



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Radon i bostäder

Markens inverkan på radonhalt
och gammastrålning inomhus

Per Andersson
Bertil Clavensjö
Gustav Åkerblom

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr *Dubbel* Plac *Ser*

BYGGDOK

Sankt Eriksgatan 46

112 34 Stockholm

tel: 08-617 74 50

fax: 08-617 74 60

R9:1983

RADON I BOSTÄDER

Markens inverkan på radonhalt
och gammastrålning inomhus

Bertil Clavensjö
Gustav Akerblom
Per Andersson

V-BIBLIOTEKET BYGG
Lunds Tekniska Högskola
Box 118, 221 00 LUND

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 801221-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Bjerking
Ingenjörbyrå AB, Uppsala.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R9:1983

ISBN 91-540-3866-9
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

1	SAMMANFATTNING	7
1.1	Projektets förutsättningar och omfattning	7
1.2	Radonhalter i jordluft	9
1.3	Erfarenheter från mätning av radon i mark	10
1.4	Markens inverkan på radonhalter inomhus	11
2	FÖRORD	15
2.1	Bakgrund	15
2.2	Tidigare undersökningar av samband mellan radon i mark och radon i hus	15
2.3	Projektbeskrivning och uppläggning	18
2.4	Deltagare i forskningsprojektet	19
3	VAL AV OMRÅDEN OCH HUS	21
3.1	Val av områden	21
3.1.1	Strömstad kommun	22
3.1.2	Örebro kommun	23
3.1.3	Lysekil kommun	26
3.2	Val av hus för radonmätning inomhus	27
3.2.1	Kriterier för husval	27
3.2.2	Hustyper	28
3.2.3	Kontakt med fastighetsägare	30
3.3	Val av hus för detaljundersökning	30
4	GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR OCH BESTÄMNING AV BERG- GRUNDENS OCH JORDLAGRENS HALTER AV URAN (RADIUM), TORIUM OCH KALIUM MED GAMMASPEKTROMETER	33
4.1	Geologiska undersökningar	33
4.2	Mätning med gammaspektrometer	34
5	BYGGNADSTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR	43
5.1	Kontakt med myndigheter	43

5.2	Byggnadsteknisk besiktning	44
5.3	Undersökning av ventilationsförhållanden	44
6	MÄTNING AV RADON	47
6.1	Mätningar av radon i jordluft	47
6.1.1	Mätinstrument och -metoder	48
6.1.2	Kalibrering, jämförande mätningar	51
6.1.3	Inverkan av fukt och temperatur	52
6.1.4	Utförande av radonmätningar	54
6.2	Mätning av radonavgång från hällar av granit	56
6.3	Mätning av radon i mark under hus	58
6.4	Radonmätningar inomhus	60
6.5	Radonmätningarnas noggrannhet	62
7	TEORI	65
7.1	Parametrar som kan påverka radon- och toronhalten i ett hus	65
7.2	Formler för beräkning av radon- och toronhalter samt transport av radon och toron	69
7.3	Modeller för beräkning av halter och transport av radon och toron	75
8	RESULTAT	83
8.1	Geologisk beskrivning av granitområden	83
8.1.1	Strömstad	83
8.1.2	Lysekil	86
8.2	Radon i mark i granitområden	92
8.3	Samband mellan radon i mark och inomhus i granitområden	95
8.3.1	Strömstad	95
8.3.2	Lysekil	97
8.3.3	Jämförelse av resultat från radonmätningar i Strömstad och Lysekil	106
8.4	Geologisk beskrivning av områden med alunskiffer	109
8.4.1	Fjugesta	109
8.4.2	Vintrosa	116

8.5	Radon i mark i alunskifferområden	122
8.6	Samband mellan radon i mark och inomhus i områden med alunskiffer	125
8.6.1	Fjugesta	125
8.6.2	Vintrosa	129
8.7	Hustypens inverkan på radonhalt	132
8.7.1	Hustypens inverkan på radonhalt i granitområden .	133
8.7.2	Hustypens inverkan på radonhalt i områden med alunskiffer	138
8.7.3	Byggnadssättets betydelse för radonhalt inomhus .	141
8.7.4	Diffusion av markradon genom grundkonstruktionen	144
8.8	Gammastrålning inomhus	145
9	BILDNING OCH TRANSPORT AV RADON OCH TORON I MARKEN	147
9.1	Bildning och avgång (emanation) av radon och toron	147
9.2	Transport av radon och toron	150
10	INVERKAN AV VATTEN PÅ RADONAVGÅNG, RADONTRANSPORT OCH RADONHALTER I MARKEN	159
10.1	Radon i grundvatten som orsak till förhöjda radonhalter i hus	159
10.2	Läkning av uran och radium	160
10.3	Effekt av porvatten	161
10.4	Vattenhaltens betydelse för transport	164
11	FÖRSLAG TILL FORSKNINGSPROJEKT	165
	LITTERATUR	169
	BILAGA 1 Beskrivning av delområden	175
	BILAGA 2 Mark- och husdata	247

1 SAMMANFATTNING

1.1 Projektets förutsättningar och omfattning

Syftet med projektet har varit att undersöka

- markens inverkan på radonhalt och gammastrålning inomhus.
- vilka vägar och enligt vilka mekanismer radon från marken tränger in i hus.

Totalt omfattar undersökningen 246 småhus, vilka är fördelade på ett antal områden som från geologisk synpunkt bedömdes vara lämpliga. De valda områdena omfattar delar av Lysekils och Strömstads kommuner samt Fjugesta och Vintrosa i Örebro kommun.

Inom områdena i Strömstad och Lysekil består berggrunden huvudsakligen av granit (s k Bohusgranit) med förhöjda uran- och toriumhalter. I Strömstad är medelvärdet för uranhalt 6 ppm eU och för toriumhalt 80 ppm Th medan medelhalten i Lysekil är 20 ppm eU respektive 44 ppm Th. Berggrunden inom bägge kommunerna är välblottad och husen är som regel grundlagda på berg eller på fyllning av sprängsten. (ppm = parts per million = gram per ton, eU = ekvivalent uranhalt).

I Fjugesta och Vintrosa består berggrunden av horisontella lager av kambriska-ordoviciska sedimentära bergarter bl a alunskiffer med en uranhalt av 150-250 ppm eU. Ett jordlager med mer än 5 meters tjocklek täcker berggrunden inom bägge områdena. I Fjugesta innehåller jordarterna betydande mängder alunskiffermaterial. I Vintrosa är inblandningen av alunskiffer liten.

Undersökningen har omfattat

- kartering av jordlager och berggrund samt gammastrålningsmätningar vid markytan på tomtmark
- mätning av radonhalter i 237 hus med alfastrålningskänslig spårfilm typ Track Etch (försedd med radondotterfilter)
- invändig besiktning av ca 190 hus för närmare information om hur och under vilka förhållanden radonmätningen hade utförts
- geologiska detaljundersökningar, byggnadstekniska besiktningar samt bestämningar av radonhalter i jordluft kring och under cirka 90 hus, vilka valdes bland de radonmätta husen. I de flesta av de detaljundersökta husen har radonhalten inomhus även uppmätts med termoluminiscensdosimeter (TLD).

Radonhalten i jordluften har uppmätts på ca en meters djup i spadborrade hål, normalt 3 st per tomt. Mätningarna utfördes med dels långtidsregistrerande detektorer bestående av alfastrålningskänslig spårfilm (Track Etch) och aktiverat kol (ROAC) och dels emanometer för momentanmätningar.

Halterna av uran, torium och kalium i jordlagren har bestämts genom mätning med bärbara gammadetektorer som sänkts ned i de spadborrade hålen. Genom att bestämma dessa halter har det varit möjligt att bedöma om radonet i jordluften i mätpunkten är lokalt bildat eller långväga transporterat. Dessutom har man kunnat uppskatta radonemanationen, d v s hur stor del av den maximalt bildade mängden radon som avgår till jordluften. Gammadetektormätningar har även utförts på berghällar inom tomter eller i dess närhet.

Den byggnadstekniska besiktningen omfattade kontroll och komplettering av byggnadsdata samt intervjuer med fastighetsägare beträffande hur husen var grundlagda, eventuell sprängstensfyllning m m. Husens täthet mot mark och mot det fria undersöktes okulärt och en grov bedömning av luftomsättningen gjordes.

Med avseende på grundläggningssätt indelades husen i fyra grupper, nämligen

hustyp 1: Hus med källarvåning grundlagt på längsgående betongsulor.

hustyp 2: Hus med källarvåning grundlagt på kantförstyvad betongplatta.

hustyp 3: Hus utan källarvåning grundlagt på kryprumsgrund.

hustyp 4: Hus utan källarvåning grundlagt på kantförstyvad betongplatta.

I samband med besiktningen mättes gammastrålningen i de rum där radonmätningar utförts. Under 97 hus uppmättes också radonhalten i jordluften. Härvid borrades hål genom husens bottenplattor.

Dessa mätningar visade sig vara mycket värdefulla eftersom de under husen uppmätta radonhalterna gav oss möjligheten att ställa upp samband och beräkningsmodeller för radontransport från marken in i husen.

I rapporten presenteras beräkningar av

- . mängd bildad radon och/eller toron i marken
- . mängd radon och/eller toron som avgår (emanerar) från jorden till luften i porerna
- . mängd radon och/eller toron i jordluften på grund av avgång (exhalation) från en bergyta
- . ventilationens effekt på radon- och/eller toronhalter
- . transporterade volymer av radon- och/eller toronhaltig jordluft
- . mängd radon som transporteras med diffusion genom betong och luft.

1.2 Radonhalter i jordluft

Vid mätningar av radonhalter i jordluft har följande resultat erhållits.

I Strömstad har halter mellan 800 Bq/m^3 och $40\,000 \text{ Bq/m}^3$ uppmätts i jordluften. De högsta värdena har erhållits i sand. Uranhalten i sanden är låg, 2-3 ppm eU, vilket innebär att 30-40 % av allt radon som bildas i sandkornen måste avgå till jordluften för att $40\,000 \text{ Bq/m}^3$ skall erhållas. Så hög radonemanation verkar emellertid vara i största laget. Det är därför troligt att det förekommer ett radontillskott från berggrundsytan. Grova beräkningar visar att ett radontillskott av denna storleksordning är möjligt med de i berggrunden uppmätta uranhalterna.

Radonhalterna i sprängstenslagren var med ett undantag lägre än $12\,000 \text{ Bq/m}^3$. Uppmätt maximalt värde var $24\,000 \text{ Bq/m}^3$, vilket ungefär motsvarar teoretiskt maximivärde med de i sprängstenslagren uppmätta uranhalterna vid ventilationen 0 oms/h.

I Lysekil har 90 % av alla mätningar utförts i sprängstenslager och de resterande i sand, mo eller lera. Huvuddelen av värdena i jordluften i sprängstenslagren låg på $3\,000$ - $20\,000 \text{ Bq/m}^3$. Maximihalten $46\,000 \text{ Bq/m}^3$ uppmättes på en meters djup, där sprängstenen var övertäckt med sandig mo och lera.

De högsta radonhalter som uppmätts i jordluft i Lysekilsområdet, $60\,000 \text{ Bq/m}^3$, har erhållits vid mätningar som utförts i lerblandad sand över granitberggrund.

De i marken uppmätta radonhalterna i Strömstad och Lysekil är alltså av samma storleksordning, vilket är förvånansvärt med tanke på att ekvivalenta uranhalten i Strömstadsgniten är 4-6 ppm medan den i Lysekilsgniten är 12-37 ppm. Troligen är orsaken till detta förhållande den att luftomsättningen i de jord- och sprängstenslager i vilka mätningarna utförts vid mätillfällena varit större i Lysekil än i Strömstad. Skillnaden i luftomsättning förklaras av dels ett för vindar mer utsatt läge och dels sprängstenslagrens mindre övertäckning med jord i Lysekil än i Strömstad.

Radonmätningarna inomhus visar en betydligt större markpåverkan i husen i Lysekil än i Strömstad, vilket tyder på att den totala radonavgången från gniten verkligen är högre i Lysekil.

Radonmätningarna i marken i Fjugesta gav de högsta halterna som uppmätts inom projektet, vilket var väntat, eftersom de flesta mätningar utfördes i alunskiffermoräng. Hälften av mätningarna gav värden överstigande $100\,000 \text{ Bq/m}^3$, sju stycken högre än $400\,000 \text{ Bq/m}^3$. Högsta uppmätta radonhalt var $745\,000 \text{ Bq/m}^3$.

En beräkning av maximala radonhalter i jordluften i alunskiffermorän med 30-60 ppm eU ger $470\,000$ - $940\,000 \text{ Bq/m}^3$. De högsta uppmätta halterna är ungefär av samma storleksordning. De lägre värdena kan orsakas av en viss ventilation av moränen och/eller påverkan av markfukt på mätningarna.

I jordluft i sand i Fjugesta har uppmätts 200 000 Bq/m³. Sandens uranhalt är 10 ppm eU, vilket kräver 40 % emanation för att radonhalten 200 000 Bq/m³ skall uppnås i jordluften. Detta tyder på att den höga radonhalten inte helt orsakas av radon som avgår från sandkornen utan det förefaller troligt att radon även kommer från den underliggande alunskiffern och moränleran.

I Vintrosa har radonhalter mellan 4 000 och 130 000 Bq/m³ uppmätts i jordluft i kalkstensmorän på kalkstensberggrund. En beräkning, redovisad i kapitel 7.3, ger en maximal radonhalt på 47 000 Bq/m³ i jordluften i kalkstensmoränen vid den aktuella uranhalt. Det krävs alltså även här ett betydande tillskott av radon för att de uppmätta halterna skall erhållas. I detta område finns dock inte något uranrikare material i direkt anslutning till kalkstensmoränen, varför radonet antas komma från den under kalkstenen liggande uranrika alunskiffern.

1.3 Erfarenheter från mätning av radon i mark

Markundersökningarna har visat att utan en mycket god kännedom om geologin i området är det svårt för att inte säga omöjligt att rätt planera, utföra och tolka radonmätningar i jordluft och gammaspetspektrometermätningar i jord- och bergarter.

Undersökningarna visar att radonet i luften i ett jordlager som regel har bildats i och avgått från samma jordlager. Endast i undantagsfall, som t ex i Vintrosa, är det sannolikt att radonet har transporterats till det undersökta jordlagret. Normalt räcker uran-(radium-)halten i jorden till för att bilda den mängd radon som finns i jordluften.

Vid mätningarna av radonhalten i jordluften har konstaterats att detektorerna i flera fall påverkats av vatten i jorden och fuktigheten i jordluften. Detektorer, som under hela eller del av mättiden stått under vatten, har gett för låga radonhalter. Skillnader finns också mellan Track Etch-detektorer som varit försedda med "toron"-membran och sådana som varit utan membran. De senare har ofta gett ett för lågt mätvärde troligen beroende på att fukt kondenserats på filmytan, vilket bromsat alfapartiklarna så att de inte avgett något avläsbart spår. Mätningar som med spårfilm utförs i svensk miljö, där marken är mer eller mindre fuktig, bör därför göras med "toron"-membran.

Vidare har vi observerat en tendens till att radonhalten i jordluften ökar med ökande vattenhalt i jorden. Detta antas dels bero på att radonhalten i luften i jordens porer ökar om mängden vatten i porerna ökar beroende på jämviktsförhållandena för radon i vatten/ radon i luft (Allen 1976), dels på att radonavgången (emanationen) ökar vid högre vattenhalt (Tanner 1978).

Förutom påverkan av fukt vid radonmätningarna i jordluften framkom det vid sammanställningen av mätresultaten att mätningarna var påverkade av toron (radon-220). Detta var väntat speciellt inom områden med hög toriumhalt i berggrunden eller i jorden. Det var däremot en överraskning att emanometermätningarna visade att toronhalterna i jordluften, under hus som var

byggda på sprängstenslager, kunde vara så höga som 50 000 Bq/m³ samtidigt som radonhalterna i samma lager var låga, 2 000-5 000 Bq/m³. Orsaken är att luftgenomströmningen i sprängstenslagren är betydande, vilket kraftigt påverkar radonhalten men i stort sett saknar betydelse för toronhalten. Toronet har en kort halveringstid, 55 sek, och toronhalten påverkas därför inte i samma utsträckning som radonhalten av variationer i luftomsättningen.

De mätmetoder som använts för att mäta radon i husen har inte kunnat skilja på alfastrålning från radon respektive toron men mätresultaten påverkas troligen i mycket liten utsträckning av toron. Rent praktiskt skulle höga toronhalter i jordluften ha liten betydelse för toronhalten i inomhusluften eftersom toronet sönderfaller så snabbt. Det kan dock inte uteslutas att några av de undersökta husen tar in så mycket jordluft att toronhalterna i husen kan bli ganska höga. För närvarande planeras undersökningar av toronhalten i en del av de aktuella husen.

1.4 Markens inverkan på radonhalter inomhus

Resultaten från spårfilmsmätningarna av radonhalter inomhus presenteras i tabell 1.1.

Tabell 1.1 Radonhaltens årsmedelvärde i 226 småhus. Radonmätning utförd med Track Etch typ F.

Radonhalt Bq/m ³	Antal hus Strömstad st (%)	Lysekil st (%)	Fjugesta st (%)	Vintrosa st (%)	Totalt st (%)
-140	51 (85)	18 (30)	8 (18)	29 (47)	106 (47)
141-400	8 (13)	18 (30)	17 (39)	26 (42)	69 (30)
401-800	1 (2)	14 (23)	13 (29)	7 (11)	35 (16)
801-	0 (0)	10 (17)	6 (14)	0 (0)	16 (7)
Totalt	60 (100)	60 (100)	44 (100)	62 (100)	226 (100)

Radonhalterna i husen i Strömstad är genomgående betydligt lägre än i Lysekil, trots att de uppmätta halterna i marken och under husen är av samma storleksordning i båda kommunerna.

Den betydligt högre uranhalten i graniten i Lysekil borde ge en väsentligt högre radonhalt i jordluften. Flera faktorer antyder att så också är fallet under "normala" förhållanden, nämligen

- de högre radonhalterna i husen i Lysekil orsakas sannolikt inte av att dessa hus är så mycket otätare än husen i Strömstad utan av att den inläckande jordluften håller en högre radonhalt.
- ventilationen av de marklager i vilka radonmätningarna utförts var vid mättillfällena större i Lysekil än i Ström-

stad beroende på att flertalet mätningar i Lysekil utfördes i sprängstenslager och på litet djup, 0.5-0.6 m under markytan. Sprängstenslagren är i Lysekil täckta av ett tunnare jordlager än i Strömstad. Betydligt fler av de undersökta husen i Lysekil än i Strömstad är dessutom grundlagda på sprängsten och annat grovt material. Att ventilationen i marken i Lysekil skulle vara större styrks också av att emanometermätningarna under flera hus i Lysekil visade betydligt högre relativa toron- än radonhalter.

De radonmätningar, som utförts under husen och i marken kring dessa, visar hur vanskligt det är att mäta radon i marken, när mätförhållandena inte är tillfredsställande, t ex för grunt mätdjup eller ventilerade marklager typ sprängstensfyllning.

Radonmätningarna visar att höga uranhalter i graniten och hög radonavgång från denna, vilket indikeras av höga radonhalter i brunnsvatten, inte behöver medföra förhöjda radonhalter i husen i området. Detta förutsätter dock att husen är täta mot marken eller är byggda på jordarter med låg permeabilitet.

I Fjugesta var de inomhus uppmätta radonhalterna i samma storleksordning som i Lysekil. Det var således flera hus som hade radonhalter långt över 1982 gällande provisoriska gränsvärden för högsta tillåtna radonhalter i bostäder (70 Bq/m^3 i nybyggda hus respektive 400 Bq/m^3 i befintliga hus). Med tanke på de mycket höga radonhalterna i marken och under husen var det emellertid anmärkningsvärt att radonhalterna inomhus inte var ännu högre. Detta beror sannolikt på den låga luftgenomsläppligheten i marken till vilket den högt liggande grundvattenytan bidrar.

I Vintrosa uppmättes i flera hus förvånansvärt höga radonhalter med tanke på att husen var grundlagda i kalkstensmorän som överlagrar kalksten, alltså jord- och bergarter med litet innehåll av uran (radium). Orsaken till de relativt höga radonhalterna i dessa hus är sannolikt radontillskott från det under kalkstenen förekommande lagret av alunskiffer.

Undersökningen visar att den ur markradonsynpunkt bästa hustypen för småhus är hus grundlagda på sk kryprumsgrund. Denna hustyp har genomgående betydligt lägre radonhalter inomhus än de övriga. Men även här finns det undantag, nämligen fyra hus i Fjugesta med radonhalter på $430\text{-}2670 \text{ Bq/m}^3$. Samtliga fyra hus är byggda tidigare än 1920-talet. Ventilationen i kryprummen (torpargrunderna) är dålig och träbjälklagen däröver otäta.

Markens inverkan på radonhalt inomhus kan för övrigt sammanfattas i följande punkter

- tätheten hos byggnadsdelar som ansluter mot mark har större betydelse ju mera permeabel marken under och runt huset är. Vid golv på sprängstensfyllning kan en läcka ha en förödande verkan på radonhalten inomhus medan en läcka av samma storlek knappast har någon betydelse om marken under huset är tillräckligt tät. Eventuella luftvägar mellan dräneringsledningarna och läckagestället kan dock påverka detta.

- i suterränghus sugts markluft lättare in än i ett hus med normal källarvåning på samma marktyp.
- de uppmätta radonhalterna i ett flertal hus måste orsakas av en aktiv transport av radonhaltig jordluft in i husen. Som transportsätt räcker inte diffusion av radon genom golv och sprickor i huskonstruktionen till för att förklara de uppmätta inomhusalterna.
- inom områden som är rika på alunskiffer och med så höga radonhalter i jordluften som i Fjugesta går det inte att bygga hus utan att generellt vidtaga åtgärder mot inträngning av markradon, om man skall vara säker på att radon-dotterhalten inomhus inte skall överstiga 100 Bq/m^3 .
- inom områden med granit med höga uranhalter går det inte att på sprängstenslager eller grov fyllning av detta material bygga hus utan att generellt vidtaga åtgärder mot inträngning av markradon, om man skall vara säker på att radon-dotterhalten inomhus inte skall överstiga 100 Bq/m^3 .
- byggande på sprängstenslager eller grov fyllning med normala uranhalter medför en särskild radonrisk, eftersom stora mängder markluft kan sugas in i huset. Effekten blir att sprängstenslagret, på samma sätt som grusåsar, tillåter en relativt fri lufttransport från sprängstenslagret och omgivande mark. Är luftintaget från marken stort behövs det inte särskilt höga radonhalter i marken för att radonhalten i husen ska bli hög. Ju tjockare sprängstenslagret är och ju mer uran det innehåller desto större är problemen ur radonsynpunkt. I detta projekt visar sig effekten av den stora luftrörligheten i sprängstenslagren på så sätt att i 48 av de 63 husen i Lysekil har uppmätts högre radon-dotterhalter än 200 Bq/m^3 trots att radonhaltegen i luften i sprängstenslagren inte överskridit $50\,000 \text{ Bq/m}^3$.
- täta (våta, fuktiga, leriga) jordarter med låg permeabilitet ger ett bra skydd mot radon i och med att radontransporten i marken blir obetydlig. I detta projekt visar sig effekten av den låga permeabiliteten i jorden i Fjugesta genom att i de 14 hus där grundvattenytan ligger nära källargolvet eller bottenplattan är radonhalterna i husen mindre än 200 Bq/m^3 trots att radonhalterna i jordluften är $100\,000\text{--}700\,000 \text{ Bq/m}^3$.

"Radonrisken" för ett hus är i de allra flesta fall beroende av hur lätt radonhaltig jordluft kan transporteras genom jordlagret och in i huset samt av radonhalten i den luft som från marken läcker in i huset. För den första parametern är permeabiliteten i marken och husets täthet avgörande, för den andra uran-(radium-)halten i jordlagret eller berggrunden och hur stor del av det radon som bildas som avgår till jordluften samt i vilken mån den inläckande jordluften späds ut av atmosfärisk luft.

2 FÖRORD

2.1 Bakgrund

När Radonutredningen tillsattes i februari 1979 ingick det i utredningens uppgifter att ange metoder för spårning av bostäder med höga radonhalter och initiera forskning kring radon och åtgärder mot radon. En av de frågor som utredningen ställdes inför var hur man skulle spåra, undersöka och åtgärda bostäder som har höga radonhalter inomhus på grund av att radon från marken läcker in i husen. Bland frågeställningarna fanns

- . hur många hus har problem med markradon
- . hur kommer radonet in i husen
- . hur höga är radonhalterna i jordluften
- . vilka marktyper medför radonproblem
- . vilka hustyper berörs
- . hur hög blir gammastrålningen i husen vid byggande på särskilt radioaktiv mark

För att undersöka problemet med markradon tog Radonutredningen bl a initiativet till forskningsprojektet "Märkens inverkan på radonhalt och gammastrålning inomhus" från vilket resultaten redovisas i föreliggande rapport.

2.2 Tidigare undersökningar av samband mellan radon i mark och radon i hus

Utomlands, speciellt i USA och Kanada, har problemet med radon föranlett stora undersökningar och åtgärder i befintlig bebyggelse. Uppmärksamheten har med några få undantag varit riktad till bebyggelse inom orter där uranbrytning förekommer eller har förekommit och då oftast till de hus som är byggda direkt på varphögar eller upplag med avfallssand eller byggda av material med förhöjt uraninnehåll.

Exempelvis har i uranstaden Grand Junction i Colorado, USA, sedan 1960-talet pågått mätningar av radon och gammastrålning i bostäder och allmänna lokaler, forskning kring orsaker till de höga radonhalter som uppmätts i byggnaderna, samt åtgärder för att sänka radonhalterna och gammastrålningen inomhus. 1972 stiftades en lag som innebar att åtgärder för hus som är uppförda på material från uranbrytningen skulle bekostas till 75 % av federala medel och 25 % av delstaten. Totalt hade i Grand Junction vid slutet av 1980, enbart för undersökningar och åtgärder, använts 11 miljoner dollar. Därvid hade gammamätningar utförts i 29 000 hus och radonmätningar i ca 1 000 hus. Åtgärder hade vidtagits i ca 500 hus. (U.S. Department of Energy 1980, Status report).

De mest omfattande undersökningarna av radon i hus som är byggda på naturlig mark har gjorts i Elliot Lake och Bancroft i Ontario, Kanada, samt i Maine, USA. Mycket stora undersökningar har även utförts i Florida, USA, av hus som är byggda på fosfatförande sand och lerlager.

Här följer en kort redogörelse för undersökningarna i Elliot Lake, Bancroft, Florida och Maine. Den som önskar mer information hänvisas till refererade rapporter. En utmärkt sammanfattning av utförda undersökningar och åtgärder finns i "Radon i bostäder - litteraturstudier och förslag till forskningsprogram, bilaga 3" (Ericson 1981).

Städerna Elliot Lake och Bancroft är uppbyggda kring urangruvor och även i dessa städer har undersökningarna främst utförts i avsikt att fastställa och åtgärda höga radondotterhalter i byggnader som är uppförda på uranmineraliserad berggrund eller på avfallsmaterial från uranbrytningen.

I Elliot Lake förekommer uranet i konglomerater, sandstenar och kvartsiter, vilka bl a bildar berggrunden inom den centrala delen av staden. De malmförande lagren ligger dock inom stadsområdet djupare än 100 meter. Vid berggrundens yta finns endast enstaka zoner med svag förhöjning av uranhalten. Berggrunden är endast i ringa utsträckning blottad. Överliggande jordlager utgörs av glacifluviala sediment; sand, grus och block.

I Bancroft utgörs uranmalmen av uran- och toriumförande brantstående gångar av pegmatit och av tunna mineraliserade skarnhorisonter. Malmen uppträder i metamorfa, sedimentära bergarter, huvudsakligen sedimentära gnejser, och i gnejsgranit. Till uppträdande och typ liknar dessa uranmineraliseringar de som förekommer i en del pegmatitrika områden i Sverige men uranhalten i pegmatiterna i Bancroft är oftast mycket högre än vad de är i pegmatiter i Sverige. Jordlagret i Bancroftområdet består av morän och isälvsmaterial (sand, grus, silt och lera).

Såväl i Elliot Lake som i Bancroft fann man vid mätningarna i husen att höga radondotterhalter även förekom i hus som inte var byggda på eller av material från uranbrytning eller över uranmineraliseringar. Detta resulterade i att omfattande undersökningar gjordes dels för att spåra källan till radonet och dels för att utreda hur radonet kom in i husen. Därvid fann man att radonet företrädesvis transporterades med jordluft som läckte in i husen genom sprickor i källargolv och källarväggar och i många fall vid rörgenomföringar och öppna hål i golven (MacLaren J F, Limited 1979 och DSMA ATCON Ltd 1978, 1979 och 1981).

Man konstaterade också att det radon som läcker in i husen bildas i de sand och gruslager på vilka huset är byggt. Detta trots att innehållet av radium i jorden inte är högre än vad som är normalt för jordarter av denna typ. Denna upptäckt var resultatet av en intensiv "jakt" på tänkbara källor till radonet, vilken i Elliot Lake bl a omfattade mätningar av radonhalten i jordlagret (DSMA ATCON Ltd rapport 6, 1979), radonavgången från sand- och grusprov tagna i området (DSMA ATCON Ltd rapport 4, 1979) och undersökningar av grundvattnet. Senare undersökningar visade att vattnet inte kunde fungera som transportör av radonet (DSMA ATCON Ltd rapport 12, 1981).

Till och med december 1980 hade i Elliot Lake radondottermätningar utförts i ca 2 000 hus. Av dessa hade ca 230 hus högre radondotterhalt inomhus än 74 Bq/m^3 , som i Elliot Lake är det gränsvärde vid vilket åtgärder vidtas för att sänka radondotterhalten inomhus. Av de hus som hade högre radondotterhalt än 74

Bq/m³ hade fjärtalet hus halter mellan 74 och 260 Bq/m³, flera 260-440 Bq/m³ och ett par 1 000-2 000 Bq/m³. I 146 hus hade till den 31 december 1980 radondotterhalten genom åtgärder sänkts till mindre än 74 Bq/m³. (DSMA ATCON Ltd 1981).

I Florida har de fosfatförande lagren normalt en uranhalt av 50-100 gram per ton. Lagren har en mycket stor regional utbredning varigenom effekten av radon från dem kommit att beröra ett stort antal bostäder. Förhållandena liknar i mycket de som vi har inom områden med alunskiffer i Sverige.

Under åren 1975-1978 undersöktes i Florida radondotterhalterna i ca 1 000 hus byggda inom fosfatdistriktet. Genomsnittlig radondotterhalt i husen var 64 Bq/m³ mot 15 Bq/m³ för hus utanför fosfatdistriktet. I tolv av husen översteg radondotterhalten 175 Bq/m³. Högsta uppmätta radondotterhalt var 370 Bq/m³. (Florida Department av Health and Rehabilitative Services 1978, U.S. Environmental Protection Agency 1979). Orsaken till de förhöjda radonhalterna är radon som från marken läcker in i husen i kombination med att luftomsättningen i husen är låg beroende på att husen byggts så täta som möjligt i syfte att hålla energiförbrukningen för luftkonditioneringsaggregaten låg. I mycket få hus har åtgärder vidtagits mot de förhöjda radondotterhalterna men försök pågår att utveckla en byggteknik som skall göra husen radontäta.

I Maine upptäcktes i samband med en omfattande undersökning av radon i hushållsvatten att radondotterhalten i flera av husen var högre än vad radonet från vattnet kunde ge. Orsak till detta var tillskott av radon från marken.

Förekomster av förhöjd radonhalt i hushållsvattnet är i Maine liksom i Sverige i huvudsak knutna till områden med berggrund av granit och till vatten som tas från i graniten borrade brunnar. Det var därför naturligt att de byggnader som hade förhöjda radondotterhalter inomhus, på grund av radon från marken, visade sig vara grundlagda på berg eller morän som består av granit. Radonhalterna i dessa hus var 100-2 000 Bq/m³ (Hess et al 1978, 1979 och 1981). Ett hus avvek dock från mönstret. Det är ett hus som är byggt på en rullstensås som i huvudsak innehåller sand, grus och sten av skiffrar och glimmerrika gnejser vilka har låg radioaktivitet, 6-8 µBq/h (mikroröntgen per timme). Radonhalten i huset var ca 400 Bq/m³. Ingående undersökningar av orsakssambanden till de förhöjda radondotterhalterna i husen påbörjades 1981. De är när detta skrivs ej avslutade.

I Sverige har under åren 1978 till 1981 pågått undersökningar av orsakssambanden bakom de höga radondotterhalter (maximalt 2 400 Bq/m³ i bostadsrum och 4 500 Bq/m³ i hobbyrum i källarvåning) som uppmätts i sex hus i Tidaholm, vilka är byggda på eller i upplag av bränd alunskiffer, rödfyr. Vid dessa undersökningar konstaterades att orsakerna till radondotterhalterna i husen var radon som avgick från alunskiffern och som trängde in i husen genom sprickor i källargolv eller källarväggar. I ett fall, i ett kryppgrundshus, fördes radonet in i huset med luft som från kryppgrunden sögs in i huset (Clavensjö et al 1982).

De i föreliggande rapport redovisade undersökningarna grundar sig i mycket på de erfarenheter som gjordes vid undersökningarna i Tidaholm. De nu utförda undersökningarna skiljer sig dock från dessa bl a i det att undersökningen av de geologiska förhållandena fått en dominerande roll samt i att de bestämmningar av radonhalten i jordluften som utförts, gjort det möjligt att beräkna inflödet av jordluft till husen och att ställa upp modeller för samband mellan radon i mark - radon i hus.

2.3 Projektbeskrivning och uppläggning

Huvudsyftet med projektet är, som framgår av rapportens titel, att undersöka markens inverkan på radonhalt och gammastrålning inomhus. Vilken skillnad är det i detta avseende på olika typer av hus? Enligt vilka mekanismer och vilka vägar tränger radonet från marken in i huset? Detta är ytterligare några frågor som ställdes vid diskussionerna om projektets syfte och uppläggning. Undersökningen borde således kunna ge svar på

- . vilka konventionella byggnadskonstruktioner ger ett gott "radonskydd" respektive "gammastrålningsskydd" och vilka ger ett dåligt.
- . vilka vanligen förekommande typer av mark kräver att speciella byggnadsåtgärder vidtas vid bebyggelse.

För att finna hus i vilka man kunde förvänta sig problem med radon och gammastrålning från marken valdes hus på mark med känd hög radioaktivitet. För att förenkla undersökningen valdes friliggande småhus. De två marktyper, som bedömdes vara lämpligast var dels mark med alunskiffer i Örebro kommun och områden med granit i Strömstads och Lysekils kommuner. En bidragande orsak till detta val var att dessa kommuners hälsovårds- och byggnadsnämnder visat intresse för undersökningarna och förklarat sig beredda att hjälpa till med dem.

Undersökningarna för forskningsprojektet har under tiden oktober 1980 till april 1982 utförts i följande etapper:

- 1 Val av ett antal områden som från geologisk synpunkt bedömdes vara lämpliga.
- 2 Fältbesiktning av de utvalda områdena. Härvid kontrollerades markens radioaktivitet och att det utvalda området verkligen hade för undersökningen lämpliga geologiska förhållanden. Dessutom gjordes en första bedömning av vilka hus inom respektive område som kunde tänkas vara lämpliga att ingå i projektet.
- 3 Inhämtning av byggnadstekniska uppgifter om aktuella hus från byggnadsnämndens arkiv i de olika kommunerna samt från kommunala tjänstemän.
- 4 Utsortering av de hus som planerades ingå i radonmätningssarbetet. Från hälsovårdsförvaltningarna erhöles namnen på de berörda fastighetsägarna. Dessa tillställdes därefter en förfrågan om intresse att delta i projektet.

- 5 Mätning av radon i hus. Mätningen utfördes med spårfilm.
- 6 Utsortering av 90 hus för mera ingående undersökningar, som omfattade en detaljerad geologisk undersökning av marken kring varje hus, en noggrann byggnadsteknisk genomgång av husen samt mätningar av radon i marken vid och under husen. Dessutom gjordes ytterligare en mätning av radonhalten i dessa hus med termoluminiscensdosimeter (TLD).

Byggnadsteknisk besiktning har utförts i ytterligare ca 100 hus. I samtliga besiktigade hus har även gammastrålningen uppmätts i de rum där radonmätningar tidigare gjorts.

Forskningsprojektet har bekostats av Radonutredningens forskningsanslag och administrerats av statens råd för byggnadsforskning. Delar av undersökningen har även finansierats av Sveriges geologiska undersökning (SGU) över anslaget för "Dokumentation av det naturliga radioaktiva fältet".

2.4 Deltagare i forskningsprojektet

Projektet har utförts under ledning av Bjerking Ingenjörbyrå AB i samarbete med Sveriges geologiska undersökning (SGU).

Bjerking Ingenjörbyrå AB har ansvarat för projektledning, byggnadstekniska undersökningar, radonmätningar med spårfilm i hus och radonmätningar under hus samt för rapportering av dessa arbeten. Företaget har också ansvarat för utskrift och redigering av denna forskningsrapport. Vidare har ingenjörbyrån skött kontakterna med berörda kommunala förvaltningar, husägare m fl.

SGU har ansvarat för geologiska och geofysiska undersökningar samt mätning av radon i mark och rapportering av dessa arbeten. Vidare har SGU författat kapitlen Geologiska undersökningar, Mätning av radon, Teori, Bildning och transport av radon och toron i marken samt kapitlet Inverkan av vatten på radonavgång, radontransport och radonhalter i marken.

Statens provningsanstalt har utfört radonmätningar med TLD i husen. I projektet har även deltagit statens institut för väg- och trafikforskning (VTI), som utfört de borrhningar som gjorts i Strömstad och Lysekil.

Projektets uppläggning och genomförande har diskuterats med en referensgrupp bestående av Hans Ehdwall (statens strålskyddsinstitut), Sven-Olov Ericson (Allmänna Ingenjörbyrå AB), Olov Hildingson (statens provningsanstalt), Per Levin (Kungl Tekniska Högskolan), Curt Linder (statens planverk) och Alf Lindmark (statens geotekniska institut). Vid genomförandet av projektet har förutom personal från Bjerking Ingenjörbyrå AB och SGU även deltagit personal från hälsovårdsförvaltningarna och byggnadsnämnder/stadsbyggnadskontor i Strömstad, Lysekil och Örebro kommuner. Till dessa och till alla dem som upplåtit sina hem för radonmätningar, borrhningar genom husgolven samt grävningar och borrhningar i trädgårdarna riktar vi ett varmt tack. Utan Er hjälp hade projektet inte kunnat genomföras.

Ett speciellt tack riktas till Gun Astri Svedjemark (statens strålskyddsinstitut) och Sven-Olov Ericson som fackgranskat rapporten.

1983 i januari

Bertil Clavensjö

Gustav Åkerblom

Per Andersson

Bjerking Ingenjörbyrå AB
Projektledare

SGU, Luleå
1:e statsgeolog

SGU, Luleå
Geofysiker

3 VAL AV OMRÅDEN OCH HUS

3.1 Val av områden

Syftet med detta forskningsprojekt har varit att studera samband mellan radonhalter i bostadshus och markradon. Av denna anledning utvaldes för undersökning hus som är byggda i områden där inverkan av markradon förväntades vara hög. Områden med kända höga radonhalter i jordluften är sådana där berggrunden består av uranrika graniter eller uranrik alunskiffer eller där fragment av dessa bergarter ingår i jordarterna.

Områden som framstod som lämpliga för undersökningen var granitområden i Strömstad kommun och alunskifferområden i västra delen av Örebro kommun. Bohusgraniten i Strömstadsområdet har relativt hög radioaktivitet och uraninnehållet i alunskifferarna i Närke varierar mellan 100-300 gram per ton. Till valet av dessa områden bidrog

- att geologin inom dem är väl karterad
- att hälsovårdsnämnden i Strömstads kommun gjort en del mätningar av gammastrålningen från graniten och funnit den vara hög
- att av SGU utförda flygmätningar över kartbladen 10 E Karlskoga S0 och N0 samt över 10 F Örebro SV och NV visat att markradioaktiviteten, där på grund av förekomst av alunskiffer, är relativt hög inom ett stort område som sträcker sig från Fjugesta i SSV till Latorpsbruk i NNW.

En annan bidragande orsak var att hälsovårdsförvaltningarna och stadsbyggnadskontoren i dessa kommuner erbjudit sig att hjälpa till med utförandet av undersökningarna.

För att verkligen kunna koncentrera urvalet av hus till områden där markens radioaktivitet är förhöjd inleddes undersökningen med en, från befintligt geologiskt och radiometriskt material utgående, tolkning och sammanställning av geologin och radioaktiviteten. Resultatet sammanställdes på kartor i skalor mellan 1:5 000-1:2 000. För att kunna göra en så detaljerad avgränsning av jordarterna som möjligt gjordes även flygbildstolkningar av de kvartärgeologiska förhållandena. För Strömstad användes stereobilder i skala 1:4 000 och för Örebro stereobilder i skala 1:20 000.

I Strömstads kommun utvaldes för närmare undersökning sju områden med totalt 350 småhus och i Örebro kommun 24 områden med totalt 973 hus (Åkerblom 1980. Delrapport 1).

I oktober 1980 besöktes Strömstads och Örebro kommuner för en besiktning av de områden som hade utvalts från det geologiska materialet samt för ett definitivt urval av hus. (Åkerblom och Lindroos 1980. Delrapport 2 och 3).

3.1.1 Strömstad kommun

Berggrunden i Strömstad tätort består huvudsakligen av en grå till rödgrå medelkornig till grovkornig massformig granit, s k Bohusgranit, i mindre utsträckning av grå ådergnejs av sedimentärt ursprung. Berggrunden är väl blottad och jordlagret, där sådant förekommer, är tunt med undantag för jordfyllda svackor och dalgångar. De jordarter som förekommer är sand och lera samt i underordnad omfattning morän. Många av husen i Strömstad är byggda på utfyllnad av sprängd granit.

Gammastrålningen från graniten är normalt 20-30 $\mu\text{R/h}$ med ett medelvärde på 22-25 $\mu\text{R/h}$. Lokalt kan gammastrålningen uppgå till ca 35-40 $\mu\text{R/h}$. Blockfattig morän har i allmänhet en strålning på 20 $\mu\text{R/h}$, sand och lera 6-10 $\mu\text{R/h}$.

Uran-, torium- och kaliumhalterna¹⁾ i graniten är:

	medel	min	max
Uran, ppm ²⁾	6.1	4.0	9.0
Torium, ppm ²⁾	80.2	55.0	135.0
Kalium, %	4.8	4.1	6.0

1) bestämda genom mätningar med gammaspektrometer på hållar

2) ppm = parts per million, vilket är detsamma som gram per ton. 1 ppm uran är ekvivalent med 12.3 Bq/kg, 1 ppm torium är ekvivalent med 4.0 Bq/kg och 1 % kalium är ekvivalent med 310 Bq/kg.

Besiktningar gjordes även i tre utanför tätorten liggande bostadsområden nämligen Båleryd, Hällestrand och Hjältsgårds by. Berggrunden i dessa områden består dels av rödgrå massformig granit, dels av gnejs och kvartsdiorit. Lokalt inom Båleryd finns pegmatoida granitpartier. Gammastrålningen från graniten är normalt 15-25 $\mu\text{R/h}$, i gnejs och kvartsdiorit maximalt 12 $\mu\text{R/h}$, i pegmatiterna punktvis upp till 35-70 $\mu\text{R/h}$.

Eftersom radioaktiviteten i Båleryd, Hällestrand och Hjältsgårds by generellt var lägre än i Strömstads tätort beslöt vi att vid de fortsatta geologiska och byggnadstekniska undersökningarna endast ta med hus belägna i Strömstads tätort och att till referensområde välja Hjältsgårds by.

3.1.2 Örebro kommun

Preliminärt utvaldes för undersökningen tätorterna Fjugesta, Lanna, Vintrosa och Latorpsbruks samhälle samt kring dessa liggande områden med förtätad bebyggelse. Samtliga dessa är belägna i den västra delen av Närkes kambro-ordoviciska sedimentområden, figur 3.1. Berggrunden utgörs av urberg, huvudsakligen gnejs, som överlagras av sandsten (20-30 meter mäktig), skifferlera (14-16 meter mäktig), alunskiffer (16-18 meter mäktig) och kalksten (maximal mäktighet inom de aktuella områdena ca 12 meter). Figur 3.2 visar en profil genom berggrunden vid Vintrosa där de sedimentära bergarterna bildar en platå som höjer sig över Närkeslätten. Den östra kanten av platån är relativt brant, vilket medför att längs branten är alunskifferns utgående i berggrundsytan ganska smalt, ibland mindre än 50 meter.

Förhållandena är annorlunda i Fjugesta där topografin är mjukare vilket medför att alunskifferns utgående i berggrundsytan där omfattar ett ca 6 km² stort område.

Blottad berggrund saknas i området förutom i de talrika kalk- och alunskifferbrotten.

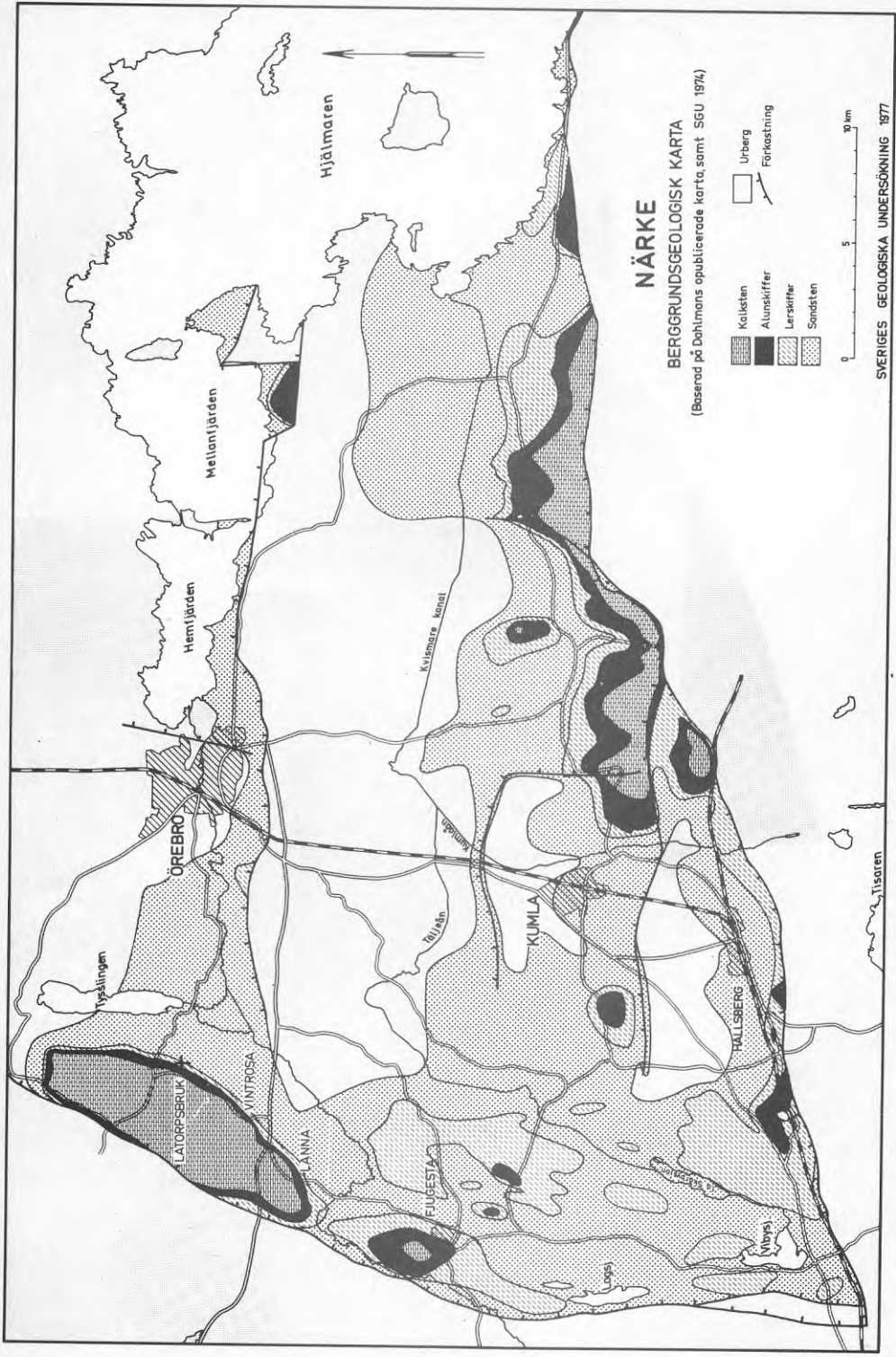
Jordlagrets mäktighet är som regel mer än fyra meter och jorddjup överstigande tio meter förekommer ofta. Dominerande jordarter är morän och moränlera, men stora arealer täcks även av postglacial lera, sand och mo. I områden med alunskiffer i berggrunden och i områden som ligger söder om dessa förekommer varierande mängder av alunskiffer i moränen och moränleran. Ofta bildas alunskiffermoräner där upp emot 80 % av moränen består av alunskiffer.

Moränen och moränleran har under den tid som landet höjde sig ur havet utsatts för påverkan av vågor och strömmar, vilket medfört att materialet omlagrats och delvis sorterats. Därvid har ofta, som t ex i Fjugesta, bildats en sandig morän som till stor del består av alunskifferfragment.

Gammastrålningen över morän är normalt 10-30 µR/h, högre upp där moränens alunskifferinnehåll är stort maximalt 50 µR/h. Lägsta strålning, 4-8 µR/h, förekommer i områden där kalksten dominerar i moränen, t ex uppe på platån väster om Vintrosa.

