



Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,
byggande och boende

RAPPORT

Radon i inomhusmiljön

– en konsekvensanalys av att införa WHO:s nya
rekommendationer på radonvärden



Radon i inomhusmiljön

– en konsekvensanalys av att införa WHO:s
nya rekommendationer på radonvärden

Boverket oktober 2010

Titel: Radon i inomhusmiljön
Utgivare: Boverket oktober 2010
Upplaga: 1
Antal ex: 85
Tryck: Boverket internt
ISBN tryck: 978-91-86559-85-4
ISBN pdf: 978-91-86559-86-1

Dnr: 1253-2568/2010

Publikationen kan beställas från:
Boverket, Publikationsservice, Box 534, 371 23 Karlskrona
Telefon: 0455-35 30 50 eller 35 30 56
Fax: 0455-819 27
E-post: publikationsservice@boverket.se
Webbplats: www.boverket.se

Rapporten finns som pdf på Boverkets webbplats.
Rapporten kan också tas fram i alternativt format på begäran.

Boverket 2010

Förord

WHO rekommenderar hårdare krav för radonhalten i bostäder. Anledningen är att det uppmärksammats att flertalet lungcancerfall orsakade av radon i bostäder uppstår i bostäder med en radonhalt under 200 Bq/m³, vilket är dagens rikt- och gränsvärde i Sverige. WHO rekommenderar en sänkning av radonhalten inomhus till 100 Bq/m³.

På generaldirektörmötet den 20 januari 2010 bestämdes därför att en enklare samhällsekonomisk konsekvensanalys av en sänkning av gräns- och riktvärde skulle göras. Uppdraget gick till radonsamordningsgruppen, en grupp bestående av representanter från ett flertal myndigheter som arbetar med radonfrågor. Två konsekvensanalyser gjordes, en för Socialstyrelsens riktvärde för radon i inomhusluften för befintligt bestånd och en för Boverkets gränsvärde vid nybyggnation. Resultatet presenteras i denna rapport.

Rapporten är resultatet av ett samarbete mellan; Arbetsmiljöverket, Boverket, Livsmedelsverket Socialstyrelsen, Strålsäkerhetsmyndigheten och Sveriges Geologiska Undersökning. För genomförande och sakligt innehåll i rapporten ansvarar dessa myndigheter gemensamt.

Projektledare och sammankallande för radonsamordningsgruppen har varit Joakim Thunborg, Boverket.

Karlskrona oktober 2010

Martin Storm
verksamhetschef

Innehåll

Sammanfattning	7
Radon i inomhusmiljön	9
Inledning	9
Hälsoeffekter	11
Nollalternativet	13
Befintligt bostadsbestånd	14
Nybyggnation	19
Slutsats och diskussion	24
Litteraturlista	29
Bilaga I – Kostnader och intäkter – beräkningar	31
Inledning	31
Befintligt bestånd	31
Nybyggnation	37
Bilaga II – Fördelning av radonkällor	43
Inledning	43

Sammanfattning

Rapportens mål är att utreda konsekvenserna av att myndigheterna an-
 ammar WHO:s nya rekommenderade gräns- och riktvärde för radon i bo-
 städer på 100 Bq/m^3 . Rapportens syfte är att utgöra ett beslutsunderlag
 för om radongränsvärdet och radonriktvärdet ska sänkas.

Befintligt bestånd

- 400 000 småhus och 230 000 lägenheter i Sverige har en radon-
 halt på $100\text{--}200 \text{ Bq/m}^3$ och behöver därmed radonsaneras om
 riktvärdet skärps. Det motsvarar cirka 1,3 miljoner boende.
- Kostnaden för en sådan radonsanering uppskattas till 14–19 mil-
 jarder kronor. De ökade driftskostnaderna uppskattas till 500 mil-
 joner kronor per år.
- Saneringsåtgärderna är inte samhällsekonomiskt rimliga. För att
 kostnaden ska vara rimlig bör 65–85 lungcancerfall förhindras
 per år. Minskat antal lungcancerfall i och med en sänkning av
 riktvärdet uppskattas till 40 fall.
- Saneringskostnaden för enskilda byggnader med blåbetong kan
 bli väldigt höga (se avsnittet ”kostnad för den enskilde fastighets-
 ägaren”).

Nybyggnation

- Knappt 5 000 människor kommer varje år att bo i nybyggda bo-
 städer med radonhalter högre än 100 Bq/m^3 enligt 2010 års
 byggprognos.
- Kostnaden för de förebyggande åtgärder som krävs för att få ner
 radonhalten under 100 Bq/m^3 vid nybyggnation uppskattas till
 130 miljoner kronor för 2010.
- Åtgärderna är inte samhällsekonomiskt rimliga. För att kostnaden
 ska vara rimlig bör 0,45 lungcancerfall förhindras per år. Minsk-
 ningen i antalet lungcancerfall i och med en sänkning av gräns-
 värdet uppskattas till 0,15 fall.
- Alternativt resonemang finns där kostnaden blir avsevärt lägre
 (se avsnittet ”alternativt resonemang kring nybyggnation”).

Slutsats

- Radonsamordningsgruppen rekommenderar att behålla dagens rikt- och gränsvärde för radon i bostäder på 200 Bq/m³.
 - Det är inte samhällsekonomiskt rimligt att genomföra en skärpning av rikt- och gränsvärdena. Dessutom är det stor risk för mycket höga saneringskostnader för enskilda byggnader.
 - Riktvärdet och gränsvärdet för radon bör vara desamma. Att ha olika rikt- och gränsvärden skapar troligen förvirring i branschen och kan leda till minskad respekt för gränsvärdena.
 - Det är oklart om det finns metoder för att få ned radonhalten till under 100 Bq/m³ i alla bostäder. Därmed riskerar ett striktare riktvärde på 100 Bq/m³ att bli ett slag i luften.
- *Vidare föreslås:*
 - En myndighetsgemensam utredning angående informationsinsatser om radon. Detta för att effektivare uppnå dagens rikt- och gränsvärden.
- *Övrigt:*
 - Följande områden anses som intressanta objekt för vidare forskning eller utredningar.
 - En grundligare beräkning av antalet lungcancerfall som undviks i och med en sänkning av rikt- och gränsvärde.
 - En bättre uppskattning av fördelningen mellan radonkällorna mark, byggmaterial och vatten.
 - Metodutveckling för sanering av blåbetongsbyggnader till värden under 100 Bq/m³.
 - Kopplingen mellan markens radonhalt och radonhalten i bostäder.

Radon i inomhusmiljön

Inledning

Radon¹ är en radioaktiv gas som finns naturligt i mark och grundvatten och som, beroende på markens genomsläpplighet och husgrundens täthet, sipprar in i huset vilket skapar en ohälsosam inomhusmiljö. Hus byggda med byggmaterial som innehåller höga halter radium, även kallat blåbetong, ger även ifrån sig radongas till inomhusluften.² Mellan 1929 och 1975 tillverkades blåbetong och var då också ett vanligt byggmaterial. Genom en överenskommelse upphörde tillverkningen 1975 men de kvarvarande lagren användes ytterligare några år.³ Vid användning av vatten med hög radonhalt avges en del av radongasen till inomhusluften.

Radonhalten inomhus beror på husets konstruktion och ventilationssystem men varierar även under säsongen, dagen och momentant. Detta gör att långa mätperioder krävs för att säkerställa radonhalten.

Eftersom förhöjda radonhalter inomhus är en olägenhet för människors hälsa finns det ett riktvärde för befintliga bostäder och ett gränsvärde för nybyggda bostäder. Riktvärdet är en rekommendation medan gränsvärdet är en bindande regel. Socialstyrelsens riktvärde för årsmedelvärde för radon i inomhusluft är 200 Becquerel per kubikmeter luft (Bq/m^3).⁴ Enligt Boverkets byggregler (BBR) får en nybyggd bostad inte ha en radonhalt (årsmedelvärde) över 200 Bq/m^3 .⁵

Denna utredning tillkom i samband med WHO:s rekommendation att bostäder ska ha en radonhalt på högst 100 Bq/m^3 .⁶ Orsaken till rekommendationen är inte att radon har blivit farligare utan att kunskapen om hur många i världen som blir exponerade för radon har ökat. Då majorite-

¹ Radon är en förfalloprodukt av radium som i sin tur är en förfalloprodukt av uran.

² Miljöhälsorapport 2009

³ Även om den s.k. blåbetongen innehåller höga radiumhalter så finns det andra byggmaterial med relativt hög halt, t.ex. block av slagg och tegel. Det är även stora variationer i radiumhalt i blåbetong från olika bruk där ett fåtal näst intill klarar kraven på material för nybyggnation

⁴ SOSFS 2004:6

⁵ BBR 6:23, senaste lydelse BFS 2006:12

⁶ WHO Handbook on Indoor Radon – A public health perspective 2009

ten människor bor i bostäder med en låg- eller medelhög radonhalt kommer även de flesta lungcancerfallen härifrån. WHO råder länder att, när gränsvärdet ska sättas, ta hänsyn till faktorer såsom antal bostäder med hög radonhalt och var dessa är byggda, genomsnittlig radonhalt i beståndet och rökvanor. Rökvanor inkluderas här eftersom majoriteten av alla lungcancerfall på grund av radonexponering drabbar rökaren. Om inte gränsen på 100 Bq/m^3 kan nås under landets rådande förutsättningar bör inte radonhalten överskrida 300 Bq/m^3 .⁷ Sverige har i jämförelse med andra europeiska länder en hög genomsnittlig radonhalt i den befintliga bebyggelsen men få rökare.

Om nya rikt- och gränsvärden införs i Sverige får detta konsekvenser för både det befintliga byggnadsbeståndet och vid nybyggnation. Att skärpa kravet på radonhalten i inomhusmiljön vid nybyggnation ställer än högre krav på hur bostäder byggs idag. Under 2010 och 2011 förväntas cirka 50 000 nya bostäder byggas för cirka 90 000 boende.⁸ För befintligt bestånd innebär en sänkning av riktvärdet från 200 till 100 Bq/m^3 att ytterligare 400 000 småhus och 230 000 lägenheter behöver radonsaneras. Det motsvarar cirka 1,3 miljoner boende.⁹

Problemformulering

Att sänka Boverkets gränsvärde och Socialstyrelsens riktvärde från 200 Bq/m^3 till 100 Bq/m^3 innebär merkostnader vid nybyggnation och saneringskostnader för befintligt bestånd. Nyttan är en friskare befolkning. Frågan är om nyttan överstiger kostnaden. Denna rapport syftar till att:

- ge en första uppskattning på hur höga de samhällseliga åtgärds- och driftskostnaderna blir
- väga dessa mot nyttan som kommer ur en friskare befolkning
- rekommendera huruvida en skärpning av gräns- och riktvärden bör ske

⁷ Ibid.

