



Nationell handlingsplan för förebyggande av riskerna med radon

Social- och hälsovårdsministeriets publikationer 2020:21

Nationell handlingsplan för förebyggande av riskerna med radon

Social- och hälsovårdsministeriet

ISBN PDF: 978-952-00-5449-6

Pämbilder: Tuula Holopainen, Irmeli Huhtala, Kuvatoimisto Rodeo, Shutterstock

Layout: Statsrådets förvaltningsenhet, publikationsverksamheten

Helsingfors 2020

Presentationsblad

Utgivare	Social- och hälsovårdsministeriet	14.8.2020
Författare		
Publikationens titel	Nationell handlingsplan för förebyggande av riskerna med radon	
Publikationsseriens namn och nummer	Social- och hälsovårdsministeriets publikationer 2020:21	
ISBN PDF	978-952-00-5449-6	ISSN PDF 1797-9854
URN-adress	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-5449-6	
Sidantal	75	Språk svenska
Nyckelord	exponering, radon, byggande, inomhusluft, cancersjukdomar	
Referat	<p>Efter rökning är radon är den främsta kända orsaken till lungcancer. Exponering för radon ökar särskilt rökarnas risk att få lungcancer. Å andra sidan är radon den främsta kända orsaken till lungcancer bland icke-rökarna. De flesta fallen av lungcancer skulle kunna undvikas om rökandet upphörde och exponeringen för radon minskade. Denna handlingsplan innehåller långsiktiga mål och metoder inriktade på att minska finländarnas risk att få lungcancer på grund av radon. Planen fokuserar på att minska radonhalten i inomhusluft, eftersom radon i inandningsluften är den vanligaste orsaken till finländarnas exponering för strålning. Radongas i inomhusluften kommer antingen från marken eller berggrunden under eller kring byggnaden, från byggprodukter eller från borrbrunnsvatten. Handlingsplanen grundar sig på artikel 103 i direktivet om grundläggande säkerhetsnormer för strålskyddet (2013/59/Euratom), som föreskriver att medlemsstaterna ska ta fram en nationell handlingsplan för förebyggande av riskerna med radon på lång sikt. I Finland har denna förpliktelse genomförts i 159 § i strålsäkerhetslagen (859/2018). Närmare bestämmelser om handlingsplanen och dess innehåll finns i statsrådets förordning om joniserande strålning (1034/2018, 54 § och bilaga 6).</p>	
Förläggare	Social- och hälsovårdsministeriet	
Distribution/ beställningar	Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi Julkaisumyynti: vnjulkaisumyynti.fi	

Kuvailulehti

Julkaisija	Sosiaali- ja terveysministeriö	14.8.2020
Tekijät		
Julkaisun nimi	Kansallinen toimintasuunnitelma radonista aiheutuvien riskien ehkäisemiseksi	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2020:21	
ISBN PDF	978-952-00-5449-6	ISSN PDF 1797-9854
URN-osoite	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-5449-6	
Sivumäärä	75	Kieli ruotsi
Asiasanat	altistuminen, radon, rakentaminen, sisäilma, syöpätaudit	
Tiivistelmä	<p>Radon on tupakoinnin jälkeen merkittävin tunnettu keuhkosityövän aiheuttaja. Altistuminen radonille lisää erityisesti tupakoivien riskiä sairastua keuhkosityöpään. Toisaalta radon on tupakoimattomien merkittävin tunnettu keuhkosityövän aiheuttaja. Suurin osa keuhkosityövistä voitaisiin välttää lopettamalla tupakointi ja vähentämällä altistumista radonille. Tässä toimintasuunnitelmassa asetetaan pitkän aikavälin tavoitteet ja keinot, joiden avulla radonista aiheutuvaa keuhkosityöpäriskiä Suomessa voidaan pienentää. Toimintasuunnitelman pääpaino on sisäilman radonpitoisuuden vähentämisessä, koska hengitysilman radon on suomalaisille tavallisesti merkittävin säteilyaltistuksen aiheuttaja. Radonkaasu päätyy sisäilmaan joko rakennuksen alla ja ympärillä olevasta maa- ja kallioperästä, rakennustuotteista tai porakaivovedestä. Toimintasuunnitelma perustuu säteilysuojelun perusnormidirektiivin (2013/59/Euratom) 103 artiklaan, joka edellyttää, että jäsenmaat laativat kansallisen toimintasuunnitelman radonista aiheutuvien pitkän aikavälin riskien ehkäisemiseksi. Suomessa tämä velvoite on toimeenpantu säteilylain (859/2018) 159 §:ssä. Toimintasuunnitelmasta ja sen tarkemmasta sisällöstä säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksessa ionisoivasta säteilystä (1034/2018, 54 § ja liite 6).</p>	
Kustantaja	Sosiaali- ja terveysministeriö	
Julkaisun jakaja/ myynti	Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi Julkaisumyynti: vnjulkaisumyynti.fi	

Description sheet

Published by	Ministry of Social Affairs and Health	14.8.2020	
Authors			
Title of publication	National Action Plan to Prevent Risks from Radon		
Series and publication number	Publications of the Ministry of Social Affairs and Health 2020:21		
ISBN PDF	978-952-00-5449-6	ISSN (PDF)	1797-9854
Website address (URN)	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-5449-6		
Pages	75	Language	Swedish
Keywords	exposure, radon, construction, indoor air, cancers		
Abstract	<p>Radon is the leading known cause of lung cancer after smoking. Exposure to radon increases the risk of lung cancer, particularly for smokers. Radon is also the biggest known cause of lung cancer for non-smokers. The majority of lung cancers could be prevented by stopping smoking and reducing exposure to radon. This Action Plan sets out long-term goals and measures to reduce the risk of lung cancer from radon in Finland. It focuses on reducing radon concentrations in indoor air, because radon in respiratory air is usually the largest source of radiation exposure. Radon gas found in indoor air is released from the soil and bedrock underneath or surrounding buildings, building materials or borehole water. The Action Plan is based on Article 103 of the Directive laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation (2013/59/Euratom). The Article obliges Member States to draw up a national action plan addressing long-term risks from radon exposure. Finland has fulfilled this obligation by enacting section 159 of the Radiation Act (859/2018). Further provisions on the Action Plan and its content are laid down in the Government Decree on Ionising Radiation (1034/2018, section 54 and Annex 6).</p>		
Publisher	Ministry of Social Affairs and Health		
Distributed by/ publication sales	Online version: julkaisut.valtioneuvosto.fi Publication sales: vnjulkaisumyynti.fi		

Innehåll

TILL LÄSAREN	9
Termer som används	10
Förkortningar	12
1 Bakgrund	13
1.1 Marken och berggrunden som radonkällor	13
1.2 Hushållsvattnet som källa för radon i inomhusluften.....	16
1.3 Byggprodukterna som radonkällor	16
1.4 Radondoser.....	17
1.5 Radon och risken för lungcancer	17
1.6 Radonsituationen i Finland jämfört med andra länder.....	20
2 Långsiktiga mål för att minska lungcancerrisken orsakad av radonexponering	21
2.1 HUVUDMÅL.....	21
2.2 Förändringar i livsmiljön som inverkar på lungcancerfallen orsakade av radon.....	23
3 Referensvärden, författningar och utveckling av tillsynen	26
3.1 Bakgrunden till referensvärdena i strålsäkerhetslagen.....	27
3.2 Nya byggnader.....	28
3.3 Bostäder och andra vistelseutrymmen.....	28
3.4 Arbetsplatser och arbetstagare.....	30
3.5 Optimeringsprincipen ALARA.....	31
3.6 Hushållsvatten	32
3.7 Byggprodukter.....	34
4 Mätning	35
4.1 Metoder och utrustning.....	35
4.2 Antalet mätningar.....	37
4.3 Upprepning av mätningar	38
4.4 Mättid och mätperiod	39
4.5 Beräkning av årsmedelvärdet av radonhalter	41
4.6 Radonhalter i marken och mätningar av radonavgång.....	42
4.7 Radon i inomhusluften i vattenverk.....	43

4.8	Mätning av hushållsvatten.....	43
4.9	Mätning av byggprodukter.....	44
5	Kartläggning av radonhalter i inomhusluft.....	45
5.1	Nationella radondatabasen.....	45
5.2	Stickprovsundersökningar.....	46
5.3	Uppskattning av finländarnas radonexponering.....	47
5.4	Andra databaser.....	48
6	Identifiering av objekt och områden med höga radonhalter.....	49
6.1	Bostäder.....	49
6.2	Andra vistelseutrymmen.....	52
6.3	Arbetsplatser.....	53
7	Minskning och förebyggande av höga radonhalter.....	56
7.1	Radonbekämpning i nya byggnader.....	56
7.2	Radonsaneringar.....	60
7.2.1	Bostäder.....	61
7.2.2	Andra vistelseutrymmen, offentliga lokaler.....	62
7.2.3	Arbetsplatser.....	63
7.3	Radonavgång till inomhusluften från byggprodukter.....	64
7.4	Radonavgång till inomhusluften från hushållsvatten.....	65
8	Riskkommunikation.....	66
8.1	Riskmedvetenhet.....	66
8.2	Inriktning av kommunikationen.....	67
8.3	Kommunikationskanaler och -metoder.....	68
	BILAGA 1. ÅTGÄRDSREKOMMENDATIONER.....	69
	BILAGA 2. Myndigheter som deltar i radontillsynen och deras tillsynsroller.....	71
	Källor.....	74

TILL LÄSAREN

Radon i inomhusluften är den huvudsakliga källan till finländarnas strålningsexponering. Det uppskattas att radon årligen orsakar cirka 300 fall av lungcancer i landet. Det är möjligt att själv inverka på hur mycket radon man exponeras för i hemmet och på arbetsplatsen. För att detta ska vara möjligt behövs dock samarbete mellan olika aktörer, bland annat inom riskkommunikation, byggande och tillsyn. Denna handlingsplan innehåller långsiktiga mål och medel inriktade på att i Finland minska risken för att få lungcancer på grund av radon.

Handlingsplanen grundar sig på artikel 103 i direktivet om grundläggande säkerhetsnormer för strålskyddet (2013/59/Euratom), det så kallade BSS-direktivet, som föreskriver att medlemsstaterna ska ta fram en nationell handlingsplan för förebyggande av riskerna med radon på lång sikt. Finland har genomfört förpliktelsen att ta fram denna plan i 159 § i strålsäkerhetslagen (859/2018). Närmare bestämmelser om handlingsplanen och dess innehåll finns i statsrådets förordning om joniserande strålning (1034/2018, 54 § och bilaga 6). Förordningen kräver att handlingsplanen uppdateras med minst fem års mellanrum.

Största delen av den nationella handlingsplanen för förebyggande av riskerna med radon utarbetades ursprungligen vid Strålsäkerhetscentralen. År 2017 hördes intressentgrupper om planen. En radonarbetsgrupp med representanter för myndigheterna har fungerat som styrgrupp för arbetet med handlingsplanen. Till denna arbetsgrupp hör representanter för social- och hälsovårdsministeriet (ordf.), miljöministeriet, Tillstånds- och tillsynsverket för social- och hälsovården (Valvira), regionförvaltningsverkens ansvarsområden för hälsoskyddet och arbetarskyddet, Kommunförbundet och Strålsäkerhetscentralen (sekr.).

Jari Keinänen
April 2020

TERMER SOM ANVÄNDS

Aktivitet, Aktivitetskoncentration Aktivitet är en storhet som beskriver antalet kärnförändringar per sekund. Dess enhet är becquerel (Bq). Med aktivitetskoncentration avses aktivitet per volym- eller massenhet. Till exempel radons aktivitetskoncentration (eller kortare radonkoncentration) uttrycks med enheten becquerel per kubikmeter luft (Bq/m^3) eller becquerel per liter vatten (Bq/l).

ALARA (optimeringsprincipen ALARA, ALARA-principen, As Low As Reasonably Achievable).

Annat vistelseutrymme. Som annat vistelseutrymme betraktas de offentliga samlingslokaler som är anmälningspliktiga enligt 13 § i hälsoskyddslagen samt andra lokaler avsedda för långvarig vistelse. I dessa lokaler är antalet personer vanligen större än i bostäder sett till lokalernas storlek, och även andra än arbetstagare vistas i dem (t.ex. daghem, skolor och servicebostäder).

Byggprodukt. Material som är avsett att vara en permanent del av byggnad eller dess delar och vars egenskaper inverkar på byggnadens egenskaper avseende risken för att de människor som vistas i byggnaden exponeras för joniserande strålning.

Dos. Dos är en storhet som beskriver strålningens skadliga inverkan på en kroppsdel eller hela kroppen. Dess enhet är sievert (Sv). *Ekvivalentdos* beskriver strålningens skadliga inverkan på ett organ eller en vävnad. *Effektiv dos* beskriver strålningens skadliga inverkan på hela kroppen. I detta dokument avses med "dos" effektiv dos.

Dosomvandlingskoefficient. En koefficient med vilken exponering omvandlas till dos. Koefficientens enhet är t.ex. $\text{mSv}/(\text{Bq h/m}^3)$.

Exponering. Exponering beskriver numeriskt storleken och varaktigheten för en situation där en människa utsätts för en skadlig faktor. När det gäller radon beräknas exponeringen genom att multiplicera medelvärdet av radonhalten med tidsperiodens längd. Till exempel en exponering i 1 650 timmar för en genomsnittlig radonhalt på 300 Bq/m^3 ger en exponering på $495\,000 \text{ h/m}^3$. Se *Radonexponering*

ICRP. En internationell strålskyddskommission som utvecklar och upprätthåller ett internationellt strålskyddssystem. Detta system används i hela världen som grund för standarder, lagstiftning, myndigheters direktiv och program samt god praxis. Till ICRP:s arbete hör att uppdatera och precisera dosomvandlingskoefficienterna.

Nationell radondatabas. I den nationella radondatabasen finns de resultat som erhållits vid radonmätningar i inomhusluften i bostäder, på arbetsplatser och i andra vistelseutrymmen och som kommit till STUK:s kännedom.

Radon. Med radon avses radonisotopen radon-222, vars halveringstid är 3,8 dagar. De övriga naturliga radonisotoperna, radon-220 (toron) och radon-218 (aktinon) är mycket kortlivade, så deras halter i byggnaders inomhusluft är låga och det har inte fastställts några referensvärden för deras halter.

Radonbrunn. Radonsaneringsmetod där luft sugs ur sand- eller grusmark på ett djup av 4–5 meter utanför byggnaden. Då minskar inströmningen av radonhaltig porluft i byggnaden betydligt och radonhalten i inomhusluften minskar.

Radonexponering. Radonhalten multiplicerad med vistelsetiden i radonhalten i fråga (E). Den beräknas för varje enskild person med följande formel:

$$E = \sum_{i=1}^n C_i T_i = C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n,$$

där C_i står för radonhalt och T_i för vistelsetid i radonhalten i fråga och n för antalet arbetsstationer. Enheten för radonexponering är becquereltimmar per kubikmeter

$$\left(\frac{\text{Bq h}}{\text{m}^3}\right).$$

Medvetenhet om radonriskerna, riskmedvetenhet. En person eller en aktör förstår hälsorisken förknippad med radon rätt och kan agera förnuftigt, det vill säga mäta radonhalter i lokaler där det är förnuftigt att göra det, vid behov sanera och säkerställa att saneringen lyckades genom ny mätning.

Radonrörssystem. Radonsaneringsmetod där man vid nybyggnation installerar ett dräneringsrör i makadamlagret under golvet.

Radonsug. Radonsaneringsmetod som går ut på att suga ut luft från marken under ett hus. Då minskar inströmningen av radonhaltig porluft i byggnaden betydligt och radonhalten i inomhusluften minskar.

Vanlig arbetsplats. Arbetsplats där ventilationen samt temperatur- och fuktförhållandena och andra fysikaliska förhållanden motsvarar förhållandena i inomhusmiljöer i vanliga byggnader.

FÖRKORTNINGAR

Bq Becquerel, se Aktivitet.

HsL Hälsoskyddslag

ICRP International Commission on Radiological Protection, Internationella strålskyddskommissionen

MM Miljöministeriet

RFV Ansvarsområdena för hälsoskyddet och arbetarskyddet vid regionförvaltningsmyndigheten

SHM Social- och hälsovårdsministeriet

SHMf Social- och hälsovårdsministeriets förordning om joniserande strålning

SR Statsrådet

SRf Statsrådets förordning om joniserande strålning

SRK Statsrådets kansli

StrL Strålsäkerhetslag

STUK Strålsäkerhetscentralen

Sv Sievert, se *Dos*.

THL Institutet för hälsa och välfärd

TTL Arbetshälsoinstitutet

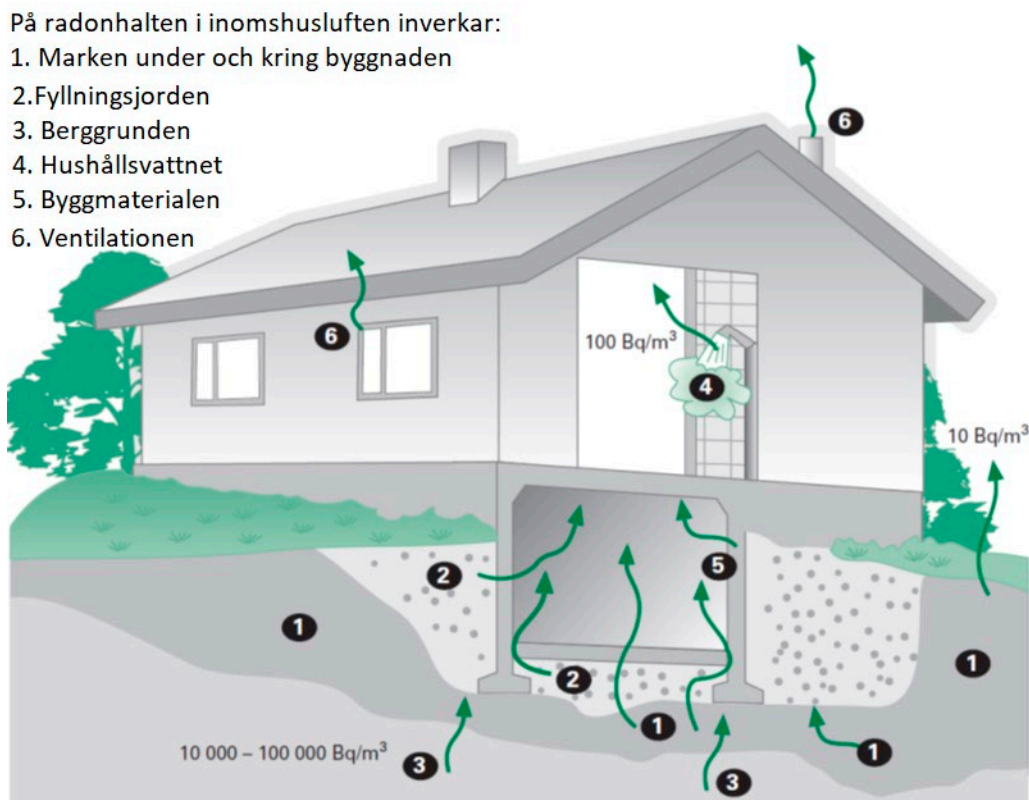
Valvira Tillstånds- och tillsynsverket för social- och hälsovården

WHO World Health Organization, Världshälsoorganisationen

1 Bakgrund

1.1 Marken och berggrunden som radonkällor

Radon (^{222}Rn) är en naturligt förekommande radioaktiv ädelgas som bildas kontinuerligt från uran, som finns i marken i Finland i små halter, till exempel i granit. Från marken transporteras radon till inomhusluften genom sprickor i byggnadernas grundkonstruktion (Figur 1). Vissa byggprodukter och radonhaltigt hushållsvatten avger också radon till inomhusluften. I Finland är radonhalterna i inomhusluften i byggnader bland de högsta i världen, på grund av berggrunden, byggsättet och klimatet.

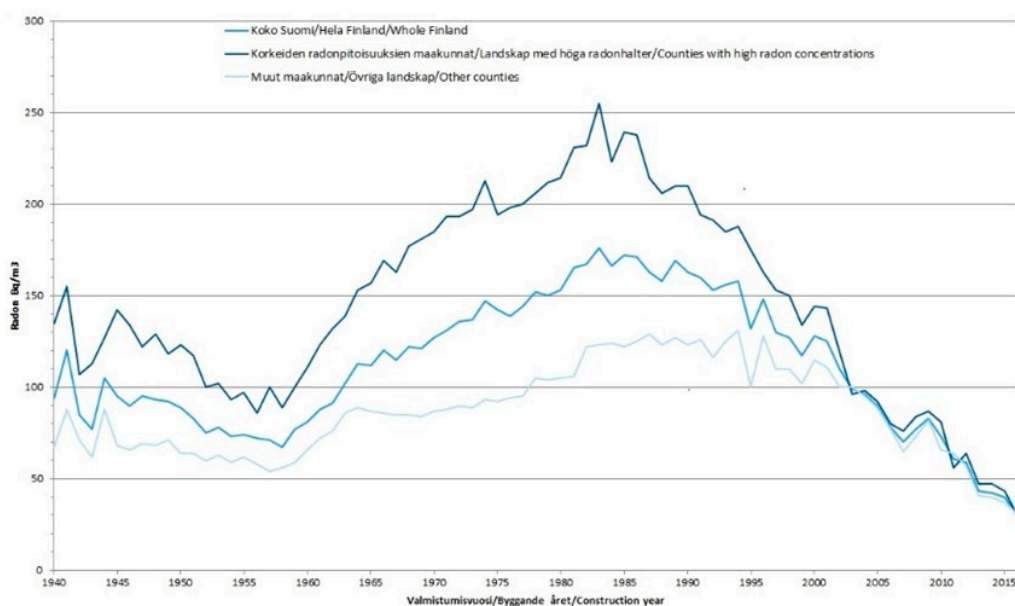


Figur 1. Faktorer som inverkar på radonhalten i inomhusluften

Att använda platta på mark som grundkonstruktion kan vara förknippat med risker, om springor mellan golv och vägg och genomföringar för fastighetsteknik i plattan inte tätas. Även genom en mycket torr betongkonstruktion kan betydande mängder radon tränga sig in genom diffusion (Kettunen 2019). Även med andra grundkonstruktioner förekommer förhöjda radonhalter, men det är inte lika vanligt. De högsta halterna har mätts i suterränghus och i byggnader med källare i vilka det finns väggar mot mark av lättklinkerblock (Mäkeläinen m.fl. 2009).

