke kan suges luft fra boligen med højt fugtindhold ned i en kold krybekælder, idet dette kan resultere i fugtskader. Det kan sikres ved en kombination af ekstra riste eller udeluftventiler i krybekælderen og tætning af gulvet til stuen.



# Tætning

En meget almindelig gulvkonstruktion i Danmark er et terrændæk, der består af beton støbt på et lag af groft grus, klinker eller tilsvarende. Dette hindrer opstigning af fugt fra jorden og virker isolerende. Dette lag forhindrer ikke, at radon kan komme op til undersiden af betonen. Grus- og isoleringslaget betyder, at der kan ske en fordeling af radonholdig luft fra jorden til hele betongulvets underside.

Indtrængning af radon fra jorden under huset kan undgås ved tætning af revner og sprækker, først og fremmest de gennemgående revner og sprækker, fx hvor betongulv støder op til fundamenter, ved afløbsinstallationer, indføring af vandledninger og andre rørgennemføringer.

Det er dog vanskeligt at finde og forsegle alle de revner, der findes i betongulve, og tætning af et eksisterende hus bør ikke stå alene som radonsikring, men altid mindst suppleres med forbedret ventilation.

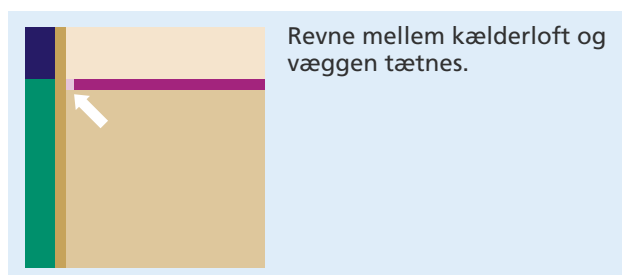
Terrændækket kan være dækket af tæpper eller andre gulvbelægninger. I disse tilfælde er det normalt alene muligt at tætnere revnerne i betonen ved overgangen mellem gulv og væg.

Såfremt der er lagt et trægulv på betongulvet, er det ikke tilstrækkeligt at tætnere trægulvet. Det skal fjernes, før tætningen af betongulvet kan udføres. I rum, hvor der ikke er trægulve, fx baderum, er det lettere og mindre bekosteligt at udføre en tætning.

Selve tætningsarbejdet er i øvrigt vanskeligt at udføre effektivt. I langt de fleste tilfælde er det nødvendigt at fræse revnerne større for at få mulighed for at udføre tætningen tilfredsstillende, dvs. at der kræves en håndværksmæssig indsats. Fugemassen skal også vælges med omhu, idet der bl.a. skal stilles krav til dens elasticitet.

Er der kælder eller krybekælder under boligen, kan der skabes tæthed mellem kælder og bolig ved i kælderen at udføre en lufttæt loftsbeklædning, der skal slutte tæt til kældervæggene.

Prisniveauet for tætning af revner er minimalt, såfremt du selv udfører tætningen.



# Radonsug

Etablering af radonsug under huset er den mest effektive sikring mod radon i boligen set i forhold til forbedret ventilation og tætning.

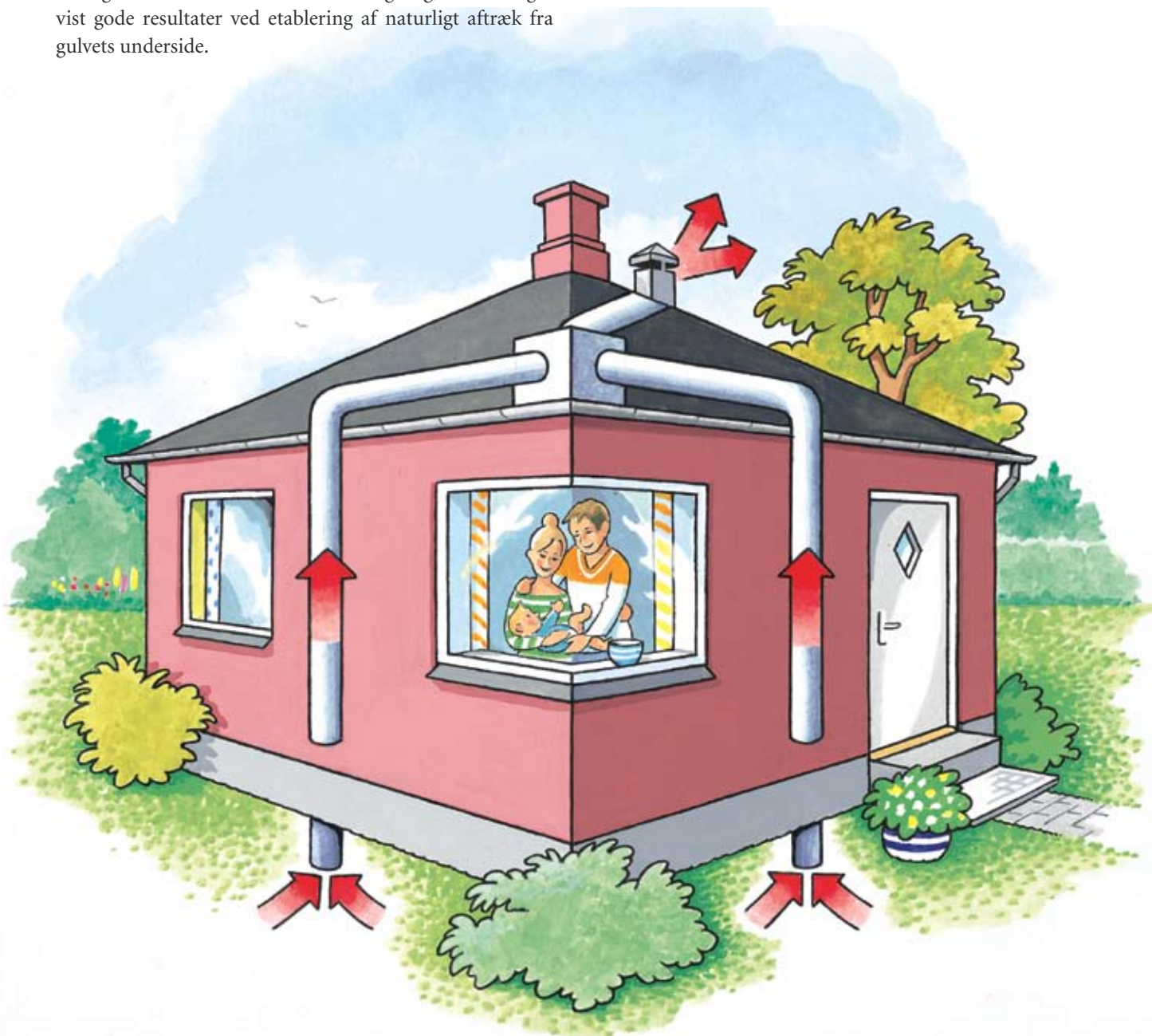
Normalt er huse placeret på et lag af groft grus, klinker eller tilsvarende materiale. Radonsuget skaber et undertryk i dette lag set i forhold til boligen. Radonsuget kan udføres ved fx to steder midt i huset at føre et rør igennem betongulvet og ned i gruslaget. Der skal tætnes omhyggeligt mellem røret og betongulvet. Rørene føres op på loftet og tilsluttes en fælles udsugningsventilator.