⁸ Boverkets indikatorer – Utvecklingen på bygg- bostads- och kreditmarknaden, juni 2010

⁹ God bebyggd miljö - Utvärdering av delmål för god inomhusmiljö - *Resultat från projektet BETSI*

Hälsoeffekter

Lungcancer är den hälsoeffekt som är förknippad med radon i inomhusmiljön. Hälsoriskerna hänger samman med att radongasen i inomhusluften sönderfaller till så kallade radondöttrar vilka fastnar på partiklar i luften. Vid inandning kommer en del av dessa radioaktiva partiklar att hamna i luftvägarna. Radondöttrarna utsöndrar alfastrålning som har hög energi men kort räckvidd vilket gör att det är cellerna i slemhinnan som i första hand kan skadas av strålningen.¹⁰ Vid långvarig exponering kan denna alfastrålning leda till lungcancer.

Cirka 15 procent av lungcancerfallen i Sverige orsakas av radon i bostäder. Detta motsvarar cirka 500 lungcancerfall från radon per år, varav cirka 50 fall där personen säger sig vara ickerökare.¹¹

Värdet av ett statistiskt liv

Majoriteten av de människor som får diagnosen lungcancer avlider i sjukdomen. Därför jämförs ett lungcancerfall med ett dödsfall i denna utredning.

För att kunna genomföra samhällsekonomiska analyser av säkerhetsförbättringar krävs att räddade liv förses med en prislapp. Inom nationalekonomin använder man sig av termen ”statistiskt liv” då man vill värdera ett liv i ekonomiska termer. Värdet av ett statistiskt liv (VSL) uppskattas vanligtvis genom att mäta individers betalningsvilja för att rädda ett liv.¹² En alternativ metod är produktionsbortfallsansatsen.¹³

Enligt Mattsson så är betalningsviljeansatsen den mest tillfredsställande metoden för att värdera ett statistiskt liv eftersom metoden inkluderar alla förluster.¹⁴ Även Hultkrantz och Svensson talar om betalningsviljeansatsen som den metod som bör användas som angreppssätt vid värdering av ett statistiskt liv eftersom den är grundad i ekonomisk teori och tar hänsyn till individers preferenser för säkerhet. Dock finns det metodmässiga svårigheter med betalningsvilja som värderingsmetod, exempelvis har det framkommit att människors betalningsvilja är okänslig för riskförändringens storlek liksom för mängden skador den gällde.¹⁵

Det har gjorts flera försök att skatta värdet av ett statistiskt liv genom betalningsviljeansatsen. Kylefors¹⁶ skattar värdet till 30 miljoner kronor, och använder värden mellan 5 och 50 miljoner kronor i känslighetsanalysen. Mattsson¹⁷ rekommenderar ett värde mellan 19 och 48 miljoner kronor baserat på flera studier. Hultkrantz och Svensson uppskattar värdet av

¹⁰ SOU 2001:7

¹¹ Miljöhälsorapport 2009

¹² En population med 10 000 invånare där det i genomsnitt dör en person per år och där varje invånare är villig att betala 100 kronor för att eliminera denna risk har en total betalningsvilja för att rädda ett liv på 1 miljon kronor.

¹³ Denna metod antar att samhället förutom att betala för sjukvård etc. även råkar ut för ett produktionsbortfall när någon avlider. Med produktionsbortfall menas den avlidnes förväntade framtida produktion sett som ett nuvärde.

¹⁴ Mattsson B. 1988, Cost-Benefit kalkyler

¹⁵ *Värdet av liv*, Hultkrantz & Svensson 2008

¹⁶ Kylefors M. 2001

¹⁷ Mattsson B. 2000

ett statistiskt liv till 21 miljoner kronor i 2006 års prisnivå, enligt en sammanställning av den forskning som då fanns på området.¹⁸ Uppräknat till 2010 års prisnivå skulle detta motsvara cirka 22 miljoner kronor.

Denna rapport kommer att använda Hultkrantz och Svenssons skattning på 22 miljoner kronor när de samhällsekonomiska kalkylerna görs, en siffra som kan diskuteras. Detta är just nu ett mycket aktivt forskningsfält och nya resultat kommer att dyka upp som kan kullkasta tidigare resultat. Det är dessutom så att den forskning som hittills har bedrivits kring värdering av säkerhet till stor del har fokuserat på trafiksäkerhet, något som bör beaktas här. Lungcancerfallspatienter är så gott som alltid över 55 år. Dödsfall i trafiken däremot drabbar oftast yngre människor. Om det antas att betalningsviljan för att rädda en äldre människa är lägre än för en yngre, innebär detta att värdet för det statistiska livet är satt för högt i denna rapport. I förlängningen gör detta att intäktsidan i den samhällsekonomiska kalkylen blir överskattad. Å andra sidan ser vi att vissa forskare rekommenderar värderingar av statistiska liv uppemot 50 miljoner kronor vilket tyder på att 22 miljoner kan vara en värdering i underkant.

Risk

För att kunna skatta hur många färre människor som får lungcancer om radonhalten i inomhusmiljön sänks används befintliga epidemiologiska studier.

Ett 40-tal fallkontrollstudier har genomförts på flera platser i Europa, bland annat i Sverige av Pershagen 1994¹⁹. Var för sig har studierna inte varit stora nog att påvisa ett säkert samband mellan radonexponering och lungcancer. På senare tid har däremot stora poolade studier genomförts som sammanställt data från studierna. Dessa studier har haft ett tillräckligt stort underlag för att kunna påvisa ett statistiskt signifikant samband mellan radonexponering och lungcancer. Resultaten mellan dessa stora poolade studier varierar något, dels på grund av att radonhalten i bostäder kan variera kraftigt, dels på grund av svårigheten att mäta radonexponering för en individ under lång tid. En av de ofta refererade studierna är Darby et al. 2006 som visar på en ökad lungcancerrisk med 16 procent per 100 Bq/m³.²⁰

¹⁸ *Värdet av liv*, Hultkrantz & Svensson 2008

¹⁹ Pershagen G. et al 1994

²⁰ Darby et al. 2006

Nollalternativet

Att inte göra något (nollalternativet) innebär att Boverket fortsätter att ha en radonhalt på 200 Bq/m³ i bostäder som gränsvärde vid nybyggnation och att Socialstyrelsen fortsätter att ha 200 Bq/m³ som riktvärde för befintliga bostäder. Detta är referenspunkten för denna rapport.

Regeringens miljömål för inomhusmiljön omfattar radon. I samband med den fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålen 2007 angav Boverket att målet för inomhusmiljö skulle utvärderas i samband med det pågående regeringsuppdraget "Byggnaders energi, tekniska status och inomhusmiljö, BETSI". Boverket redovisade därför en utvärdering av delmålet "God inomhusmiljö" samt förslag till förändringar i samband med att regeringsuppdraget färdigställdes i september 2009.

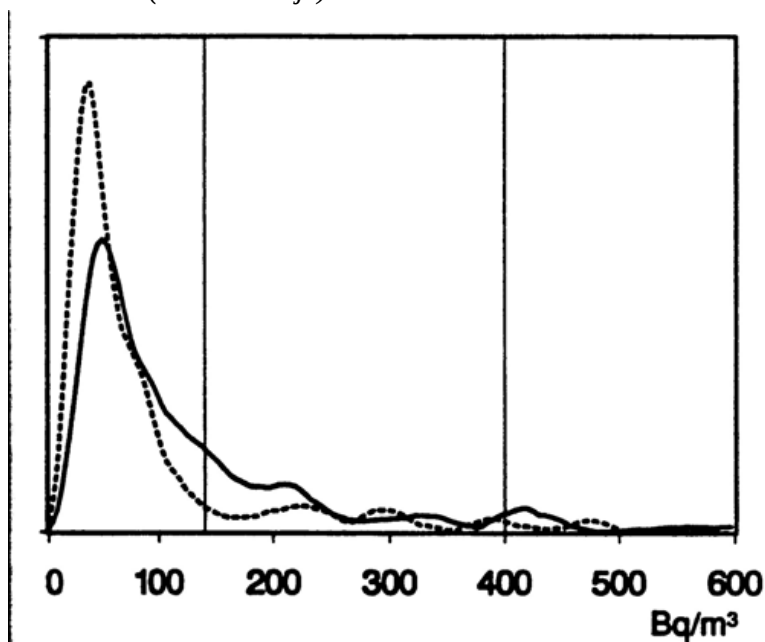
I utvärderingen av delmålet bedömer Boverket att målet för radon i skolor och förskolor kommer att nås till målåret 2010. Boverket bedömer också att målet avseende radon i flerbostadshus kommer att nås i tid, till 2020 om det inte byggs flerbostadshus med för hög radonhalt. För småhus har saneringstakten ökat betydligt sedan den förra fördjupade utvärderingen redovisades men Boverket bedömer ändå att det blir mycket svårt att nå målet i tid.

Vidare är det ett faktum att de rikt- och gränsvärden som finns idag inte efterlevs fullt ut. Det förekommer att nyproducerade bostäder har en radonhalt över gränsvärdet och det finns många bostäder i befintligt bestånd som ännu inte har nått dagens riktvärde på 200 Bq/m³ och som inte heller kommer att uppfylla detta till målåret 2020. Nollalternativet, att fortsätta att sanera och bygga efter befintliga rikt- och gränsvärden, innebär likväl att det finns mycket kvar att göra vad gäller radon i bostäder.

Befintligt bostadsbestånd

En sänkning av radonriktvärdet, från 200 Bq/m³ till 100 Bq/m³, i svenska bostäder skulle innebära att ytterligare 400 000 småhus samt 230 000 lägenheter behöver radonsaneras.²¹ Detta motsvarar 1,3 miljoner boende som genom saneringen skulle få en reducerad radongasexponering i inomhusmiljön. Saneringen medför en samhällsekonomisk kostnad. Kostnadsposterna i denna rapport är åtgärdskostnaden för radonsanering, vars storlek beror på huruvida radonkällan är marken, byggmaterialet eller brunnsvattnet och om det handlar om ett småhus eller flerbostadshus, samt den ökade driftskostnaden.

Figur 1: Radonhaltens fördelning bland småhus (heldragen linje) och flerbostadshus (streckad linje)



Källa: SSI rapport 2007:02

Figur 1 visar radonhaltens fördelning bland småhus och flerbostadshus. Y-axeln visar andel bostäder i respektive kategori, x-axeln radonhalten i bostäder. Som figuren tydligt visar så har en stor majoritet av bostäderna en radonhalt i inomhusluften under 100 Bq/m³.