Inom husbyggandet blev platta på mark vanligare på 1960- och 1970-talet, vilket ledde till en ökning av den genomsnittliga radonhalten i bostadsbeståndet. Samtidigt började man göra husens klimatskärm tätare, och då man inte heller fäste tillräckligt med uppmärksamhet vid ersättningsluften blev luftväxlingen sämre i bostäderna. Självdragsventilation var det vanligaste ventilations sättet ända till början av 1980-talet. Därefter blev mekanisk ventilation vanligare; först mekanisk frånluftsventilation och senare mekanisk till- och frånluftsventilation. Ventilatorer för ersättande luft blev obligatoriska 1987, vilket sänkte radonhalterna i inomhusluften. På grund av byggbestämmelserna har det från och med 2004 i nästan alla nya byggnader installerats mekaniska tillufts- och frånluftssystem, vilket minskat

radonhalterna inomhus. De första undersökningarna om radonbekämpning inom nybyggnation gjordes på 1980-talet och den första anvisningen om radonbekämpning gavs ut 1993 (MM 1993). Ett resultat av dessa var att man i områden med höga radonhalter började kräva radonbekämpningsåtgärder redan i byggfasen. Radonhalterna började också sjunka i småhus som byggdes i mitten av 1980-talet, i synnerhet i landskap med höga radonhalter (Figur 2).



Figur 2. Radonhalter i småhus angivna som medianvärden enligt byggår i landskap med höga radonhalter (Södra Karelen, Egentliga Tavastland, Kymmenedalen, Birkaland, Päijänne-Tavastland och f.d. Östra Nyland) och andra landskap samt hela Finland. Materialet är hämtat direkt ur den nationella radondatabasen, så de mätningar som visat på höga radonhalter är överrepresenterade, eftersom mätningar görs mer i områden som man vet har höga radonhalter.

Det finns inte längre skäl att använda det inofficiella uttrycket "landskap med höga radonhalter", som tidigare användes i diskussioner om radon i bostäder, eftersom de regionala skillnaderna i radonhalter har försvunnit åtminstone när det gäller nya byggnader. De områden där det är obligatoriskt att mäta radon på arbetsplatserna behandlas närmare i kapitlet Identifiering av objekt och områden med höga radonhalter.

1.2 Hushållsvattnet som källa för radon i inomhusluften

I Finland kan grundvatten och framför allt vatten från en borrarbrunn vara en betydande källa för radon i inomhusluften. Radon i hushållsvatten orsakar strålningsexponering på två sätt. När radon kommer in i kroppen via dricksvatten exponeras matsmältningsorganen för strålning. Men radon kan också avges från vattnet till inomhusluften till exempel när man diskar och duschar. Enligt en sammanställning av nya forskningsrön och modelleringar i rapporten ICRP 137 har exponeringen via andningsvägarna med tanke på stråldosen en klart större betydelse än exponeringen via matsmältningskanalen (ICRP 2017).

Hushållsvatten med en radonhalt på 1 000 Bq/l ger ett tillskott till radonhalten i inomhusluften på i medeltal 40 Bq/m³. Uppskattningsvis 6 000 hushåll som använder egen borrarbrunn har ett vatten med en radonhalt som överstiger 1 000 Bq/l (Turtiainen och Salonen 2010). Detta utgör cirka tio procent av alla hushåll som använder vatten från borrarbrunn. I ringbrunnar är sannolikheten för en radonhalt högre än kvalitetsmålet (300 Bq/l) mycket liten, eftersom luftväxlingen är bättre i dessa brunnar. Om radonhalten i vattnet från en brunn för hushållsvatten konstateras vara för hög, bör man i första hand överväga en ersättande vattenkälla. Om det inte är möjligt att ta i bruk eller anlägga en ersättande vattenkälla, kan man rena vattnet från de radioaktiva ämnena genom att behandla det, antingen genom luftning eller filtrering med aktivt kol.

När det gäller vattenverk påverkas radonhalten i inomhusluften i vattenbehandlingslokalen av mängden radon som kommer från marken och berggrunden, mängden råvatten som behandlas och vattnets radonhalt. En del av radonet i råvattnet avges till inomhusluften när det kommer i kontakt med luft. I synnerhet vid luftningsbehandling av vattnet avgår radon från vattnet effektivt. När stora vattenmängder behandlas avges mycket radon från råvattnet till luften, även om själva vattnets radonhalt skulle vara liten.

1.3 Byggprodukterna som radonkällor

Den genomsnittliga radonhalten i de övre våningarnas bostäder i flervåningshus är 44 Bq/m³ (Mäkeläinen m.fl. 2009). Detta värde torde stämma väl även för den radonhalt som byggmaterial i betongbyggnader ger upphov till. Det kan vara svårare att uppnå en låg radonhalt i inomhusluften i betongbyggnader än i träbyggnader. I en del stenhus kan radonhalten överstiga 50 Bq/m³ enbart på grund av radonavgången från byggmaterialen, i synnerhet om stenmaterialet innehåller mer än vanligt av isotopen radium-226 som hör till uranserien. Det är möjligt att ett byggmaterial innehåller så mycket av denna isotop att radonhalten i inomhusluften blir högre än referensvärdet för radon på grund av den radon som avges från materialet. Byggmaterialens radioaktivitet har övervakats ända sedan

1993, så det är osannolikt att referensvärdet överstigs i Finland på grund av radonavgång från ett byggmaterial (Direktiv ST 12.2 till år 2018 samt strålsäkerhetslagen 859/2018).

1.4 Radondoser

Sättet att bestämma radondoser ändrades i Finland i slutet av 2018 i enlighet med ICRP:s rekommendationer (ICRP 2017) när dessa publicerades i bilaga 3 till SRf 1034/2018. Finländarnas genomsnittliga stråldos har beskrivits med en så kallad doskaka. Med den nya dosomvandlingskoefficienten uppskattas att den dos som radon i bostädernas inomhusluft ger upphov till är 4 mSv/år. Av doskakan för 2012 uppskattades att radon stod för 1,6 mSv. Denna uppskattning grundade sig på ICRP:s tidigare dosomvandlingskoefficient (ICRP 1993). En radonhalt på 300 Bq/m³ i en bostad ger en dos på 14 mSv/år. En arbetstagarare som i sitt arbete regelbundet utsätts för en radonhalt på 300 Bq/m³ ger honom eller henne en dos på 3–4 mSv/år.

Den nya dosomvandlingskoefficienten inverkar inte på riskbedömningen, det vill säga antalet cancerdödsfall på grund av radon uppskattas fortfarande utifrån epidemiologiska undersökningar, inte utifrån effektiva doser. Basövervakningen på arbetsplatserna görs utifrån radonhalter och radonexponering, inte utifrån doser. Men arbetsplatser som trots sänningar överskrider referensvärdet för radonhalt måste ha ett säkerhetstillstånd. Dessutom ska dessa ordna regelbunden övervakning av radondosen. Dosgränsen 20 mSv/år nås i regelbundet arbete redan vid en halt på 1 800 Bq/m³. Tidigare nåddes dosgränsen 20 mSv/år vid en halt på 3 800 Bq/m³. På arbetsplatser där det krävs säkerhetstillstånd inför arbetstagarnas doser i ett dosregister, och på grund av den nya dosomvandlingskoefficienten är radondoserna större nu än tidigare.

1.5 Radon och risken för lungcancer

Med tanke på folkhälsan är radon i inomhusluft en av de skadligaste miljöexponeringsfaktorerna. När det gäller sjukdomar med koppling till inomhusluften är det enligt nuvarande uppfattning främst radon, mikropartiklar från inomhuskällor och passiv rökning som orsakar förtida död (Hänninen m.fl. 2018).

Dosomvandlingskoefficienten har ändrats för att dosen från radon ska uppskattas på samma sätt som den effektiva dosen från övrig strålning. Den sanitära olägenheten orsakad av radon bedöms emellertid utifrån radonhalter som konstaterats i epidemiologiska undersökningar, alltså inte utifrån doser. Ändringen av sättet att beräkna

effektiv dos påverkar således inte bedömningen av hur många lungcancerfall som är kopplade till radon.

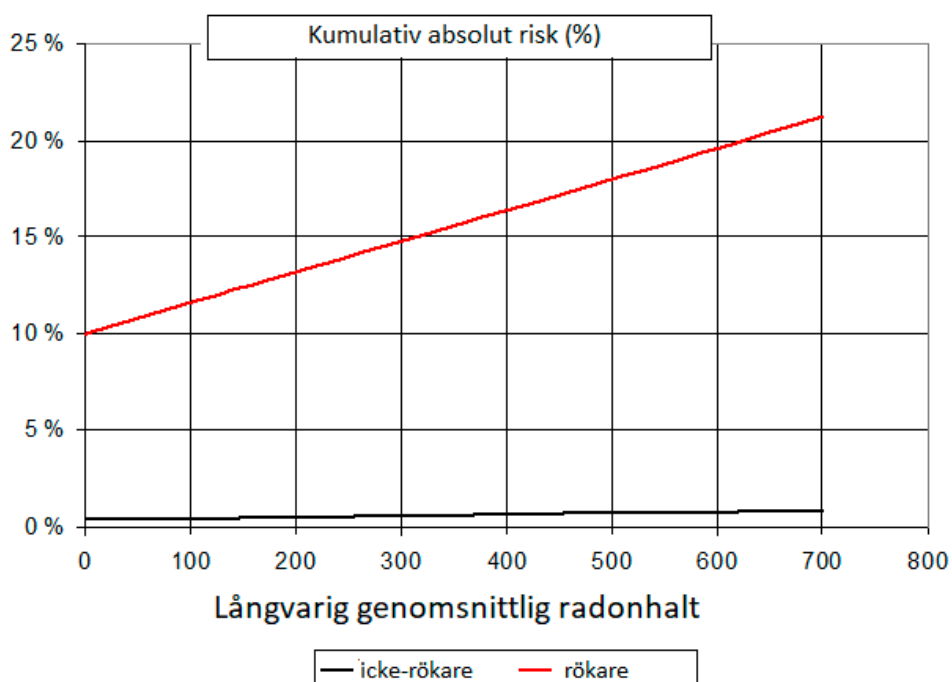
Största delen av radonexponeringen sker i hemmen, och därför har lungcancerkalkylerna gjorts utifrån hur förändringarna av radonhalter i bostäder har inverkat på dödsfallen i lungcancer. På vissa arbetsplatser orsakar höga radonhalter en betydligt förhöjd lungcancer-risk, om man inte lyckas minska halterna. Om rökningen upphörde skulle man kunna förhindra även största delen av alla lungcancerfall som orsakas av radon.

Efter att en person exponerats för radon tar det flera år eller årtionden innan lungcancer utvecklas hos honom eller henne. Radon i inomhusluft är den viktigaste orsaken till lungcancer hos personer som inte röker. Rökning är den största orsaken till lungcancer, och att rökningen har minskat syns i lungcancerstatistiken. Att det finns en koppling mellan radon i inomhusluft och lungcancer har konstaterats i flera internationella epidemiologiska samanalyser på olika håll i världen (Darby m.fl. 2005, Krewski m.fl. 2006, Zhang m.fl. 2012). Kopplingen mellan radonexponering och risk för lungcancer är linjär och saknar ett säkert tröskelvärde. Ju större radonexponeringen är, desto större är risken för lungcancer, men även exponering för små halter innebär en liten risk för cancer.

Enligt en europeisk samundersökning ökar den relativa risken att insjukna i lungcancer på grund av radon med 16 procent för varje 100 Bq/m³ (Darby m.fl. 2006). Enligt europeiska studier orsakar radon på befolkningsnivå således en relativ tilläggsrisk (ERR) på 0.16 (95 % CI: 0.05-0.31) per 100 Bq/m³. För gruvarbetare ger riskbedömningen ett annat resultat än för befolkningen i stort. Deras ERR-värde är 0.12 (95 % CI 0.04-0.2) per 100 Bq/m³. Den relativa risken på grund av radon är lika stor för rökare som för icke-rökare.

Eftersom den livslånga risken att få lungcancer är mycket högre för rökare (cirka 10 %) än för icke-rökare (cirka 0,4 %) är även den absoluta risken för rökare mycket högre än för icke-rökare (Figur 3). Den effektiva dosen från radon ger ingen direkt uppfattning om cancer-risken, eftersom den risken är starkt kopplad till hur mycket man röker. Vid samma radonexponering löper en rökare till och med en 20 gånger så hög risk att insjukna i cancer som en icke-rökare. Exponering för en radonhalt på 600 Bq/m³ i tiotals år fördubblar risken för lungcancer (Darby m.fl. 2005).

European Code Against Cancer nämner minskning av radonhalten i inomhusluft som ett av de viktigaste sätten att minska sin personliga cancer-risk (<https://www.utancancer.fi/kann-till-cancerriskerna/> och <http://www.europeancancerleagues.org/>).



Figur 3. Kumulativ absolut risk för rökare (övre linjen) och icke-rökare (nedre linjen) att dö i lungcancer före 75 års ålder i förhållande till radonhalten i bostadens inomhusluft. Den relativa risken har antagits öka med 16 % per 100 Bq/m³ för både rökare och icke-rökare. (Darby m.fl. 2005)

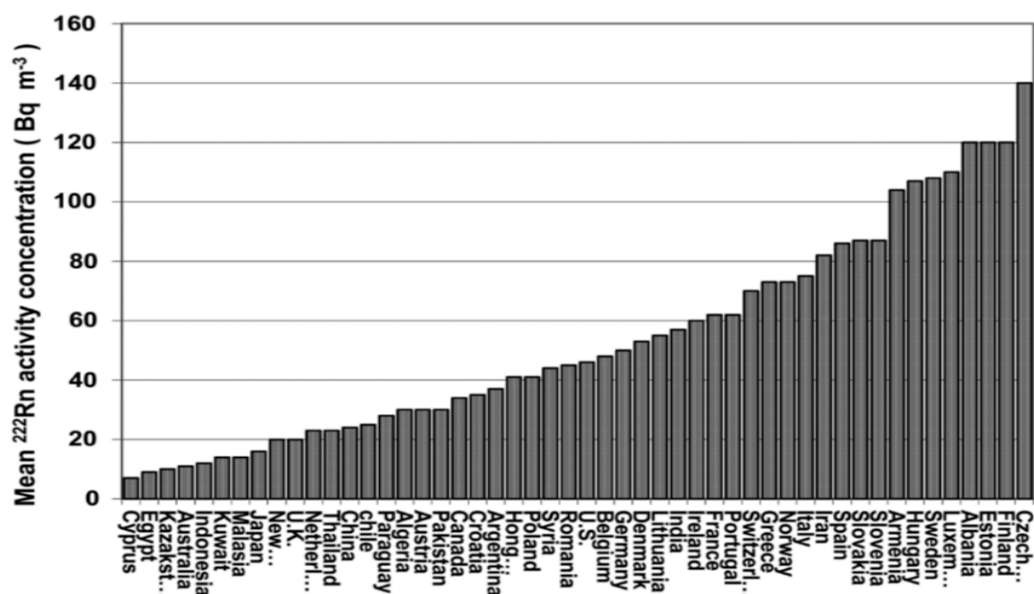
Ett enskilt lungcancerfall kan antas bero på tobak, radon (radons sönderfallsprodukter), en samverkan mellan radon och tobak eller någon annan faktor (t.ex. asbest) (Tabell 1). Största delen av de lungcancerfall som beror på radon konstateras hos personer som har exponerats för radonhalter lägre än 400 Bq/m³ i sina hem, eftersom största delen av befolkningen utsätts för relativt låga radonhalter. **Det har uppskattats att radon i inomhusluften i Finland årligen orsakar cirka 40 dödsfall i lungcancer hos icke-rökare och cirka 240 dödsfall hos rökare** (Mäkeläinen 2010).

Tabell 1. Antal dödsfall på grund av lungcancer enligt orsak i olika radonhaltskategorier (Mäkeläinen 2010).

Radonhaltskategori Bq/m ³	Andel av befolkningen	Andel av exponeringen	Antal dödsfall p.g.a. lungcancer uppdelade enligt orsak				
			Bara radon	Radon och tobak	Varken radon eller tobak	Bara Tobak	Totalt
	72 %	34 %	13	82	165	1073	1332
100–199	17 %	26 %	9	61	40	260	370
200–299	6 %	15 %	6	35	14	88	141
300–	5 %	25 %	9	61	10	67	148
Totalt	100 %	100 %	37	238	228	1488	1991

1.6 Radonsituationen i Finland jämfört med andra länder

I Finland är radonhalterna i inomhusluft bland de högsta i världen. Det finns dock några andra länder som har motsvarande radonhalter (Figur 4) (Gaskin m.fl. 2018). I publikationen i fråga uppskattades att radonexponeringen i inomhusluft i Finland är kopplad till 4,1 procent av alla dödsfall i cancer, vilket är en av de högsta siffrorna i hela världen. Men i publikationen har man uppenbarligen använt en gammal uppskattning av radonhalterna i husen i Finland – en uppskattning som grundade sig på en stickprovsundersökning 1991.



Figur 4. Genomsnittlig radonhalt i inomhusluften i bostäder i 50 länder (Gaskin m.fl. 2018).

2 Långsiktiga mål för att minska lungcancerrisken orsakad av radonexponering

Handlingsplanens syfte är att minska antalet lungcancerfall orsakade av radon. Risken att insjukna i lungcancer på grund av radon kan minskas genom att minska radonexponeringen och tobaksrökningen. **I bilaga 1 ges rekommendationer om åtgärder med hjälp av vilka man kan minska antalet fall av lungcancer på grund av radon.**

2.1 HUVUDMÅL

Huvudmål	Metoder (tillsynsansvar ¹)	Mått
Antalet lungcancerfall orsakade av radon minskar	Radonexponeringen minskas i bostäder och andra vistelseutrymmen (HÄSK) och på arbetsplatser (STUK). Dessutom bidrar minskad rökning till uppfyllelsen av målet (Valvira, SHM).	Storleken på och utvecklingen av befolkningens och arbetstagarnas exponering och tobaksrökningens omfattning.

¹ byggnadstillsynen = kommunens byggnadstillsynsmyndighet, SHM = Social- och hälsovårdsministeriet, STUK = Strålsäkerhetscentralen, HÄSK = den kommunala hälsoskyddsmyndigheten, arbetarskyddet = ansvarsområdet för arbetarskydd, Valvira = Tillstånds- och tillsynsverket för social- och hälsovården

Huvudmål	Metoder (tillsynsansvar ¹)	Mått
Radonexponeringen minskar	<p>Den som inleder ett byggprojekt beaktar radonriskerna vid planering och byggande av nya tillståndspliktiga byggnader (byggillsynen).</p> <p>Den som inleder ett byggprojekt beaktar radonsäkerheten och genomför nödvändiga radonsaneringar i samband med tillståndspliktiga renoverings- och ombyggnadsarbeten i byggnader (byggillsynen).</p> <p>Det är mycket viktigt att den som inleder ett byggprojekt är medveten om radonriskerna och för projektet anlitar projekterare och entreprenörer som har kunskap om radon. Det är också viktigt att byggnadstillsynen i samband med tillståndsprocessen övervakar att radonriskerna beaktats på vederbörligt sätt i projektet som en del av byggsäkerheten på det sätt som bland annat byggsäkerheten kräver.</p> <p>Om det i bostäder och andra vistelseutrymmen påträffats radonhalter som överstiger referensvärdet begränsar byggnadens ägare/innehavare radonexponeringen (HÅSK). Om det på en arbetsplats har påträffats radonhalter som överstiger referensvärdet begränsar arbetsgivaren radonexponeringen (STUK).</p> <p>Den ansvariga myndigheten ger råd och vid behov ålägger byggnadens ägare eller innehavare eller arbetsgivaren att begränsa radonexponeringen.</p>	Radonhalterna i nya och befintliga byggnader samt antal radonsaneringar och deras effektivitet.
Kännedomen om radonhalterna i inomhusluften blir bättre	<p>Boende i bostadshus eller ägare eller innehavare av byggnader utför mätningar i småhus och i bostäder på bottenvåningarna i flervåningshus i hela landet. HÅSK och STUK ökar kunskapen om behovet av mätningar i bostadshus med de metoder som nämns i punkten Medvetenheten om radonriskerna förbättras.</p> <p>Arbetsgivarna eller andra som ansvarar för lokalerna mäter radonhalterna på de arbetsplatser och i de andra vistelseutrymmen där strålsäkerhetslagen kräver mätning (STUK, arbetarskyddet, HÅSK).</p> <p>Resultaten av radonmätningarna införs heltäckande i den nationella radondatabasen (STUK, SHM, arbetarskyddet, HÅSK). Myndigheterna har tillräckliga tekniska system för ändamålet, tillhörande behörigheter att ta del av data och använda systemen, tekniska gränssnitt och lagstadgade rättigheter. Tillsynsmyndigheterna ges i lagstiftningen tillräckliga rättigheter att få information av varandra och att lämna varandra information samt rättigheter att få information om radonmätningar av de olika aktörerna (SHM).</p>	<p>Måtten för mätning av effektiviteten i radonövervakningen vid byggande, i bostäder, i andra vistelseutrymmen och på arbetsplatser.</p> <p>Antalet radonmätningar som registrerats i den nationella radondatabasen, mätningarnas representativitet och användbarhet.</p>
Medvetenheten om radonriskerna förbättras	HÅSK, Valvira, STUK, arbetarskyddet, SHM, byggnadstillsynen och Kommunförbundet genomför en effektiv och verkningfull kommunikation och utbildning riktad till olika målgrupper. Vid behov utarbetas anvisningar, handböcker eller annat material som bidrar till måluppfyllelsen.	Resultaten av enkäter om riskmedvetenheten.

2.2 Förändringar i livsmiljön som inverkar på lungcancerfallen orsakade av radon

I det följande behandlas förändringar i samhället som kan inverka på hur många som insjuknar i lungcancer på grund av radon.

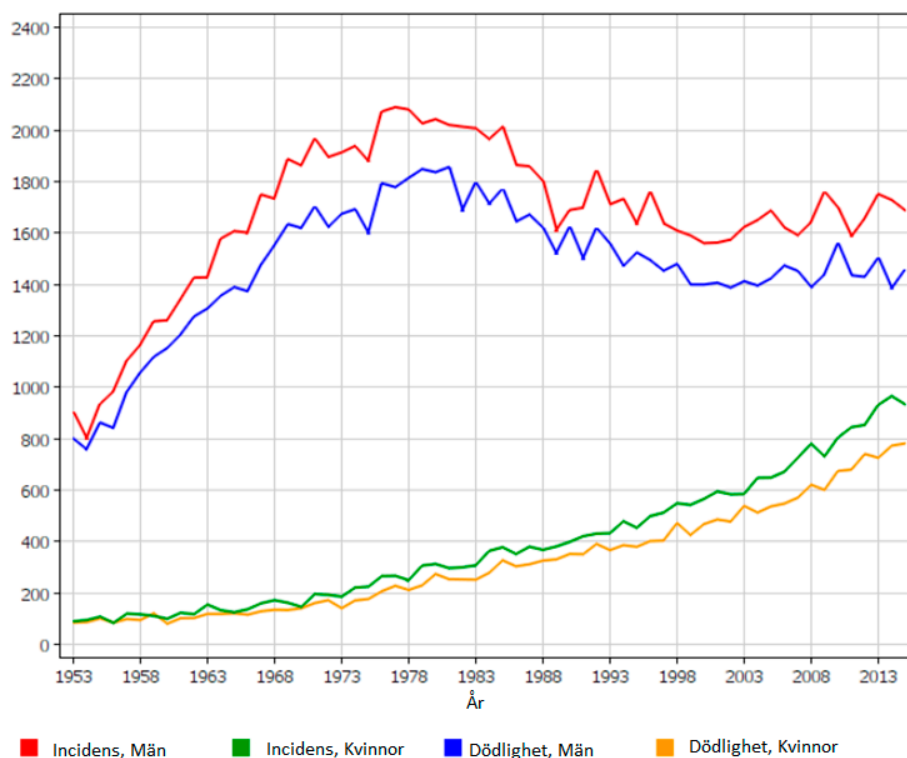
Tobaksrökningen minskar

I Finland har tobaksrökningen minskat stadigt under de senaste åren. Olika program mot rökning, såsom Ett rökfritt Finland 2030, ändringarna i tobakslagen och övervakningen enligt tobakslagen samt förändringarna i den allmänna inställningen mot tobak minskar finländarnas rökning och därmed antalet lungcancerfall som är kopplade till radon. Eftersom rökningen i Finland minskar, kommer allt färre lungcancerfall orsakade av radon att konstateras. Riksdagens miljöutskott noterade i sitt utlåtande om strålsäkerhetslagen (MiUU 14/2018 rd – RP 28/2018 rd) den kombinerade effekten av radon och rökning och uppmanade till fortsatt handledning och rådgivning samt andra åtgärder för att främja rökfrihet.