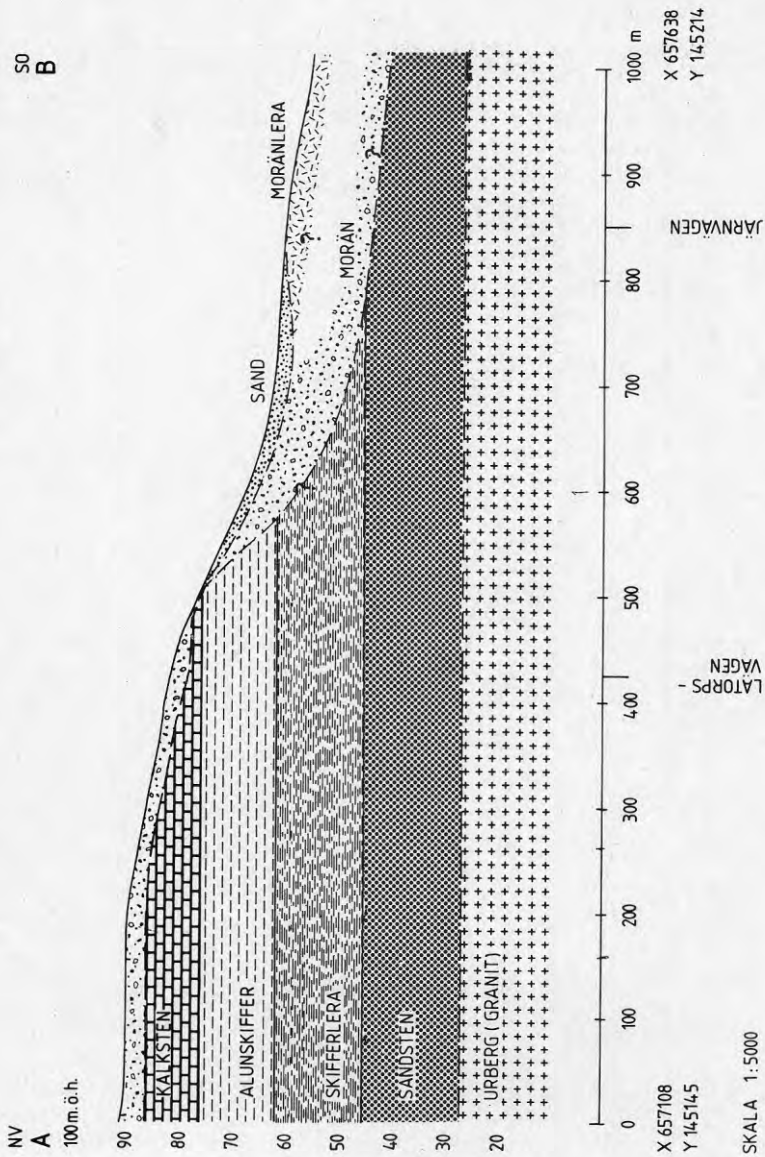
Vid besiktningen visade det sig att bränd alunskiffer, rödfyr, i stor utsträckning har använts som fyllning kring och troligen också under bostadshusen. Speciellt vanligt är detta i Latorp och Lanna där det inte gick att utesluta att rödfyr fanns i anslutning till så gott som samtliga hus. Av denna anledning koncentrerades urvalet av hus till Vintrosa och Fjugesta.

Mätningar av radonhalten i jordluft som statens geotekniska institut (SGI) gjort i Östergötland och Vintrosa och SGU i Lanna har visat att höga radonhalter kan förekomma i jordlager ovanpå kalksten som överlagras alunskiffer. Troligen beror de höga radonhalterna på att radon från skiffern aktivt transporteras upp genom sprickor i kalkstenslagret. För att undersöka hur en eventuell sådan transport av radon påverkar hus som är byggda ovanpå kalksten valdes i Vintrosa även tre områden med hus som är byggda över kalksten och där alunskiffer inte förekommer i moränen.



Figur 3.1 Berggrundsgeologisk karta över områden med ålunskiffer i Närke.

VINTROSA, GEOLOGISK PROFIL PARALLELL MED SÄBYGATAN



SGU 1982 GUSTAV ÅKERBLOM

Figur 3.2 Geologisk profil genom jordlager och berggrund i Vintrosa.

3.1.3 Lysekil kommun

Vid besiktningen av granitområdena i Strömstad visade det sig att radioaktiviteten (gammastrålningen) i graniten generellt inte var så hög som de första uppgifterna gav anledning till att förmoda. Målsättningen vid urvalet av granitområden var att gammastrålningen skulle vara högre än 30 $\mu\text{R/h}$ och den genomsnittliga gammastrålningen i Strömstad ligger på 22-25 $\mu\text{R/h}$. Av denna anledning beslöts att försöka hitta ett område med högre radioaktivitet än i Strömstad. Valet föll på granitområdena i Lysekils kommun över vilka SGU 1978 och 1980 hade utfört flygmätningar med efterföljande markundersökning. Dessa visade att gammastrålningen över stora arealer ligger på ca 30 $\mu\text{R/h}$ och att uran/torium-förhållandet är större än vanligt samt att uranhalten i graniten är ovanligt hög.

Från de geologiska kartorna och de flygradiometriska undersökningarna utvaldes fem bostadsområden i Lysekils kommun, varav tre i Lysekils tätort, ett i Brastad och ett i Skalhamn. Dessa områden besöktes och besiktigades i november 1980 (Åkerblom 1981. Delrapport 4).

Inom de utvalda områdena består berggrunden av röd till gråaktig medelkornig massformig granit. I graniten förekommer enstaka gångar av pegmatit. Berggrunden är väl blottad och jordlagret är, där det förekommer, tunt, mindre än en meter, med undantag för jordfyllda sprickdalar och svackor i terrängen. De jordarter som förekommer är sand och lera. Flertalet av husen är endera byggda direkt på graniten, nedsprängda i den eller står på sprängstensfyllning av granit.

Gammastrålningen från graniten i Lysekils tätort och Skalhamn är normalt 25-30 $\mu\text{R/h}$. Lokalt förekommer strålning på upp till 40 $\mu\text{R/h}$. I Brastad är granitens gammastrålning 20-25 $\mu\text{R/h}$, endast i undantagsfall 30 $\mu\text{R/h}$.

Uran, torium och kaliumhalterna¹⁾ i graniten är:

	medel	min	max
Uran, ppm	17.5	12.0	37.0
Torium, ppm	43.8	17.0	59.0
Kalium, %	4.6	4.0	6.0

1) bestämda genom mätningar med gammaspektrometer på hållar

Av de besiktigade områdena valdes för fortsatta geologiska och byggnadstekniska undersökningar de tre områdena i Lysekils tätort och området i Skalhamn. Brastad valdes som referensområde.

3.2 Val av hus för radonmätning inomhus

3.2.1 Kriterier för husval

För val av lämpliga hus att ingå i projektet uppställdes följande kriterier:

- endast småhus skall medtagas. Detta motiveras med att problematiken med inträngande markradon är densamma i såväl småhus som i bostäder i markplanet i flerbostadshus, om dessa saknar källarvåning. Lägenheter i källarförsedda flerbostadshus är däremot avskiljda från denna våning på ett helt annat sätt än vad som är fallet i ett småhus och bör därför ej utsättas för radoninströmning från marken i någon nämnvärd omfattning. I motsats till förhållandet i lägenheterna bebos småhusen oftast av fastighetsägaren, vilket bedömdes underlätta projektets genomförande.
- byggnadsmaterialet skall ha låg radioaktivitet för att radonavgången därifrån skall störa mätningarna så litet som möjligt. Hus med ytterväggar eller grundmurar av skifferbaserad gasbetong eller rödfyr skall därför uteslutas. Det är mycket vanligt att icke bärande källarväggar i småhus är uppförda av gasbetong, men eftersom detta är omöjligt att upptäcka utan att gå in i huset, kunde sådana väggar ej sorteras bort. Å andra sidan är såväl den sammanlagda ytan av dessa väggar som radonexhalationen därifrån relativt begränsad.
- hustyp och byggnadssätt skall vara de vanligast förekommande. Företrädesvis skall hus från 1950-talet och senare väljas, men även äldre hus kan tagas med, om de bedöms vara av intresse för projektet.
- med avseende på grundläggningssätt skall husen indelas i fyra olika hustyper, kapitel 3.2.2. Inom varje geografiskt område skall om möjligt varje typ vara representerad.
- husen skall vara byggda på mark som har förhöjd radioaktivitet och som är representativt för området.
- fyllning under eller runt hus får ej bestå av alunskiffer, rödfyr eller gasbetongkross.

I samband med besiktningen av de för projektet utvalda områdena gjordes en första utsortering av sådana småhus, som kunde tänkas vara lämpliga att studera närmare. Gammastrålningen från fasader och hussocklar kontrollerades i vissa fall då tveksamhet uppstod om byggnadsmaterial. Likaså uppmättes strålningen från marken intill huset, om det fanns skäl att misstänka fyllning bestående av rödfyr. Dessutom antecknades om huset hade källarvåning eller kryprumsgrund.

Byggnadsnämndens arkiv besöktes för att från befintliga byggnadslovhandlingar erhålla upplysningar om byggnadssätt, framför allt grundläggningssätt, byggnadsmaterial m m. Tyvärr saknas sådana handlingar för många småhus. Detta gäller främst lite äldre hus och fastigheter i områden, som vid kommunsammanslagningen tillförts huvudorten. Med hjälp av på detta sätt in-

samlat material utvaldes totalt ca 500 hus inom fem områden i vardera Lysekil, Strömstad och Vintrosa samt fyra områden i Fjugesta.

3.2.2 Hustyper

Ett hus med källarvåning har en betydligt större markkontakt än ett hus som är grundlagt i marknivå och bör därför vara mera utsatt för inträngning av radon från marken. För att undersöka hur olika grundläggningssätt påverkar denna inträngning och därmed radonhalten inomhus uppdelades husen i fyra olika grupper enligt figur 3.3.

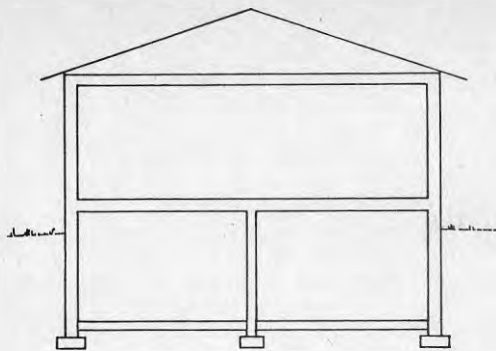
Hustyp 1 utgörs av hus med källarvåning där de bärande källarväggarna eller grundmurarna är grundlagda på längsgående betongsulor. Källargolven är gjutna efter grundmurarnas uppförande och består således av ett antal separata betongplattor som begränsas av murarna. En nygjuten betongplatta krymper något. För att minska risken för krympsprickor i plattorna frilades dessa ofta från väggarna med papprensor eller dylikt. Följden blev att springor i stället bildades mellan betongplattorna och väggarna. Dessa springor kan vara svåra att upptäcka vid en okulär besiktning, eftersom en del golv är försedda med ett avjämningskikt av betong medan andra golv har kompletterats med uppreglade övergolv eller s k flytande golv. I många hus täcks dessutom springorna av putsskiktet på väggarna.

Hustyp 2 består också av hus med källarvåning men är grundlagda på en kantförstyvad betongplatta som gjutits i ett stycke. Plattan utgör därtill golv i källarvåningen. Den är då avjämnad med betong eller försedd med övergolv. Vid detta grundläggningssätt bör golvkonstruktionen vara tätare mot marken än vid hustyp 1, om inte genomgående sprickor har uppstått i betongplattan på grund av ojämn sättning eller krympning.

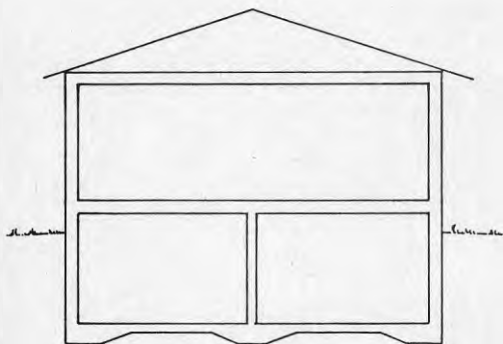
I vissa fall ligger markytan på en eller ett par sidor av huset på sådan nivå att källarvåningen klassas som suterräng- eller undervåning. I vår indelning jämföras dock dess hus med källarhus och räknas därför in i hustyp 1 eller 2.

Hustyp 3 består av hus som är grundlagda på så kallad kryprumsgrund eller kryputrymme. Huset är alltså källarlöst, men är försedd med grundmurar som har murats upp på längsgående betongsulor alternativt betongbalkar som lagts på plintar. Mellan mark och bottenbjälklag finns ett utrymme som vanligtvis är 60-80 cm högt och ventilerat med uteluft genom ventiler i hussocklarna. Bottenbjälklaget är ofta av trä och relativt otätt, varför luft ganska lätt kan sugas upp från kryputrymmet och in i bostaden. Det radon som exhalerar, avgår, från markytan i kryputrymmet späds ut i luften i detta. Radonhalten i kryputrymmet bestäms därför inte bara av radonexhalationens storlek utan också av hur effektiv luftväxlingen är i detta.

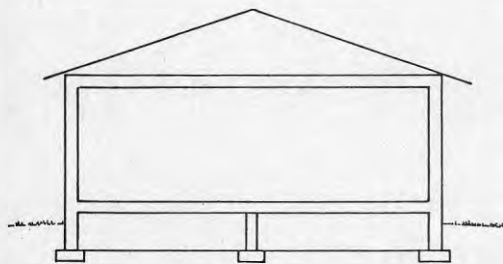
Hustyp 4 består av hus som oftast benämns "med platta på mark", d v s huset, som är källarlöst, är grundlagt på en kantförstyvad betongplatta i marknivå. Ur radonsynpunkt är bottenkonstruktionen likvärdig med hustyp 2:s källargolv.



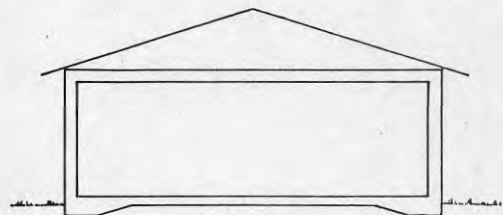
Hustyp 1 med längsgående betongsulor under bärande väggar. Källargolvet har gjutits efter det att grundmurarna uppförts.



Hustyp 2 med hel kantförstyvad betongplatta.



Hustyp 3. Grundläggning med s k kryprumsgrund.



Hustyp 4. Källarlösa hus grundlagda på hel kantförstyvad betongplatta.

Figur 3.3 Hustyper.

3.2.3 Kontakt med fastighetsägare

Från hälsovårdsförvaltningarna i berörda kommuner (Lysekil, Strömstad och Örebro) erhöles namnen på ägarna till de fastigheter, som bedömdes vara lämpliga att ingå i projektet. I brev till dessa personer redogjordes för projektets syfte och omfattning samt att deras hus låg inom ett område, där marken kunde ge ett relativt stort bidrag till radonhalten inomhus. Planerade mätningar och undersökningar skulle utföras helt kostnadsfritt för fastighetsägaren och för att underlätta för denne att besvara förfrågan medsändes ett portofritt svarskort. Antal svar och vilka hustyper dessa representerar framgår av tabell 3.1. Fastigheterna är numrerade områdesvis, där områden 11-15 ligger inom Lysekils kommun, 21-25 inom Strömstad kommun samt områden 31-34 i Fjugesta och 41-45 i Vintrosa tillhörande Örebro kommun.

Till samtliga fastighetsägare, som anmält sitt intresse att delta i projektet, överlämnades genom respektive hälsovårdsförvaltning (byggnadsinspektion i Örebro) två radondetektorer av märket Track-Etch typ F d v s kopp med filter, som hindrar radondöttrar i rumsluften att påverka mätningen. Vid insamling av detektorerna tre månader senare visade det sig att sex fastighetsägare som erhållit radondetektorer inte hängt upp kopsarna utan slängt bort dem istället. Från ytterligare tre hus saknas kopsarna av andra anledningar.

Radonmätningen beskrivs i kapitel 6.4 och dess resultat i kapitel 8.

3.3 Val av hus för detaljundersökning

För detaljerad undersökning av husen och geologin under och kring dem utvaldes totalt 90 hus fördelade på 15 st i vardera Strömstad och Vintrosa samt 30 st i vardera Lysekil och Fjugesta. Härvid valdes hus i grupper omfattande 2-4 stycken, där geologin bedömdes vara så lika som möjligt för husen i respektive grupp, men där radonmätningen inomhus visade stora skillnader mellan husen. Dessutom strävades efter att få de olika hustyperna representerade inom varje delområde.

De detaljerade undersökningarna bestod i huvudsak av en byggnadsteknisk besiktning av själva huset samt en geologisk undersökning av marken runt byggnaden inklusive mätning av radonhalter i marken omkring huset och under detsamma. Dessutom utfördes en ny radonmätning inomhus, denna gång med TLD (termoluminiscensdosimetrar). Utförande av undersökningen beskrivs ingående i kapitel 5.

Tabell 3.1 Fördelning av fastigheter på områden och hustyper

Område	Tillfrågade fast.ägare	Svar st	%	Hustyper, antal ¹⁾			
				1	2	3	4
11	56	32	57	2	9	0	21
12	26	14	56	1	13	0	0
13	12	8	67	0	3	0	5
14	11	4	36	2	1	0	1
15	6	5	83	1	0	2	2
Totalt Lysekil	111	63	57	6	26	2	29
21 ²⁾	52	23	44	2	9	6	6
22	29	10	34	4	6	0	0
23	31	18	58	2	8	3	5
24	13	9	69	0	3	1	5
25	14	8	57	0	5	1	2
Totalt Strömstad	139	68	49	8	31	11	18
31	65	26	40	9	7	2	10
32	32	13	41	8	1	5	0
33	11	3	27	1	0	1	1
34	9	4	44	3	1	0	0
Totalt Fjugesta	117	46	39	21	9	8	11
41	19	8	42	4	4	0	0
42	25	11	44	2	7	1	1
43	31	20	65	6	12	1	1
44	43	27	63	0	1	14	12
45	11	3	27	1	2	0	0
Totalt Vintrosa	129	69	53	13	26	16	14
Totalt	496	246	50	48	92	37	72

1) Hus med delvis källarvåning delvis kryprumsgrund har klassats som både och, om radonmätning har skett i såväl källarplan som i rum över kryputrymmet.

2) En del av detta område bebyggs för närvarande. Samtliga ägare till färdigställda småhus (7 st) i denna del tillfrågades, men ingen av dessa återsände svarskortet.

4 GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR OCH BESTÄMNING AV BERGGRUNDENS OCH JORDLAGRENS HALTER AV URAN (RADIUM), TORIUM OCH KALIUM MED GAMMASPEKTROMETER

4.1 Geologiska undersökningar

För vart och ett av de hus som valts ut för detaljundersökning har dess geologiska läge undersökts. Undersökningen har i första hand gällt själva tomten och grundläggningsförhållandena, men i en del fall även kringliggande områden.

Undersökningarna har skett under september-november 1981. De har omfattat en kartering av jordlagret och berggrunden i de fall denna är blottad samt av gammastrålningen vid markytan. För varje tomt har protokoll och karta upprättats.

Mätningar av radonhalten i jordluften har vid de flesta av husen gjorts i tre mätpunkter per tomt. Som regel har dessa mätningar utförts på ca en meters djup i spadborrade hål, figur 4.1. I samtliga hål har de ekvivalenta uran-, torium- och kaliumhalterna i jordlagret bestämts genom mätning med en gammaspektrometer som sänkts ner i hålet, figur 4.5.

På de tomter där det har varit möjligt har ett, i några fall två, hål maskinborrats ner till berggrundsytan, figur 4.6. Borrningarna har skett med Borro borrhandsvagn. Vid borrningarna har jordartsbestämningar utförts. I de flesta hål har även mätningar utförts av gammastrålningen från jordarterna med en gammalogg som sänkts ner i hålet.

I samband med grävningar och borrningar har grundvattenytans läge inmätts. Vid sex hus har prov tagits på grundvattnet. På dessa har radonanalyser utförts vid SGU i Uppsala. För analyserna har använts ett scintillationsinstrument av typ RD-200 med tillhörande avgasningsutrustning RDU-200. Instrumenten är tillverkade av EDA Instruments Inc. Colorado, USA.

Där blottad berggrund finns inom tomterna eller i närheten av dem har berggrundens ekvivalenta halter av uran, torium, och kalium bestämts genom mätningar med gammaspektrometer.

I de maskinborrade hålen har prov tagits på de genomborrade jordlagren med Borros moränprovtagare. Då så ansetts motiverat, har även i de spadborrade hålen skett en provtagning av jordarterna. För samtliga prov har okulär jordartsbestämning utförts. På 15 av proven har vid SGU:s jordartslaboratorium utförts mekanisk jordartsanalys och på 1 prov från Vintrosa och 3 prov från Fjugesta permeabilitetsbestämningar. 28 prov från Vintrosa och Fjugesta har vid Risö forskningslaboratorium i Danmark analyserats på radium och torium med gammaspektrometri.

Mätningarna av gammastrålningen har på och över markytan och i husen utförts med handburna scintillometerinstrument av typ BGS-4 tillverkade av Scintrex Ltd, Kanada. Instrumenten är uppbyggda kring en talliumaktiverad natriumjodid-kristall, NaI(Tl), med volymen 82 cm³. De är kalibrerade vid SGU:s geofysiska laboratorium i Malå enligt statens strålskyddsinstutts normer. Mätenheten är mikroröntgen per timme ($\mu\text{R/h}$). Mätning-grannheten är \pm 1-3 $\mu\text{R/h}$ i mätområdet 5-40 $\mu\text{R/h}$.

Vid mätning med dessa instrument utgörs vid sönderfallsjämvikt mellan uran-238 och bly-206 mer än 90 % av den uppmätta gammastrålningen av strålning som bildas och genereras vid sönderfallet av radondöttrarna bly-210 och vismut-214.

Sönderfallsserier för uran-238 och torium-232 visas i tabellerna 4.1 respektive 4.2.

Mätningarna av gammastrålningen i borrhålen har utförts med en gammalogg som är tillverkad och kalibrerad vid SGU:s geofysiska laboratorium i Malå. Mätenheten är $\mu\text{R/h}$.

4.2 Mätning med gammaspektrometer

För bestämningarna av berggrundens och jordarternas uran-, radium-, torium- och kaliumhalter har använts två bärbara gammaspektrometrar av typ GAD-6 tillverkade av Scintrex Ltd, Kanada, figur 4.4. Vid mätningarna har använts två olika NaI(Tl)-kristaller, den ena med volymen 103 cm^3 , den andra med volymen 348 cm^3 .

Gammaspektrometermätningarna har gjorts för att kunna studera samband mellan halter av uran-238, radium-226, torium-232 och radium-224 i berg- och jordarter, radon- och toronavgång samt radon- och toronhalter i hus.

Med de använda gammaspektrometrarna kan man registrera och separera gammastrålning med olika energi. Detta gör det möjligt att mäta strålningsbidraget från olika gammastrålande isotoper och att efter kalibrering beräkna halterna av dessa. Under förutsättning att de gammastrålande isotoperna står i sönderfallsjämvikt med de föregående isotoperna i sönderfallskedjan för respektive grundämne kan även halterna för dessa isotoper beräknas (Mellander, Österlund och Åkerblom 1982). Eftersom man vid gammaspektrometermätningar i naturen inte vet om jämvikt föreligger, anges de uppmätta och beräknade halterna som ekvivalenta halter (e) av respektive ämne. För bestämning av ekvivalenta halter av uran (eU), torium (eTh) används för uran isotopen Bi-214 med energin 1.76 MeV, för torium isotopen Tl-208 med energin 2.62 MeV. För bestämning av kalium används isotopen K-40 med energin 1.46 MeV. Figur 4.7 visar ett gamma-spektrum som erhållits vid mätning över en granitisk berggrund.

De använda spektrometrarna är kalibrerade vid SGU:s kalibreringsanläggningar i Borlänge och Malå. Mätnoggrannheten vid tre mätningar på samma håll är för uran $\pm 0.5 \text{ ppm}$, torium $\pm 0.3 \text{ ppm}$ och kalium $\pm 0.25 \%$. (ppm = parts per million, vilket är detsamma som gram per ton). Uran och toriumhalterna har i denna undersökning angetts i ppm och kaliumhalten i %. 1 ppm uran är ekvivalent med 12.3 Bq/kg , 1 ppm torium med 4.0 Bq/kg och 1 % kalium med 310 Bq/kg . Radiumindex 1.0 motsvarar en uranhalt 16.3 ppm om uranet är i jämvikt med sina dotterisotoper.

Mätningar med gammaspektrometer direkt i fält har den fördelen framför analyser på provtaget material att mätningen kan ske på en så stor volym (ca 0.5 m^3) att lokala inhomogeniteter i bergarten eller i jordarten endast i liten utsträckning påverkar resultatet. Sådana lokala inhomogeniteter finns nästan alltid i

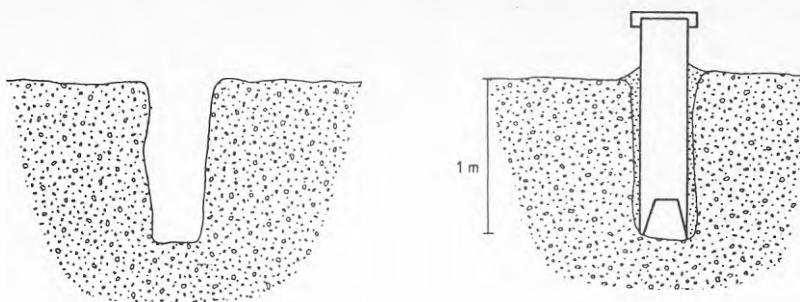
Tabell 4.1 Sönderfallserie för uran-238

Isotop	Halverings- tid	Huvudsaklig strålning	Anmärkning
Uran-238 (U)	$4.5 \cdot 10^9$	år α	
Torium-234 (Th)	24.1	dygn β, γ	
Protaktinium-234 (Pa)	1.17	min β, γ	
Uran-234 (U)	$2.47 \cdot 10^5$	år α	
Torium-230 (Th)	$8.0 \cdot 10^4$	år α, γ	
Radium-226 (Ra)	$1.602 \cdot 10^3$	år α, γ	
Radon-222 (Rn)	3.823	dygn α	Gas
Polonium-218 (Po)	3.05	min α	} "Radondöttrar"
Bly-214 (Pb)	26.8	min β, γ	
Vismut-214 (Bi)	19.7	min β, γ	
Polonium-214 (Po)	$1.6 \cdot 10^{-4}$	sek α	
Bly-210 (Pb)	21.3	år β	
Vismut-210 (Bi)	5.01	dygn β	
Polonium-210 (Po)	138.4	dygn α	
Bly-206 (Pb)	-		Stabil, ej radioaktiv

I serien har ej At-218, Tl-210, Hg-206 och Tl-206 medtagits. Dessa isotoper bildas i mycket små mängder vid grenade sönderfall (< 1 % av det totala sönderfallet från respektive moderisotop).

Tabell 4.2 Sönderfallserie för torium-232

Isotop	Halverings- tid	Huvudsaklig strålning	Anmärkning
Torium-232 (Th)	$1.41 \cdot 10^{10}$	år α	
Radium-228 (Ra)	5.76	år β	
Aktinium-228 (Ac)	6.13	tim β, γ	
Torium-228 (Th)	1.913	år α, γ	
Radium-224 (Ra)	3.66	dygn α, γ	
Radon-220 (Rn)	55	sek α	Gas, även kallad toron
Polonium-216 (Po)	0.15	sek α	} "Torondöttrar"
Bly-212 (Pb)	10.64	tim β, γ	
Vismut-212 (Bi)	60.6	min α, β, γ	
Polonium-212 (Po)	$3.04 \cdot 10^{-7}$	sek α	
Tallium-208 (Tl)	3.05	min β, γ	
Bly-208 (Pb)	-		Stabil, ej radioaktiv



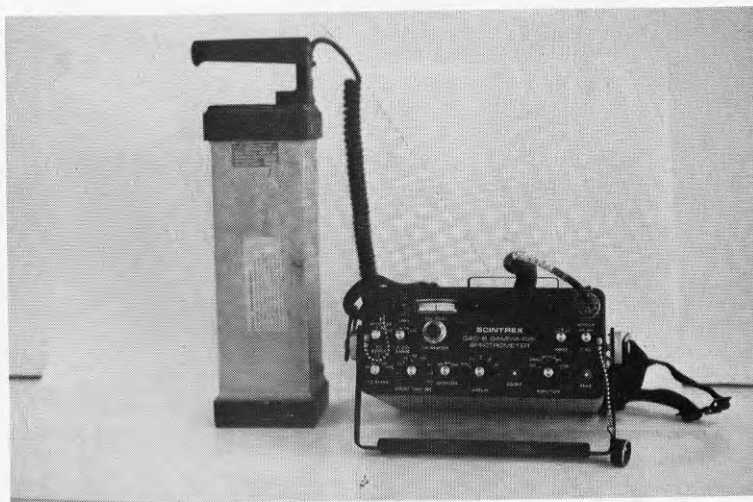
Figur 4.1 Använd metod för mätning av radon i jordluften med ROAC (aktiverat kol) och Track Etch spårfilm. Vid mätningen har ett mätdjup på en meter eftersträvat. Mätkopparna har varit placerade i nedre änden av ett PVC-rör. Kring röret har fyllts igen med packad jord.



Figur 4.2 Spadborr.



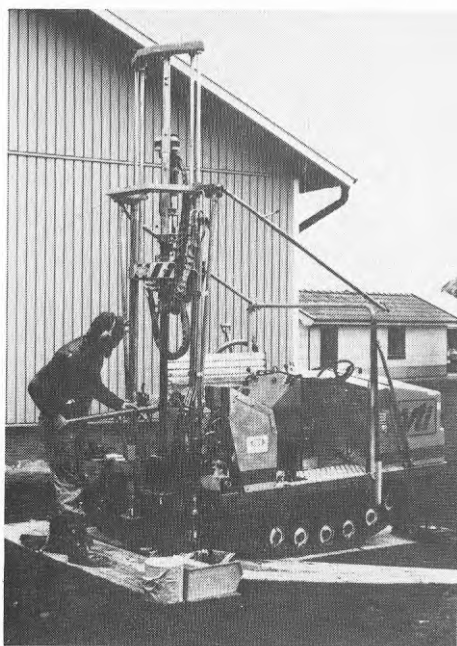
Figur 4.3 Spadbörning i morän. I förgrunden den bormaskin som använts för att göra hål i marken för mätning av radon i jordluft med emanometer.



Figur 4.4 Gammalspektrometer av typ Scintrex GAD-6.

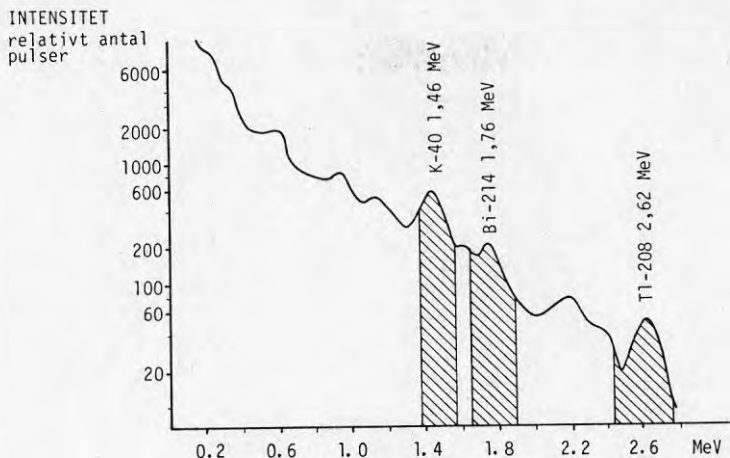


Figur 4.5 Mätning med gammaspektrometer i spadborrat hål.



Figur 4.6 Borrning med Borro borrarbandvagn för provtagning av jordlagren och berggrunden samt upptagning av hål för bestämning av grundvattenytan och för mätning av gammastrålningen i marken.

bergarter eftersom uran och torium i dessa förekommer i mycket små mängder och vanligtvis är ojämnt fördelade, vilket också gör att det är svårt att ta ut representativa prov av en bergart.



Figur 4.7

Gammalspektrum från en granit uppmätt med en gammalspektrometer försedd med en kristall av NaI(Tl). De skrafferade områdena visar de energiintervall av spektrumet som vid mätningar med Scintrex GAD-6 används för bestämning av eU, eTh och K.

Sönderfallsojämvikt föreligger i vissa fall mellan uran och dess dotterisotoper. Detta beror på att uran och flera av dess dotterisotoper lätt går i lösning och även vid normala förhållanden (pH 5-7) lakas bort med vatten. Särskilt lätt sker en sådan lakning i jordarterna där vattnet kommer åt att påverka de enskilda uranförande mineralkornen. Uranets dotterisotop radium-226 är däremot svårlöslig vid normala förhållanden (pH 5-7) och blir kvar i jordarten även om uranet delvis bortlakats. Därför kan man alltid utgå från att radioaktiv ojämvikt föreligger mellan uran och dess dotterisotoper i jordarterna. Radioaktiv ojämvikt förekommer endast i mycket liten utsträckning i torium-serien, dels eftersom torium är mycket mer svårlösligt än uran och dels därför att toriums dotterisotoper har relativt korta halveringstider, t ex 5.76 år för radium-228, som har den längsta livslängden. Den radioaktiva kaliumisotopen K-40 ingår med en konstant halt i naturligt kalium varför man vid gammalspektrometriska mätningar erhåller totala kaliuminnehållet.

Även i bergarter urlakas uran, men undersökningar som SGU gjort visar att ojämvikt mellan uran-238 och radium-226 i svenska bergarter inte är av en sådan storlek att de i nämnvärd utsträckning påverkar gammalspektromettermätningarna (Werner et al 1979). Detta beror på att berggrunden även vid ytan är relativt ovittrad, eftersom landisen skrapade bort alla vittrade lager och efter sig lämnade kvar friskt ovittrat berg. På de 9 000-14 000 år som gått sedan isen smälte bort har inte någon djupare och påtaglig vittring hunnit ske.

Vid de radonundersökningar som utförts i detta projekt har gammaspektrometermätningar använts för att bestämma halten av radium-226 och radium-224 i bergarterna och jordarterna. Detta för att kunna studera samband mellan radiumhalter i bergarter och jordarter, radon- och toronavgång samt radonhalter i mark och i hus. Därvid har eventuella ojämvikter mellan uran-238 och radium-226 inte någon betydelse. Eftersom gammaspektrometermätningarna görs på Bi-214 som är den tredje radondottern i sönderfallskedjan (tabell 4.1) ger mätningarna ett mått på mängden radonatomer förutsatt att radon är i jämvikt med Bi-214, vilket alltid är förhållandet i jord- och bergarter. Hur många radonatomerna är beror i sin tur på radiumhalten och om antalet radonatomer är i jämvikt med antalet radiumatomer, vilket de är om inget radon har lämnat eller tillförts berg- eller jordarten. Görs mätningen på ett material från vilket inget radon avgått eller tillförts ger mätningen alltså ett korrekt mått på halten av radium-226. Om mätningen däremot görs på ett material där en del av det bildade radonet avgått, ger mätningen ett för lågt värde på halten av radium-226. Motsvarande förhållanden gäller för torium-232 - radium-224 - toron (radon-220) - tallium-208.

Vid gammaspektrometermätningar på laboratorium, t ex de som utförs på Risö, ser man till att mätningen utförs på ett prov i vilket jämvikt råder mellan radium-226 - radon - radondöttrar respektive radium-224 - toron - torondöttrar. Detta uppnås genom att provet på vilket haltbestämningen skall göras får stå inkapslat i en burk under tre veckor tills dess att radondottern Bi-214 och torondottern Tl-208 kommit i jämvikt med det radium-226 och radium-224 som finns i provet. Först därefter görs mätningen och ett noggrant mått på radiumhalterna i provet erhålls.

När gammaspektrometermätning görs i hål i marken får man räkna med att en del av det radon som bildats i den volym jord som mätningen utförs på (ca 0.5 m³) har transporterats bort från jordlagret. Därigenom erhålls ett för lågt värde på halten av radium-226 i jordlagret. Detta fel elimineras om spektrometermätningen sker på ett djup där ventilationen av marken är så liten att jämvikt i det närmaste råder mellan radium- radon- radondöttrar. På en meters djup är radonhalten i porerna vanligen 10-30 % lägre än vad den skulle vara om inte något av det radon som avgått till jordluften borttransporterats (se även kapitel 6.1.4). Eftersom mätningar av radonavgången visar att av alla bildade radonatomer i en volym jord avgår 10-30 % till luften i porerna i jorden kommer gammaspektrometermätningar som utförts på en meters jorddjup att visa 1-9 % för låga värden för radium-226 på grund av att radon har transporterats bort. Det högre värdet får anses som ett absolut maximivärde.

Motsvarande förhållande gäller ej för radium-224, eftersom toronet på grund av dess korta livslängd sönderfaller innan det hinner borttransporteras.

Vid gammaspektrometermätningar i fuktig jord uppmäts lägre värden än för torr jord eftersom en del av gammastrålningen skärmas av det vatten som finns i porerna. Storleken av skärmningen beror på jordarternas porositet och vattenhalten i jordarten, figur 4.8. Vid en porositet av exempelvis 30 % och 100 % fuktighet i en jordart, det vill säga när alla porer är

fyllda med vatten, medför skärmningen att ett 16 % lägre mätvärde erhålls än vad som skulle erhållits om jordarten varit torr. För korrigering av uppmätt värde på grund av vattnets skärmande effekt används följande formel:

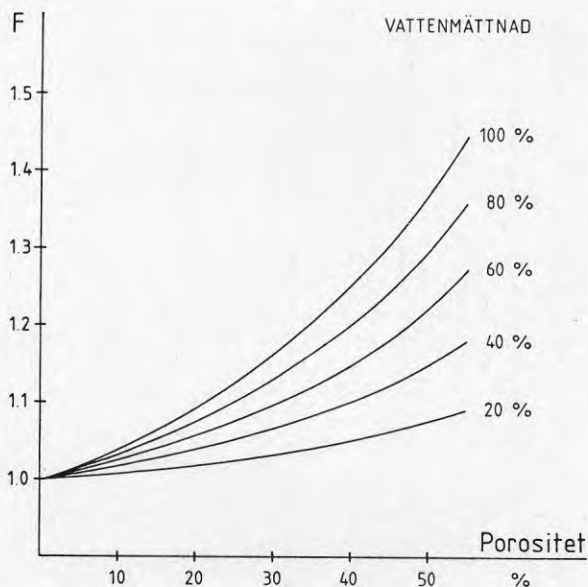
$$F = \frac{1}{1-M} \quad (4.1)$$

där

F = korrektionsfaktorn för fuktens skärmning

M = porvattnets vikt/(jordens torrsvikt + vattnets vikt)

Beroende på ovan uppräknade felfaktorer skulle gammaspektromettermätningar på en meters djup i en jordart med 30 % porositet under ogynnsamma förhållanden maximalt kunna ge ett 25 % för lågt värde på halten av radium-226 i förhållande till den verkliga halten i torr jordart. Därvid förutsattes att vattenhalten är 100 % och att 30 % av det bildade radonet borttransporteras från jordlagret. Normalt torde felet vara mindre, uppskattningsvis av storleksordningen 10 %.



Figur 4.8

Diagram visande hur porvattnet i en jordart genom skärmning påverkar mätresultatet vid mätning med gammaspektrometer i grävda gropar. Korrektionsfaktorn F används för att omräkna uppmätt värde till värde för torr jordart. F är beroende av jordartens densitet, porositet och vattenmättnad. Vid upprättande av detta diagram har jordartens kompaktdensitet antagits vara 2700 kg/m^3 .

Genom att mäta med gammaskpektrometern i samma hål som används för radonmätningen är det möjligt, efter det att radonhalten eller toronhalten i jordluften bestämts, grovt beräkna hur stor del av alla bildade radonatomer eller toronatomer som avgår till jordluften (emanationskoefficienten).

Följande beräkningsmodell används.

$$e = \frac{C_{Rn} \cdot p}{H \cdot A \cdot \rho} \quad (4.2)$$

där

e = emanationskoefficienten (andel bildat radon eller toron som avgår till porvolymen)

C_{Rn} = koncentrationen av radon eller toron i jordluften (Bq/m^3)

p = porositeten för jordarten, porvolym/total volym

H = ekvivalent uranhalt (ppm eU) eller toriumhalt (eTh) i jorden

A = specifik aktivitet för radon eller toron (12.3 Bq/kg per ppm eU, 4.0 Bq/kg per ppm eTh)

ρ = densiteten för torr jordart (kg/m^3)

Inom undersökningen har denna metod generellt använts dels för att få en uppfattning av radon- och toronemanationen på jordarterna och dels för att kontrollera resultaten från radonmätningarna.

Om radon tillförs det jordlager i vilket mätningen med gammaskpektrometern sker, erhålls högre värden än vad den verkliga radiumhalten i jordarten är. Tillskottet av radon i en jordart med 30 % porositet behöver dock vara av storleksordningen $75\ 000\ Bq/m^3$ för att vara mätbart med gammaskpektrometern.

Tillskottet av radon kan beräknas om man genom mätningar bestämmer radonhalten i luften i jordlagret samt mäter med gammaskpektrometer i samma punkt i ett för jordarten representativt prov. Tillvägagångssätt och exempel på sådana beräkningar redovisas i kapitel 7.3.

5 BYGGNADSTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

Bland de 237 hus, i vilka radonhalter uppmättes inomhus, utvaldes 90 hus för detaljundersökning omfattande geologisk och byggnadsteknisk undersökning. Utöver dessa 90 hus har ca 100 stycken besiktigats invändigt för att en bättre information skulle erhållas om hur och under vilka förhållanden radonmätningen i husen hade utförts.

Den byggnadstekniska undersökningen kan indelas i ett inledande arbete, som bestod av kontakter med myndigheter samt i viss mån med byggmästare till några av de hus, som skulle detaljundersökas. Därefter följde själva undersökningen omfattande byggnadsteknisk och ventilationsteknisk besiktning av husen samt mätning av gammastrålningen inomhus. Från början var håltagning i husens bottenplattor och mätning av radonhalten i jordluften därunder inte inplanerad i projektet, men vid fältarbetets start i Strömstad beslöts att försök skulle göras med denna typ av radonmätning. Tack vare fastighetsägarnas tillmötesgående kunde radonhalten under bottenplattorna mätas i 97 av de besiktigade husen.

5.1 Kontakt med myndigheter

I samband med valet av lämpliga hus för projektet besöktes byggnadsnämndens arkiv på respektive ort. Från de befintliga handlingarna hämtades uppgifter om husens byggnadsår, grundläggningssätt, byggnadsmaterial m m. Vid förnyat besök på byggnadsnämnden kunde för det nu betydligt mindre antalet hus ytterligare information inhämtas dels från handlingar i arkivet dels genom samtal med byggnadsinspektörer och andra personer inom den kommunala förvaltningen.

Det visade sig vid husbesiktningarna att det var en mycket osäker metod att plocka fram uppgifter från de byggnadslovshandlingar som finns i byggnadsnämndens arkiv. Speciellt gäller detta uppgifter om grundläggningssätt. Ritningarna kan t ex visa grundläggning på kantförstyvad betongplatta, typ 2 enligt figur 3.3, men tillhörande "Teknisk beskrivning" anger längsgående betongsulor, typ 1 enligt samma figur. Vidare kan handlingarna vara sinsemellan samstämmiga om grundläggningssättet, medan detta i verkligheten är av en annan typ. Att från byggnadslovshandlingarna hämta uppgifter om byggnadsmaterial är också vanskligt. Beskrivningen kan ange lättbetong eller gasbetong som material i källarväggar, men därmed är det inte uteslutet att dessa är uppförda i betonghålsten eller lättklinker. Även motsatt förhållande kan givetvis också finnas. Någon uppgift om angiven gasbetong är sand- eller skifferbaserad har inte påträffats.

För den geologiska undersökningens håltagning i trädgårdsmark har utsättning av tele- och elledningar beställts hos televerket respektive elverket eller dess elentreprenör på orten.

5.2 Byggnadsteknisk besiktning

Genom intervju med fastighetsägaren och i några fall med den byggmästare, som uppfört huset, har uppgifter erhållits beträffande material under huset, t ex förekomst av makadam, sprängsten m m, samt husets grundläggning och byggnadsmaterial. För en del hus kunde dessa uppgifter inte fås från fastighetsägaren, eftersom denne inte varit ägare till huset från byggnadstiden. Då har byggnadslovshandlingarnas uppgifter om grundläggningssätt godtagits, om inte något annat, som motsagt detta, har framkommit vid besiktningen eller på annat sätt.

För kontroll av byggnadsmaterialets betydelse för de uppmätta radonhalterna, mättes gammastrålningen från golv, ytter- och innerväggar och tak samt mitt i rummen med hjälp av ett scintillometerinstrument av typ BGS-4, tillverkat av Scintrex Ltd, Kanada. Beskrivning av instrumentet, kalibrering m m finns i kapitel 4.1. Mätningen av gammastrålningen har skett direkt mot respektive materialyta och värdena för i första hand de utrymmen där radonhalten uppmätts med spårfilm eller TLD har noterats.

Golv- och väggytor i framför allt konstruktioner mot mark har besiktigats med avseende på sprickor och andra otätheter genom vilka radonhaltig jordluft kan sugas in i huset. I några hus användes därvid rökpistol för att om möjligt kunna lokalisera otätheter. I så gott som alla hus utan källarvåning är golven mot mark försedda med golvbeläggningar och ofta finns också ett uppreglat eller flytande övergolv, varför det i dessa fall är omöjligt att okulärt konstatera eventuella otätheter i betongplattan. I många hus med källarvåning är förhållandet detsamma i stora delar av denna våning.

5.3 Undersökning av ventilationsförhållanden

Luftomsättningen i ett rum har stor betydelse för vilken radonhalt, som kan byggas upp i rummet. Radonhalten är ungefär omvänt proportionell mot luftomsättningen, om radontillflödet är någorlunda konstant. För att kunna bedöma en uppmätt radonhalts representativitet för huset och hur stora flöden av radon som erfordras från olika radonkällor för att åstadkomma denna radonhalt, måste därför luftomsättningen i såväl huset som i det enskilda rummet, där mätningen skett, vara känd. I ett självdragsventilerat hus beror luftomsättningen bl a på skillnaden mellan temperaturen inomhus-utomhus samt vindriktning och vindstyrka och varierar därför över tiden. Genom en momentanmätning av luftomsättningen erhålls antalet omsättningar per tidsenhet vid mätstillfället. Radonmätningen sker emellertid under 14 dagar till 3 månader beroende på mätmetod, varför den uppmätta luftomsättningen måste räknas om till ett medelvärde för den aktuella tiden för att vara samhörande med radonmätningen. Alternativt kan en momentanmätning av radonhalten utföras samtidigt med luftomsättningsmätningen.

Det finns i dag ingen enkel metod att mäta luftomsättningen i ett självdragsventilerat hus. Ett vanligt sätt att utföra en sådan mätning är att med fläktar blanda in spårgas i rumsluften och därefter mäta hastigheten hos gasblandningens utspädning. Detta är en tidsödande och därmed relativt dyrbar mätmetod.

I ett hus med mekanisk ventilation, d v s där åtminstone frånluftsfloendet drivs med fläkt, kan den mängd luft som per tidsenhet sugts ut mätas med hjälp av ett varmtrådsinstrument inbyggt i en mätstos som ansluts runt frånluftsdonet. Härvid tas dock ingen hänsyn till den s k oavsiktliga ventilationen, vilken orsakas av den luft som passerar in och ut genom otätheter i ytterväggar och bjälklag.

De flesta av husen i vår undersökning är självdagsventilerade hus. För att få en uppfattning om huruvida de inomhus uppmätta radonhalterna var att betrakta som normala för huset eller om de erhållits i rum med betydligt sämre eller bättre ventilation än huset i övrigt ingick i besiktningen att försöka bedöma ventilationen i huset. Vid besiktningen undersöktes därför

- förekomst av tillufts- och frånluftsventiler samt placeringen av dessa.
- typ av tätningslister i fönster och ytterdörrar samt listernas kondition.
- förekomst av öppen spis.
- förbindelse mellan våningsplan och mellan källarplan och våningsplan.

Dessutom tillfrågades fastighetsägaren om ventilerna varit öppna eller stängda under mätperioden, om dörrarna till de rum där radonmätningen skett brukar vara stängda t ex nattetid, samt om förekomst av kondens på fönster. Dålig lukt i huset antogs vara ett utslag av låg luftomsättning. På grundval av vad som framkom vid besiktningen och vid samtal med fastighetsägaren bedömdes om ventilationen i de rum där radonmätningen hade utförts var "dålig", "normal" eller "god".

6 MÄTNING AV RADON

Radonmätningar har utförts i totalt 237 enbostadshus. Mätningarna har utförts med spårfilm (Track Etch) och termoluminiscensdetektorer, (TLD). Vid 80 av husen har radonhalten i jordluften i marken kring husen uppmätts. Dessa mätningar har gjorts med spårfilm (Track Etch) eller med aktiverat kol (ROAC-detektorer), som grävts ner i marken. Mätningar av radon i jordluften har även på några tomter utförts med emanometer.

Under 97 hus har radonhalten i jordluften under källargolven eller bottenplattorna mätts med emanometer.

Tabell 6.1 Fördelning av undersökta hus till olika orter och undersökningsmetoder.

Orter	Metoder för mätning av radon				
	i hus		under hus	i marken	
	Track Etch	TLD	Emanometer	Track Etch	ROAC
Strömstad	63	24	13	14	2
Lysekil	63	28	31	25	9
Vintrosa	65	15	28	15	3
Fjugesta	46	25	25	23	5
Summa hus	237	92	97	77	19

Försök gjordes också med att i uppsamlingsbehållare mäta radonavgången från granithällar, men resultaten var så dåliga och mätningarna tog så lång tid att försöken avbröts.

Metoder och instrument för utförandet av radonmätningarna i marken beskrivs i kapitel 6.1, mätningarna av radonavgången från granithällar i 6.2, mätningarna under husen i 6.3 och mätningarna i husen i 6.4. Mätningarnas noggrannhet behandlas i 6.5.

6.1 Mätningar av radon i jordluft

För mätningarna av radon i jordluften har dels använts spårfilm (Track Etch) och aktiverat kol (ROAC), vilka båda är långtidsregistrerande mätmetoder, dels emanometer som är en momentan metod.

Dessa mätmetoders lämplighet för mätningar av radon i marken har på Radonutredningens uppdrag studerats och utförligt beskrivits av Hesselbom m fl (Hesselbom et al 1981), varför här endast ges en kortfattad beskrivning av metoder och instrument.