Fördelning mellan byggmaterial, mark och vatten

Hur många bostäder som har mark, byggmaterial respektive vatten som radonkälla är svårt att uppskatta i dagsläget. Ett första försök att skatta fördelningen har ändå gjorts för denna utredning. För en mer korrekt uppskattning krävs det mer forskning inom området.

Uppskattningsvis finns det 25 000 småhus och 37 000 lägenheter konstruerade med blåbetong kvar idag med en radonhalt på 100 – 200 Bq/m³.

²¹ God bebyggd miljö – Utvärdering av delmål för god inomhusmiljö – Resultat från projektet BETSI

Detta motsvarar 6 procent respektive 16 procent av totalt antal småhus och lägenheter med en radonhalt på 100 – 200 Bq/m³.

3 procent av småhusen uppskattas ha en brunn där vattnet har en radonhalt över 1 000 Bq/l. Dessa hus anses i denna rapport ha vatten som radonkälla. En grov tumregel är att en radonhalt på 1000 Bq/l i vattnet bidrar till en ökning av radonhalten i luften med 100 Bq/m³.

Resterande bostäder har markradon som radonkälla, det vill säga 84 procent av flerbostadshusen samt 91 procent av småhusen. Tabell 1 sammanfattar detta.²²

Tabell 1: Fördelning av radonkälla i befintlig bebyggelse

	<i>Småhus</i>	<i>Flerbostadshus</i>
Byggmaterial	6 procent	16 procent
Vatten	3 procent	-
Mark	91 procent	84 procent

Markradon finns även i bostäder som har byggmaterial eller vatten som radonkälla. I teorin finns det naturligtvis bostäder med alla tre radonkällorna. Detta har inte tagits hänsyn till i denna utredning utan det har antagits att varje enskild byggnad har *en* radonkälla som kräver saneringsåtgärder. Den uppskattade saneringskostnaden är därför troligtvis understattad.

Kostnader för radonsanering

Den konsekvensanalys som gjordes i och med utvärderingen av regeringens miljömål för radon i inomhusmiljön, uppskattade att kostnaden för radonsanering inklusive ökade driftskostnader för att nå delmålet och dagens riktvärde på 200 Bq/m³ skulle hamna på 1 246 miljoner kronor per år. Nyttan med åtgärderna var att 100 lungcancerfall undveks till ett årligt värde av 2 100 miljoner. Denna rapport tar vid där den förra slutade och räknar således på kostnaderna och intäkterna i och med en sänkning av riktvärdet för radon i inomhusmiljön, från dagens 200 Bq/m³ till WHO:s förslag på 100 Bq/m³. Rapporten antar alltså att alla bostäder idag är åtgärdade till under 200 Bq/m³. Den samhällsekonomiska kostnaden för att sanera alla byggnader i beståndet med en radonhalt över 100 Bq/m³ fås genom att addera de två rapporternas resultat.

I rapporten har kostnaderna för att radonsanera delvis hämtats från radonbidragsregistret²³, delvis skattats av en extern konsult. Uppgifterna från radonbidragsregistret avser kostnader för att nå dagens riktvärde på 200 Bq/m³ men är applicerbart på det föreslagna riktvärdet på 100 Bq/m³ efter små justeringar. Exempelvis görs bedömningen att kostnaden är ungefär densamma vid sanering av markradon oavsett om det är 100 eller 200 Bq/m³ radon i bostaden som ska nås. Detta ger en lågt räknad saneringskostnad för markradon, vilket bör beaktas.

Om radonkällan är byggmaterialet varierar saneringskostnaden, dels beroende på hur stor del av bostaden som är konstruerad med blåbetong, dels på byggnadens area. Radiumhalten i blåbetong kan variera i olika ty-

²² Se bilaga II

²³ Radonbidragsregistret förvaltas av Boverket.

per av blåbetong. Detta innebär att tillskottet av radon i inomhusluften från byggnadsmaterial kan variera, vilket ger olika stora åtgärdskostnader beroende på typ av blåbetong.

De flesta bostäder med radon från byggnadsmaterial kan radonsaneras med hjälp av ventilation. Ökas ventilationen till dubbelt jämfört med innan, halveras radonmängden (detta är en tumregel). En ventilation kan dock inte forceras hur mycket som helst då detta skapar komfortproblem och är energimässigt oförsvarbart. Kompletterande åtgärder, då ventilationsåtgärder inte är tillräckligt, är utrivning av det radonhaltiga byggmaterialet eller inkapsling av byggmaterialet. I utredningen har inkapsling, i form av radontapet, valts som saneringsåtgärd. Radontapeten förhindrar radongasen att komma in i bostaden men har vissa begränsningar i både livslängd och krav vid applicering. Håltagning i radontapeten, för exempelvis upphängning av tavlor och hyllor, försämrar radonskyddet. Hur byggnader ska åtgärdas då ventilationsåtgärder inte är tillräckligt, är idag svårbedömt då det saknas bra underlag. Mer forskning krävs inom området.

Tabell 2: Saneringskostnader befintliga byggnader

	Markradon	Byggmaterial		Vatten
	Radonsug	Ventilation	Radontapet	Vattenrening
Småhus	28 000	48 000	96 000	23 000
Flerbostadshus	75 000	600 000	1 200 000	-

Kostnaderna är per byggnad exklusive moms. Ett flerbostadshus uppskattas innehålla 15 lägenheter i genomsnitt

Som tabell 2 visar, kostar en markradonsanering i genomsnitt 28 000 kronor exklusive moms för ett småhus. Ett småhus konstruerat med blåbetong kostar 48 000 kronor att sanera om det görs genom ökad ventilation och 96 000 genom radontapetsering. Att radonsanera en brunn med otjänligt vatten (radonhalt >1000 Bq/l) kostar cirka 23 000 kronor²⁴.

Markradonsaneringskostnaden förväntas vara ungefär densamma per kvadratmeter för småhus och flerbostadshus. Saneringskostnaden för markradon vad gäller flerbostadshus kan därför uppskattas genom en uppräknings utav kostnaden för småhusen och hamnar därmed på 75 000 kronor.

Marginalkostnaden för sanering av blåbetong i byggnader uppskattas öka kraftigt då radonhalten ska sänkas till 100 Bq/m³ jämfört med sänkningen till 200 Bq/m³. De föreslagna åtgärderna för blåbetonghus är en ventilationsförbättrande åtgärd (vanligtvis någon form av mekanisk ventilation) som beräknas kosta 600 000 kronor per flerbostadshus och i vissa fall att radontapetsera vilket beräknas kosta 1 200 000 kronor per flerbostadshus.

För att beräkna kostnaden för att radonsanera byggnader konstruerade med blåbetong i det befintliga beståndet med syftet att ta ner radonhalten från 200 Bq/m³ till 100 Bq/m³ har två alternativa fall använts. Den lägre

²⁴ Mellan 1997 och 1999 fanns det ett bidrag för sanering av vattenradon och ur den statistiken uppskattas kostnaden (bidragsunderlaget) per småhus till knappt 20 000 kr. Detta skulle i 2010 års penningvärde motsvara drygt 23 000 kronor.

kostnaden då alla blåbetonghus antas kunna åtgärdas med enbart ventilationsåtgärder. Den högre kostnaden då det antas att alla blåbetonghus måste åtgärdas med både ventilationsåtgärder och radontapetsering. I dag finns inte den information som behövs för att mer exakt uppskatta vilka hus som enbart klarar sig med ventilationsåtgärder och vilka som behöver ytterligare åtgärder.

Totalkostnaden för radonsanering av småhusbeståndet uppskattas till 11,5–13,8 miljarder kronor. Samtliga investeringar görs 2010. Med en kalkylränta på 4 procent och en ekonomisk livslängd på 20 år blir saneringskostnaden i annuiteter 850–1 000 miljoner kronor per år.

Motsvarande siffror för flerbostadshus är 2,5–5,5 miljarder kronor i totalkostnad om investeringen görs 2010. Omräknat till annuiteter blir saneringskostnaden 180–400 miljoner per år.

Vidare tillkommer ökade driftskostnader vilka uppskattas uppgå till 500 miljoner per år.²⁵

Total kostnad för att radonsanera befintligt bestånd hamnar därmed på 14–19 miljarder givet att alla investeringar görs under 2010. Kostnaden per år uppskattas till 1,5–1,9 miljarder inklusive ökade driftskostnader.²⁶

Samhällsekonomisk kalkyl för befintligt bestånd

Nyttan med ett skärpt gränsvärde för radonhalten i inomhusmiljön i befintliga bostäder, från dagens 200 Bq/m³ till 100 Bq/m³, är färre lungcancerfall. Hur många färre beror bland annat på följande faktorer:

- andel lungcancerfall på grund av radon
- reducerad radonexponering för individen
- riskminskningen i och med sänkningen av radonhalten

Att sänka riktvärdet för befintligt bestånd från 200 till 100 Bq/m³ skulle uppskattningsvis kosta 1,5–1,9 miljarder kronor per år i sanerings- och driftskostnader.

För att åtgärderna ska vara samhällsekonomiskt rimliga ska nyttan, färre lungcancerfall, per år värderat i kronor, vara högre än saneringskostnaden. För att kunna värdera nyttan behövs en beräkning av antal lungcancerfall som minskas per år i och med sänkningen av radonhalten. Strålsäkerhetsmyndigheten har gjort en preliminär riskbedömning, som visar på en reducering av 40 lungcancerfall per år om riktvärdet sänks. I sin beräkning har de gjort antagandet att den faktiska medelradonhalten i svenska bostäder då kommer att ligga på 75 Bq/m³ i stället för dagens 83 Bq/m³.²⁷

Ett statistiskt liv värderas i rapporten till 22 miljoner (se avsnittet om hälsoeffekter). 40 färre lungcancerfall under ett år värderas därmed till 880 miljoner kronor. Kostnaden på 1,5–1,9 miljarder kronor är större än nyttan på 0,9 miljarder. Kostnaden fortsätter att vara större än nyttan även

²⁵ God bebyggd miljö - Utvärdering av delmål för god inomhusmiljö - *Resultat från projektet Betsi* uppskattade driftskostnadsökningen för att nå delmålet 200 Bq/m³ till 265 miljoner. Driftkostnaderna, grovt uppskattat, förväntas öka med det dubbla vid ett skärpt riktvärde.

²⁶ Se bilaga I

²⁷ Se bilaga I

om vi antar att endast ventilation är nödvändig eller om vi antar en ekonomisk livslängd på 30 år istället för 20.

Det ska påpekas att både värdet av kostnaderna och nyttorna i denna förenklade uppskattning är förknippade med *stora* osäkerheter.

