



[forside](#) > [publikationer](#) > [1998](#) > [her](#)



## Radon og nybyggeri

I 1987 blev resultaterne af en landsomfattende undersøgelse af radonkoncentrationer indendøre i 500 danske boliger offentliggjort. Undersøgelsen, der er udført af Statens Institut for Strålehygiejne og Forskningscenter Risø, viste at af den samlede radioaktive bestråling, som befolkningen modtager, udgør bestrålingen i boligen ca. 50 pct. Samtidig med, at undersøgelsens resultater blev offentliggjort, udsendte Byggestyrelsen og Statens Byggeforskningsinstitut en pjece "Radon i boliger" om mulighederne for at begrænse radonkoncentrationen i eksisterende boliger.

Den her foreliggende vejledning skal ses som et næste skridt i Byggestyrelsens forebyggende arbejde mod risikoen ved radon i bygninger. Radon er et erkendt kræftfremkaldende stof, og det vil derfor være af betydning at holde radonkoncentrationen i indeluften på et så lavt niveau som muligt.

Vejledningen er udarbejdet på basis af den nuværende viden om radon og byggeteknik og tager som udgangspunkt, at den væsentligste radonkilde er undergrunden. Derfor gælder det først og fremmest om at begrænse radon i at komme ind i bygningerne

ved at gøre bygningskonstruktionerne tætte nedadtil. Da radon er en luftart, er der tale om at indbygge en lufttæthed i konstruktionerne. I vejledningen vil tæthed derfor i de fleste tilfælde være at forstå som lufttæthed.

Vejledningen henvender sig især til bygherrer, projekterende teknikere, entreprenører og håndværkere og til byggematerialeproducenter. Vejledningen er primært rettet mod småhusbyggeriet, idet undersøgelsen viste, at radonkoncentrationerne i almindelighed er større i enfamiliehuse, rækkehuse og kædehuse end i etagehuse. Principperne for tætte konstruktioner mod jord er dog alment gyldige.

Et byggeri udført efter vejledningens anbefalinger forventes at give så lave radonkoncentrationer indendøre, som det er praktisk muligt under hensyn til dansk byggeskik, og uden at indføre unødigt omfattende og kostbare beskyttelsesforanstaltninger.

Manuskriptet til vejledningen er udarbejdet af Ib Borrings Tegnestue A/S, ved arkitekterne Kaare Kjerulf og Torben Dahl. Manuskriptet er diskuteret i en følgegruppe, bestående af afdelingsleder Geord Christensen, Statens Byggeforskningsinstitut, civilingeniør Owe Eriksson, Lemming & Eriksson Rådgivende Ingeniører A/S, akademiingeniør Peter A. Nielsen, Statens Byggeforskningsinstitut, civilingeniør Ervin Poulsen, AEC Rådgivende Ingeniører A/S, institutforstander Kaare Ulbak, Statens Institut for Strålehygiejne, og civilingeniør Ove Nielsen, Byggestyrelsen.

Hvis der gennem danske eller udenlandske undersøgelser kommer ny viden frem på dette område, der medfører behov for ændringer, vil der blive udsendt en revideret vejledning.

I 2. udgave af vejledningen er der foretaget følgende ændringer i forhold til 1. udgave: Radonsikringen ved dæk- og gulvkonstruktionerne er forbedret ved indbygning af en trykudligningsforbindelse samt ved tilføjelse af en alternativ udformning af sindarmeringen. Desuden er litteraturhenvisningen blevet udvidet.

Bygge- og Boligstyrelsen, november 1993.

2. udgave - 1993.

---

## **Hvad er radon, og hvordan kommer det ind i bygninger?**

Hvad er radon, og hvordan kommer radon ind i bygninger?

Radon er en luftart, der dannes af det radioaktive, faste stof radium,

der findes overalt i jorden i stærkt varierende mængder.

Radon er radioaktiv, dvs. den udsender radioaktiv stråling, samtidig med at der dannes andre radioaktive stoffer, de såkaldte radondøtre. Radioaktiv stråling kan beskadige levende celler.

Det største bidrag til radon i bygninger kommer fra jorden under bygningerne. Herfra kommer radon ind i bygningerne gennem revner og sprækker i fx terrændæk, kældergulve og -ydervægge, gennem utætte fuger og gennem utætheder ved rørgennemføringer mv.