6.1.1 Mätinstrument och -metoder

Spårfilm

Spårfilmen fungerar så att alfapartiklar som träffar ytskiktet på en film av cellulosanitrat eller polyester ger upphov till skador (spår). Genom att kemiskt etsa filmen blir spåren synliga och kan räknas i ett mikroskop. Spårfilmen kan bl a användas för att mäta halten av alfaemitterande isotoper i luften t ex radon (Rn-222) och toron (Rn-220) med alfastrålande dotterisotoper. Mängden spår per ytenhet är proportionell mot halten av de alfastrålande isotoperna i den luftvolym som finns inom radien för alfapartiklarnas räckvidd.

Vid de spårfilmsmätningar som utförts inom detta projekt har använts film av fabrikat Track Etch tillverkad av Terradex Corporation, California, USA. Mätmetodens funktion och användnings-sätt har beskrivits av Alter med flera (Alter och Fleischer, 1981).

Vid mätningarna har spårfilmen varit fastsatt i botten av en plastkopp. Genom att täcka koppen med ett filter kan i luften förekommande radon- och torondöttrar hindras från att komma in i koppen, samtidigt som radon- och toronkoncentrationen i koppen är lika stor som i den omgivande atmosfären. Filmen mäter då endast radon- och toronhalten i luften. På detta sätt har spårfilmen använts vid mätningarna av radon i inomhusluften.

På motsvarande sätt kan koppen täckas med ett semipermeabelt plastmembran som hindrar toronet samt radon- och torondöttrarna från att komma in i koppen. Metoden grundar sig på att toronet med sin korta livslängd, halveringstiden är 55 sekunder, inte hinner passera membranet innan det sönderfaller. Speciellt i områden med toriumrika bergarter t ex graniter kan toronhalten i jordluften vara så hög att man vid mätningar med spårfilm i sådana områden inte enbart kan mäta radonhalten utan att använda sig av ett "toron"membran.

Mättiden för Track Etch vid mätning av radon i jordluften är normalt 3-5 veckor. Efter mätningen sänds koppen med spårfilmen till Terradex i USA för etsning av filmen och räkning av antalet spår. Terradex levererar resultatet i enheten spår/mm² normaliserat till 30 dagars exponeringstid. På begäran kan även₃ resultatet erhållas i enheten becquerel per kubikmeter (Bq/m³).

Aktiverat kol

Liksom flera andra gaser adsorberas radon på aktiverat kol. Adsorptionsgraden är proportionell mot koncentrationen av radon. När radonet sönderfaller bildas bl a de gammastrålande dotterprodukterna vismut-214 och bly-214. Genom att mäta gammastrålningen från dessa radondöttrar och dels korrigera för uppbyggnaden av radon under expositionstiden, dels för avklingningen efter expositionen erhålles ett mått på hur mycket radon som adsorberats.

Är adsorptionsförmågan för kolet känd kan man beräkna radonkoncentrationen i den atmosfär för vilket kolet exponerats.

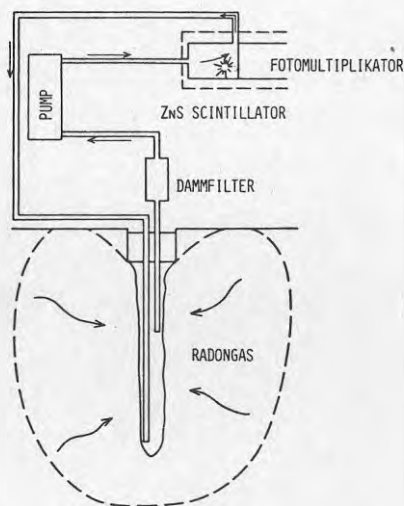
Denna mätteknik används vid den s k ROAC-metoden (Radon on Activated Charcoal, tillverkare Inter-science R & D Services Ltd,

Syd Afrika). Mätmetodens funktion och användningssätt har beskrivits av Hambleton-Jones och Smit (Hambleton-Jones och Smit 1980). Mätutrustningen består av detektorn som är en plastburk fylld med aktiverat kol, samt ett mätinstrument som mäter gammastrålningen från de radondöttrar som bildats vid sönderfallet av det radon som adsorberats på kolet. För att motverka påverkan från fukt i jordluften täcks kolet i burken av ett lager med fuktabsorberande silicagel. Vid radonmätningen placeras burken i botten av ett grävt eller borrarat hål. Expositionstiden är 5-8 dagar. Mätning av gammastrålningen från kolet bör ske inom 3-5 dagar.

Även toron ($Rn-220$) adsorberas på kolet, men toronet och dess gammastrålande dotterisotoper ($Pb-212$, $Bi-212$ och $Tl-208$) sönderfaller så snabbt att strålningsbidraget från dessa efter tre dagars väntan är så litet att man kan bortse från det. Om man mäter gammastrålningen direkt efter det att detektorn tagits upp ur marken kan man dock få ett mått på toronhalten.

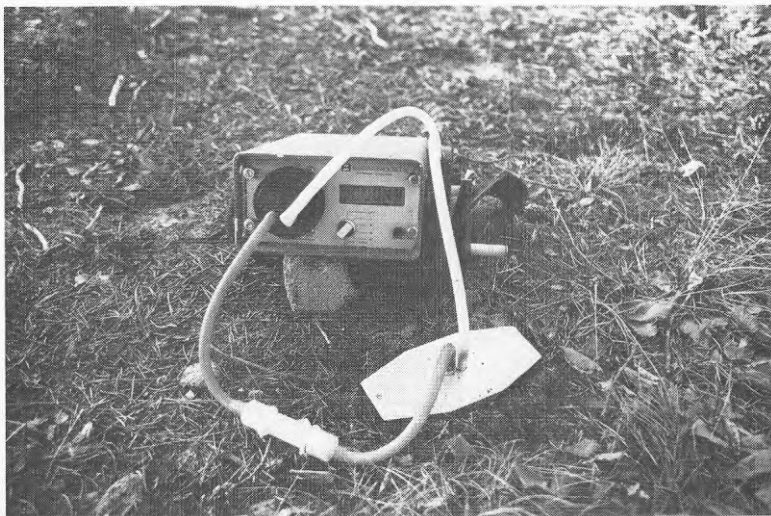
Emanometer

Vid mätning med emanometer pumpas eller suges den radonhaltiga luften in i en cell eller behållare (Lucaskammare) som på insidan är täckt med ett fluorescerande ämne, oftast silveraktiverad zinksulfid, $ZnS(Ag)$. När detta träffas av de alfapartiklar, som avges vid radonets och radondöttrarnas sönderfall omvandlas den absorberade strålningsenergin till ljusblixtar, scintillationer. Genom att ansluta behållaren till ett fotomultiplikatorrör kan ljusblixtarna omvandlas till mätbara elektriska pulser, som kan registreras i en räknare. Antalet registrerade pulser per tidsenhet är ett mått på radonhalten i den luft som sugits in i behållaren eller passerat mätcellen. På samma sätt som emanometern kan registrera radon kan även toron och dess alfastrålande dotterprodukter registreras. Figur 6.1 visar principen för mätningar med emanometer.



Figur 6.1 Princip för mätning av radon och toron i jordluft med emanometer.

Den emanometer som har använts inom detta projekt är av typ Re 279 och tillverkad av Bondar Clegg, Kanada, figur 6.2. (Porritt 1979). Denna emanometer består av en detektorenhet med räknare, en pumpanordning med slangar och dammfilter samt av sonder med vilka provtagning av jordluft kan ske.



Figur 6.2 Emanometer av typ Bondar Clegg Re 279.

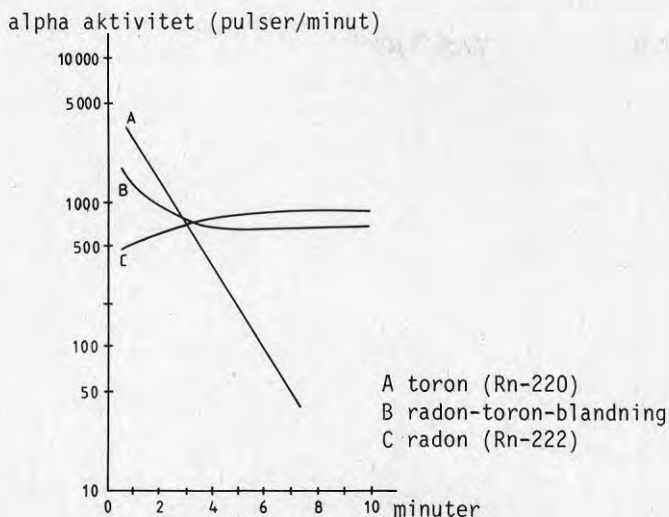
För mätningarna av radon i jordluften har följande mätförfarande använts. Med en motordriven borr borrar ett hål med 20 mm diameter ner till ett djup av ca 1 meter. I hålet placeras två rörsonder med längden 70 cm respektive 30 cm och hålet tillsluts upptill. Luften i hålet pumpas upp genom den ena sonden, in genom mätcellen och tillbaka ut i hålet genom den andra sonden. Pumpningen sker till dess att all luft i slangarna och mätcellen blivit utbytt. Omsatt luftmängd är lika för alla mätningar.

Före mätningen har en ostörd, okontaminerad mätcell placerats i detektorenheten och bakgrundsvärdet för cellen mätts.

Direkt efter det att pumpningen avslutats räknas alfaaktiviteten under en bestämd mättid. Det uppmätta värdet normaliseras till antal pulser per minut varefter bakgrundsvärdet (per minut) subtraheras. Det då erhållna värdet är ett mått på radonhalten i jordluften.

Vid de utförda mätningarna har fyra avläsningar gjorts. Först tre efter vardera en minuts mättid och därefter en efter ytterligare fem minuters mättid. Mätförfarandet har dels använts för att erhålla en uppfattning om mängden toron i jordluften dels för att mäta radon utan att mätningarna störs av toron. Eftersom toron har kort halveringstid, 55 sekunder, kan det med någorlunda säkerhet endast detekteras om avläsningarna sker inom de första tre minuterna. Analogt har eventuellt toron i jordluften mycket liten inverkan på mätresultaten om mätintervalltet först påbörjas efter tre minuter. Figur 6.3 visar hur toron

respektive radon påverkar alfaaktiviteten i mätcellen vid olika tidpunkter efter provtagningen.



Figur 6.3 Alfaaktivitetens tidsberoende i en ZnS-scintillator

Effekten av radon framkommer först som en svag höjning varefter aktiviteten planar ut efter några minuter då jämvikt uppstått mellan radon och den första radondottern (Po-218). Toron och dess dotterisotop (Po-216), avklingar däremot snabbt och ger därför en kraftig sänkning av mätvärdet under de första minuterna.

6.1.2 Kalibrering, jämförande mätningar

Ett problem vid användandet av såväl Track Etch, ROAC som emanometern är att ingen av dem är absolutkalibrerad för mätning av radon och toron i jordluft. Dessutom saknas uppgifter från tillverkarna om hur de påverkas av fuktighet och temperaturförändringar.

De mätvärden för radonhalten i jordluften som redovisas i denna rapport grundar sig

- på Terradex uppgifter om vad antalet spår per mm^2 filmyta normaliserat till 30 dagars exponering betyder i becquerel per kubikmeter (Bq/m^3) (olika omräkningsfaktorer dels för olika filmleveranser och dels för mätningar gjorda med respektive utan toronmembran),
- på jämförande mätningar med ROAC och emanometer som SGU gjort i radonrummet hos statens strålskyddsinstitut.

Ett problem med de jämförande mätningarna är att radonhalten i radonrummet inte är högre än $3,8\ 000\ \text{Bq/m}^3$, medan de i jordluften ofta är högre än $10\ 000\ \text{Bq/m}^3$ och ibland i alunskiffemiljö så höga som 1 miljon Bq/m^3 och mer. Dessutom tillkommer problem med överföring av resultaten till förhållanden i marken, eftersom de jämförande mätningarna utförts i rumsmiljö med kontrollerad och stabil luftfuktighet, temperatur och luftomsättning. När vi sedan i praktiken mäter radonhalten i markluften är dessa parametrar inte jämförbara med de i radonrummet.

Jämförande mätningar mellan Track Etch, ROAC och emanometer har även utförts i fält där mätningarna har gjorts i ett och samma hål eller i närliggande hål (Hesselbom et al 1981). Resultaten visar på sinsemellan överensstämmande värden för Track Etch och ROAC-metoderna, men att Track Etch ger något högre haltvärden än ROAC.

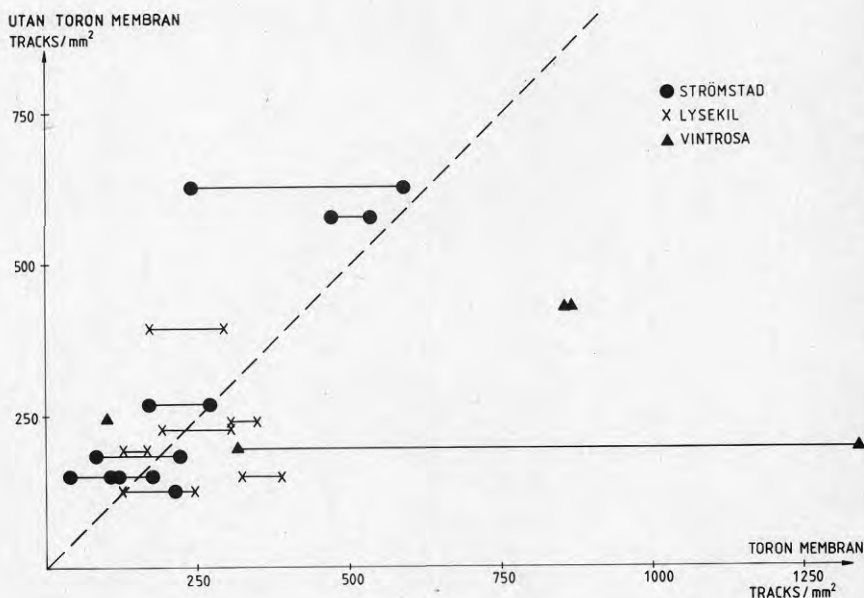
Emanometern är lika känslig för förändringar av radonhalten i jordluften som de andra metoderna, men vid mätningar med emanometern kan det inte undvikas att jordluften utspäds med atmosfärisk luft. Detta medför att den med emanometern uppmätta radonhalten blir lägre än om den mätts med Track Etch eller ROAC. Skillnaden i absoluta halter omräknat till en meters djup kan uppgå till en till fem gånger av vad den borde vara beroende på permeabiliteten för gas i den jordart i vilken mätningen sker. Om provtagningen av luft däremot sker från ett slutet utrymme, t ex från marken under ett hus, utan att inblandning av atmosfärisk luft förekommer är emanometermätningarna lika noggranna som mätningarna med Track Etch och ROAC.

6.1.3 Inverkan av fukt och temperatur

Hur stor roll olika fuktighet och temperatur har för mätresultatet är oklart. Förmodligen har de till storleksordningen lika stor betydelse som den normala lokala variationen för radonhalten i marken, vilken även i två mätpunkter liggande inom en meter från varandra ofta varierar med upp till 50 % ibland mer. Om mätkoppen däremot kommit att stå under grundvattenytan får man ett mätresultat som kan variera alltifrån noll till nästan 100 % av vad resultatet skulle blivit om mätningarna utförts ovan grundvattenytan. Helt oanvändbara är dock inte resultaten från mätningar som skett under grundvattenytan, eftersom man i alla händelser får ett minimivärde för vad radonhalten i jordluften är i en mätpunkt ovanför grundvattenytan (se även kapitel 9).

Ett oväntat resultat av påverkan av fukt visar de mätningar med Track Etch som gjorts med respektive utan "toron"membran. I Strömstad, Lysekil och Vintrosa har sådana mätningar utförts inom samma tomter. Resultaten från dessa mätningar redovisas i figurerna 6.4 och 6.5. I områden med normal toronhalt i jordluften (Lysekil, Vintrosa) är oftast antalet spår per filmyta för de mätningar som gjorts med membran större än för mätningarna utan membran. Detta är anmärkningsvärt eftersom filmen vid mätning utan membran registrerar radon och toron medan filmen använd med membran endast registrerar radon. Dessutom medför membranet i sig genom diffusionsmotståndet att inte bara toronet hindras från att komma in i mätkoppen utan även en stor del av radonet. Förklaringen till mätresultatet är troligen att i

fuktig mätmiljö kommer vattendroppar att kondenseras på filmen (Alter personligt meddelande). Dessa droppar hindrar eller bromsar alfapartiklarna så att antalet spår på filmen blir färre än vad de skulle vara om mätningen utförts i torr miljö. Täcks mät-koppen med ett "toron"membran hindrar detta även fukt från att komma in i koppen och fuktigheten i koppen förblir så låg att vattnet inte kan kondenseras. Därigenom blir mätningarna mindre störda av fukt, filmen mäter under längre tid och ett säkrare resultat erhålls.

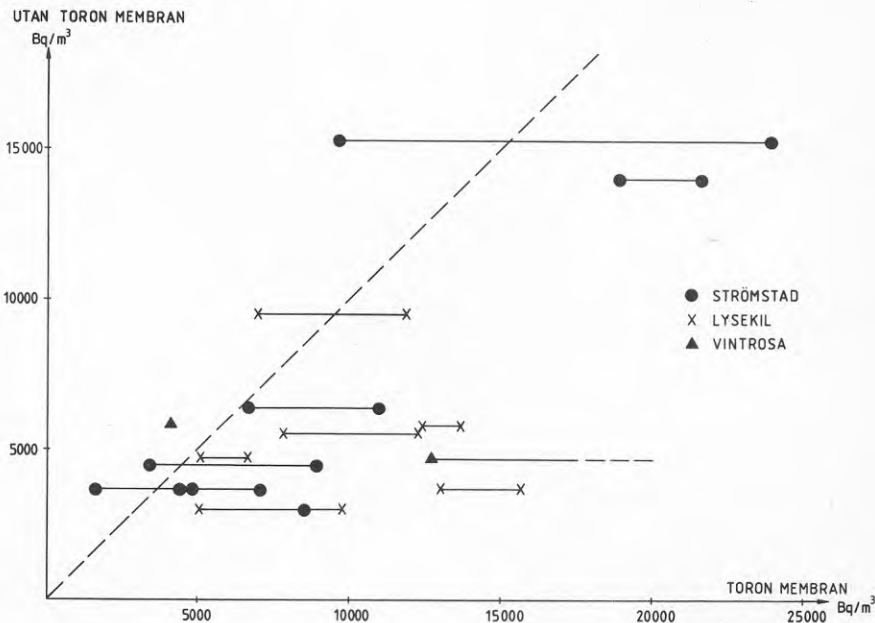


Figur 6.4 Jämförelse mellan Track-Etch mätningar av radonhalter i jordluften utförda med respektive utan "toron"-membran. Enheten är spår/mm². De tecken som är sammanbundna med ett horisontellt streck representerar tre mätningar utförda på samma tomt. I de redovisade fallen är två mätningar utförda med membran och en mätning utan membran.

I figur 6.4 är resultatet uttryckt i antal spår per mm². Figuren visar att för mätningarna i Strömstad är antalet spår per mm² större för de mätningar som gjorts utan membran än för de som gjorts med membran (för Lysekil och Vintrosa är förhållandet oftast det motsatta). I detta fall beror mätresultatet på att toronhalten i jordluften i Strömstad är så hög att påverkan av fukt på filmen skenbart elimineras.

Effekten av fuktens påverkan på mätningarna accentureras när mätresultaten redovisas som radonhalter uttryckta i enheten

Bq/m^3 , figur 6.5. Därvid erhåller mätningarna med membran of-
tast mycket högre haltvärden än de som gjorts utan membran. Or-
saken till detta är att Terradex använder olika faktorer för
omräkning av antalet spår per mm^2 till Bq/m^3 för mätningar med
respektive utan membran. För den med membran används en större
faktor för att kompensera för det radon som sönderfaller innan
det hinner diffundera genom membranet.



Figur 6.5 Jämförelse mellan Track-Etch mätningar av radonhalter i jordluften utförda med respektive utan "toron"-membran. Enheten är Bq/m^3 . De tecken som är sammanbundna med ett horisontellt streck representerar tre mätningar utförda på samma tomt. I de redovisade fallen är två mätningar utförda med membran och en mätning utan membran.

Vi tolkar resultaten så att i svensk miljö, där marken normalt är mer eller mindre fuktig, bör mätningarna alltid utföras med "toron"-membran. Detta för att hindra toronet från att påverka mätningarna och för att minska påverkan av fukt.

6.1.4 Utförande av radonmätningar

Totalt har radonmätningarna utförts i 263 mätpunkter. Av dessa har 228 mätningar utförts med Track Etch och 35 med ROAC. Anledningen till att så många av mätningarna har gjorts med Track Etch är att den i förhållande till ROAC längre mättiden för spårfilm gjort det möjligt att under en längre period sätta ut filmen och att senare ta in filmerna samtidigt utan att detta påverkat mätresultatet. Skulle fler mätningar gjorts med ROAC hade detta betytt att flera resor hade behövt göras mellan Örebro och Lysekil.

Vid mätningarna av radon i jordluft har Track Etch-kopparna och ROAC-burkarna placerats i nederändan av 125 cm långa PVC rör med 7.5 cm:s diameter, figur 4.1. Rören har placerats i ca 1 meter djupa borrhål, vilka borrarats för hand med spadborr eller med Borrmaskinen.

För att förhindra luftcirkulation inuti röret och på utsidan av det, har rörets överända täckts med tätslutande plastlock och hålet kring röret noga igenfyllts med packad jord. Valet att mäta i rör har gjorts för att uppnå samma mätgeometri i alla mätpunkter och för att i största möjliga mån undvika skador på gräsmattorna. Det skall dock sägas att det ofta varit ett slit-samt och tidsödande arbete att i stenig-blockig morän spadborra hål ner till en meters djup.

I Strömstad och Lysekil har jorddjupet vanligen varit så grunt att det oftast inte gått att mäta på 1 meters djup. Speciellt har detta varit fallet i Lysekil där nästan alla mätningar fått göras på 50-60 cm:s djup.

Valet av ett mätdjup på ca en meter har gjorts för att i möjligaste mån minimera sådana variationer av radonhalten i jordluften, vilka beror på temperaturen i marken, markens fuktighet och radonavgången till luften ovan markytan utan att för den delen få orimligt stora kostnader för mätningarna. Vid en meters djup är luftväxlingen i jordlagret på grund av vindhastigheten ovan markytan minimal och temperaturen relativt konstant 3-7°C under den tid av året då marken inte är frusen. Dessutom påverkas markens vattenhalt i mindre utsträckning av tillfällig nederbörd.

Vid de mätningar av radon i jordluften som utförs vid uranprospektering görs mätningarna ofta på en halv meters djup. Kraner et al (Kraner et al 1964), Israelsson et al (Israelsson et al 1972) och Malmqvist (Malmqvist et al 1980) har vid radonmätningar på olika djup visat att radonhalten i jordluften på 0.5 m är i storleksordningen 50 % av radonhalten vid jämvikt mellan till jordluften "tillförd" radon och "bortförd" radon, men också att radonhalten vid ett så grunt jorddjup undergår stora växlingar. Vid ca 1.0 m är radonhalten ca 80-90 % av jämviktsläget och halten är mer konstant.

Det har alltså varit viktigt att mäta radonhalten i jordluften, där den är så nära ett jämviktsläge mellan "tillförd" radon och "bortförd" radon som möjligt. Detta för att efterlikna situationen för ett hus som byggs på marken. Att bygga ett hus på marken kan nämligen jämföras med att lägga ett stort lock på denna, vilket medför att radonhalten i jordluften ökar till ett maximum, om inte en del av det bildade radonet transporteras från marken in i huset.

Ett problem för de mätningar som utförts inom projektet har varit den ovanligt rika nederbörden, dubbelt mot normalt. Detta resulterade i att många av mätkopparna åtminstone under en del av mätperioden kom att stå under vatten. Speciellt drabbades de mätningar som utfördes i Fjugesta där 40 av totalt 65 utsatta Track Etch-koppar vid upptagningen befanns stå i vatten.

Nederbörden vid SMHIs mätstation i Lysekil under tiden 1981-10-01--28 var 119 mm, vilket är 80 % mer än normalt. Vid SMHIs mätstation i Örebro-Ekeby var nederbörden för perioden 1981-10-05--31 64 mm, att jämföras med den genomsnittliga nederbörden för hela oktober som är 53 mm. Motsvarande värden för 1981-11-01--26 är 96 mm respektive 59 mm för den genomsnittliga nederbörden under hela november.

I inget fall har dock spårfilmen befunnit sig i vattnet, eftersom en luftficka bildas i den upp och nedvända koppen. Hur lång tid av mätperioden som koppen stått i vattnet är naturligtvis inte känt, varför det inte går att korrigera mätvärdet till en kortare exponeringstid. Dessutom avgår en del radon från vattnet. Som tidigare nämnts ger mätningarna dock ett minimivärde för radonhalten i jordluften. I figurer 8.14 och 8.15, som redovisar resultaten från mätningarna i Fjugesta och Vintrosa, har särskilt markerats mätresultaten från de mätningar där koppen vid upptagningen stått i vatten.

En bidragande orsak till att speciellt mätningarna i Fjugesta och Vintrosa stördes av vatten är att moränen där är mycket tät och hårt packad, permeabiliteten är av storleksordningen 10^{-11} - 10^{-12} m/s, vilket medför att regnvattnet inte hunnit sjunka undan.

6.2 Mätning av radonavgång från hållar av granit

Försök har gjorts att mäta radonavgången från granithållar. Mätningarna gick dock så dåligt och tog så lång tid att de efter ett tag avbröts.

Mätningarna utfördes enligt den metod som Tovedal och Hesselbom 1980 prövade och delvis utvecklade i sina studier av metoder och instrument för bestämning av radonkoncentrationer i marken (Hesselbom et al 1981). Metoden använder uppsamlingsbehållare, hinkar med diametern 36 cm och höjden 40 cm, som upp och nedvända placeras ut på marken. I hinkarna ackumuleras radon som avgår från marken och radonhalten i luften i hinken ökar successivt tills ett jämviktsläge inträder mellan radon som avgår från marken, sönderfallande radon och radon som återgår till marken. Som regel inställer sig ett sådant jämviktsläge efter ca 24 timmar. Genom att mäta radonhalten vid olika tillfällen med ett par timmars mellanrum kan radonavgången från marken beräknas.

Vid vår undersökning försökte vi använda metoden för att mäta radonavgången från hållar av granit, eftersom detta var det enda sättet att få ett mått på hur mycket radon som avgår från en hållyta som den är, vittrad och med små sprickor. Vid våra försök placerades hinkarna på hållarna och tätning mellan hinken och hållen gjordes med jord som fylldes upp kring hinken, figur 6.6. Med ungefär två timmars mellanrum mättes radonhalten i hinken med en emanometer. Därvid pumpades luft från hinken in genom mätkammaren i emanometern och åter in i hinken. (För beskrivning av emanometern se kapitel 6.1.1.)

Resultaten av mätningarna var mycket ojämna. Ofta erhöles ingen uppmätbar radonhalt eller också var radonhalten vid ena mättil-

fället något förhöjd för att vid nästa återigen vara nästan noll. Orsaken till de dåliga mätresultaten är flera. Dels är radonavgången från en hällyta av granit relativt liten, i storleksordningen 3-10 (?) Bq/(m²h) per ppm U, dels gick det inte att tätta mellan hinken och hällen genom att fylla på med jord kring hinken. I de väderleksförhållanden som rådde under mätperioderna, blåst och ofta regn, blåste helt enkelt radonet i hinken bort, där hinken stod på den välexponerade hällen. Bäddades hinken helt in i jord så att det verkligen blev tätt mellan hinken och hällen kunde man inte vara säker på att radonet kom från hällen och inte från den omgivande jorden.



Figur 6.6 Provtagning med emanometer ur behållare för uppsamling av radon, som avgår från en hällyta.

Det är möjligt att man kan finna något bra sätt att mäta radonavgången från hälltytor. Kanske går det att tätta mellan berget och hinken genom att lägga ut en plast- eller gummikappa kring hinken, men det är svårt att kunna göra detta utan att ändra mätgeometrin. Därmed är man fortfarande osäker på resultaten. Även om man skulle lyckas göra riktiga mätningar tar de så lång tid och blir därmed så dyra att metoden knappast kan rekommenderas för att bestämma risken för att bygga direkt på berg. Enligt vår uppfattning bör en sådan bedömning i stället göras utifrån en på erfarenheter grundad sammanvägning av vad bergartens uran(radium)halt, bergets sprickighet och dess vittringsgrad betyder för radonrisken. Därvid är bestämningar av bergets uran(radium)halt med gammaspktrometer ett måste.

6.3 Mätning av radon i mark under hus

Mätningarna av radonhalten i marken under husen har utförts med en emanometer av typ Re 279 tillverkad av Bondar Clegg, Kanada. Vid mätningarna har ett smalt, 12 mm i diameter, hål borrats genom husets källargolv eller bottenplatta. I hålet har en sond stuckits ner och genom denna har luft pumpats upp och in i emanometerens mätkammare.

Upprepade mätningar av luft som pumpats upp från samma hål har gett samma resultat. Däremot kan radonhalten i jordluften under en och samma bottenplatta variera beroende på var mätningen utförs. Hur stor denna variation är har inte undersökts.

Rent principiellt skulle radonhalten i jordluften under bottenplattan eller källargolvet motsvara nära nog maximum av vad radonhalten kan bli i den mark på vilket huset är byggt, eftersom betongplattan kan liknas vid ett "lock" som läggs på marken och hindrar radonet från att avgå till atmosfären. Så är också fallet vid de flesta mätningar som utförts under husen. Men i de fall där intaget av markluft in i huset är stort visar det sig att radonhalten under huset är lägre än vad den är i marken kring huset. Orsaken till detta är att så mycket jordluft transporteras aktivt in i huset att radonhalten i jordluften under huset inte hinner byggas upp till maximum. Däremot är omsättningen av luften i jorden kring huset på en meters djup relativt liten. I kapitel 7.3 behandlas teoretiskt effekten på radonhalten i marken vid en aktiv transport av radonhaltig jordluft från marken under huset in i huset.

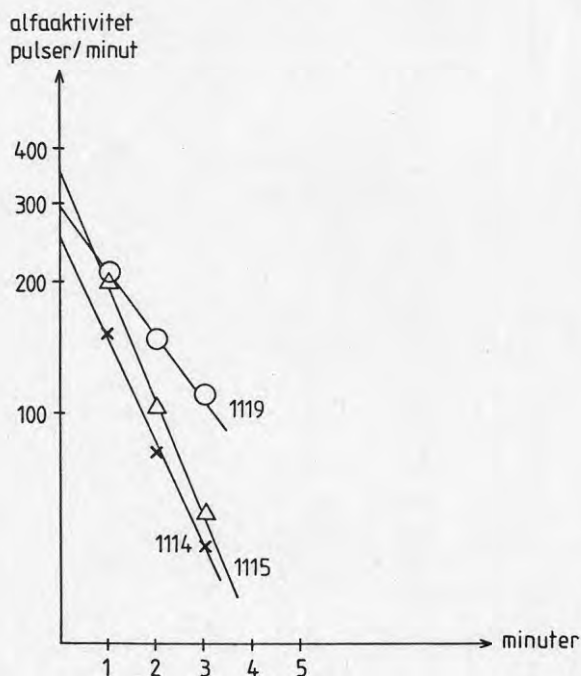
Vid emanometermätningar under flera hus som byggts på sprängstenslager i Lysekil och Strömstad visade det sig att radonhalterna under husen var låga, i storleksordning ett par tusen Bq/m³, medan däremot toronhalterna var relativt höga, i storleksordningen 40 000-50 000 Bq/m³. Orsaken till de låga radonhalterna var att det drog genom sprängstenslagret, vilket fick till följd att radonhalten sjönk medan toronhalterna låg kvar på sin maximala haltnivå eftersom toronet inte nämnvärt påverkas av ventilationen.

Effekten av ventilationen kan exemplifieras av resultaten från radonmätningarna i, kring och under hus 1115 i Lysekil. Detta hus är ett under början av 1970-talet byggt enfamiljshus av trä. Grundkonstruktionen är helgjuten bottenplatta av betong grundlagd ovanpå ett mer än 1 meter tjockt sprängstenslager av granit, vilket ligger direkt ovanpå berggrunden. Denna består av samma sorts granit som sprängstenen. Uranhalten i graniten är ca 15-18 ppm U och toriumhalten ca 50 ppm Th.

Den maximala halten av radon (Rn-222) respektive toron (Rn-220) i sprängstenslagret skulle vid en ventilation av 0 oms/h bli ca 130 000 Bq/m³ respektive 40 000 Bq/m³. Detta enligt de antaganden som gjorts i kapitel 7.1 att 10 % av alla bildade radonatomer och 5 % av alla bildade toronatomer avgår från sprängstenen samt att radonexhalationen från berggrundsytan är 7 Bq/(m²h) per ppm uran och toronexhalationen 370 Bq/(m²h) per ppm torium. Kompaktdensiteten på sprängstenen förutsattes vara 2 700 kg/m³ och porvolymen i sprängstenslagret 40 %.

Medelvärdet för den med spårfilm uppmätta radonhalten i huset var 880 Bq/m^3 . I sprängstenslagret kring huset, som där är övertäckt av ca 80 cm matjord blandad med lera uppmättes med Track Etch kombinerad med "toron"membran $6\ 000\text{--}7\ 000 \text{ Bq/m}^3$. Med emanometer uppmättes under huset $2\ 000 \text{ Bq/m}^3$ radon. Men emanometermätningarna visade också att toronhalterna under huset var höga.

De med emanometern under de första tre minuternas mätning erhållna mätvärdena uppvisar nämligen en "ren toronkaraktär". Dvs att värdet efter varje minuts mättid faller med ungefär hälften. Jämför de bäge figurerna 6.3 och 6.7.



Figur 6.7 Uppmätt alfaaktivitet vid en, två respektive tre minuter efter avslutad emanometermätning på jordluft under hus 1114, 1115 och 1119 i Lysekil. Den snabba sänkningen av aktiviteten visar på förekomst av toron och orsakas av att toron (Rn-220) och den första torondottern (Po-216) är så kortlivade. Halveringstiderna är 55 sek respektive 0.15 sek.

Den använda emanometern är inte lämpad för att mäta toron. Den är inte heller kalibrerad för toron, men ett försök att uppskatta toronhalterna har ändå gjorts. Vid uppskattningen har följande förfaringssätt använts.

Eftersom toronet snabbt ställer sig i jämvikt med sin alfastrålande dotter (Po-216) för att sedan snabbt "klinga av" har alfaaktiviteten extrapolerats till tiden 0, dvs direkt efter avslutad pumpning. Detta för att erhålla den jämviktshalt som finns i den ursprungliga luftvolymen. Därefter har vi använt oss av den omräkningsfaktor som erhållits för radon vid jämförande mätningar i SSI:s radonrum. Detta bör vara möjligt eftersom emanometerns känslighet teoretiskt är densamma för radon som för toron. Utgående från dessa antaganden uppskattades toronhalten i luften i sprängstenslagret till storleksordningen 40 000 Bq/m³.

Förklaringen till att toronhalten är hög i sprängstenslagret, när radonhalten samtidigt i samma lager är låg, är den kraftiga ventilationen. Radonhalten sjunker snabbt med ökad ventilation, figur 7.3. Toronet däremot påverkas inte nämnvärt av ventilationen, vilket framgår av figur 7.4. Exempelvis är radonhalten vid 1.0 luftomsättning per timme knappt 1 procent av den teoretiskt maximala radonhalten. Däremot är toronhalten vid 1.0 luftomsättning per timme 97 procent av den teoretiskt maximala toronhalten.

Med de radonhalter som uppmätts med emanometern under hus 1115 eller i sprängstenslagret utanför huset skulle det, om ventilationen i huset antas vara 0.4 omsättningar per timme, behövas ett luftintag från sprängstenslagret på ca 90 m³/h med radonhalten 2 000 Bq/m³ för att radonhalten i huset skall bli 850 Bq/m³. Det är dock sannolikt att radonhalten i genomsnitt i sprängstenslagret vid normala väderleksförhållanden är av storleksordningen 10 000 Bq/m³. Vid denna radonhalt i sprängstenslagret behövs ett luftintag på 25 m³/h.

Det är osannolikt att intaget av markluft till huset är så stort som ovan beräknade volymer. Det är inte otänkbart att anledningen till att så höga "radonhalter" uppmätts i huset beror på toron. Ätminstone spårfilmen reagerar på samma sätt för radon som för toron. Huruvida TLD-mätaren gör det är inte klarlagt när denna rapport skrivs. För att få in toron i huset behövs dock att toronet snabbt kan komma in i huset.

6.4 Radonmätningar inomhus

Spårfilm

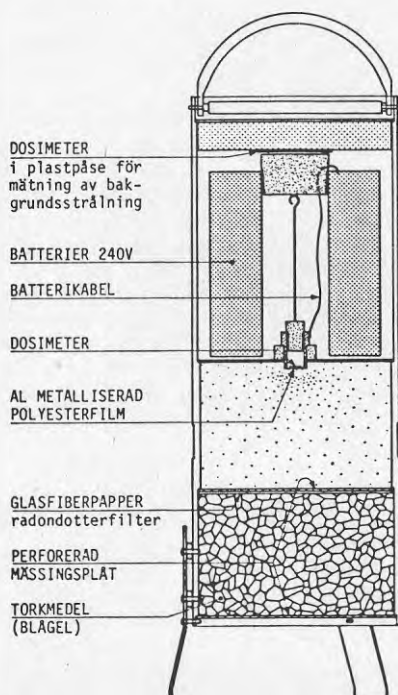
I samtliga hus ingående i projektet har radonmätningar utförts med spårfilm av fabrikat Track Etch typ F tillverkade och analyserade av Terradex Corporation, USA. Typ F innebär att spårfilmen är placerad i botten av en plastkopp, vars öppning är täckt av ett filter, som hindrar radondöttrar att komma in i kopen. Mätmetoden redovisas i kapitel 6.1.1.

Track Etch-kopporna distribuerades med påmonterade filter i väl tillslutna plastpåsar till respektive fastighetsägare, som själv fick placera ut detektorerna enligt medföljande bruksanvisning. Mätningen skulle enligt denna ske i två rum i nedersta våningen, alltså i källarvåningen där sådan finns. Rummen skulle vara skilda från varandra och ha en för huset normal ventilation. Vidare fanns i bruksanvisningen anvisningar på var och hur detektorn skulle placeras i rummet.

Efter cirka tre månader samlades Track Etch-kopparna in, varvid eventuella skador i form av spräckta filter eller koppar antecknades.

Termoluminiscensdosimeter, TLD

För mätning av radon i inomhusluften har utöver spårfilm även TLD använts i 92 hus. Med denna metod erhålls ett medelvärde hos radonhalten över mättiden, som har varit 14 dagar då två TLD används i ett och samma hus. TL-dosimetrarna har därvid varit placerade i olika rum, företrädesvis i samma rum där spårfilmmätningen utförts. I en del hus har mätningen utförts med en TLD under fyra veckor, varvid den varit placerad i ett rum under första hälften av mättiden och i ett annat rum under den andra hälften. Mätningarna har utförts av statens provningsanstalt. Avläsning och utvärdering av TLD-tabletterna har skett hos Studsviks Energiteknik AB.



Figur 6.8 Radonmätare typ termoluminiscensdosimeter (TLD).

En TLD består av ett torkmedel i form av kiselgel, mätkammare med filter, batterier och hållare för TLD-tabletterna. Det hela är inneslutet i en plåt-cylinder med lock.

Rumsluft diffunderar in i mätkammaren genom torkmedlet och ett filter som släpper igenom radonet men inte dess dotterisotoper. Vid radonets sönderfall i mätkammaren bildas nya radondöttrar

som med hjälp av ett elektriskt fält samlas upp på en folie. Alfastrålningen från de på folien uppsamlade radondöttrarna registreras på en TLD-tablett av termoluminiscent material. Över mätkammaren och batterierna finns ytterligare en TLD-tablett som registrerar gammastrålningen från bakgrunden, men som inte påverkas av alfastrålning. Genom avläsning av de på båda tabletterna registrerade stråldoserna, vilket sker i en speciell mätutrustning, erhålls ett mätvärde på radonhalten i rumsluften.

6.5 Radonmätningarnas noggrannhet

Noggrannheten för radonmätningarna är högst varierande beroende på var mätningen gjorts och vilken mätmetod som används, vilket också framhållits i redogörelserna för de olika mätmetoderna.

Mätnoggrannheten för Track Etch spårfilm har undersökts vid omfattande kalibreringar som utförts vid olika laboratorier och radonkammare runt världen (Alter och Fleischer, 1981). Kalibreringarna visar att mätresultaten för spårfilmen i kombination med "toron"membran har en relativ standardavvikelse på 22 % vid mätningar, som utförts i radonhaltsområdet 430-13 000 Bq/m³. För spårfilm i kombination med radondotterfilter är den relativa standardavvikelsen för mätresultaten 16 % vid mätningar som utförts i haltområdet 430-1 230 Bq/m³.

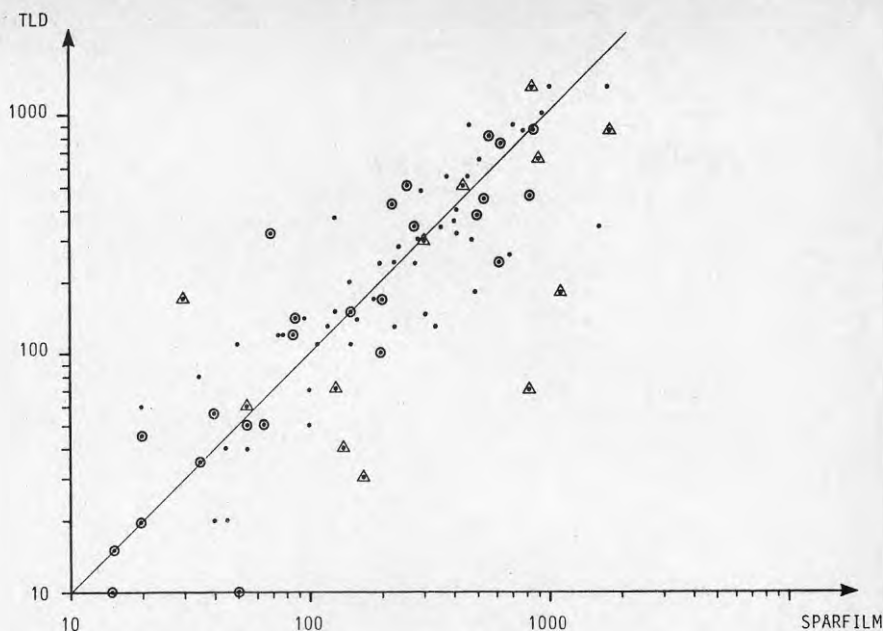
Mätnoggrannheten för ROAC har undersökts vid jämförande mätningar som SGU utfört i radonrummet vid statens strålskydds-institut. Dessa mätningar visar på en relativ standardavvikelse av 15 % vid en radonhalt av 6 000 Bq/m³, vilket var den aktuella radonhalten i radonrummet. Liksom för Track Etch saknas erfarenhet av hur det aktiverade kolet påverkas av hög luftfuktighet och hur relevanta mätningarna är vid höga radonhalter. Jämförande mätningar mellan Track Etch och ROAC i jorden inom granit- och alunskifferområden visar dock att de bägge mätmetoderna ger till storleksordningen samma mätresultat.

Vid mätningar med emanometern (Bondar Clegg Re 279) är den relativa standardavvikelsen 10 % enligt jämförande mätningar, som av SGU utförts i radonrummet vid statens strålskydds-institut i en radonhalt av 6 000 Bq/m³. Vid i samma punkt upprepade mätningar av radonhalten i luften under husens botteplattor har de uppmätta värdena varierat i storleksordningen ±15 %.

Kalibreringarna ovan är utförda i rumsmiljö, dvs vid rumstemperatur och relativt låg luftfuktighet och kalibreringsresultaten är därför inte direkt tillämpbara på mätningar som utförts i marken vid nära nog 100 % luftfuktighet, i en temperatur av 3-7°C och vid radonhalter, som ofta är mycket högre än de högsta radonhalter som använts vid kalibreringarna.

Kalibrering av TLD har utförts i radonrummet vid statens strålskydds-institut. Mätnoggrannheten är för denna metod vid mätningar i rumsluft med normal fukthalt -10 % vid en radonhalt på 100 Bq/m³ och högre under fyra veckors exponering.

Vid de mätningar som gjorts i samma rum med TLD och spårfilm med radondotterfilter har mätresultaten varit mycket samstämmiga (figur 6.9).



- Mätningar utförda i ett och samma utrymme.
- Mätningar utförda i olika utrymmen men på samma våningsplan (källar- eller bottenvåning).
- △ Mätningar utförda på olika våningsplan (källar- och bottenvåning).

Figur 6.9 Jämförelse mellan radonhalter uppmätta inomhus med TLD och spårfilm med radondotterfilter. Mätningarna i respektive hus har utförts vid olika tider.

En felkälla vid mätningar i mark med Track Etch utgör de kondensdroppar, som sätter sig på filmen och som hindrar alfapartiklarna från att nå spårfilmen (se även kapitel 6.1.3). Filmen kommer därigenom att detektera en lägre aktivitet än den i jordluften befintliga. Ett fel som kan uppstå vid mätning i marken med såväl ROAC som Track Etch-metoderna är att mätresultaten kan bli för låga genom att den enskilda mätpunkten varit utsatt för luftväxling längs mät Röret beroende på att jorden vid återfyllningen inte packats helt tätt kring röret.

Vid markmätningar är dock inte kraven på mätnoggrannhet lika stora som vid mätningar i hus, eftersom mätningarnas syfte inte är att ge de absoluta halterna i marken. Anledningen till att en viss onoggrannhet i mätvärdena får accepteras är att det inte finns någon enkel metod för att i fält exakt mäta radonhalten i jordluften och att den lokala geologiska situationen från mät punkt till mät punkt även inom samma område är så olika att

mätresultatet utan vidare kan variera med upp till 50 % ibland ännu mer. Denna naturliga variation har vi i detta projekt försökt kompensera genom att kring varje hus där så varit möjligt utföra tre mätningar.

Vid behandlingen av mätresultaten har störst hänsyn tagits till det högst uppmätta värdet under förutsättning att mätningen utförts i en för marken under huset representativ geologisk miljö. Som regel är de uppmätta värdena minimihalter för den verkliga radonhalten i jordluften eftersom man kan förutsätta att såväl spårfilmen som ROAC visar för låga värden på grund av störningar av markfukt och luftväxling.

För att beteckna osäkerheten i mätningarna har de redovisade resultaten för radonhalterna i jordluften avrundats till heltusental för värden under 10 000 Bq/m³, till tvåtusental för värden mellan 10 000 och 30 000, till femtusental för värden mellan 30 000 och 80 000 och till tiotusental för värden däröver.

7 TEORI

I detta kapitel redogörs för de parametrar som styr radon- och toronhalten i ett hus. I kapitlet redovisas även de formler som kan användas för att beräkna radon- och toronavgången från berggrunden, jordarterna och byggnadsmaterialet. Vidare redovisas beräkningar av radonhalt i mark, transport av radon och jordluft samt radonhalter i hus. Kapitlet avslutas med exempel på modeller som i detta projekt dels används för att beräkna den mängd luft som behövs för transporten av radon och toron, dels för att studera och kontrollera de uppmätta resultaten. Såväl formler som beräkningsmodeller är av generell karaktär och kan användas vid planering av radonsäkert byggande och för att beräkna effekten av olika åtgärder mot radon och toron i befintliga byggnader.

7.1 Parametrar som kan påverka radon och toronhalten i ett hus

De viktigaste källorna till det radon ($Rn-222$) och toron ($Rn-220$), som normalt finns i våra bostäder, är byggnadsmaterialet, marken under och omkring huset samt i vissa fall hushållsvattnet. För att kunna beräkna dessa radon- och toronhalter måste hänsyn tas till ett flertal parametrar. Här följer en förteckning över de viktigaste parametrarna.

Husets invändiga volym, m^3 .

Husets täthet mot aktiv transport av radon- och toronhaltig jordluft.

Husets täthet mot diffusion av radon och toron.

Luftomsättningen i huset, m^3/h .

Skillnad i lufttryck mark-inomhus, Pa.

Radon- och toronexhalationen från byggnadsmaterialet, $Bq/(m^2h)$.

Uran-(radium-) och toriumhalten i berggrunden, ppm eller Bq/kg .

Emanation i berggrunden, hur mycket av allt bildat radon eller toron som avgår till porerna eller sprickorna i berggrunden, %.

Berggrundens vittringsgrad.

Berggrundens sprickighet.

Berggrundens fukthalt.

Diffusionslängden i berggrunden, m.

Uran-(radium-) och toriumhalten i jordlagren, ppm eller Bq/kg .

Emanation från jordlagren, hur mycket av allt bildat radon eller toron som avgår till porerna i jordarten, %.

Jordlagrens porositet, % av totalvolymen.

Jordlagrens permeabilitet, m/h.

Fukthalten i jordlagren, %.

Jordlagrens mäktighet, m.

Luftomsättningen i jordlagren, m³/h.

Diffusionslängden i jordlagren, m.

(Dessa parametrar är lagerbundna. Exempel på lager är: naturliga jordar, fyllning, sprängstensfyllning, dränerande lager och kapillärbrytande lager under husen.)

Grundvattenytans läge.

Radonavgång från grundvattnet.

Radonavgång från hushållsvattnet.

Aktiv transport av radon t ex med metangas (?) eller vattenånga.

Meteorologiska parametrar.

Vissa av dessa parametrar kan bestämmas genom mätningar. Andra kan endast uppskattas eller erhållas utifrån på erfarenheter grundade bedömningar. Parametrar, som vi i denna undersökning bestämt eller beräknat utifrån resultaten av de mätningar som gjorts, är:

- uran-, radium- och toriumhalterna i berggrunden, jordarterna och byggnadsmaterialet
- radon och toronhalterna
- emanationen från jordarterna
- radon- och toronexhalationen från berggrunden och byggnadsmaterialet
- porositeten och permeabiliteten för jordarterna
- grundvattenytans läge
- husets volym

Bland de parametrar som uppskattats skall speciellt de följande nämnas. För dessa grundas uppskattningarna på erfarenheter och resultat från mätningar som finns publicerade eller är allmänt vedertagna.