Kostnad för den enskilde fastighetsägaren

Som det framgår av tabell 2 kan radonsanering för ett flerbostadshus konstruerat med blåbetong bli dyrt för fastighetsägaren, uppemot två miljoner givet att flerbostadshuset har femton lägenheter. Många flerbostadshus innehåller dock fler lägenheter än så. Flerbostadshus på uppemot 1 000 m², med 60 lägenheter är relativt vanligt förekommande i Sverige. En sådan byggnad konstruerad med blåbetong skulle kosta 7,2 miljoner kronor att sanera om både ökad ventilation och inkapsling av radonmaterialet är nödvändigt. En kostnad som fastighetsägaren får stå för.²⁸

Eftersom saneringskostnaderna kan skilja kraftigt bör detta tas hänsyn till så att vissa grupper inte ska få oskäligt höga saneringskostnader jämfört med nyttan.

²⁸ Se bilaga I

Nybyggnation

Radongruppen antar i denna utredning att av alla åtgärder som krävs vid nybyggnation för att få ner radonhalten i bostäder till 100 Bq/m³, så är det endast vissa som tillkommer utöver normalt byggförfarande.²⁹

Nyttan med att bygga så att radonhalten inte överstiger 100 Bq/m³, jämfört med det gamla gränsvärdet på 200 Bq/m³, är en förbättrad inomhusmiljö vilket minskar ohälsan för de boende. Kostnaden för de åtgärder som tillkommer utöver normalt byggförfarande kan alltså ställas mot alla de fördelar som en friskare befolkning ger.

Prognos nybyggnation

Enligt Boverkets indikatorer kommer Sverige under 2010–2011 att bygga knappt 50 000 nya bostäder motsvarande cirka 90 000 boende (41 000 boende 2010 och 47 000 boende 2011). Observera att prognosen visar på antalet bostäder och inte antalet byggnader. Enligt BETSI är det i medeltal cirka 15 lägenheter i varje flerbostadshus. Detta innebär att de 12 500 bostads- och hyresrätter som uppskattas byggas under 2010 motsvarar knappt 900 byggnader. Ett småhus representerar en bostad.

Tabell 3: Prognos för bostadsbyggandet, antal bostäder

		2010	2011
Flerbostadshus	Hyresrätter	6000	6500
	Bostadsrätter	6500	8000
Småhus	Bostäder i småhus	8500	9500
	Nettotillskott genom ombyggnad	1500	2000
	Totalt	22500	26000

Källa: Boverkets indikatorer 2010

Tabell 3 visar att 12 500 bostäder (hyres- och bostadsrätter) i flerbostadshus och 8 500 småhus kommer att byggas enligt 2010 års prognos. Motsvarande siffror för 2011 är 14 500 bostäder i flerbostadshus och 9 500 småhus. Nettotillskottet genom ombyggnad inkluderas inte i denna rapport.

Uppgången i nybyggnation kommer att fortsätta under 2012 under förutsättning att konjunkturen fortsätter vara gynnsam. Efterfrågan kommer trots ökningen i byggandet vara större än utbudet av bostäder enligt Boverkets indikatorer.³⁰

Hög-, normal- eller lågriskområde

Halten radon i markluften varierar över landet. Cirka 10 procent av ytan bedöms vara högradonmark (alunskiffer, radioaktiva graniter, grusåsar m.m.), cirka 70 procent normalradonmark (morän m.m.) och cirka 20 procent lågradonmark (kalksten, sandsten, lera).³¹ Dock är sambandet mellan marktyp (låg-, normal- och högriskområde) och radonhalt i bostäder dåligt undersökt. Att sambandet upplevs som litet kan delvis bero på

²⁹ Se bilaga II

³⁰ Boverkets indikatorer – Utvecklingen på bygg- bostads- och kreditmarknaden, juni 2010

³¹ Proposition 2001/02:128 Vissa inomhusfrågor

att många radonriskkartor är bristfälliga. Det finns också en uppfattning om att en byggnad i ett lågriskområde inte innebär någon risk för de boende, men så är inte fallet.

Ett exempel från Hudiksvalls kommun, där samtliga småhus byggda efter 1980 har mätts, visar att riskklassningen av marken inte nödvändigtvis säger något om radonhalten i inomhusluften.³²

Tabell 4: Radonhalter i småhus i Hudiksvall byggda efter 1980

Typ av område	Antal mätta hus	0–200 Bq/m ³	>200 Bq/m ³	>400 Bq/m ³
Högriskområde	290	88 %	12 %	3 %
Normalriskområde	310	90 %	10 %	3 %
Lågriskområde	180	86 %	14 %	3 %

Som tabell 4 visar har 88 procent av småhusen i högriskområden en radonhalt i bostäder på 200 Bq/m³ eller lägre. För småhusen i lågriskområden var motsvarande siffra 86 procent. 3 procent av småhusen hade en radonhalt inomhus på 400 Bq/m³ eller högre, detta oavsett riskområde.

Av tabellen framgår att riskklassningen av marken i Hudiksvalls kommun inte har avgörande betydelse för om bostäderna får en hög eller låg radonhalt inomhus. Det finns många osäkerheter i denna studie men resonemanget ovan leder till beslutet att i denna rapport inte ta hänsyn till vilken typ av riskområde marken har vid nybyggnation.

Rapporten har utgått från att alla nybyggda hus konstrueras med extra åtgärder (jämfört med normalt byggande) så att radonhalten understiger 100 Bq/m³ i bostäder, detta oberoende av huruvida byggnaden byggs på ett hög-, mellan- eller lågriskområde. Detta antagande görs utifrån följande fakta:

- Underlaget för att kunna räkna på antalet hus byggda på respektive riskområde är otillräckligt.
- Kvalitén på befintliga markradonkartor varierar och kan inte ligga till grund för en uppskattning.
- Osäkerhet råder om sambandet mellan markradon och radonhalten i bostäder.

Merkostnader för radonåtgärder vid nybyggnation.

Med merkostnad menas i rapporten den tilläggskostnad som tillkommer utöver normalt byggande för att säkerställa att radonhalten i bostäder går från dagens nybyggnadskrav på 200 Bq/m³ ned till eller under 100 Bq/m³.

Merkostnaden vid nybyggnation för att sänka radonhalten i bostäder från 200 till 100 Bq/m³ beror på huruvida byggnaden har kryppgrund, källare eller platta på mark. Kostnaderna inkluderar projektering, arbete, material och kontroller.³³

Tabell 5: Merkostnad radonåtgärder vid nybyggnation

³² SOU 2001:7

³³ Se bilaga I

	<i>Källare</i>	<i>Krypgrund</i>	<i>Platta på mark</i>	<i>Total kostnad/år</i>
Småhus	9 500 kr	19 000 kr	10 600 kr	10 000 000 kr
Flerbostadshus	19 400 kr	46 000 kr	23 900 kr	

Tabell 5 visar merkostnaden för radonåtgärder fördelat på bostadstyp och typ av grund. Exempelvis uppskattas radonsäkringsarbetet för ett småhus med källare ha en merkostnad på 9 500 kronor. För ett flerbostadshus hamnar denna på cirka 19 400 kronor. Total kostnad per år är den totala samhällsliga merkostnaden per år för att säkerställa att radonhalten i alla bostäder som byggs 2010 hamnar under 100 Bq/m^3 istället för, som idag, under 200 Bq/m^3 . Som tabellen visar är det byggnader med krypgrund som är dyrast att åtgärda. Dock uppskattas enbart 30 procent av småhusen och inga flerbostadshus ha konstruerats med krypgrund.

För småhus och flerbostadshus med krypgrund uppskattas merkostnaden för att säkerställa en radonhalt under 100 Bq/m^3 att hamna på 45 miljoner kronor under 2010 och 55 miljoner kronor under 2011 (2010 års prisnivå).

Motsvarande kostnad för småhus och flerbostadshus med källare uppskattas till 11 miljoner under 2010 och 12 miljoner under 2011.

För småhus och flerbostadshus med platta på mark uppskattas merkostnaden för åtgärderna hamna på 70 miljoner under 2010 och 80 miljoner under 2011.

Den totala merkostnaden för radonåtgärder vid nybyggnation under 2010 uppskattas till cirka 130 miljoner, där småhusen står för 110 miljoner. Under 2011 uppskattas denna kostnad att ligga på 150 miljoner kronor, varav 123 miljoner för småhus.

Investeringskostnaden eller merkostnaden för radonsäkringsarbetet under 2010, omräknat till annuiteter, då vi antar en ekonomisk livslängd på 20 år och en kalkylränta på 4 procent, ger en årlig merkostnad på cirka 10 miljoner kronor. Ingen ökad driftskostnad är förväntad.³⁴

Samhällsekonomisk kalkyl för nybyggnation

Nyttan med ett skärpt gränsvärde för radonhalten i inomhusmiljön i nyproducerade bostäder, från dagens 200 Bq/m^3 till 100 Bq/m^3 , är färre lungcancerfall. Hur många färre beror bland annat på följande faktorer:

- andel lungcancerfall på grund av radon
- reducerad radonexponering för individen
- riskminskningen i och med en sänkt radonexponering
- antal byggda bostäder.

Att sänka gränsvärdet vid nybyggnation, från 200 till 100 Bq/m^3 , skulle uppskattningsvis innebära 10 miljoner kronor per år i merkostnader enligt 2010 års byggprognos.

För att åtgärderna ska vara samhällsekonomiskt rimliga ska nyttan, minskade lungcancerfall per år värderat i kronor, vara högre än den mer-

³⁴ Se bilaga I

kostnad som åtgärderna ger upphov till. För att kunna värdera nyttan behövs en beräkning av antalet lungcancerfall som minskat per år i och med sänkningen av gränsvärdet. Av de 41 000 människor som flyttar in i nya bostäder 2010 så uppskattas knappt 5 000 av dessa leva i bostäder med radonhalter över 100 Bq/m³. Genom att använda Strålsäkerhetsmyndighetens preliminära riskbedömning för befintliga byggnader uppskattas att 0,15 lungcancerfall förhindras om gränsvärdet vid nybyggnation sänks från 200 till 100 Bq/m³.³⁵

Ett statistiskt liv värderas idag till 22 miljoner kronor (se avsnittet om hälsoeffekter). 0,15 färre lungcancerfall under ett år värderas därmed till 3,3 miljoner kronor. Således är merkostnaden på 10 miljoner kronor större än nyttan på 3,3 miljoner kronor. Då den ekonomiska livslängden på åtgärderna är svåra att uppskatta har en känslighetsanalys gjorts för kostnadssidan av kalkylen. Kostnaden är fortsatt högre än nyttan även om vi antar en ekonomisk livslängd på 100 år för åtgärderna.³⁶

Det ska också påpekas att både värdet av kostnaderna och nyttorna i denna förenklade uppskattning är förknippade med *stora* osäkerheter.