Den landsomfattende radonundersøgelse viste, at radonkoncentrationen er lavere i efnamiliehuse med kælder end i enfamiliehuse uden kælder. Det formodes at være en følge af, at en kælderkonstruktion normalt projekteres med vandtætte overflader og samlinger og udføres med fornøden omhu. Den opnåede vandtæthed medfører derfor normalt også en bedre tæthed overfor radonholdig luft fra undergrunden.

Nogle byggematerialer, hovedsageligt fremstillet af materialer fra undergrunden, som fx beton, tegl, keramik og gips, indeholder radium i større eller mindre omfang. Radonbidraget til indeluften herfra er som regel mindre end det bidrag, der kommer direkte fra jorden. Det er også grunden til, at radonkoncentrationen er størst i rum, der ligger i nær forbindelse med jorden. Da radon er opløseligt i vand, findes der også radon i drikkevandet. Radonbidraget herfra er dog som hovedregel meget ringe i Danmark.

Radonkoncentrationen i luften måles i enheden becquerel pr. kubikmeter, Bq/m<sup>3</sup>. Ved ovennævnte undersøgelse blev den gennemsnitlige radonkoncentration (årsmiddel) målt til ca. 70 Bq/m<sup>3</sup> småhuse og til ca. 20 Bq/m<sup>3</sup> etagehuse. Den gennemsnitlige radonkoncentration i alle boliger under et blev målt til ca. 50 Bq/m<sup>3</sup>. I ingen af de målte boliger oversteg radonkoncentrationen 600 Bq/m<sup>3</sup>. I ingen af de målte boliger i etagehuse oversteg radonkoncentrationen 200 Bq/m<sup>3</sup>. I 3 pct. af de målte boliger i småhuse oversteg radonkoncentrationen 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Til sammenligning kan nævnes, at den gennemsnitlige radonkoncentration for svenske boliger er ca. 100 Bq/m<sup>3</sup>. Her findes ca. 40.000 boliger (småhuse) med en radonkoncentration højere end 800 Bq/m<sup>3</sup>. Det er de svenske myndigheders målsætning på lang sigt at reducere gennemsnittet til det nuværende danske gennemsnit på 50 Bq/m<sup>3</sup>.

I Sverige og Finland er der bestemmelser om, hvor høj

koncentrationen af radon må være for såvel nye som eksisterende boliger. I nye boliger må radonkoncentrationen højst være 140 Bq/m<sup>3</sup> Sverige og 200 Bq/m<sup>3</sup> i Finland. For eksisterende boliger er grænsen 800 Bq/m<sup>3</sup> i både Sverige og Finland.

## Radon i nye bygninger

I det følgende gives nogle forslag til bygningsmæssige foranstaltninger, der kan medvirke til at forebygge høje radonkoncentrationer i nye bygninger, som følge af indtrængning fra jorden.

Med øget opmærksomhed i byggeriets projekterings- og udførelsesfase er det muligt at opnå lave radonkoncentrationer, uanset hvor i landet der bygges.

De forhold, der kan medvirke hertil er:

- konstruktionstype
- tæthed mod jord
- ventilation

---

## Valg af konstruktion

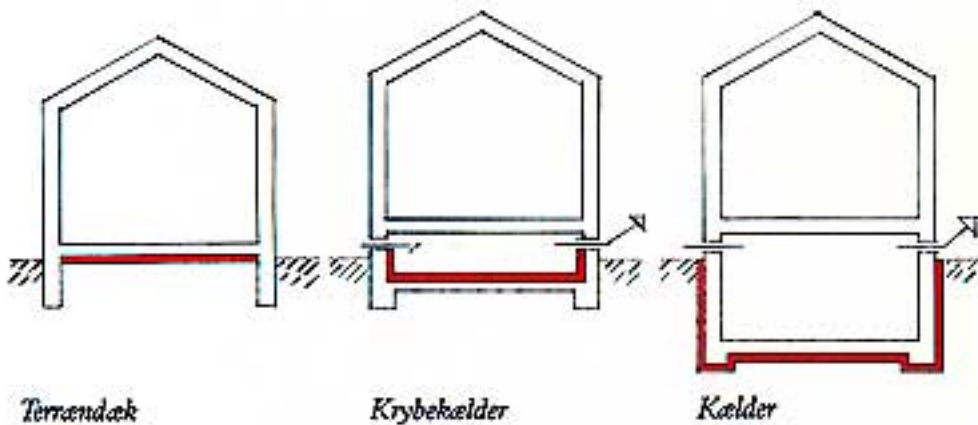
Allerede i projekteringsens første faser kan der, ved hensigtsmæssig valg af konstruktion mod jord, opnås en betydelig begrænsning af radonindtrængningen.