Densiteten för bergarter

har generellt satts till 2 700 kg/m³, vilket är normal densitet för granit och gnejs (densiteten för alunskiffer från Närke är på grund av det stora innehållet av olja och kerogen normalt 2 100-2 300 kg/m³).

Kompaktdensiteten för jordarter

generellt satts till 2 700 kg/m³, vilket är normalt värde för morän. Samtliga beräkningar av andel i jorden bildat radon och

radonavgång från jorden utgår från torrdensiteten (fasta substansens massa per volymenhet vid äkttvättvattenhalt och porositet).

Porositeten

har för sand och grus satts till 40 %, för morän till 30 % och för tätpackad morän till 25 %. Porositeten för sprängsten har antagits vara 40 %.

Emanationen av radon från jordarter

har satts till värden mellan 10 % och 30 %. Dessa värden stämmer väl med de i detta projekt beräknade värdena utgående från de med gammaspektrometer bestämda uran- och radiumhalterna i jordarterna och i jordluften uppmätta radonhalterna. Motsvarande värden för radonemanationen har t ex uppmätts i sand, grus och sandig morän i Elliot Lake (DSMA ATCON Ltd rapport 4, 1979).

Emanationen av toron från jordarter

har studerats av Megumi och Mamuro (Megumi och Mamuro 1974). De fann att toronemanationen från jord av vittrad granit var ca 10 %.

Emanationen av radon från sprängsten

har för enkelhetens skull generellt satts till 10 %. Statens strålskyddsinstitut har vid undersökning av radonexhalationen från stenmagasin, som använts för värmeackumulering, mätt radonemanationen från stenarna och funnit den vara 9 % för granitstenar med storleken 5-10 cm. Den undersökta granitens specifika aktivitet för radium-226 var 61 Bq/kg (61 Bq/kg är ekvivalent med en uranhalt av 5 ppm eU), (Nyblom 1980).

I detta projekt har radonemanationen från sprängsten bestämts till 5-10 % utgående från de radonhalter som uppmätts i sprängstenslager i vilka ventilationen är liten. Man kan dock förmoda att radonemanationen från sprängstenen varierar rätt ordentligt med storleken på stenarna och med granittypen i stenarna. Grovkorniga graniter och graniter med hög uranhalt, 10-30 ppm, kan förmodas ha hög emanation. De grovkorniga på grund av att radonet har lättare att diffundera ut ur stenen. De med hög uranhalt på grund av att uranet i dessa ofta förekommer som distinkta uranmineral t ex uraninit (U_3O_8), som sitter på korngränserna och från vilka radonet relativt lätt kan diffundera ut. Uranet i graniter med låg uranhalt, 2-6 ppm, ingår ofta i gittret i andra mineral, t ex zirkon och apatit och därigenom försvåras radonavgången.

Försök har även gjorts att utifrån med emanometern uppmätta toronhalter beräkna toronemanationen från sprängsten av granit i Lysekil. De utförda beräkningarna antyder att toronemanationen är ca 5 % av alla bildade toronatomer.

Radonavgången från en yta (exhalationsraten)

har för betongytor t ex källargolv satts till 3.5 Bq/(m²h) per ppm eU. Detta värde bygger på resultat från undersökningar av radonexhalation från betong som utförts vid statens provningsanstalt. Där bestämdes radonavgången från en betong med granitballast, vars specifika aktivitet av radium-226 var 54 Bq/kg, till 12-17 Bq/(m²h), vilket motsvarar en radonexhalation av 2.8-4.0 Bq/(m²h) per ppm eU (Hildingsson personligt meddelande). Mustonen har angett radonexhalationen från betong, med radiumaktiviteten 65 Bq/kg, till 27 Bq/(m²h), vilket motsvarar en radonexhalation av 5.2 Bq/(m²h) per ppm eU (Mustonen 1980).

Stranden har teoretiskt beräknat toronexhalationen till:

$$E_{Tn} \approx 77 \cdot E_{Rn} \frac{C_{Th}}{C_{Ra}}$$

där

E_{Tn} = toronexhalationen (Bq/(m²h))

E_{Rn} = radonexhalationen (Bq/(m²h))

C_{Th} = koncentrationen av Th-232 (Bq/kg)

C_{Ra} = koncentrationen av Ra-226 (Bq/kg)

(Stranden 1980)

Med Strandens värde på radonexhalationen från betong (20 cm) på maximalt 0.6 Bq/(m²h) per Bq/kg(Ra-226) (600 pCi/(m²h) per pCi/g (Ra-226)) kan toronexhalationen beräknas enligt formeln ovan till 185 Bq/(m²h) per ppm Th.

Beträffande radon- och toronexhalationen från granitytor så har inte sådana värden påträffats i litteraturen. Därför har exhalationsraten antagits vara dubbelt så stor som från en betongyta d v s för radon 7 Bq/(m²h) per ppm eU och för toron 370 Bq/(m²h) per ppm eTh. Anledningen till att ett högre värde valts för graniten är antagandet att förekomst av små sprickor och en viss vittring av graniten innebär en större exhalation i förhållande till betongen.

De valda värdena är naturligtvis mycket osäkra och kan säkerligen vara mycket större.

Megumi och Mamuro har studerat toronexhalationen från jord av vittrad granit (Megumi och Mamuro 1974). De fann att toronexhalationen för detta material var ca 650 Bq/(m²h) per ppm torium.

7.2 Formler som används vid beräkning av radon- och toronhalter samt transport av radon och toron

I detta avsnitt redovisas de formler, som använts för bl a beräkningar av radon- och toronhalter samt volymer av radon- och toronhaltig luft. För att i detalj kunna följa beräkningarna är det nödvändigt att känna sambanden mellan massa och aktivitet samt omräkningar mellan koncentration av ett radioaktivt ämne och produktionshastigheten för dess sönderfallsprodukt.

Samband mellan massa och aktivitet

Aktiviteten definieras som antal sönderfall per tidsenhet och mäts i enheten becquerel (Bq) som betyder ett sönderfall per sekund.

För beräkning av den maximala radon- eller toronhalten i jordluften eller luften i ett sprängstenlager har följande beräkningsgång använts:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{\ln 2 \cdot N}{T_{1/2}} \quad (7.1)$$

där

N = antalet atomer

$T_{1/2}$ = halveringstid (för uran $1.42 \cdot 10^{17}$ s
och för torium $4.4 \cdot 10^{17}$ s)

$\frac{dN}{dt}$ = aktiviteten

1 ppm uran är ekvivalent med $2.52 \cdot 10^{18}$ atomer/kg uranhaltigt material. Aktiviteten för uran blir då enligt formel (7.1) 12.3 Bq/kg uranhaltigt material per ppm U. Vid sönderfallsjämvikt sönderfaller lika många radonatomer som uranatomer. Alltså är även aktiviteten för radon 12.3 Bq/kg uranhaltigt material per ppm U. På motsvarande sätt fås att aktiviteten för toron är 4.0 Bq/kg toriumhaltigt material per ppm Th.

Om allt bildat radon avgår från det uranhaltiga materialet till luften för att sönderfalla där, kommer den maximala radonmängden i luftvolymen att bli 12.3 Bq/kg uranhaltigt material, per ppm U. Är däremot radonemanationen 20 % (dvs 20 % av allt bildat radon avgår till luften) skall mängden ovan multipliceras med faktorn 0.2.

Beräkning av den maximala radon- eller toronhalten i porvolymen
sker med hjälp av följande formel

$$C_{\max} = \frac{A \cdot H \cdot e \cdot \rho}{p} \quad (7.2)$$

där

C_{\max} = radon- eller toronhalten i porvolymen vid luftomsättningen 0 oms/h (Bq/m^3)

A = specifik aktivitet (för uran 12.3 Bq/kg per ppm U och för torium 4.0 Bq/kg per ppm Th)

e = emanationen (andel bildat radon eller toron som avgår till porvolymen)

H = halt (ppm U eller ppm Th)

ρ = torrdensiteten (kg/m^3)

p = porositeten, kvoten porvolym/total volym

Exempel: En jordart med 100 ppm uran
10 % emanerande radon
40 % porositet
1 600 kg/m^3 densitet

får teoretiskt maximal radonhalt enligt följande:

$$\frac{12.3(A) \cdot 100(H) \cdot 0.1(e) \cdot 1\,600(\rho)}{0.4(p)} = 492\,000 \text{ Bq/m}^3$$

Med tillämpande av denna beräkningsgång kan diagram upprättas där den maximala radonhalten ställs mot uranhalten, figur 7.1 och 7.2.

För beräkning av radon- eller toronhalten i en volym på grund av avgång (exhalation) från en yta

används följande formel

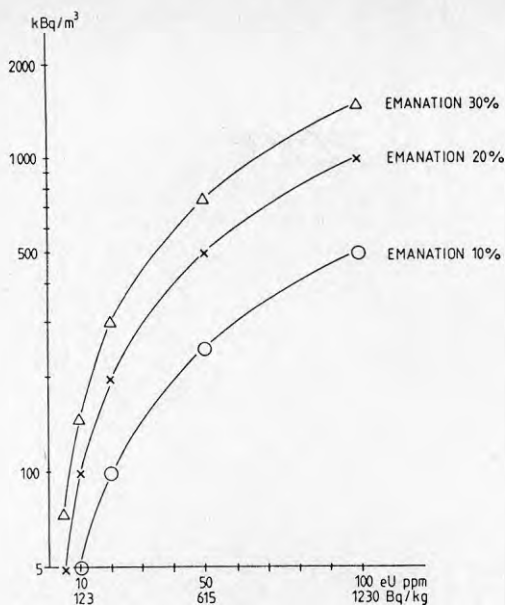
$$C_m = \frac{1}{\lambda + \ell} \cdot \frac{E \cdot F}{V} \quad (7.3)$$

där

C_m = radon- eller toronhalten i volymen vid luftomsättningen ℓ oms/h (Bq/m^3)

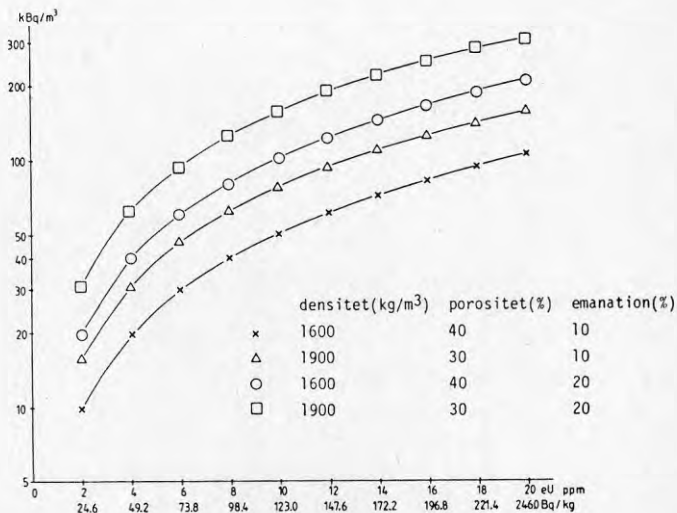
ℓ = luftomsättningen i volymen (h^{-1})

λ = sönderfallskonstanten (för radon, Rn-222, $7.55 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}$ och för toron, Rn-220, 45.0 h^{-1})



Figur 7.1

Beräknad radonhalt i jordluften i ett torrt homogent jordlager i förhållande till jordartens uran-(radium-)halt (ppm respektive Bq/kg) vid emanationen 10 %, 20 % respektive 30 %. I exemplet förutsätts att jordartens kompakt densitet är 2 700 kg/m³ och att porositeten är 40 %.



Figur 7.2

Beräknad radonhalt i jordluften i ett torrt homogent jordlager i förhållande till jordartens ekvivalenta uran-(radium-)halt (ppm respektive Bq/kg), emanationskoefficient, porositet och densitet.

- E = exhalationsraten (radonavgången $\text{Bq}/(\text{m}^2\text{h})$)
 F = radonavgivande yta (m^2)
 V = volymen (m^3)

Transporten till och från ytan sker genom diffusion. Ytan från vilket radonet avgår kan t ex vara ytan på ett byggnadsmaterial, markytan, berggrundsytan eller en vattenyta.

För att beräkna ventilationens effekt på radon- och toronhalten i en volym luft

används följande formel

$$C_m = \frac{\lambda}{\lambda + \ell} \cdot C_{\max} \quad (7.4)$$

där

C_m = radon- eller toronhalten i volymen vid luftomsättningen ℓ oms/h (Bq/m^3)

ℓ = luftomsättningen i volymen (h^{-1})

λ = sönderfallskonstanten (för radon, Rn-222, $7.55 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}$ och för toron, Rn-220, 45.0 h^{-1})

C_{\max} = den maximala radon- eller toronhalten i volymen vid luftomsättningen 0 oms/h. (Bq/m^3).

Formeln är tillämplig på alla volymer som är fyllda med luft t ex porvolymen i jordarter och sprängstenslager samt luftvolymen i ett rum eller i ett hus. Av formeln framgår att små förändringar av ventilationen drastiskt sänker radonhalten medan toronhalten endast i ringa utsträckning påverkas. Detta visas i figur 7.3 och 7.4.

För beräkning av radon- eller toronhalten i en volym till vilken radon- eller torontransport sker genom aktiv transport

t ex med jordluft, som läcker in i ett hus används följande formel.

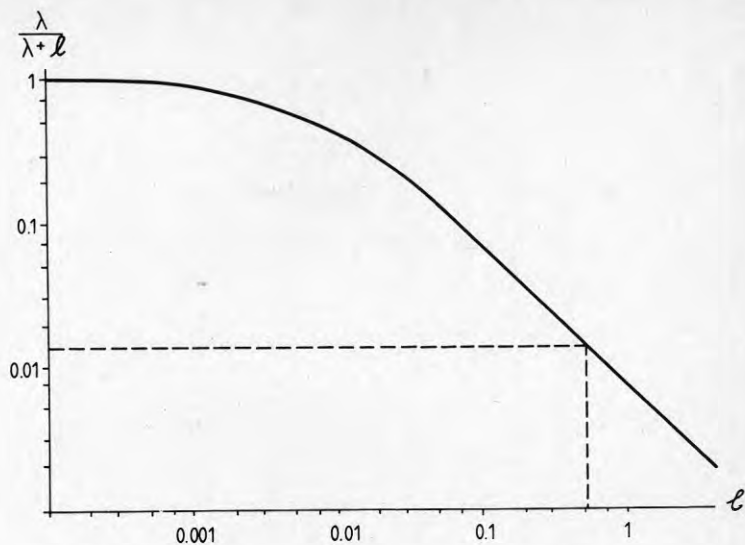
$$C_m = \frac{C_t \cdot L}{(\ell + \lambda) \cdot V} \quad (7.5)$$

där

C_m = radon- eller toronhalten i volymen (Bq/m^3)

ℓ = luftomsättningen i volymen (h^{-1})

V = volymen (m^3)



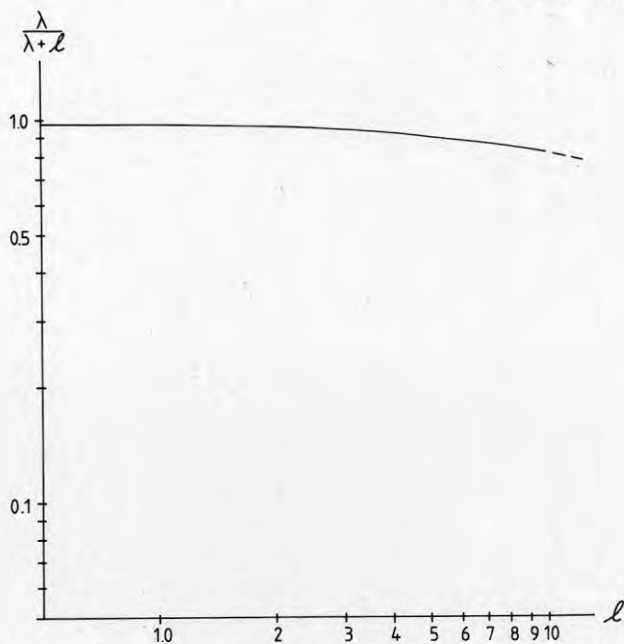
Figur 7.3

Ventilationens inverkan på koncentrationen av radon-222.

λ = sönderfallskonstanten för Rn-222 = $7.55 \cdot 10^{-3} \text{ (h}^{-1}\text{)}$

ℓ = ventilationen (oms/h)

(Ericson 1981)



Figur 7.4

Ventilationens inverkan på koncentrationen av toron (radon-220).

λ = sönderfallskonstanten för Rn-220 = $45.0 \text{ (h}^{-1}\text{)}$

ℓ = ventilationen (oms/h)

- C_t = radon- eller toronhalten i tilluften (den transporterade luften (Bq/m^3))
 L = mängd transporterad luft (m^3/h)
 λ = sönderfallskonstanten (för radon, Rn-222, $7.55 \cdot 10^{-3} h^{-1}$ och för toron, Rn-220, $45.0 h^{-1}$)

Vid transport av radon eller toron som sker med diffusion genom ett material

kan följande formel användas för att beräkna flödet (Workshop 1978).

$$F = D \cdot r \left[\frac{2C_m - C_{in} \cdot (e^{rT} + e^{-rT})}{e^{rT} - e^{-rT}} \right] \quad (7.6)$$

där

- $r = \sqrt{\frac{P \cdot \lambda}{D}}$; $\frac{1}{r}$ = diffusionslängden
 F = flödet genom materialet ($Bq/(m^2h)$)
 D = diffusionskoefficienten för radon eller toron i materialet (m^2/h)
 P = materialets porositet (m^3/m^3)
 λ = sönderfallskonstanten (för radon, Rn-222, $7.55 \cdot 10^{-3} h^{-1}$ och för toron, Rn-220, $45.0 h^{-1}$)
 T = tjockleken på materialet (m)
 C_m = radonhalten i det medium varifrån diffusionen sker (Bq/m^3)
 C_{in} = radonhalten i det medium till vilket diffusionen sker (Bq/m^3)

Enheten för flödet är $Bq/(m^2h)$ dvs samma som för exhalationsraten. För att beräkna flödet genom ett material måste materialets porositet och diffusionskoefficient för radon och toron vara kända.

Diffusionskoefficienten för radon i betong har bestämts till $6.12 \cdot 10^{-6}$ - $1.12 \cdot 10^{-5} m^2/h$ beroende på porositeten (Workshop 1978). Detta kan ej antas gälla oavsett betongkvalitet. Resultatet från flera undersökningar tyder dock på att det i stort ger en riktig bild av radonets diffusion genom betong av god kvalitet.

Diffusionslängden för radon i lättbetong har mätts till 0.12 m. (Preliminärt värde från statens provningsanstalt 1981). Diffusionskoefficienten blir då ca $4.38 \cdot 10^{-5} m^2/h$.

Vid transport av radon eller toron som sker med diffusion genom luft

t ex genom sprickor och andra otätheter i byggnadskonstruktioner kan Ficks första lag användas

$$J = - D \frac{dc}{dx}$$

som vid stationär diffusion kan skrivas

$$J = - D \frac{\Delta C}{\Delta x} \quad (7.6 A)$$

där

$$J = \text{flödestätheten (Bq/m}^2\text{h)}$$

$$D = \text{diffusionskoefficienten för radon eller toron i luften (m}^2\text{/h)}$$

$$\Delta C = \text{skillnaden i gaskoncentrationer (Bq/m}^3\text{)}$$

$$\Delta x = \text{diffusionslängd (m)}$$

Diffusionskoefficienten för radon i luft är ungefär 0.1 cm²/s eller 0.036 m²/h (UNSCEAR 1982).

7.3 Modeller som använts för beräkning av halter och transport av radon och toron

I detta kapitelavsnitt redogörs för modeller som i forskningsprojektet använts för att beräkna transporterade mängder av radon eller toron och erhållna halter.

En transport mellan två medier, t ex det kapillärbrytande skiktet och omgivande jordlager under huset i figur 7.5, kan endera ske med diffusion eller med aktiv (konvektiv) transport av luft. Sker transporten med diffusion kan denna behandlas teoretiskt om det beräknade bidraget från ett medium till ett annat relateras till gränsytan mellan de två medierna. Antar man att diffusionen är av underordnad betydelse och att radonet eller toronet tillförs huvudsakligen genom en aktiv gastransport kan formel (7.7) användas för att beräkna hur mycket radonhaltig respektive toronhaltig markluft som skulle behöva flöda in i mediet för att erhålla en viss radonhalt i detta.

$$(C_{Rn1} - C_m) \cdot V \cdot (\lambda + \lambda) = L \cdot C_{Rn2} \quad (7.7)$$

där

$$C_{Rn1} = \text{uppmätt radonhalt i medium 1 (Bq/m}^3\text{)}$$

$$C_m = \text{beräknad radonhalt till följd av radonproduktion inom medium 1 (Bq/m}^3\text{)}$$

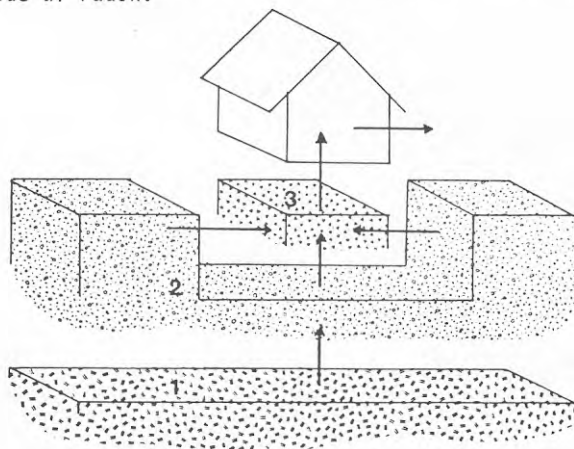
$$V = \text{porvolym i medium 1 (m}^3\text{)}$$

$(\lambda + \lambda)$ = effektiv sönderfall-ventilationskonstant (h^{-1})

L = luftflöde från medium 2 till medium 1 (m^3/h)

C_{Rn2} = uppmätt eller beräknad radonhalt i medium 2 (Bq/m^3)

Gränssytan mellan de två medierna ger därefter tillsammans med luftflödet den strömningshastighet som krävs för att förklara detta flöde av radon.



Figur 7.5 Schematisk modell för radonets transport från och genom olika medier till och in i ett hus.

- 1 Berggrund
- 2 Jordlager
- 3 Sprängsten och makadam

Om det förutsätts att markradon praktiskt taget uteslutande kommer in i bostäder genom ett konvektivt flöde och att diffusionen är av underordnad betydelse kan det konvektiva flödet kvantifieras med hjälp av formel (7.5), som för detta specifika fall får följande utseende:

$$L \cdot C_{\text{mark}} = C_{\text{hus}} \cdot (\lambda + \lambda) \cdot V \quad (7.8)$$

där

L = inflöde av markluft (m^3/h)

C_{mark} = radonhalt i omgivande markluft (Bq/m^3)

λ = luftomsättning (h^{-1})

λ = sönderfallskonstant (för radon, $Rn-222$, $7.55 \cdot 10^{-3} h^{-1}$ och för toron, $Rn-220$, $45.0 h^{-1}$)

V = husets volym (m^3)

C_{hus} = den del av radonkoncentrationen inomhus, som skall förklaras genom inflöde av markradon (Bq/m^3)

För att belysa de ovan presenterade beräkningsgångarna redovisas här ett räkneexempel för ett hus ingående i projektet. Huset ifråga är nr 2121. Huset står på ett lager av sprängsten vars tjocklek uppskattas till 1 meter, jämför figur 7.5.

I detta fall är följande parametrar uppmätta:

Uranhalten i berget	= 6 ppm
Uranhalten i sprängsten	= 6 ppm*
Radonhalten i huset	= 320 Bq/m ³
Radonhalten i jordluften kring huset	= 40 000 Bq/m ³
Radonhalten under huset	= 14 000 Bq/m ³
Husets invändiga volym	= 120 · 4.7 = 564 m ³

* Sprängstenen är från området, varför den håller samma uranhalt som berggrunden.

Följande parametrar har uppskattats.

Torr densiteten för sprängstensfyllningen	= 1 600 kg/m ³
Torr densiteten för omgivande mark	= 1 600 kg/m ³
Porositeten i sprängstensfyllningen	= 40 %
Porositeten i omgivande mark	= 40 %
Radonemanationen i sprängstensfyllningen	= 10 %
Radonemanationen i omgivande mark	= 20 %
Luftomsättningen i huset	= 0.25 oms/h
Luftvolymen i sprängstenslagret	= 48 m ²
Gränsyta mellan lager 2 och 3	= 164 m ²

Den högsta radonhalt som kan uppnås i sprängstensfyllningen till följd av dess egen aktivitet blir med ovanstående antaganden enligt formel (7.2)

$$\frac{12.3(A) \cdot 6(H) \cdot 0.1(e) \cdot 1\,600(\rho)}{0.4(p)} = 30\,000 \text{ Bq/m}^3$$

Enligt vår uppskattning ger byggnadens stomme ett tillskott till radonhalten inomhus med ca 80 Bq/m³. Tillskottet till följd av infiltrerande markradon blir 320-80 = 240 Bq/m³, vilket för detta hus motsvarar ett inflöde av radonhaltig luft av 2.5 m³/h, enligt följande beräkning för vilken formel (7.5) använts.

$$\frac{240(C_m) \cdot (0.25 + 0.00755)(\lambda + \lambda) \cdot 564 (V)}{14\,000(C_t)} = 2.5 (L)$$

Ett luftflöde på 2.5 m³ genom sprängstensfyllningen medför en luftomsättning i sprängstenslagret på 2.5/48 = 0.05 oms/h.

Om den tillförda luften i sprängstenslagret var radonfri skulle denna luftomsättning leda till att den ovan beräknade maximala radonhalten i sprängstenslagret på 30 000 Bq/m³ reduceras till 3 800 Bq/m³ enligt formel (7.4). En lufttransport av 2.5 m³/h från sprängstenslagret in i huset ger en radontransport till huset av 3 800 Bq/m³ · 2.5 m³/h = 9 500 Bq/h. Det erforderliga flödet av radon från marken in i huset är med inomhushalten 240 Bq/m³

$$564 \text{ (m}^3) \cdot 0.25755 \text{ (h}^{-1}) \cdot 240 \text{ Bq/m}^3 = 34\,900 \text{ Bq/h}$$

varav sprängstenslagret endast kan bidra med 9 500 Bq/h.

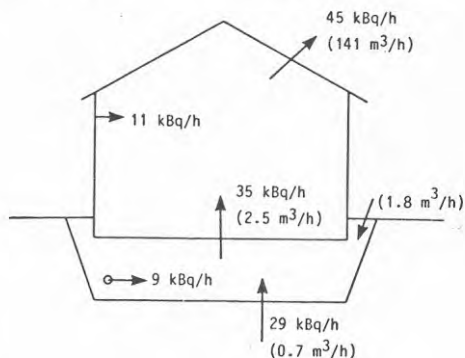
Det radon som tillförs från de kringliggande marklagren kan transporteras genom diffusion eller konvektion. Här antas att transporten sker konvektivt. Om hålrummen i sprängstensfyllningen endast ventileras av de beräknade 2.5 m³/h luft som strömmar in i huset kan följande beräkningsgång användas för att beräkna hur mycket av denna luftmängd som måste komma från den omgivande marken.

Koncentrationen i sprängstenslagret är förhöjd med 14 000–3 800 = 10 200 Bq/m³. Med användande av formel (7.7) fås att det behövliga tillflödet av luft från omgivande marklager med radonhalten 40 000 Bq/m³ blir 0.7 m³/h enligt följande:

$$\frac{10\,200 (C_{\text{Rn1}} - C_{\text{m}}) \cdot 48(V) \cdot 0.05755 (\lambda + \lambda)}{40\,000 (C_{\text{Rn2}})} = 0.7 \text{ (L)}$$

Kontaktytan mellan sprängstensfyllningen och den övriga marken är i detta fall 164 m², varför den genomsnittliga strömningshastigheten genom kontaktytan blir $0.7/164 = 4.2 \cdot 10^{-3}$ m/h räknat på hela ytan och $4.2 \cdot 10^{-3}/0.4 = 1 \cdot 10^{-2}$ m/h om hänsyn tas till porositeten i omgivande jordlager.

De mätvärden som erhållits för detta hus och beräknade mängder av transporterat radon redovisas i figur 7.6.



Figur 7.6 Modell för radon och luftflöden för hus 2121 enligt beräkningsexempel.

Modell för beräkning av tillskott av radon och toron från en granityta och toronets inverkan på totala aktiviteten i ett hus

För att belysa hur radon och toron som avgår från bergrundsytan påverkar den totala aktiviteten i ett hus används beräkningsgången för hus 2308 i Strömstad. Detta är ett suterränghus som till hälften är byggt direkt på hållytan, vilken även utgör golv i en del av källaren. Resterande del av huset står på fyllning av sprängsten. Lagret antas i genomsnitt vara 1 meter tjockt.

Följande parametrar är uppmätta:

Uranhalten i berget	5 ppm
Toriumhalten i berget	76 ppm
Uranhalten i sprängsten*	5 ppm
Toriumhalten i sprängsten*	76 ppm
Med spårfilm uppmätt aktivitet i suterrängvåningen	340 Bq/m ³
Suterrängvåningens invändiga volym	330 m ³
Husets bottenyta	144 m ²

Följande parametrar har uppskattats:

Torrdensiteten för sprängstensfyllningen	1 600 kg/m ³
Porositeten i sprängstensfyllningen	40 % ₃
Sprängstensfyllningens volym	72 m ³
Radonemanationen i sprängstensfyllningen	10 %
Toronemanationen i sprängstensfyllningen	5 %
Radonexhalationen från granitytan	35 Bq/(m ² h)
Toronexhalationen från granitytan	28 120 Bq/(m ² h)
Luftomsättningen i källaren	0.4 oms/h

* Sprängstenen är från området, varför den håller samma uran- och toriumhalt som berggrunden.

Bidraget till den totala aktiviteten i källaren kan delas upp i 6 st olika bidrag:

- radon från sprängstenen
- toron från sprängstenen
- radon från bergytan
- toron från bergytan
- radon från byggnadsmaterialet
- toron från byggnadsmaterialet

Radon- och torontillskottet från sprängstenslagret beräknas enligt formlerna (7.2) och (7.4):

$$C_m = \frac{A \cdot H \cdot e \cdot \rho}{p} \cdot \frac{\lambda}{\lambda + \varrho}$$

Tillskottet av radon från sprängstenslagret blir då 35 Bq/m³ enligt

$$\frac{12.3 \cdot 5 \cdot 0.1 \cdot 1\,600 \cdot 72}{(72 \cdot 0.4) + 330} \cdot \frac{0.00755}{0.00755 + 0.4} = 35 \text{ Bq/m}^3$$

Anledningen till att halterna uträknas med volymen $(72 \cdot 0.4) + 330 = 360 \text{ m}^3$ är att luftväxlingen antas vara relativt stor mellan sprängstenslagret och suterrängvåningen. Luftväxlingen är dock inte så stor och snabb att toronet från sprängstenslagret bör ge ett märkbart tillskott i den totala aktiviteten i källaren. Det mesta av det toron som bildas i sprängstenslagret antas sönderfalla under transporten till suterrängvåningen.

Radon- och torontillskotten från granitytan beräknas enligt formel (7.3).

Här beräknas ett radontillskott komma dels från granitytan, som utgör golv i huset, dels från den yta som underlagrar sprängstenslagret till suterrängplanet. Den effektiva exhalationsytan blir alltså i detta fall 144 m^2 . Då kommer den vglym i vilken radonet sprids att vara $(0.4 \cdot 72) + 330 = 360 \text{ m}^3$.

Tillskottet av radon från granitytan, 144 m^2 , blir 35 Bq/m^3 enligt:

$$\frac{1}{(0.00755 + 0.4)} \cdot \frac{35 \cdot 144}{360} = 35 \text{ Bq/m}^3$$

Tillskottet av toron från granitytan, 72 m^2 , blir 135 Bq/m^3 .

I detta fall beräknas ett tillskott komma från den granityta som utgör golv i huset. Det tillskott av toron som kommer från granitytan under sprängstenslagret kommer dock att till största delen sönderfalla vid en transport från sprängstenslagret till suterrängvåningen, analogt med det toron som bildas i själva sprängstenslagret. Den effektiva exhalationsytan blir i detta fall 72 m^2 .

$$\frac{1}{(45.0 + 0.4)} \cdot \frac{28 \cdot 120 \cdot 72}{330} = 135 \text{ Bq/m}^3$$

Radon- och torontillskotten från byggnadsmaterialet har uppskattats till maximalt 70 Bq/m^3 för respektive bidrag.

Aktiviteten i luften i källaren vid luftomsättningen 0.4 oms/h blir summan av det radon och toron som avgår från:

	Radon Bq/m^3	Toron Bq/m^3	Radon+toron Bq/m^3
Sprängstensfyllningen	35	-	
Berggrundsytan	35	135	
Byggnadsmaterialet	<70	<70	
	<140	<205	<345

Motsvarande beräkning gjordes även med en tänkt luftomsättning i huset på 0.2 oms/h . Aktiviteten i källaren blir då

	Radon Bq/m^3	Toron Bq/m^3	Radon+toron Bq/m^3
Sprängstensfyllningen	70	-	
Berggrundsytan	70	135	
Byggnadsmaterialet	<70	<70	
	<210	<205	<415

Beräkningen visar att det skulle vara möjligt att erhålla den med film maximalt uppmätta aktivitetshalten 340 Bq/m^3 utan att tillföra radon från sprängstenslagret på andra sidan gatan.

Den med TLD uppmätta halten på 480 Bq/m^3 kan däremot inte förklaras med enbart ett toronbidrag utan här måste ett radontillskott komma längre ifrån t ex från sprängstenslagret på andra sidan gatan.

Metod för beräkning av tillförd radonmängd från underliggande jordlager och berggrund

Vid undersökningarna har mätningar med gammaspektrometer i kombination med mätningar av radonhalten i jordluften använts för att styrka antaganden om eventuell tillförsel av radon till det undersökta jordlagret.

Den till jordluften tillförda radonmängden höjer gammastrålningen i kalkstensmoränen. Vid mätning med gammaspektrometern visar sig denna förhöjda gammastrålning som en förhöjning av den ekvivalenta uranhalten (eU) eftersom bestämningen av uranhalten utgår från gammastrålningen från radonottern Bi-214.

För att uppmäta 1 ppm uran på grund av radontillskottet i jordlager med 30 % porositet behövs att radontillskottet motsvarar en halt på $78\,000 \text{ Bq/m}^3$ enligt följande beräkningsgång.

Med användande av formel (7.2) fås.

$$C_{\text{tillförd}} = \frac{1(H) \cdot 12.3(A) \cdot 1(e) \cdot 1\,900(\rho)}{1(p)} = 23\,400 \text{ Bq/m}^3$$

Vid gammaspektrometermätning spelar det ingen roll hur radonet är fördelat i jorden, eftersom gammaspektrometern mäter den totala aktiviteten i en volym oavsett om den består av fast material eller luft. I beräkningsgången (ovan) har därför både radonemanationen och porositeten satts till 100 %.

Denna tillförda halt på $24\,000 \text{ Bq/m}^3$ är då fördelad på hela mätvolymen. Eftersom det tillförda radonet endast finns i jordluften kommer denna halt på $24\,000 \text{ Bq/m}^3$ att fördelas till porerna. Med en porositet på 30 % kommer den faktiskt tillförda radonmängden, som vid gammaspektrometermätning ska ge en förhöjning av $\frac{1}{3}$ ppm ekvivalent uran, att motsvara $23\,000/0.3 = 78\,000 \text{ Bq/m}^3$.

I Fjugesta och Vintrosa har påvisats ett tillskott av radon från underliggande jord- och bergarter. Detta belyses i följande exempel, delområde 1 i Vintrosa.

Området består av 5 meter kalkstensmorän på ett 10 meter tjockt kalkstenslager som i sin tur överlagrar alunskiffer. Laboratorieanalyser med gammaspektrometri av kalkstensmoränen visar att den innehåller 2 ppm uran. Enligt formel (7.2) skulle radonhalten i jordluften, i moränen maximalt bli $(15\,000-31\,000) \text{ Bq/m}^3$ med parametrarna:

Torr densitet	$1\,900 \text{ kg/m}^3$
Porositet	30 %
Radonemanation	10-20 %
Uranhalt	2 ppm

Samtidigt har markmätningar visat på att radonhalten i jordluften är ca 100 000 Bq/m³.

Överskjutande markradonhalt (100 000-31 000) = 69 000 Bq/m³ måste då komma från annat håll. Enda tänkbara källa för radonet är alunskiffern vars uranhalt här är 100-200 ppm U, eftersom varken kalkstensmoränen eller kalkstenen kan producera några större mängder radon.

Denna överskjutande radonhalt på 69 000 Bq/m³ är endast fördelad i porerna. Med porositeten 30 % är denna halt ekvivalent med 69 000 · 0.3 = 21 000 Bq/m³ (= C_{tillförd}) fördelat på hela mätvolymen. Med användande av formel (7.2) fås.

$$H = \frac{21\,000(C_{\text{tillförd}}) \cdot 1(p)}{12.3(A) \cdot 1(e) \cdot 1900(\rho)} = 0.9 \text{ ppm}$$

Radonemanationen och porositeten har satts till 100 % enligt resonemang fört i föregående teoretiska exempel.

Beräkningen visar att radontillskottet i området ger en förhöjning av 1 ppm i uranhalten uppmätt med gammaspektrometer.

Vid de utförda gammaspektrometermätningarna i detta område är den i kalkstensmoränen uppmätta halten eU 4-5 ppm. Den gjorda beräkningen ger en förklaring till en del av skillnaden mellan med gammaspektrometer bestämd uranhalt (4-5 ppm eU) och verklig uranhalt (2-3 ppm U).

Ovan redovisade exempel visar på hur gammaspektrometermätningar utförda i hål i marken kan användas för att kontrollera huruvida den i jordluften uppmätta radonmängden rimligtvis kan komma från det jordlager i vilken mätningen utförts eller om det åtminstone delvis måste röra sig om till jordlagret tillfört radon.

8 RESULTAT

I detta kapitel redogörs och diskuteras resultaten av de inom projektet utförda undersökningarna. Kapitlet inleds med en redogörelse för geologin inom varje undersökt område. Därefter redogörs för resultaten från radonmätningen i marken under husen samt diskuteras resultaten. Granitområdena och alunskifferområdena behandlas var för sig. Kapitlet avslutas med en redogörelse för vad byggnadstekniken betyder för radonhalterna i husen.

8.1 Geologisk beskrivning av granitområden

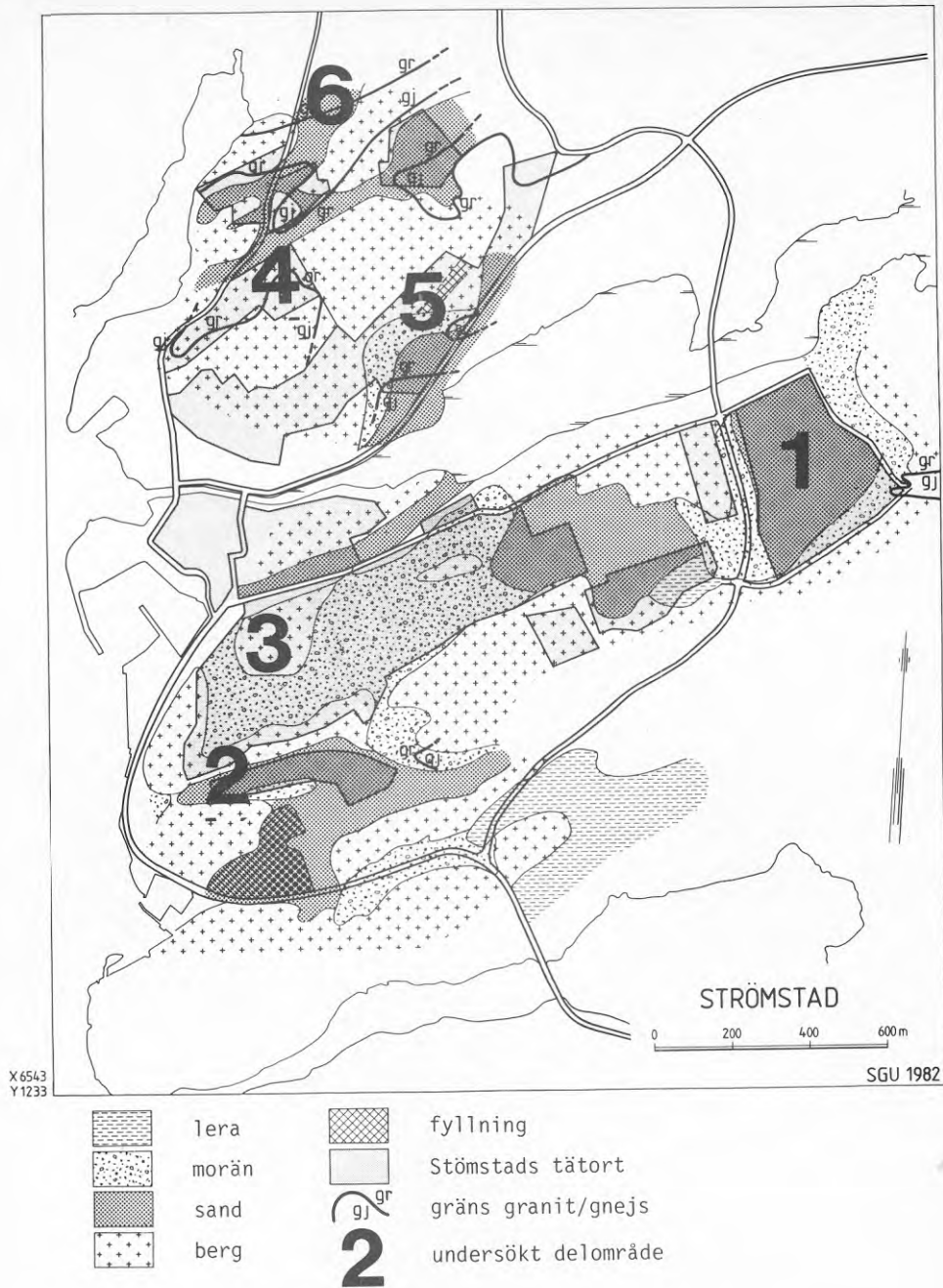
8.1.1 Strömstad

Berggrunden i Strömstadsområdet består i huvudsak av granit och ingår i det område med s k Bohusgranit som bildar kustområdet i Norra Bohuslän och sydöstraste delen av Norge: området mellan Lysekil och Fredrikstad. Bohusgraniten har bildats för ca 890 miljoner år sedan genom en serie flacka skivformade intrusioner med nordsydlig utsträckning. Flera olika typer av Bohusgranit förekommer, men graniten är genomgående kaliumrik (K 4-6 %) och har alltid ovanligt hög halt av uran och/eller torium (U 5-37 ppm, Th 15-135 ppm). Gammastrålningen från graniten varierar mellan 15 μ R/h och 40 μ R/h och är lokalt högre.

I Strömstad är graniten grå till gråröd och medelkornig. Den är som regel massformig men områden med förskiffrad granit förekommer. I norra delen av Strömstads stadskärna finns en grå porfyrisk granit, som för granat. Inneslutet i graniten förekommer partier och brottstycken av grå ådergnejs och amfibolitisk gnejs. Speciellt inom norra delen av tätorten upptas relativt stora arealer av gnejs. Enstaka upp till en meter breda gångar av pegmatit förekommer såväl i graniten som i gnejsen. Pegmatiten har ofta förhöjd gammastrålning, som mest uppmättes 100-160 μ R/h. Berggrunden är kraftigt uppsprucken och förkastad med sprickriktningar, huvudsakligen i N 50° O, N 20° V och N 10° O.

Berggrunden är väl blottad och jordlagret, där det förekommer, är tunt med undantag för jordfyllda svackor och dalgångar. De jordarter som förekommer är morän samt sand och lera. Moränlagret torde sällan överskrida en till två meters mäktighet.

Berggrunden och jordlagret har i slutet av 1800-talet karterats och beskrivits av De Geer m fl (De Geer 1902). En förnyad kartering och beskrivning gjordes av Asklund m fl under perioden 1936-1943 (Asklund 1947). Bägge karteringarna har gjorts på kartunderlag i skala 1:100 000 varför karteringarna är relativt schematiska och för grova för att användas vid föreliggande undersökning. Därför har i samband med radonundersökningen berggrunden och jordlagret delvis nykarterats. Karteringen inleddes med en flygbildstolkning utgående från stereobilder i skala 1:4000. Denna kompletterades med fältiakttagelser vid besöket i oktober 1980. Resultatet sammanställdes till en karts-kiss som redovisas i figur 8.1 (Strömstads tätort).



Figur 8.1 Geologisk kartskiss över de delar av Strömstads tätort som har karterats i samband med radonundersökningarna.

Gammastrålningen från graniten, mätt över plana hallytor, är normalt 20-30 $\mu\text{R/h}$ med ett medelvärde på 22-25 $\mu\text{R/h}$. Lokalt uppgår strålningen till 35-40 $\mu\text{R/h}$. Gnejsen har en radioaktivitet på 6-15 $\mu\text{R/h}$. Blockfattig morän har i allmänhet en aktivitet på 20 $\mu\text{R/h}$, sand och lera på 6-10 $\mu\text{R/h}$.

I samband med undersökningen har med gammaspectrometer gränshalter av uran, torium och kalium bestämts vid 55 mät-punkter. Uranhalten i graniten varierar mellan 4.0 och 9.0 ppm, genomsnittshalten är 6.1 ppm. Motsvarande värden är för torium 55.0-135 ppm och 80.2 ppm; för kalium 4.1-6.0 % och 4.8 %. Uranhaltarna är normala för graniter, men toriumhalterna avviker starkt från vad som är normalt (10-30 ppm).

I Strömstads kommun har radonundersökningarna utförts i och kring hus inom sju delområden. På den geologiska kartan över Strömstad har delområdena markerats i sitt ungefärliga läge, figur 8.1. Av delområdena är sex belägna inom Strömstads tätort och ett i Hjälgårds by (ligger utanför kartan). Inom fem av delområdena, samtliga inom Strömstads tätort, har utförts detaljerade geologiska undersökningar, markradonmätningar och husbesiktningar. Inom de övriga två områdena har undersökningarna omfattat besiktning av geologin och radonmätningar i husen med spårfilm.

Samtliga delområden är belägna inom områden där berggrunden består av granit, men de kvartärgeologiska förhållandena skiljer sig mellan delområdena.

I följande avsnitt ges en kortfattad redogörelse för de olika delområdena vad avser geologin och antal undersökta hus. Vid angivandet av antalet undersökta hus betecknar den eller de första siffrorna antalet hus i vilka utförts radonmätningar med spårfilm och siffrorna inom parentes () det antal hus kring och i vilka utförts detaljerade geologiska undersökningar, markradonmätningar, husbesiktningar och radonmätningar med TLD.

Delområde 1 omfattar 21 (4) undersökta hus. Delområdet består av sand och mo och i viss mån av lera, som direkt överlagrar granit.

Delområde 2 omfattar 3 (2) undersökta hus. Delområdet är beläget i kanten av en sprickdal som är fylld av sand och lera.

Delområde 3 omfattar 7 (2) undersökta hus. Delområdet består av kalt berg på vilket fyllning av sprängsten och matjord pålagts.

Delområde 4 omfattar 6 (5) undersökta hus. Delområdet består av kalt berg på vilket fyllning av sprängsten och matjord pålagts.

Delområde 5 omfattar 10 (2) undersökta hus. Delområdet utgörs av en bergslutning längs vilken en gata framdragits. På ena sidan gatan är husen nedsprängda i graniten, på den andra sidan står husen på en terrassformad fyllning av sprängsten.

Delområde 6 omfattar 9 (0) undersökta hus. Berggrunden inom delområdet utgörs av granit och gnejs. Inom stora delar av området är berggrunden blottad, inom mindre delar förekommer ett upp till en meter tjockt lager av morän. Plansprängda

hällar och med sprängsten utfyllda svackor förekommer i stor utsträckning inom delområdet.

Delområde 7 omfattar 7 (0) undersökta hus. Berggrunden består av granit. Den är ofta blottad. Jordlagret utgörs av morän och sand. Jorddjupet överstiger inte två meter.

Generellt gäller för husen i Strömstad att de flesta är grundlagda på berg eller på fyllning av sprängsten. Många av husen står på lager av sprängsten som kan vara upp till 1-5 meter tjocka.

Vid byggande direkt på berg har berget vanligen plansprängts och eventuella ojämnheter utfyllts med sprängsten. Vid grupphusbebyggelse kan sådan utjämning av naturen omfatta relativt stora områden. Vid grundläggningen lämnas som regel ett några decimeter tjockt utjämnat lager av sprängsten på berget. På detta läggs sedan ett par decimeter tjockt lager av singel på vilket källargolvet eller bottenplattan gjuts.