Alternativt resonemang vid nybyggnation

Det finns flera svårigheter med att beräkna merkostnaden vid nybyggnation. Vilka åtgärder som anses gå under normalt byggförfarande och vilka som antas vara extra åtgärder med en merkostnad är oklart.

Ett alternativt resonemang bygger på att i princip alla åtgärder som krävs för att få ner radonhalten till 100 Bq/m³ redan borde göras enligt dagens byggregler. Det byggs idag bostäder med radonhalter över gränsvärdet 200 Bq/m³, framför allt på grund av slarv och okunskap. Ett krav på bättre förebyggande åtgärder skulle därför behöva ställas redan med dagens gränsvärde. Om byggare i dagsläget utförde förebyggande åtgärder skulle detta antagligen leda till att radonhalterna i byggnaderna skulle vara låga, under 200 Bq/m³ och till och med under 100 Bq/m³. Merkostnaden vid nybyggnation enligt denna rapport skulle alltså vara nära noll. Kostnaderna för projektering och kontroller skulle försvinna då de redan behövs i dagsläget. Kostnaderna för arbete och material skulle bli mycket låga då extraarbetet för att täta mer lufttätt skulle vara marginellt.

Den lägre merkostnaden enligt resonemanget ovan skulle antagligen leda till att en sänkning av gränsvärdet blir samhällsekonomiskt rimligt. Dock kvarstår problemet med att det i dagsläget under byggskedet inte utförs förebyggande åtgärder på ett korrekt sätt. Eftersom de förebyggande åtgärderna i huvudsak består av radonspecifika tätningsarbeten blir det stor skillnad om dessa utförs eller ej. I normalt byggande görs grunderna relativt täta men det finns ändå några ställen där radongas kan ta sig in i bostaden. Dessa specifika otätheter för just radongas är enkla och billiga att åtgärda om kunskapen om dessa finns under byggskedet.

Som referenspunkt i diskussionen om ett skärpt gränsvärde vid nybyggnation kan Grays studie i Storbritannien nämnas. Studien visar att det är mycket kostnadseffektivt att göra enkla åtgärder vid nybyggnationer i utvalda områden³⁷. Åtgärderna skulle dessutom fortsätta vara kost-

³⁵ Se bilaga I

³⁶ Se bilaga I

³⁷ Områden där den genomsnittliga radonhalten i bostäder är högre än 52 Bq/m³

nadseffektiva om de genomfördes generellt i landet.³⁸ Storbritannien har ett mycket lägre radongenomsnitt än Sverige vilket tyder på att liknande åtgärder skulle vara än mer kostnadseffektiva här, vilket också sägs i artikeln. Dock används i Storbritannien inte kryppgrund i samma utsträckning, vilken är den dyraste grunden att åtgärda. Grays studie kan även appliceras på nuvarande gränsvärde och på problemet med att det uppförs byggnader med förhöjda radonhalter.

³⁸ Gray et al 2009, Observera att Grays studie behandlar kostnadseffektivitet dvs. vilken åtgärd som ger mest nytta givet en viss kostnad. Denna rapport väger kostnaden mot intäkten och nyttan värderat i kronor.

Slutsats och diskussion

Slutsats

Befintlig byggnation:

Socialstyrelsens riktvärde kvarstår på 200 Bq/m³.

Nybyggnation:

Boverkets gränsvärde kvarstår på 200 Bq/m³.

Förslag:

- Utredda hur myndigheterna effektivast får bukt med radonproblem vid nybyggnation och ökar radonsaneringstakten i befintlig byggnation.

Övrigt:

- För en grundligare kunskap om konsekvenserna av sänkta rikt- och gränsvärden behövs det mer forskning inom vissa områden (se avsnittet om forskningsbehov).

Diskussion kring befintlig byggnation

Här följer en diskussion kring fördelarna och nackdelarna med en sänkning av riktvärdet för befintlig bebyggelse.

*Argument **mot** en sänkning av befintligt riktvärde:*

- Enligt den förenklade samhällsekonomiska kalkylen är det *inte* samhällsekonomiskt rimligt att sänka radonriktvärdet från 200 till 100 Bq/m³ då nyttan av en sänkning, (färre lungcancerfall) värderat i kronor, är lägre än saneringskostnaden per år.
- Det finns en stor risk för extremt höga kostnader för byggnader med blåbetong som inte kan åtgärdas med enbart ventilationsåtgärder. För ett flerbostadshus med 60 lägenheter, kan saneringskostnaden hamna på drygt 7 miljoner kronor, beroende på vilka åtgärder som behövs. Att kräva av ägaren att radonsanera sin byggnad till sådana kostnader är inte skäligt.
- En prioritering av befintliga problem med nuvarande riktvärde är att föredra. I dagsläget finns det bostäder med radonhalter över 200 Bq/m³ som inte förväntas få ner radonhalten till nuvarande riktvärde till år 2020. En utvärdering om hur resurserna kan användas mer effektivt bör göras.
- Argumenten i rapporten är baserade på antagandet att det i praktiken är möjligt att få ner radonhalten till 100 Bq/m³ i inomhusmiljön. Det är dock oklart om det finns metoder för att minska radonhalten i alla bostäder till under 100 Bq/m³ vilket innebär att de nya reglerna riskerar att bli ett slag i luften om de inte är möjliga att praktiskt genomföra.

*Argument **för** en sänkning av befintligt riktvärde:*

- Det finns en osäkerhet i beräkningarna av hur många lungcancerfall som minskas i och med en sänkning av riktvärdet. Om antalet är undervärderat bör slutsatsen att inte sänka riktvärdet omvärderas.

Diskussion kring nybyggnation

Här följer en diskussion kring fördelarna och nackdelarna med en sänkning av gränsvärdet vid nybyggnation.

*Argument **mot** en sänkning av befintligt gränsvärde:*

- Enligt den förenklade samhällsekonomiska kalkylen är det *inte* samhällsekonomiskt rimligt att sänka radongränsvärdet från 200 till 100 Bq/m³ då nyttan av en sänkning (färre lungcancerfall) värderat i kronor, är lägre än saneringskostnaden per år.
- Ett gemensamt rikt- och gränsvärde är fördelaktigt. Att ha olika rikt- och gränsvärden skapar troligen förvirring i branschen och kan leda till minskad respekt för gränsvärdena.
- En prioritering av befintliga problem med nuvarande gränsvärde är att föredra. I dagsläget uppförs byggnader med över 200 Bq/m³ radonhalt i bostäder, vilket pekar på att branschen behöver mer kunskap inom området. En informationsinsats för att komma till rätta med problemen kan vara en lösning.

*Argument **för** en sänkning av befintligt gränsvärde:*

- Kostnaderna för åtgärderna skulle kunna räknas betydligt lägre i det fall man gör antagandet att branschen redan borde göra vissa förebyggande åtgärder (se avsnittet om alternativa resonemang vid nybyggnation).
- Det finns en osäkerhet i beräkningarna av hur många lungcancerfall som kan undvikas genom en sänkning av gränsvärdet. Om antalet är undervärderat bör slutsatsen att inte sänka gränsvärdet omvärderas.

Samhällsekonomisk diskussion

I utredningen har vissa antaganden och förenklingar gjorts. Nedan följer en diskussion om vilka faktorer som skulle kunna påverka kostnads- respektive intäktsberäkningarna i rapporten.

Lågt räknade kostnader:

- Saneringskostnaderna för mark- och vattenradon som använts i utvärderingen är genomsnittskostnaderna för att sänka radonhalten till 200 Bq/m³. De flesta markradonåtgärderna sänker radonhalten till, och även under 100 Bq/m³, men i vissa fall krävs dyrare åtgärder.
- En byggnad kan ha en kombination av radonkällor. Detta har inte tagits hänsyn till i rapporten utan det har antagits att varje enskild byggnad har *en* radonkälla som kräver saneringsåtgärder.
- Det saknas kunskap om saneringskostnaderna för byggnader med blåbetong där det inte räcker med ventilationsåtgärder. Det är inte heller fastställt om det faktiskt är praktiskt möjligt att få ned radonhalten till under 100 Bq/m³ i alla bostäder.
- Bara åtgärdskostnaden och ökade driftskostnader är inkluderade i rapportens kalkyler. Kostnaden för exempelvis lokalisering av byggnaderna och för radonundersökningar är inte med i beräkningen.

Högt räknade kostnader:

- Vid nybyggnation har det antagits att alla byggnader ska genomföra förebyggande åtgärder. Sannolikt så finns det ett antal hus där markegenskaperna är sådana att dessa åtgärder inte är nödvändiga.
- Vid nybyggnation har det inte tagits hänsyn till att branschen lär sig vilket medför att kostnaden för externa konsulter minskar. I det fall alla byggare visste vilka förebyggande radonåtgärder de skulle vidta i byggskedet skulle kostnaden för material och arbetstid bli lägre än i denna utredning.
- Det saknas kunskap om kostnader för byggnader med blåbetong där det inte räcker med ventilationsåtgärder.
- Kostnadsberäkningarna har gjorts på antagandet att alla investeringar görs idag. Detta gör att kostnaderna överskattas. Hade vi räknat på att investeringarna görs i slutet av den ekonomiska livslängden sjunker kostnaden räknat som ett nuvärde.
- En underskattad livslängd på de tätningsåtgärder som görs vid nybyggnation ger en överskattad årskostnad.

Högt räknade intäkter:

- Om värderingen av ett statistiskt liv är övervärderat är även intäktssidan detta (se avsnittet om hälsoeffekter).

Lågt räknade intäkter:

- Om antalet lungcancerfall i verkligheten minskar mer än beräknat, är värdet på intäktssidan för lågt (se avsnittet om hälsoeffekter).

Forskningsbehov

Vissa antaganden och förenklingar i rapporten är inte helt utredda och det finns behov av forskning inom dessa områden för att få bättre noggrannhet i resultatet.

- **En grundligare beräkning av antalet lungcancerfall som undviks i och med en sänkning.**
SSM:s uppskattning på 40 lungcancerfall är preliminär och osäker. Utan en kvalificerad uppskattning är det svårt att utvärdera intäktssidan.
- **En bättre uppskattning av fördelningen mellan radonkällorna mark, byggmaterial och vatten.**
Det finns ingen bra skattning på hur många bostäder som är konstruerade med blåbetong eller var dessa är uppförda. Det saknas även skattningar på hur många småhus som får en ökad radonhalt på grund av vatten. En kvalificerad skattning av de olika radonkällorna behövs för en bättre kostnadsbild av radonsanering i befintligt bestånd.
- **Metodutveckling för sanering av blåbetongsbyggnader.**
Att sanera ett flerbostadshus konstruerat med blåbetong kan, vilket rapporten har visat, bli dyrt för den enskilda fastighetsägaren. Kunskapen om huruvida dessa byggnader kan nå en radonhalt på 100 Bq/m³ genom enbart ökad ventilation eller om det krävs fler åtgärder finns inte idag, vilket ger en skev kostnadsbild.
- **Kopplingen mellan radon i marken och radonhalt i bostäder.**
Sambandet mellan marktyp (låg-, normal- och högriskområde) och radonhalt i bostäder är dåligt undersökt. Många radonriskkartor är bristfälliga och det finns en uppfattning om att en byggnad i ett lågriskområde inte innebär någon risk för de boende.

