INNEHÅLL

INNEHÅLL 3

FÖRORD 7

1. NATIONELL HANDLINGSPLAN FÖR RADON 9
   Tidigare mål – riksdagens miljömål 9

2. RADON INOM EU 11
   Radonhalter i bostäder 12
   Radonhalter på arbetsplatser 14
   Radonhalter i vatten 14
   Bestämmelser och rekommendationer 15
   Radon i bostäder 15
   Radon på arbetsplatser 16
   Information om radon och åtgärder 17

3. RADON I SVERIGE 19
   Myndigheter med ansvar för radonfrågor 19
   Radon i centrala myndigheters föreskrifter, allmänna råd, anvisningar och rekommendationer 23
   Fastighetsägarens ansvar enligt miljöbalken, egenkontroll 27
   Byggarbetsmiljösamordnare 27
   Miljöklassning – radon 28

4. STRÅLMILJÖ OCH HÄLSORISKER 29
   Exponering för radon i inomhusluft 31
   Gammastrålning från mark och byggmaterial 33
   Radon, uran, radium och radondöttrar i vatten 34

5. RADON 35
   Vad är radon? 35
   Olika typer av strålning 40

6. RADONKÄLLOR 43
Marken 43
Uran – radium – radon 44
Halter av radon och radium i olika marktyper 46
Transport av markradon 48
Var finns risk för markradon? 49
Byggmaterialet 52
Hushållsvattnet 53
Radioaktivitet 53
Radon i hushållsvatten – radonhalt inomhus 58
Uran och radium i vatten 59
Rekommendation vid anläggning av ny vattentäkt 61
Åtgärder vid radon i vatten 61

7. MÄTNING AV RADON I LUFT 65
Radonhaltens variation över tiden inomhus 65
Mätmetoder för radon i luft 68
Mätning för bestämning av årsmedelvärde 70
Rådgivande korttidsmätning 71
Mätanvisningar 71

8. UNDERSÖKNING AV MARKFÖRHÅLLANDEN 75
Bygglov, detaljplaner och certifieringssystem 75
Hög-, normal- och lågradonmark 76
Radonriskkartor 78
Tänk efter före 80
Radonundersökning inför nybyggnad 81

9. MÄTNING AV OCH ÅTGÄRDER MOT GAMMASTRÅLNING OCH RADON I MARK 83
Mätning av gammastrålning 83
Åtgärder mot gammastrålning 84
Byggnadsmaterial 84
Mark 84
Gammastrålning på uteplatser 85
Radonhaltens variation över tiden i mark 86
Mätning av radonhalter i jordluft 87

10. BYGGNADSKONSTRUKTION 89
Allmänt kring markradon under byggnader 89
Hur bygger man radonskyddat eller radonsäkert? 90
Allmänt om utförande av bottenplattor samt utförande där bottenplatta saknas, på låg-, normal- och högradonmark 92
Socklar 94
Gjut- och dilatationsfogar (gäller även betongytterväggar under mark) 97
Genomföringar i bottenplatta 103
Radonskyddat utförande av bottenplatta i betong vid låg- och normalradonmark 104
Radonsäkert utförande av bottenplatta i betong vid högradonmark 104
Sammanfattning, utförande av betongbottenplatta 107
Radonsäker grundläggning med radonmembran 109
Sammanfattning, radonmembran 111
Hus med källarvåning och/eller suterrängvåning 112
Utförande av bottenplatta eller om bottenplatta saknas 113
Utförande av bjälklag över källar- och suterrängvåning vid normal- och högradonmark 113
Betongytterväggar under mark 114
Tätningar av väggar mellan biutrymmen i källare och trapphus, bostäder och lokaler i samma plan 115
Murade väggar 115
Genomföringar i vägg 117
Sammanfattning, källare och suterrängvåning 117
Grundläggning på krypgrund 118
Åtgärder i kryputrymme 120
Uteluftsventilerat kryputrymme 120
Inneluftsventilerat kryputrymme 122
Sammanfattning, krypgrundläggning 122
Lufttryckspåverkande åtgärder 123
Radonslangar (dräneringsslangar) i det dränerande lagret 123
Radonbrunn för hela områden eller befintliga byggnader 126