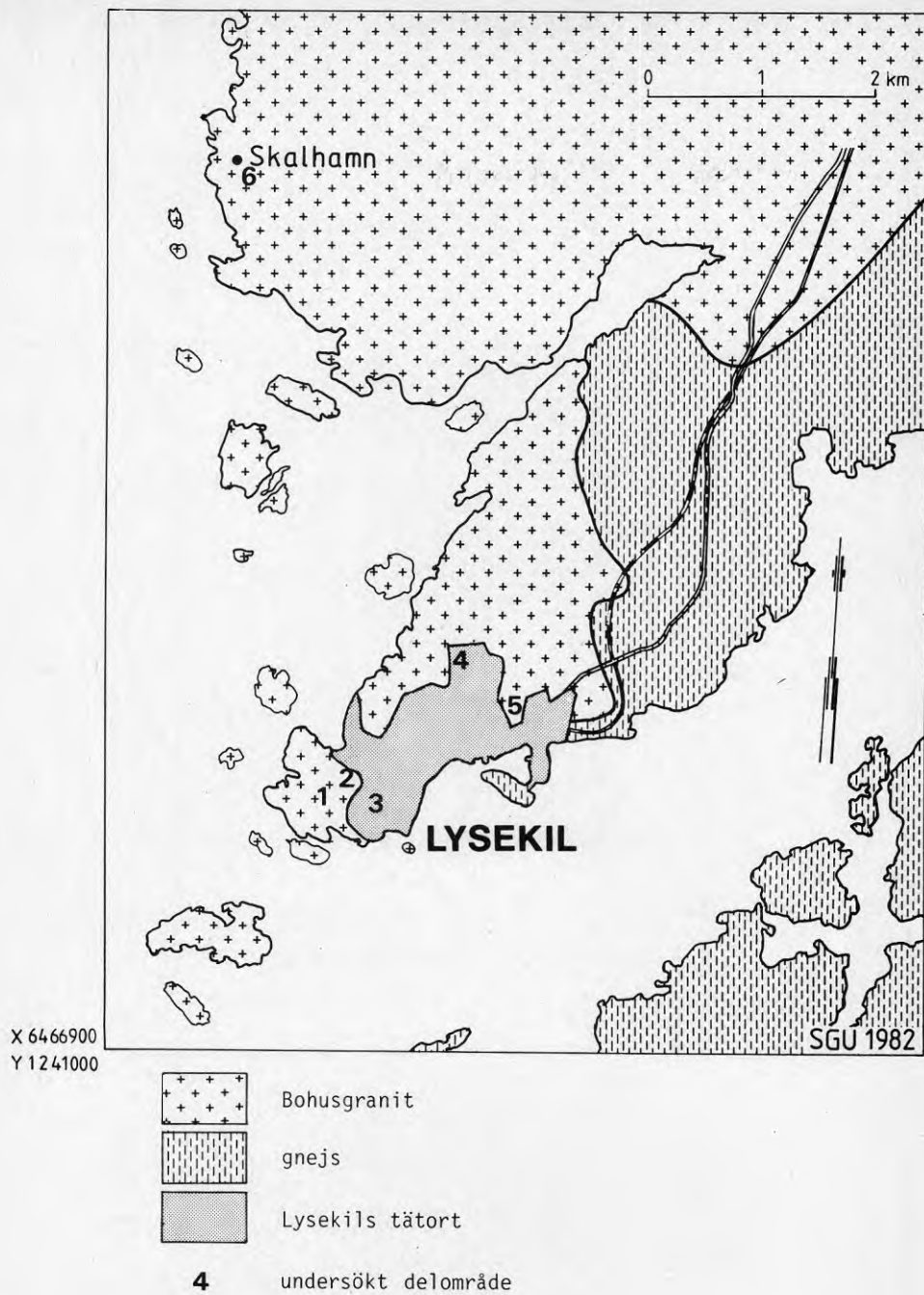
8.1.2 Lysekil

Liksom i Strömstadsområdet består berggrunden i Lysekilsområdet i huvudsak av Bohusgranit, vilken här vanligen är röd eller gråröd, medel- till grovkornig, jämnkornig och massformig. En porfyritisk granitvariant, Stångehuvudgranit, förekommer i sydvästra delen av kommunen. Graniten har samma uppträdande, ålder och bildningssätt som Bohusgraniten i övrigt. Den är intrusiv i grå gnejs av sedimentärt ursprung. Kontakten mellan granit och gnejs går söder och öster om Lysekils tätort, så att större delen av tätorten är byggd på graniten. Vid kontakten till gnejsen och i gnejsen förekommer rikligt med pegmatit, som bildar gångar och mindre massiv. Berggrunden är kraftigt uppsprucken och förkastad med sprickriktningar, huvudsakligen i N 35°O, N 18°O och N 50°V.

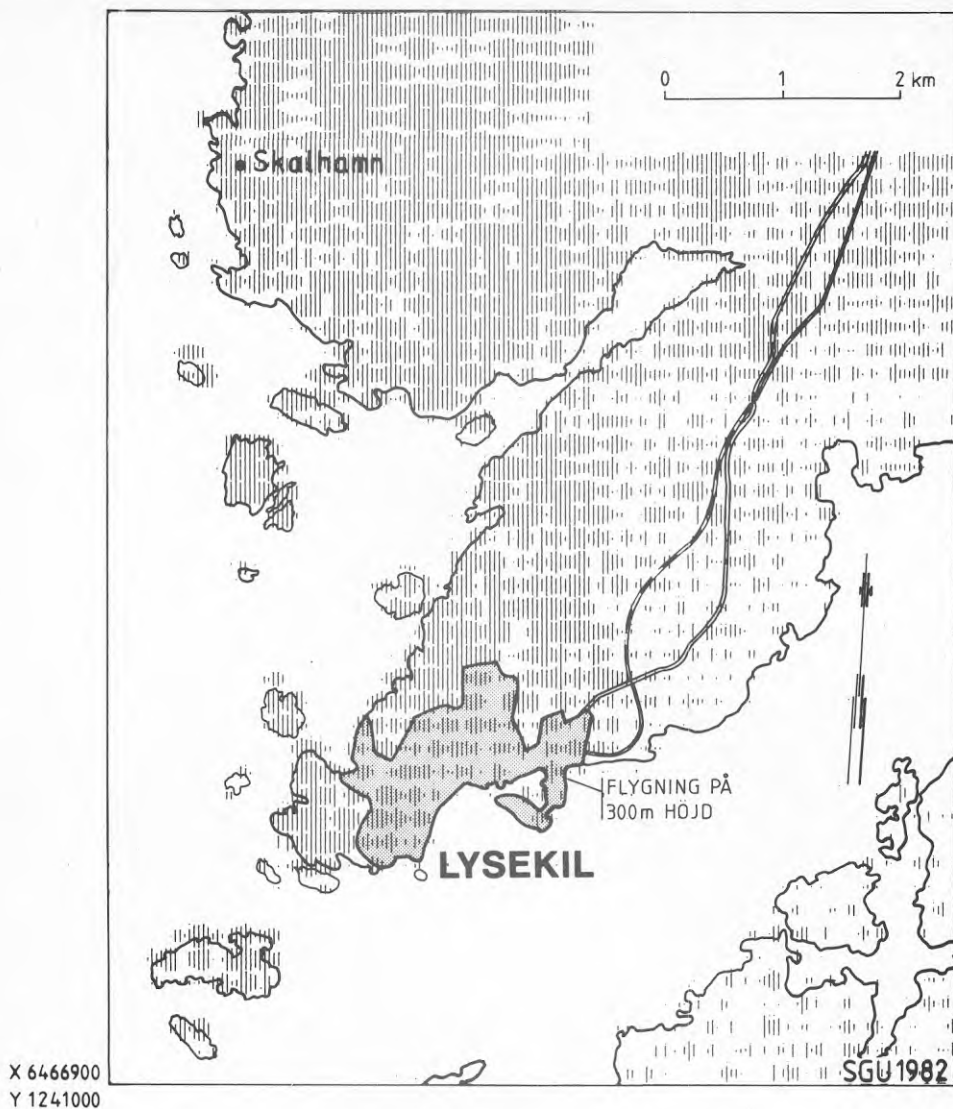
Berggrunden är som regel helt kalspolad. Endast i skyddade lägen, bakom höjder och i sprickdalar, finns tjockare jordlager, vilka i huvudsak består av sand eller svallgrus.

Berggrunden och jordlagret har kring 1900 karterats och beskrivits av Lindström (Lindström 1902). Senare har berggrunden även karterats och beskrivits av Asklund m fl (Asklund 1947). Vid båda tillfällena har karteringen skett på kartunderlag i skala 1:100 000, varför karteringarna är relativt schematiska. På kartan i figur 8.2 har gränsen mellan granit och gnejs dragits efter Asklunds karta.

Radioaktiviteten från graniterna i Lysekilsområdet är ovanligt hög. Figur 8.3 och 8.4 visar kartor över gammastrålningen från uran respektive torium inom Lysekilsområdet. Kartorna utgörs av SGU:s flygradiometriska kartor över kartbladen 8A Lysekil SO och SV. Originalen är framställt i skala 1:50 000. Flygmätningarna är gjorda med en gammaspektrometerutrustning uppbyggd kring fyra 4-liters talliumaktiverade natriumjodidkristaller /NaI(Tl)/.

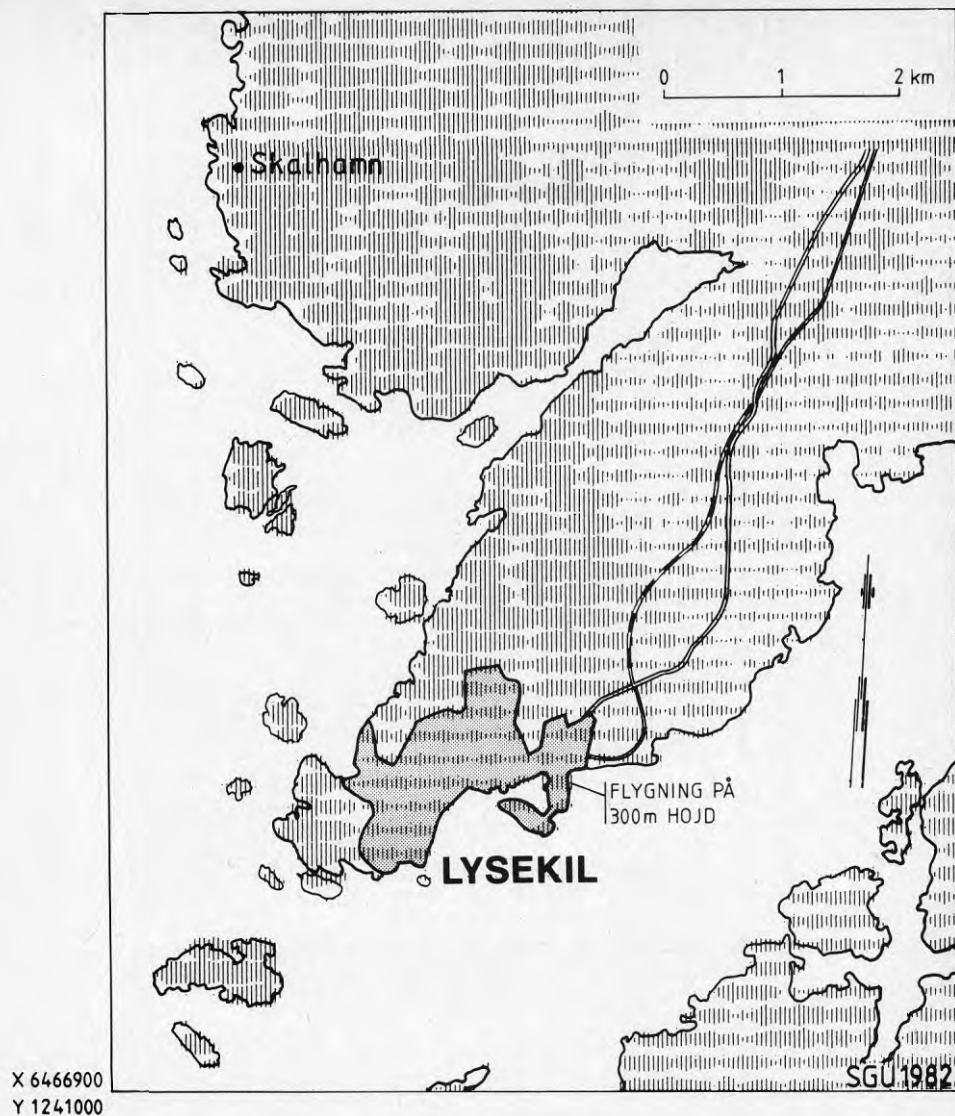


Figur 8.2 Geologisk karta över Lysekilsområdet.



Figur 8.3

Flygradiometrisk karta över Lysekilsområdet visande gammastrålningen från "uran". Staplarnas längder är proportionella mot den ekvivalenta uranhalten vid markytan. Full stapellängd betyder att den ekvivalenta uranhalten vid markytan är högre än 15 ppm. Över den tätbebyggda delen av Lysekil har flygmätningen utförts på 300 meters höjd vilket medfört att strålningen i väsentlig grad skärmats av luftlagret mellan mark och flygplan. Någon korrektion för effekten av skärmningen har ej utförts.



Figur 8.4

Flygradiometrisk karta över Lysekilsområdet visande gammastrålningen från "torium". Staplarnas längder är proportionella mot den ekvivalenta toriumhalten vid markytan. Full stapellängd betyder att den ekvivalenta toriumhalten vid markytan är högre än 45 ppm. Över den tätbebyggda delen av Lysekil har flygmätningen utförts på 300 meters höjd vilket medfört att strålningen i väsentlig grad skärmats av luftlagret mellan mark och flygplan. Någon korrektion för effekten av skärmningen har ej utförts.

Avståndet mellan flyglinjerna är 200 m och flyghöjden är 30 m utom över Lysekils stadskärna, där flyghöjden är 300 m på grund av luftfartsbestämmelserna.

Mätmetodik vid flygmätningen och databehandling av mätvärdena har beskrivits av Lindén och Åkerblom (Lindén och Åkerblom 1976).

På kartorna redovisas i form av staplar gammastrålningen från uranets respektive toriumets gammastrålande dotterisotoper. Stapellängden är proportionell mot den genomsnittliga ekvivalenta halten av uran (eU) respektive torium (eTh) på markytan uppmätt längs en 40 meter lång flygsträcka. Detta innebär att över kalt berg redovisar kartorna korrekta halter av uran och torium i berget. Halterna är angivna i ppm och full stapellängd betyder att den ekvivalenta uranhalten är 15 ppm eller högre, för torium 45 ppm eller högre. I Lysekilsområdet, där berggrunden ofta är helt blottad, ger kartorna en relativt korrekt bild av uran och toriumhalterna i berggrunden. Som framgår av kartorna varierar dock halterna av uran och torium kraftigt. I området finns granitpartier där uran-toriumförhållandet är 1:1, men också partier med förhållandet 1:4.

Flygmätningarna har följts upp med undersökningar på marken, varvid ett stort antal bestämningar av halterna av uran, torium och kalium i graniten har gjorts genom mätning med gammaspektrometer på hållar. I samband med radonundersökningarna i Lysekil har halterna bestämts i 72 mätpunkter. Uranhalten i graniten varierar mellan 12 och 37 ppm, genomsnittshalten är 19.6 ppm. Motsvarande värden för torium är 17-59 ppm och 43.8 ppm; för kalium 4-6 % och 4.6 %.

Att genomsnittshalten för uran i graniten är 19.6 ppm innebär att radiumindex för graniten ofta är högre än 1.0 (radiumindex 1.0 motsvarar en uranhalt av 16.3 ppm).

Gammastrålningen från graniten, mätt över plana hålltor, är normalt 25-30 $\mu\text{R}/\text{h}$. Lokalt förekommer strålning på upp till 50 $\mu\text{R}/\text{h}$. Gnejsen har en gammastrålning på 6-12 $\mu\text{R}/\text{h}$. Strålningen från pegmatiterna varierar, men den är normalt lägre än över graniten.

I Lysekils kommun har radonundersökningarna utförts i och kring hus inom sju delområden. Av dessa är fem belägna inom Lysekils tätort, ett i Skalhamns by och ett i Brastad. Inom samtliga delområden har undersökningarna omfattat besiktningar av geologin och radonmätningar i husen med spårfilm. Dessa har i samtliga områden utom Brastad följts upp med detaljerade geologiska undersökningar, markradonmätningar och husbesiktningar.

Samtliga delområden är belägna inom områden med berggrund av Bohusgranit, men de topografiska och kvartärgeologiska förhållandena skiljer sig mellan de olika områdena. Det ungefärliga läget för delområdena framgår av figur 8.2. (Brastad ligger utanför den redovisade kartbilden.)

I följande avsnitt ges en kortfattad redogörelse för de olika delområdena vad avser geologi och antal undersökta hus. Vid angivandet av antalet undersökta hus betecknar den eller de försatta siffrorna antalet hus i vilka utförts radonmätningar med

spårfilm och siffrorna inom parentes () det antal hus som ingått i den detaljerade undersökningen av geologi, markradon och byggnadssätt.

Delområde 1 omfattar 12 (5) undersökta hus. Delområdet består av kala hållar av granit. Hela området är plansprängt och alla sprickdalar och svackor i terrängen är utfyllda av sprängsten.

Delområde 2 omfattar 7 (6) undersökta hus. Liksom föregående område består detta delområde av kallt berg med svackor som fyllts med sprängsten.

Delområde 3 omfattar 13 (7) undersökta hus. Delområdet är starkt kuperat. Samtliga hus är byggda på berg eller på utfyllnad av sprängsten ovanpå berg.

Delområde 4 omfattar 14 (5) undersökta hus. Större delen av området utgörs av kala hållar av granit men tre av de undersökta husen står över svackor som är utfyllda med morän och sand. Inom området har tidigare förekommit flera stenbrott. Dessa är nu nedlagda och flera av husen är byggda på "skärv" d v s skrotsten som blivit över vid huggningen av gatsten.

Delområde 5 omfattar 8 (4) undersökta hus. Delområdet ligger i en brant sluttning längs vilken en gata framdragits. På den ena sidan av gatan ligger suterränghus nedsprängda i graniten, på den andra sidan är husen byggda med helgjuten bottenplatta på granithällarna.

Delområde 6 omfattar 5 (2) undersökta hus. De flesta av husen är byggda på berg eller på lera eller lerig sand som direkt överlagrar berg. Inom detta delområde har hälsovårdsförvaltningen i Lysekil uppmätt höga radonhalter, 1 000-8 000 Bq/l, i vatten som kommer från i graniten borrhade brunnar.

Delområde 7 omfattar 4 (0) undersökta hus. Delområdet består av en dalgång mellan hållområden av granit. I dalgången finns ett upp till ett par meter tjockt lager av morän och sand. De flesta av husen är byggda på berg.

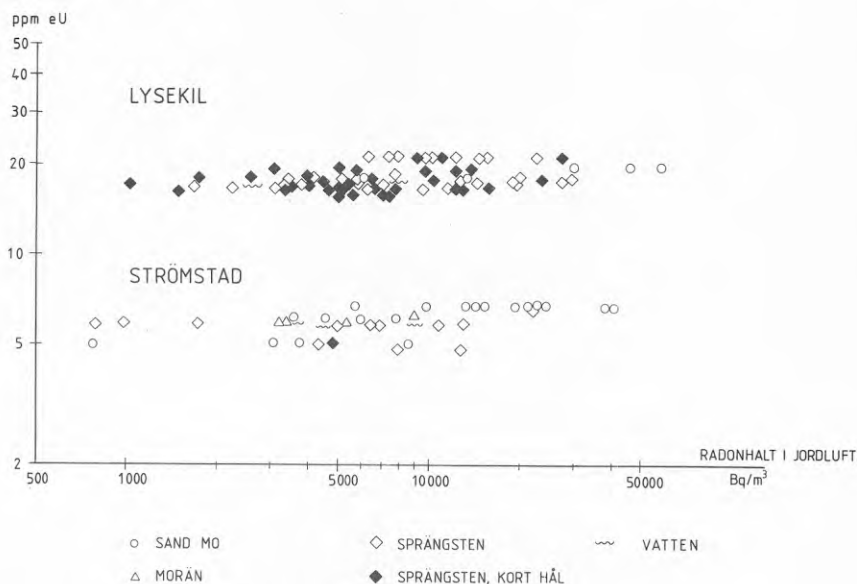
Generellt gäller för Lysekil, som för Strömstad, att nästan samtliga undersökta hus är grundlagda direkt på berg eller på fyllning av sprängsten. Många av husen står på sprängstenslager som är ett par meter tjocka.

När husen har byggts på berg har berget vanligen plansprängt och eventuella ojämnheter utfyllts med sprängsten.

8.2 Radon i mark i granitområden

I Strömstad har radonmätningar i marken utförts med Track Etch eller ROAC kring 15 hus. Det totala antalet mätningar är 37 st. Dessa har gjorts i spadborrade eller maskinborrade hål. Av mätningarna är 12 stycken gjorda i sprängstenslager, resterande i sand, mo eller morän. Av de senare är flera mätningar gjorda direkt över berggrundsytan. De flesta mätningarna har kunnat utföras på ett djup av 0.8-1.0 meter.

De uppmätta radonhalterna varierar mellan 800 och 40 000 Bq/m³. De högsta värdena, 30 000-40 000 Bq/m³, har erhållits i sand. Det högsta värde som uppmäts i sprängstenslager är 24 000 Bq/m³, i övrigt är de uppmätta radonhalterna i sprängstenslager lägre än 12 000 Bq/m³. Resultaten från mätningarna har sammanställts i figur 8.5. I denna har även inlagts uranhalterna i graniten under jordlagret vid de undersökta husen. Dessa halter är 4-6 ppm U.



Figur 8.5 Samhörande värden för radonhalter i jordluften kring de detaljundersökta husen i Strömstad och Lysekil och ekvivalent uranhalt i graniten under jordlagret.

Generellt torde mätningarna i sprängstenslagren ge relativt låga halter beroende på att luften rör sig in och ut ur sprängstenslagret. Hur stor ventilationen i sprängstenslagret blir beror på hur pass tät övertäckningen mot detta lager är. För att testa hur representativt det högsta i sprängstenslagret uppmätta radonvärdet (24 000 Bq/m³) är, har en beräkning utförts av hur stor radonavgången från sprängstenen måste vara för att ge denna radonhalt i luften i lagret. Beräkningen visar att för att erhålla värdet 24 000 Bq/m³ fordras att 10 % av alla bildade radonatomer avgår till luften i sprängstenslagret.

Vid beräkningen har ingen hänsyn tagits till radontillskottet från underliggande berggrund eller från omgivande jordlager. En emanation på ca 10 % har Nyblom erhållit vid laboratorieförsök, med mätning av emanationen från sten av krossad granit med uranhalt 5 ppm U (Nyblom 1980). Godtar man Nybloms värde som ett normalt värde för radonavgång från sprängsten av granit, skulle den uppmätta radonhalten ligga nära maximivärdet vid ventilationen 0 oms/h. Övriga radonhalter som uppmätts i sprängstenslager i Strömstad är av storleksordningen 800-12 000 Bq/m³, vilket innebär att de är påverkade av ventilation.

De högsta radonhalterna i luften i jordlagret (30 000-40 000 Bq/m³) har uppmätts i sand och mo. Den ekvivalenta uranhalt i den sand och mo, i vilken mätningarna utförts, är 2 - 3 ppm eU. För att erhålla denna radonhalt behövs, om porositeten i jordlagret antas vara 40 %, att 30 - 40 % av alla bildade radonatomer avgår till jordluften och att ventilationen är nära 0 oms/h. Att ventilationen är låg på en meters djup är sannolikt, men en emanation på 30 - 40 % verkar vara i största laget. 20 % är ett rimligare värde på sandens radonemanation. För att erhålla den uppmätta radonhalten med en emanation på 20 % behövs det ett tillskott av radon från berggrunden. För att uppskatta hur stort detta kan vara har ett försök gjorts att beräkna detta radontillskott. Därvid användes formel (7.3) kapitel 7.2.

Jorrdjupet i området med sand och mo är 1-2 meter. Den underliggande granitens uranhalt är 6 ppm eU. Med de antaganden som gjorts i kapitel 7.1 att radonexhalationen från granitytor är ca 7 Bq/(m²h) per ppm uran skulle radonavgången från graniten i detta fall vara 42 Bq/(m²h).

För att få en uppfattning om det maximala radontillskottet från berggrunden antas att luftningen på 1 meters djup är obetydlig och att radonet sprider sig jämnt i marken. Detta antagande, att radonet sprider sig jämnt i marken, är dock inte helt korrekt, eftersom en stor mängd radon sönderfaller under transporten upp mot markytan. Men för att göra en grov uppskattning av den maximala radonhalten på grund av radontillskottet från bergytan är antagandet acceptabelt.

Med dessa antagna parametrar kan det maximala radontillskottet i jordluften på $\frac{1}{3}$ meters djup beräknas med hjälp av formel (7.3) till 14 000 Bq/m³.

Radontillskottet från bergytan kan alltså maximalt ge en radonhalt på 14 000 Bq/m³ just ovan bergytan vid 1 meters jorrdjup. Är jorrdjupet 2 meter kommer tillskottet av radon från bergytan vid mätdjupet 1 meter att vara mindre än i fallet med 1 meters jorrdjup. Detta beror på att radonet inte fördelar sig jämnt i marken utan en del radon kommer att sönderfalla under transporten från berggrundsytan upp till mätnivån.

Ett maximalt radontillskott från berggrundsytan på 14 000 Bq/m³ medför att det erforderliga radontillskottet från jordlagret blir 26 000 Bq/m³ för att förklara den uppmätta radonhalten i jordluften på 40 000 Bq/m³. För att erhålla dessa 26 000 Bq/m³ behövs, med ovan givna parametrar, att radonemanationen från jordlagret är 18-25 %. Resultatet innebär att de i marken uppmätta radonhalterna på 30 000-40 000 Bq/m³, kan förklaras med ett radontillskott från jordlagret och berggrundsytan.

I Lysekil har radonmätningar med Track Etch och ROAC utförts i marken kring 29 hus. Det totala antalet mätningar är 88 st. Resultaten från mätningarna har sammanställts i figur 8.5. I denna har även inlagts uranhalterna i graniten under de undersökta husen. Dessa halter är 12-37 ppm U.

Radonmätningarna har utförts i spad- och maskinborrade hål. Av mätningarna är 79 gjorda i sprängsten och 9 i sand, mo eller lera. De flesta mätningarna har, på grund av att jorddjupet varit för litet eller på grund av att mätningen gjorts i sprängstenslager, utförts på mindre djup än en meter och ofta inte djupare än 0.5 meter. Detta gör att de uppmätta halterna som regel är påverkade av ventilation, varför de är att betrakta som minimivärden för vad radonhalten borde vara på större djup där ventilationen är liten.

De radonhalter som uppmätts i luften i sprängstenslager är 600-46 000 Bq/m³. Den högsta halten har erhållits på ca 1 meters djup med en övertäckning av sandig mo och lera. I övrigt ligger de uppmätta värdena för huyuddelen av mätningarna i sprängstenen på 3 000-20 000 Bq/m³. De i sprängstenslagren uppmätta maximihalterna motsvarar en emanation av ca 5 %.

De högsta radonhalter som uppmätts i Lysekilsområdet, 60 000 Bq/m³, har erhållits vid mätningar som utförts i lerblandad sand över granitberggrund.

Ekvivalent uranhalt i graniten under sanden är ca 20 ppm eU. Motsvarande uranhalt i sanden är ca 5 ppm eU.

Som framgår av figur 8.5 är de i marken uppmätta radonhalterna i Strömstad och Lysekil av samma storleksordning, vilket är förvånansvärt med tanke på att uranhalten i Strömstadsgraniten är 4-6 ppm medan den i Lysekilsgraniten är 12-37 ppm. En orsak till att radonhalterna i marken är så lika skulle kunna vara att radonavgången från graniten i Strömstad är större än den från Lysekilsgraniten. För att konstatera om det förhåller sig så behövs mätningar av radonavgången på prov från de bägge granit-typerna.

Det är dock inte sannolikt att radonavgången verkligen skulle vara mindre per ppm uran från Lysekilsgraniten än från Strömstadsgraniten. Troligen är orsaken till att, i förhållande till uranhalten, lägre markradonhalter uppmätts i Lysekil än i Strömstad den att luftomsättningen i de jord- och sprängstenslager i vilka mätningarna gjorts har varit större i Lysekil än i Strömstad. Detta på grund av ett för vindar mer utsatt läge i Lysekil och att sprängstenslagrens övertäckning med jordfyllning och matjord generellt är mindre i Lysekil än i Strömstad.

Att den totala radonavgången verkligen är högre från graniten i Lysekil indikerar också resultaten från mätningarna inne i husen vilka visar att av 63 undersökta hus i Lysekil har 22 hus högre radonhalt än 400 Bq/m³ och 25 hus lägre radonhalt än 200 Bq/m³ medan av 63 undersökta hus i Strömstad endast 1 hus har högre radonhalt än 400 Bq/m³ och 58 hus lägre radonhalt än 200 Bq/m³.

8.3 Samband mellan radon i mark och inomhus i granitområden

8.3.1 Strömstad

Radonmätningar har i Strömstad utförts i 63 hus. De uppmätta radonhalterna fördelade på respektive hustyp framgår av tabell 8.1

Tabell 8.1 Samtliga hus i Strömstad i vilka radonmätning utförts fördelade på uppmätta radonhalter och hustyper.

Hus typ	Radonhalt inomhus Bq/m ³								Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600 >1600	
1	5	1	1		1				8
2	20	5	1	1					27
3	9	1							10
4	13	4	1						18

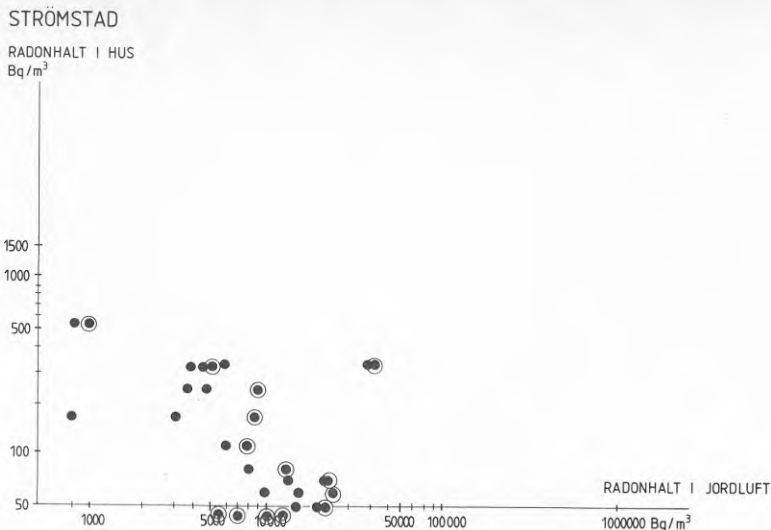
63

1 = källarvåning, längsgående sulor 3 = kryprumsgrund
 2 = källarvåning, hel platta 4 = platta på mark

Av tabellen framgår att vid mätningarna i Strömstad har endast i ett hus uppmätts högre radonhalt än 400 Bq/m³. Högsta halt är 480 Bq/m³. 58 hus har lägre halt än 200 Bq/m³. Det är tydligt att geologin i Strömstad inte nämnvärt påverkar radonhalterna i husen, jämför med Lysekil.

I figur 8.6 har för varje detaljundersökt hus plottats samtliga de radonhalter som uppmätts i marken kring huset mot med spår-film erhållet årsmedelvärde för radonhalten i huset. Ringade punkter anger den högsta radonhalt som uppmätts vid varje hus. Avsikten med figuren är att visa spridningen av uppmätta radonhalter i jordluften vid de enskilda husen samt åskådliggöra samband mellan radonhalter i jordluft och radonhalter i hus.

Ur figuren kan man inte utläsa något samband mellan radonhalterna i marken och radonhalterna i husen. Eftersom bidraget från byggnadsmaterialet till de uppmätta radonhalterna i dessa hus är litet, i storleksordningen 20 Bq/m³ i hus utan källarvåning och 30-50 Bq/m³ i hus med källarvåning, är det helt klart att det inte finns någon annan orsak av betydelse till radonet i husen än det radon som kommer in från marken, dvs radon som avgår från berggrunden, jordlagret eller stenfyllningen och dräneringslagret under huset. En närmare skärskådning av sambanden mellan radon ifrån marken och radonhalterna i husen har gjorts i delområdesbeskrivningarna för Strömstad (bilaga 1), där husen inom varje delområde behandlas för sig. Ett par hus skall dock kommenteras här.



Figur 8.6 Samhörande värden för radonhalter i jordluften kring de detaljundersökta husen i Strömstad och årsmedelvärden för radonhalter inomhus. Eftersom en till tre markradonmätningar har gjorts kring varje hus är varje hus representerat av en till tre punkter. Ringad punkt markerar den högsta markradonhalt som uppmätts vid respektive hus.

Vid det hus (hus 2302), som har den högsta radonhalten i Strömstad, 480 Bq/m³, har de lägsta radonhalterna i marken uppmätts, 800-1 000 Bq/m³. Radonhalten under huset är 15 000 Bq/m³. Detta hus är nedsprängt i granithällen. Under huset ligger ett lager av sprängsten och singel. Marken kring huset består av kala granitklippor på vilka lagts ett lager av sprängsten och sand. Uranhalten i graniten är 5-7 ppm eU och toriumhalten är 20-135 ppm eTh.

Anledningen till de låga mätvärdena för radonhalterna i jordluften är att sprängstenslagret är väl ventilerat. På granntomten, där sprängstenslagret har tätare övertäckning, har uppmätts 13 000 Bq/m³. En bidragande orsak till den relativt höga radonhalten i huset kan vara radon som avgår från vattnet, från en kallkälla, som rinner upp vid huset. Radonhalten i detta vatten är 125 Bq/l (125 000 Bq/m³).

Ett annat hus med förhöjd radonhalt, 340 Bq/m³, är hus 2308. Detta hus är till hälften byggt på sprängsten och till hälften direkt på granithällen, vilken även utgör källargolv i en del av huset. Orsakerna till de höga radonhalterna i detta hus är svårförklarade, men det kan inte uteslutas att stora mängder luft tas in i huset från sprängstenslagret. Det är även möjligt att en del av den aktivitet som uppmätts i huset beror på toron, som avgår från berggrundsytan. Toronhalten torde kunna bli särskilt hög i hus där torontransporten är snabb och där toriumhalten i graniten är så hög som under detta hus, 76 ppm eTh. En beräkning av tillskottet av radon och toron från berggrunden och sprängstenslagret återfinns i kapitel 7.3. Denna visar att

toronet kan vara en bidragande orsak till den "radon"halt som uppmätts i huset.

Även i hus 2121 har förhöjda radonhalter uppmätts, 320 Bq/m³. Detta hus ligger på en utfyllnad av sprängsten i vad som tidigare var ett kärr, men som nu är väl-dränerad sandig moig mark. Radonhalterna inomhus möjliggörs av att sprängstenen fungerar som en luftreservoar från vilken luft kan transporteras in i huset och till vilken luft kan komma från det omgivande jordlagret. En närmare utredning av hur detta hus får sitt radon återfinns i kapitel 7.3.

De hus som har låga radonhalter inomhus trots att radonhalten i marken är ca 20 000 Bq/m³ är endera byggda på mark, som inte tillåter någon större lufttransport från marken till huset, t ex lera och fuktig silt, eller också är husen täta mot marken, vilket medför att all tilluft tas in ovan markytan.

Generellt är radonhalterna i husen i Strömstadsområdet låga och endast undantagsvis större än 200 Bq/m³. Det är tydligt att uran-(radium-)halten i graniten i Strömstadsområdet är så låg att några radonproblem normalt inte uppstår. De hus i vilka högre radonhalter än 200 Bq/m³ uppmätts är samtliga grundlagda på ett lager av sprängsten. Effekten av sprängstenen är att den tillåter en fri transport av stora mängder luft, som får sitt radon från sprängstenslagret och omgivande mark. Är luftintaget från marken stort behövs det inte särskilt höga radonhalter i marken för att radonhalten i huset skall bli hög.

Luftintagets inverkan på radonhalten i huset följer formel (7.5), kapitel 7.2:

$$C_m = \frac{C_t}{\lambda \cdot V} \cdot L$$

Med vad som i Strömstadsområdet kan anses som normala värden på parametrarna i denna formel fås

$$C_t = 10\,000 \text{ Bq/m}^3$$

$$\lambda = 0.4 \text{ oms/h}$$

$$V = 230 \text{ m}^3 \text{ (endast nedre planet)}$$

$$C_m = 110 \cdot L$$

Med ett intag av 1.0 m³/h radonhaltig luft från underliggande lager fås en radonhalt inomhus på 110 Bq/m³. Ökar luftintaget till 2.0 m³/h fås följaktligen en radonhalt i huset på 220 Bq/m³. Ett intag av 4.0 m³/h ger en invändig radonhalt på 440 Bq/m³.

8.3.2 Lysekiel

Radonmätningar har i Lysekiel utförts i 63 hus. De uppmätta halterna fördelade på respektive hustyp framgår av tabell 8.2

Tabell 8.2 Samtliga hus i Lysekil i vilka radonmätning utförts fördelade på uppmätta radonhalter och hus-typer.

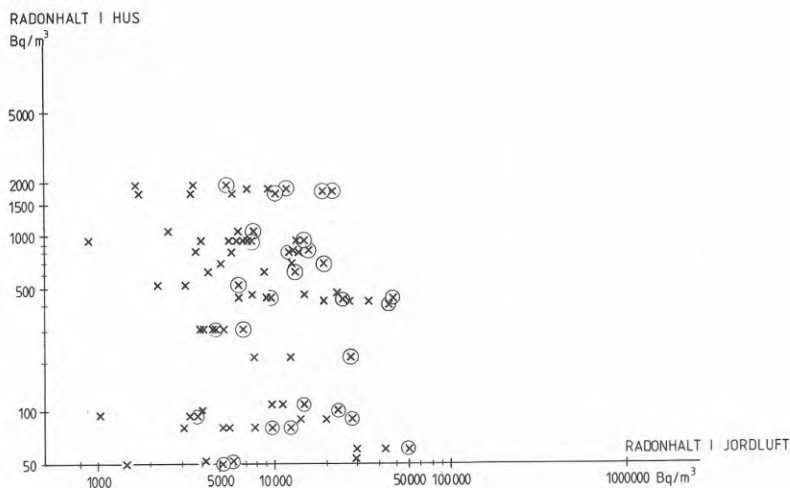
Hus typ	Radonhalt inomhus Bq/m ³								Antal hus	
	<100	100-200	200-300	300-400	400-600	600-800	800-1200	1200-1600		>1600
1		1	1		1	1	3			7
2	3	3	3	5	4	3	2	2		25
3	2									2
4	6	10	4	3	3	1	2			29

63

1 = Källarvåning, längsgående sulor 3 = Kryprumsgrund
 2 = Källarvåning, hel platta 4 = Platta på mark

Av tabellen framgår att av de 63 husen i Lysekil så har i 38 hus uppmätts högre radonhalt än 200 Bq/m³, vilket ungefär motsvarar gränsvärdet för nybyggnad. I 22 hus, det vill säga 35 % av husen erhöles högre halter än 400 Bq/m³, vilket ungefärligen motsvarar gränsvärdet vid ombyggnad. Högsta med spårfilm och TLD uppmätta medelvärde för ett hus är 1 500 Bq/m³, med enbart spårfilm 1 810 Bq/m³. Tydligt är att den relativt höga uranhalt i graniten i området påverkar inomhushalterna, jämför med Strömstad.

LYSEKIL



Figur 8.7

Samhörande värden för radonhalter i jordluften kring de detaljundersökta husen i Lysekil och årsmedelvärden för radonhalter inomhus. Eftersom en till tre markradonmätningar har gjorts kring varje hus är varje hus representerat av ett till tre kryss. Ringat kryss markerar den högsta markradonhalt som uppmätts vid respektive hus.

I figur 8.7 har för varje detaljundersökt hus plottats samtliga resultat från radonmätningarna i marken kring huset mot med spår-filmen erhållet årsmedelvärde för radonhalten i huset. Ringat kryss anger den högsta markradonhalt som uppmätts vid huset. Avsikten med figuren är att visa spridningen av uppmätta radonhalter i jordluften vid de enskilda husen samt åskådliggöra samband mellan radonhalterna i jordluft och radonhalterna i husen.

Ur figuren kan man inte utläsa något samband mellan radonhalterna i marken och radonhalterna i husen. Eftersom bidraget från byggnadsmaterialet till de uppmätta radonhalterna i dessa hus är litet, i stogleksordningen 20 Bq/m^3 i hus utan källarvåning och $30\text{--}50 \text{ Bq/m}^3$ i hus med källarvåning med några få undantag, är det här liksom i Strömstad helt klart att det inte finns någon annan orsak av betydelse till radonet i husen än det radon som kommer från marken, d v s radon som avgår från berggrunden, sprängstensfyllningen eller dräneringslagret under huset. En anledning till att det inte går att från figuren utläsa ett direkt samband är att husen i stor utsträckning står på sprängstenslager och att radonhalterna i detta lager starkt varierar från hus till hus på grund av olika tjock och tät över-täckning och olika luftomsättning i sprängstenslagren. En annan anledning är att husen är olika täta mot marken.

En närmare skärskådning av sambanden mellan radon från marken och radonhalterna i husen har gjorts i delområdesbeskrivningarna för Lysekil (bilaga 1) där husen inom varje delområde behandlas för sig. Några hus skall dock kommenteras här.

Husen i delområde 1 är samtliga gruppbebyggda trähus från början av 70-talet. Husen är byggda med helgjuten bottenplatta och grundlagda på sprängsten som ligger direkt på granitberggrunden. Uranhalten i graniten är $16\text{--}37 \text{ ppm eU}$ och toriumhalten $40\text{--}46 \text{ ppm eTh}$. Husen ligger långt ut mot havet och har därför ett för vinden utsatt läge.

Området har tidigare bestått av kala klippor och bergknallar med mellanliggande svackor och sprickdalar. Innan området bebyggdes plansprängdes det och markens ojämnheter utjämnades med den lossprängda stenen. Detta har medfört att hela området har täckts av ett lager av sprängsten som i tjocklek kan variera från en decimeter till några meter.

Radonmätningar har utförts i tolv av husen (hus nr 1101-1112). Lägsta uppmätta värde är 30 Bq/m^3 och högsta värde är 1046 Bq/m^3 (tabell 8.3).

Tabell 8.3 Radonhalter i undersökta hus inom delområde 1 i Lysekil. Husen är byggda med platta på mark.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m^3								Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600	
4	3	5		1	1	1	1		12

Av de tolv husen har fem utvalts för detaljundersökning. I dessa har utförts mätningar med spårfilm och TLD, kring husen med spårfilm och under husen med emanometer. Inomhusmätningarna med spårfilm har gjorts under tiden mars-juni 1981 och med TLD december 1981 - januari 1982. Resultaten av mätningarna framgår av tabell 8.4.

Tabell 8.4 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus inom delområde 1 i Lysekil. Husen är byggda med platta på mark.

Hus nr	Radonhalter inomhus Bq/m ³			underhus ³ kBq/m ³	i jordluft kring hus kBq/m ³
	Film 1	Film 2	TLD		
1104	1046	347	260	7	4, 13, 15
1105	329	224	340	8-11	5, 5, 7
1106	85	59	320	5	6, 8, 12
1110	77	84	120	-	(3), 5, 10
1111	931	501	-	-	6, 12, 14

() mätning som störts av vatten i mätålet

Som framgår av tabell 8.4 varierar de uppmätta radonhalterna såväl från hus till hus som inom husen. Denna variation beror dels på olika boendevanor och ventilationsförhållanden, dels på att mätningarna med spårfilm och TLD utförts vid olika årstider under olika meteorologiska förhållanden men framför allt på att intaget av markluft in i husen är olika stort och att radonhalten i den luft som kommer från marken är olika hög. En orsak till att radonhalten i sprängstenen varierar är olika ventilationsförhållanden i sprängstenslagret under husen. Detta beror på

- hur stor exponeringen är för vinden och hur väl sprängstenslagret är övertäckt av jordfyllning kring husen
- hur tjockt sprängstenslagret är
- hur mycket luft som sugts från sprängstenslagret in i huset

En annan orsak till olika radonhalt i sprängstenslagret skulle kunna vara att radonavgången från sprängstenen och berggrunden är olika stor men det är knappast fallet inom ett område med så enhetlig berggrund som i delområde 1 i Lysekil.

Tjockleken på sprängstenslagret har stor betydelse för hur hög radonhalten är i den luft som från sprängstenslagret kommer in i huset. Som redovisas i kapitel 7.2 sjunker radonhalten i luften i sprängstenslagret under ett hus kraftigt vid en ventilation av lagret. I tabell 8.5 redovisas hur radonhalten i sprängstenslager av olika tjocklek sjunker vid olika luftuttag. Exemplet i tabellen avser ett sprängstenslager under ett hus med 100 m² bottenyta. Lagrets utbredning förutsätts vara begränsat till marken under huset.

Tabell 8.5 Radonhalt i % av den maximala radonhalten vid 0 oms/h, vid en ventilation av 0.5, 1.0, 2.0, 5.0 och 10.0 m³/h i ett sprängstenslager med bottenytan 100 m² och alternativ tjocklek.

Sprängstenslagrets tjocklek		Radonhalt i % av den maximala halten vid 0 oms/h vid en ventilation ₃ av				
m	m ³	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0 m ³ /h
0.5	20	23	13	7	3	1.5
1.0	40	38	21	14	6	3
1.5	60	48	31	19	8	4
2.0	80	55	37	23	11	6
3.0	120	65	48	31	15	8

Med den uranhalt som graniten har i delområde 1, ca 20 ppm, och under förutsättning att 10 % av alla bildade radonatomer avgår från sprängstenen samt att radonavgången från berggrundsytan är i kapitel 7.1 antagna 7 Bq/(m²h) per ppm U skulle den maximala radonhalten i ett en meter tjockt sprängstenslager vid 0 oms/h bli 145 000 Bq/m³. (100 000 Bq/m³ radon från sprängstenen + 45 000 Bq/m³ radon från berggrunden = 145 000 Bq/m³).

Samtliga radonmätningar i marken kring husen har utförts i sprängsten. Kring husen är sprängstenen övertäckt av ett 30-40 cm tjockt lager av lera, sand och matjord. De flesta mätningar har utförts på ett djup av 50-60 cm, maximalt djup₃ var 70 cm. Mätningarna har givit värden på 5 000-15 000 Bq/m³. För de olika husen ligger de högst uppmätta värdena samstämmigt kring 10 000-15 000 Bq/m³.

Emanometermätningar har gjorts under tre hus. De uppmätta radonhalterna är 5 000-11 000 Bq/m³.

Såväl radonmätningarna i marken kring husen som emanometermätningarna under husen visar att ventilationen av sprängstenslagren är betydande. Detta styrks av att vid emanometermätningar under två av husen var toronhalten i sprängstenslagret 3 respektive 4 gånger högre än radonhalten, vilket visar att luftomsättningen åtminstone under dessa hus var stor vid mättillfället.

Husen 1104, 1105 och 1106 ligger bredvid varandra. De med TL_D uppmätta radonhalterna är relativt samstämmiga 260-340 Bq/m³ men filmmätningarna skiljer sig mera. Med dessa har den högsta halten, 1046 Bq/m³, uppmätts i hus 1104. Vid hus 1105 finns det en meterbred förskiffringszon i graniten som går in under huset. Någon betydelse för radonhalterna i marken eller under huset, eller i huset av den ökade sprickigheten i graniten kan inte märkas.

Genom en bestämning av uranhalt i bottenplattorna med gamma-spektrometer till 6.5 ppm eU kan radonbidraget från betongen i

bottenplattorna till inomhusluften beräknas. Därvid utgår vi från Hildingsons experimentellt erhållna resultat, att radonavgången från betong med granitballast är ca $3 \text{ Bq}/(\text{m}^2\text{h})$ per ppm eU.

Beräkningen visar att radonavgången från bottenplattorna skulle svara för ca $20 \text{ Bq}/\text{m}^3$ av den totala radonhalten inomhus om luftomsättningen i huset antas vara 0.4 omsättningar per timme.

Resterande $280 \text{ Bq}/\text{m}^3$ av de med TLD uppmätta halterna måste alltså komma från marken. Vi vet att radonhalten under husen är ca $11\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$.

Genom att använda formel (7.5) i kapitel 7.2 kan vi beräkna att 2.2 m^3 luft från marken behöver komma in i huset per timme för att radonhalten skall bli $280 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Detta förutsätter att det finns hål eller sprickor i bottenplattan som tillåter luften att relativt fritt transporteras in i huset. Kan detta inte ske, måste transporten av radon ske med diffusion genom betongplattan. Skulle radontransporten ske med diffusion behöver radonavgången från bottenplattans överyta vara ca $1\,250 \text{ Bq}/(\text{m}^2\text{h})$ (radon som kommer från marken) + $20 \text{ Bq}/(\text{m}^2\text{h})$ (radon som kommer från betongen i bottenplattan) för att radonhalten i husen skall bli $300 \text{ Bq}/\text{m}^3$.

I hus 1111 har bägge filmerna givit höga värden, 501 respektive $931 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Radonhalterna i marken kring huset är relativt höga (ca $13\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$) för att vara mätta i sprängstenslagret. Med dessa halter i luftlagret i sprängstenen skulle det behövas ett luftintag av ca $10 \text{ m}^3/\text{h}$ från detta lager för att få de halter som uppmätts i huset om ventilationen i huset är 0.4 luftomsättningar per timme. Detta betyder att ca 7 % av tilluften skulle komma från marken.

Tyvärr gavs det ingen möjlighet till mätning av radonhalten under huset. Det är möjligt att denna är högre än halten i marken kring huset. Den maximala radonhalten i sprängstenslagret skulle enligt vad som tidigare beräknats vara ca $100\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$.

I ett stort sprängstenslager, som det kring och under hus 1111 (kanske $2 \cdot 40 \cdot 40 \text{ m}$), medför en luftavgång av ca 10 m^3 per timme en sänkning av radonhalten i luften i sprängstenslagret med ungefär 30 %, vilket skulle innebära att radonhalten i den luft som kommer in i huset skulle kunna vara högre än $13\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$ på vilket ovannämnda beräkning grundar sig.

Delområde 2 i Lysekil gränsar till delområde 1. Geologin är densamma som för delområde 1, men husen är styckebyggda enfamiljshus byggda av trä i början av 1970-talet. En del av husen är byggda med källare resten med platta på mark. Liksom för delområde 1 är även här tomtorna delvis plansprängda och svackorna i terrängen utfyllda med sprängsten.

Radonmätningar har utförts i sju hus, tabell 8.6.

Tabell 8.6 Undersökta hus i delområde 2 i Lysekil fördelade på hustyp och radonhalt

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
1							1		1
2		1							1
4	1			2			2		5

1 = källarvåning, längsgående sulor

2 = källarvåning, hel platta

3 = kryprumsgrund

4 = platta på mark

I och kring sex hus har detaljerade undersökningar utförts (tabell 8.7).

Tabell 8.7 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus inom delområde 2 i Lysekil.

Hus nr	Hustyp	Radonhalter inomhus Bq/m ³			under ₃ hus kBq/m ³	i jordluft ₃ kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
1113	4	775	333	440	-	4, 9, 13
1114	4	39	52	20	2	>0.5, 1, 5
1115	4	702	1054	850	2	6, 7, 7
1116	4	539	1090	850	49	4, 6, 13
1117	2	52	351	100	-	4, 6, 30
1119	1	645	1278	1000	11	(3), (6), (8)

Av de detaljundersökta husen är fyra hus byggda ovanpå mer än en meter tjocka lager av sprängsten nämligen hus 1113, 1114, 1115 och 1117.