Alternativa lösningar för att nå målet

I denna rapport analyseras antalet lungcancerfall som minskar i och med en sänkning av radonhalten i befintliga och nybyggda bostäder, från 200 till 100 Bq/m³, samt vad detta kostar samhället i sanerings- och åtgärds-

kostnader. Hade målet varit att bara reducera antalet lungcancerfall, skulle kanske andra insatser varit mer kostnadseffektiva.

Vi vet att rökning är starkt kopplat till radongas och lungcancer. 450 av 500 lungcancerfall p.g.a. radon i bostäder drabbar rökare.³⁹ Hur många av resterande procent som får lungcancer p.g.a. passiv rökning vet man inte. Att istället lägga tid och resurser på att reducera antalet rökare skulle, om åtgärderna fungerade och verkligen ledde till färre rökare, onekligen kunna minska antalet lungcancerfall än mer. Dock kvarstår faktum att 50 av 500 lungcancerfall drabbar ickerökare.

³⁹ Miljö & Hälsa i Västra Götaland 2010

Litteraturlista

Andersson P. et al (2007). *SSI rapport 2007:02 Strålmiljön i Sverige*, januari

BBR 6:23. *Boverkets byggregler och allmänna råd Avsnitt 6:23, senaste lydelse BFS 2006:12*

Boverket (2010). *Boverkets indikatorer – Utvecklingen på bygg-, bostads- och kreditmarknaden*, juni 2010

Boverket (2010). *God bebyggd miljö – Utvärdering av delmål för god inomhusmiljö – Resultat från projektet BETSI*, mars 2010

Boverket skrift (2009). *Åtgärder mot radon i bostäder*, oktober 2009

Darby et al (2005). *Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies*. BMJ jan 2005:330

Darby et al (2006). *Residential radon and lung cancer – detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 persons with lung cancer and 14208 persons without lung cancer from 13 epidemiological studies in Europe*. Scand j Work Environ Health 2006;32 suppl 1:1–84

Ek, Britt-Marie et al (2008). *Naturligt radioaktiva ämnen, arsenik och andra metaller i dricksvatten från enskilda brunnar*, SSI rapport 2008:15

Gray et al (2009). *Lung cancer deaths from indoor radon and the cost effectiveness and potential of policies to reduce them*. BMJ jan 2009:338

Hultkrantz L. & Svensson M. (2008); *Värdet av liv; Ekonomisk debatt* nr:2

Kylefors, M (2001). *Cost-Benefit Analysis of Separation Distances*, diss, Department of Fire Safety engineering Lund University, Sweden

Mattsson, B (2000). *Riskhantering vid skydd mot olyckor: problemlösning och beslutsfattande*. Räddningsverkets rapport R16/219-00). Karlstad, Räddningsverket

Mattsson, B (1988). *Cost-Benefit kalkyler*, Esselte Studium, Göteborg

Perhagen G, Åkerblom G, Axelson O, Clavensjö B, Damber L, Desai G, et al. *Residential radon exposure and lung cancer in Sweden*. N Engl J Med 1994; 330:159-64

Regeringens proposition 2001/02:128. Vissa inomhusfrågor

Socialstyrelsen (2009). *Miljöhälsorapport 2009*. Socialstyrelsen och Karolinska institutet

SOSFS 2004:6. *Socialstyrelsens allmänna råd om ändring i allmänna råden (SOSFS 1999:22) om tillsyn enligt miljöbalken – radon i inomhusluft*

SOU 2001:7 *Utredningen om radon i bostäder*

Tondel M. et al (2010). *Miljö & Hälsa i Västra Götaland 2010*

WHO (2009). *WHO Handbook on Indoor Radon – A public health perspective 2009*

Internet

www.geotec.se. "Borrade brunnar klarar sig bäst!" 2009:2

www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikation/Broschyr/2009/Faktablad_Radon_i_vatten.pdf

Bilaga I – Kostnader och intäkter – beräkningar

Inledning

I Bilaga I presenteras de kalkyler som har gjorts för att ta fram kostnads- och intäktsposterna som redovisas i rapporten.

Befintligt bestånd

Kostnader för radonsanering

Antaganden:

- 400 000 småhus och 230 000 lägenheter radonsaneras
- Samtliga investeringar görs 2010
- Kostnader i 2010 års priser inkluderar enbart åtgärds-kostnader.
- Kostnad för radonmätning, kartering, lokalisering av byggnader, etc. är *ej inräknade*.
- Ökade driftskostnader totalt 500 miljoner per år
- Ekonomisk livslängd 20 år
- Kalkylränta 4 procent
- Fördelning radonkälla tabell 1
- Saneringskostnader tabell 2

Tabell 1: Fördelning radonkälla befintlig bebyggelse⁴⁰

	Småhus	Flerbostadshus
Byggmaterial	6 procent	16 procent
Vatten	3 procent	-
Mark	91 procent	84 procent

⁴⁰ Se bilaga II för argumentation angående fördelning av radonkällorna

Tabell 2: Saneringskostnader befintliga byggnader⁴¹

	<i>Markradon</i>	<i>Byggmaterial</i>	<i>Vatten</i>	
	Radonsug	Ventilation	Radontapet	Vattenrening
Småhus	28 000	48 000	96 000	23 000 ⁴²
Flerbostadshus	75 000	600 000	1 200 000	-

* Kostnaderna är per byggnad exklusive moms. Ett flerbostadshus uppskattas innehålla 15 lägenheter i genomsnitt.

Småhus

Då det i dag inte finns någon fördelning tillgänglig för vilka blåbetonghus som kan saneras enbart med ventilation och vilka som behöver radontapet gör vi en lägsta kostnadsberäkning (bara ventilation krävs) och en högsta (ventilation och tapet krävs):

Resultat om alla investeringar görs 2010:

- Byggmaterial (bara ventilation):
o $400\,000 \times 0,06 \times 48\,000 = 1,2$ miljarder
- Byggmaterial (ventilation och radontapet):
o $400\,000 \times 0,06 \times (48\,000 + 96\,000) = 3,5$ miljarder
- Markradon:
o $400\,000 \times 0,91 \times 28\,000 = 10$ miljarder
- Vatten: $0,03 \times 400\,000 \times 23\,000 = 270$ miljoner

Totalt en grundinvestering på: Läst 11,5 miljarder kronor
 Högst 13,8 miljarder kronor

Omräknat till annuiteter: 20 års ekonomisk livslängd, 4 % kalkylränta

Annuitet = annuitetsfaktor x investeringskostnaden

Lägsta kostnad per år:

$$\frac{0,04(1,04)^{20}}{(1,04^{20})-1} \times 11\,500\,000\,000 = 850 \text{ miljoner}$$

Högsta kostnad per år:

$$\frac{0,04(1,04)^{20}}{(1,04^{20})-1} \times 13\,800\,000\,000 = 1 \text{ miljard}$$

⁴¹ Baserat på radonbidragsdata

⁴² Mellan 1997 och 1999 fanns det ett speciellt bidrag för sanering av vattenradon och ur den statistiken uppskattas kostnaden (bidragsunderlaget) per småhus till knappt 20 000 kronor. Detta skulle i 2010 års penningvärde motsvara drygt 23 000 kronor.

Känslighetsanalys:

Vi räknar även på en ekonomisk livslängd på 10 respektive 30 år för lägsta kostnaden (bara ventilation) och högsta kostnaden (ventilation och tapet).

10 år:

- Lägsta = $\frac{0,04(1,04)^{10}}{(1,04^{10})-1} \times 11\,500\,000\,000 = 1,4$ miljarder per år
- Högsta = $\frac{0,04(1,04)^{10}}{(1,04^{10})-1} \times 13\,800\,000\,000 = 1,7$ miljarder per år

30 år:

- Lägsta = $\frac{0,04(1,04)^{30}}{(1,04^{30})-1} \times 11\,500\,000\,000 = 665$ miljoner per år
- Högsta = $\frac{0,04(1,04)^{30}}{(1,04^{30})-1} \times 13\,800\,000\,000 = 800$ miljoner per år

Resultat saneringskostnader småhus:

- 10 års ekonomisk livslängd --> 1,4 – 1,7 miljarder per år
- 20 års ekonomisk livslängd --> 850 – 1 000 miljoner per år
- 30 års ekonomisk livslängd --> 665 – 800 miljoner per år

Flerbostadshus

Då det i dag inte finns någon fördelning tillgänglig för vilka blåbetonghus som kan saneras enbart med ventilation och vilka som behöver radontapet gör vi en lägsta kostnadsberäkning (bara ventilation krävs) och en högsta (ventilation och tapet krävs):

Resultat om alla investeringar görs 2010:

- Byggmaterial (bara ventilation) =
o $0,16 \times \frac{230000}{14,55} \times 600\,000 = 1,5$ miljarder
- Byggmaterial (ventilation + tapet) =
o $0,16 \times \frac{230000}{14,55} \times 1\,800\,000 = 4,6$ miljarder
- Markradon =
o $0,84 \times \frac{230000}{14,55} \times 75\,000 = 1$ miljard

Totalt en grundinvestering på:

Lägst 2,5 miljarder

Högst 5,6 miljarder

Omräknat till annuiteter: 20 års ekonomisk livslängd, 4 procent kalkylränta:

Annuitet = annuitetsfaktor x investeringskostnad

Lägsta kostnad per år:

$$\frac{0,04(1,04)^{20}}{(1,04)^{20}-1} \times 2\,500\,000\,000 = 180 \text{ miljoner kronor per år}$$

Högsta kostnad per år:

$$\frac{0,04(1,04)^{20}}{(1,04)^{20}-1} \times 5\,500\,000\,000 = 400 \text{ miljoner kronor per år}$$

Känslighetsanalys:

Vi räknar även på en ekonomisk livslängd på 10 respektive 30 år för lägsta kostnaden (bara ventilation) och högsta kostnaden (ventilation och radontapet)

10 år:

- $L\ddot{a}gsta = \frac{0,04(1,04)^{10}}{(1,04^{10})-1} \times 2\,500\,000\,000 = 300$ miljoner per år

