

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 kontroll 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/m^3 . De flesta markradonåtgärderna sänker radonhalten till, och även under 100 Bq/m^3 , 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/m^3 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 åtgärdskostnader.
- 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

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

Total saneringskostnad småhus och flerbostadshus per år

Observera att detta enbart är åtgärdskostnader 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:*

- 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):

$$1\,800\,000 \times 4 = 7,2 \text{ miljoner kronor}$$

Intäktssidan

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

- $\frac{150000000}{22000000} = 65$
- $\frac{190000000}{22000000} = 85$

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 x 0,85 x 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:
 - 2010: 16 miljoner per år
 - 2011: 18,5 miljoner per år
- 20 års ekonomisk livslängd:
 - 2010: 9,5 miljoner per år
 - 2011: 11 miljoner per år
- 30 års ekonomisk livslängd:
 - 2010: 7,5 miljoner per år
 - 2011: 8,7 miljoner per år
- 50 års ekonomisk livslängd:
 - 2010: 6,1 miljoner per år
 - 2011: 7,0 miljoner per år
- 100 års ekonomisk livslängd:
 - 2010: 5,3 miljoner per år
 - 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) = 37000 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

→ $480\,000 \times 0,078 - 7\,000 =$ 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 borrhade 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*

	Småhus	Flerbostadshus
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