Et terrændæk kan udgøre en effektiv bremse mod luftindtrængning fra underliggende jordlag, hvis der er truffet særlige foranstaltninger til at hindre luftindtrængning fra jorden.

En krybekælder er en velegnet konstruktion til at hindre indtrængning af radonholdig luft. Det er dog betinget af, at krybekælderrummet tætnes mod jord og ventileres tilstrækkeligt til det fri.

En kælder, der ventileres til det fri, vil også nedsætte radonindholdet i de overliggende beboelsesrum.

*Typiske konstruktioner mod jord*



## Tæthed mod jord

Radonholdig luft kommer ind i bygningen fra jordbunden gennem revner og utætte fuger i bygningskonstruktionens begrænsning mod jord, fx terrændæk, kældergulve og -vægge, og gennem utætheder ved gennemføringen af tekniske installationer i disse konstruktioner.

Det skal tilstræbes, at den samlede konstruktions tæthed er bedst mulig.

På grund af det normale undertryk i bygningen, skabt ved ventilationen, vil der ske luftindtrængning fra jorden, hvis der ikke er truffet særlige foranstaltninger for at imødegå denne indtrængning.

Tæthed mod jord kræver ikke nødvendigvis nye typer konstruktioner.

Almindeligt anvendte konstruktioner i nybyggeriet kan bringes til at give den ønskede tæthed.

Gennem en øget opmærksomhed omkring de materialer og samlinger, der indgår i konstruktionerne, samt deres udførelse, kan dette opnås.

I enkelte konstruktioner er det dog nødvendigt med mindre ændringer i forhold til nuværende praksis.

Vandtætte samlinger, fuger og støbeskel er ikke nødvendigvis lufttætte. Fx vil tætning i støbeskel i beton med betonit kun være lufttæt i våd tilstand. Denne tætning er således ikke nødvendigvis brugbar over for radon.

De mængder radon, der slipper igennem ved diffusion, er meget små sammenlignet med hvad, der kan slippe med luften igennem

selv mindre spalter.

Det er derfor afgørende, at den håndværksmæssige udførelse på byggepladsen sker med stor omhu, da der selv gennem små utætheder i særlige tilfælde kan trænge forholdsvis store mængder luft igennem.

Både i byggeprojektets tegninger og beskrivelsesdel bør der være redegjort for, hvordan en god tæthed mod jord opnås i praksis.

Den tilsynsførende ved byggeriet bør være fortrolig med disse krav, ligesom også de udførende håndværkere må gøres opmærksomme på tæthedens vigtighed.

Kontrol af det udførte arbejde, der omfatter sikring af tætheden (jf. beskrivelse og tegninger), bør være omfattet af byggeriets kontrolplaner.

I det følgende gennemgås en række forhold, som vil medvirke til at kunne skabe tilstrækkelig tæthed i almindeligt anvendte konstruktioner.

