

# Radonsikring af nye bygninger

Torben Valdbjørn Rasmussen

Titel	Radonsikring af nye bygninger
Serietitel	SBI-anvisning 233
Format	E-bog
Udgave	2. udgave
Udgivelsesår	2015
Forfatter	Torben Valdbjørn Rasmussen
Redaktion	Lise Lotte Beck Raunkjær
Sprog	Dansk
Sidetæl	56
Litteratur- henvisninger	Side 54-55
Emneord	Radon, radonsikring, jordluft, radonsug, suglag, tæthed, membran, fugtspærre, terrændæk, kældre, bygningsdetaljer
ISBN	978-87-563-1668-2
Layout	Finn Gattmann
Tegninger	Bo Amstrup Vestergaard, Lise Lotte Beck Raunkjær
Fotos	Icopal a/s
Omslags- illustration	Mai-Britt Amsler
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post <a href="mailto:sbi@sbi.aau.dk">sbi@sbi.aau.dk</a> <a href="http://www.sbi.dk">www.sbi.dk</a>

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven

# Indhold

Forord .....	6
Forord til anden udgave .....	6
Forord til første udgave .....	6
Indledning .....	8
1 Radonindtrængning i bygninger .....	10
1.1 Radon og kilder til radon .....	10
1.2 Luftindtrængningens indflydelse på radon i indeluften .....	11
1.3 Årsager til indtrængning af jordluft .....	11
2 Radonsikring .....	13
2.1 Tætning, ventilation og sænkning af lufttryk .....	13
2.2 Projektering .....	15
2.3 Egnede materialer .....	16
3 Tætning af konstruktioner mod jord .....	20
3.1 Terrændæk .....	20
3.2 Kældervægge og kældergulv .....	22
3.3 Terrændæk og tung ydervæg .....	24
3.4 Terrændæk og let ydervæg .....	28
3.5 Terrændæk og indervæg .....	31
3.6 Radonstoppende plan under bygningen .....	34
3.7 Installationer ført gennem terrændæk og kældervægge .....	36
3.8 Føring af rør og kabler gennem terrændæk .....	36
3.9 Føring af rør og kabler gennem kældervægge .....	40
4 Reduktion af lufttryk under gulv .....	42
4.1 Radonsug .....	42
4.2 Fordeling af sug i suglag .....	46
4.3 Ventilation af suglag .....	48
4.4 Stikdræn .....	49
5 Ventilation .....	51
5.1 Naturlig ventilation .....	52
5.2 Mekanisk Ventilation .....	52
5.3 Reduceret lufttryk i bygningen .....	53
Litteratur .....	54
Appendiks A. Illustrationers farver og signaturer .....	56

# Forord

## Forord til anden udgave

Siden udgivelse af 1. udgaven af denne anvisning er der opnået en række erfaringer med radonsikring i praksis, ligesom SBI har udgivet anvisning 247, *Radonsikring af eksisterende bygninger*.

Denne 2. udgave forklarer mere indgående principperne for radon-sug og reduktion af lufttrykket på ydersiden af konstruktionerne mod jord, ligesom anvisningen er opdateret med den nyeste viden om radonsikring og de seneste erfaringer fra praksis.

Anvisningen knytter sig til SBI-anvisning 232, *Radon – kilder og måling* (Rasmussen & Wraber, 2010), der redegør for radonproblematikken og anviser metoder til måling af radon i bygninger.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet  
Afdelingen for Byggeri og Sundhed  
April 2015

*Niels-Jørgen Aagaard*  
Forskningschef

## Forord til første udgave

Bygningsreglementets seneste bestemmelser om indeklima har ført til skærpet opmærksomhed på radonindholdet i bygningers indeluft. Bygningsreglement 2010 (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) følger herved Verdenssundhedsorganisationen WHO's anbefalinger om, at den tilladte radioaktivitet i bygninger fra naturlige kilder bør ligge under 100 Becquerel pr. kubikmeter luft ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ).