Erfaringerne med udsugning af luften under huse er overbevisende. Danske forsøg med radonsug viser, at indholdet af radon i luften i boligen kan reduceres til få procent af det oprindelige niveau. Engelske målinger viser tilsvarende væsentlige reduktioner for mekanisk udsugning, men har også vist gode resultater ved etablering af naturligt aftræk fra gulvets underside.

Et radonsug med naturligt aftræk er opbygget på samme måde som nævnt ovenfor men er ikke forsynet med en udsugningsventilator. Suget opnås af vinden og temperaturforskellen mellem gruslaget og luften udendørs.

I Danmark er der ikke endnu opnået tilsvarende positive erfaringer med naturligt aftræk. Såfremt systemet ikke giver den ønskede reduktion i radonniveaue i indeklimaet, kan det let udbygges til mekanisk ventilation.

Prisniveauet for etablering af radonsug med naturligt aftræk ligger i størrelsesordenen 30–35.000 kr., mens mekanisk radonsug beløber sig til 40–50.000 kr. baseret på brug af håndværker. Heraf udgør materialeudgiften ca. halvdelen (2007–priser).



# Yderligere information



## Publikationer

Pjecen:

*"God ventilation i din lejlighed eller dit hus"*

Bygge- og Boligstyrelsen, 1992

Vejledningen:

*"Radon og nybyggeri"*

Bygge- og Boligstyrelsen, 1993

Vejledningen:

*"Undersøgelse af lufttæthed i bygningskonstruktioner"*

Bygge- og Boligstyrelsen, 1993

Pjecer og vejledninger kan ses på styrelsens hjemmeside [www.ebst.dk](http://www.ebst.dk) og kan fås hos nogle kommuner (bygningssmyndigheden) og biblioteker.

SBI-anvisning 179:

*"Indeklimaet i boligen"*

Statens Byggeforskningsinstitut, 1993, kan købes hos Byggecentrum, tlf. 70 12 06 00.

## Byggetekniske oplysninger

For at sikre, at der ikke sker skader på bygningskonstruktioner og for at vælge de rette ventilationsløsninger, kan du søge råd hos en arkitekt eller rådgivende ingeniør med erfaring på området.

## Måletekniske oplysninger

Yderligere oplysninger om radon i boliger og om hvorledes radonindholdet kan måles, kan fås hos:

Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for Strålehygiejne, [www.sis.dk](http://www.sis.dk).

## Projektet omtalt i forordet er:

*Projekt Radon 95:*

*En undersøgelse af metoder til reduktion af radonkoncentrationen i danske enfamiliehuse, udført af Forskningscenter Risø, Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for Strålehygiejne, Statens Byggeforskningsinstitut, COWI Rådgivende Ingeniører AS og Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse.*

## **Radon og enfamiliehuse**

Publikationen kan bestilles hos  
Schultz Distribution  
Herstedvang 4  
2620 Albertslund  
Tlf.: 43 22 73 00  
Mail: [schultz@schultz.dk](mailto:schultz@schultz.dk)

Publikationen kan også hentes på  
Erhvervs- og Byggestyrelsens hjemmeside  
[www.ebst.dk](http://www.ebst.dk)

Oplag  
11.000 stk.

Publikationen er gratis

ISBN  
Trykt udgave: 978-87-91340-77-2

Elektronisk udgave: 978-87-91340-78-9

Design  
Schultz Grafisk A/S

Erhvervs- og Byggestyrelsen  
Dahlerups Pakhus  
Langelinie Allé 17  
2100 København Ø  
Tlf.: 35 46 60 00  
[ebst@ebst.dk](mailto:ebst@ebst.dk)  
[www.ebst.dk](http://www.ebst.dk)