- $\text{Högsta} = \frac{0,04(1,04)^{10}}{(1,04^{10})-1} \times 5\,600\,000\,000 = 690 \text{ miljoner per år}$

30 år:

- $\text{Lägsta} = \frac{0,04(1,04)^{30}}{(1,04^{30})-1} \times 2\,500\,000\,000 = 145 \text{ miljoner per år}$

- $Högsta = \frac{0,04(1,04)^{30}}{(1,04^{30}) - 1} \times 5\,600\,000\,000 = 325 \text{ miljoner per år}$

Resultat saneringskostnader flerbostadshus:

- 10 års ekonomisk livslängd --> 300 – 690 miljoner per år
- 20 års ekonomisk livslängd --> 180 – 400 miljoner per år
- 30 års ekonomisk livslängd --> 145 – 325 miljoner per år

Total saneringskostnad småhus och flerbostadshus per år

Observera att detta enbart är åtgärds kostnader och inkluderar inte kostnader för radonmätning eller lokalisering av radonbyggnaderna. Kostnaden är därför troligtvis underskattad. Det tillkommer även driftskostnader för ökad ventilation vilka uppskattas till **500 miljoner** per år⁴³

10 år:

- Lägsta = 1 400 + 300 miljoner = 1,7 miljarder per år
- Högsta = 1 700 + 690 miljoner = 2,4 miljarder per år

20 år:

- Lägsta = 850 + 180 miljoner = 1 miljard per år
- Högsta = 1000 + 400 miljoner = 1,4 miljarder per år

30 år:

- Lägsta = 665 + 145 = 700 miljoner per år
- Högsta = 800 + 325 = 1 125 miljoner per år

➔ *Total saneringskostnad, åtgärder och driftskostnader, för småhus och flerbostadshus:*

o 1,5 – 1,9 miljarder per år

Hög kostnad för den enskilde fastighetsägaren

Kostnad för ventilationsåtgärder och radontapetsering för ett genomsnittligt flerbostadshus med 15 lägenheter är 1 800 000 kronor. I exemplet i rapporten är flerbostadshuset 1000 m² och har 60 lägenheter dvs. fyra gånger så stort som genomsnittet:

Kostnad för fastighetsägaren (ventilation och radontapet):

1 800 000 x 4 = 7,2 miljoner kronor

Intäktssidan

Ett statistiskt liv antas kunna värderas till 22 miljoner kronor (se avsnittet om värdering av ett statistiskt liv):

- $\frac{1500000000}{22000000} = 65$
- $\frac{1900000000}{22000000} = 85$

⁴³ Baserat på Betsiutvärderingen där driftskostnadsökningen för att nå delmålet 200 Bq/m³ uppskattades till 265 miljoner kronor

- ➔ *65–85 lungcancerfall bör förhindras om det ska vara samhälls-ekonomiskt försvarbart att sanera befintligt bestånd.*

Strålsäkerhetsmyndigheten har gjort en preliminär riskbedömning för att uppskatta antalet sparade lungcancerfall om riktvärdet sänks från 200 Bq/m³ till 100 Bq/m³. Cirka 40 lungcancerfall skulle förhindras per år. I sin beräkning har Strålsäkerhetsmyndigheten gjort ett antagande att den faktiska medelradonhalten i svenska bostäder då kommer att ligga på 75 Bq/m³ istället för dagens 83 Bq/m³.⁴⁴

Strålsäkerhetsmyndighetens antaganden:

- Riskökningen är 16 procent per 100 Bq/m³.⁴⁵
- Vid en sänkning av gränsvärdet från 200 till 100 Bq/m³ sänks den faktiska medelhalten från 83 Bq/m³ till 75 Bq/m³.
- Att totalt 3 500 insjuknar i lungcancer i Sverige per år (Socialstyrelsen).
- Att formeln $d = \frac{m * p}{1 + m * p}$ gäller där:
 d = andelen lungcancerfall som beror på radon
 m = medelkoncentrationen i Bq/m³ i bostäder
 p = proportionell riskökning i risk per Bq/m³

Detta är en grov skattning, dock den bästa som finns att tillgå i dag.

40 fall x 22 000 000 = 880 miljoner per år.

- ➔ *Nytan är lägre än kostnaden! Detta gäller även om den ekonomiska livslängden antas vara 30 år och endast ventilation krävs för att sanera.*

⁴⁴ Data från BETSI

⁴⁵ Darby et al. 2006

Nybyggnation

Merkostnader för radonåtgärder

Antaganden:

- 12 500 bostäder i flerbostadshus byggs 2010
- 14 500 bostäder i flerbostadshus byggs 2011
- Varje flerbostadshus hyser i genomsnitt 14,55 lägenheter
- 8 500 småhus byggs 2010
- 9 500 småhus byggs 2011
- 2010 års prisnivå
- Ekonomisk livslängd 20 år
- Kalkylränta 4 procent

Merkostnaden för radonsäkring inkluderar projektering, arbete, kontroll och material. Vissa åtgärder görs som regel vid nybyggnation och får därmed ingen merkostnad.

Följande radonåtgärder ger en merkostnad:

- För platta på mark:
 - ovansida kantbalk avjämnas och förses med syllremsa som ej medger lufttransport in i huset
 - lufttäta genomföringar i bottenbjälklaget
 - alla genomföringar i plattan utförs så att inte markluft läcker in i bostaden
- För krypgrund:
 - lufttäta genomföringar i bjälklag
 - alla genomföringar i markmembranet utförs så att inte markluft läcker upp i krypgrunden
 - ovanpå PE-folien placeras landgångar för inspektion av grunden och skydd av folien
- För källare:
 - lufttäta genomföringar i bottenbjälklaget
 - alla genomföringar i plattan och källaryttervägg utförs så att inte markluft läcker in i källaren
 - rensbrunnar utförs med täta lock

Projekteringskostnaden för ett småhus = 1 000 kr

Projekteringskostnaden för ett flerbostadshus = 2 000 kr

Kontroll under produktion småhus = 1 000 kr

Kontroll under produktion flerbostadshus = 2 000 kr

Tabell 3: Fördelning grundtyp

Grundarea		Totalt	Medel	Avrundat
Grundläggning småhus	småhus	8 088 393	110	110
	flerbostadshus	3 720 447	304	300
	krypgrund	23 827	32,5 %	30
	källare	6 274	8,6 %	10
Grundläggning flerbostadshus	platta på mark	44 419	60,7 %	60
	krypgrund	191	1,6 %	0
	källare	2 165	17,7 %	15
	platta på mark	10 801	88,3 %	85

Källa: BETSI

Tabell 4: Merkostnader för radonsäkring

	Källare	Krypgrund	Platta på mark
Småhus (140 m ²)	9 500	19 000	10 600
Flerbostadshus (270 m ²)	19 400	46 000	23 900

Källa: Grontmij

Merkostnader 2010:

- Krypgrund småhus = $8\,500 \times 0,30 \times 19\,000 = 48,5$ miljoner
 - Krypgrund flerbostadshus = $860 \times 0 \times 46\,000 = 0$
 - Källare småhus = $8\,500 \times 0,10 \times 9\,500 = 8,1$ miljoner
 - Källare flerbostadshus = $860 \times 0,15 \times 19\,400 = 2,5$ miljoner
 - Platta på mark småhus = $8\,500 \times 0,6 \times 10\,600 = 54$ miljoner
 - Platta på mark flerbostadshus = $860 \times 0,85 \times 23\,900 = 17,5$ miljoner
- ➔ **Total kostnad 2010** = 130 miljoner kronor varav 110 miljoner för småhus

Merkostnader 2011:

- Krypgrund småhus = $9\,500 \times 0,30 \times 19\,000 = 54$ miljoner
- Krypgrund flerbostadshus = $1\,000 \times 0 \times 46\,000 = 0$
- Källare småhus = $9\,500 \times 0,1 \times 9\,500 = 9$ miljoner
- Källare flerbostadshus = $1\,000 \times 0,15 \times 19\,400 = 3$ miljoner
- Platta på mark småhus = $9\,500 \times 0,6 \times 10\,600 = 60$ miljoner

- Platta på mark flerbostadshus = $1\,000 \times 0,85 \times 23\,900 = 20$ miljoner

➔ **Total kostnad 2011** = 150 miljoner kronor varav 123 miljoner för småhus

2010 års merkostnad omräknat till annuiteter; ekonomisk livslängd 20 år; kalkylränta 4 procent:

$$\frac{0,04(1,04)^{20}}{(1,04^{20})-1} \times 130\,000\,000 = 9,5 \text{ miljoner per år}$$

2011 års merkostnad omräknat till annuiteter = ekonomisk livslängd 20 år; kalkylränta 4 procent:

$$\frac{0,04(1,04)^{20}}{(1,04^{20})-1} \times 150\,000\,000 = 11 \text{ miljoner per år}$$

Känslighetsanalys:

Det är svårt att uppskatta den ekonomiska livslängden på tätningsåtgärderna. Ett scenario skulle kunna vara att dessa har samma livslängd som huset. Detta stämmer troligtvis inte i praktiken. Tätningsmaterial kan slitas ut och bättre material utvecklas, både miljömässigt och tekniskt. Vi räknar därför även på ett antal alternativa ekonomiska livslängder för respektive prognos:

10 år:

$$2010 \text{ års prognos: } \frac{0,04(1,04)^{10}}{(1,04^{10})-1} \times 130\,000\,000 = 16 \text{ miljoner/år}$$

$$2011 \text{ års prognos: } \frac{0,04(1,04)^{10}}{(1,04^{10})-1} \times 150\,000\,000 = 18,5 \text{ miljoner/år}$$

30 år:

$$2010 \text{ års prognos: } \frac{0,04(1,04)^{30}}{(1,04^{30})-1} \times 130\,000\,000 = 7,5 \text{ miljoner/år}$$

$$2011 \text{ års prognos: } \frac{0,04(1,04)^{30}}{(1,04^{30})-1} \times 150\,000\,000 = 8,7 \text{ miljoner/år}$$

50 år:

$$2010 \text{ års prognos: } \frac{0,04(1,04)^{50}}{(1,04^{50})-1} \times 130\,000\,000 = 6,1 \text{ miljoner/år}$$

$$2011 \text{ års prognos: } \frac{0,04(1,04)^{50}}{(1,04^{50})-1} \times 150\,000\,000 = 7,0 \text{ miljoner/år}$$

100 år:

$$2010 \text{ års prognos: } \frac{0,04(1,04)^{100}}{(1,04^{100})-1} \times 130\,000\,000 = 5,3 \text{ miljoner/år}$$

$$2011 \text{ års prognos: } \frac{0,04(1,04)^{100}}{(1,04^{100})-1} \times 150\,000\,000 = 6,1 \text{ miljoner/år}$$