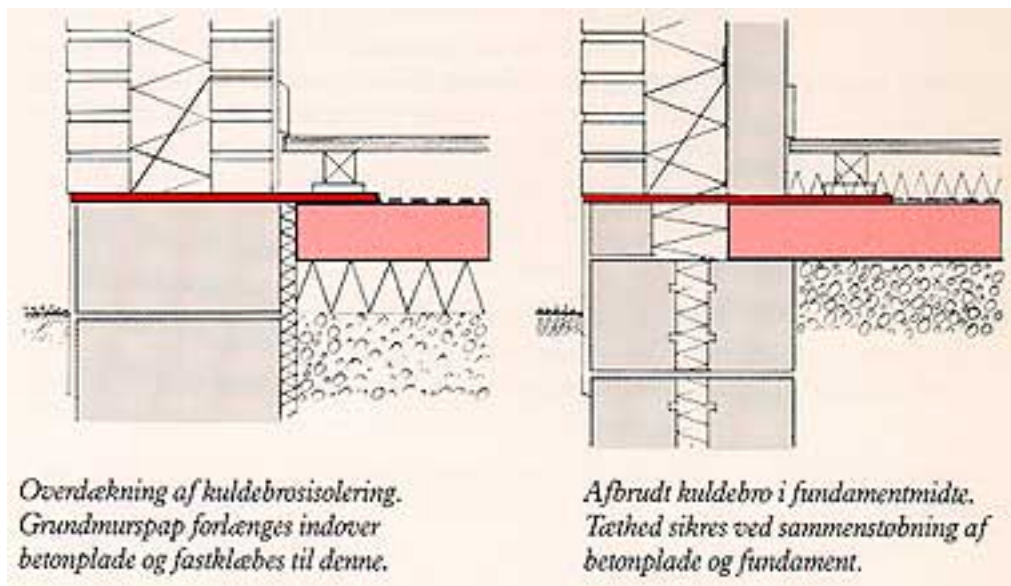
### **Konstruktioner - terrændæk**

Uanset den øvrige byggetekniske udformning af terrændæk indgår der normalt en pladsstøbt betonplade i konstruktionen.

Denne betonplade kan være velegnet til at forhindre luftindtrængning fra underliggende jordlag, såfremt den udføres med tætte fuger og minimale gennemgående svindrevner og sætninger.

Det kan anbefales, at betonpladen udføres i en tykkelse, der mindst er 80 mm, og at den vibreres ved udstøbningen. For at modvirke svind- og sætningsrevner bør den forsynes med en passende svindarmering, fx Ø 8 pr. 300 mm i begge retninger eller Ø 3 mm trådnat med 50 mm maskevidde, og støbningen bør være beskyttet mod udtørring i ca. 4 døgn efter støbning. Støbningen skal helst udføres i en arbejds gang. I modsat fald skal armeringen være gennemgående i indre støbeskel. (Se iøvrigt litteraturhenvisning nr. 4).

Eventuelle støbeskel renses omhyggeligt for slam og urenheder. Når støbningen genoptages skal den afbundne beton være vandmættet og svummet med cementvælling umiddelbart før næste støbeprocess.



Tilslutninger mellem betonplade og fundamenter skal også udføres tætte.

Hvis der anvendes kantisolering til brydning af kuldebroen, bør denne placeres i fundamentets midte eller overdækkes med lufttæt folie, der klemmes under bagmur og klæbes tæt til betonpladen i hjørnernes overlæg.

Radon trænger op gennem jorden sammen med luft, når barometerstanden falder. Da der er tale om lufttrykforskelle på op til 0,1 atmosfære, er det en ekstra sikkerhed for at undgå opstigning af radon til huset, at ventilere drænlaget til atmosfæren. Trykudligningen kan ske via en eller to åbninger til det fri, eventuelt via omfangsdrænet som vist på side 12.

Terrændæk, udstøbt af luftgennemtrængelig klinkerbeton eller andet luftgennemtrængeligt materiale med en tynd overbeton, anses ikke for at være tilstrækkeligt tæt. Såfremt et sådant materiale anvendes, er det nødvendigt enten at udlægge en tæt membran med tætte (svejste eller klæbede) samlinger, eller påføre et tæt lag. Det skal dog understreges, at en tæt membran kan give vanskeligheder i form af vandansamlinger under byggeprocessen. Også i andre tilfælde, hvor der ikke etableres et sammenhængende betondæk, kan det være nødvendigt at udlægge/påføre en membran, der sikrer tæthed.

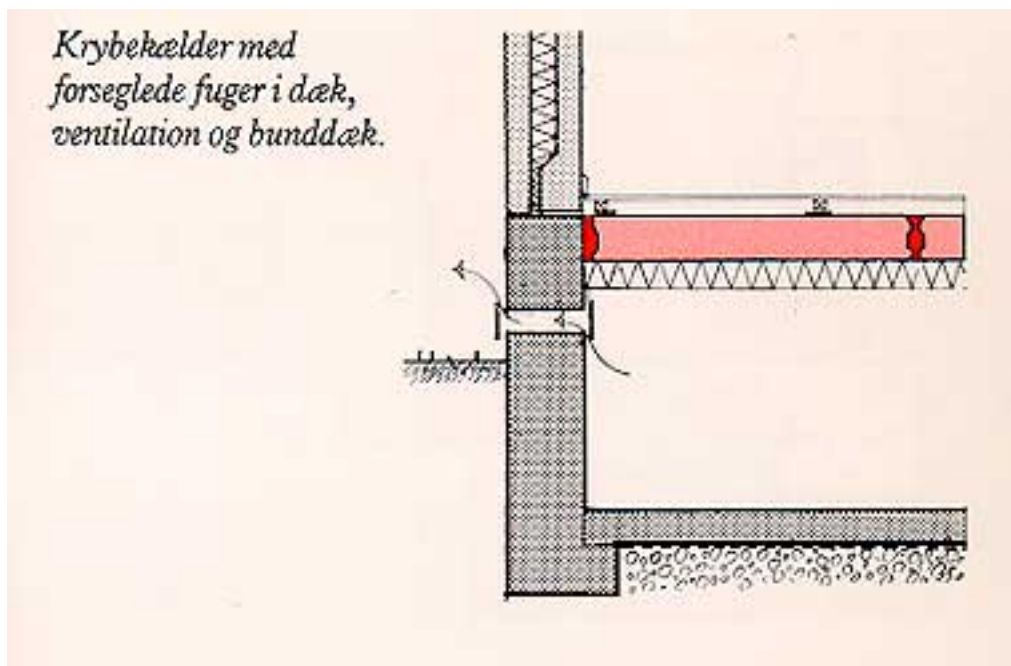
Membranen kan placeres, hvor det findes hensigtsmæssigt i den pågældende konstruktion, hvis det kan ske uden risiko for fugtskader. Såfremt membranen placeres frit tilgængeligt ovenpå terrændækket og dermed udsættes for færdsel i byggeperioden, bør der anvendes et materiale, der kan modstå disse påvirkninger. Det anbefales, at der anvendes en membran, hvis tykkelse er mindst 1 mm, brudtøjning er mindst 200 % og brudstyrke er større end 8