Den överlägset viktigaste riskfaktorn med tanke på lungcancer är tobaksrökning. I arbetet med att förebygga lungcancer är det viktigast att minska rökningen och se till att färre börjar röka. Finlands lagstiftning om tobak gäller användning och bekämpning av användningen av många olika tobaksprodukter. Målet i tobakslagen (549/2016) är att användningen av tobaksprodukter och andra nikotinhaltiga produkter ska upphöra senast 2030. Uppgiften att minska rökningen hör till de grundläggande uppgifterna inom hälsovården, främjandet av välfärden och det förebyggande rusmedelsarbetet samt till otaliga organisationers uppgifter. De organisationer som arbetar mot tobaksrökning har uppdelat upplysningsarbetet mellan sig på så sätt att till exempel cancerorganisationerna sköter upplysningen inriktad på att barn och unga inte ska börja röka, medan FILHA ry (en expertorganisation inriktad på tuberkulos och lungsjukdomar) utbildar anställda inom hälso- och sjukvården om avvänjning från tobaksprodukter. Institutet för hälsa och välfärd och Arbetshälsoinstitutet deltar tillsammans med läkare och många föreningar inom tredje sektorn i nätverket Ett rökfritt Finland 2030. Syftet med nätverket är att lägga fram förslag om åtgärder som främjar rökfriheten och som ger stöd vid beslutsfattande.

Tobaksrökningens omfattning syns i cancerstatistiken: antalet cancerfall hos de finska männen har under de senaste åren varit oförändrat, men för kvinnornas del har antalet sjukdomsfall och dödligheten i den ökat (Figur 5).

Finland
Lungor
Antal fall, alla åldrar



NORDCAN © Association of the Nordic Cancer Registries (24.7.2018)

Figur 5. Antal fall av lungcancer i Finland 1953–2015. <http://www-dep.iarc.fr/NORDCAN/FI/frame.asp>

Färre lungcancerfall kan inte sättas upp som mål, eftersom den viktigaste orsaksfaktorn, tobaksrökning, har så stor inverkan på förekomst- och dödlighetssiffrorna, och arbetet för att minska rökningen görs i andra program. Det finns också skillnader mellan olika områden i Finland i fråga om rökningens omfattning (Murto m.fl. 2017). Därför är det omöjligt att i cancerstatistik se vilken effekt en minskad radonexponering har på förekomsten av lungcancer på lokal eller riksomfattande nivå.

Sunda lokaler 2028

Den 3 maj 2018 godkände statsrådet som ett principbeslut åtgärdsprogrammet Sunda lokaler 2028 "Med sikte på heltäckande insatser för bättre hälsa och användarhänsyn i offentliga byggnader". Syftet med projektet är att främja hälsa och välbefinnande i anknytning till offentliga lokaler. I åtgärdsprogrammet Sunda lokaler 2028 stärks hållbara

bygg- och underhållsrutiner samt arbetet med att förebygga problem med inomhusluften, bl.a. radon. Programmet genomförs 2018–2028. <https://vnk.fi/sv/sunda-lokaler-2028>

Urbaniseringen

Antalet boende i flervåningshus ökar hela tiden, så i framtiden kommer allt fler att bo på andra våningen eller högre upp i ett flervåningshus, där radonhalterna är relativt låga. Detta innebär att befolkningens genomsnittliga exponering för radon kan minska. Å andra sidan har det blivit populärare att bo i tätt bebyggda småhusområden. Den genomsnittliga radonhalten som finländare exponeras för i bostäder kommer emellertid inte att förändras särskilt snabbt, eftersom bostadsbeståndet förändras långsamt.

Klimatförändringen

Klimatförändringens slutliga totala effekt blir sannolikt liten, men det har inte gjorts någon närmare undersökning om detta. I teorin kan klimatuppvärmningen inverka på radonhalterna i inomhusluften. Då temperaturskillnaden mellan inne- och uteluften minskar kan det leda till att radonläckagen minskar en aning. Temperaturskillnaden inverkar mest i hus med självdragsventilation. Å andra sidan försämras självdragsventilationen när temperaturskillnaden minskar, vilket i sin tur ökar radonhalten. Men i flervåningshusens översta våningar har det ingen inverkan. Dessutom kan radonhalterna öka då markens vattenhalt ökar på grund av regnen under vintern och då regnen överlag ökar.

Energieffektiva byggnader

Europaparlamentets och rådets direktiv om byggnaders energiprestanda kräver nationella styråtgärder av medlemsländerna i syfte att förbättra byggnadernas energieffektivitet. Ett EU-direktiv som träder i kraft vid ingången av 2021 kräver att alla nya byggnader ska vara nära-nollenergihus (nZEB). Typiskt för lågenergi- och passivhus är en ökad värmeisolering, en god lufttätethet i klimatskärmen och mekanisk ventilation. Även mycket små luftläckage i grundkonstruktioner och bottenbjälklag kan påverka radonhalten, även om läckaget inte försämrar byggnadens totala lufttätethet särskilt mycket.

Även i energieffektiva byggnader ska man beakta inomhusluftens kvalitet, inklusive radon. Till exempel miljöministeriets förordning 1009/2017 innehåller ett minimikrav som ska beaktas vid dimensionering av uteluftsflödet, och detta gäller även nära-nollenergihus. Kravet gäller nya hus och särskilt gamla hus där man genomför en totalrenovering som uppfyller de nya energibestämmelserna, eftersom det då är mycket viktigt att bottenbjälklaget tätas noggrant.

3 Referensvärden, författningar och utveckling av tillsynen

Radonsäkerheten övervakas inom social- och hälsovårdsministeriets och miljöministeriets förvaltningsområden. Inom SHM:s förvaltningsområde är det Strålsäkerhetscentralen, de kommunala hälsoskyddsmyndigheterna och regionförvaltningsverkens arbetarskyddsmyndigheter som deltar i tillsynen. Inom miljöministeriets förvaltningsområde är det kommunens byggnadstillsynsmyndighet som har tillsynsansvar. På det lokala planet är det kommunerna som har ansvar för miljö- och bostadsfrågorna. Övervakningen av radonsäkerheten grundar sig på flera olika lagar som skiljer sig från varandra i fråga om mål, objekt och metoder. (Bilaga 2)

Bl.a. följande författningar behandlar radon:

[Strålsäkerhetslag \(859/2018\)](#)

[Statsrådets förordning om joniserande strålning \(1034/2018\)](#)

[Social- och hälsovårdsministeriets förordning om joniserande strålning \(1044/2018\)](#)

[Strålsäkerhetscentralens föreskrift om verksamhet som medför exponering för naturlig strålning \(S/3/2019\)](#)

[Förordning om hushållsvatten \(1352/2015\)](#)

[Förordning om hushållsvatten i små enheter \(401/2001\)](#)

[Markanvändnings- och bygglag \(132/1999\)](#)

[Miljöministeriets förordning om geokonstruktioner \(465/2014\)](#)

[Miljöministeriets förordning om inomhusklimat och ventilation i nya byggnader \(1009/2017\)](#)

3.1 Bakgrunden till referensvärdena i strålsäkerhetslagen

I strålsäkerhetslagen (859/2018) avses med referensvärde värdet av en stråldos, exponering eller aktivitetskoncentration som utgör den nivå som inte ändamålsenligt kan tillåtas uppnås i befintliga exponeringssituationer. Definitionen motsvarar till sitt sakinhåll definitionen av begreppet referensnivå i strålskyddsdirektivet (2013/59/Euratom). I strålsäkerhetslagen avses med befintlig exponeringssituation en exponeringssituation föranledd av joniserande strålning och som utgör varken nödsituation med strålrisk eller strålningsverksamhet. Ett referensvärde gäller beroende på sammanhang till exempel yrkesmässig exponering eller allmänhetens exponering och kan uttryckas till exempel som radonhalt i inandningsluft eller som radonexponering. Utgångspunkten är att referensvärdet inte utgör en övre halt- eller exponeringsgräns som gäller i alla förhållanden. Om det till exempel är fråga om radonhalten i enskilda bostäder kan en radonhalt som överskrider referensvärdet tillåtas ifall grundade skäl föreligger. Om det däremot är fråga om exponering av arbetstagare för radon innebär en exponering som är högre än referensvärdet att arbetsgivaren måste vidta åtgärder för att minska exponeringen för strålning och/eller övervaka den.

BSS-direktivet (2013/59/Euratom) kräver att man nationellt fastställer ett referensvärde för radonhalten på arbetsplatser som inte får vara högre än 300 Bq/m³. Referensvärdet får inte vara högre än så om inte nationella förhållanden förutsätter det. I direktivet finns ingen motsvarande möjlighet att avvika från referensvärdet i fråga om bostäder, det vill säga i bostäder får referensvärdet för radonhalt inte vara högre än 300 Bq/m³. Finland hade kunnat hänvisa till följande nationella förhållanden för att fastställa ett högre referensvärde för radonhalten på arbetsplatser än det som gavs i direktivet:

- Den genomsnittliga urankoncentrationen i marken och berggrunden i Finland är 3 mg/kg medan den på jorden i medeltal är cirka 2 mg/kg.
- Det finländska byggsättet, i synnerhet platta på mark som grundkonstruktion, orsakar radonläckage från marken in i byggnaderna.
- Det kalla klimatet orsakar undertryck i bostäderna, vilket ökar radonhalten i inomhusluften i byggnaderna.

Med nuvarande teknik är det dock möjligt att projektera och uppföra byggnader så att radonhalterna i inomhusluften blir så låga som möjligt. Dessutom har man i många andra länder uppmätt motsvarande radonhalter i inomhusluften som i Finland (Figur 4). Därför beslutade man i Finland att referensvärdet för radonhalten på arbetsplatserna ska vara 300 Bq/m³, inte högre.

3.2 Nya byggnader

I 21 § i SHMf om joniserande strålning (1044/2018) anges att referensvärdet för radonhalt i inomhusluften vid planering och uppförande av nya byggnader är **200 Bq/m³**. Referensvärdet för nya byggnader tillämpas vid bedömning av om en byggnad har planerats och uppförts så att den är säker med tanke på radon. I 21 § i MM:s förordning om inomhusklimat (1009/2017) föreskrivs att en byggnad ska projekteras så att man kan undvika att radon överförs till inomhusluften. I 4 § i MM:s förordning om geokonstruktioner (465/2014) föreskrivs att man ska beakta radonriskerna på byggplatsen vid projektering och utförande.

Enligt Statistikcentralen har cirka 74 900 småhus uppförts 2000–2018. I STUK:s radondatabas har det införts 6 040 mätresultat för småhus byggda under dessa år. Mätningarna utfördes inom fem år efter att byggnaden stod klar. Utifrån dessa mätresultat kan man dock inte bedöma i hur många nya småhus radonhalten i inomhusluften mäts. Detta beror på att endast bostadsmätningar som gjorts med STUK:s radonmätburkar har införts i radondatabasen, och byggåret har sällan uppgetts.

3.3 Bostäder och andra vistelseutrymmen

I 20 § i SHMf om joniserande strålning (1044/2018) anges att referensvärdet för radonhalt i inomhusluften i bostäder och andra vistelseutrymmen är **300 Bq/m³**. En bostads radonhalt fastställs som årsmedelvärde för radonhalt, vilken mäts eller bedöms utifrån mätning under en sammanhängande period på ett år. Radonhalten i andra vistelseutrymmen fastställs eller mäts som årsmedelvärde för radonhalt för den tid utrymmet används.

En stor del av de andra vistelseutrymmena är också arbetsplatser, så i jämförelse med arbetstagarnas exponering kan kundernas exponering vara liten (t.ex. bibliotek, butiker). För de andra vistelseutrymmena gäller 13 § i hälsoskyddslagen enligt vilken de anmälningsskyldiga verksamheterna i regel omfattas av den kommunala myndighetens planmässiga tillsyn. Av dem som driver dessa verksamheter begär den kommunala hälsoskyddsmyndigheten en utredning av radonhalten i inomhusluften när det på grund av deras läge är obligatoriskt. När det gäller vistelseutrymmen som inte omfattas av den planmässiga tillsynen övervakar den kommunala hälsoskyddsmyndigheten radonhalten i inomhusluften på grundval av framförda önskemål om tillsyn.

Enligt övergångsbestämmelsen i 202 § i strålsäkerhetslagen ska man i bostäder eller andra vistelseutrymmen som har byggts före ikraftträdandet av lagen, som inte utgör arbetsplatser och där radonhalten enligt mätningar som har gjorts före ikraftträdandet av lagen

är mellan 300 och 400 Bq/m³, se till att det föreskrivna referensvärdet iakttas senast när följande reparationsåtgärd utförs på bostaden eller vistelseutrymmet och i samband med vilken det är ändamålsenligt att sänka radonhalten.

På basis av de representativa mätningar som utförts hittills i bostäder och som införts i den nationella radondatabasen har det beräknats att medianen av årsmedelvärdena av radonhalterna är 125 Bq/m³. I de mätningar som gjorts med STUK:s mätburkar har radonhalter högre än 300 Bq/m³ konstaterats i knappt 20 procent av bostäderna. Enligt uppskattning finns det i Finland cirka 100 000 bostäder där radonhalten är högre än 300 Bq/m³, men endast 40 procent av dem har hittats. Det bedöms att cirka hälften av de bostäder där radonhalten är högre än referensvärdet kommer att radonsaneras. Referensvärdet kommer sannolikt att realiseras när bostäderna säljs eller hyrs ut.

SHM bedömer att radonhalten överstiger 300 Bq/m³ i högst tre procent av de andra vistelseutrymmena i Finland. Detta motsvarar cirka 3 000 byggnader.

I social- och hälsovårdsministeriets förordning om sanitära förhållanden i bostäder och andra vistelseutrymmen samt om kompetenskrav för utomstående sakkunniga (545/2015) nämns inte radon, vilket beror på att man beslutade behandla och diskutera referensvärdena för radonhalt i inomhusluften först i samband med revideringen av strålskyddslagen. I 3 § i den ovannämnda förordningen konstateras att en sanitär olägenhet ska bedömas som en helhet så att exponeringens sannolikhet, upprepad exponering, exponeringens varaktighet, möjligheterna att undvika exponering eller avhjälpa olägenheten samt förhållanden som orsakas av avhjälpandet och andra motsvarande faktorer beaktas vid tillämpningen av exponeringens åtgärdsgräns.

I 26 § i hälsoskyddslagen (763/1994) anges sanitära krav på bostäder och andra vistelseutrymmen, och kraven gäller bland annat strålning. Bestämmelsen i hälsoskyddslagen begränsar sig inte till radon och inte ens till joniserande strålning, utan gäller all slags strålning som är skadlig för hälsan. I denna handlingsplan behandlas den dock uttryckligen ur radonexponeringens synvinkel. Enligt bestämmelsen får radon som frigörs från marken inte tränga sig in i en bostad eller ett annat vistelseutrymme i så hög grad att den orsakar en sanitär olägenhet.

När det gäller bostäder och andra vistelseutrymmen grundar sig skyldigheten att begränsa och avhjälpa radonhalter på 27 § i hälsoskyddslagen, och skyldigheten är kopplad till en sanitär olägenhet. För radonets del är det i allmänhet ägaren till byggnaden som ansvarar för att en eventuell olägenhet utreds och avhjälpas. Men om så inte sker kan den kommunala hälsoskyddsmyndigheten förelägga den som äger byggnaden eller den som är ansvarig för olägenheten att utan dröjsmål vidta de åtgärder som behövs för att utreda, avhjälpa eller begränsa den sanitära olägenheten. Om den sanitära olägenheten är

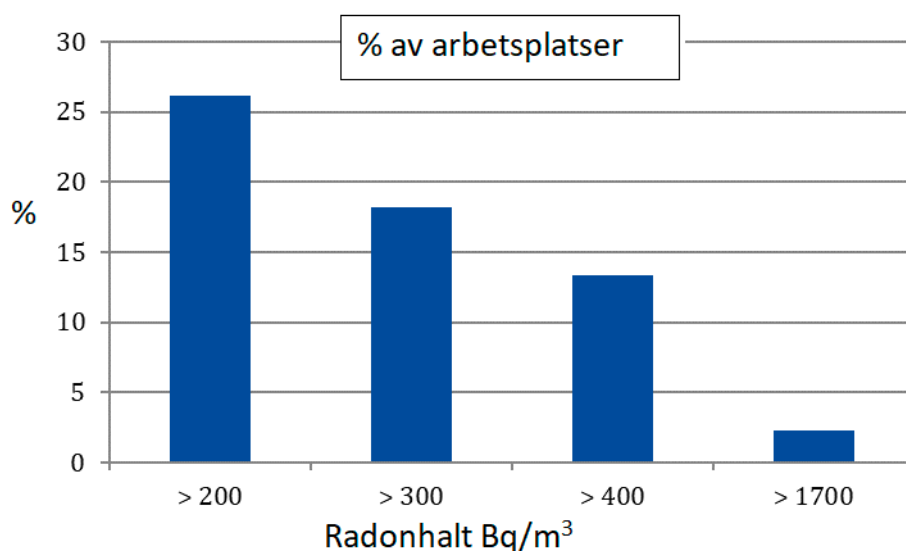
uppenbar och det finns anledning av misstänka att den medför omedelbar fara, olägenheten inte går att rätta till eller om hälsoskyddsmyndighetens föreläggande att olägenheten ska avhjälpas inte har iakttagits och inga andra åtgärder i enlighet med denna lag anses tillräckliga, kan hälsoskyddsmyndigheten förbjuda eller begränsa användningen av bostaden eller vistelseutrymmet.

I samband med reformen av strålskyddslagen upphävdes social- och hälsovårdsministeriets beslut om maximivärden för radonhalten i rumsluft (944/1992).

3.4 Arbetsplatser och arbetstagare

I 19 § i SHMf föreskrivs att referensvärdet för **radonhalt** på arbetsplatser är **300 Bq/m³** i en arbetslokal där arbetstiden är mer än eller lika med 600 timmar per år. Vid bestämning av radonhalten används årsmedelvärdet av halten under arbetstid.

Enligt radondatabasen har radonhalten på cirka 18 procent av arbetsplatserna överskridit referensvärdet 300 Bq/m³ i åtminstone en mätpunkt (Figur 6).



Figur 6. Fördelningen av arbetsplatsernas radonhalter uppmätta med de mätburkar som alla skickat in 2015–2019.

Referensvärdet för **yrkesmässig exponering** för radon är **500 000 becquereltimmar per kubikmeter per år**. Exponeringen beräknas genom att addera den ackumulerade

exponeringen i alla arbetslokaler under ett år. Referensvärdet för yrkesmässig exponering för radon tillämpas inte, om arbetstagaren arbetar endast i en arbetslokal där radonhalten är lägre än referensvärdet för radonhalt i inomhusluften på arbetsplatser.

Det referensvärde som föreskrivs i 19 § i SHMf för arbetstagares exponering för radon tillämpas i situationer där radonhalten i en arbetslokal eller ett vistelseutrymme är högre än referensvärdet. I dessa fall beaktas vid beräkning av radonexponeringen radonhalterna i de arbetslokaler och vistelseutrymmen som arbetstagarna använder och den tid som de vistas i dem. I en arbetslokal eller ett vistelseutrymme som sett från marknivån ligger på andra våningen eller högre upp behöver ingen mätning utföras. Man antar att radonhalten i en sådan lokal är 40 Bq/m³.

Säkerhetstillstånd och dosövervakning

Om radonhalten på arbetsplatsen trots begränsande åtgärder är högre än referensvärdet, krävs ett säkerhetstillstånd för att man ska få fortsätta verksamheten (StrL 148 §). Detta innebär bland annat övervakning av arbetstagarnas doser. Den dos som radonexponeringen orsakar beräknas enligt punkt 1.2 i bilaga 3 till SRf. Om en arbetstagare kan utsättas för en stråldos som är högre än dosgränsen för arbetstagare (20 mSv/år) om inga korrigerande åtgärder vidtas, ska arbetsgivaren utan dröjsmål anordna individuell dosövervakning för arbetstagarna (SRf 13 §).

På arbetsplatser (exempelvis omfattande tunnelnätverk där underhållsarbeten måste utföras) där man inte lyckas sänka radonhalten under referensgränsen ska dosövervakningen pågå under hela verksamhetstiden.

Hittills har arbetstagarnas radondos uppskattats utifrån radonhalten i arbetslokalerna och vistelsetiden i dem. Under de senaste åren har 5–9 verksamhetsutövare och 26–90 arbetstagare omfattats av exponeringsövervakningen.

3.5 Optimeringsprincipen ALARA

Strålningsexponering som beror på radon ska hållas så låg som det i praktiken är möjligt (ALARA-principen). ALARA-principen betyder således i praktiken att även radonhalter som är lägre än referensvärdet ska sänkas, om det är möjligt. Världshälsoorganisationen har rekommenderat ett referensvärde på 100 Bq/m³ för radonhalten i inomhusluften i bostäder (WHO 2009). Dosresponsen för lungcancerrisken kopplad till radon är enligt nuvarande forskningsdata linjär och det finns inget tröskelvärde. Cirka en tredjedel av de lungcancerfall som orsakas av radon i Finland uppstår vid låga radonhalter, under 100 Bq/m³). Att

minska strålningshalten till under 100 Bq/m^3 är ett bra mål när det kan uppnås genom rimliga åtgärder. Om man i bostäder och andra vistelseutrymmen vill optimera radonexponeringen så att den blir mindre än referensvärdet är det i allmänhet ägaren till fastigheten som har ansvar för åtgärderna.

När det gäller bostäder och andra vistelseutrymmen bör scenariot för radonexponering och radonsaneringens slutresultat analyseras genom att tillämpa optimeringsprincipen. Om radonhalten även efter åtgärderna är högre än referensvärdet, men halten har minskats betydligt och det inte finns några rimliga tilläggsåtgärder som kan vidtas för att ytterligare sänka den, kan slutresultatet anses godtagbart. I situationer av detta slag tillämpas prövning från fall till fall.