Kring de detaljundersökta husen har mätningar av markradon utförts i 18 mätpunkter. Samtliga mätningar har skett i sprängstenslagret och flera av mätningarna på mindre djup än 50 cm. Tre mätningar har utförts med aktiverat kol, resten med Track Etch med toronmembran. Tre av mätningarna har störts av vatten. De maximalt uppmätta halterna₃ är i tre mätpunkter 13 200, 13 300 respektive 30 000 Bq/m³. I övriga mätpunkter är halterna 1 500-9 000 Bq/m³.

Mätningar av radonhalter under fyra hus har gett starkt varierande resultat. Under två av husen har 2 000 Bq/m² uppmätts, under de övriga 11 000 respektive 49 000 Bq/m³.

Liksom för delområde 1 är det tydligt att ventilationen av sprängstenslagren åtminstone under mätperioden var stor.

Något som visar detta är de resultat som erhöles vid emanometermätningarna under hus 1114 och 1115 där de uppmätta radonhalterna var ca 2 000 Bq/m³ medan toronhalterna var av storleksordningen 30 000-50 000 Bq/m³ (se även kapitel 6.1).³ Maximal radonhalt vid ventilationen 0 oms/h är 130 000 Bq/m³ enligt antagandet att 10 % av allt bildat radon avgår från sprängstenen och 5 % av allt bildat toron.

Med de radonhalter som uppmätts med emanometern under hus 1115 eller i sprängstenslagret utanför huset skulle det, om ventilationen i huset antas vara 0.4 omsättningar per timme, behövas ett luftintag från sprängstenslagret på ca 90 m³/h med radonhalten 2 000 Bq/m³ för att radonhalten i huset skall bli 850 Bq/m³. Det är dock sannolikt att radonhalten i genomsnitt i sprängstenslagret vid normala väderleksförhållanden är av storleksordningen 10 000 Bq/m³. Spårfilmerna som suttit i marken under tre veckor ger ett troligt genomsnittsvärde på radonhalten i marken under hösten 1981. Vid denna radonhalt i sprängstenslagret behövs ett luftintag på 25 m³/h. Även denna luftmängd verkar orealistisk stor. För att förklara de uppmätta radonhalterna i huset behövs en mer ingående undersökning av detta hus än vad som kunnat utföras inom ramen för projektet.

Radonhalterna i hus 1119 (ca 1 000 Bq/m³) är svåra att förklara. Huset är grundlagt på berg med ett lager av sprängsten och makadam mellan bottenplattan och berget. Tjockleken på lagret torde inte vara större än 0.5 meter. Den maximala radonhalten i det skulle med tidigare gjorda antaganden bli ca 180 000 Bq/m³ men den uppmätta radonhalten under huset är inte högre än 11 000 Bq/m³. För att med denna radonhalt under huset få radonhalten 1 000 Bq/m³ i källaren skulle luftintaget behöva vara 5.6 m³/h om luftomsättningen i källaren är 0.2 oms/h.

Den totala volymen på luften i sprängstenslagret under huset är uppskattningsvis 28 m³. Ett uttag på 5.6 m³ luft per timme från detta lager skulle innebära att luftomsättningen i lagret är 0.2 oms/h. En sådan omsättning skulle sänka radonhalten i sprängstenslagret från maximalt 180 000 Bq/m³ till 5 400 Bq/m³. För att radonhalten i sprängstenslagret skall kunna hålla sig kring 11 000 Bq/m³ behövs ett tillskott av radonhaltig luft från området kring huset. Ett sådant tillskott är svårt att få eftersom området kring huset består av berg och endast till mindre del av sprängsten. Sprängstenslagret är dessutom tungt och den uppmätta radonhalten i det inte högre än 7 500 Bq/m³. En möjlig förklaring till radonhalterna i huset kan vara att radon transporteras längs med ledningskulvertarna från gatan.

Två av husen i området har mycket låga radonhalter inomhus, nämligen hus 1114 och 1117. Man får anta att dessa hus klarar sig från höga radonhalter genom att husens bottenplatta respektive källare är täta. Under såväl som kring hus 1114 var också radonhalterna i sprängstenslagret exceptionellt låga beroende på att just detta hus har ett sådant läge att sprängstenslagret är starkt utsatt för vindpåverkan. Sidorna på lagret är dessutom inte övertäckta av jord.

Delområde 6 valdes på grund av att hälsovårdsnämnden i Lysekil där hade uppmätt höga halter av radon i vatten från i granit borrhade brunnar. Halter på 1 000-5 000 Bq/l är inte ovanliga i området. Högsta uppmätta radonhalt är 8 000 Bq/l.

Berggrunden i delområdet består av röd granit vars uranhalt är 13-24 ppm U och toriumhalt 47-66 ppm Th. Lokalt finns några hundratal kvadratmeter stora områden med granit med uranhalt 50-70 ppm U.

Inom delområdet utvaldes fem hus i vilka radonmätningar gjordes. De uppmätta radonhalterna framgår av tabell 8.8. Inte i något av de undersökta husen används brunnsvatten med höga radonhalter.

Tabell 8.8 Undersökta hus i delområde 6 i Lysekil fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³									Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600	>1600	
1		1								1
3	2									2
4	2									2

1 = källarvåning, längsgående sutor
2 = källarvåning, hel platta

3 = kryprumsgrund
4 = platta på mark

I och kring två hus gjordes detaljerade undersökningar. Ett av dem är hus 1501 som är ett källarhus med delar ovan mark av trä och delen under mark av betonghålsten och betong. Huset står nedanför och nära en bergsluttning, men det är byggt på lerblandad moig finsand. Kring huset har utfyllnad skett med lerig sandig mo med enstaka granitstenar. Jorddjupet vid huset är ca 4.5 meter. Grundvattenytan låg hösten 1981 på ca 2 meters djup.

Kring huset uppmättes i jordluften på en meters djup 30 000-45 000 Bq/m³, under huset 30 000 Bq/m³ och i huset med TLD 130 Bq/m³.

Det andra huset, hus 1502, är ett källarlöst trähus på helgjutten betongplatta. Huset är grundlagt på fyllning av rullstensmaterial ovanpå berg. Fyllningen har en tjocklek av 0.5-1.5 meter. Kring huset består marken av lera och lerig sandig mo. Jorddjupet varierar kraftigt och strax intill huset borrade vi 4.8 meter innan vi nådde bergytan. Grundvattenytan låg hösten 1981 på ett djup av ca en meter.

I huset uppmättes med TLD 50 Bq/m³ och i marken på en meters djup direkt ovanpå bergytan 45 000 Bq/m³ respektive 60 000 Bq/m³.

Förklaringen till de låga radonhalterna i husen torde vara att för hus 1501 är den lerblandade jorden som underlagrar huset ett gott skydd mot radon som kommer från detta jordlager, underliggande jordlager och från berggrunden. Detta därför att jordlagret är så tätt och fuktigt att transport av luft genom lagret hindras och därför att den mängd radon som kan diffundera genom lagret blir litet. Den låga radonhalten i hus 1502 beror på att bottenplattan i detta hus är tät och att huset tar sin tilluft ovan markytan.

De tre övriga husen är grundlagda på lera eller sand. Två av dem är byggda på uteluftsventilerade kryplådor.

Radonmätningarna i delområde 6 visar att höga uranhalter i graniten och hög radonavgång från graniten, vilket även indikeras av de höga radonhalterna i brunnsvattnet, inte behöver medföra förhöjda radonhalter i hus som byggs inom ett sådant område. Detta om husen byggs täta mot marken eller är byggda på jordarter med låg permeabilitet.

De hus i Lysekil i vilka förhöjda och höga radonhalter har uppmätts är med ett undantag byggda på sprängstensfyllning. Oavsett byggnadstyp, källare med betongsula, källare med helgjuten betongplatta eller platta på mark, har höga radonhalter uppmätts i några hus av varje byggnadstyp. Det är alldeles klart att vid de höga uranhalter som finns i graniten i Lysekil så innebär byggande på sprängstensfyllning en särskild radonrisk. Enligt vad vi funnit ökar denna risk om sprängstenslagret är tjockt och om detta är väl övertäckt av tätande jordfyllning så att ventilation och diffusion av radon från sprängstenslagret hindras.

Orsaken till att sprängstenslagret utgör en radonrisk är att stora mängder luft lätt kan röra sig i sprängstenslagret. Om det finns sprickor eller andra otätheter i källargolvet, källarväggarna eller bottenplattan, kan det vid undertryck i huset lätt tas in flera kubikmeter luft i timmen från sprängstenslagret.

8.3.3 Jämförelse av resultat från radonmätningar i Strömstad och Lysekil

Av de i detta projekt undersökta husen har de i Lysekil både maximalt och genomsnittligt de högsta radonhalterna. Radonhalterna i Lysekil är t o m högre än de i Fjugesta, där husen är grundlagda i eller direkt ovanpå alunskiffermoränen. I tre av de detaljundersökta husen i Lysekil var medelvärdet av de med spårfilm och TLD uppmätta radonhalterna mellag 1 000 och 1 500 Bq/m³ och i nio hus mellan 500 och 1 000 Bq/m³. Sex enskilda spårfilmer gav värden på ca 2 000 Bq/m³.

Jämför man radonhalterna i de undersökta husen inom de två granitområdena Strömstad och Lysekil finner man att de 63 undersökta husen i vardera Strömstad och Lysekil, fördelar sig efter uppmätta radonhalter enligt:

	< 140 Bq/m ³	140-399 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	
Strömstad	53	9	1	hus
Lysekil	17	24	22	hus

Anledningen till den stora skillnaden mellan husen i de olika orterna beror inte på skillnader i byggnadssätt. Som framgår av figur 8.20 är husen på de bägge orterna i stort sett byggda på

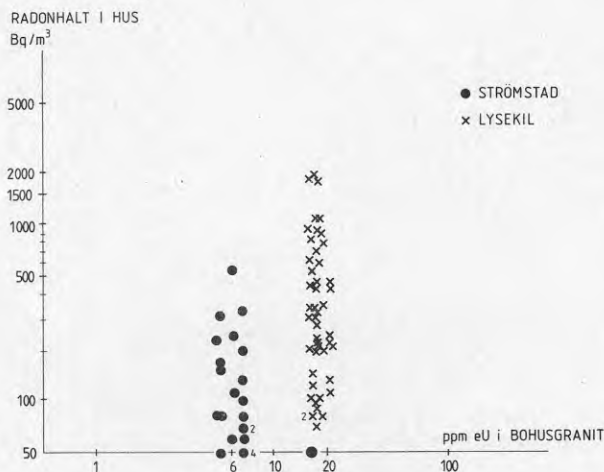
samma sätt och de flesta av dem är i såväl Strömstad som Lysekil grundlagda direkt på granit med ett lager av sprängsten och makadam mellan berggrundsytan och bottenplattan eller källargolvet.

Den närliggande och säkert också riktiga förklaringen till de stora skillnaderna i radonhalterna i husen i Strömstad och Lysekil är den stora skillnaden i granitens uranhalt, vilket i Strömstadsområdet är 4-6 ppm eU och i Lysekilsområdet 12-37 ppm eU (figur 8.8). Att det är variationen i uranhalt som är den verkliga orsaken till skillnaden på radonhalterna i husen framgår dock inte direkt när resultaten från radonmätningarna i marken och under husen för respektive orter jämförs med varandra. Om de olika uranhalterna i graniterna är orsaken till skillnaderna i radonhalt i husen borde radonhalten i marken och under husen generellt vara betydligt högre i Lysekil än i Strömstad. Något belegg för att så är fallet kan man inte omedelbart se av resultaten av radonmätningarna.

Jämför man resultaten från mätningar finner man snarare att de uppmätta radonhalterna i marken är av samma storleksordning i Strömstad som i Lysekil (figur 8.5). För att undersöka om det finns skillnader i radonhalter mellan de två områdena har en analys av mätresultaten gjorts.

De i Strömstad och Lysekil uppmätta radonhalterna i jordluften visar i stort sett samma fördelning (figur 8.5). Medelhalten för samtliga mätningar av radon i jordluft i Strömstad är 10 000 Bq/m³, i Lysekil 12 000 Bq/m³. Flertalet av mätningarna i Lysekil är utförda i sprängstenslager, 79 av 88, medan endast 12 av 37 mätningar i Strömstad utförts i sprängstenslager. Övriga mätningar är gjorda i morän, sand, mo eller lera.

STRÖMSTAD, LYSEKIL



Figur 8.8

Samhörande värden på radonhalter inomhus och uranhalter i berggrunden för de detaljundersökta hus som är grundlagda på Bohusgranit i Strömstad och Lysekil. Radonhalterna är årsmedelvärden uppmätta med spårfilm och uranhalterna ekvivalenta uranhalter bestämda med gammaspektrometer.

Eftersom luftomsättningen i sprängstenslagren oftast är större än i jordlagren påverkas radonhalterna i sprängstenslagren proportionellt mer av ventilationen än de i jordlagren. Detta medför generellt att resultaten av markundersökningarna i Lysekil blir lägre i förhållande till uranhalten jämfört med motsvarande mätningar i Strömstad, eftersom flertalet mätningar i Lysekil är gjorda i sprängstenslager. Detta bekräftas av att medelvärdet för mätningarna i sprängsten för Lysekil är $9\ 000\ \text{Bq/m}^3$ och i Strömstad $8\ 000\ \text{Bq/m}^3$. Medelvärdena för mätningarna i jordlagren i Lysekil är $32\ 000\ \text{Bq/m}^3$ och i Strömstad $12\ 000\ \text{Bq/m}^3$. En orsak till att de uppmätta radonhalterna i sprängstenslagret inte är betydligt högre i Lysekil än i Strömstad är att mätningarna i Lysekil som regel utförts på ett mindre jorddjup (0.5-0.7 m) än i Strömstad (0.8-1.0 m) och att övertäckningen av sprängstenslagren varit betydligt sämre än i Strömstad, vilket medfört att mätningarna generellt givit lägre radonvärden i Lysekil än i Strömstad.

Det är sannolikt att om mätningarna hade utförts under likartade förhållanden i Strömstad och Lysekil hade radonhalterna i sprängstenen i Lysekil legat betydligt högre än de i Strömstad.

Skillnaden i uranhalt mellan graniten i Lysekil och graniten i Strömstad borde även visa sig indirekt i en högre radonhalt i luften under husen i Lysekil. Så är också fallet, men skillnaderna är mindre än vad man kunde förvänta sig med kännedom om de faktiska uranhalterna i de bägge områdena. Medelvärdet för uppmätt radonhalt under husen i Lysekil är nämligen ca $14\ 000\ \text{Bq/m}^3$ medan medelvärdet för Strömstad är ca $8\ 000\ \text{Bq/m}^3$. Vid mätningarna i såväl Lysekil som Strömstad var luftomsättningen åtminstone vid mättillfället relativt stor, vilket visas av att toronhalten i jordluften var hög jämfört med radonhalten. Detta gör att resultaten från radonmätningarna under husen knappast kan användas för en jämförelse mellan radonsituationen för Lysekil respektive Strömstad.

Som framgår så har vi inte kunnat konstatera en skillnad i radonhalt och indirekt radonavgång från berggrund och sprängsten, som motsvarar den skillnad som finns i radonhalt i husen i Lysekil respektive Strömstad. Den slutsats som kan göras är att de enda påtagliga skillnaderna mellan de två områdena är uranhalterna i graniterna och radonhalterna inomhus. Trots att de uppmätta radonhalterna i marken och under husen inte visar samma påtagliga skillnader finns det ingen annan förklaring till att radonhalterna är så mycket högre i husen i Lysekil, än i Strömstad, än att uranhalten i graniten är mycket högre i Lysekil.

Att de radonmätningar som utförts under husen och i marken kring husen inte givit större skillnader i radonhalter för mätningar som utförts i Strömstad respektive Lysekil visar hur vanskligt det är att mäta radon i marken, när mätförhållandena inte är tillfredsställande, utan måste göras på för grunt mät djup eller i ventilerade lager som i sprängstenslagren under och kring husen.

8.4 Geologisk beskrivning av områden med alunskiffer

8.4.1 Fjugesta

Berggrunden i Fjugesta utgör den del av det västnärkiska området med kambriska och ordoviciska sedimentära bergarter, som sträcker sig från Garphyttan i norr till söder om Fjugesta, figur 3.1. Den sedimentära berggrunden består närmast av horisontellt liggande och varandra överlagrande lager av underkambrisk sandsten, mellankambrisk skifferlera, överkambrisk alunskiffer och ordovicisk kalksten (figur 8.9 och 8.10). Det underliggande prekambrika urberget är helt täckt av dessa bergarter och det är därför inte känt vad det består av, men troligen utgörs det huvudsakligen av granit och gnejs.

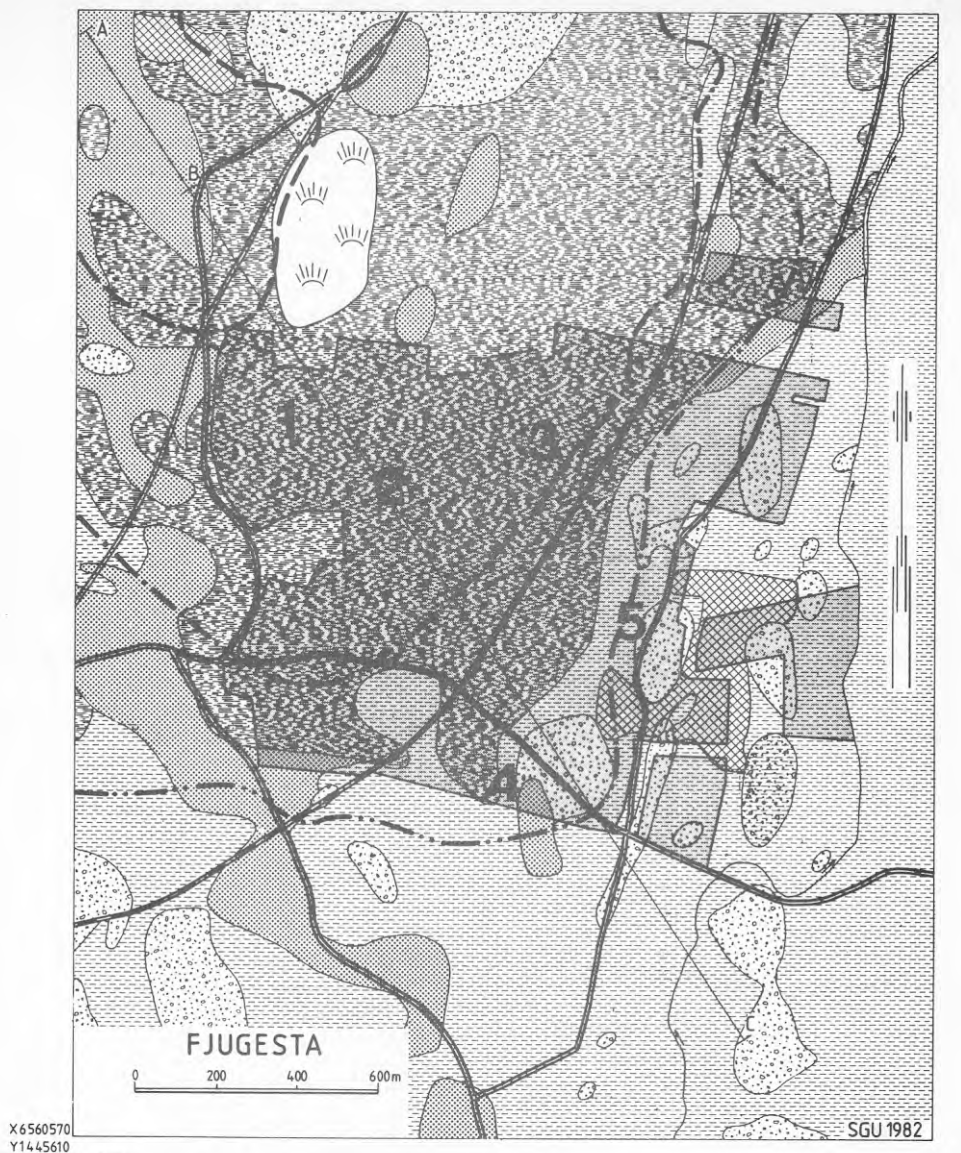
Berggrunden i Fjugestaområdet är helt jordtäckt och endast blottad i kalk och alunskifferbrotten vid Kälkesta ca 2 km nordväst om tätorten. Detta gör att kunskaperna om berggrunden helt baseras på uppgifter från de borrhningar som utförts i området, dels utförda för undersökning av alunskiffernas olje- och kerogeninnehåll (Dahlman 1962), (Hessland och Armands 1978) dels för borrhning efter vatten (uppgifter förvarade vid SGU:s brunnsarkiv).

Vid undersökningarna av alunskiffern har i Fjugestaområdet borrats två hål. Det ena är borrarat vid vattentornet i Fjugesta och det andra i kalkbrottet vid Kälkesta. Bägge borrhålen når ner i sandstenens översta lager. Det enda borrhål som når ner i urberget är ett 132 m djupt hål som är borrarat för värmeutvinning ur grundvatten.

Enligt borrhningarna är mäktigheten på alunskiffern 18 meter, på skifferleran 14 meter och på sandstenen 25-30 meter eventuellt mer. Till sandstenen räknas då ett 13 meter tjockt lager av fosforitförande glaukonitsandsten som ligger mellan sandstenen och skifferleran.

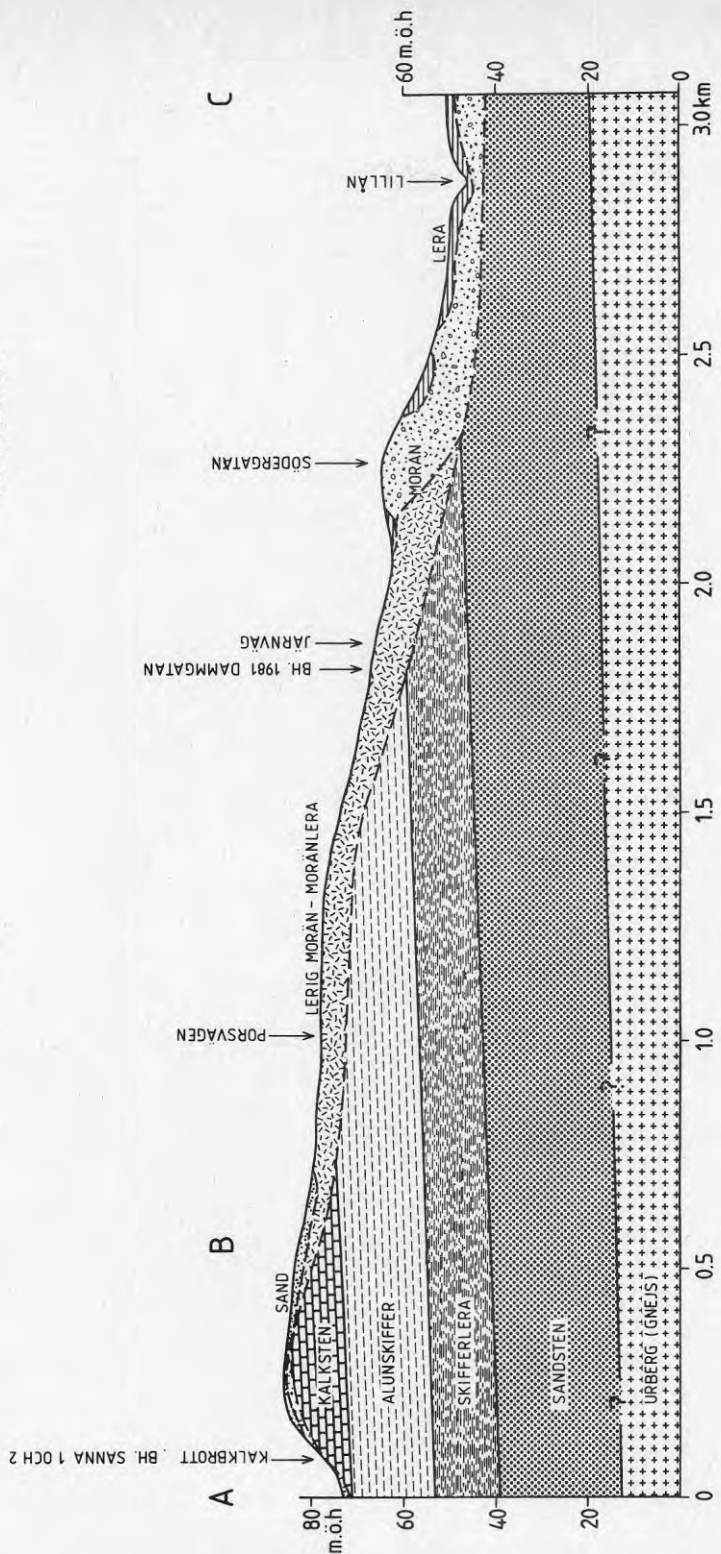
Geologiska karteringar av jordarterna i området har under åren 1974 - 1977 utförts av SGU (Ericsson 1979). I samband med den nu utförda radonundersökningen har denna kartering kompletterats med en förnyad flygbildstolkning av geologin och med jordborrningar av vilka en del hål når ner till berggrundsytan.

De uppgifter som framkommit vid de geologiska undersökningarna inklusive borrhningarna har sammanställts till en geologisk karta över Fjugestaområdet, figur 8.9, och till en geologisk profil som visar bergarternas och jordarternas lagerföljd i det aktuella undersökningsområdet, figur 8.10. I den geologiska kartan har gränserna för kontakterna mellan de lagrade bergarterna utritats. Gränsdragningen bygger på en tolkning av lagrens utbredning, vilka styrs av de topografiska förhållandena, och ett antaget jorddjup av fem till tio meter. Av profilen framgår att de lagrade bergarterna svagt sluttar mot nordväst. Detta är ett antaget idealiserat förhållande som bygger på uppgifter från borrhningarna. I verkligheten kan förhållandena vara mer komplicerade. Det är inte omöjligt att det i området förekommer vertikala förkastningar som blockvis sönderbryter berggrunden.



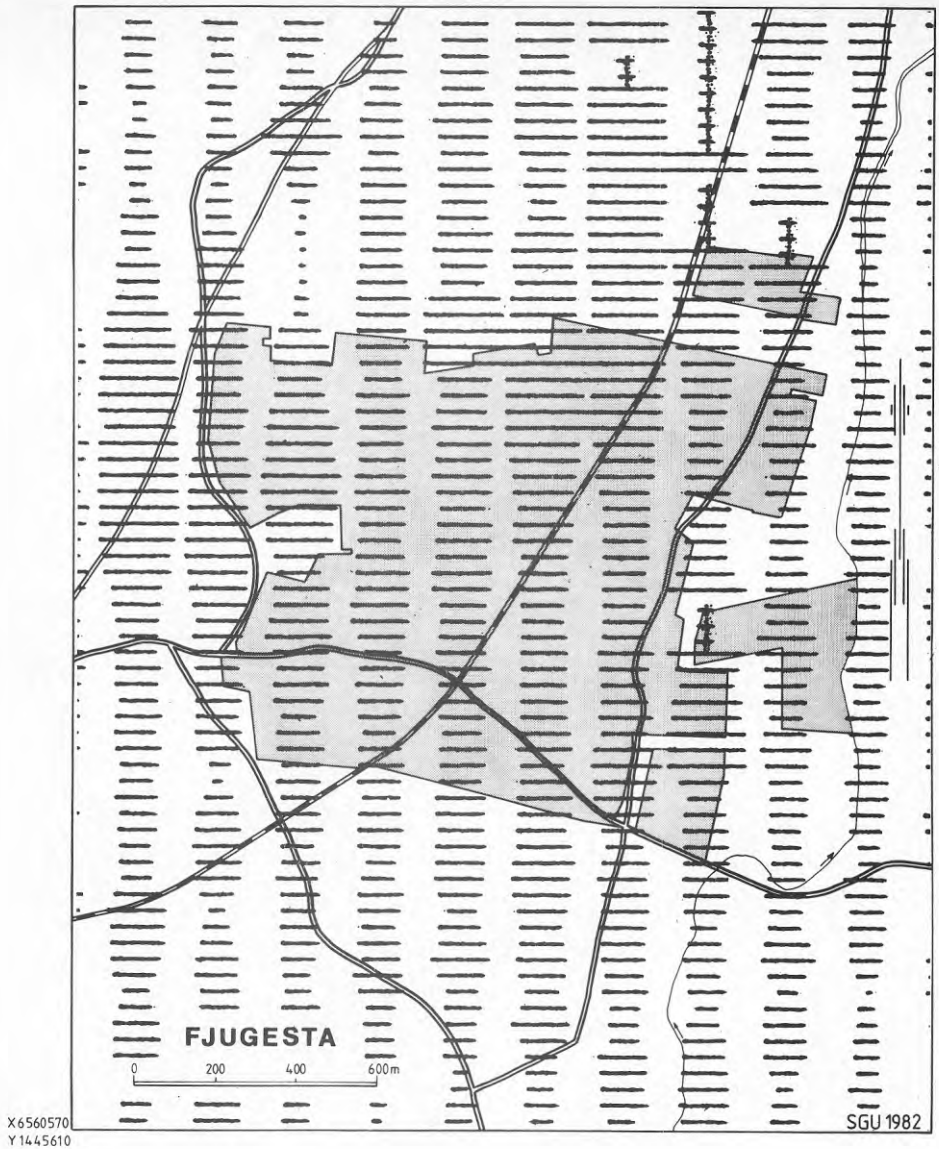
Figur 8.9 Geologisk karta över Fjugestaområdet.

FJUGESTA



SGU 1982, GUSTAV ÅKERBLOM

Figur 8.10 Geologisk profil genom jordlager och berggrund i Fjugesta.



Figur 8.11

Flygradiometrisk karta över Fjugestaområdet visande gammastrålningen från "uran". Staplarnas (streckens) längder är proportionella mot den ekvivalenta uranhalten vid markytan. Full stapellängd betyder att den ekvivalenta uranhalten vid markytan är 15 ppm och + att den är högre än 15 ppm.

Jordarterna består huvudsakligen av sandig, lerig morän och moränlera. Den senare är en morän vars lerhalt är större än 15 % men som även för större bergartsfragment, som stenar och block. Moränleran utbildas där inslaget av mjuka bergarter (skifferlera, kalksten och alunskiffer) är stort.

I de lägre liggande delarna av Fjugestaområdet finns glaciala och postglaciala leror. I västra delen och södra delen förekommer isälvs sediment (grovmo, sand och grus), vilka utgör delar av Askersundsåsen. Två av de undersökta husen står på isälvs material.

I den östra delen av Fjugesta finns rätt stora områden som är utfyllda med bland annat alunskifferaska (rödfyr). Inget av de undersökta husen står på sådan mark.

Över stora delar av området är moränen mer eller mindre svallad, bearbetad av vågorna, ner till ett djup av ca en meter. Svallningen har skett under det skede efter istiden när nuvarande markyta låg under eller i nivå med den dåvarande havsytan. Svallningen har medfört en borttvättning av finkornigare partiklar och åstadkommit en lucker sandig morän.

Jorddjupet i Fjugesta är vanligen mer än fem meter och jorddjup på mer än tio meter torde inte vara ovanliga i området. Med tilltagande djup blir moränen allt mer hårt packad och en mycket hård och även en för bormaskinen svår genomtränglig morän uppstår. I Fjugesta kallas denna moräntyp för blåalv om alunskifferinnehållet är stort och gråalv om den domineras av skifferlera och kalksten. Permeabiliteten för denna moräntyp har bestämts genom laboratorieundersökningar på prov från borrhningen. Dessa undersökningar visar att permeabiliteten är av storleksordningen

$2.5 \cdot 10^{-11} - 10^{-12}$ m/s, vilket omräknat till transportlängd per år blir 0.8 - 0.03 mm/år, alven är alltså i det närmaste impermeabel.

Genom att moränens permeabilitet är så liten hindras i stort sett all infiltration av regnvatten ner genom jordlagret. Detta medför att jorden är vattenmättad även nära markytan. En regnig höst som den 1981 stod grundvattenytan på flertalet tomter en meter eller mindre från markytan. Att detta inte var en tillfällighet redovisades av många husägare, som hade besvär med det höga grundvattenståndet. Endast en omfattande dränering kan avhjälpa problemet men verkan av en sådan dränering är i horisontalled ganska ringa. På större djup än en meter låg grundvattenytan endast i de områden där marken sluttade eller där moränen var svallad till större djup eller där husen stod på sand eller grus.

Hela Fjugestaområdet kännetecknas av hög inblandning av alunskiffer i moränen, moränleran och isälvs materialet. Figur 8.11 visar en uppförstoring (från skala 1:50 000) av urankomponenten från flygradiometriska kartan över Fjugestaområdet. Flygmätningen över området har utförts med 200 meters linjeavstånd och med en flyghöjd av 30-80 meter. Mätinstrumentet är en mångkanals gamma-spektrometer uppbyggd kring fyra 4-liters NaI(Tl)kristaller. Mätmetodik och behandling av mätvärdena har beskrivits av Lin-

dén och Åkerblom (Lindén och Åkerblom 1976). Strålningen från uranets gammastrålande dotterisotoper är i kartan angivna som staplar vars längd direkt är proportionella mot den ekvivalenta halten av uran (eU) i marken. Avståndet mellan varje stapel utgörs på markytan en längd av 40 meter. Full stapellängd motsvarar en eU-halt av 15 ppm. Där uranhalten överstiger 15 ppm har detta markerats med +. Under förutsättning att uranet är i jämvikt med sina dotterisotoper visar kartan den verkliga uranhalten i marken, men då blott i de två översta decimetrarna eftersom den strålning som kommer från djupare liggande lager till största delen skärmas av överliggande jordlager.

Av den flygradiometriska kartan framgår att den högsta uranhalten i det översta jordlagret väl sammanfaller med de områden där berggrundens översta ytlager utgörs av alunskiffer men också att landisen som har rört sig från norr, har transporterat med sig uppkrossad alunskiffer ner över de områden där berggrunden består av skifferlera och sandsten.

Uranhalten i alunskiffern har analyserats på material från de borrhållsprov som erhållits vid borrhållningen vid kalkbrottet vid Kälkesta; borrhål Sanna 1 (Dahlman 1962). I detta borrhål är alunskifferlagrets totala mäktighet 17.9 meter. Av denna utgörs dock 2.4 meter av kalkstenslinser, skorsten. Alunskifferlagret kan efter sitt fossilinnehåll delas in i tre zoner. Den genomsnittliga uranhalten i den översta 8.9 meter tjocka zonen är 167 ppm U (zonen med *Peltura scarabaeoides*), i den mellersta 5.6 meter tjocka zonen 127 ppm U (zonen med *Peltura acutidens*) och i den understa 3.4 meter tjocka zonen 137 ppm U (zonen med *Cetnopyge flagellifera*). Maximal uranhalt över 3 meter är 231 ppm U. Som synes minskar uranhalten med djupet på alunskifferlagret, men den är ändå relativt konstant.

Uranhaltenerna i de övriga bergarterna i området är inte analyserade men de torde för kalkstenen inte överstiga 1 ppm U, för skifferleran 5 ppm och för sandstenen 3 ppm.

Uran-, radium-, torium- och kaliumhaltenerna i jordarterna har bestämts för 21 jordprov som uttagits vid borrhållningarna och som med gammaspektrometri analyserats vid Risö forskningslaboratorium i Danmark. Dessutom har de ekvivalenta haltenerna av uran (radium), torium och kalium bestämts genom mätningar med den bärbara gammaspektrometern i samtliga spadborrhåll (82 st), som gjorts för att mäta radon i jordluften.

Analyserna visar att uranhaltenerna i moränen varierar mellan 20-245 ppm eU beroende på var inom Fjugestaområdet provtagningen eller mätningen är utförd. De högsta haltenerna har dock erhållits där underliggande berggrund utgörs av alunskiffer. Särskilt höga uranhalter 70 - 245 ppm eU har erhållits inom delområdet 1, som är beläget direkt över den översta delen av alunskifferlagret. Uranhaltenerna tilltar mot djupet beroende på att inblandningen där av andra bergarter än alunskiffer är mindre. Så är uranhaltenerna på en meters djup vanligen 20 - 30 ppm eU medan de redan på två meters djup som regel överstiger 35 ppm eU.

Toriumhalten varierar mellan 5 - 14 ppm eTh. Den får ses som ett mått på inblandningen av granit och gnejs i moränen. Kalium-

halten är genomgående låg, 2.1 - 3.0 % K. Den liksom toriumhalten är lägre ju större inblandningen av kalksten är i moränen.

Gammastrålningen på markytan kring husen är vanligen 18 - 22 $\mu\text{R/h}$ med maxima på upp mot 30 $\mu\text{R/h}$ där skifferinslaget vid markytan är stort. På tomter där lerig matjord påförts är strålningen 12 - 20 $\mu\text{R/h}$. Mot djupet ökar gammastrålningen snabbt och loggningarna visar att strålningen på någon meters djup ibland kan bli så hög som 40 - 80 $\mu\text{R/h}$, vilket skulle kunna höja strålningsnivån i de hus som är byggda med källare. Högsta strålning som uppmätts inomhus är 35 $\mu\text{R/h}$ över ett källargolv bestående av en tunn betongplatta. I flera hus uppmättes 20 $\mu\text{R/h}$ över källargolvet. Orsaken till att gammastrålningen inomhus inte är högre är att strålningen från marken under och kring husen effektivt skärmas av byggnadsmaterialet.

I Fjugesta har radonundersökningarna utförts i och kring 46 hus fördelade på 5 delområden. Det ungefärliga läget för dessa redovisas i figur 8.9. Inom samtliga delområden har undersökningarna omfattat besiktningar av geologin och radonmätningar i husen med spårfilm. Dessa har i fyra delområden följts upp med detaljerade geologiska undersökningar, markradonmätningar och husbesiktningar.

I följande avsnitt ges en kortfattad redogörelse för de olika delområdena vad avser geologi och antal undersökta hus. Vid angivandet av antalet undersökta hus betecknar den eller de första siffrorna antalet hus i vilka utförts radonmätningar med spårfilm och siffrorna inom parentes () det antal hus som ingått i den detaljerade undersökningen av geologi, markradon och byggnadssätt.

Delområde 1 omfattar 14 (7) undersökta hus. Husen är byggda med källare eller helgjuten platta på mark. De ligger samtliga på ett område som kännetecknas av små nivåskillnader. Delar av området har tidigare utgjorts av myr och kärrmark och grundvattentytan ligger högt, i många fall direkt under husen. Jorddjupet är 5 - 8 meter. Jordlagret består av lerig till sandig alunskiffermorän med en uranhalt som 1 meter under markytan är 20 - 80 ppm eU och vid berggrundsytan ca 240 ppm eU.

Delområde 2 omfattar 16 (6) undersökta hus. Husen är byggda med källare eller med platta på mark. Ett av husen är delvis byggt med kryppgrund. Husen ligger på mot öster svagt sluttande mark, vilket medför att marken vid en del av husen är relativt väl dränerad, vid andra hus ligger grundvattentytan endast några decimeter under markytan. Jordlagret består av lerig ibland sandig, moig morän med relativt hög inblandning av alunskiffer. Delar av området är svallat. Jorddjupet är troligen genomgående mer än 7 m. Underliggande berggrund utgörs av alunskiffer. Uranhalten i jordlagret är ca 1 meter under markytan 20 - 45 ppm eU, på 7 meters djup ca 200 ppm eU.

Delområde 3 omfattar 9 (8) undersökta hus. Husen är byggda med källare eller med platta på mark. Ett av husen är byggt med kryppgrund. Kring de flesta husen ligger grundvattentytan nära markytan men några av husen står på relativt torr, sandig, svallad morän. Jordlagret består av lerig morän med sandinslag. I moränen finns relativt gott om alunskiffer. Jorddjupet är 5

till mer än 7 meter. Uranhalten i moränen är 20 - 55 ppm eU på ca 1 meters djup. På 5 - 7 meter 30 - 70 ppm eU. Underliggande berggrund består av alunskifferns understa lager och av skifferlera. Kontakten mellan alunskiffer och skifferlera går rätt igenom området, vilket också visar sig på att uranhalterna i moränen i detta delområde är relativt låga även på större djup.

Delområde 4 omfattar 4 (4) undersökta hus. Husen är byggda med källare. Ett av husen står på isälvsmaterial (sand och grus) i vilket ingår fragment av alunskiffer. Ett hus står på morän och sand och två hus på glaciallera som underlagras av moränlera. Jorddjupet i området är mer än 7 meter. Underliggande berggrund utgörs av skifferlera. Uranhalten i sanden är på ca 1 meters djup 10 ppm eU, i grus på djup större än 2 meter 50 - 80 ppm eU. Uranhalten i glacialleran är 9-12 ppm eU och i moränleran 35 ppm eU.

Delområde 5 omfattar 3 (0) undersökta hus. Av dessa hus är ett byggt med långsgående betongsulor, ett med kryprumsgrund och ett med platta på mark. De ligger på mark som består av morän som överlagras av glaciallera. Underliggande berggrund utgörs av sandsten eller eventuellt av skifferlera. Gränsen mellan skifferlera och alunskiffer går troligen strax väster om husen.

8.4.2 Vintrosa

Berggrunden i Vintrosa består liksom i Fjugesta av underkambrisk sandsten, mellankambrisk skifferlera och överkambrisk alunskiffer och ordovicisk kalksten. Dessa bergarter täcker helt det underliggande prekambrika urberget som troligen består av granit, figur 3.2 och 8.12. Sedimentbergarterna bildar en platå som höjer sig 50 meter över Närkeslätten. Den östra gränsen för platån markeras i terrängen med ett hak, som bildats vid kontakten mellan kalkstenen och alunskiffern. Nedanför haket följer en relativt brant sluttning.

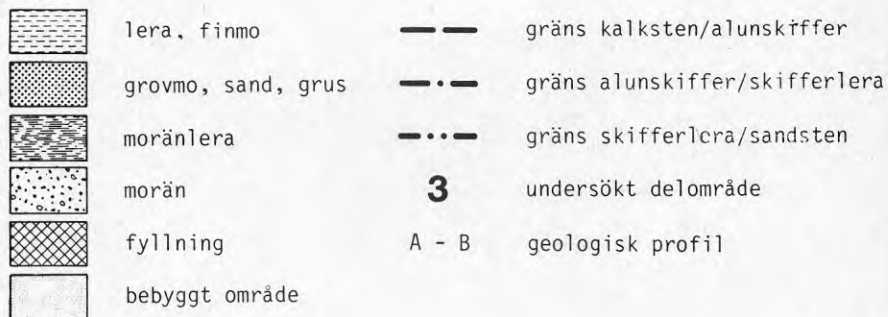
Naturliga blottningar saknas i området och kännedomen om berggrunden grundar sig på uppgifter från borrhningar och observationer från de stora och talrika kalk- och alunskifferbrott som ligger längs den östra kanten av platån. Ett sådant skifferbrott ligger i centrum av Vintrosa samhälle.

De sedimentära bergarterna ligger i horisontella lager. Mäktigheten på sandstenslagret varierar relativt kraftigt men är vid Vintrosa centrum ca 18 meter. Lagret av skifferlera är 15-18 meter mäktigt, alunskifferlagret 12-14 meter och kalkstenslagret där det är som tjockast 22 meter. Uppgifterna grundar sig på ett vid Rastorp, ca 1200 meter norr om Vintrosa centrum, borrar kärnborrhål och på information från brunnsborrhningar.

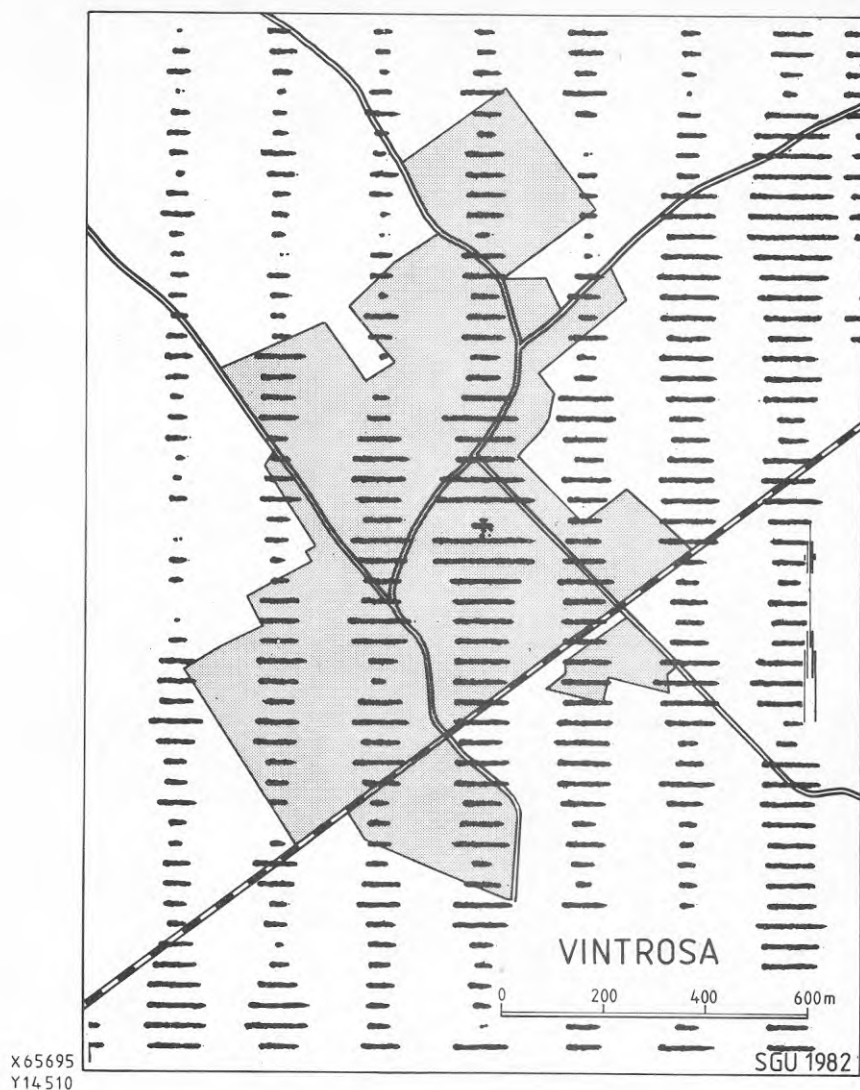
Geologisk kartering av berggrunden har under åren 1962-1967 utförts av SGU (Lundegård och Fromm 1971) och av jordarterna under åren 1962-1968 (Fromm 1972). I samband med den nu utförda radonundersökningen har karteringen kompletterats med flygbildstolkning och med jordborrhningar av vilka ett par hål når ner till berggrundsytan.



X65695
Y14510



Figur 8.12 Geologisk karta över Vintrosaområdet.



Figur 8.13

Flygradiometrisk karta över Vintrosa visande gammastrålningen från "uran". Staplarnas (streckens) längder är proportionella mot den ekvivalenta uranhalten vid markytan. Full stapellängd betyder att den ekvivalenta uranhalten vid markytan är 15 ppm och + att den är högre än 15 ppm.

De uppgifter som framkommit vid de geologiska undersökningarna inklusive borrhningarna har sammanställts till en geologisk karta över Vintrosaområdet, figur 8.12, och till en profil som visar bergarternas och jordarternas läge och mäktighet i det aktuella undersökningsområdet, figur 3.2. I den geologiska kartan har gränserna för kontaktarna mellan de lagrade bergarterna utritats. Gränsdragningen bygger på en tolkning av lagrens utbredning, vilka styrs av de topografiska förhållandena och jorddjupet.

Upe på platån, över kalkstenslagret, består jordlagret huvudsakligen av sandig, moig morän. I mindre utsträckning förekommer moränlera. Såväl moränen som moränleran utgörs så gott som helt av kalksten. Moränen är mycket hårt packad, vilket medför att permeabiliteten är mycket låg, i storleksordningen 10^{-11} m/s. Moränen är svallad och längs med platåkanten finns en markerad strandvall. Jorddjupet är 5-8 meter.

I sluttningen nedanför platåkanten utgörs jordlagrets översta metrar av nedrasat stenigt, blockigt material, som av vågorna transporterats från den högre upp liggande moränen. Under detta lager består jordlagret av hårt packad kalkstensmorän som vid ca 5 meters djup börjar innehålla små fragment av alunskiffer. Jorddjupet överstiger 7 meter och kan längre ner mot slätten nå djup på 15-18 meter.

Längre ner i sluttningen där marken börjar flacka ut, har bildats ett 1-4 meter tjockt lager av utsvallad sand och mo. I detta finns metertjocka lager av lera.

Genom att moränens permeabilitet är liten blir infiltrationen av ytvattnet liten. Detta medför att grundvattenytan uppe på kalkstensplatån ofta ligger högt, 0,5 - 2 meter under markytan. Även i sluttningen ligger grundvattenytan nära markytan, vilket beror på att betydande mängder vatten rinner fram vid kontakten mellan kalkstenen och underliggande alunskiffer.

Inblandningen av alunskiffer i jordarterna i Vintrosaområdet är liten och saknas nästan helt i den morän som ligger ovanpå kalkstenen. Endast i området sydöst om alunskifferns utgående förekommer större mängder av alunskiffer i jordlagret, vilket också framgår av den flygradiometriska kartan, figur 8.13. (För förklaring av denna karta, se kapitel 8.4.1, Fjugesta.) Av kartan framgår att gammastrålningen över markytan normalt är låg inom Vintrosaområdet förutom över kalkstensbrottet i centrum av samhället där det finns en stor hög av rödfyr. Gammastrålningen över denna är 40-50 μ R/h i de områden där denna är täckt av pålagd morän. Där rödfyren ligger bar är gammastrålningen 90-100 μ R/h. I övrigt är gammastrålningen över kalkstensmoränen 5-10 μ R/h. Maximalt uppmättes på en tomt 17 μ R/h, vilket troligen beror på att matjord innehållande alunskiffer eller rödfyr pålagts.

Uranhalten i alunskiffern har analyserats på material från den borrhärna som erhållits vid borrhningen vid Rastorp (Dahlman 1962). I detta borrhål är alunskifferlagrets totala mäktighet 14 meter.

Alunskifferlagret kan efter sitt fossilinnehåll delas in i tre zoner. Den genomsnittliga uranhalten i den översta 8.4 meter tjocka zonen är 236 ppm U (zonen med *Peltura scarabaeoides*), i den mellersta 1.4 meter tjocka zonen 141 ppm U (zonen med *Peltura acutidens*) och i den understa 3.4 meter tjocka zonen 137 ppm U (zonen med *Ctenopyge flagillifera*). Maximal uranhalt över 4.7 meter är 262 ppm U.