N/mm<sup>2</sup>.

## Krybekælder

Det anbefales, at bunddæk i krybekældre udstøbes som et betonlag på mindst 80 mm tykkelse på en 0,15 mm plastfolie i krybekælderens bund for at modvirke både fugt- og luftindtrængning fra jord.

Dæk over krybekældre udføres normalt med dækelementer i beton eller letbeton, og dækket i sig selv har en sådan kvalitet, at det giver fornøden tæthed, såfremt samlingerne udstøbes omhyggeligt.



For at opnå yderligere tæthed i dækket kan elementernes samlinger eventuelt også tættes med elastisk fugemasse.

Det er vigtigt også i denne sammenhæng med en tilstrækkelig ventilation at krybekælderen, fx 150 cm<sup>2</sup> åbning pr. 6 m. (Se i øvrigt litteraturhenvisning nr. 4 og 5).

## Kælder

Kælderydervægge støbt på stedet og uden svindrevner giver ligesom den beskrevne betonplade i terraendækket en effektiv tætning.

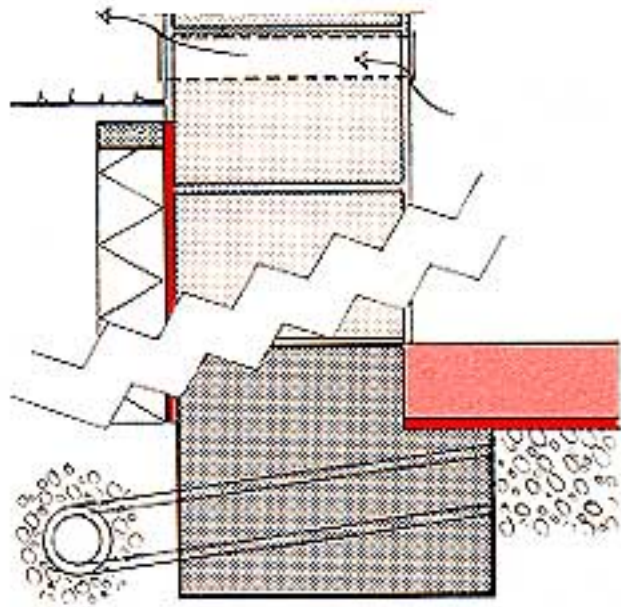
Støbeskel skal udføres omhyggeligt som omtalt under terrændæk.

Kælderydervægge opmuret på stedet af beton- eller klinkerbetonblokke bør påføres et lag, der giver tæthed. Berapning med cementmørtel og påføring af to lag koldtflydende asfalt, der anvendes som fugtbeskyttelse anses som tilstrækkelig beskyttelse mod luftindtrængning.

Uden på denne tætning fastgøres det kombinerede dræn- og isoleringslag, som også beskytter det tætnede lag imod overlast ved opfyldning.

Kælderydervægge overfladebehandles ofte under vanskelige forhold på byggepladsen. Det kræver derfor særlig omhu og kontrol at tilvejebringe kælderydervægge, hvor den påførte koldtflydende asfalt er fuldt dækkende.