- 10 års ekonomisk livslängd:
 - o 2010: 16 miljoner per år
 - o 2011: 18,5 miljoner per år
- 20 års ekonomisk livslängd:
 - o 2010: 9,5 miljoner per år
 - o 2011: 11 miljoner per år
- 30 års ekonomisk livslängd:
 - o 2010: 7,5 miljoner per år
 - o 2011: 8,7 miljoner per år
- 50 års ekonomisk livslängd:
 - o 2010: 6,1 miljoner per år
 - o 2011: 7,0 miljoner per år
- 100 års ekonomisk livslängd:
 - o 2010: 5,3 miljoner per år
 - o 2011: 6,1 miljoner per år

Intäktssidan

Antaganden:

- I genomsnitt bor det 2,3 personer i varje småhus och 1,7 personer i varje lägenhet.
- 12 500 bostäder i flerbostadshus byggs 2010
- 14 500 bostäder i flerbostadshus byggs 2011
- 8 500 småhus byggs 2010
- 9 500 småhus byggs 2011
- 15 procent av de boende i nybyggda småhus samt 8 procent av de i flerbostadshus får en sänkt radonhalt med 100 Bq/m³ i och med åtgärderna vid nybyggnation.⁴⁶
- SSM:s kalkyl för befintligt bestånd gäller

Antal personer som får en sänkt radonhalt med 100 Bq/m³:

2010

- 12 500 x 1,7 x 0,08 = 1 700 personer i flerbostadshus
- 8 500 x 2,3 x 0,15 = 2 900 personer i småhus

⁴⁶ Enligt Betsi byggdes det under åren 1996-2005 73204 småhus av vilka 10746 hade en radonhalt över 100 Bq/m³ dvs. 15 %. Motsvarande siffra för flerbostadshus är 8 %.

2011

- $14\,500 \times 1,7 \times 0,08 = 2\,000$
- $9\,500 \times 2,3 \times 0,15 = 3\,300$
- ➔ 2010 får 4 600 personer en sänkning av radonhalten med 100 Bq/m³
- ➔ 2011 får 5 300 personer en sänkning av radonhalten med 100 Bq/m³

Strålsäkerhetsmyndigheten har gjort en preliminär riskbedömning för att uppskatta antalet sparade lungcancerfall om riktvärdet sänks från 200 Bq/m³ till 100 Bq/m³. Cirka 40 lungcancerfall skulle förhindras per år. I sin beräkning har Strålsäkerhetsmyndigheten gjort ett antagande att den faktiska medelradonhalten i svenska bostäder då kommer att ligga på 75 Bq/m³ istället för dagens 83 Bq/m³. Samma kalkyl används här för beräkning av antal lungcancerfall som förhindras då åtgärder görs vid nybyggnation.

Strålsäkerhetsmyndighetens antaganden:

- Riskökningen är 16 procent per 100 Bq/m³.⁴⁷
- Vid en sänkning av gränsvärdet från 200 till 100 Bq/m³ sänks den faktiska medelhalten från 83 Bq/m³ till 75 Bq/m³.
- Att totalt 3 500 insjuknar i lungcancerfall i Sverige per år (Socialstyrelsen)
- Att formeln $d = \frac{m * p}{1 + m * p}$ gäller där:
 - d = andelen lungcancerfall som beror på radon
 - m = medelkoncentrationen i Bq/m³ i bostäder
 - p = proportionell riskökning i risk per Bq/m³

Motsvarande kalkyl för nybyggnation 2010:

- $4600 \times \frac{40}{1300000} = 0,15$ fall per år enligt 2010 års prognos värderat till 3,3 miljoner per år

För 2011:

- $5300 \times \frac{40}{1300000} = 0,16$ fall per år enligt 2011 års prognos värderat till 3,6 miljoner per år

➔ **Kostnaden är högre än nyttan! Detta gäller även om vi räknar med en ekonomisk livslängd på åtgärderna på 100 år.**

⁴⁷ Darby et al 2006

Bilaga II – Fördelning av radonkällor

Inledning

Nedan presenteras resonemanget till rapportens skattade fördelning mellan radonkällorna mark, byggmaterial och vatten i svenskt bostadsbestånd.

Andel blåbetong (byggmaterial)

Beräkningarna av hur stor andel av beståndet som har konstruerats med blåbetong och som finns kvar idag med en radonhalt på 100 till 200 Bq/m³ baseras på SOU 2001:7 och Boverkets egna beräkningar från BETSI.

SOU 2001:7:

- Rapporten från 2001 visar att 6 procent av småhusen är byggda av radonhaltigt material (blåbetong)
- Motsvarande siffra för flerbostadshus är 14 procent.⁴⁸
- Småhusbeståndet består av 1,9 miljoner byggnader, flerbostadshus uppgår till 170 000 byggnader dvs. 2,5 miljoner lägenheter (14,55 lägenheter per fastighet)
- Detta ger oss totalt cirka 460 000 bostäder som byggts med radonhaltigt material, cirka 400 000 om vi justerar ned antalet bostäder pga. rivning och sanering.

⁴⁸ SOU 2001:7

BETSI:

- I utvärderingen av God bebyggd miljö - BETSI uppskattades det att 400 000 småhus och 230 000 lägenheter tillkommer för radonsanering om radonriktvärdet sänks.
- 125 000 småhus (6 procent av beståndet) och 30 000 flerbostadshus (18 procent av beståndet) uppskattades av besiktningsmän vara byggda med blåbetong.

Antaganden:

- Procentandelen bostäder med blåbetong är ungefär jämnt fördelat över beståndet vilket innebär att vi kan anta att 6 procent av de flerbostadshus som tillkommer vid en radonhaltssänkning från 200 till 100 Bq/m³ har byggts med blåbetong.
- Samma sak för småhus där vi använder oss ett genomsnitt av Boverkets och SOU 2001:7 data → 16 procent

Antalet bostäder konstruerade med blåbetong och med en radonhalt mellan 100 – 200 Bq/m³ uppskattas därför till följande:

- 0,06 (SOU) x 400 000 (Boverket) = 25 000 småhus
- 0,16 (SOU+Boverket) x 230 000 (Boverket) = 37 000 lägenheter

Andel vatten

Vatten från i berg borrade brunnar eller från kalkkällor innehåller radon. Särskilt höga kan halterna vara om vattnet kommer från uranrika bergarter, som vissa graniter och pegmatiter.

En stor del av radonet i vatten frigörs i gasform i inomhusluften till exempel när man duschar eller använder tvättmaskinen. Om radonhalten i vattnet är hög kan en stor del av radonhalten i inomhusluften ha kommit därifrån.⁴⁹

SGU och SSI (nuv. SSM) gjorde mellan 2001 och 2006 en undersökning där man undersökte ett stort antal bergborrade brunnar över hela landet. Rapporten uppskattar att 7,8 procent av alla enskilda borrade brunnar har en radonhalt över 1000 Bq/l, det vill säga otjänlig.⁵⁰

För råvatten fann man att:

- 34 procent (195 st) hade radonhalter under 100 Bq/l
- 59 procent (340 st) hade radonhalt mellan 100 och 1 000 Bq/l
- 7 procent (42 st, 7,28 procent) hade radonhalter över 1 000 Bq/l.

För dricksvatten gällde:

- 33.5 procent (203 st) hade radonhalter under 100 Bq/l
- 59 procent (356 st) hade radonhalt mellan 100 och 1 000 Bq/l
- 8 procent (47 st, 7,76 procent) hade radonhalter över 1 000 Bq/l.

⁴⁹ SSM faktablad, radon i vatten, sid 36

⁵⁰ SSI rapport 2008:15

Vid beräkning av dessa procenttal har man uteslutit resultat från riktad provtagning i kända "radonrika" områden, så siffrorna anses motsvara ett slumpmässigt urval för landet.

Antaganden:

- Det finns 800 000 brunnar totalt i Sverige. Av dessa är 60 procent borrhade, dvs. 480 000 stycken.⁵¹
- 7,8 procent av borrhade brunnar har en radonhalt > 1 000 Bq/l
- 1997–1999 fanns det ett radonsaneringsbidrag för vatten varvid cirka 1 800 bidrag beviljades. Fram till 2001 uppskattas cirka 2 500 brunnar med en radonhalt på över 1 000 Bq/l ha sanerats.⁵² 2010 uppskattas ytterligare 500 brunnar per år ha sanerats.⁵³ Totalt uppskattas cirka 7 000 brunnar ha sanerats dags dato

→ $480\,000 \times 0,078 = 37\,440$ – 7000 = cirka 30 000 brunnar har idag en radonhalt över 1000 Bq/l

Uppskattningsvis finns det idag cirka 30 000 borrhade brunnar som har en otjänlig radonhalt i Sverige.

Då 1 000 Bq/l radon i vatten i genomsnitt ökar radonhalten med 100 Bq/m³ kan vi anta att en större del av dessa brunnar hör till småhus med en radonhalt på >100 Bq/m³ än till småhus med en radonhalt lägre än 100 Bq/m³. Antagandet 1 000 Bq/l → 100 Bq/m³ luft är dock väldigt grov.

Av 30 000 småhus med en borrhad brunn med en otjänlig radonhalt uppskattas 12 000 ha en radonhalt på 100-200 Bq/m³. Detta motsvarar cirka 3 procent av småhusbeståndet som har en radonhalt mellan 100 och 200 Bq/m³.

Antagandet att det finns 30 000 brunnar med otjänlig radonhalt i vatten är baserat på fakta. Att 12 000 av dessa tillhör småhus med en radonhalt på mellan 100 och 200 Bq/m³ är ett antagande gjort mot bättre vetande. Slutresultatet i rapporten är dock inte avhängig denna uppskattning.

Andel mark

Resterande andel radon antas i rapporten komma från marken:

Småhus

$100 - 3 - 6 = 91$ procent

Flerbostadshus

$100 - 16 = 84$ procent

⁵¹ Artikel www.geotec.se. "Borrhade brunnar klarar sig bäst!" 2009:2

⁵² SOU 2001:7. Antalet brunnar har uppskattats i samarbete med SSI och SGU

⁵³ Mellan 1999-2001 sanerades cirka 700 borrhade brunnar, detta utan att det fanns några tillgängliga bidrag. 500 per år är en grov uppskattning baserat på detta.

Slutsats:*Uppskattad fördelning av radonkällor befintlig bebyggelse*

	<i>Småhus</i>	<i>Flerbostadshus</i>
Byggmaterial	6 procent	16 procent
Vatten	3 procent	-
Mark	91 procent	84 procent



Box 534, 371 23 Karlskrona
Besök: Drottninggatan 18
Telefon: 0455-35 30 00
Webbplats: www.boverket.se