Uranhalterna i de övriga bergarterna i området är inte analyserade men de torde för kalkstenen inte överstiga 1 ppm U, för skifferleran 5 ppm U och för sandstenen 3 ppm U.

Uran-(radium-), torium- och kaliumhalterna i jordarterna har bestämts för 7 jordprov som uttagits vid borrningarna och som med gammasppektrometri analyserats vid Risö. Dessutom har halterna av dessa element bestämts genom mätningar med den bärbara gammasppektrometern i samtliga spadborrade hål (39 st) som gjorts för att mäta radon i jordluften.

Uranhalten i moränen ovanpå kalkstenen är 2 ppm eU enligt de analyser som utförts i Risö och 5-6 ppm eU för den morän som provtagits på 4.5 respektive 7.0 meters djup över alunskifferns utgående i sluttningen.

Toriumhalterna är 4-7 ppm eTh och kaliumhalten 0.8 - 1.8 % K.

Analyserna visar att moränen huvudsakligen består av kalksten eftersom ett större inslag av alunskiffer eller urbergsmaterial skulle medfört väsentligt högre halter av såväl uran som torium och kalium. De låga uranhalterna i den morän som provtagits i sluttningen över alunskifferutgåendet är anmärkningsvärda, eftersom de visar att inblandningen av alunskiffer i den morän som överlagrar alunskiffern här är mycket liten även på stort djup. Orsaken måste vara att alunskifferns utgående i sluttningen har mycket liten bredd, d v s att berggrundsytan måste stupa ganska brant.

Mätningarna med den bärbara gammasppektrometern har i de flesta spadborrade hålen givit 2-5 ppm högre uranhalter än de som erhållits i Risö. En orsak till att de med gammasppektrometern uppmätta uranhalterna är högre än den verkliga uranhalten i moränen är troligen att det i marken finns ett tillskott av radon som kommer från alunskiffern i berggrunden. När vi med gammasppektrometern bestämmer uranhalten gör vi detta genom att mäta den gammastrålning från radondottern Bi-214 som har energin 1.76 MeV (Megaelektronvolt). Eftersom såväl det radon som bildas i jordarten som det eventuellt tillförda radonet sönderfaller till Bi-214 kommer den uppmätta gammastrålningen att utgöra summan av det lokalt bildade radonet och det tillförda radonet. Det tillförda radonet kommer då att medföra att den uppmätta ekvivalenta uranhalten blir högre än vad den verkligen är i jordarten. En utförligare redogörelse för hur man med gammasppektrometermätningar kan bestämma mängden tillförd radon ges i kapitel 7.3.

I Vintrosa har radonundersökningarna utförts i och kring 62 hus fördelade på 5 delområden. Det ungefärliga läget för dessa redovisas i figur 8.12. Inom samtliga delområden har undersökningarna omfattat besiktnings av geologin och radonmätningar i husen

med spårfilm. Dessa har sedan följts upp med detaljerade geologiska undersökningar, markradonmätningar och husbesiktningar.

I följande avsnitt ges en kortfattad redogörelse för de olika delområdena vad avser geologi och antal undersökta hus. Vid angivandet av antalet undersökta hus betecknar den eller de första siffrorna antalet hus i vilka utförts radonmätningar med spårfilm och siffrorna inom parentes () det antal hus som ingått i den detaljerade undersökningen av geologi, markradon och byggnadsätt.

Delområde 1 omfattar 44 (5) undersökta hus. Flertalet av husen är byggda med platta på mark eller med kryprumsgrund, några med källare. De ligger samtliga uppe på kalkstensplatån. Området kännetecknas av små nivåskillnader. Jordlagret består av kalkstensmorän och moränlera. Jorddjupet är ca 5 meter. Underliggande kalkstenslager är ca 9 meter tjockt. Uranhalten i kalkstensmoränen är 2 ppm eU.

Delområde 2 omfattar 6 (4) hus. Husen är byggda med källare. De ligger samtliga uppe på kalkstensplatån. Underliggande kalkstenslager är 2-4 meter tjockt. Jordlagret består av kalkstensmorän. Ovanpå denna finns en strandvall som till stor del består av urbergsblock, grus och sand. De detaljundersökta husen står på denna strandvall. Jorddjupet är ca 7 meter.

Delområde 3 omfattar 5 (3) undersökta hus. Husen är byggda med källare. De ligger samtliga uppe på kalkstensplatån men nära kanten på denna. Underliggande kalkstenslager är tunt, 2-4 meter. Jordlagret består av kalkstensmorän på vilket lagts ett upp till en meter tjockt lager med fyllning av sand, grus och matjord. Jorddjupet uppskattas till 2-4 meter. Grundvattenytan ligger högt.

Delområde 4 omfattar 7 (3) undersökta hus. Husen är byggda med källare. Alla husen står i slutningen öster om kalkstenskanten och de är valda för att ligga så nära alunskifferutgåendet som möjligt. Jordlagret utgörs av kalkstensmorän med en kappa av svallat, grusigt, blockigt material. Jorddjupet är större än 7 meter. I området rinner relativt mycket grundvatten fram och ett par av husen har problem med grundvatten.

Delområde 5 omfattar 3 (0) hus. Inte vid något av dessa hus har detaljundersökning av geologin utförts men husen är byggda i samma geologiska läge som de inom delområde 4, d v s nära eller direkt över alunskiffers utgående under jordlagret. Jordlagret utgörs av morän med en svag inblandning av alunskiffer. Högsta gammastrålning som uppmätts över markytan i området är 17 μ R/h.

8.5 Radon i mark i alunskifferområden

Resultaten från mätningar av radon i marken i Fjugesta och Vintrosa har sammanställts i figurerna 8.14 och 8.15. Mätförhållandena i dessa två områden skiljer sig markant genom att alla mätningar i Fjugesta har skett i jordarter med relativt hög inblandning av alunskiffer medan mätningarna i Vintrosa skett i kalkstensmorän i vilken inslag av alunskiffer saknats eller varit obetydlig.

I Fjugesta har radonmätningar med Track-Etch och ROAC utförts kring 25 hus. Totala antalet mätningar är 62 stycken vilka alla är gjorda i maskin- eller spadborrade hål. I sand-mo har 13 mätningar utförts. Utav dessa är 5 stycken störda av vatten. Av resterande 49 mätningar som utförts i morän är 35 störda av vatten.

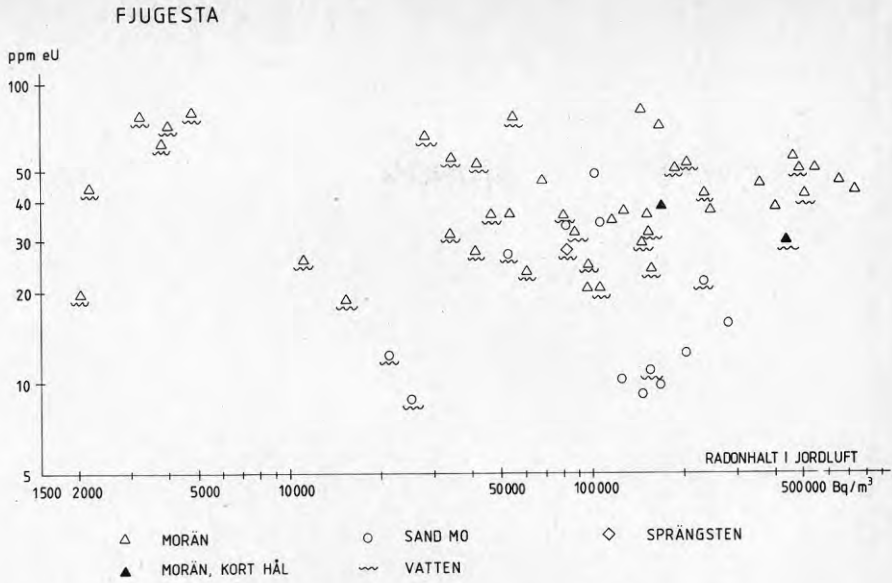
De i Fjugesta uppmätta radonhalterna i jordluften är de högsta som erhållits inom detta forskningsprojekt, vilket var att vänta, eftersom mätningarna utfördes i alunskiffermorän. Vid ca hälften av mätningarna har radonhalter överstigande $100\ 000\ \text{Bq/m}^3$ erhållits och vid sju mätningar har halter överstigande $400\ 000\ \text{Bq/m}^3$ detekterats. Högsta radonhalt är $745\ 000\ \text{Bq/m}^3$. Resultaten av radonmätningarna i jordluften redovisas i figur 8.14 där de erhållna halterna är markerade gentemot den uppmätta ekvivalenta uranhalt för respektive mätpunkt.

En förklaring till spridningen av de uppmätta radonhalterna är att ett flertal mätningar har störts av vatten genom att detektorn under en kortare eller längre period varit under vatten. De mätningar som angetts vara störda är de som vid upptagningen befanns stå i vatten. Om de övriga detektorerna någon gång stått i vatten är omöjligt att avgöra.

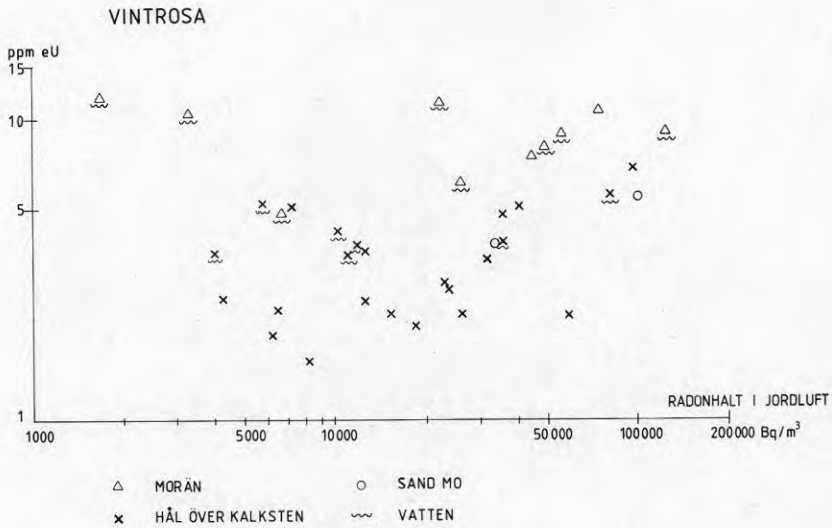
Av figur 8.14 framgår att de uppmätta radonhalterna i sanden nästan är av samma storleksordning som de i moränen. Detta trots att uranhalt i sanden är flera gånger mindre. Med användande av de parametrar som antagits för sanden (porositet 40 %, densitet $1\ 600\ \text{kg/m}^3$, 10 ppm uran) kan den radonemanation som behövs för att erhålla den uppmätta maxhalten på ca $200\ 000\ \text{Bq/m}^3$ beräknas till 40 % vilket verkar vara ett högt värde.

Den troliga förklaringen till de höga markradonhalterna i sanden är att radon transporteras från den underliggande uranrika alunskiffern och moränleran. Hur denna transport går till är dock okänt.

För radonmätningarna i moränen har de uppmätta halterna en bättre korrelation med de halter som teoretiskt kan bildas i moränen. Med användande av moränens parametrar (porositet 30 %, densitet $1\ 900\ \text{kg/m}^3$, emanation 20 % och 30-60 ppm eU) blir de teoretiskt beräknade maximala radonhalterna i moränen, enligt formel (7.2) $470\ 000\text{--}940\ 000\ \text{Bq/m}^3$. Vid en ventilation av moränen kommer denna teoretiska halt, enligt figur 7.3, att reduceras till värden av samma storleksordning som de uppmätta. I moränen antas därför inget betydande radontillskott komma från underliggande lager.



Figur 8.14 Samhörande värden för radonhalter i jordluften vid de detaljundersökta husen i Fjugesta och ekvivalent uranhalt i det jordlager i vilket mätningen utförts.



Figur 8.15 Samhörande värden för radonhalter i jordluften vid de detaljundersökta husen i Vintrosa och ekvivalent uranhalt i det jordlager i vilket mätningen utförts.

I figur 8.14 kan man också för radonmätningarna i morän se en svag tendens till att ökad uranhalt ger ökad radonhalt i marken. Denna tendens är dock vag vilket kan tyckas underligt eftersom radonhalten är direkt proportionell mot uranhalt, om de övriga parametrarna i formel (7.2) är konstanta, vilket de kan antas vara vid de grova uppskattningar vi gör.

En förklaring till spridningen av de i jordluften uppmätta radonhalterna är att flera av detektorerna kommit att stå i vatten under en kortare eller längre period. Skulle alla mätningar utförts under "torra" förhållanden borde man se ett någorlunda linjärt samband mellan radonhalt och uranhalt. Det kan också vara så att vissa mätningar, speciellt de som utförts i relativt torr mark, har gjorts i jordlager som får ett radontillskott från underliggande, mer uranrika lager. Detta bidrar till att ytterligare sprida mätresultaten.

I Vintrosa har radonmätningar i marken utförts kring 15 hus. Totala antalet mätningar med ROAC eller Track-Etch är 36 stycken. Av dessa har 18 störts av vatten. 34 mätningar har gjorts i morän som i huvudsak består av kalksten. Två mätningar gjordes i fyllning av sand och mo. De flesta mätningarna är utförda på ett djup av 0.8-1 meter.

De i₃ostörda mätthål uppmätta radonhalterna var 4 000 till 130 000 Bq/m³. Det bör dock noteras att mätningen som gav maximala halten 130 000 Bq/m³ var störd av vatten. Resultaten från mätningarna är sammanställda i figur 8.15. Markradonhalterna är där markerade gentemot ekvivalent uranhalt i mätpunkterna. De ekvivalenta uranhalterna för den kalkstensmorän som överlagrar kalkstenen är 2-3 ppm eU medan kalkstensmoränen i övriga områden har en uranhalt av 5-12 ppm eU vilket visar på att även i de områden där kalkstensmoränen inte överlagrar kalksten är inblandningen av alunskiffer i moränen liten.

Vid SGU utförd analys av den kalkstensmorän som ligger på kalkstensberggrund har visat att porositeten i moränen är ca 30 % och att permeabiliteten är ca $1 \cdot 10^{-11}$ m/s. Uranhalten i moränen har i Risö med gammaspektrometri bestämts till 2-3 ppm eU.

En teoretiskt beräknad maximal radonhalt i kalkstensmoränen vid uranhalt 3 ppm eU, 20 % radonemanation, 30 % porositet och densiteten 1 900 kg/m³ var 47 000 Bq/m³ enligt beräkningsgång redovisad i kapitel 7.3. Då förutsätts att bortförd radonmängd är lika med tillförd radonmängd.

För att erhålla de i₃kalkstensmoränen uppmätta radonhalterna på 100 000-130 000 Bq/m³ fordras att 45-55 % av alla i moränen bildade radonatomer avgår till jordluften. Detta verkar vara ett alltför högt värde på radonemanationen jämfört med de värden på radonemanationen som beräknats för radonmätningar i andra områden.

En förklaring till de uppmätta radonhalterna har antagits vara att radonet kommer från den under kalkstenen liggande uranrika alunskiffern. Skifferns uranhalt är i genomsnitt 230 ppm U.

I kapitel 7.3 redovisas beräkningsgångar för ett sådan eventuellt radontillskott. Hur denna radontransport från skiffern

genom kalkstenslagret och genom den mycket täta kalkstensmoränen skulle kunna gå till är idag okänt. En teori som föreslagits är att radonet transporteras med metangas, som avgår från skiffern och som genom sprickor i kalkstenen och kalkstensmoränen söker sig upp mot markytan.

8.6 Samband mellan radon i mark och inomhus i områden med alunskiffer

8.6.1 Fjugesta

Radonmätningar har i Fjugesta utförts i 45 hus. De uppmätta radonhalterna fördelade på respektive hustyp framgår av tabell 8.9.

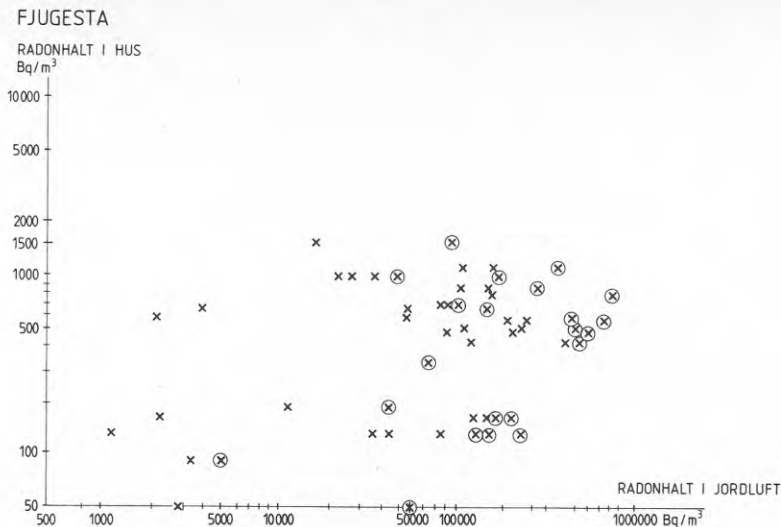
Tabell 8.9 Samtliga hus i Fjugesta i vilka radonmätningar utförts fördelade på uppmätta radonhalter och hustyper.

Hus typ	Radonhalt inomhus Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
1		5	3	1	4	2	6		21
2		2	4	2	1				9
3	1				2			1	4
4	1	5	3	1		1			11
									45

I tabellen framgår att höga halter generellt uppmätts i hus grundlagda i alunskiffermorän.

Bland de hus i vilka radonmätningar gjorts utvaldes 25 för detaljerade undersökningar av geologi och byggnadsteknisk besiktning samt radonmätningar i marken kring husen, under husen och TLD-mätningar i husen. I figur 8.16 har för varje detaljundersökt hus plottats samtliga värden på radonhalter som uppmätts i marken kring huset med spårfilm erhållet årsmedelvärde för radonhalten i huset. Ringade kryss anger den högsta radonhalt som uppmätts vid huset. Avsikten med figuren är att visa spridningen av uppmätta radonhalter i jordluften och radonhalter i hus.

Ur figur 8.16 kan man tolka fram sambandet att ökad radonhalt i marken ger ökad inomhushalt av radon. Att det sambandet inte är linjärt beror dels på att olika hustyper är olika täta mot marken, dels på att grundvattenytans höga läge under bottenplattan minskar möjligheterna för markradonets transport in i huset. Om mätningarna utförts under likartade förhållanden kan man förmoda att inomhushalterna uppvisat ett mer linjärt samband med avseende på markhalt.



Figur 8.16 Samhörande värden för radonhalter i jordluften kring de detaljundersökta husen i Fjugesta och årsmedelvärden för radonhalterna inomhus. Eftersom en till tre markradonmätningar har gjorts kring varje hus är varje hus representerat av ett till tre kryss. Ringat kryss markerar den högsta markradonhalt som uppmätts vid respektive hus.

En närmare skärskådning av sambanden mellan radon ifrån marken och radonhalterna i husen har gjorts i delområdesbeskrivningarna för Fjugesta (bilaga 1), där husen inom varje delområde behandlas för sig. Ett par hus skall dock kommenteras här.

Delområde 1 är ett område med små nivåskillnader. Delar av området har tidigare utgjorts av kärr. Jordlagret består av lerig, sandig, moig alunskifferrik morän, s k blåalv, med hög halt av kalksten. Uranhalterna i moränen på en meters djup är 20-80 ppm eU, på 3 meters djup ca 150 ppm eU och vid berggrundsytan ca 240 ppm eU. Toriumhalten i moränen är enhetligt 7-12 ppm eTh och kaliumhalten 2.3-3.0 % K.

Generellt ligger grundvattenytan i området nära markytan vilket beror på moränens låga permeabilitet. Hösten 1981 när undersökningen gjordes låg grundvattenytan vid de undersökta husen på ett djup av 0.2-1 meter, men det är troligt att den ligger djupare sommartid.

Kring de sju detaljundersökta husen har mätningar av markradon gjorts i 13 mätpunkter (tabell 8.10). Nästan samtliga har störts av vatten endera på grund av att filmen kommit att sitta under grundvattenytan under kortare eller längre tid av mätperioden eller på grund av att vattenytan låg så högt att filmen måste

placeras på ett alltför grunt mätdjup. Trots detta har sex av mätningarna givit radonhalter i jordluften mellan 50 000-170 000 Bq/m³, vilka får betraktas som minimivärden för den verkliga radonhalten i jordluften. Detta antagande styrks av att emanometermätningarna under husen visar att radonhalten i dräneringslagret är 110 000-500 000 Bq/m³.

Tabell 8.10 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus, för delområde 1 i Fjugesta.

Hus nr	typ	Radonhalter inomhus Bq/m ³			under ₃ hus kBq/m	i jordluft kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
3101	4	246	231	-	-	-
3102	2	111	182	110	109 ¹⁾	170
3107	4	609	666	750	509	(50), 150 ²⁾
3108	4	389	179	240	-	(70)
3110	2	205	255	240	148	-
3112	4	76	90	120	210	-
3113	4	47	53	110	238	(30, 55)

1) Radonhalt uppmätt under garageplatta i marknivå.

2) Mätningen har utförts på mindre djup än 1.0 m.

1 = källarvåning, längsgående sutor

2 = " , hel platta

3 = kryprumsgrund

4 = platta på mark

() mätning störd av vatten

Av tabellen framgår att radonhalterna i husen är relativt låga trots att radonhalterna under husen är av storleksordningen 100 000-500 000 Bq/m³. Orsaken är att mycket lite luft tas in i huset. Detta på grund av att grundvattenytan ligger omedelbart eller mycket nära husets bottenplatta, vilket medför att ingen luft kan transporteras genom marken och att luftmängden under huset blir mycket liten.

Det hus som har den högsta radonhalten, 700 Bq/m³, är hus 3107. Detta hus står ca 1 meter högre och därför torrare än de andra husen. Troligen finns det därför för detta hus större luftmängder som kan transporteras in i huset. Med den radonhalt som uppmätts under huset behöver intaget av luft in i huset inte vara större än ca 0.1 m³/h.

I delområde 2 består jordlagret av lerig eller sandig, morän och moränlera med relativt hög inblandning av alunskiffer och kalksten. Inom delar av området är marken svallad ner till mer än 1 meters djup.

Uranhalterna i moränen på 1 meters djup är 20-45 ppm eU. I ett borrhål är uranhalten på 3 meters djup 25 ppm eU och på 7 meters djup 210 ppm eU, i ett annat är uranhalten i avsnittet 3-7

meter 40-60 ppm eU (moränlera). Toriumhalterna är 5-10 ppm eTh och kaliumhalten 2.6-3.1 % K.

Även i detta delområde låg grundvattenytan högt under mätperioden, 0.2-1 meter under markytan.

Kring de sex detaljundersökta husen inom delområde 2 har mätningar av markradon gjorts i 15 mätpunkter (tabell 8.11). Endast vid hus 3122 har mätningarna kunnat ske utan att de störts av att filmen under längre eller kortare tid kommit att sitta under vatten. Vid hus 3122 har undersökningens högsta radonhalt registrerats, 750 000 Bq/m³, i övrigt har radonhalter på 34 000-450 000 Bq/m³ registrerats trots att mätningarna störts av vatten.

Tabell 8.11 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus, för delområde 2 i Fjugesta.

Hus nr	typ	Radonhalter inomhus Bq/m ³			under ³ hus kBq/m ³	i jordluft kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
3115	1	198	141	30 ¹⁾	78	(10, 40)
3117	4	141	113	150	-	(80, 155)
3118 ²⁾	1,3	1125	716	650	100	(35, 45)
3122	1	490	946	900	-	150, 750
3201	1	143	107	-	3)	(230)
3202	2	729	280	180	-	(50, 450)

1) TLD-mätning är utförd i bottenvåning.

2) Källarvåning under halva huset, i övrigt kryprumsgrund. Film 1 har varit placerad i källarförråd, film 2 i vardagsrum över kryprumsgrund. TLD-mätningen har gjorts i två rum i bottenvåning.

3) Vatten direkt under källargolv.

1 = källarvåning, längsgående sulor

2 = " , hel platta

3 = kryprumsgrund

4 = platta på mark

() mätning störd av vatten

Hus 3118 har det i delområdet högsta uppmätta enskilda värdet på radonhalt inomhus nämligen 1 125 Bq/m³, vilket erhöles vid spårfilmsmätning i svalen i källarvåningen. Den andra filmmätningen utfördes i vardagsrummet beläget i bottenvåningen över kryputrymmet. Källargolvet är mycket tunt, 3-4 cm, och med flera sprickor. Strax under golvet konstaterades vatten. Ventilationen i källaren bedömdes vara dålig.

Eftersom radonhalten i jordluften under källargolvet uppmättes till ca 100 000 Bq/m³ behövs ett luftintag därifrån på 0.5 m³/h för att 1 125 Bq/m³ skall erhållas inomhus. Ett mindre bidrag

till radonhalten kommer dessutom genom radondiffusion genom den tunna betongplattan.

Hus 3122 är det enda av de undersökta husen på relativt torr mark. Jordlagret ner till 1 meter består av sandig, grusig alunskifferrik morän. Detta hus har också de högst uppmätta radonhalterna såväl inomhus som i marken kring huset. För att få radonhalten 900 Bq/m^3 fordras ett luftintag från marken på $0.1\text{--}0.2 \text{ m}^3/\text{h}$. Denna luftvolym torde det inte vara svårt att ta in från marken.

I övrigt visar de undersökta husen på att vattenmättad mark ger ett relativt gott skydd mot radon även om radonhalten i marken är hög. De hus som hade vatten under bottenplattan, 3117 och 3201 har också de lägsta radonhalterna inomhus.

Sammanfattningsvis kan för Fjugesta sägas att den höga uranhalten i marken avspeglar sig i de uppmätta radonhalterna i marken och inne i husen. Endast en tredjedel av de uppmätta husen skulle klara nybyggnadsvärdet 70 Bq/m^3 i radondotterhalt och drygt hälften av husen skulle klara ombyggnadsvärdet på 200 Bq/m^3 . Att inomhushalterna varierar mellan de olika husen, beror på olikheter dels i grundvattenytans läge under de respektive bottenplattorna och dels i husens täthet mot mark.

8.6.2 Vintrosa

Radonmätningar har i Vintrosa utförts i 15 hus. De uppmätta radonhalterna fördelade på respektive hustyp framgår av tabell 8.12.

Tabell 8.12 Samtliga hus i Vintrosa i vilka radonmätningar utförts fördelade på uppmätta radonhalter och hustyper.

Hus typ	Radonhalt inomhus Bq/m^3							Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200 -1600 >1600	
1	1	1	3		4	1		10
2	6	8	6	4	2			26
3	13	2						15
4	4	6	4					14

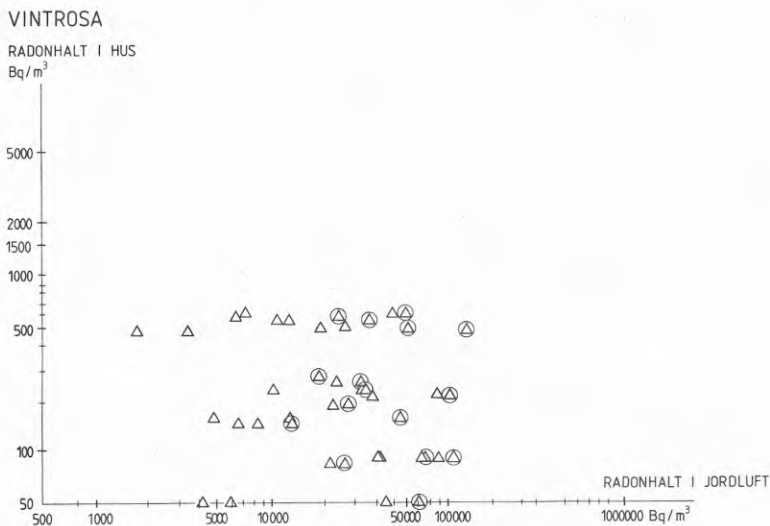
65

Tabellen visar att även i hus grundlagda i kalkstensmorän med litet inslag av alunskiffer överlagrande kalksten, kan höga radonhalter uppmätas. Dock är radonhalterna inomhus generellt lägre än för hus grundlagda i alunskiffermorän, jämför med Fjugesta.

Syftet med de geologiska och byggnadstekniska undersökningarna i Vintrosa var att utröna varför husen i delområde 1, 2 och 3

vid de tidigare mätningarna uppvisat oförklarligt höga radonhalter inomhus. De är förvånansvärt höga med tanke på att husen är grundlagda i kalkstensmorän som överlagrar kalksten. Inget av dessa bägge lager håller uran(radium)-halter som kan förklara de i husen uppmätta radonhalterna. Inte heller byggnadsmaterialet kan förklara de uppmätta halterna.

Resultaten från mätningarna redovisas i figur 8.17. För varje detaljundersökt hus har plottats samtliga resultat från radonmätningarna i marken kring huset mot med spårfilm erhållet årsmedelvärde för radonhalten i huset. Ringad trekant anger den högsta markradonhalt som uppmätts i huset. Avsikten med figuren är att visa spridningen av uppmätta radonhalter i jordluften vid de enskilda husen samt åskådliggöra samband mellan radonhalterna i jordluft och radonhalterna i husen.



Figur 8.17 Samhörande värden för radonhalter i jordluften kring de detaljundersökta husen i Vintrosa och årsmedelvärden för radonhalterna inomhus. Eftersom en till tre markradonmätningar har gjorts kring varje hus är varje hus representerat av en till tre trekantar. Ringad trekant markerar den högsta markradonhalt som uppmätts vid huset.

Ur figuren kan man inte utläsa något samband mellan radonhalterna i marken och radonhalterna i husen. Vad som dock framkom vid undersökningen var att radonhalterna i jordluften i delområdena 1, 2 och 3 var av samma storleksordning som de uppmätta markradonhalterna i delområde 4, där marken består av kalkstensmorän som underlagras av alunskiffermorän och alunskiffer.

Orsaken till de höga markradonhalterna i jordlager överlagrande kalkstenen har antagits vara att det kommer ett radontillskott

från underliggande alunskiffer genom sprickor i kalkstenen, se kapitel 8.5.

Med de konstaterade markradonhalterna i delområdena 1, 2 och 3 är de uppmätta radonhalterna inne i husen orimligt stora. Inomhushalterna kan förklaras med luftintag från underliggande lager, genom sprickor och otätheter i väggar och golv, i storleksordningen $1 \text{ m}^3/\text{h}$.

Skillnaderna i radonhalterna inomhus mellan husen är snarare en effekt av grundläggningssättet och konstruktionen av husen. Exempel på detta kan noteras i delområde 2 där skillnaderna mellan radonhalterna i husen torde bero på huskonstruktionerna. Hus 4208 och 4209 är suterrängshus byggda med betongsulor, medan 4210 och 4211 är källarlösa hus med helgjuten bottenplatta. De förra husen torde ta in betydligt mer radonhaltig jordluft. Med de halter som uppmätts under husen behövs ett luftintag av 2-4 m^3/h . Se tabell 8.13.

Tabell 8.13 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus, delområde 2, Vintrosa.

Hus nr	typ	Radonhalter inomhus Bq/m^3			under ³ hus kBq/m^3	i jordluft kring hus kBq/m^3
		Film 1	Film 2	TLD		
4208	1 sv	228	735	900	20, 23	7, 25
4209	1 sv	527	410	550 ¹⁾	31	20, 25, 60
4210	2	92	159	70 ¹⁾	16	8, 6, 13
4411	2	143	315	420	18	20

1) TLD-mätning är utförd i bottenvåning.

1 = källarvåning, längsgående sultor sv = suterrängvåning
2 = " , hel platta

Hus 4103 inom delområde 4 har förvånansvärt höga radonhalter inomhus, ca $400 \text{ Bq}/\text{m}^3$, trots att grundvattnet står direkt under källargolvet. Man får ändå förutsätta att radonet kommer från marken. Eftersom det inte finns någon jordluft att ta in i huset, bör radonet transporteras genom diffusion eller med vattenånga (fukt) eller eventuellt med metangas, eller med luft som rör sig längs ledningar och kulvertar.

Radonhalten i hus 4102 är lägre än $200 \text{ Bq}/\text{m}^3$ trots att radonhalten i magken kring huset är av storleksordningen 45 000-75 000 Bq/m^3 . Tydligt är att huset är tätt mot marken. Detsamma gäller för hus 4104 i vilket högsta uppmätta radonhalt är 200 Bq/m^3 trots att radonhalten under huset är 74 000 Bq/m^3 .

Undersökningen i Vintrosa visar på risken att bygga i jord på kalksten som överlagrar alunskiffer. Trots att moränen inom de undersökta husen i delområde 1, 2 och 3 inte innehåller någon

alunskiffer, eller högst obetydligt med alunskiffer, har i 17 av 39 hus uppmätts högre radonhalter än 200 Bq/m³. Högsta uppmätta inomhushalt är 691 Bq/m³. Resultaten aktualiserar vidare undersökning av om radontransport genom kalksten från underliggande alunskiffer är möjlig och om hur en sådan transport skulle kunna ske.

8.7 Hustypens inverkan på radonhalt

För att kunna undersöka i vilken grad markradonet påverkar radonhalten inomhus i olika hustyper har de 237 hus, som ingår i projektet, klassificerats efter grundläggningssätt i hus med källarvåning (två hustyper), hus byggda på kryprumsgrund samt hus byggda med platta på mark. De olika hustyperna beskrivs i kapitel 3.2.2.

Radonhalter inomhus har mätts med spårfilm i två utrymmen per hus i det nedersta våningsplanet, källarvåningen där sådan finns. I de detaljundersökta husen har ommätning av radonhalter skett med TLD. Radonmätningarna beskrivs i kapitel 6.4 och resultatet för varje hus i bilaga 2.

De radonhalter som anges i detta kapitel är ett medelvärde för samtliga uppmätta värden i respektive hus. Har TLD-mätningen skett med en TLD per hus under fyra veckor anger detta i sig ett medelvärde för två utrymmen och medräknas därför dubbelt vid beräkning av medelvärdet för huset.

Av de i projektet ingående husen utgör i samtliga hus med källarvåning, alltså av typ 1 och 2, sk stenbaserade byggnadsmaterialen en betydligt större del av totala mängden material än i hus med platta på mark, hustyp 4. Bärande ytter- och innerväggar i källarvåningen är murade i betonghållsten, lättklinker eller gasbetong. Mellanväggarna, de icke bärande, består i en del hus av samma material som de bärande, i andra hus av gasbetongplattor eller -element, men även trä, t ex skivor på regelstomme förekommer. Golvet i källaren är i samtliga hus gjutet av betong, vilket ibland också är fallet med bjälklaget över källarvåningen. Husen i gruppen typ 4 har med något undantag endast stenbaserade byggnadsmaterial i golvet som är gjutet, eftersom stenhus sorterades ur redan från början. Husen på kryprumsgrund, typ 3, har samtliga träbjälklag över kryprummet och saknar murade skorstenar. De har således inget byggnadsmaterial som direkt kan påverka radonhalten inomhus.

Radon från byggnadsmaterialet påverkar mätresultatet något olika för de olika hustyperna. Även inom en och samma hustyp kan denna påverkan variera beroende på det stenbaserade materialets radioaktivitet och luftomsättningen i de rum där mätningen skett. Uppskattningsvis kan radonexhalationen från byggnadsmaterialet i hustyp 1 och 2 ge ett bidrag till inomhusluften på 30-50 Bq/m³, där inte materialet har en förhöjd aktivitet, och i hustyp 4 10-20 Bq/m³.

Källarhusen har en betydligt större markkontakt än de källarlösa husen och bör därför vara mera utsatta för inträngning av markradon. Diffusionen av radon genom en normal byggnadskonstruktion, såsom en murad källaryttervägg eller gjuten bottenplatta,

är liten vid måttliga radonhalter i jordluften. Radonet transporteras i huvudsak med den luft som från marken sugts in i huset genom sprickor, springor och andra otätheter i de byggnadsdelar som ansluter mot mark. Därför bör hus av typ 1 vara mer utsatta för inströmning av markradon än hus av typ 2, eftersom de förra bör ha rent byggnadstekniskt åstadkomna springor mellan golv och källarväggar. Dessa springor kan visserligen vara mer eller mindre lufttäta genom den överbetong som finns på betongplattan i många källarutrymmen.

Lufttransporten från marken och in i huset drivs av skillnaden i lufttryck mellan mark och inne i huset. I hus med självdragsventilation sker en lufttrycksändring i proportion till temperaturskillnaden inne-ute, ju lägre utetemperatur desto större blir undertrycket inomhus vid konstant innetemperatur. Även husets höjd och kraftig blåst påverkar detta undertryck, som normalt är 0-10 Pa i hus med självdrag. I hus med mekaniskt frånluftssystem skapar fläkten ett ständigt undertryck av storleksordningen 5-15 Pa. Vid det tredje ventilationssystemet, FT, är undertrycket inomhus mycket litet eller 0-2 Pa, om luftflödena är väl balanserade d v s till- och frånluftslödena är injusterade så att de är ungefär lika stora.

Även lufttrycket i marken under huset kan påverkas genom t ex ändringar i grundvattenytans läge framför allt i samband med tjälad eller snöbelagd markyta. I ett grovt material, sprängstensfyllning, under huset kan vindförhållandena påverka lufttrycket om sprängstensfyllningen ej är täckt eller endast täckt med ett tunt jordlager utanför huset.

8.7.1 Hustypens inverkan på radonhalt i granitområden

Radonmätning har utförts i 63 hus i vardera Strömstad och Lysekil. Radonhalterna för respektive hustyp samt antal hus av varje typ redovisas för Lysekil i tabell 8.14 och för Strömstad i tabell 8.15. I tabellerna har husen också delats upp efter ventilationssystem, självdrag, F- och FT-system, där F står för mekaniskt frånluftssystem och FT för mekaniskt från- och tillluftssystem.

Tabell 8.14 Radonhalter uppmätta inomhus i Lysekil fördelade på hustyper och ventilationssystem

Hus typ	Självdrag			F-system			FT-system					
	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Radonhalt medel	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Radonhalt medel	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Radonhalt medel
1	7	104	991	659								
2	27	60	1504	457								
3	2	10	30	20								
4	26	33	864	294	1			50				

1 = källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = kryprumsgrund
4 = platta på mark

Tabell 8.15 Radonhalter uppmätta inomhus i Strömstad fördelade på hustyper och ventilationssystem

Hus typ	Självdrag				F-system				FT-system			
	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Bq/m ³ medel	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Bq/m ³ medel	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Bq/m ³ medel
1	8	40	480	149								
2	20	20	390	105	6	20	130	58	1			40
3	6	20	100	40	4	10	80	38				
4	9	40	250	78	8	20	140	69	1			20

Av tabellerna framgår att radonhalten i hustyp 1 så gott som genomgående är högre än för hustyp 2. Medelvärde för hustyp 2 är för både Lysekil och Strömstad ca 70 % av medelvärdet för hustyp 1. Det högre värdet har erhållits i ett hus med suterrängväning, se tabell 8.16. Husen på kryprumsgrund, typ 3, har betydligt lägre radonhalter än övriga hustyper. Hustyp 4 har i Lysekil klart lägre halter än källarhusen även efter reducering av radonhalterna för radon från byggnadsmaterialet. I Strömstadshusen är inte denna skillnad lika klart uttalad, värdena för hus 2 och 4 är efter reduceringen ungefär lika och är relativt sett mycket låga. Någon skillnad i radonhalt i hus med självdrag och hus med F-ventilation finns knappast enligt tabellen för Strömstadshusen möjligen med undantag för hustyp 2.

En stor del av husen enligt typ 2 är suterränghus. Många sådana hus har i andra undersökningar visat sig ha höga radonhalter i jämförelse med källarhus i samma område. En uppdelning av husen av typ 2 i källarhus och suterränghus samt radonhalter i respektive undertyp redovisas i tabell 8.16.

Tabell 8.16 Radonhalter uppmätta i hus av typ 2 fördelade på hus med källarvåning (KV) och hus med suterrängvåning (SV).

Hus typ	Självdrag				F-system			
	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Bq/m ³ medel	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Bq/m ³ medel
<u>Strömstad</u>								
2 samtliga	20	20	390	105	6	20	130	58
2 med KV	10	30	240	83	2	60	130	95
2 med SV	10	20	390	127	4	20	50	40
<u>Lysekil</u>								
2 samtliga	27	60	1504	457				
2 med KV	6	60	745	327				
2 med SV	21	85	1504	494				

Enligt tabell 8.16 är radonhalterna i de självdragsventilerade husen med källarvåning i både Strömstad och Lysekil ca 65 % av radonhalterna i suterränghusen. Vid ett hus med suterrängvåning ligger markytan vid åtminstone en sida i nivå med bottenplattan. Detta gör att ersättningsluft för den luft som sugas in i huset lättare kan strömma in under huset.

Luftomsättningen i hus bestäms av den tilluft som vid ett visst undertryck i huset kan sugas in i detta. Tilluften kommer genom ventiler och otätheter i den omgivande konstruktionen dels utifrån och dels från marken. Hur mycket luft som kommer från endera stället beror på skillnaden i tryckdifferensen inne-ute respektive inne-mark och vilka strömningsmotstånd som de olika luftvägarna ger. Luften från marken skall inte endast sugas genom golvet i huset utan också från atmosfären till marken under huset. För att få en uppfattning om hur stort flödet från marken var i förhållande till totala tilluftsflödet har detta framräknats för de hus där radonhalten i jordluften under huset har uppmätts. Medelvärde av de inomhus uppmätta radonhalterna har för de olika hustyperna minskats med ett uppskattat radonbidrag till inomhusluften från byggnadsmaterialet på 40 Bq/m³ i hus av typerna 1 och 2 och 10 Bq/m³ i hus av typen 4. Dessa värden har i några hus ökat där det vid besiktningen konstaterats förekomst av byggnadsmaterial med förhöjd aktivitet eller att radonmätningen utförts i rum med betydligt lägre luftomsättning än normalt för huset. Resultatet redovisas i tabell 8.17 för hus på sprängstensfyllning och i tabell 8.18 för hus på annan typ av material under husen.

Tabell 8.17 Intag av markluft i % av total mängd tilluft i hus på sprängstensfyllning. Fördelning på hus-typer. Självdragsventilation.

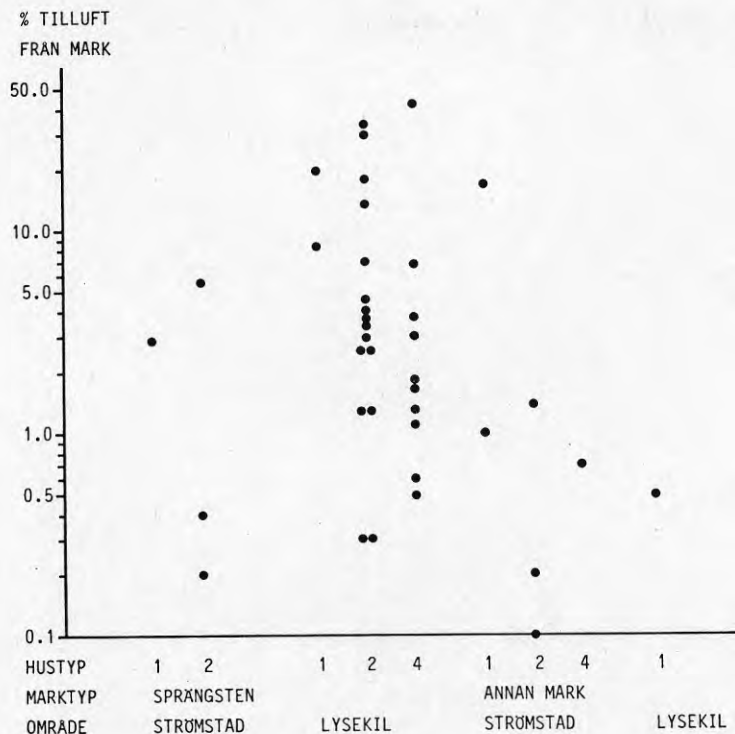
Hus typ	Antal hus	Tilluftsflöde från mark, %		
		min	max	medel
<u>Strömstad</u>				
1	1	0		2.9
2	3	0.2	5.5	2.0
<u>Lysekil</u>				
1	2	8.5	19.8	14.2
2	16	0.3	33.0	8.0
4	10	0.5	42.5	6.3
	9	0.5	6.7	2.3

Tabell 8.18 Intag av markluft i % av total mängd tilluft i hus på annan mark än sprängsten. Fördelning på hustyper. Självdragsventilation.

Hus typ	Antal hus	Tilluftsflöde från mark, %		
		min	max	medel
<u>Strömstad</u>				
1	2	1.0	17.0	9.0
2	4	0.0	1.4	0.6
	3	0.0	0.2	0.1
4	1			0.7
<u>Lysekil</u>				
1	1			0.5

Antalet hus i tabell 8.18 är för litet för att några jämförelser mellan de olika hustyperna skall kunna göras. Värdena ligger på 1.0 % och därunder utom för två hus som avviker kraftigt mot de övriga nämligen ett hus av typ 1 i Strömstad vilket har 17.0 % och ett hus av typ 2 också i Strömstad som har 1.4 % medan de tre övriga i den gruppen har högst 0.2 %. Genomgående är dock värdena i tabellen mycket lägre än de i tabell 8.17, vilket är naturligt eftersom luftströmningsmotståndet i en sprängstensfyllning är mycket mindre än i tätare mark. Enligt tabell 8.17 skulle 30-40 % av tilluften i en del hus med kantförstyvad betongplatta komma från marken, vilket verkar orimligt mycket. Var radonhalten i markluften vid mättillfället onormalt låg

överskattas mängden tilluft från marken. Med tanke på den stora luftomsättning som konstaterats i vissa sprängstenslager kan detta vara orsaken till de höga procentuella värdena. Samtliga värden är plottade i figur 8.18.



Figur 8.18 Intag av markluft i % av total mängd tilluft i hus i granitområden. Fördelning på hustyper och marktper. Självdragsventilation i husen.

8.7.2 Hustypens inverkan på radonhalt i områden med alunskiffer

Radonmätning har utförts i 45 hus i Fjugesta och 65 hus i Vintrosa. Radonhalterna för respektive hustyp samt antal hus av varje typ redovisas för Fjugesta i tabell 8.19 och för Vintrosa i tabell 8.20. I tabellerna har husen också delats upp efter deras ventilationsystem.

Tabell 8.19 Radonhalter uppmätta inomhus i Fjugesta fördelade på hustyper och ventilationsystem.

Hus typ	Självdrag			F-system			FT-system					
	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Radonhalt medel	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Radonhalt medel	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Radonhalt medel
1	20	120	1107	483								
2	7	139	550	299	2	128	244	186				
3	4	427	2666	1087	1			43				
4	10	80	693	236	1			120				

1 = källarvåning, längsgående sulor
2 = " , hel platta

3 = kryprumsgrund
4 = platta på mark

Tabell 8.20 Radonhalter uppmätta inomhus i Vintrosa fördelade på hustyper och ventilationsystem.

Hus typ	Självdrag			F-system			FT-system					
	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Radonhalt medel	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Radonhalt medel	Antal hus	Radonhalt min	Radonhalt max	Radonhalt medel
1	10	80	691	348								
2	22	40	410	193	2	150	591	370	1			60
3	12	30	160	60	5	30	170	62				
4	1			60	9	80	260	190	2	70	120	95

Förhållandet i radonhalter mellan hustyp 1 och 2 är ungefär detsamma för husen i områdena med alunskiffer som i granitområdena. dvs radonhalterna i hus av typ 2 är ca 60 % av radonhalterna i hus av typ 1. De fyra husen på kryprumsgrund (hustyp 3) enligt tabell 8.19 uppvisar samtliga förhållandevis höga radonhalter, vilket det inte finns någon motsvarighet till bland husen av

samma typ i vare sig Strömstad, Lysekil eller Vintrosa. Husen av typ 3 på dessa platser har samtliga byggts under de senaste decennierna, medan de fyra i Fjugesta är byggda från sekelskiftet fram till början av 1920-talet. Anledningen kan därför vara en kombination av mycket otäta bottenbjälklag och dåligt fungerande uteluftsventilation av själva kryputrymmet. Radonexhalationen från markytan i kryprummet är också betydligt högre här än i Vintrosa och granitområdena.

Ett annat anmärkningsvärt förhållande är att husen av typ 4 i Vintrosa, vilka är försedda med F-ventilation, har så höga radonhalter. Dessa är för de här husen helt i nivå med de källarförsedda husen av typ 2.

De från marken erforderliga luftflödena, för att den uppmätta radonhalten inomhus skall erhållas, har beräknats på samma sätt som för vissa hus inom granitområdena och uttrycks i % av den totala mängden tilluft. Dessa värden redovisas för Fjugesta i tabell 8.21. Endast hus där radonhalten under huset har uppmätts är medtagna i tabellen. Samtliga värden är plottade i figur 8.19.

Tabell 8.21 Intag av markluft i % av total mängd tilluft i hus i Fjugesta. Fördelning på hustyper och ventilationssystem

Hus typ	Tilluftsflöde från mark, % Självdrag				F-system			
	Antal hus	min	max	medel	Antal hus	min	max	medel
1	9	0.2	6.2	2.1				
2	5	0.1	0.9	0.3	2	0.1	0.1	0.1
4	5	0.1	0.3	0.1	1			0.1

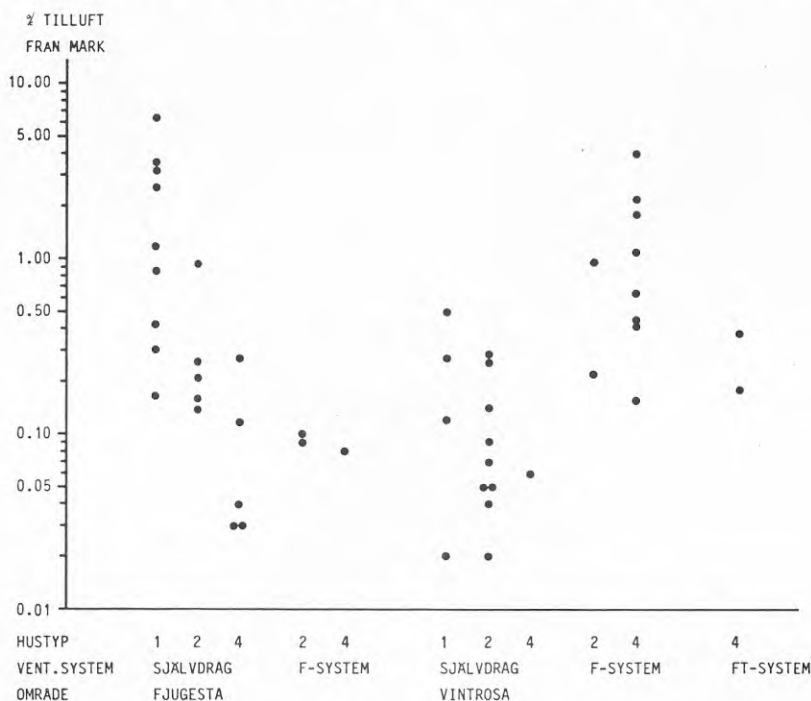
Trots de relativt höga radonhalterna inomhus i Fjugesta är det enligt tabell 8.21 inte stor del av tilluften, som behöver komma från marken för att dessa radonhalter inomhus skall erhållas. Detta beror givetvis på de höga radonhalterna i jordluften under husen. Att inte mera markluft suges in i husen i Fjugesta är en följd av de täta jordarterna som finns under och runt husen samt den höga grundvattenytan.