Exempel 1: I den första mätningen var radonhalten i bostaden högre än $2\,000 \text{ Bq/m}^3$. Efter installation av en radonsug och tätningar har radonhalten sjunkit med mer än 85 procent. Det har konstaterats att ventilationen fungerar tillräckligt bra. Det finns inga ytterligare förnuftiga åtgärder som kan vidtas. I en situation som denna kan hälsoskyddsmyndigheten vara flexibel i sin tolkning av referensvärdet.

Exempel 2: I ett biblioteks källarlager dit kunderna har tillträde uppmäts en radonhalt som överskrider referensvärdet. I lagret finns varken arbetsbord eller stolar, så ingen biblioteksanvändare vistas någon längre tid i lagret och ingen utsätts för någon betydande radonexponering. I detta fall kan hälsoskyddsmyndigheten vara flexibel i sin tolkning av referensvärdet, men så att användarnas exponering fortfarande är liten (t.ex. $50 \text{ h/år} \times 1\,000 \text{ Bq/m}^3 = 50\,000 \text{ Bq/m}^3 \text{ h/år}$). STUK övervakar dock objektet så att arbetstagarens exponering för radon i arbetet inte ska överstiga $500\,000 \text{ Bq/m}^3 \text{ h/år}$.

3.6 Hushållsvatten

Social- och hälsovårdsministeriet har utfärdat två förordningar om hushållsvatten: förordning om kvalitetskrav på och kontrollundersökning av hushållsvatten (1352/2015; nedan *hushållsvattenförordningen*) och förordning om kvalitetskrav på och kontrollundersökning av hushållsvatten i små enheter (401/2001; nedan *lilla hushållsvattenförordningen*). I hushållsvattenförordningen har man infört de bestämmelser som ingår i EU-direktivet 2013/51/Euratom om parametervärden för radioaktiva ämnen i hushållsvatten. Kvalitetskraven för radioaktivitet ges i tabell 3 i bilaga 1 till hushållsvattenförordningen.

Den kommunala hälsoskyddsmyndigheten kontrollerar hushållsvatten som används som hushållsvatten eller levereras till ett vattendistributionsområde för att användas som hushållsvatten och har en volym om minst 10 m^3 per dag eller motsvarar minst 50 personers

behov. Enligt hushållsvattenförordningen kontrolleras också vatten som används som ett led i offentlig eller kommersiell verksamhet eller i en livsmedelslokal som har en egen brunn eller en annan vattenkälla.

När det gäller **kvalitetskravet** avseende radonkoncentration har **1 000 becquerel per liter (Bq/l) fastställts som gränsvärde**. Om koncentrationen överstiger gränsvärdet är korrigerande åtgärder av strålsäkerhetsskäl alltid nödvändiga utan ytterligare bedömningar, oavsett hur vattnet används. Korrigerande åtgärder ska alltid vidtas när kvalitetskravet inte uppfylls. Kvalitetskravet i hushållsvattenförordningen motsvarar det referensvärde som avses i strålsäkerhetslagen.

I hushållsvattenförordningen har **gränsvärdet 300 Bq/l satts som kvalitetsmål**. Om koncentrationen är högre än så ska behovet av korrigerande åtgärder övervägas utifrån en riskbedömning. Om koncentrationen av radon vid den punkt där kraven ska vara uppfyllda (användarens kran eller den punkt där vatten tappas på flaska eller i behållare, tas ur en tank eller används i livsmedelslokaler) är större än 100 Bq/l, ska koncentrationen undersökas i råvattnet eller i vattnet som utgår från vattenberedningsanläggningen. Den kommunala hälsoskyddsmyndigheten kan begära en riskbedömning av STUK.

Den kommunala hälsoskyddsmyndigheten övervakar enligt lilla hushållsförordningen (401/2001) anläggningar som levererar hushållsvatten omfattande mindre än 10 m³ per dag eller för mindre än 50 personers behov. Enligt lilla hushållsvattenförordningen kan man kontrollera även vatten från en verksamhetsutövers vattentäkt som används vid småskalig offentlig eller kommersiell verksamhet som är förknippad med små risker. Enligt denna förordning kan man dessutom kontrollera vatten från en verksamhetsutövers vattentäkt som används i en livsmedelslokal, om verksamheten är småskalig och förknippad med små risker. Brunnar som används gemensamt eller privat eller andra vattentäkter vars vatten används av mindre än 50 personer kontrolleras inte av den kommunala hälsoskyddsmyndigheten. Kvaliteten på hushållsvattnet från dessa ska kontrolleras av dem som använder dem. **För privata brunnar är gränsvärdet för radonkoncentrationen 1 000 Bq/l**. I lilla hushållsvattenförordningens kvalitetsrekommendationer har 300 Bq/l satts som gränsvärde för radon. Den kommunala hälsoskyddsmyndigheten meddelar vid behov föreskrifter om att minska radonkoncentrationen eller om att ta i bruk en ersättande vattenkälla.

3.7 Byggprodukter

I Finland övervakas byggprodukternas radioaktivitet av STUK. Övervakningen utförs utifrån den gammastrålning som produkterna avger. Referensvärdet för exponering som orsakas av gammastrålning från byggprodukter är 1 mSv/år.

I 53 § i SRF anges för vilka byggprodukter exponeringen för naturlig strålning ska utredas. De som tillverkar, transporterar till landet eller importerar en byggprodukt ansvarar för bedömningen av om det behövs en utredning av radioaktiviteten och för att utredningen och de tillhörande mätningarna utförs samt för att resultaten av utredningen meddelas till STUK. I 24 § i SHMf ges referensvärden för allmänhetens exponering förorsakad av byggprodukter. I 12 och 13 § i STUK:s föreskrift finns bestämmelser om utredning av allmänhetens exponering på grund av byggprodukter och om anmälan om utredningens resultat. I bestämmelsen om utredning av strålningsexponeringen på grund av byggprodukter har även kraven i byggproduktförordningen beaktats.

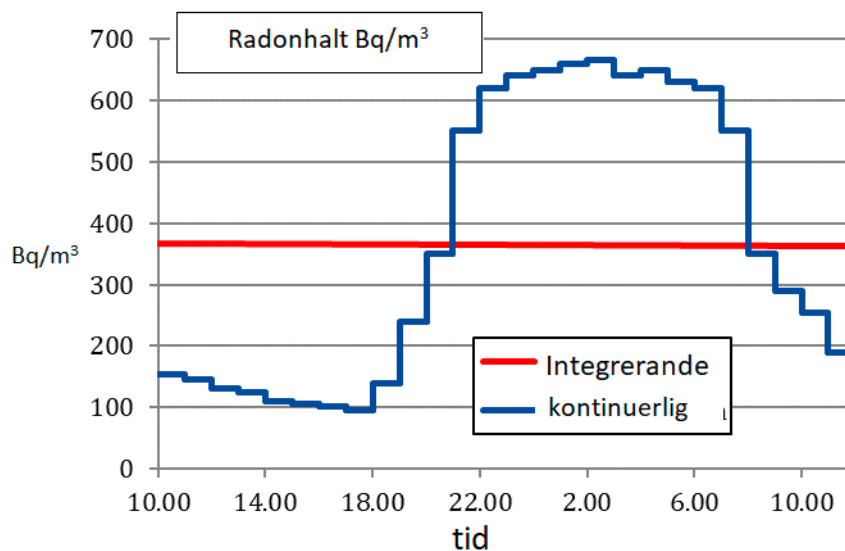
4 Mätning

4.1 Metoder och utrustning

De instrument som används för att mäta radonhalten i luft kan uppdelas i integrerande mätinstrument, kontinuerligt registrerande mätinstrument och mätinstrument som bestämmer momentana halter. Ett integrerande mätinstrument registrerar kumulativt antalet observerade radioaktiva sönderfall. När mätningen avbryts kan man utifrån antalet observationer beräkna medelvärdet av radonhalterna under exponeringstiden. Till dessa mätinstrument hör exempelvis alfaspårfilmer (så kallad radonburk) och vissa förmånliga halvledardetektorer.

Ett kontinuerligt registrerande radonmätinstrument mäter och lagrar i sitt minne radonhalten under en kort tidsperiod, som varierar mellan några minuter och några timmar. Av de mätvärden som instrumentet lagrar i minnet kan man avläsa radonhalterna under olika perioder eller beräkna medelvärdet av radonhalterna under den tidsperiod som undersöks (Figur 7).

När man använder ett instrument som bestämmer momentana radonhalter tar man ett luftprov som sedan mäts med instrumentet. Detta instrument visar radonhalten vid provtagningstidpunkten på det ställe där provet togs.



Figur 7. Ett exempel som visar skillnaden i resultat mellan en kontinuerlig och en integrerande radonmätning i ett utrymme där ventilationen är avstängd utanför arbetstiden. Vid den kontinuerliga mätningen har radonhalten bestämts vid varje heltimme. Vid den integrerande mätningen med radonburk är resultatet ett medelvärde av halterna under en längre tidsperiod.

Olika mätmetoder används för olika ändamål (Tabell 2). Till exempel en integrerande mätmetod lämpar sig utmärkt för uppskattning av radonhalten i bostäder, eftersom den är förmånlig och resultatet ger en bild av medelvärdet av radonhalterna i byggnadens inomhusluft under en lång tidsperiod. Tack vare dess låga pris är det också förnuftigt att göra den första mätningen på en arbetsplats med den, så att man kan utesluta radonhalter som underskrider referensgränsen. Ifall en integrerande mätning ger ett medelvärde av radonhalterna som överstiger referensvärdet bör man genomföra en kontinuerlig mätning för att utreda radonhaltens dygnsvariation. I synnerhet i byggnader med tidsreglerad ventilation kan halterna nattetid vara betydligt högre än under dagen. Å andra sidan kan man inte använda ett känsligt kontinuerligt registrerande mätinstrument vid bedömning av om det till exempel i en tunnel under jord behövs kraftigare ventilation före en några veckor lång monteringsentreprenad. I dammiga och fuktiga förhållanden i underjordiska utrymnen där inga andra radonmätmetoder kan användas kan man mäta den momentana radonhalten. Vid mätning av momentan radonhalt tas ett luftprov vars radonhalt senare mäts i ett laboratorium.

Tabell 2. Jämförelse av mätmetoder för radon.

Metod	Fördelar	Utmaningar
Integrerande (radonmätburk)	<ul style="list-style-type: none"> Förmånlig Möjliggör mätning av medelvärde under en lång tidsperiod 	<ul style="list-style-type: none"> Resultatet ger en bild av den allmänna radonhalten i byggnaden, inte av radonhalten under en vistelse eller under arbetstiden
Kontinuerlig	<ul style="list-style-type: none"> Möjliggör utredning av variationen i radonhalt över tid, timme för timme 	<ul style="list-style-type: none"> Pris Instrumenten måste kalibreras regelbundet På grund av sitt pris inte lämpliga för långa mätningar
Momentan	<ul style="list-style-type: none"> Möjliggör snabb utredning av radonhalten Är inte känslig för miljöförhållandena 	<ul style="list-style-type: none"> Resultatet visar radonhalten vid provtagnings-tidpunkten
Små elektroniska detektorer	<ul style="list-style-type: none"> Instrumenten är billigare än de kontinuerligt registrerande instrumenten Medelvärdet av radonhalterna visas i instrumentets display 	<ul style="list-style-type: none"> De har vanligen sämre känslighet än de kontinuerligt registrerande instrumenten Ingen instrumentspecifik kalibrering, så felet kan vara i storleksordningen $\pm 20\%$

Om man önskar ett officiellt mätresultat ska radonhalten i luften i bostäder, i andra vistelseutrymmen och på arbetsplatser bestämmas med en mätmetod godkänd av Strålsäkerhetscentralen. Omedelbara kontroller av radonsaneringar kan dock utföras även med andra mätmetoder, till exempel med små elektroniska detektorer. Om mätningen varar cirka ett dygn kan detektorn vanligtvis mäta tillräckligt många pulser, och den visar medelvärdet av radonhalterna under den aktuella tiden på sin display. Resultat som erhålls vid kortvariga mätningar ska alltid kontrolleras med en långvarig mätmetod som godkänts av STUK. Kortvariga mätningar kan också vara till nytta, till exempel vid arbete i tunnlar, då man med vissa instrument kan få en uppskattning av radonhalten i utrymmet inom ett par timmar och vid behov kan öka ventilationen. Några instrument är också försedda med larm som varnar när halten överskrider en gräns som användaren ställt in.

STUK har även godkänt ett bärbart personligt mätinstrument som mäter arbetstagarens radonexponering. Mättekniken för detta mätinstrument är integrerande. Även små halvledardetektorer kan vara lämpliga som bärbara personliga mätinstrument.

4.2 Antalet mätningar

I bostäder som är mindre än 100 m² räcker det med en radonmätning i det rum där man vistas mest. I större bostäder görs en mätning per varje 100 m² i de rum där man vistas mest. I bostäder med två våningar eller fler mäts radon på varje bostadsvåning. I tvättrum och lager i källare behöver ingen mätning göras, om vistelsen i dem är mycket kortvarig.

På vanliga arbetsplatser ska mätpunkternas placering och antal bestämmas så att det med hjälp av resultaten är möjligt att göra en tillförlitlig uppskattning av arbetstagarnas

radonexponering. Det har varit vanligt att arbetsplatserna har mätt radonhalten på för få ställen, och då har man inte fått en tillförlitlig bild av radonexponeringen. I kapitel 5 i STUK:s föreskrift S/3/2019 ges detaljerade anvisningar om hur radonmätningar ska utföras på arbetsplatserna och hur de ska rapporteras.

4.3 Upprepning av mätningar

STUK känner till fall där en radonsug gått sönder utan att någon lagt märke till det. Till följd av detta har människors radonexponering legat på samma höga nivå som före radonsaneringen.

STUK rekommenderar att mätningar av radon i inomhusluften upprepas i bostäder, andra vistelseutrymmen och vanliga arbetsplatser

- med tio års mellanrum, om den tidigare radonhalten översteg 100 Bq/m^3
- med tio års mellanrum, om sänkningen av radonhalten till ett värde under referensvärdet åstadkommits med en radonsanering
- med fem års mellanrum, om sänkningen av halten till ett värde under referensvärdet åstadkommits med en radonsanering och om radonhalten före saneringen var högre än $1\,000 \text{ Bq/m}^3$
- så snart som möjligt efter att det gjorts väsentliga bygg- eller ombyggnadsarbeten som gällt konstruktionerna eller ventilationen (t.ex. ändringar som påverkat betongplattan, dräneringen eller ventilationen).

Mätningar av radonhalter under arbete upprepas om det görs väsentliga ändringar i ventilationsinställningarna, ändringar som kan ha stor inverkan på tryckförhållandena och därmed på radonhalten under arbetstiden.

I 17 § i STUK:s föreskrift S/3/2019 ges detaljerade anvisningar om hur ofta radonmätningar ska utföras på arbetsplatser under jord.

4.4 Mättid och mätperiod

Eftersom radonhalten varierar från dag till dag, från vecka till vecka och från årstid till årstid, ska radonhalten alltid mätas under en lång period. Ju längre mättid, desto mindre är den slumpmässiga variationens inverkan på mätresultatet.

En mätning av radonhalten i inomhusluften i bostäder, i andra vistelseutrymmen och på vanliga arbetsplatser ska pågå oavbrutet i minst två månader. Mätningen ska utföras mellan ingången av september och utgången av maj (mätperioden 1.9–31.5).

I kapitel 5 i STUK:s föreskrift S/3/2019 föreskrivs om de integrerade och kontinuerliga radonmätningarnas mättider och mätperioder.

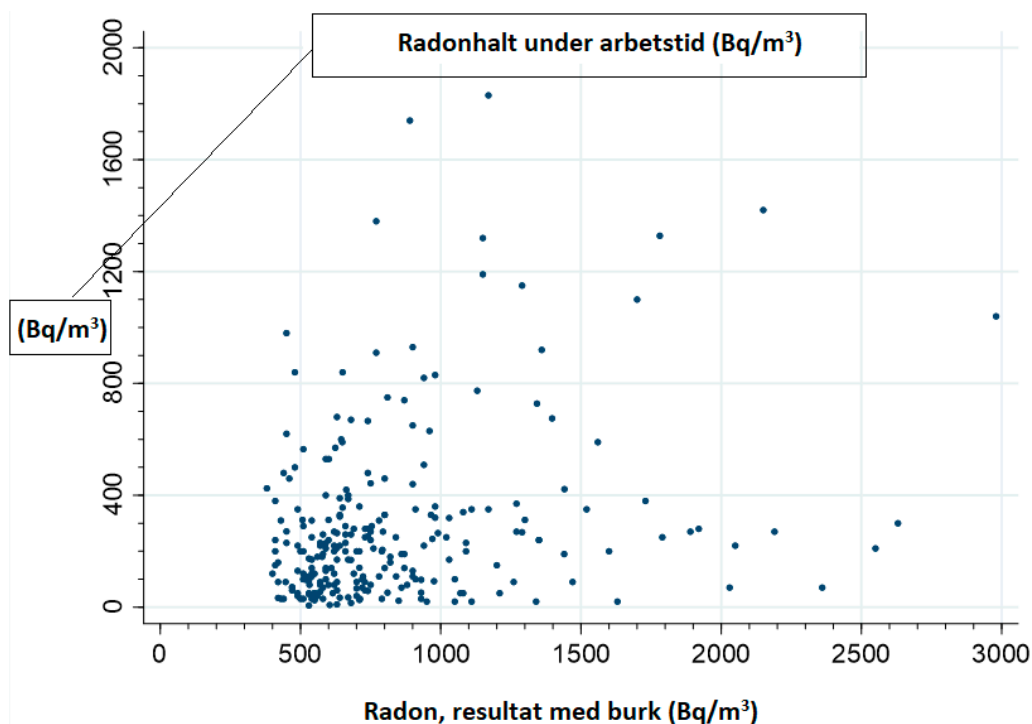
Enligt internationella rekommendationer (WHO 2009, ICRU 2012) och finländska forskningsresultat (Arvela m.fl. 2016) finns det skäl att förlänga mättiden till tre månader. Detta skulle avsevärt minska den slumpmässiga variationens inverkan på resultatet. Enligt en analys av Turtiainen m.fl. (2018) är en uppskattning av årsmedelvärdet som gjordes utifrån en två månaders mätning under mätperioden september–maj förknippad med en osäkerhet på 30 procent uttryckt som geometrisk variationskoefficient. Om mättiden är tre månader är variationskoefficienten 24 procent. I några europeiska länder används redan nu en tre månader lång mätperiod, till exempel i Storbritannien, Belgien och Irland. Enligt en undersökning i England (Miles m.fl. 2012) ger en tre månader lång mätning på våren och hösten den noggrannaste uppskattningen av årsmedelvärdet utan korrigeringskoefficienter. Att använda korrigeringskoefficienter vid mätning på vintern och sommaren ökar årsmedelvärdets osäkerhet.

I Finland förlängdes mätperioden genom strålsäkerhetslagen i slutet av 2018. Den tidigare mätperioden var mellan november och april. Den nya mätperioden börjar vid ingången av september och slutar vid utgången av maj, och mättiden ska vara minst två månader. Beslutet om att förlänga mätperioden grundar sig på en analys av månadsspecifika mätresultat i 329 bostäder (Turtiainen m.fl. 2018). Enligt analysen är den geometriska variationskoefficienten för uppskattningen av årsmedelvärdet 21–35 procent, när mätningen utförs mellan ingången av september och utgången av maj och varar i två månader. När den två månader långa mätningen utfördes helt eller delvis under perioden juni–augusti var variationskoefficienten 37–123 procent.

Radonhalter som mäts på vintern är i medeltal 18 procent högre än årsmedelvärdet i de småhusbostäder där radonhalten på vintern i medeltal är högre än 100 Bq/m³. (STUK A242). För alla småhusbostäder har det uppskattats att halterna på vintern är 12 procent högre än årsmedelvärdet och för bostäder i flervåningshus 10 procent högre. När det gäller enskilda bostäder varierar förhållandet mellan halten på vintern och årsmedelvärdet,

och i cirka 20 procent av mätningarna är den uppmätta halten på vintern mindre än årsmedelvärdet. Mätningar som görs sommartid kan inte användas för uppskattning av årsmedelvärdet, eftersom de är förknippade med större osäkerheter (Mäkeläinen m.fl. 2009, Arvela m.fl. 2016).

Om ventilationen är tidsreglerad är det svårt att uppskatta radonhalten i byggnader där man inte vistas hela tiden. Om resultatet i en mätning som pågått i minst två månader överskrider referensvärdet är det möjligt att den genomsnittliga radonhalten under arbetstiden eller vistelsetiden ändå varit lägre än referensvärdet på grund av den tidsreglerade ventilationen. I detta fall kan radonhalten under arbetstiden eller vistelsen kontrolleras med en kontinuerlig radonmätning i minst sju dagar. Av mätresultaten ska framgå medelvärdet av radonhalterna under exakt sju dygn och medelvärdet av radonhalterna under arbets- eller vistelsetimmarna under samma tid. I 79 procent av de radonmätningar som utförts under arbetstid och som införts i den nationella radondatabasen var radonhalten lägre än 400 Bq/m³ trots att mätningen ned burk hade gett ett högre värde (Figur 8).



Figur 8. Om arbetsplatsen har mekanisk ventilation är radonhalten under arbetstiden i allmänhet lägre än den halt som erhålls med mätning med burk. Källa: Nationella radondatabasen (N=249).

Det är i praktiken svårt att konstatera en överskridning av ett årsmedelvärde som ligger i närheten referensvärdet. Radonhaltens variation mellan en byggnads olika rum är

i genomsnitt 30 procent och variationen mellan åren 30 procent. Dessutom är ett årsmedelvärde av radonhalten som uppskattats utifrån en mätning under två månader förknippat med en osäkerhet på cirka 30 procent. Och mätosäkerheten är vanligtvis cirka 10 procent. Den totala osäkerheten är således cirka 50 procent (ICRU, 2012). Om mätresultat till exempel är $320 \pm 35 \text{ Bq/m}^3$, kan årsmedelvärdet uppskattas vara $270 \pm 140 \text{ Bq/m}^3$. Att konstatera en överskridning med en noggrannhet under 10 procent kan i praktiken göras endast med en mätning som pågår i två år. En så lång mättid vore dock inte särskilt praktisk. När mättiden förkortas ökar den slumpmässiga variationen i miljön och de felaktiga positiva och negativa värdena ökar.

4.5 Beräkning av årsmedelvärdet av radonhalter

I 18 § i STUK:s föreskrift S/3/2019 anges hur man ska beräkna radonhaltens årsmedelvärde under arbetstid på arbetsplatser. Enligt nya forskningsresultat (Turtiainen m.fl. 2018) är det bättre att beräkna radonhaltens årsmedelvärde utifrån en mätning som pågått i minst två månader under mätperioden genom att multiplicera mätresultatet med talet 0,9. Med denna faktor erhålls en uppskattning som är en aning konservativare än den som erhålls med den tidigare faktorn. Tidigare uppskattades årsmedelvärdet genom att dividera resultatet av mätningen under mätperioden med talet 1,2.