11. VENTILATION 129

12. BERÄKNINGAR 133
Formler och modeller för beräkning av radonhalter och stråldoser under och i byggnad 133
Radonhalter i jordluft 133
Transport av markradon 134
Byggmaterial 135
Hushållsvatten 136
Formler och modeller för beräkning av radonhalter under och i byggnad inför grundläggning på berg eller fyllning 138
Beräkningsexempel för radontillförsel från berggrund och fyllning till hus 146

13. HISTORIK 151
Sverige 151
Äldre radonmätningar 155
Internationellt 157

ORD- OCH BEGREPPSFÖRKLARINGAR 159

BETECKNINGAR 171

FÖRKORTNINGAR 173

LITTERATUR 175
Referenser 175
Föreskrifter och rekommendationer från svenska myndigheter samt internationella organisationer och Europeiska Unionen 178
Övrig litteratur 182

FÖRORD

Denna utgåva av Radonboken Nya byggnader är en omarbetning av den förra utgåvan från 2004. Inför den nu genomförda uppdateringen har Bjerking AB övertagit ansvaret för utgivningen i samarbete med AB Svensk Byggtjänst.

Boken behandlar hela kedjan från myndighetsregler och hanteringen av frågan internationellt och i Sverige och de olika myndigheternas och fastighetsägarnas ansvar. Angivelser av gällande författningar, gränsvärden med mera är de aktuella vid denna skrifts utgivande. Vidare tas strålmiljö, hälsorisker och mätmetoder upp. Europeiska unionens ministerråd har beslutat om nya säkerhetsnormer för skydd mot joniserande strålning (rådets direktiv 2013/59/Euratom), bestämmelserna trädde i kraft 2018-07-01 och behandlas i boken. Tonvikten i boken ligger på de praktiska frågorna runt undersökningar av marken inför en byggnation och på konstruktioner för att skapa lösningar som säkerställer att radon inte kommer in i planerad byggnad.

Vid revideringen av boken har flera bidragit, Pär Gertz har svarat för omarbetningen av konstruktionskapitlet, Bo Strömer och Kirlna Skeppström för uppdatering av delar av innehållet, Matilda Lindström för arbete med alla figurer, Pia Andersson har språkgranskat och hjälpt till med strukturen i materialet och AB Svensk Byggtjänst har stått för redaktionellt arbete och formgivning. Ett stort tack till er alla.

Det ursprungliga textmaterialet som utkommit i olika upplagor under åren har tagits fram av Bertil Clavensjö (†) som var byggnadsingenjör på Bjerking AB och Gustav Åkerblom (†) som var geolog på SGU och SSI. I över 20 år hade jag förmånen att arbeta med de här kunniga personerna vilket jag är mycket tacksam för.

Uppsala i oktober 2019

Connie Box
Connie Box är ingenjörsgeolog och har arbetat med radonfrågan sedan 1981.

2 RADON INOM EU

Den 5 december 2013 fastställde EU-rådet direktivet 2013/59/Euratom som behandlar grundläggande säkerhetsnormer för skydd mot de faror som uppstår till följd av exponering för joniserande strålning (kallat BSS dvs. Basic Safety Standard) (EUR, 2013 B). Medlemsstaterna ska införa enhetliga säkerhetsnormer för allmänhetens och arbetstagarnas hälsoskydd i de nationella föreskrifterna. Dessa skulle vara i kraft senast 6 februari 2018. I Sverige implementerades olika krav från 2013/59/Euratom i svensk författningssamling och arbetet blev klart 1 juli 2018. De grundläggande säkerhetsnormerna är minimikrav. Stater som har strängare krav får behålla dessa eller införa sådana om så önskas. Medlemsstaterna skulle upprätta en nationell handlingsplan för hantering av de långsiktiga riskerna till följd av radonexponering i bostäder, offentliga byggnader och arbetsplatser, från radonkällor i såväl mark som byggnadsmaterial och vatten. Handlingsplanen ska uppdateras regelbundet.

Direktivet omfattar även riktlinjer för aktivitetshalter av naturligt radioaktiva ämnen i byggmaterial som ligger till grund för kommande föreskrifter om radioaktivitet i byggmaterial. Avsikten är att begränsa framtida användning av byggmaterial med onödigt hög gammastrålning och radonavgång. Enligt riktlinjerna ska användningen av byggmaterial som kan ge upphov till en högre stråldos än 1 mSv/år vara föremål för kontroll. Byggmaterial vars gammastrålning inte kan orsaka högre stråldos än 0,3 mSv per år kan fritt användas och är undantaget från krav på analys m.m.