*Kælderdæk og kælderydervæg med udvendig tætning. Tætning tilvejebringes med berøring med cementmørtel og to påstrygninger med koldtflydende asfalt. Udenpå dette fastgøres dræn- og isoleringslag. Drænlaget under huset er trykudlignet til omfangsdrænet.*



Da luften trykkes op fra jorden ved faldende barometerstand, som beskrevet på side 10, bør drænlaget under huset trykudlignes til det fri, fx ved at det forbindes med omfangsdrænet.

Kældergulve adskiller sig ikke fra terrændæk i denne sammenhæng. Her gælder de samme anbefalinger som anført under terrændæk.

Udstøbning bør finde sted på en 0,15 mm plastfolie.

## **Gennemføring af installationer**

### **Brugsvand**

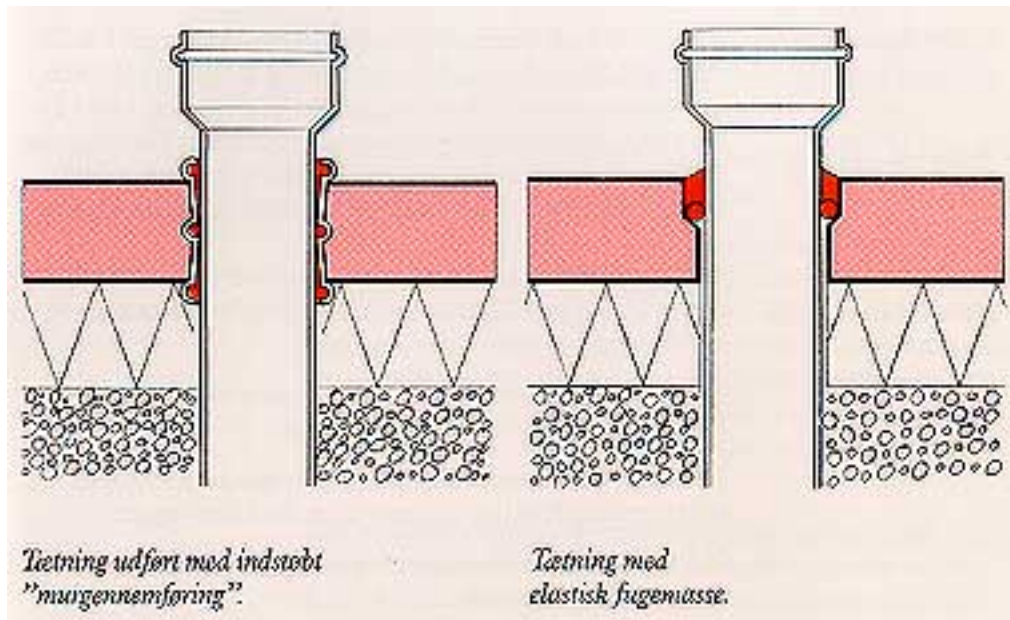
Det er som regel nødvendigt at føre vandledning af plast direkte op gennem selve terrændækket i småhuse. Forebyggelse af luftindtrængning kan ske ved at udfylde fugen mellem betondæk og plastledning med elastisk fugemasse.

### **Afløb**

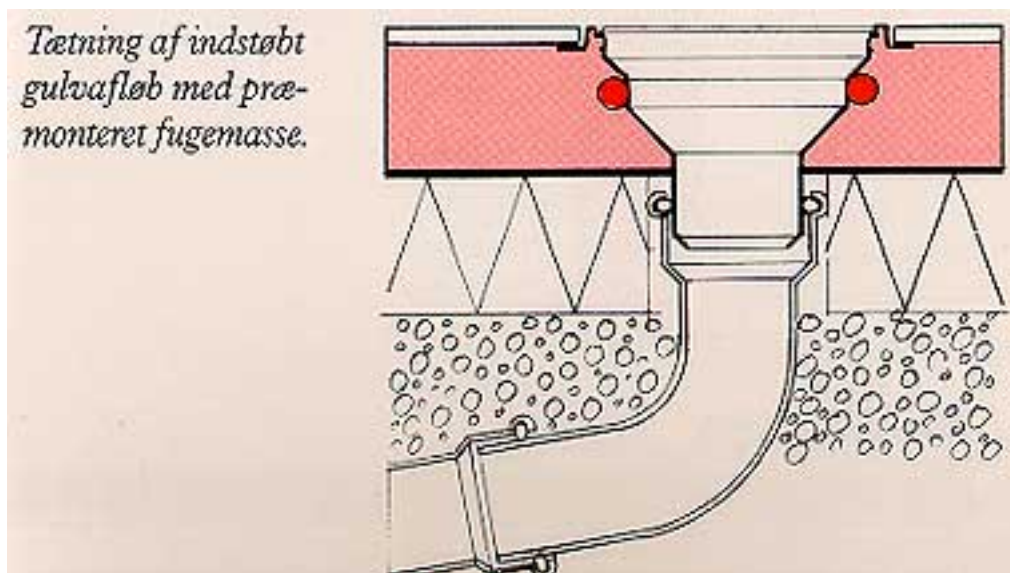
Afløbsinstallationer i småhuse udføres normalt af PVC-rør.