Om resultatet av en integrerande mätning multiplicerat med talet 0,9 ger ett värde som är mindre än referensvärdet i 19 § i SHM:s förordning, anses att även radonhaltens årsmedelvärde är mindre än referensvärdet.

Vid uppskattning av årsmedelvärdet bör man beakta att korrigeringskoefficienten varierar mycket mellan olika byggnader. Konfidensintervallet (90 %) för korrigeringskoefficienten är 0,6–1,5 med en två månaders mätning och 0,7–1,3 med en tre månaders mätning. Att använda en genomsnittlig korrigeringskoefficient (0,9) inverkar i hög grad på osäkerheten för det uppskattade årsmedelvärdet. För en exakt bestämning av årsmedelvärdet behövs en mätning som pågår ett helt år.

En radonsanering kan således rekommenderas också direkt utifrån ett mätresultat. Enligt en stickprovsundersökning (STUK A242) fungerar ett sådant förfarande bra, eftersom största delen av överskridningarna av referensvärdet för årsmedelvärdet kan fastställas utifrån en mätning under mätperioden. I stickprovsundersökningen gjordes två sex månader långa radonmätningar efter varandra.

4.6 Radonhalter i marken och mätningar av radonavgång

I många länder grundar sig radonriskkartorna på mätningar av radongas i marken. I Finland görs inte längre några mätningar av radongas i marken, eftersom STUK har en relativt bra uppfattning av radonhalterna i små- och radhus i de olika regionerna. Dessutom kan det vara **svårt att tolka mätningar av radongas i marken** av följande skäl:

- Markens genomsläpplighet är den viktigaste parametern när man uppskattar radonets vandring i marken. Marken är ett heterogent medium; på en tomt kan det förekomma exempelvis morän, berg och silt på olika ställen och på olika djup. För att få en heltäckande bild av markens genomtränglighet bör man utöver radongashalten även mäta genomträngligheten på olika ställen och på olika djup.
- Om en mätning av radongas i marken görs i obebyggd mark kan mätresultaten vara vilseledande. När kommunaltekniken (vattenledningar, avlopp, data- och elkablar, asfalterade gator, trottoarer, parker) är klar för tomten/området kan de förhållanden som inverkar på hur radonet vandrar i marken vara mycket annorlunda än i den obebyggda marken.
- På hur radon frigörs från partiklar i marken och hur det vandrar i marken inverkar markens vattenhalt och grundvattnets nivå, vilka kan variera mellan årstiderna.
- I genomtränglig mark har väderrelaterade fenomen stor inverkan på radongashalten i marken. Till dessa hör bland annat vind, fukt och temperatur, så vid olika mättidpunkter kan radongashalten vara olika på samma ställe. Mätningarna bör utföras under olika årstider och de bör pågå en lång tid.
- Utifrån markens radonhalt är det i praktiken omöjligt att förutspå radonhalten i en byggnad som ska uppföras, eftersom halten beror av många faktorer (inklusive byggnadens grundkonstruktioner). Det finns inga tillräckligt tillförlitliga kalkylmodeller. Därför är det inte möjligt att bestämma ett säkert referensvärde för markens radonhalt.
- Till byggplatsen levereras också jordmaterial, grus och makadam som kan avge radon. Dessutom underlättar bottenbjälklagets kapillärbrytande skikt inträngningen av radon som bildats i marken och i fyllningsskikten i byggnaden.

En tillförlitlig radonprognos skulle således kräva flera fält- och laboriemätningar (inklusive emanationsmätningar av fyllningsgrus, det vill säga mätningar av hur mycket radon som avgår från markpartiklarna till porluften). Detta skulle bli betydligt dyrare och mer

arbetsdrygt än att alltid och överallt i samband med projektering och byggande hindra radon från att komma in i inomhusluften. Att radonrisken på byggplatsen ska beaktas vid den geotekniska undersökningen föreskrivs i punkt 2.6 Utredning av byggplatsen och omgivningen i anvisningen Konstruktioners hållfasthet och stabilitet, Projektering av geokonstruktioner, som hör till Finlands byggbestämmelsesamling. På radonrisken inverkar alltid både den kvarvarande ursprungliga jorden samt den fyllningsjord och det dräneringsgrus som hämtas till platsen. Dessutom konstateras att en tjock grusfyllning ensam kan orsaka radonhalter som överskrider det tillåtna maximivärdet för inomhusutrymmen.

4.7 Radon i inomhusluften i vattenverk

När det gäller vattenverk lönar det sig alltid att först ta reda på hur mycket radon som avgår från råvattnet till luften under behandlingen. Detta kan man göra genom att låta mäta radonhalten i råvattnet och det utgående vattnet samtidigt. Därefter beräknas hur mycket radon som avgår per dygn under behandlingarna. Tillskottet till radonhalten i arbetslokaler kan grovt uppskattas på följande sätt:

$$c(Rn - 222) = \frac{\text{radon som avges per dag}}{\text{arbetslokalens luftvolym} \times (\text{luftomsättning} + 0,18/d)}$$

Med luftomsättning avses hur många gånger luftvolymen i arbetslokalen byts per dygn.

Exempel: Råvattnets radonhalt är 45 Bq/l och det utgående vattnets 35 Bq/l. Per dygn behandlas 100 m³, d.v.s. 100 000 liter vatten. Därmed avgår per dygn 1 milj. Bq [= (45 – 35 Bq/l) × 100 000 l/d] radon. Om arbetslokalens volym är 100 m³ och luftomsättningen 1/h = 24/d. Då blir tillskottet till radonhalten från radon som avgår från vattnet uppskattningsvis:

$$\frac{1\,000\,000\text{ Bq/d}}{100\text{ m}^3 \times (24/d + 0,18/d)} \approx 400\text{ Bq/m}^3$$

4.8 Mätning av hushållsvatten

Radioaktiviteten i hushållsvatten mäts i ett undersökningslaboratorium som uppfyller kraven i 49 a § i hälsoskyddslagen. Livsmedelsverket godkänner de laboratorier vars resultat kan användas i tillsynen. Enligt beslut av SHM behöver STUK:s undersökningslaboratorium inte ett separat godkännande för mätningar av radioaktivitet i hushållsvatten, eftersom laboratoriet är ackrediterat och fungerar som referenslaboratorium.

Valvira ger de kommunala hälsoskyddsmyndigheterna anvisningar om övervakning av radioaktiviteten i hushållsvatten enligt hushållsvattenförordningen: <https://www.valvira.fi/web/sv/miljo-och-halsa/halsoskydd/hushallsvatten/anvisning-for-tillampning-av-hushallsvattenforordningen>.

4.9 Mätning av byggprodukter

I Finland är det för närvarande endast STUK som utför de radioaktivitetsmätningar av byggprodukter som kan användas för uppskattning av allmänhetens exponering för strålning från byggprodukter. I dessa mätningar bestäms aktivitetskoncentrationerna av torium-232, radium-226, kalium-40 och cesium-137.

I princip är det möjligt att aktiviteten i en byggprodukt till största delen består av isotopen Ra-226 och att strålningsexponeringen orsakad av gammastrålning är lite under referensvärdet. Då finns det risk för att det till inomhusluften avgår mycket radon från byggprodukten. En sådan situation är dock sällsynt, eftersom aktivitetsförhållandet Ra-226/Th-232 i naturligt stenmaterial vanligen är 0,5–3. Dessutom innehåller mineraler alltid isotopen K-40. Ett material vars radioaktivitet till största delen består av isotopen Ra-226 kan således ha uppstått endast i en kemisk process där man separerat olika grundämnen från varandra.

Den högsta Ra-226-halten som STUK uppmätt i naturligt stenmaterial som underskridit referensvärdet baserat på gammastrålning har varit 120 Bq/kg. Detta värde är högre än den maximikoncentration på 100 Bq/kg som de nordiska strålsäkerhetsmyndigheterna har rekommenderat på grund av radonavgång ("Flag Book", 2000).

Tillverkarna av byggprodukter kan inte nödvändigtvis beakta materialens radonavgångsegenskaper, då det inte har fastställts några referensvärden för dessa. Därför vore det bra om testningslaboratorierna i utlåtandedelen av testrapporten skulle hänvisa till de nordiska strålsäkerhetsmyndigheternas rekommendation i de situationer där strålningsexponeringen på grund av gammastrålning understiger referensvärdet men Ra-226-koncentrationen är högre än 100 Bq/kg.

5 Kartläggning av radonhalter i inomhusluft

Syftet med den radonkartläggning som STUK har gjort (<http://www.stuk.fi/web/sv/teman/radon/radon-i-finland/finlands-radonkartor>) var att hitta områden där det förekommer höga radonhalter i byggnadernas inomhusluft och att utreda vilka byggnadstekniska lösningar som påverkar radonhalterna i inomhusluft. Med hjälp av kartläggningen kan myndigheterna också inrikta tillsynen på högriskområdena. Hur radonhalterna i landet utvecklas över tid bör följas, eftersom byggnadssättet förändras hela tiden och nya bostadsområden planläggs, vilket kan påverka radonhalterna i inomhusluften.

5.1 Nationella radondatabasen

Enligt 19 § i strålsäkerhetslagen ska STUK ha ett register över radonhalter i bostäder och andra vistelseutrymmen och på arbetsplatser. Tack vare sin egen radonmättningsverksamhet och den skyldighet som arbetsgivaren har enligt strålsäkerhetslagen att anmäla radonhalter har STUK en internationellt sett omfattande databas över radonhalterna i inomhusluft, och den fylls på hela tiden. Resultaten av STUK:s radonmätningar av bostäders inomhusluft liksom resultaten av de mätningar som utförs på arbetsplatser av alla aktörer som erbjuder mätningar samlas i en nationell radondatabas som utnyttjas vid inriktning av tillsynen och vid upprättande av statistik, radonkartor och andra radonrapporter. Radondatabasens uppgifter om halterna överskattar dock radonhalterna för hela Finlands del, eftersom det görs fler mätningar i bostäder i områden där det är känt att radonhalterna är höga. Uppmätta värden kan korrigeras med hänsyn till mätaaktiviteten i de olika områdena, vilket innebär att medelvärdet av de radonhalter som uppmätts i bostäder i ett område viktas med antalet bostäder i området.

I den nationella radondatabasen finns för närvarande ingen heltäckande information om de radonmätningar som utförts av andra än STUK. Den innehåller inte alls några uppgifter om bostadsmätningar som utförts av andra aktörer. För arbetsplatsernas del finns

mätresultat framför allt från arbetsplatser där det tidigare åtgärdsvärdet 400 Bq/m³ över-skreds. Enligt direktiv ST 12.1 behövde man inte meddela radonhalter som underskred åtgärdsvärdet till STUK. Den nya strålsäkerhetslagstiftningen kräver att alla arbetsplatser meddelar alla mätresultat till STUK (StrL 146 §).

I sitt utlåtande till regeringens proposition om strålsäkerhetslagen ansåg riksdagens miljö-utskott att man gärna ska sammanställa information som gäller mätresultat för att öka informationen om radonhalter samt möjligheterna att utnyttja den. Kartläggningen av radon kunde bli bättre om man utnyttjade radonmättningsresultat som utförts av privata aktörer. Till exempel i Storbritannien är villkoret för att en radonmätning ska godkännas att det företag som utför mätningen lämnar in alla sina mätresultat en gång per år till den nationella myndigheten. I Finland har vi inget motsvarande förfarande.

I den nationella radondatabasen finns det för närvarande cirka 249 000 mätresultat från cirka 161 000 bostäder och 55 000 mätresultat från cirka 7 000 arbetsplatser. I Finland har det gjorts mätningar i uppskattningsvis mer än 10 procent av bostäderna och på cirka 10 procent av arbetsplatserna. Dessa siffror inkluderar även mätningar utförda av andra än STUK.

5.2 Stickprovsundersökningar

Genom stickprovsundersökningar får man en mer representativ uppfattning av radonhalterna i landet än genom att utnyttja resultaten i radondatabasen. Detta beror på att det görs fler radonmätningar i områden där man vet att det förekommer höga radonhalter, vilket medför att resultaten i radondatabasen inte är representativa och att de genomsnittliga halter som beräknas utifrån dessa är högre än de rådande halterna i hela landet. Å andra sidan ger en stickprovsundersökning endast en uppfattning om situationen under det år då mätningens utförs. Eftersom radonhalterna varierar även i samma bostad från år till år kan detta försämra representativiteten för stickprovsundersökningens resultat.

I Finland har det gjorts representativa stickprovsundersökningar bland befolkningen 1991 och 2006 (Mäkeläinen m.fl. 2009). Dessutom har det gjorts särskilda stickprovsundersökningar: 1996 i Östra Nyland och 2009 och 2016 i nya byggnader.

En så kallad RATVA-undersökning (Radon työssä ja vapaa-aikana, Radon i arbetet och på fritiden) genomfördes 2000–2001. Då utfördes radonmätningar både i hem och på arbetsplatser med bärbara radonburkar. Dessutom gjordes en utredning av finländarnas vistelsetider i olika inomhusutrymmen. I projektet skickades en radonmättningsburk till

171 personer, och dessa hade burkarna på sin arbetsplats i minst två månader (Mäkeläinen m.fl. 2005).

I en stickprovsundersökning som gällde nya byggnader (Kojo m.fl. 2016) tog man reda på radonhalterna i inomhusluften i nya småhus (bygglov beviljat 2013) i hela landet och hur vanligt det var att radonsaneringsåtgärder utförts. I 5,6 procent av mätningarna överskred radonhalten referensvärdet 200 Bq/m³ för nya bostäder. Dessutom utredde man hur radonbekämpningen och de strängare energibestämmelserna hade påverkat radonhalterna i inomhusluften. När det gällde småhus där ingen radonbekämpning gjorts konstaterades att ju lufttätare husen var, desto högre var radonhalten.

5.3 Uppskattning av finländarnas radonexponering

Enligt en stickprovsundersökning (Mäkeläinen m.fl. 2009) var medelvärdet av radonhalten i bostäder 96 Bq/m³ och medianen 56 Bq/m³, och den genomsnittliga radonhalt som finländarna exponerades för i sitt hem var cirka 94 Bq/m³. Det viktade årsmedelvärdet beräknat utifrån de mätningar som införts i den nationella radondatabasen (1980–2019) är 102 Bq/m³ och medianen 125 Bq/m³. Finländarnas genomsnittliga radonexponering i hemmen uppskattades utifrån en stickprovsundersökning 2006 vara 94 Bq/m³. Utifrån de resultat som infördes 2019 i radondatabasen uppskattades den vara 111 Bq/m³. (Tabell 3)

Tabell 3. Nyckeltal för radon i inomhusluften i småhus, för befolkningens exponering och för radonhalterna. Nyckeltalen baserar sig på uppgifter i den nationella radondatabasen och en riksomfattande stickprovsundersökning 2006 (Mäkeläinen m.fl. 2009)

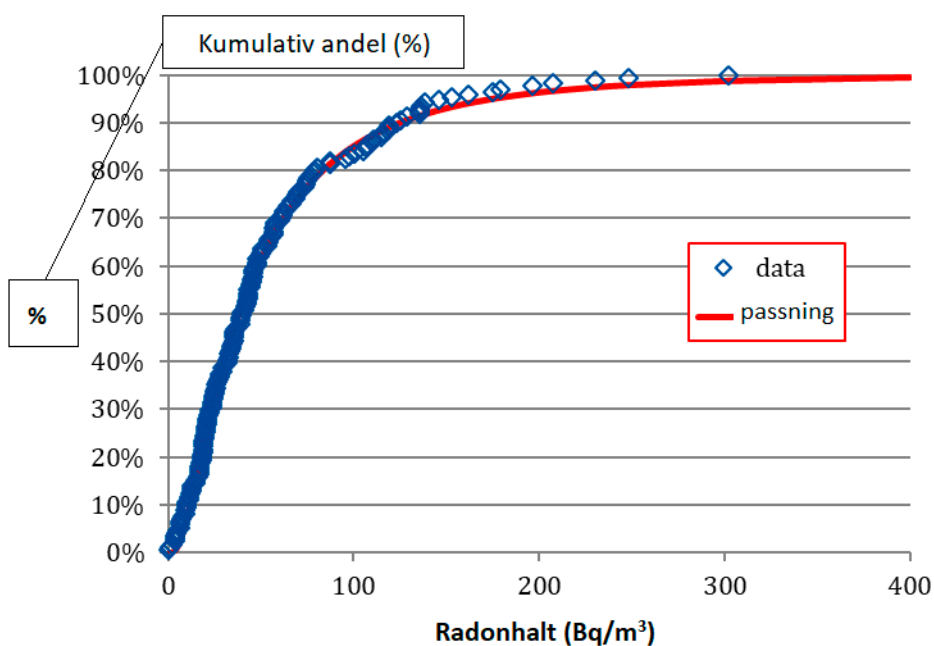
	Radondatabasen 2019	Stickprovsundersökning 2006
Radonhalt i alla bostäder, medelvärde	102 Bq/m ³ (*)	96 Bq/m ³
Radonhalt i alla bostäder, median	125 Bq/m ³	56 Bq/m ³
Genomsnittlig radonhalt som finländare exponeras för i sitt hem ¹	111 Bq/m ³ (*)	94 Bq/m ³

¹ Här har man uppskattat att det i ett småhus i genomsnitt bor 2,4 personer och i flervåningshus 1,6 personer.

* Värde som viktats med bostadstäthet för att korrigera den snedvridning som beror på skillnader i mätaktivitet mellan olika områden i Finland. Medelvärdet av de radonhalter som uppmätts i bostäder på ett visst postnummer har viktats med antalet bostäder på postnumret.

De halter som uppmättes i RATVA-projektet följde ganska väl lognormalfördelningen, så utifrån undersökningen kan man grovt uppskatta att cirka 1,3 % av arbetstagarna exponeras för högre halter än 300 Bq/m³ (Figur 9). Eftersom det i Finland finns cirka 2 555 000 sysselsatta personer (felmarginal ± 33 000) (Statistikcentralen 2018b) kan man utifrån

RATVA-materialet uppskatta att **cirka 30 000 arbetstagare i sitt arbete exponeras för högre radonhalter än 300 Bq/m³.**



Figur 9. Kumulativ fördelning av radonhalter som uppmättes vid arbetsstationer i RATVA-projektet. Enligt lognormalfördelningen exponeras cirka 1,3 procent av arbetstagarna för högre radonhalter än 300 Bq/m³.

5.4 Andra databaser

För närvarande har de olika myndigheterna ingen möjlighet att direkt dra nytta av andra myndigheters databaser som innehåller uppgifter relaterade till radonsäkerhet. Inom den närmaste framtiden ska man emellertid börja arbeta för att andra myndigheter ska få tillgång till uppgifterna i den nationella databasen.

6 Identifiering av objekt och områden med höga radonhalter

6.1 Bostäder

Överallt i Finland ska ägaren eller innehavaren av en byggnad samt de som påbörjar ett byggprojekt för egen del se till att radonhalten i inomhusluften är så låg som det med beaktande av omständigheterna är möjligt. Detta kan kontrolleras endast genom en radonmätning. När det gäller bostäder och andra vistelseutrymmen finns det även i hälsoskyddslagen (763/1994) bestämmelser om övervakning och undanröjande av sanitära olägenheter som beror på strålning.

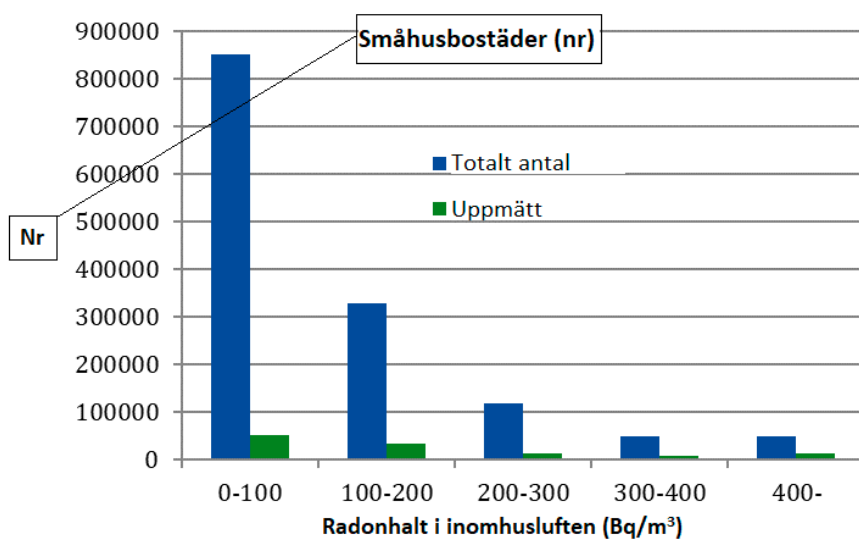
I kommunikationen om radon i bostäder bör ingen egentlig regional radonriskindelning användas, eftersom radonhalten kan vara högre än referensvärdet överallt i Finland. Den regionala variationen är i alla fall stor. Det finns inte längre skäl att använda det inofficiella uttrycket "landskap med höga radonhalter", som tidigare användes i diskussioner om radon i bostäder, eftersom de regionala skillnaderna i radonhalter har försvunnit åtminstone när det gäller nya byggnader.

I hälsoskyddslagen finns inte något direkt krav på radonmätningar i bostäder. Men när det gäller inomhusluften i en bostad föreskrivs att förhållandena ska vara sådana att de inte medför en sanitär olägenhet för dem som vistas i bostaden. Det kan i alla fall rekommenderas att radonmätningar utförs i vissa situationer. Till exempel i samband med att en fastighet säljs är det ett bra förfarande att visa upp ett resultat av en radonmätning. Då får köparen veta hur hög radonhalten är i byggnaden och samtidigt kan eventuella senare tvister undvikas. Det kan rekommenderas att man i bostadsaktiebolag mäter radonhalten i alla lägenheter på bottenvåningen, så att aktieägarna har jämlik rätt till en inomhusluft som inte medför hälsorisker. Det är också bra att den som hyr ut en bostad mäter radonhalten i bostaden innan den hyrs ut och ger resultaten till hyresgästen. Radonhalten behöver dock inte mätas i bostäder på andra våningen eller högre upp i flervåningshus.