Dessa kravnivåer är knutna till följande index (**I**) för byggmaterial:

$$\mathbf{I} = C_{Th}/200 + C_{Ra}/300 + C_{K}/3000$$

i vilken C_{Th}, C_{Ra} och C_{K} är aktivitetskoncentrationen (Bq/kg) av ^{232}Th, ^{226}Ra respektive ^{40}K i det byggmaterial som avses att utgöra huvuddelen av materialet i byggnaden.

Om index **I** är lägre än 1 anses det inte föreligga risk för att stråldosen av gammastrålning vid boende i byggnaden kommer att överstiga 1 mSv per år. Även byggmaterial vars index överstiger 1 kan användas, men då ska producenten/brukaren visa att stråldosen i byggnaden inte kommer att överstiga 1 mSv per år.

I BSS-direktivet (EUR, 2013 B) fastslås att referensnivån för extern gammaexponering inomhus från byggnadsmaterial, utöver extern exponering utomhus, ska vara 1 mSv per år. Vidare anger BSS-direktivet att: *"Indexet avser gammastråldosen, utöver typisk strålning utomhus, i en byggnad som är konstruerad i ett angivet byggnadsmaterial. Indexet är tillämpligt på byggnadsmaterial, men inte på dess beståndsdelar utom när dessa beståndsdelar i sig är byggnadsmaterial och separat bedöms som sådant. För att tillämpa indexet på sådana beståndsdelar, i synnerhet på restprodukter från industrier som bearbetar naturligt förekommande radioaktivt material som återvinns till byggnadsmaterial, måste en lämplig fördelningsfaktor tillämpas. Indexvärdet 1 för aktivitetskoncentration kan användas som ett konservativt bedömningsverktyg för att identifiera material som kan leda till att referensnivån i artikel 75.1 överskrids. Vid dosberäkningen måste hänsyn tas till andra faktorer, såsom densitet, materialets tjocklek samt faktorer som är förknippade med byggnadstyp och avsedd användning av materialet (som bulkmaterial eller ytmaterial)."* Med anledning av kravet från BSS-direktivet har Strålsäkerhetmyndigheten tagit fram föreskrifter om naturligt förekommande radioaktivt material och byggnadsmaterial (SSMFS 2018:4).

Radonhalter i bostäder

Medelvärdena för radonhalter i inomhusluft i olika länder varierar, bland annat beroende på geologiska förhållanden och vilka typer av byggnader och byggmaterial som är vanliga. Luftomsättningen har också stor betydelse. Radonhalterna är ofta högre i länder med kallt klimat beroende på dels att man försöker ha en låg luftomsättning för att spara energi, dels att undertrycket inomhus är större när det är kallt ute.

De nordiska länderna har relativt höga radonhalter inomhus ca 100 Bq/m^3.

Tyskland och USA har radonhalter på cirka 50 Bq/m^3. Nederländerna och Storbritannien har landsmedelvärden på 20 Bq/m^3, men i vissa områden i den sydvästra delen av Storbritannien, Devonshire och Cornwall, är radonhalterna i genomsnitt lika höga som i Sverige och Finland. Radonhalterna i några olika länder där landsomfattande undersökningar på slumpmässigt utvalda bostäder genomförts framgår av tabell 2.1 (UNSCEAR, 2000). Den högsta radonhalt som uppmätts i en bostad i de nordiska länderna är 80 000 Bq/m^3 som uppmätts i Sverige.

I Sverige, Finland och Norge beräknas 9–13 procent av bostadsbeståndet ha radonhalter överstigande 200 Bq/m^3 (WHO, 2006) och 3–4 procent som överstiger 400 Bq/m^3.

Land	Alla bostäder	Medelvärde Bq/m^3	
		Småhus	Flerbostadshus
Sverige	108	141	
Danmark	53		
Finland	123		
Norge	89		
Tjeckien	118		
Irland	91		
Schweiz	75		
Italien	75		
Estland	60	103	44
Frankrike	62		
Tyskland	50		
Litauen	32	55	19
Lettland		69	
Storbritannien	20		
USA	46		
Kanada	34		
Japan	16		

Tabell 2.1. Radonhalter i några olika länder. (UNSCEAR, 2000; WHO 2006, Pahapill et al, 2003; Morkunas, Akerblom, 1999)