Gennemførelsen kan ske med anvendelse af særlige muffeør, der tillader små bevægelser. I disse gennemføringer sker tætningen ved en gummiring, der passer tæt til den pågældende rørdimension. Det er ikke almindelig praksis i dag at anvende den slags gennemføringer placeret lodret i dæk i småhuse, men det kan udmærket lade sig gøre.

Såfremt afløbsrøret indstøbes, direkte i dækket anbefales det at tætte mellem rør og betondæk med en elastisk fugemasse.



Ved gulvafløb skal der anvendes en elastisk fugemasse et stykke nede på afløbsskålen, således at der opnås tilstrækkelig tæthed mellem skål og beton, også efter normalt svind i betonen. En del gulvafløbsskåle er på forhånd forsynet med en sådan sikring.



## Fjernvarme

Når fjernvarme fremføres i kanaler under bygningen, bør kanalerne

lukkes, så der ikke er fri passage for luft4en fra kanalen og op i bygningen. Præisolerede fjernvarmerør lagt i jord fører som regel direkte op gennem terrændækket. Forebyggelse af luftindtrængning kan ske ved at etablere en fuges udfyldt med elastisk fugemasse mellem betondæk og fjernvarmerør.

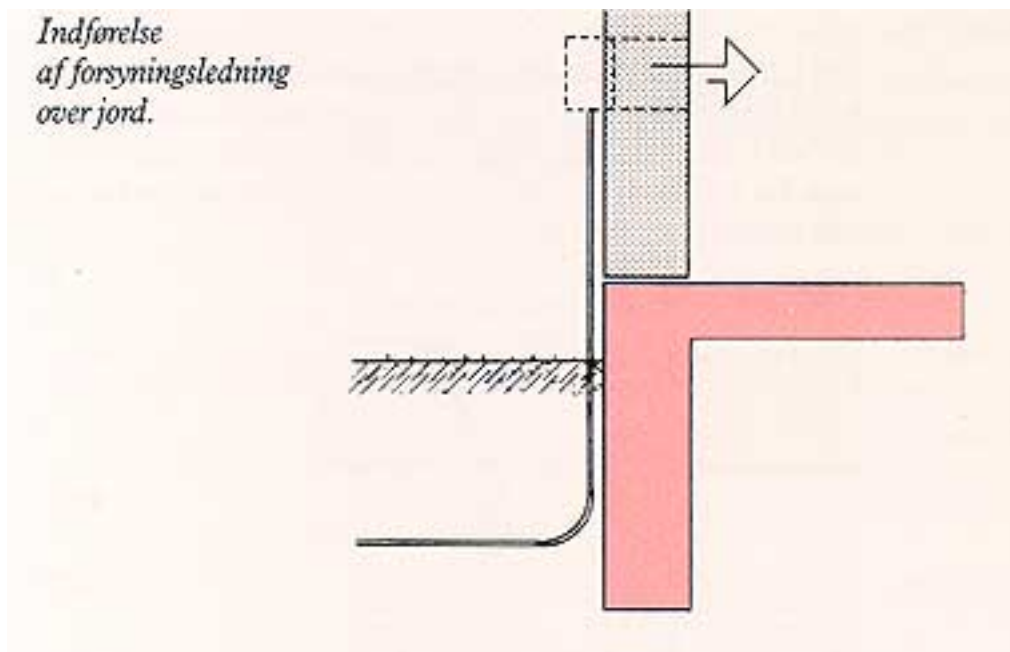
## Kommunikation, gas og el

Indføring af gasledninger sker normalt over terræn på ydersiden af bygningen. Derfor er der ikke fare for indtrængende luft fra jord.

Indføring af elkabler og kabler til kommunikation føres op over terræn på ydersiden af bygningen.