När det gäller bostäder grundar sig skyldigheten att begränsa och avhjälpa radonhalter på 27 § i hälsoskyddslagen, och skyldigheten är kopplad till att radon orsakar en sanitär olägenhet. I allmänhet är det ägaren till byggnaden som ansvarar för att en eventuell olägenhet utreds och avhjälpas. Om ägaren inte vidtar några åtgärder kan den kommunala hälsoskyddsmyndigheten förelägga den som är ansvarig för olägenheten att vidta de åtgärder som behövs för att utreda, avhjälpa eller begränsa den sanitära olägenheten och de faktorer som ledde till den. När det gäller radon kan hälsoskyddsmyndigheten kräva mätning av radonhalten i situationer där myndigheten har grundad anledning att misstänka att bostadens radonhalt är högre än referensvärdet. Detta kan vara fallet till exempel om bostaden är belägen i ett område där man har uppmätt höga radonhalter, om marken är mycket luftgenomtränglig (t.ex. grus eller sand) och om bostaden ligger på botten våningen eller delvis under markytan. I praktiken kommer dessa fall upp i samband med en inspektion av en bostad där den boende misstänker att det finns en sanitär olägenhet och därför kontaktat hälsoskyddsmyndigheten. I allmänhet försöker hälsoskyddsmyndigheten i första hand att genom handledning utreda misstanken om en sanitär olägenhet på grund av radon. Om myndigheten utifrån sin handledning och en helhetsbedömning anser att det är sannolikt att radonhalten i bostaden utgör en sanitär olägenhet och om radonhalten inte har mätts, har myndigheten möjlighet att använda även administrativa tvångsmedel. Man bör också beakta att en inspektion av en bostad mot den boendes vilja endast får utföras om myndigheten har grundad anledning att misstänka en allvarlig sanitär olägenhet som kräver omedelbara åtgärder (Hälsoskyddslagen 46 §). I praktiken får man inte enbart på grund av radon utföra en inspektion mot den boendes vilja, eftersom radon ökar risken för en bestående sjukdom först efter flera års exponering. I dessa situationer kan myndigheten vid behov använda andra tillsynsmetoder än inspektion, såsom handledning och rådgivning.

Enligt delen Konstruktioners hållfasthet och stabilitet, Projektering av geokonstruktioner (MM 2018), som publicerats i Finlands byggbestämmelsesamling, är det möjligt att i efterhand genom mätningar avgöra vilken effekt en konstruktion och/eller åtgärd haft på radonhalten i inomhusluften.

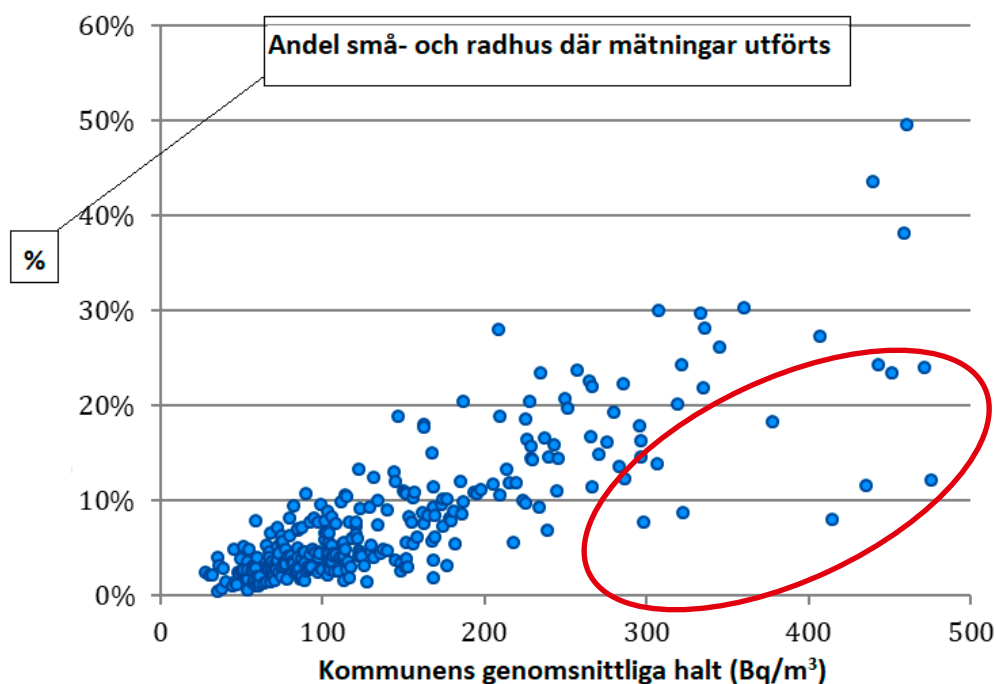
I största delen (uppskattningsvis knappt 90 %) av landets bostäder har ingen mätning ännu utförts (Figur 10). STUK har inga uppgifter om resultaten i de radonmätningar som utförts i bostäder av andra aktörer som erbjuder radonmätningar.



Figur 10. Uppskattning av antalet småhusbostäder i Finland (Totalt antal) och av radonhalterna i inomhusluften samt de som hittats i STUK:s mätningar (Uppmätt).

Radonmätningar i bostäder utförs som en tjänst av STUK:s laboratorium och den minsta statistiska enheten för radonhalt är uppgift per postnummerområde (<https://www.stuk.fi/web/sv/teman/radon/radon-i-finland/radonhalterna-i-smahus-i-finlands-kommuner>). Denna statistik är lätt att utnyttja i kommunerna, i byggnadstillsynen och miljö- och hälsoskyddet. På basis av radondatabasen kan man bland annat bedöma i vilka kommuner arbetet med radonkartläggningen bör effektiviseras. I bästa fall har mätningar utförts i 50 procent av kommunens små- och radhusbostäder. (Figur 11)

Information om regionala radonhalter kan dock ha den effekten att hushållens mätaktivitet minskar. Om man i mätningarna i ett område har konstaterat få överskridningar av referensvärdet kan det tolkas som att det inte finns radon i området och att det är onödigt att mäta radonhalten.



Figur 11. Andelen små- och radhus där mätningar utförts enligt kommunens genomsnittliga radonhalt. Innanför den röda ellipsen är radonhalterna höga, men relativt få mätningar har utförts. Å andra sidan är osäkerheten i allmänhet större för dessa värden på grund av det ringa antalet mätningar.

6.2 Andra vistelseutrymmen

Enligt 156 § i strålsäkerhetslagen ska radonhalten i inomhusluften utredas i andra i 7 kap. i hälsoskyddslagen avsedda vistelseutrymmen som allmänheten har tillträde till, om de är belägna på något av följande ställen²:

1. i de områden där det enligt Strålsäkerhetscentralen är obligatoriskt att utföra mätningar (Figur 12)
2. på en ås eller på annan mycket luftgenomtränglig grus- eller sandmark
3. helt eller delvis under marknivå.

² Samma ställen gäller för arbetsplatserna, och de behandlas närmare i nästa kapitel

Vad som i 27 § 2 mom. i hälsoskyddslagen föreskrivs om utredning, undanröjande och begränsning av sanitära olägenheter ska iakttas vid fördelning av utredningsansvaret.

En utredning behövs inte om lokalen sett från marknivån ligger på andra våningen eller högre upp eller om byggnadens golv och väggar inte är i kontakt med marken och det är uppenbart att mellanrummet är väl ventilerat.

I andra vistelseutrymmen där man vistas långa tider, såsom daghem, skolor och elevhem, är det särskilt viktigt att utreda radonexponeringen, eftersom de som exponeras inte själva kan inverka på radonexponeringens storlek. I synnerhet barnens exponering måste begränsas, eftersom stråldosen fylls på under hela livstiden och man vet att barnen är mer känsliga för strålningens skadliga effekter.

6.3 Arbetsplatser

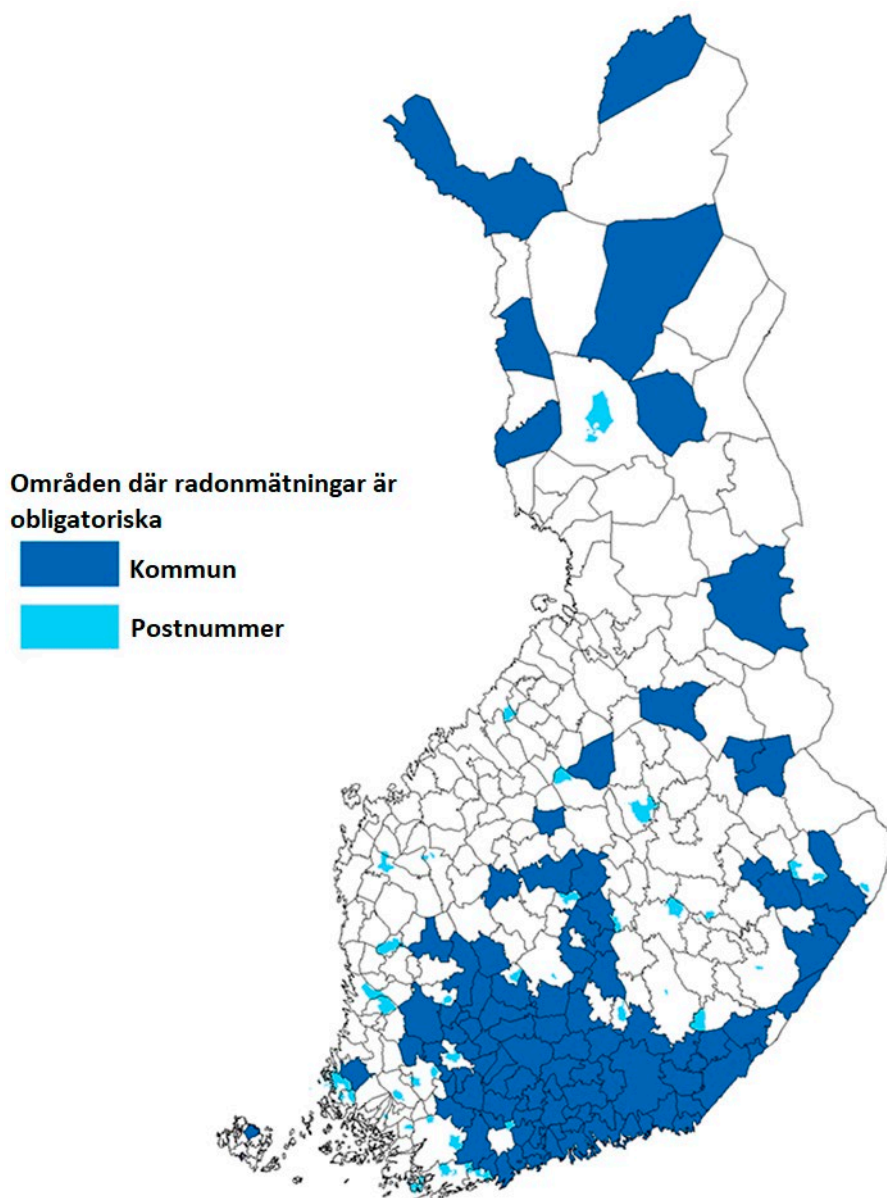
Inom strålskyddet strävar man efter att övervaka objekt där sannolikheten är störst för att man ska uppnå resultat med den största effekten, det vill säga där man kan minska radonexponeringen effektivast (graded approach).

Enligt 155 § i strålsäkerhetslagen ska arbetsgivaren mäta radonhalten i inomhusluften i arbetslokaler eller på andra arbetsställen, om lokalerna är belägna:

1. i sådana av Strålsäkerhetscentralen definierade områden där över en tiondel av de representativa resultaten av radonmätningar, enligt uppgifter om radonhalt i radondatabasen, är högre än referensvärdet för radonhalt på arbetsplatser (Figur 12)
2. på en ås eller på annan mycket luftgenomtränglig grus- eller sandmark
3. helt eller delvis under marknivå
4. i en anläggning som levererar hushållsvatten där det vatten som används inte enbart härstammar från en ytvattenförekomst och där vattnet kommer i kontakt med inomhusluften.

En utredning behövs emellertid inte om ingen av arbetstagarna arbetar längre än 20 timmar per år i arbetslokalen eller om lokalen sett från marknivån ligger på andra våningen eller högre upp eller om byggnadens golv och väggar inte är i kontakt med marken och det är uppenbart att mellanrummet är väl ventilerat.

Strålsäkerhetscentralen för en förteckning över de områden där radonmätning måste utföras på arbetsplatserna.



Figur 12. Kommuner och postnummerområden där det på basis av radondatabasen måste utföras en radonmätning på arbetsplatser och i andra vistelseutrymmen. Utöver i dessa områden ska mätningar utföras även på arbetsplatser och i andra vistelseutrymmen som byggts på mycket luftgenomträngliga jordarter och som är belägna helt eller delvis under marknivå.

Förhållandena på arbetsplatserna varierar mycket. Till exempel i höga hallar regleras ventilationen utifrån antalet personer och inte hallens volym, vilket betyder att

luftomsättningen är liten. Dessutom används eventuellt återluft för att jämna ut temperaturerna. I en lokal med hög takhöjd orsakar varm luft ett högre undertryck på golvnivå än i en lokal med normal takhöjd. Dessa faktorer ökar radonhalterna.

7 Minskning och förebyggande av höga radonhalter

Man kan förebygga radonexponering genom att begränsa radonhalten i samband med byggprojekt (StrL 157 §) eller i efterhand genom att begränsa radonhalten i befintliga bostadsbyggnader eller andra vistelseutrymmen (StrL 158 §) eller på arbetsplatser (StrL 147 §).

Tack vare ökad radonmedvetenhet, övervakning, anvisningar och bättre byggnadspraxis har radonhalten i inomhusluften i nya byggnader minskat i Finland under de senaste årtiondena. Denna gynnsamma utveckling bör fortfarande följas och främjas. Radonexponeringen kan ytterligare minskas i samband med att byggbeståndet förnyas, om radonriskerna beaktas på behörigt sätt vid projektering och uppförande av nya byggnader i hela landet. Detta förutsätter ökad kunskap om radonsäkra konstruktionslösningar hos dem som inleder ett byggprojekt, hos yrkesverksamma inom byggande och hos de myndigheter som ansvarar för tillsynen i fråga om hälsa och säkerhet vid byggande (byggnadstillsynen).

7.1 Radonbekämpning i nya byggnader

Radonbekämpning i nya byggnader är vanligen ett kostnadseffektivt samt enklare och billigare alternativ än radonsaneringar i efterhand i befintliga byggnader. En radonsanering betalas i allmänhet av byggnadens ägare. Enligt 157 § i strålsäkerhetslagen ska den som påbörjar ett byggprojekt se till att byggnaden planeras och genomförs så att radonhalten i inomhusluften blir så låg som möjligt.

Radonhalterna inomhus i nya byggnader har hela tiden minskat. I enlighet med optimeringsprincipen för strålskyddet är målet för radonbekämpning vid nybyggnation en så låg radonhalt som möjligt till rimliga kostnader. Genom radonbekämpning vid nybyggnation har mycket positiva resultat uppnåtts (Arvela m.fl. 2010, Kojo m.fl. 2016).

När bostadsbeståndet förnyas och om radonbekämpning blir vanligare, kommer befolkningens exponering att minska. Å andra sidan sker förnyelsen av byggnadsbeståndet långsamt.

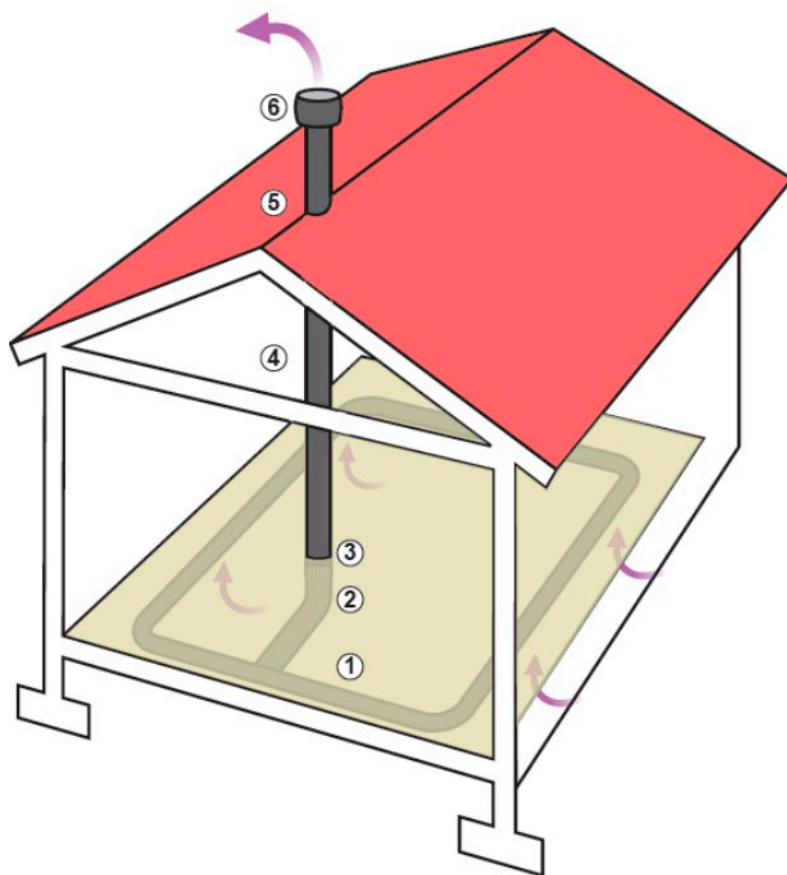
Inom kommunernas byggnadstillsyn har radonsäkerheten inkluderats i kommunernas byggnadsordningar. I anvisningen om mark- och grundarbeten har det inkluderats en rekommendation om mätning av radon. Det kan vara skäl att göra radonmätningen obligatorisk på samma sätt som byggnadernas täthetsmätningar, eftersom radonsäkerheten inte kan kontrolleras på något annat sätt än genom mätning av radonhalten.

Enligt 4 § i miljöministeriets förordning om geokonstruktioner (465/2014), som utfärdats med stöd av markanvändnings- och bygglagen (132/1999), ska man beakta radonriskerna på byggsplatsen vid projektering och utförande. I [anvisningen Konstruktioners hållfasthet och stabilitet, Projektering av geokonstruktioner](#) (Miljöministeriet 2018), som hör till Finlands byggbestämmelsesamling, föreskrivs att radon och andra gaser och föroreningar som är skadliga för hälsan eller trivseln och som försämrar inomhusluftens kvalitet ska förhindras med hjälp av konstruktioner och/eller åtgärder som lämpar sig för det planerade byggprojektet. I anvisningen konstateras dessutom att det i efterhand är möjligt att genom mätningar avgöra vilken effekt konstruktionen och/eller åtgärden har på radonhalten i inomhusluften.

I 5 § i miljöministeriets förordning om inomhusklimat och ventilation i nya byggnader (1009/2017) föreskrivs att det i inomhusluft inte får förekomma fysikaliska faktorer (bl.a. radon) i hälsovådliga mängder. Och i 21 § i samma förordning föreskrivs följande: "Specialprojekteraren ska projektera byggnadens ute- och avluftsflöden så att konstruktionerna inte utsätts för långvarig fuktbelastning som skadar konstruktionerna till följd av övertryck, eller överföring av föroreningar till inomhusluften som en följd av undertryck. Huvudprojekteraren, specialprojekteraren och byggprojekteraren ska, i enlighet med sina respektive uppgifter, projektera lufttätheten hos byggnadens klimatskal och inre konstruktioner samt kontrollen av skorstenseffekten så att villkoren för en fungerande ventilation kan säkerställas, och så att man kan undvika att föroreningar i konstruktionerna, föroreningar i marken och radon överförs till inomhusluften, och att fukt överförs till konstruktionerna."

Radonbekämpning i nya byggnader sänker i allmänhet radonhalterna med cirka 40 procent. Det kan rekommenderas att man i hela landet utför radonbekämpning i alla nya byggnader. Rakennustieto Oy ger ut anvisningar för radonbekämpning vid nybyggnation (RT 103123, 2019). I hus med ventilerat bottenbjälklag och kantförstärkt grundplatta är radonhalten i inomhusluften ofta låg, och som radonbekämpning räcker det med tätning av genomföringar för rör och ledningar i bottenbjälklaget. Om byggnaden grundläggs med platta på mark, består radonbekämpningen av att installera radonrör (Figur 13), att tät

fogar mellan grundmuren och plattan med bitumenmembran och att tätta genomföringar. Om radonhalten är högre än 200 Bq/m^3 , ska man aktivera radonrörsystemet genom att koppla en fläkt till utsugsröret, vilket vanligen minskar radonhalten med 70–90 procent. Radonbekämpning i ett nytt småhus kostar cirka 2 000 euro. Radonbekämpningspraxisen inom nybyggnation är redan etablerad i vårt land och har klart sänkt radonhalterna i inomhusluften. Radonrörsystem började installeras redan på 1980-talet, och de har inte konstaterats ha några skadliga effekter på fuktförhållandena i bottenbjälklaget eller på konstruktionerna. Ett radonrörsystem kan tvärtom ha positiva effekter på fuktförhållandena i bottenbjälklaget, eftersom det ventilerar bottenbjälklaget med hjälp av självdrag. Avfuktning är i allmänhet en bra sak. Om betongplattan torkar för mycket kan diffusionens andel av radontransporten öka (Kettunen 2019).



Figur 13. Ett radonrörsystem består av dräneringsrör (1) som kopplas (2) till ett utsugsrör i plast (4). Genomföringen i plattan (3) tätas ordentligt. Utsugsröret dras upp genom yttertaket (5) och rörändan förses med hatt (6).

En stickprovsundersökning (Arvela m.fl. 2010) år 2009 som gällde nya hus visade att radonbekämpning gjorts i cirka hälften av småhusen. I landskap med höga radonhalter hade radonbekämpning gjorts i 92 procent av alla nya småhus. I övriga Finland hade radonbekämpning genomförts i endast 38 procent av de nya småhusen. Enligt följande stickprovsundersökning av nya hus 2015–2016 hade radonbekämpning utförts i 98 procent av de nya småhusen i kommuner med höga radonhalter och i 61 procent av de nya småhusen i resten av Finland (Kojo m.fl. 2016).

Det är viktigt att man mäter radonhalten i inomhusluften i nya byggnader efter att byggnaderna tagits i bruk. Radonhalten påverkas av många faktorer. Därför ska konstruktionerna, jordfyllningarna utanför sockeln, ventilationen och uppvärmningen vara helt färdiga innan radonmätningen görs. Å andra sidan ska radonmätningen pågå i minst två månader och utföras under radonmätperioden. På grund av detta är resultatet av radonmätningen inte alltid tillgängligt vid slutsynen, och det är inte heller rimligt att kräva detta. Det rekommenderas att radonmätningen utförs under nästa officiella mätperiod efter slutsynen, så att det kan säkerställas att det referensvärde för rumsluft som utgjorde grund för projekteringen underskrids.