I lande, hvor dette af særlige årsager ikke er muligt, anbefaler WHO, at den tilladte radioaktivitet ikke overstiger  $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$ . Dermed følger WHO anbefalingerne fra de nordiske sundhedsmyndigheder, herunder Sundhedsstyrelsen (Sundhedsstyrelsen, 2009). Radioaktiviteten fra naturlige kilder stammer hovedsageligt fra radon. Det betyder, at bygninger skal opføres og udføres, så radonindholdet inden-dørs ikke overstiger  $100 \text{ Bq}/\text{m}^3$ .

De skærpede krav til radonindholdet i indeluften medfører, at byg-herrer, projekterende og udførende skal fokusere mere på klimaskær-mens opbygning mod jord og sikring mod indtrængning af jordluft.

Denne anvisning er primært tænkt som en hjælp til rådgivende ingeniører, arkitekter og entreprenører.

Formålet er at give den faglige indsigt, som er nødvendig for at planlægge og gennemføre et byggeri, hvor radonindholdet indendørs ikke overstiger 100 Bq/m<sup>3</sup>. Anvisningen giver eksempler på, hvordan man sikrer sig mod indtrængning af radon. Eksemplerne er baseret på løsninger, som anvendes i dag. På en række områder bør byggeriet dog fortsat udvikle og afprøve nye løsninger.

Anvisningen knytter sig til SBI-anvisning 232, *Radon – kilder og måling* (Rasmussen & Wraber, 2010), der redegør for radonproblematikken og anviser metoder til måling af radon i bygninger.

Anvisningen er udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) ved Aalborg Universitet med økonomisk støtte fra Erhvervs- og Byggestyrelsen. SBI takker for Erhvervs- og Byggestyrelsens bidrag.

En følgegruppe har under udarbejdelsen kommenteret anvisningen.

Følgegruppen omfattede:

Bjarne Pedersen, Icopal Danmark a/s  
Claus Erik Andersen, Risø, DTU  
Claus Jørgensen, Sundolitt as  
Erik Busch, Saint-Gobain Weber A/S  
Jens Brendstrup, COWI A/S  
Jesper Bruun Petersen, NIRAS A/S  
Jørgen Munch-Andersen, Træinformation  
Kaare Ulbak, Statens Institut for Strålebeskyttelse  
Kim Rafen Jensen, Icopal/Monarflex  
Mette Neerup, NIRAS A/S  
Michael Petersen, Saint-Gobain Isover A/S  
Niels Strange, Dansk Byggeri

SBI takker følgegruppen for samarbejdet.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet  
Afdelingen for Byggeri og Sundhed  
December 2010

*Niels-Jørgen Aagaard*  
Forskningschef

# Indledning

Radon er en naturligt forekommende radioaktiv gas i jorden og er den største kilde til radioaktivitet i bygningers indeluft. Man kan ikke se, lugte, høre, smage eller føle radon.

Verdenssundhedsorganisationen WHO anser radon for den næstvigtigste årsag til lungekræft i mange lande, rygning anses fortsat som den vigtigste. Derfor reducerede WHO i 2009 den anbefalede radioaktivitet i bygningers indeluft fra naturlige kilder til  $100 \text{ Bq/m}^3$ . Anbefalingen er indarbejdet i Bygningsreglement 2010, (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010).

Behovet for effektivt at reducere indholdet af radon i indeluften skal også ses i lyset af, at man på nuværende tidspunkt ikke har en dokumenteret nedre grænse, hvorunder radon i indeluften ikke udgør en sundhedsrisiko. Man skal altså altid tilstræbe et så lavt indhold af radon i indeluften som muligt. Det anbefales derfor at vælge byggetekniske løsninger, som forhindrer radon i at trænge ind i bygningen.