Eventuelt kan elkablet føres op i en installationszone inde i ydervægskonstruktionen, men uden for indervæggen.

Isådanne tilfælde bør der være mulighed for udluftning til det fri ved målertavlen.



## Ventilation

Ventilationen i en bygning har indflydelse på radonkoncentrationen indendøre på 2 måder:

- ved at skabe et større eller mindre undertryk i bygningen i forhold til trykket i jorden. Dette undertryk kan medføre indtrængning af radonholdig luft fra jorden, hvis konstruktionen ikke er helt tæt mod jorden.
- ved at udskifte en del af indeluften med udeluft, der altid har en lavere radonkoncentration end indeluften.

Ventilationssystemet i en bygning skal dimensioneres ud fra de aktiviteter, der foregår i bygningen. Der skal desuden være et vist minimumsluftskifte for at holde koncentrationen af fugt og andre forureninger, herunder radon fra byggematerialer, der altid vil være til stede i en bygning, på et forsvarligt lavt niveau døgnet rundt. Ventilationen i en bygning skal derfor dimensioneres som sædvanligt, som angivet i bygningsreglementerne.

Det er således vigtigt, at ventilationssystemet opbygges, så det både skaber det nødvendige luftskifte og skaber så lavt undertryk som muligt. For de gængse ventilationssystemer for en bolig med mekanisk udsugning eller naturlig udsugning fra køkken og baderum, sker det ved at montere udeluftventiler i ydervæggene i de øvrige rum, så udeluft kan komme ind i boligen, til erstatning for den udsugede luft, og strømme til de rum, der udsuges fra. Også ventilationssystemer med mekanisk udsugning fra køkken og baderum og mekanisk indblæsning i boligens øvrige rum bør udføres, så undertrykket indendøre i forhold til jorden bliver så lille som muligt. Det gøres fx ved at sørge for, at erstatningsluft for den udsugede luft kan tilgå ubesværet til køkken henholdsvis baderum.

Der må ikke skabes overtryk i en bygning i forhold til jorden ved indblæsning af mere luft, end der suges ud. Ganske vist forhindres radon i at trænge op i bygningen, men risikoen øges kraftigt for, at fugtig indeluft presses og og kondenserer i gulv, ydervægge og loftsetage, og hermed forårsager råd og svamp.

Jo tættere bygningskonstruktionerne, herunder fuger ved vinduer og døre, er, og jo flere luftforbrugende installationer, der benyttes, som fx. emhætte, tørretumbler, tørreskab, oliefyr, gasfyr, brændeovn og pejs, desto større er behovet for at sikre tilførsel af udeluft, så undertrykket i bygningen fastholdes på et lavt niveau.

---

## Litteraturhenvisninger

- 1) Naturlig stråling i danske boliger. Rapport fra Statens Institut for Strålehygiejne og Forsøgscenter Risø, 1987.
- 2) Resume af undersøgelse af naturlig stråling i danske boliger. Statens Institut for Strålehygiejne og Forsøgscenter Risø, 1987.
- 3) Radon i boliger. Pjece fra Byggestyrelsen og Statens Byggeforskningsinstitut, 1987.
- 4) Basisbetonbeskrivelsen for bygningskonstruktioner. Byggestyrelsen 1986.
- 5) SBI-anvisning 178, Bygningers fugtisolering, Statens

Byggeforskningsinstitut, 1993.

6) SBI-anvisning 147, Konstruktioner i småhuse, Statens Byggeforskningsinstitut, 1985.

7) Radon i bostäder. Byggnadstekniska åtgärder för att minska radonhalten i inomhusluft, Byggeforskningsrådet, Rapport R 28:1982.

8) Radon i bostäder. Byggnadstekniska åtgärder vid ny- och ombyggnad, Byggeforskningsrådet, Rapport R 90:1984.

9) Radon, Bygningstekniske tiltak, Byggedetaljer A 520.706, 1987, Norsk Byggeforsningsinstitut.

10) Radonboksen. Åtgärder mot radon, Byggeforskningsrådet, TS:1992.

ISBN 601-2866-6

Publikationen er gjort tilgængelig på [www.bm.dk](http://www.bm.dk) januar 2001.

[Til sidens top](#)

-----  
[Fjern rammen](#)

[Indsæt rammen](#)

[Skriv kommentarer om denne side til By- og Boligministeriet](#)

<http://www.bm.dk/publikationer/radon/index.asp>