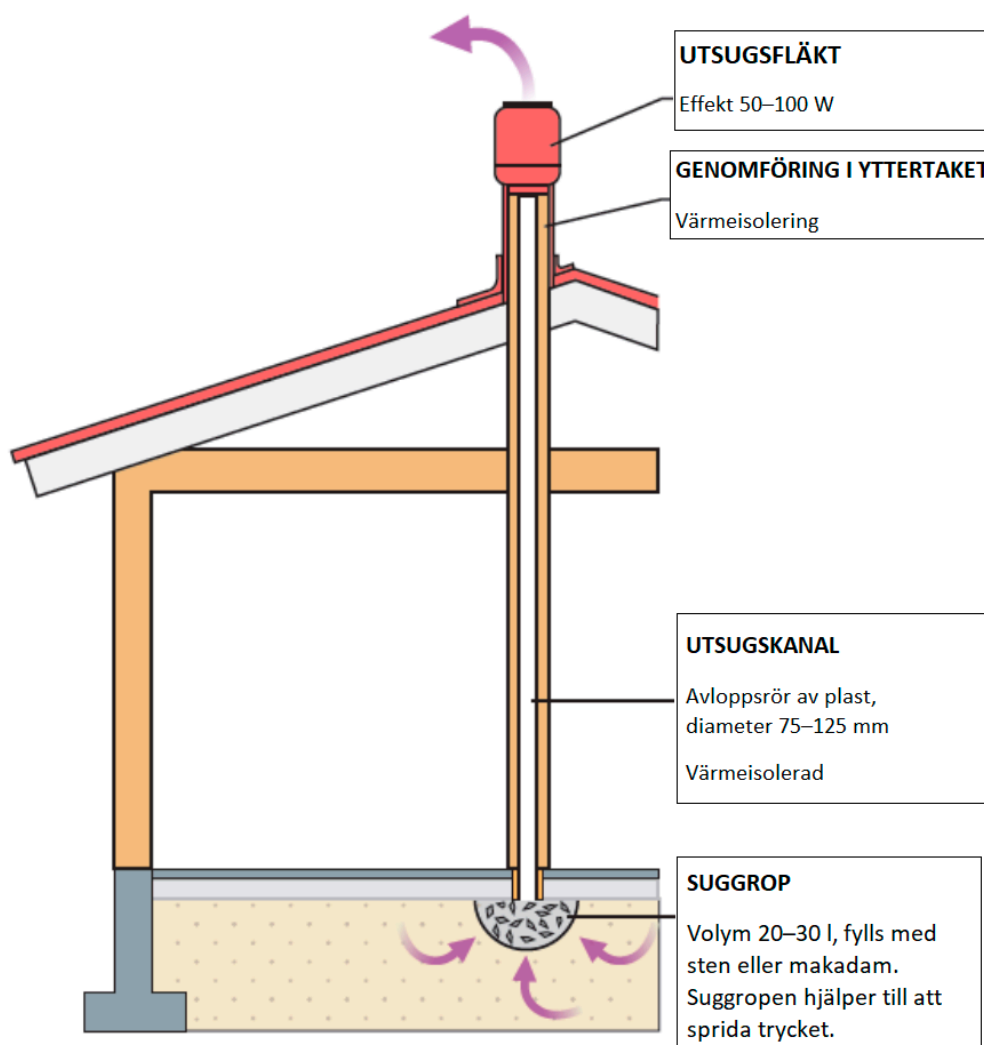
Lågenergibyggnaderna kan föra med sig nya utmaningar för radonbekämpningen. Nuförtiden eftersträvas balans i luftmängderna, men obalans kan uppkomma vid fel i ventilationsanläggningen och bristfälligt underhåll av den. Mekanisk ventilation och god lufttätning kan tillsammans leda till en avsevärd ökning av undertrycket i byggnaden. Följden av detta kan bli förhöjda radonhalter i inomhusluften. Även mycket små luftläckage i bottenbjälklaget kan öka radonhalten i inomhusluften, även om läckagen är så små att de inte försämrar byggnadens totala lufttätning särskilt mycket (Arvela m.fl. 2015). Detta konstaterades i en undersökning som visade att ökad lufttätning innebar högre radonhalt i hus där inga radonbekämpningsåtgärder gjorts (Kojo m.fl. 2016). Denna iakttagelse visar hur viktigt det är med radonbekämpning i lufttäta hus. Dessutom bör man vid reglering av ventilationen se till att undertrycket i huset inte blir för högt.

Med beaktande av nybyggnationens tillskott till byggnadsbeståndet, den ökade inflyttningen till städerna, antalet gamla byggnader som tas ur bruk och befolkningsprognosen kommer det uppskattningsvis att ta årtionden innan hälften av bostadsbeståndet förnyats. Detta betyder att det ännu en lång tid framöver kommer att finnas ett klart behov av radonsaneringar.

7.2 Radonsaneringar

Det centrala målet för radonsaneringarna är att förhindra eller minska luftläckaget från marken. Installation av radonsug och radonbrunn är effektiva radonsaneringsåtgärder. Med dessa kan radonhaltig porluft sugas ur marken och fyllnadsguset under huset. Då minskar strömningen av radonhaltig porluft in i byggnaden (Figur 14). Med hjälp av radonbrunn och radonsug minskar radonhalten vanligen 65–90 procent. Tätning av läckage i bottenbjälklaget och effektivisering av ventilationen minskar sällan radonhalten i inomhusluften med mer än 50 procent. (Arvela m.fl. 2012). I Finland gjordes de första radonsaneringarna i början av 1980-talet. För radonsaneringar behövs i allmänhet inget bygglov.

STUK:s radonsaneringsguide (Arvela m.fl. 2012) finns tillgänglig (på finska) på www.julkari.fi/handle/10024/124067 STUK har årligen ordnat radonsaneringsutbildningar på olika håll i Finland samt webbseminarier (<https://www.stuk.fi/aiheet/radon/radonkorjaukset/radonkorjauskoulutuksen-materiaalit>).



Figur 14. Radonsugen suger ut luft som finns under golvet, vilket effektivt minskar radonhalten i inomhusluften.

En fungerande radonsug avlägsnar förutom radon även fukt från fyllnadsgruset under byggnaden och förhindrar även andra gasformiga ämnen att tränga in i byggnaden från marken.

7.2.1 Bostäder

Enligt en uppskattning har det i Finland fram till slutet av 2015 gjorts radonsaneringar i cirka 6 000 småhusbostäder. Detta utgör 40 procent av de småhus där halterna hade överskridit 400 Bq/m^3 och 12 procent av de småhus där det uppskattades att radonhalten hade överskridit 400 Bq/m^3 (det tidigare åtgärdsvärdet). Alla radonsaneringar som gjorts i bostäder har emellertid inte registrerats i databasen. Enligt enkätundersökningar som

STUK utfört har man radonsanerat cirka hälften av de bostäder där man uppmätt radonhalter som överskridit åtgärdsvärdet. Enligt en enkät 2011 är saneringens pris den vanligaste orsaken till att ingen radonsanering utförts. Kostnaden för ett enskilt hushåll var i medeltal 2 300 euro. En del av dem som besvarade enkäten hade inte hittat tillräckligt med anvisningar eller saneringsföretag. Endast nio procent ansåg att en sanering inte var nödvändig. (Tabell 4)

Tabell 4. Orsaker som förhindrar eller begränsar radonsaneringar. Enkäten omfattade hus i vilka radonhalten under radonkampanjerna 2008 och 2009 överskred 400 Bq/m³. N = antalet svar.

	Inte sanerade (N=451)	Sanering genomförd (annan än aktivering av radonrörssystem, N=354)	Radonrörssystem aktiverat (N=120)
Pris	53 %	35 %	23 %
Inte tillräckligt med anvisningar	19 %	10 %	8 %
Brist på saneringsföretag	12 %	11 %	3 %
Anser inte nödvändigt	9 %	5 %	4 %
Annan	40 %	18 %	12 %
Valde inget	11 %	44 %	63 %

I regel står byggnadens ägare för kostnaderna för radonbekämpningen. Om man skulle leta upp och sanera alla byggnader i vilka halten överskrider 300 Bq/m³, skulle kostnaderna uppskattningsvis uppgå till knappt 300 miljoner euro. Om radonsaneringarna skulle fördelas på 20 år, skulle årskostnaderna bli 14 miljoner euro, vilket skulle öka de årliga renoveringskostnaderna för fastigheterna med endast 0,2 procent. I Finland används årligen 6 miljarder euro för renovering av fastigheter, och fastigheternas och tomtens värde uppgår till 775 miljarder euro (http://www.stat.fi/til/rak_sv.html).

7.2.2 Andra vistelseutrymmen, offentliga lokaler

Statens byggnadsbestånd består av cirka 10 000 byggnader. Någon separat utredning av behovet av radonsaneringar i statens byggnader har inte gjorts. Utifrån radonmätningar på andra arbetsplatser kan det uppskattas att radonsaneringar skulle behövas i cirka 10 procent av byggnaderna. Det finns uppskattningsvis cirka 3 000 offentliga lokaler i vilka radonhalten överskrider referensvärdet. I merparten av dessa behövs också andra renoveringar, och när dessa utförs borde man också beakta radon. För minskning av radonhalten i inomhusluft finns flera metoder, och metoden väljs utifrån hur mycket halten måste minskas och utifrån byggnadens konstruktionslösningar och byggnadstekniska lösningar. Till de metoder som vanligen används för att minska halten hör effektivisering och reglering av ventilationen, tätning av konstruktioner, radonsug och radonbrunnar. Det har uppskattats att reglering och effektivisering av ventilationen i genomsnitt kostar cirka 2 000 euro/byggnad och att tätningar för att minska radonhalten i offentliga

byggnader i genomsnitt kostar cirka 20 000 euro/byggnad. Kostnaden för installation av radonsug och radonbrunn kan uppskattas till cirka 20 000 euro/byggnad. I de offentliga byggnaderna behövs vanligen flera radonsugar och radonbrunnar. Förutom kostnader för dessa medför saneringar av offentliga byggnader vanligen också kostnader för planering och mätning samt eventuellt för bygglov. Åtminstone för stora offentliga byggnader vore det bra att kräva bygglov eller åtgärdsstillstånd för att saneringarna ska bli rätt utförda och inte ge upphov till andra problem med inomhusluften. Med 300 Bq/m³ som referensvärde kan det uppskattas att saneringskostnaderna uppgår till sammanlagt cirka 20–35 miljoner euro. Tabell 5 visar en uppskattning av kostnaderna för radonsaneringarna i offentliga lokaler, som ofta är högre än på en genomsnittlig arbetsplats.

Tabell 5. Uppskattning av kostnaderna för radonsaneringarna i offentliga byggnader.

Åtgärd	pris €/åtgärd	Referensvärde 300 Bq/m ³	
		N	pris totalt (€)
Mätning under arbetstid	2 000	1 200	2 000 000
Effektivisering och reglering av ventilationen	2 000	600	1 000 000
Tätningssaneringar	10 000	600	6 000 000
Radonsug eller radonbrunn	20 000	600	12 000 000
Planering	3 500	1 200	4 000 000
Totalt		3 000	25 000 000

7.2.3 Arbetsplatser

Om årsmedelvärdet av radonhalten under arbetstid är högre än referensvärdet, ska man på arbetsplatsen minska arbetstagarnas radonexponering. Det alternativ som vanligen används är radonsanering, men även reglering av ventilationen och begränsning av lokalens användning förekommer. För radonsaneringar på arbetsplatser kan man använda samma basmetoder som i bostäder, det vill säga radonsug, radonbrunn, effektivisering och reglering av ventilationen samt tätningar av genomföringar i golvkonstruktioner och golv.

Saneringskostnaderna varierar mycket beroende på byggnadens storlek och konstruktioner (Tabell 6). Uppskattningen grundar sig på antalet arbetstagare som man har bedömt att exponeras för radonhalter över 300 Bq/m³ (1,3 % av arbetstagarna) och det genomsnittliga antalet arbetstagare i företag.

Tabell 6. Uppskattning av kostnaderna för radonsaneringarna på arbetsplatserna i Finland. Antalet arbetsplatser grundar sig på antalet arbetstagare som i sitt arbete exponeras för en radonhalt som överskrider referensvärdet 300 Bq/m³.

Åtgärd	Pris/åtgärd (€)	Arbetsplatser där radonhalten överskrider referensvärdet	Totalkostnad för radonsaneringarna (€)
Mätning av radonhalten under arbetstid	1 500	1 200	1 800 000
Effektivisering och reglering av ventilationen	500	600	300 000
Tätningssaneringar	5 000	600	3 000 000
Radonsug eller radonbrunn	10 000	600	6 000 000
Totalt		3 000	11 000 000

7.3 Radonavgång till inomhusluften från byggprodukter

Sådana i 153 § i strålsäkerhetslagen avsedda byggprodukter som orsakar en exponering för naturlig strålning som kan vara högre än referensvärdet är åtminstone:

1. byggnaders stomkonstruktioner som tillverkas av mineralbaserade råvaror,
2. byggprodukter vars huvudsakliga byggmaterial består av granit eller andra granitoider såsom bergkross som innehåller granodiorit, tonalit eller gnejs samt grus eller sand,
3. byggprodukter där mellanprodukter, sidoprodukter eller avfall från industrier som utnyttjar aska eller mineralbaserade naturliga material har använts som råvara.

Vissa byggprodukter kan innehålla så mycket av isotopen radium-226 att det radon som bildas från den ger en hög radonhalt i inomhusluften. Den som tillverkar, importerar eller transporterar byggprodukter till Finland ska enligt 153 § i strålsäkerhetslagen utreda hur stor exponering för strålning produkterna orsakar. Byggprodukternas radioaktiva ämnen ska mätas, om exponeringen till följd av radioaktiviteten kan vara högre än referensvärdet när produkten används på avsett sätt. I Finland är det för närvarande endast STUK:s laboratorium som utför mätningar av byggprodukters radioaktivitet. I enlighet med mätjänstens leveransvillkor underrättas de som övervakar byggprodukternas radioaktivitet om resultaten av mätningarna. STUK kan vid behov ålägga den aktör som ansvarar för verksamheten i fråga att till exempel använda materialet endast för markfyllning, inte för husbyggnad.

7.4 Radonavgång till inomhusluften från hushållsvatten

I Finland kan vattnet från en borrhållad brunn vara en betydande källa för radon i inomhusluften. I uppskattningsvis 6 000 hushåll överskrider radonhalten i hushållsvattnet 1 000 Bq/l, vilket ger ett genomsnittligt tillskott till radonhalten i inomhusluften på 40 Bq/m³ (Turtiainen och Salonen 2010). Om det finns för mycket radon i borrhålladsvattnet rekommenderas i första hand att hushållet ansluts till den offentliga vattendistributionen. Om detta inte är möjligt finns det på marknaden flera olika reningsanordningar som grundar sig på luftning och filtrering med aktivt kol. Aktivkolfiltren ska aldrig placeras i anslutning till bostadsutrymmen, eftersom sönderfallsprodukterna av radon som samlas i filtret avger gammastrålning.

Vattenverken kan överväga att ta vattnet från en annan vattentäkt, där vattnets radonhalt är låg. Av de tillgängliga metoderna är luftning ekonomiskt sett förnuftigast i vattenverken, eftersom den metoden är lämplig för behandling av stora vattenmängder. Luftning avlägsnar förutom radon även andra gaser, såsom svavelväte och koldioxid, vilket förbättrar vattnets smak och lukt. När luftning används bör man dock sörja för att radonhalten i vattenverkets inomhusluft inte blir för hög. Luftningen i ett vattenverk kan fungera enligt tre olika principer: finblåsigt luftning, ejektorluftning eller tornluftning. I vattenverk används i allmänhet inte kolfiltrering för avlägsnande av radon.

8 Riskkommunikation

I arbetet med att främja radonsäkerheten krävs effektiv kommunikation och utbildning av intressentgrupperna. Myndigheternas radonarbeitsgrupp har i uppgift att sprida information till myndigheterna om radonutbildningar och att ta fram verkningfulla sätt att informera om radon. Att minska radonriskerna är viktigt med tanke på folkhälsan, och tillräckliga resurser bör reserveras för riskkommunikationen.

8.1 Riskmedvetenhet

Trots sin stora betydelse verkar det inte vara många som oroar sig för radonexponeringen. Men vissa upplever att radon ger ångest och är skrämmande. Uppfattningarna om risken förknippad med radon varierar således, vilket man bör beakta i kommunikationen.

Enligt en enkät om riskmedvetenheten avseende radon hade 93 procent av de svarande hört talas om radon, och majoriteten ansåg att det är skadligt, även om många förknippade radonexponering med fel sjukdomar eller symtom (Kojo m.fl. 2016). Rentav 37 procent av de svarande förhöll sig antingen likgiltiga eller negativa till mätning av radon i sitt hem. Rökningsstatus hade inget samband med inställningen till radonmätningar. Även Institutet för hälsa och välfärd (Ung-Lanki och Lanki 2013) har gjort en enkätundersökning om hur finländarna förhåller sig till risker i livsmiljön. Enligt enkäten förekommer det mest okunskap i fråga om radon. När de svarande bedömde den allmänna risken svarade mindre än sex procent "jag vet inte" i fråga om andra miljöexponeringsfaktorer, medan 26 procent av de svarande var osäkra i fråga om radon. I enkäten uppgav 50 procent att de visste rätt så lite eller inget om hälsoriskerna kopplade till radon och att radon i inomhusluften var en ganska liten hälsorisk.

Det är uppenbart att många inte känner till skyldigheten att utföra radonmätningar på arbetsplatserna eller i andra vistelseutrymmen. Ett exempel på detta är ett radonprojekt som gällde daghem: I en stor del (61 %) av daghemmen hade radonhalten inte mätts trots

att projektet hade genomförts i kommuner där det var obligatoriskt att utföra mätningar (Kojo m.fl. 2015).

Förenta staternas miljöförvaltningsmyndighet har gjort en sammanställning av hur effektiva olika radonkampanjer är (http://www.epa.ie/pubs/reports/research/health/Research_170_wrapped.pdf). I denna ges rekommendationer om hur en effektiv radonkampanj kan genomföras. En rekommendation som ges är att man inte ska lägga radonmätningarna på byggnadsägarens ansvar, utan öka den statliga regleringen av radonmätningarna.

8.2 Inriktning av kommunikationen

I sitt utlåtande till regeringens proposition om strålsäkerhetslagen underströk riksdagens miljöutskott betydelsen av rådgivning och kommunikation vid radonreparationer i småhus och vid nybyggnation. Dessutom ansåg utskottet att informationsstyrningen ska riktas särskilt till de landskap där radonhalten är hög. Utskottet konstaterade att kommunens byggnadstillsyn intar en nyckelposition när det gäller styrning och rådgivning i samband med byggande av småhus. Utöver om egentliga radonreparationer bör rådgivning ges exempelvis när naturlig ventilation i småhus byts ut mot maskinell ventilation; det kan nämligen ha betydelse med avseende på radonstrålningen inomhus. Utskottet fäste också vikt vid fastighetsmäklarnas verksamhet för att köparen särskilt vid försäljning av småhus ska få tillräckligt med information om en eventuell radonrisk. Informationen om radonhalter ska helst vara en del av god fastighetsmäklarpraxis på samma sätt som exempelvis konditionsutredningar och asbestkartläggningar.

I princip utgör alla finländare målgrupp för riskkommunikation om radon. Man kan emellertid välja ut vissa målgrupper och till dem sprida information om riskerna genom ett lösningsorienterat arbetssätt där man utgår från gruppens utgångspunkter. Till aktuella målgrupper hör bland annat barnfamiljer, ägare till byggnader, hyresgäster, hyresvärdar, företag som utför radonmätningar och saneringar, byggföretag, fastighetsmäklare, organisationer (t.ex. Fastighetsförbundet, Fastighetsförvaltningsförbundet, Egnahemsförbundet, Sisäilmäyhdistys, cancerorganisationerna), utbildningsanstalter (yrkesläroanstalter, yrkeshögskolor, universitet), redaktörer, influerare i sociala medier, ministerier och forskningsinstitutioner (t.ex. THL, TTL, TUKES).

Icke-rökarna verkar göra fler radonsaneringar än rökarna, även om saneringar hos rökare vore effektivare med tanke på målsättningen att minska cancerrisken. Det finns dock ingen orsak att uppmuntra endast rökare att genomföra radonsaneringar, eftersom det är möjligt att en rökare i framtiden flyttar in i icke-rökarens bostad och eftersom radon är den

främsta orsaken till lungcancer hos icke-rökare. Målet är att radonhalterna ska vara tillräckligt låga i alla byggnader, inte bara i byggnader där rökare vistas.

Tillsynsmyndigheterna (byggnadstillsynen, hälsoskyddet, arbetarskyddet, hälso- och sjukvården) skulle kunna planera radonkommunikationen på lokal nivå. Kommunens byggnadstillsyn har en central roll i radonbekämpningen i nya byggnader, och riskkommunikationen ska inriktas särskilt på den lokala byggverksamheten, markundersökarna, grund- och konstruktionsprojekterarna och de som sköter huvudprojekterarens uppgifter.

Radonhalterna i inomhusluften varierar och i vissa områden kan det förekomma mycket högre halter än på andra områden i kommunen. Särskilt i områden med hög radonrisk bör mätningar och saneringar utföras i alla bostäder och på arbetsplatser och i andra vistelokaliteter på bottenvåningarna. I informationen bör man dock se till att dessa områden inte får rykte om sig att vara "farliga", vilket till och med skulle kunna påverka fastighetspriserna.

8.3 Kommunikationskanaler och -metoder

På STUK:s och andra myndigheters samt sakkunniginrättnings webbplatser finns mycket information om radon. Det är viktigt att webbsidorna är så tydliga och lättanvända att medborgarna eller andra aktörer inte behöver kontakta sakkunniga.

Hur radonfrågorna behandlas i media kan varken förutspås eller påverkas av de sakkunniga. Numera behövs inte lika mycket traditionella tryckta publikationer, men de viktigaste dokumenten, såsom basinformation om radon och saneringsguider, lönar det sig att ge ut också i tryckt form. Offentliga höranden om olika planer och dokument som är under beredning hjälper till att i arbetet mot målet beakta olika gruppers behov och synpunkter. De sociala medierna är viktiga informationskanaler och bör även framöver användas.

I enlighet med en internationell modell kunde man även i Finland utse en viss dag eller månad till Radonsäkerhetsdag eller -månad och under denna dag eller månad informera om radonfrågor särskilt effektivt. För yrkesverksamma vore det på sin plats att ordna Radonsäkerhetsdagar där radonexperter från olika organisationer delar med sig av sin kunskap.

Riskkommunikationen bör betraktas som en dialog mellan de involverade. Ett väsentligt inslag i detta är en process i vilken man beaktar kunskapen och åsikterna relaterade till riskhanteringen. Ett sådant kommunikationssätt kräver naturligtvis tid och resurser.