Denne SBI-anvisning beskriver, hvordan nye bygninger kan opføres, så de lever op til bygningsreglementets krav til indholdet af radon i indeluften. Bygningsreglementet kræver, at udelufttilførslen i bygninger til beboelse er mindst  $0,3 \text{ l/s pr. m}^2$  opvarmet etageareal i beboelsesrum og i boligen som helhed. Det svarer tilnærmelsesvis til et luftskifte på 0,5 gang pr. time. Opfylder tilførslen af udeluft bygningsreglementets krav, vil det medvirke til også at fortynde indeluftens indhold af radon. Tilførslen af udeluft er med til at sikre et godt indeklima.

Anvisningen henvender sig primært til rådgivende ingeniører, arkitekter og entreprenører. Desuden kan bygningsejere finde konkret viden om radon og om, hvordan de radonsikrer nye bygninger.

Indholdet af radon i indeluften er primært styret af fire parametre:

- Indholdet af radon i jordluften og permeabilitetsforholdene i jorden.
- Lufttæthed i konstruktioner mod jord.
- Luftryk- og temperaturforskelle over gulvkonstruktionen og kælder-vægge.
- Luftskifte med udeluft.

Anvisningen anbefaler byggetekniske løsninger, der bygger på en kombination af tre indsatsområder:

- Tætning af konstruktioner mod jord, eventuelt kombineret med et radonstoppende plan under bygningen.
- Reduktion af lufttrykket på ydersiden af konstruktioner mod jord.
- Ventilation af bygningen med udeluft.

Meromkostningen ved at bygge et hus med lavt indhold af radon i indeluften er i langt de fleste tilfælde uden betydning for byggeriet. Fokus bør være på valg af løsninger og korrekt udførelse.

# 1 Radonindtrængning i bygninger

Dette afsnit gennemgår kort, hvordan radon trænger ind i bygninger.

SBi-anvisning 232, *Radon – kilder og måling* (Rasmussen & Wraber, 2010) beskriver mere indgående radon, de sundhedsmæssige aspekter ved indånding af radon og kilderne til radon.

## 1.1 Radon og kilder til radon

Radon-222 er i daglig tale radon. Radon dannes i uran-238-henfaldskæden. I thorium-232-henfaldskæden dannes radon-220 (også kaldet thoron). Det er radon-222 og i mindre grad radon-220, som er farlige for mennesker. Henfaldskæder for radon og de sundhedsmæssige aspekter er beskrevet i SBi-anvisning 232, *Radon – kilder og måling, 2 Radon og sundhed* (Rasmussen & Wraber, 2010).

Radon trænger hovedsagelig ind i bygningens indeluft som radonholdig jordluft. Radon i jorden varierer betydeligt fra sted til sted samt over døgnet og året. Forekomsten af radon er størst i klippegrund og fedt ler med sprækker, og lavest, hvor der er sandjord.

Om radonsikringen er tilstrækkelig til, at bygningsreglementets krav kan overholdes, afhænger derfor af bygningens beliggenhed, den aktuelle eksponering, dens brug samt den projekterede og udførte radonsikring af bygningen. Radon i jord er nærmere beskrevet i SBi-anvisning 232, *Radon – kilder og måling* (Rasmussen & Wraber, 2010).

Byggematerialer med forhøjet indhold af radon, fx alunskiferbaseret letbeton, også kaldet blåbeton, har haft udbredt anvendelse i Sverige, men produceres ikke længere. Indholdet af radon i behandlet grundvand er ubetydeligt. Det er dog nødvendigt at tage hensyn til radon i grundvand fra egen boring i enkelte egne af Danmark.

SBi offentliggjorde i 2008 målinger af radon i indeluften i 200 nyere fritliggende enfamiliehuse i områder i Danmark, hvor radonforekomsten i undergrunden er stor. Undersøgelsen viste, at 1 % af de undersøgte boliger havde et indhold af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup>, og at 7 % af de undersøgte boliger havde et indhold af radon i indeluften over 100 Bq/m<sup>3</sup>. Der blev desuden målt luftskifte i de 10 % af boligerne, der havde de højeste indhold af radon i indeluften. Middelværdien for luftskiftet blev målt til 0,38 gang pr. time.