BILAGA 1. ÅTGÄRDSREKOMMENDATIONER

Rekommendation	Ansvarig ³
Långsiktiga mål för att minska lungcancerrisken orsakad av radonexponering	
<ul style="list-style-type: none"> I fråga om medvetenheten om radonrisken effektiviseras samarbetet mellan STUK, välfärdsarbetet i kommunerna, hälsoskyddet, företagshälsovården och hälso- och sjukvården. 	SHM, Valvira, organisationer, THL, STUK, TTL
<ul style="list-style-type: none"> Radon i inomhusluften ges en synligare roll i program som gäller inomhusluftens hälsomässiga kvalitet och sunda byggnader, t.ex. i programmet Sunda lokaler 2028. 	SHM, MM, SRK, UKM
<ul style="list-style-type: none"> Insatser görs för att byggnaderna ska projekteras och uppföras radonsäkert i hela landet. 	Byggnadstillsynen, planläggnings- och byggsektorn
Referensvärden, författningar och utveckling av tillsynen	
<ul style="list-style-type: none"> Referensvärdet för radon införs i förordningen om sanitära förhållanden i bostäder i samband med att förordningen uppdateras. 	SHM
<ul style="list-style-type: none"> Den nationella radondatabasen utnyttjas i kommunikationen och vid inriktning av tillsynen, riskorienterat och med hänsyn till regioner eller byggnadstyp. 	STUK, SHM, Valvira
<ul style="list-style-type: none"> En utredning om beröringspunkterna mellan författningar som har anknytning till radon genomförs och tillsynsförfarandena görs klarare och smidigare utifrån utredningen. 	SHM, STUK, MM, Valvira, RFV, Kommunförbundet
<ul style="list-style-type: none"> Samanvändningen av radontillsynsmyndigheternas databaser förbättras och rättigheterna att använda den nationella radondatabasen utvidgas. 	SHM, STUK, MM, Valvira, RFV, Kommunförbundet
<ul style="list-style-type: none"> Insatser görs för att den nationella radondatabasen ska innehålla även de privata radonmätarnas resultat. Insatser görs för att alla resultat av radonmätningar i andra vistelseutrymmen och bostäder ska införas i radondatabasen. I fråga om detta görs en utvärdering av lagstiftningen. 	SHM, STUK
<ul style="list-style-type: none"> Genom kontroller i samband med den regelbundna tillsynen sörjer de kommunala hälsoskyddsmyndigheterna för att radonhalten i inomhusluften har utretts i de andra vistelseutrymmen där mätningar ska utföras. 	SHM, Valvira, RFV/Hälsoskyddet
<ul style="list-style-type: none"> I samband med arbetarskyddsinspektioner tar RFV:s arbetarskyddsmyndighet vid behov reda på om exponeringen för radon har beaktats i utredningarna och bedömningarna av riskerna i arbetet. 	SHM, RFV/Arbetarskyddet
Mätning	
<ul style="list-style-type: none"> Anvisningar tas fram för arbetsplatserna så att dessa framöver ska utföra mätningar och så att mätningarna är tillräckligt täckande redan vid första mätningen. 	STUK
<ul style="list-style-type: none"> En utredning görs av hur radonhalterna i luften varierar mellan år och mellan årstider och utifrån utredningen preciseras sättet att bestämma årsmedelvärdet. 	STUK
<ul style="list-style-type: none"> Utbildning i radonmätning ordnas för radonmätare. 	STUK
Kartläggning av radonhalter i inomhusluft	
<ul style="list-style-type: none"> Finlands bostadsområden delas inte in i olika radonriskområden, eftersom det är möjligt att höga radonhalter påträffas i hela landet. 	SHM, Valvira, Kommunförbundet

³ Förkortningar: MM Miljöministeriet, RFV Ansvarsområdena för hälsoskyddet och arbetarskyddet vid regionförvaltningsverken, SHM Social- och hälsovårdsministeriet, SRK Statsrådets kansli, STUK Strålsäkerhetscentralen, SYKE Finlands miljöcentral, THL Institutet för hälsa och välfärd, TTL Arbetshälsoinstitutet, Valvira Tillstånds- och tillsynsverket för social- och hälsovården.

Minskning och förebyggande av höga radonhalter	
<ul style="list-style-type: none"> Miljöministeriet rekommenderar att den som påbörjar ett nybyggnationsprojekt ska se till att radonhalten i inomhusluften mäts efter att byggnaden tagits i bruk. Rekommendationen gäller nya arbetsplatsbyggnader, andra offentliga byggnader och bostadshus. 	de som påbörjar ett byggprojekt
<ul style="list-style-type: none"> När det är ändamålsenligt lönar det sig att i samband med renoveringar av byggnader samtidigt bekämpa radon. 	MM
<ul style="list-style-type: none"> Insatser görs för att radonhalten ska börja meddelas i samband med bostadsköp (småhusbostäder och bostäder på bottenvåningen i våningshus). 	SHM, STUK, MM, Valvira, RFV, Kommunförbundet
<ul style="list-style-type: none"> En utredning görs om radonbekämpningsåtgärdernas och radonsaneringarnas beständighet, till exempel om det skett en förändring över tid i effekten av radonbekämpning i nya byggnader och radonsaneringar i befintliga byggnader. 	STUK
Riskkommunikation	
<ul style="list-style-type: none"> Myndigheterna ser till att det finns goda radonguider och radonanvisningar tillgängliga. 	STUK, SHM, MM
<ul style="list-style-type: none"> Myndigheterna ökar informationen och därmed människors förståelse av radonriskerna och hur man ska gå tillväga för att skydda sig mot radon. Även kännedomen om bestämmelserna om radon i lagstiftningen ökas. Det ordnas radonkampanjer inriktade på kommunikation och rådgivning till medborgarna. 	SHM, STUK, MM, Valvira, RFV, Kommunförbundet, hälsoskyddet, byggnadstillsynen
<ul style="list-style-type: none"> I samband med att information ges om tobaksrökning ökas kunskapen om att radon ökar cancerrisken för rökare. 	SHM, Valvira, organisationer, THL, STUK, TTL
<ul style="list-style-type: none"> Kunskapen om radon i borrbrunnar ökas. 	SHM, Valvira, SYKE, STUK
<ul style="list-style-type: none"> En Radonsäkerhetsdag ordnas för radonexperter, myndigheter och allmänheten. 	STUK, SHM, Valvira, RFV, Kommunförbundet, radonmätare

BILAGA 2. Myndigheter som deltar i radontillsynen och deras tillsynsroller

RADON I INOMHUSLUFTEN

Förhandstillsyn (tillsyn av radonsäkerheten inom bygglovssystemet)

1) Bostadshus, arbetsplatsbyggnader, andra byggnader

Ansvarigt ministerium: Miljöministeriet

Tillsynsmyndighet: Kommunens byggnadstillsynsmyndighet

Tillsynsobjekt: De som påbörjar ett byggprojekt

Lag som tillämpas: Markanvändnings- och bygglagen (132/1999)

Centrala bestämmelser: 117, 117 c och 125, 153, 153 a § + Miljöministeriets förordning om geokonstruktioner (465/2014), Miljöministeriets förordning om inomhusklimat och ventilation i nya byggnader (1009/2017)

Beskrivning av tillsynen: Tillsynssystemet, dokumenttillsyn och syner i samband med uppförande av nya byggnader samt reparation och ändring av byggnader.

Efterhandstillsyn (tillsyn av radonsäkerheten inom tillsynen i byggda miljöer)

1) Bostäder och andra vistelseutrymmen

Ansvarigt ministerium: Social- och hälsovårdsministeriet

Tillsynsmyndighet: Kommunala hälsoskyddsmyndigheten

Tillsynsobjekt/ansvarig: Bostadens ägare eller innehavare

Lag som tillämpas: Hälsoskyddslagen (763/1994)

Centrala bestämmelser: 26 och 27 §

Beskrivning av tillsynen: Dokumenttillsyn och inspektioner som är inriktade på befintliga bostadshus och andra vistelseutrymmen samt på sundheten och säkerheten i fråga om dem.

2.1) Arbetsplatser

Ansvarigt ministerium: Social- och hälsovårdsministeriet

Tillsynsmyndighet: Strålsäkerhetscentralen

Tillsynsobjekt/ansvarig: Arbetsgivare

Lag som tillämpas: Strålsäkerhetslagen (859/2018)

Centrala bestämmelser: 18 kap. i strålsäkerhetslagen, 12 kap. i statsrådets förordning om joniserande strålning (1034/2018), 6 kap. i social- och hälsovårdsministeriets förordning om joniserande strålning (1044/2018), Strålsäkerhetscentralens föreskrift om verksamhet som medför exponering för naturlig strålning (S/3/2019)

Beskrivning av tillsynen: Dokumenttillsyn och inspektioner som gäller radonexponeringen hos arbetstagare som arbetar i befintliga arbetsplatsbyggnader.

2.2) Arbetsplatser

Ansvarigt ministerium: Social- och hälsovårdsministeriet

Tillsynsmyndighet: Arbetarskyddsmyndigheterna

Tillsynsobjekt: Arbetsgivare

Lag som tillämpas: Arbetarskyddslagen (738/2002)

Centrala bestämmelser: 8, 10, 38 och 39 § i lagen om företagshälsovård (1383/2001) och lagen om tillsynen över arbetarskyddet och om arbetarskyddssamarbete på arbetsplatsen (44/2006, tillsynslagen)

Beskrivning av tillsynen: I samband med arbetarskyddsinspektioner tar man reda på om exponeringen för radon vid behov har beaktats i utredningen och bedömningen av riskerna i arbetet.

RADON I HUSHÅLLSVATTEN

1) Objekt som övervakas enligt hushållsvattenförordningen

Ansvarigt ministerium: Social- och hälsovårdsministeriet

Tillsynsmyndighet: Kommunala hälsoskyddsmyndigheten

Tillsynsobjekt/ansvarig: Vatten som används som hushållsvatten eller levereras till ett vattendistributionsområde för att användas som hushållsvatten i en volym av minst 10 m³ per dag eller motsvarande minst 50 personers behov samt vatten som används som ett led i offentlig eller kommersiell verksamhet eller i en livsmedelslokal som har egen brunn eller någon annan vattenkälla.

Förordning som tillämpas: Social- och hälsovårdsministeriets förordning om kvalitetskrav på och kontrollundersökning av hushållsvatten (1352/2015)

Centrala bestämmelser: Bilaga 1, tabell 3

Beskrivning av tillsynen: Om radonkoncentrationen överstiger kvalitetskravet är korrigerande åtgärder av strålsäkerhetsskäl alltid nödvändiga utan ytterligare bedömningar, oavsett hur vattnet används. Kvalitetskravet i hushållsvattenförordningen motsvarar det referensvärde som avses i strålsäkerhetslagen. Den kommunala hälsoskyddsmyndigheten ger vid behov föreskrifter enligt § 20 och 51 i HsL. Om kvalitetsmålet för radon inte uppfylls ska behovet av korrigerande åtgärder övervägas på basis av en riskbedömning. Om den aktiva koncentrationen av radon vid den punkt där kraven ska vara uppfyllda är högre än 100 Bq/l, ska koncentrationen undersökas i råvattnet eller det vatten som utgår från vattenberedningsanläggningen. Den kommunala hälsoskyddsmyndigheten kan begära en riskbedömning av STUK.

2) Objekt som övervakas enligt lilla hushållsvattenförordningen

Ansvarigt ministerium: Social- och hälsovårdsministeriet

Tillsynsmyndighet: Kommunala hälsoskyddsmyndigheten

Tillsynsobjekt/ansvarig: Anläggningar som levererar hushållsvatten i en volym som är mindre än 10 m³ per dag eller till mindre än 50 personer. Verksamhetsutövare som använder

hushållsvatten från en egen vattentäkt som ett led i offentlig eller kommersiell verksamhet som är småskalig och förknippad med små risker.

Förordning som tillämpas: Social- och hälsovårdsministeriets förordning om kvalitetskrav på och kontrollundersökning av hushållsvatten i små enheter (401/2001)

Beskrivning av tillsynen: Om det har uppmätts halter som överskrider kvalitetsmålet meddelar den kommunala hälsoskyddsmyndigheten vid behov föreskrifter om att minska radonkoncentrationen eller om att ta i bruk en ersättande vattenkälla.

BYGGPRODUKTERS RADIOAKTIVITET

Ansvarigt ministerium: Social- och hälsovårdsministeriet

Tillsynsmyndighet: STUK

Tillsynsobjekt/ansvarig: De som tillverkar, transporterar till landet eller importerar byggprodukter

Lag som tillämpas: Strålsäkerhetslagen

Centrala bestämmelser: 153 § i strålsäkerhetslagen, 53 § i SRF och 4 kap. i STUK:s föreskrift (S/3/2019)

Beskrivning av tillsynen: Den som tillverkar, importerar eller till landet transporterar en byggprodukt ska låta mäta produktens radioaktivitet i STUK:s laboratorium (i 53 § i SRF anges vilka byggprodukter detta gäller). Om produktens radioaktivitet inte uppfyller villkoret i föreskriften S/3/2019 skickar STUK:s laboratorium produktens provningsrapport till STUK:s tillsyn. Då ska tillsynen ålägga den som ansvarar för verksamheten att närmare utreda hur stor exponering för strålning produkten orsakar allmänheten när produkten används på avsett sätt och med realistiska konstruktionsmått, eller att späda ut produkten så att den uppfyller villkoret i föreskriften S/3/2019 innan produkten används. Dessutom ålägger tillsynen den ansvariga att i produktinformationen införa uppgifter om radioaktiviteten och anvisningar om hur strålningsexponeringen kan hållas under referensvärdet. Beslutet skickas till TUKES för kännedom. Den som ansvarar för verksamheten utarbetar och skickar en utredning om den strålningsexponering som byggprodukten orsakar till STUK:s tillsyn, där beräkningarna kontrolleras innan produkten får användas på avsett sätt.

TUKES ansvarar för tillsynen av byggprodukternas produktinformation och CE-märkningar. Strålsäkerhetslagen kräver att en byggprodukt som överskrider sållningsnivån ska förses med en märkning om radioaktiviteten. Dessutom krävs att anvisningar ska ges om hur man säkerställer att referensvärdet inte överskrids där produkten används.

KÄLLOR

- Arvela H, Mäkeläinen I, Castrén O: Otantatutkimus asuntojen radonista Suomessa. STUK-A108. Strålsäkerhetscentralen. Helsingfors: 1–49. 1993
- Arvela H, Mäkeläinen I, Holmgren O, Reisbacka H: Radon uudisrakentamisessa, Otantatutkimus 2009. STUK-A244. Strålsäkerhetscentralen. Helsingfors: 1–94. 2010
- Arvela H, Holmgren O, Reisbacka H: Asuntojen radonkorjaaminen. STUK-A252. Strålsäkerhetscentralen. Helsingfors: 1–141. 2012
- Arvela H, Holmgren O, Hänninen P: Effect of soil moisture on seasonal variation in indoor radon concentration: modelling and measurements in 326 Finnish houses. *Radiation Protection Dosimetry* 168 (2), 277–290. 2016
- Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM et al. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *British Medical Journal*, 330, 23–227, 2005
- Darby S, Hill D, Deo H, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysson H, Bochicchio F, Falk R, Farchi S, Figueiras A, Hakama M, Heid I, Hunter N, Kreienbrock L, Kreuzer M, Lagarde FC, Mäkeläinen I, Muirhead C, Oberaigner W, Pershagen G, Ruosteenoja E et al. Residential radon and lung cancer – detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14 208 persons without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*; 32 Suppl 1: 1–84. 2006
- “Flag Book”. Naturally Occurring Radioactivity in the Nordic Countries – Recommendations. The radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden. 2000.
- Gaskin J, Coyle D, Whyte J, Krewski D: Global Estimate of Lung Cancer Mortality Attributable to Residential Radon. *Environ Health Perspect* 126, 2018 https://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/2018/05/EHP2503.alt_.pdf
- Gray A, Read S, McGale P, Darby S: Lung cancer deaths from indoor radon and the cost effectiveness and potential of policies to reduce them. *BMJ*; 338:215–218. 2009
- Hänninen O, Reinikainen J, Asikainen A: Sisäilma ja tautitaakka: Missä mennään? Ympäristö ja Terveys: 1/2018 <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201804126508>
- ICRP 65. Protection Against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65. Ann. ICRP 23(2), 1993
- ICRP 115. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. ICRP Publication 115. Ann. ICRP 40(1), 2010
- ICRP 126. Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126. Ann. ICRP 43(3), 2014
- ICRP 137. Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3. Ann. Paquet F, Bailey MR, Leggett RW, Lipsztein J, Marsh J, Fell TP, Smith T, Nosske D, Eckerman KF, Berkovski V, Blanchardon E, Gregoratto D, Harrison JD, ICRP 46(3/4), 2017
- ICRU 88. Measurement and reporting of radon exposures. *Journal of the ICRU*, 12 (2) Oxford university press, 2012
- Kettunen A-V: Maanvastaisten alapohjarakenteiden radontekninen toiminta rakenneratkaisujen muuttuessa. *Rakennusfysiikka* 2019, 28.–30.10.2019
- Kojo K, Perälä M, Tarsa T, Kurttio P: Päiväkotien sisäilman radonkartoitus 2014–2015: Ympäristön säteilyvalvonnan toimintaohjelma. <http://urn.fi/URN:ISBN978-952-309-287-7>. 2015
- Kojo K, Holmgren O, Pyysing A, Kurttio P: Radon uudisrakentamisessa. Otantatutkimus 2016. Ympäristön säteilyvalvonnan toimintaohjelma. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131619/UUSO_YSV_ra-portti_final_191216.pdf?sequence=1
- Krewski D, Lubin JH, Zielinski JM., Alavanja M, Catalan VS. et al. Residential Radon and Risk of Lung Cancer: A Combined Analysis of 7 North American Case-Control Studies. *Epidemiology*, 16, 137–145, 2005
- Krewski D, Lubin JH, Zielinski JM., Alavanja M, Catalan VS. et al. A combined analysis of North American case-control studies of residential radon and lung cancer. *J Toxicol Environ Health A*, 69(7), 533–97, 2006

- Miles J, Howarth C ja Hunter N: Seasonal variation of radon concentrations in UK homes. *J. Radiol. Prot.* 32, 275–287, 2012
- Miljöministeriets förordning om geokonstruktioner 465/2014
- Miljöministeriets förordning om inomhusklimat och ventilation i nya byggnader 1009/2017
- Miljöministeriet: Finlands byggbestämmelsesamling, Konstruktioners hållfasthet och stabilitet, Projektering av geokonstruktioner (MM 2018).
- Miljöministeriet: Radonbekämpning i små- och radhus, Guide 2, (MM 1993).
- Murto J, Kaikkonen R, Pentala-Nikulainen O, Koskela T, Virtala E, Härkänen T, Koskenniemi T, Jussmäki T, Vartiainen E & Koskinen S. Alueellisen terveys- ja hyvinvointitutkimuksen perustulokset 2010-2016. E-publikation: www.thl.fi/ath http://www.terveytemme.fi/ath/aikasarja2013-2016/graph/select.php?alue1=&alue2=&osoitin=ath_smoke_cr. 2017
- Mäkeläinen I: Kuka saa syövä radonista? *Tidningen Ympäristö ja terveys* 2010; 3: 60–63 <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014120249771>. 2010
- Mäkeläinen I, Kinnunen T, Reisbacka H, Valmari T, Arvela H: Radon suomalaisissa asunnoissa – Otantatutkimus 2006. STUK-A242. Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen 2009
- Mäkeläinen I, Moisio S, Reisbacka H, Turtiainen: Indoor occupancy and radon exposure in Finland. *Rad. Env.* 7, 687–693, 2005
- RADPAR WP7 Analysis of cost effectiveness and health benefits of radon control strategies (Final Report) <http://web.jrc.ec.europa.eu/radpar/documents.cfm> viitattu 20.7.2016
- RT 103123. Radonin torjunta. Rakennustieto Oy. 2019
- The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden: Naturally Occurring Radioactivity in the Nordic Countries –recommendations. 2000 https://asiakas.kotisivukone.com/files/nordicnorm2015.kotisivukone.com/tiedostot/nordic_recommendations_2000.pdf
- Statistikcentralen: Suomen virallinen tilasto (SVT): Työssäkäynti [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-5528. Pääasiallinen toiminta ja ammattiasema 2016, Liitetaulukko 1. 18–24-vuotias väestö pääasiallisen toiminnan mukaan maakunnittain 2016 . Helsingfors: Statistikcentralen (hämtad: 20.7.2018). Åtkomstsätt: http://www.stat.fi/til/tyokay/2016/03/tyokay_2016_03_2018-02-16_tau_001_fi.html
- Statistikcentralen: Finlands officiella statistik (FOS): Arbetskraftsundersökning [e-publikation]. ISSN=1798–7849. Maj 2018. Helsingfors: Statistikcentralen (hämtad: 20.7.2018). Åtkomstsätt: http://www.stat.fi/til/tyti/2018/05/tyti_2018_05_2018-06-26_tie_001_sv.html 2018b
- Statistikcentralen: Finlands officiella statistik (FOS): Bostäder och boendeförhållanden [e-publikation]. ISSN=1798–6753. Helsingfors: Statistikcentralen (hämtad: 20.7.2018). Åtkomstsätt: http://www.stat.fi/til/asas/tup_sv.html
- Turtiainen T och Salonen L: Prevention measures against radiation exposure to radon in well waters: Analysis of the present situation in Finland. *Journal of Water and Health*, 8(3), 500–512, 2010.
- Ung-Lanki S och Lanki T: Elinympäristöstä aiheutuviin terveysriskeihin suhtautuminen Suomessa. *Yhdyskuntasuunnittelu* 3:10–28. 2013
- Valmari T, Mäkeläinen I, Reisbacka H, Arvela H: Suomen radonkartasto 2010 – Radonatlas över Finland 2010 – Radon Atlas of Finland 2010. Helsingfors: Edita Prima Oy, 2010. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/124319/stuk-a245.pdf?sequence=1>
- WHO handbook on indoor radon. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44149/1/9789241547673_eng.pdf. 2009
- Zhang Z-L, Sun J, Dong JY et al: Residential radon and lung cancer risk: an updated meta-analysis of case-control studies. *Asian Pac J Cancer Prev* 13:2459–2465. 2012



Efter rökning är radon är den främsta kända orsaken till lungcancer. Exponering för radon ökar särskilt rökarnas risk att få lungcancer. Å andra sidan är radon den främsta kända orsaken till lungcancer bland icke-rökarna. De flesta fallen av lungcancer skulle kunna undvikas om rökandet upphörde och exponeringen för radon minskade. Denna handlingsplan innehåller långsiktiga mål och metoder inriktade på att minska finländarnas risk att få lungcancer på grund av radon. Planen fokuserar på att minska radonhalten i inomhusluft, eftersom radon i inandningsluften är den vanligaste orsaken till finländarnas exponering för strålning. Radongas i inomhusluften kommer antingen från marken eller berggrunden under eller kring byggnaden, från byggprodukter eller från borrbrunnsvatten. Handlingsplanen grundar sig på artikel 103 i direktivet om grundläggande säkerhetsnormer för strålskyddet (2013/59/Euratom), som föreskriver att medlemsstaterna ska ta fram en nationell handlingsplan för förebyggande av riskerna med radon på lång sikt. I Finland har denna förpliktelse genomförts i 159 § i strålsäkerhetslagen (859/2018). Närmare bestämmelser om handlingsplanen och dess innehåll finns i statsrådets förordning om joniserande strålning (1034/2018, 54 § och bilaga 6).

Internet: stm.fi/sv/publikationer

BESTÄLLNINGAR
julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi

ISSN PDF 1797-9854
ISBN PDF 978-952-00-5449-6