Inom delområde 1 i Vintrosa har radonhalterna inomhus uppmätts i 44 hus. Samtliga hus är byggda under 1970-talet. Markförhållandena är i stort sett lika under samtliga hus. I tabell 8.22 redovisas radonhalter för respektive hustyp samt antal hus av varje typ.

Tabell 8.22 Radonhalter i hus inom delområde 1 i Vintrosa fördelade på hustyper och ventilationssystem.

Hus typ	Självdrag Antal hus	Radonhalt Bq/m ³			F-system				FT-system			
		min	max	medel	Antal hus	min	max	medel	Antal hus	min	max	medel
1	4	80	220	170								
2	10	40	330	145	2	150	280	215	1			60
3	11	30	160	60	5	30	170	60				
4	1			60	8	80	260	200	2	70	120	95

Enligt tabell 8.22 tycks det inte vara någon större skillnad på radonhalten i hus av olika typ. De F-ventilerade husen med platta på mark har ungefär samma halter som självdragsventilerade hus med källarvåning. Även de båda hustyperna med källarvåning uppvisar ingen större skillnad sinsemellan. Endast husen byggda på kryprumsgrund visar en genomgående lägre radonhalt. Detta beror på att radonhalten i luften i kryprummen är låg. I krypsutrymmena under hus 4418 och 4424 uppmättes med ROAC 350 Bq/m³ respektive 400 Bq/m³. Att värdena är låga orsakas endera av låg radonexhalation från markytan eller på en fungerande självdragsventilation i kryprummen, som är uteluftsventilerade eller av en kombination av dessa orsaker.



Figur 8.19 Intag av markluft i % av total mängd tilluft i hus i områden med alunskiffer. Fördelning på hustyper och ventilationssystem.

Radonhalten i markluften under husen varierar kraftigt inom området, vilket påverkar radonhalterna inomhus. I tabell 8.23 visas vilka mängder markluft i % av totala mängden tilluft som behöver tas in i husen för att de uppmätta radonhalterna i dessa skall erhållas. Hänsyn har tagits till bidraget från radonexhalationen från byggnadsmaterialet vilket har antagits vara 40 Bq/m^3 i hus med källarvåning (hustyp 1 och 2) och 10 Bq/m^3 i källarlösa hus (hustyp 4). Vidare har luftomsättningen satts till 0.2 oms/h i självdragsventilerade hus. Hustyp 3, hus med kryprumsgrund, är inte medtagna i tabellen, eftersom den luft som i dessa hus tas in från kryprummet genom bottenbjälklaget inte har samma radonkoncentration som luften i marken under huset eller under intilliggande garage, där radonhalten i markluften vid denna hustyp mätts upp. För hus under vilka radonhalten inte uppmätts har denna erhållits genom interpolering mellan värden uppmätta under närliggande hus. Samtliga procentvärden är plottade i figur 8.19.

Tabell 8.23 Intag av markluft i % av total mängd tilluft i hus inom delområde 1 i Vintrosa. Fördelning på hustyper och ventilationssätt.

Hus typ	Tilluftsflöde från mark, %				F-system		FT-system			
	Självdrag	Antal min	max	medel	Antal min	max	medel	Antal min	max	medel
	hus			hus	hus			hus		
1	4	0.02	0.50	0.23						
2	10	0.00	0.28	0.10	2	0.22	0.96	0.59	1	0.01
4	1			0.06	8	0.16	4.00	1.34	2	0.18 0.37 0.28

En jämförelse av mängden tilluft, som från marken måste sugas in i husen för att de uppmätta radonhalterna inomhus skall erhållas visar enligt tabell 8.23 en klar skillnad på flöden för hus enligt typ 1 och 2. Intaget av markluft i % av totala tilluftsmängden är dubbelt så stort för hustyp 1 som för hustyp 2. Vad som är ännu mera påtagligt är att husen med platta på mark, hustyp 4, och F-ventilation tar in betydligt mera markluft än källarhusen med motsvarande typ av bottenplatta. Marken under och runt husen är mycket tät, vilket ger ett betydligt större strömningsmotstånd för luften att passera genom marken och in i huset. Det är betydligt mindre strömningsmotstånd genom otätheterna i ytterväggarna, varför proportionellt mycket mera luft kommer in genom dessa än från marken. I husen med platta på mark, hustyp 4, kan luft lättare sugas från atmosfären in under huset och vidare in i huset.

8.7.3 Byggnadssättets betydelse för radonhalt inomhus

I projektet ingår ej hus som är uppförda av byggnadsmaterial med förhöjd aktivitet. Uppmätta radonhalter som är så höga att de inte kan orsakas av radon från byggnadsmaterial med normal

radioaktivitet måste därför ha en annan källa varifrån radonet kommer. Andra sådana källor kan vara marken under och runt huset samt hushållsvatten från brunnar som är djupborrade i granit med förhöjd uranhalt. Samtliga undersökta hus utom de som är belägna i delområde 6 i Lysekil har kommunalt vatten med låg radonhalt. Av de fem undersökta husen i detta område har fyra låga inomhusvärden medan det femte har något förhöjda halter. Dessa kan dock förklaras med radon från byggnadsmaterialet åtminstone till större delen. Förhöjda radonhalter i de undersökta husen måste därför orsakas av radon som från marken tränger in i husen.

Radon från marken kan antingen diffundera genom byggnadsstrukturen in i huset eller genom sprickor och andra otätheter i densamma. En tredje transportmöjlighet är konvektion genom sprickor och otätheter. Det radonflöde som diffunderar in är enligt kapitel 8.7.4 så litet att det inte påtagligt påverkar radonhalten i inomhusluften, såvida inte radonhalten i markluften är mycket hög och det finns stora otätheter i byggnadsstrukturen mot marken.

Hur mycket markradon som med aktiv lufttransport läcker in i huset genom sprickor och andra otätheter beror på tryckdifferensen över sprickan i förhållande till tryckdifferensen över otätheter i ytterväggar och bjälklag ovan mark. Vidare beror det på strömningsmotståndet i de olika läckagevägarna, som för markluften måste räknas ända till luftvolymen över markytan. Av detta följer att en ökning av undertrycket inomhus inte behöver betyda att förhållandet markluft-uteluft förändras. Visserligen sugs mera luft in, men den procentuella ökningen är lika för både markluft och uteluft och därför påverkas inte den del av radonkoncentrationen som orsakas av markradonet. En förändring av tryckdifferensen påverkar dock lufthastigheten i läckagevägarna varvid tryckfallet över dessa kan förändras och därmed också balansen mellan flödena av markluft och uteluft. Genom att öppna eller montera in tilluftsventiler påverkas balansen så att andelen markluft minskar.

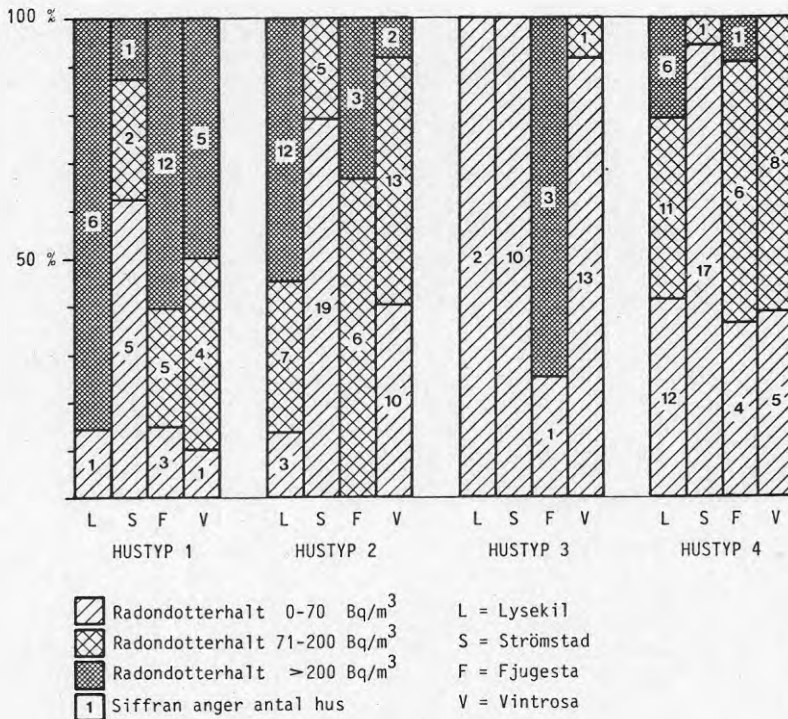
I kapitel 8.7.1 och 8.7.2 redovisas inomhus uppmätta radonhalter i olika typer av hus i granitområden respektive i områden med alunskiffer. Av den redovisningen framgår det att

- den ur radonsynpunkt bästa husen är typ 3, hus på kryppgrund, vilka genomgående har låga radonhalter inomhus med undantag av några äldre hus på alunskiffer.
- tätheten hos byggnadsdelar som ansluter mot mark har större betydelse ju mera permeabel marken under och runt huset är. Vid golv på sprängstensfyllning kan en läcka ha en förödande verkan på radonhalten inomhus medan en läcka av samma storlek knappast har någon betydelse om marken under huset är tillräckligt tät. Eventuella luftvägar mellan dräneringsledningarna och läckagestället kan dock påverka detta.
- i suterränghus sugas lättare markluft in än i ett hus med normal källarvåning på samma marktyp.
- inom områden som är rika på alunskiffer och med så höga

radonhalter i jordluften som i Fjugesta går det inte att bygga hus utan att generellt vidtaga åtgärder mot inträngning av markradon, om man skall vara säker på att radondotterhalten inomhus inte skall överstiga 100 Bq/m³.

inom områden med granit med höga uranhalter går det inte att på sprängstenslager eller grov fyllning bygga hus utan att generellt vidtaga åtgärder mot inträngning av markradon, om man skall vara säker på att radondotterhalten inomhus inte skall överstiga 100 Bq/m³.

byggande på sprängstenslager eller grov fyllning med normala uranhalter medför en särskild radonrisk, eftersom stora mängder markluft kan sugas in i huset. Jämför grusåsar.



Figur 8.20

Fördelning av hustyper efter radondotterhalt. Radonhalten har uppmätts med spårfilm med radondotterfilter, varefter årsmedelvärden har framräknats enligt SP:s metod. Mätningen har i hustyp 1 och 2 huvudsakligen skett i källarplanet.

8.7.4 Diffusion av markradon genom grundkonstruktion

Radontransporten som sker med diffusion genom en byggnadsdel kan beräknas enligt formel (7.6). Härvid erhålls att vid en radonhalt på 20 000 Bq/m³ i marken under en 15 cm tjock betongplatta och 100 Bq/m³ i inomhusluften över denna är radonflödet med diffusion genom plattan 0.8-0.9 Bq/(m²h), vilket ger ett bidrag till radonhalten i inomhusluften på cirka 1 Bq/m³ om luftomsättningen inte är exceptignellt låg. Om radonhalten i marken i stället är 500 000 Bq/m³ blir motsvarande värden 18-23 Bq/(m²h) respektive 25-30 Bq/m³ vid en ventilation med 0.3 oms/h i rummet.

Diffusionen av radon genom en murad källaryttersvägg bör vara mindre eller av samma storleksordning som diffusionen genom betonggolvet, eftersom väggmaterialet visserligen är porösare än betongen men vägg tjockleken är ungefär dubbelt så stor som betongplattans. Därtill kommer 1-2 putsskikt på väggen samt normalt en målningsbehandling på insidan och en fuktisolering på utsidan av väggen. Radonhalten i markluften minskar dessutom mot markytan.

Radon från marken kan också diffundera in i bostaden genom sprickor och andra otätheter i byggnadskonstruktionen. För att beräkna (uppskatta) detta bidrag till radonhalten inomhus används formeln (7.6A). Genom en otäthet med arean 0.02 m² (t ex en 2 mm bred och 10 m lång springa mellan golv och väggar) i en 15 cm tjock betongplatta kan ett rum med volymen 25 m³ och luftomsättningen 0.3 oms/h få följande bidrag

- vid 20 000 Bq/m³ radon i jordluften och 100 Bq/m³ inomhus är bidraget från marken 13 Bq/m³
- vid 500 000 Bq/m³ radon i jordluften och 500 Bq/m³ inomhus är bidraget från marken 320 Bq/m³.

Härvid förutsätts att radonhalten i luften omedelbart över sprickan är densamma som i rummet i övrigt, vilket gör att beräknade värden på diffunderande radonmängder är överskattade. Över sprickan sprids markradonet i rummet dels genom diffusion i luften och dels genom luftrörelser som varierar från plats till plats i rummet. Även tidsmässigt kan dessa luftrörelser variera avsevärt (olika temperaturer på ytor och radiatorer, drag m m).

Diffusionshastigheten för gaser är temperaturberoende och varierar linjärt med absoluta temperaturen i Kelvin. Vid de små skillnader i temperatur i mark och inomhus som det är fråga om vid permanent uppvärmda bostäder kan dessa differenser inte påverka diffusionshastigheten med mer än några enstaka procent och är i varje fall betydligt mindre än osäkerheten i diffusionskoefficienten.

Det är således en mycket måttlig mängd radon som transporteras genom diffusion från marken och in i huset såvida markradonhalten inte är kraftigt förhöjd (storleksordningen 500 000 Bq/m³ och mera).

8.8 Gammastrålning inomhus

I samband med den invändiga byggnadsbesiktningen uppmättes gammastrålningen från golv, väggar och tak i de rum där radonmätning utförts. Resultatet för respektive hus redovisas i bilaga 2.

Gammastrålning från byggnadsdelar av stenbaserade material

Vid mätningarna har scintillometerinstrumentet placerats på byggnadsdelens yta och i närheten av dess mittpunkt för att minska inverkan av strålning från anslutande vägg- eller bjälklagsytor.

I bostadshuset i Lysekil uppmättes normalt gammastrålningen 10-20 $\mu\text{R/h}$ från byggnadsmaterialet. Även gammastrålningen från betonggolv på mark var i denna storleksordning med undantag av hus inom delområde 4 där något högre värden erhöles, högsta värde 24 $\mu\text{R/h}$.

Gammastrålningen från byggnadsmaterialen i husen i Strömstad var något lägre än i Lysekil, normalvärden 7-15 $\mu\text{R/h}$. Högsta uppmätta värde på betonggolv på mark var 16 $\mu\text{R/h}$.

Mätningarna i Fjugesta gav följande värden på gammastrålningen: Normalt från byggnadsmaterial 12-20 $\mu\text{R/h}$, normalt från betonggolv på mark 10-20 $\mu\text{R/h}$. I ett källarrum med tunt betonggolv var strålningen från golvet 35 $\mu\text{R/h}$.

I husen i Vintrosa var gammastrålningen från byggnadsmaterialet normalt 11-15 $\mu\text{R/h}$ och från betonggolv på mark 12-15 $\mu\text{R/h}$. I källarlösa hus inom delområde 1 var strålningen från golvplattorna 10-11 $\mu\text{R/h}$.

Den uppmätta gammastrålningen från motfyllda källarytterväggar liksom från betonggolv mot mark utgörs i huvudsak av strålning som alstras i själva byggnadsmaterialet och av strålning från marken utanför detta.

Gammastrålning i rum i trähus

I rum ovan mark och med väggar av icke stenbaserade material (träregelstommar) uppmättes gammastrålningen mitt i respektive rum.

Gammastrålningsvärdena var genomgående låga, maximalt 15 $\mu\text{R/h}$, men med en viss skillnad mellan å ena sidan Lysekil och Fjugesta och å andra sidan Strömstad och Vintrosa. På de två första orterna uppmättes 10-15 $\mu\text{R/h}$ mitt i dessa rum, i Strömstad och Vintrosa 7-10 $\mu\text{R/h}$.

Radonhalterna i marken och radonsituationen för ett hus bestäms i mycket av möjligheterna till transport av radon i och från marken samt av hur mycket radon som avgår från berggrunden eller de enskilda kornen i en jordart. Så är t ex markens permeabilitet av avgörande betydelse för om jordluft skall kunna röra sig i marken och från marken kunna transporteras vidare in i en byggnad. Det samma gäller för toron men på grund av att toronet så snabbt sönderfaller (halveringstiden är 55 sekunder) hinner inte större mängder toron transporteras någon längre sträcka innan det sönderfaller.

Avgörande för radon- och toronhalten i jordluften eller grundvattnet är hur stor andel av det bildade radonet eller toronet som avgår (emanerar) till jordluften eller grundvattnet från de enskilda mineralkornen i berggrunden eller jorden. Hur mycket radon eller toron som avgår beror på halten av radium-226 respektive radium-224 i mineralkornen och på om det radon och toron som bildas vid sönderfallet av radium kan lämna de enskilda mineralkornen.

I detta kapitel redovisas dels principerna för radon- och toronavgången, dels transporten i marken. Vidare redovisas och diskuteras de erfarenheter av radon- och torontransport som framkommit vid våra undersökningar.

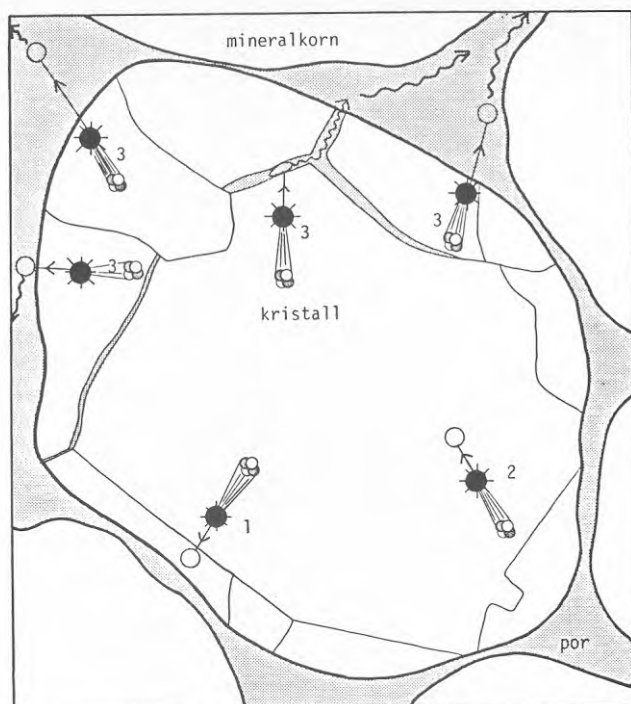
9.1 Bildning och avgång (emanation) av radon och toron






Det finns olika teorier för hur radon- och toronavgången sker från det mineralgitter eller den molekyl i vilken radon- eller toronatomen bildas. Eftersom sönderfallet av radon respektive toron sker på likartat sätt behandlas här endast principerna för radonets sönderfall och avgång.

Radon-222 bildas när radium-226 sönderfaller (toron, Rn-220, när radium-224 sönderfaller).

Vid sönderfallet av radium-226 bildas en radonatom och en alfapartikel, vilken stöts ut från den sönderfallande radiumatomen. Vid utstötandet av alfapartikeln uppkommer en motriktad rekylstöt, en s k "recoil"-effekt. Denna rekylstöt rubbar radonatomerna från den plats i det mineralgitter eller den molekyl där radiumatomen suttit. Längden på den förflyttning som radonatomerna därvid skulle kunna göra i ett mineralkorn med normal densitet har beräknats till 0.02-0.07 μm . Enligt Tanner som teoretiskt har behandlat problemen kring radonets avgång är det just denna förflyttning av radonatomerna som gör att radonet kan avgå från ett mineralkorn (Tanner 1978). Tanner anser att radonatomerna genom förflyttningen skulle kunna stötas ut från kornet och in i en av de porer som omger kornet under förutsättning att radiumatomen suttit nära ytan av mineralkornet. På samma sätt skulle radonatomerna kunna stötas ut till en mikrospricka i mineralkornet. Förloppet åskådliggörs i figur 9.1.

Andra forskare har antagit att radonavgången från mineralkornet skulle kunna ske med en kapillärt orsakad diffusion genom mineralgittret.



-  radiumatom
-  radonatom
-  alfapartikel
-  längd för förflyttningen av radonatomen. Denna är i figuren mycket överdriven. I ett mineral med normal densitet är förflyttningen maximalt 0.02-0.07 μm , i vatten 64 μm .
-  transport av radonatomen med diffusion

Figur 9.1 Principer för radonavgång från ett mineralkorn (Tanner 1978).

Fall 1. Vid sönderfallet av radium bildas en radonatom och en alfapartikel. Av den rekyl som den utstötta alfapartikeln ger radonatomer förflyttas denna ut ur kristallen och in i en angränsande kristall.

Fall 2. Förflyttningen av radonatomer sker genom kristallen.

Fall 3 och 4. Radonatomer förflyttas ut från kristallen till en mikrospricka eller till luften i en angränsande por. Från denna antas den fortsatta transporten av radonatomer att ske med diffusion.

Vilken teori som än är den riktiga så följer att ju mindre den partikel är i vilken radonatomen bildas, desto större är chansen för att en i partikeln bildad radonatom skall transporteras ut från partikeln. Därför är den andel bildat radon som avgår från ett material större ju finkornigare eller porösare materialet är.

Det är i detta sammanhang intressant att jämföra längden på den förflyttning som radonatomen skulle kunna få vid rekylstöten ($0.02-0.07 \mu\text{m}$) med kornstorleken för några mineraljordar. Dessa är för

finler	< $0.6 \mu\text{m}$ (huvuddelen av lerpartiklarna är ofta mindre än $0.06 \mu\text{m}$)
grovler	$0.6-2 \mu\text{m}$
silt	$2-60 \mu\text{m}$
sand	$60-2\ 000 \mu\text{m}$
grus	$2\ 000-60\ 000 \mu\text{m}$

Som synes är lerpartiklarna så små att huvuddelen av de radonatomer som bildas i en lerpartikel borde stötas ut från denna när radiumatomen sönderfaller. Detta kan förklara den höga radonavgång, 40-60 % av allt bildat radon, som bland andra Stranden uppmätt från lera (Stranden 1980).

Svårare är det att förklara att radonavgången från torr sand och grus kan uppgå till 30 % av allt bildat radon. För att så mycket radon skall avgå krävs en annan förklaring än att radonet genom "recoil" avgår från ett gruskorn. En orsak till den höga radonavgången kan vara radiumatomer som sitter som en beläggning på ytan av gruskornen eller i sprickor i dessa. Detta som ett resultat av den selektiva lakning, transport och utfällning av uran och dess dotterisotoper, som sker vid vittringen av mineralkornen (kapitel 10).

Toronavgången från jord har undersökts av bl a Megumi och Mamuro (Megumi och Mamuro 1974). De har funnit att från sand, silt och lera som bildats genom vittring av granit, avgår ca 10 % av allt bildat toron. Eftersom torium och dess dotterisotoper är svårslösliga i vatten vid normala pH och dotterisotoperna har så kort halveringstid har den kemiska lakningen och återutfällningen av torium och dess dotterisotoper mindre betydelse för toronavgången än vad dessa betyder för radonavgången.

En av de faktorer som har inverkan på hur stor del av det bildade radonet eller toronet som avgår från en bergart eller jordart är uranets eller toriumets förekomstsätt i bergarten eller i bergartsfragmenten i jordarten. Ingår uranet i gittret av andra mineral än uranmineral t ex i fältspat, magnetit, apatit eller zirkon är radonavgången från bergarten relativt liten. Om däremot uranet bildar uranmineral som t ex uraninit (U_3O_8), uranotorianit eller coffinit är radonavgången väsentligt större. Detta på grund av att de senare mineralen oftast förekommer på korngränserna mellan större korn av kvarts och fältspat eller mellan skikten i biotit vilket underlättar radonavgången. Denna underlättas även av att uranmineralen är relativt lättvittrade

och att de tenderar att sönderfalla (metamiktiseras) på grund av den egna radioaktiviteten. I graniter med normal uranhalt, 4-10 ppm U, är det vanligast att uranet ingår i andra minerals gitter medan det är vanligare att uranet förekommer i separata uranmineraler ju högre uranhalt är.

9.2 Transport av radon och toron

Transporten av radon och toron i berggrunden och jordlagret sker med diffusion eller mer aktivt med luft (jordgaser) och vatten i rörelse.

Diffusion

Många forskare anser att den huvudsakliga transporten i jordlagret, åtminstone på större djup, sker med diffusion. Diffusionslängden, dvs den längd som radonatomen hinner röra sig innan den sönderfaller, är beroende av i vilket medium transporten sker och av porositeten i mediet. Diffusionskoefficienten för radon-222 i vatten är 10^{-5} cm²/s och för luft 10^{-1} cm²/s. För jord är i normalfallet diffusionskoefficienten av storleksordningen $5 \cdot 10^{-2}$ cm²/s eller mindre. Detta innebär att radonet har sönderfallit till 10 % av den halt det från början hade efter en transport av 5 cm i vatten, 5 meter i luft och ungefär 2 meter i jord (UNSCEAR 1982).

För radontransporten i en jordart har vattenmättnaden i marken stor betydelse. Är porerna i en jordart fyllda med vatten är radontransporten genom diffusion mycket obetydlig. Så är också fallet i täta jordarter som lera och silt. I grövre jordarter med mindre vattenhalt, som grus och sand, kan en betydande diffusion av radon ske. En snabbare transport av radon kan förekomma med grundvatten i rörelse eller med konvektiva strömmar av vatten eller luft i jordlagret. De senare kan vara orsakade av nedträngande regnvatten eller lufttrycksförändringar.

I en bergart eller jordart är möjligheterna till transport med diffusion eller ett annat mer aktivt transportsätt större ju porösare materialet är. Ex är radonavgången (exhalationen) i förhållande till radium-uranhalten liten från en okrossad, ovittrad alunskiffer, vilken är en tät bergart vars porer är fyllda av kerogen och ibland olja. Däremot kan radonavgången i förhållande till radiumhalten vara stor från en grovkornig granit.

Detta bekräftas av resultaten från mätningar av emanationen som SGU låtit utföra vid laboratoriet för teknisk fysik, Danmarks tekniska högskola, på prov av ovittrad alunskiffer från Ranstad och på granit från Mölndal, vilken till typ och radioaktivitet liknar graniten i Lysekil.

Mätningarna utfördes på nykrossat material med kornstorleken 1.7-7.0 mm. Uranhalten i alunskiffern var 325 ppm och radonemanationen 0.76 Bq/(kg h) vilket innebär att 2 % av alla bildade radonatomer avgick till luften. I graniten var uranhalt 12-18 ppm och radonemanationen 0.22-0.45 Bq/(kg h) vilket innebär att 20 % av alla bildade radonatomer avgick. Mätningarna

visar att radonavgången från denna granit är av samma storleksordning som den från alunskiffer trots att uranhalterna i graniten är mycket lägre än i alunskiffern.

Radonavgången från en bergart ökar vid uppkrossning och vitting eftersom möjligheterna ökar för att radonet skall kunna avgå från det enskilda mineralkornet. Därför är radonavgången från en jordart betydligt större än från en bergart förutsatt att de består av samma sorts material.

Annan transport

Vid radonmätningar som utförts i samband med uranprospektering har man erhållit resultat som visar på att radon kan ha transporterats upp till markytan genom berggrunden och jordlagret från uranmalmer som ligger på djup större än 50 meter (Fleischer et al 1980). Man har också funnit att radonhalterna i jordluften ibland är förhöjda över sprickzoner och förkastningszoner i berggrunden och att radonhalten i jordluften förändras innan jordbävningar (Birchard och Libby 1980). Dessa iakttagelser anger att radon skulle kunna transporteras snabbare än med diffusion eller med grundvatten som rör sig i sprickzoner. Olika teorier har uppställts för hur transporten skulle kunna gå till. En teori är att radonet transporteras konvektivt med gasströmmar som rör sig i marken. En annan förklaring kan i en del fall vara att i grundvattnet lösta joner av uran och/eller dess dotterisotoper har utfällts nära markytan och att radonet avgår från det radium som bildas vid sönderfallet av dessa.

Vid de undersökningar som vi har utfört i Lysekil och Strömstad har försök gjorts att välja hus som är byggda över sprick- eller krosszoner i berggrunden. Det har dock vid den detaljerade geologiska undersökningen visat sig att inte något av husen direkt är byggt över en markant kross- eller sprickzon (några hus står vid kanten av sprickzoner) varför effekten av en eventuell radonavgång från en sådan inte kan verifieras. Däremot är ett par hus byggda över sprickigt berg, men någon direkt effekt i form av förhöjd radonhalt har ej iakttagits vare sig i marken kring dessa hus eller i husen.

En effekt av en snabbare radontransport än den som kan ske genom diffusion skulle kunna vara de relativt höga radonhalter 100 000-150 000 Bq/m³, som uppmättes i jordluften i Vintrosa i kalkstensmorän på kalkstensberggrund som överlagrar alunskiffer (kapitel 8.5). Så höga radonhalter i kalkstensmorän på kalksten uppmättes först av statens geotekniska institut (SGI) vid mätningar i Östergötland och har senare bekräftats av Sveriges geologiska undersökning (SGU) vid mätningar i Västergötland och i Lanna i Närke. Kalkstenslagret har i en del fall varit tjockare än 20 meter och det överliggande jordlagret har i huvudsak bestått av kalksten och saknat inslag av alunskiffer. Radiuminnehållet i jordlagret har varit så lågt att det är osannoligt att den höga radonhalten skulle ha orsakats av radon som bildats i jordlagret. Det är därför troligt att en del av radonet i marken kommer från alunskiffern. Hur radonet transporteras är inte känt men en hypotes är att det följer med metangas som avgår från skiffern och som tränger fram i sprickor i kalkstenslagret.

För att testa hypotesen gjordes i maj 1982 en undersökning av radonhalten i metangas från fyra gasförande borrhål i Östergötland (Åkerblom et al 1982). Det visade sig att radonhalterna i den från borrhålen utströmmande gasen var av storleksordningen 6 000-17 000 Bq/m³. Dessa halter kan inte förklara de radonhalter som uppmätts i jordluften. En orsak till de relativt låga radonhalterna i de undersökta gasproven kan vara att gasen i dessa fall kom från gasförande sandstenslager som förekommer i alunskiffern eller underlagrar denna. Det kan tänkas att om gasproven hade tagits från gas som avgår från alunskifferlagrets överyta så hade radonhalterna i gasen varit högre. Detta eftersom gasen då hade kunnat "avlufva" den vattenförande zon som ligger direkt över alunskifferlagret mellan skiffern och kalkstenen. För att undersöka om metangasen verkligen kan vara transportmedel för radonet behövs fler mätningar av radonhalten i metangasen. Dessa bör helst utföras i områden där större mängder gas tränger upp genom markytan.

Erfarenheter från våra undersökningar

De undersökningar som utförts inom detta forskningsprojekt, såväl som erfarenheter vi gjort vid undersökningar av andra markområden, visar att radonet i luften i ett jordlager som regel har bildats i och avgått från jordlagret. Endast i undantagsfall, som t ex i Vintrosa, är det sannolikt att radonet har transporterats till det undersökta jordlagret. Normalt räcker uran-(radium-)halten i jorden till för att bilda den radonkoncentration som uppmätts i jordluften.

I en normal jordart som har en ekvivalent uranhalt på 2-6 ppm och en porositet på 40 % (sand-åsgrus) skulle den maximala radonhalten i jordluften, om alla bildade radonatomer avgår till denna, bli 100 000-300 000 Bq/m³. Normalt avgår 5-25 % av det i en torr jordart bildade radonet till jordluften och redan vid en sådan emanation blir halterna i jordluften så höga att de väl kan räcka till för att ge höga radonhalter i våra bostäder. Akut blir problemet med jordarter som på grund av att de innehåller fragment av alunskiffer eller uranrika graniter har en kraftigt förhöjd radiumhalt. Som visats vid undersökningarna i Fjugesta är radonhalter i jordluften på 100 000-700 000 Bq/m³ inte ovanliga på en meters jorddjup i alunskiffermorän. Maximalt har i sådan morän uppmätts kring 1.5-2 miljoner Bq/m³. I moräng med granitmaterial har maximalt uppmätts 100 000-500 000 Bq/m³. Detta kan jämföras med att normala radonhalter i jordluften är 5 000-30 000 Bq/m³.

Våra undersökningar har visat att om radonhalten i en byggnad skall bli högre än 140 Bq/m³ behöver radonet såväl genom marken som in i huset transporteras på ett mer aktivt sätt än med diffusion. Endast om radonhalten i jordluften är mycket hög, 500 000(?) Bq/m³ eller högre, skulle radon som med diffusion avgår från marken, kunna ge upphov till mera påtagligt förhöjda radonhalter inomhus. Detta beror dels på att den mängd radon som diffunderar upp från markytan under huset är relativt liten, dels på att diffusionen genom betongen i källargolvet eller bottenplattan är liten. Beräkningar visar att om radonhalten under huset är 500 000 Bq/m³ och bottenplattan under huset är 10 cm tjock, skulle radon som diffunderar genom bot-

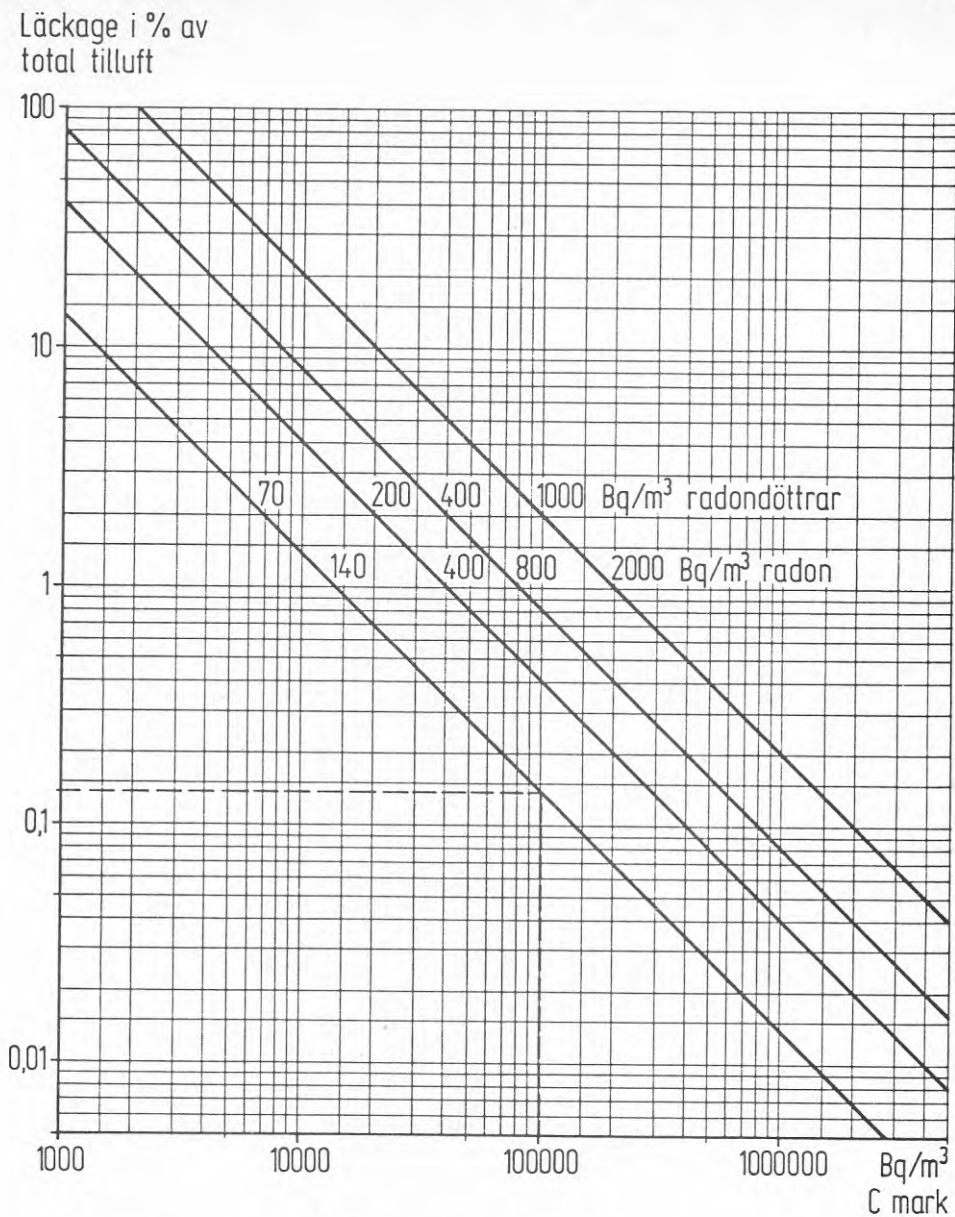
tenplattan inte kunna ge ett högre bidrag till radonhalten inomhus än 50-100 Bq/m³ under förutsättning att luftomsättningen inte är exceptionellt låg. Om det finns sprickor och otätheter i bottenplattan skulle en radontransport som sker med diffusion genom dessa kunna ge en lika stor ökning av radonhalten inomhus som den som erhålls med diffusion genom betongplattan. Först om otätheterna är mycket stora kan radontransport med diffusion ge ett väsentligt bidrag till radonhalten inomhus (kapitel 8.7.4).

En orsak till aktiv lufttransport i marken och från denna in i byggnader är temperaturskillnaden mellan byggnaden och den omgivande (underliggande) marken och det undertryck som skapas inomhus av skillnad i temperatur inomhus och utomhus. Genom temperaturskillnaderna skapas en luftström från marken och in i byggnaden och ut från denna om byggnaden inte är helt tät mot den omgivande marken. Effekten förstärks om byggnaden tätas väl och sätts under undertryck genom fläktventilator. Med luften kan radon transporteras in i byggnaden. Ju högre radonhalten är i jordluften desto mindre volym jordluft behöver komma in i byggnaden för att radonhalten i denna skall bli hög. För beräkning av hur stor volym jordluft med en viss radonhalt som per timme behöver läcka in i en byggnad, för att ge en viss radonhalt inomhus, används formel (7.5) i kapitel 7. Med tillämpning av denna fås t ex att vid en radonhalt i jordluften av 500 000 Bq/m³ blir radonhalten i ett hus med 500 m³s volym och luftomsättningen 0.4 oms/h, 800 Bq/m³ om inläckaget av jordluft är 320 liter per timme. Om radonhalten i jordluften är 10 000 Bq/m³ och radonhalten i huset skall understiga 140 Bq/m³ får maximalt 2.8 m³ jordluft per timme läcka in i huset. I figur 9.2 redovisas största tillåtna inläckage av jordluft med olika radonhalter vid krav på att radonhalten inomhus inte skall överstiga 140 resp 400 och 800 Bq/m³.

Eftersom radonhalten i jordluften sällan är lägre än 1 000 Bq/m³ kan man alltid få högre radonhalter inomhus än vad gällande gränsvärden tillåter om en tillräckligt stor del av tilluften kommer från marken. En aktiv transport av jordluft till ett hus förutsätter dock att luften kan transporteras genom marken. Därvid är markens permeabilitet av avgörande betydelse. De utförda undersökningarna i Lysekil har visat hur stora luftvolymen i vissa fall relativt fritt kan röra sig genom sprängstenslager och fyllningsmassor. Det motsatta förhållandet råder i Fjugesta inom de tomter där grundvattenytan ligger i nivå med husens källargolv eller bottenplattor vilket medför att ingen eller mycket lite jordluft kan röra sig i marken.

Effekten av den stora luftrörligheten i sprängstenslagren är att, av de 63 husen i Lysekil har i 48 hus uppmätts högre radonhalter än 200 Bq/m³ trots att radonhalten i luften i sprängstenslagren inte överskridit 50 000 Bq/m³. Effekten av den låga permeabiliteten i jorden i Fjugesta visar sig genom att i de 14 hus där grundvattenytan ligger nära källargolvet eller bottenplattan är radonhalten i husen mindre än 200 Bq/m³ trots att radonhalterna i jordluften är 100 000-700 000 Bq/m³.

Att bygga hus på sprängstenslager kan jämföras med att bygga på grusåsar. I båda fallen kan stora luftvolymen transporteras genom åsmaterialet eller sprängstenen fram till huset. Dock finns



Figur 9.2

Största tillåtna inläckage av jordluft för att radonhalten (radondotterhalten) inomhus ej skall överskrida 140, 400, 800, resp 2 000 Bq/m^3 (70, 200, 400 resp 1 000 Bq/m^3), som funktion av radonhalten i jordluften. Inläckaget är uttryckt i procent av totala tilluften till huset. Radondotterhalten har förutsatts vara 50 % av radonhalten (Bergström och Clavensjö 1982).

det en väsentlig skillnad mellan åsar och sprängstenslager vad gäller radonrisken. Skillnaden är den att endast i stora sprängstenslager är luftvolymen så stor att ett uttag av några kubikmeter luft per timme kan ske utan att radonhalten drastiskt sjunker i sprängstenslagret. I en grusås däremot, är luftvolymen nära nog oändlig ställd i relation till vad som verklingen kan sugas in i ett hus och en sänkning av radonhalten i den från marken kommande luften sker endast om jordluften blandas med atmosfärisk luft (figur 9.3).

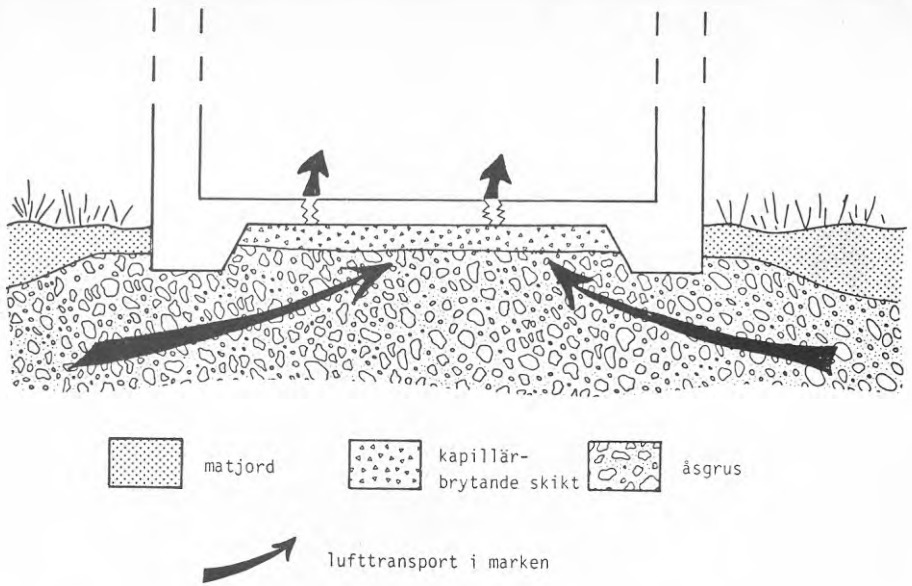
I lerig fuktig mark är permeabiliteten liten och luft kan endast i mycket liten utsträckning transporteras genom jordlagret. I det kapillärbrytande skiktet under ett hus som är byggt på sådan mark kan radonhalten bli mycket hög på grund av radon som diffunderar från marken, vilket de radonhalter som uppmätts under husen i Fjugesta visar. Detta förutsätter dock att luftomsättningen i lagret är mycket liten, vilken den kan vara om ingen lufttransport sker mellan marken och det kapillärbrytande skiktet, på grund av att marken är impermeabel (figur 9.4). Skulle atmosfärisk luft läcka in längs husgrunden sjunker dock radonhalten kraftigt i luften i det kapillärbrytande skiktet.

Förhållandet kan åskådliggöras av följande exempel som skulle kunna vara hämtat från Fjugesta.

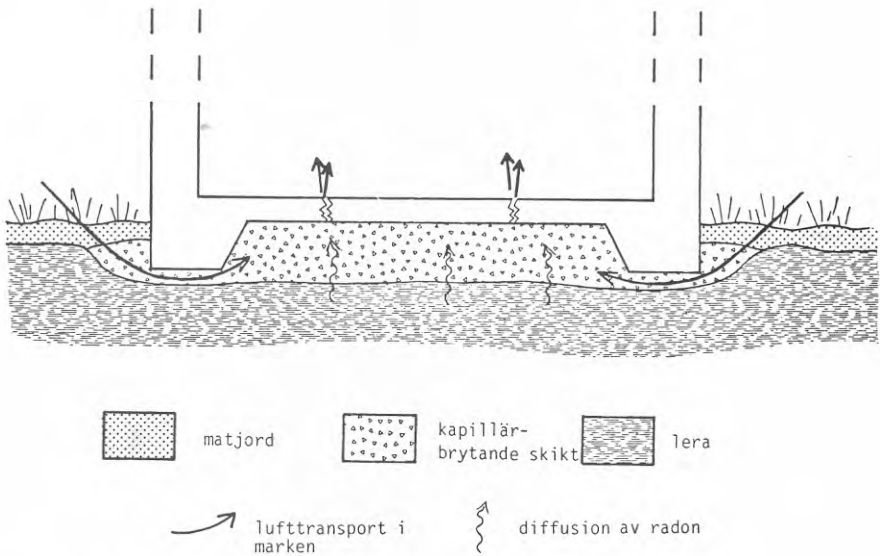
Ett hus har den inre volymen 500 m^3 och en bottenyta av 100 m^2 . Luftomsättningen i huset är 0.4 oms/h . Det kapillärbrytande skiktet under huset är 0.5 meter tjockt och luftvolymen i detta är 20 m^3 . Radonhalten i denna luft antas vid luftomsättningen 0 oms/h vara $500\,000 \text{ Bq/m}^3$. För att hålla denna radonhalt behövs radonavgången (exhalationen) från markytan under det kapillärbrytande skiktet vara $755 \text{ Bq/(m}^2 \text{ h)}$. Bidraget av radon som avgår från materialet i det kapillärbrytande skiktet antas i detta fall vara försumbart. Skulle 1 m^3 atmosfärisk luft per timme transporteras genom det kapillärbrytande skiktet och vidare in i huset blir radonhalten i luften i skiktet $65\,000 \text{ Bq/m}^3$ vilken också är halten på den luft som strömmar in i huset. Radonhalten i huset blir under de givna förutsättningarna 325 Bq/m^3 .

Just den låga permeabiliteten i fukthållande och finkorniga jordar som lera och silt är anledningen till att radonhalten i hus som är byggda på sådana jordar i regel inte har problem med radon. Detta trots att radonhalten i jordluften ofta är rätt hög ($30\,000$ - $60\,000 \text{ Bq/m}^3$). Man bör dock vara medveten om att i hus på dessa jordarter kan radonproblem uppstå i de fall där radonhaltig jordluft transporteras längs rörledningar och kulvertar fram till och in i huset.

Sammanfattningsvis kan konstateras att "radonrisken" för ett hus i de allra flesta fall är beroende av hur lätt radonhaltig jordluft kan transporteras genom jordlagret och in i huset samt av radonhalten i den luft som från marken läcker in i huset. För den första parametern är permeabiliteten i marken och husets täthet avgörande, för den andra radiumhalten i jordlagret eller berggrunden och hur stor del av det radon som bildas som avgår till jordluften samt i vilken mån den inläckande jordluften späds ut av atmosfärisk luft.



Figur 9.3 Hus på rullstensås. Genom att åsmaterialet är grovt kan stora mängder luft transporteras in till huset.



Figur 9.4 Hus på lera. Det fuktiga lerlagret under huset är så tät att nästan all transport av luft hindras. Den enda luft som kan tillföras huset från marken är den atmosfäriska luften som läcker in längs husgrunden.

Radon och toron som diffunderar från markytan torde endast kunna ge upphov till högre radon- och toronhalter i ett hus än 200 Bq/m³ när halten av radium-226 eller radium-224 är hög i marken eller om huset är exceptionellt otätt mot marken. Exempel på sådana hus är krypgrundshus där kryprummet är dåligt ventilerat och stora otätheter förekommer i bjälklaget över detsamma. Detta gäller även hus där golv eller väggar utgörs av berggrunden eller jordlagret. För att få en toronhalt av 200 Bq/m³ i ett hus fordras att den toronförande luften snabbt (inom 3-6 minuter) transporteras och sprids i huset samt att den mängd toronhaltig jordluft som per timme kommer in i huset är ca en femtedel av den totala luftvolymen i huset om toronhalten i jordluften är ca 50 000 Bq/m³.

10 INVERKAN AV VATTEN PÅ RADONAVGÅNG, RADONTRANSPORT OCH RADONHALTER I MARKEN

Den utförda undersökningen har visat exempel på hur grundvatten, porvatten och nederbörd påverkat radonavgången från marken och radonmätningarna. I detta forskningsprojekt har inte ingått någon undersökning av hur vatten påverkar avgången och transporten av radon men eftersom vattnets inverkan är stor redovisas och diskuteras här något om relationerna mellan radon och vatten.

10.1 Radon i grundvatten som orsak till förhöjda radonhalter i hus

Att grundvatten med hög radonhalt, om det används som hushållsvatten, kan vara orsak till förhöjda radonhalter i byggnader finns det många exempel på. Särskilt förekommer sådana fall där hushållsvattnet tas från borrhållsbrunnar i granitisk berggrund. Omfattande undersökningar av radon i grundvatten som orsak till förhöjda radonhalter inomhus har bl a gjorts i Finland (Castren 1978) och i Maine, USA (Hess 1978, 1980 och 1981).

Det är däremot inte konstaterat, vad vi vet, att radon som transporteras med grundvatten och från detta avgår till jordluften skulle vara orsak till höga radonhalter i hus. I våra undersökningar har vi dock påträffat två hus, ett i Strömstad (hus 2302) och ett i Vintrosa (hus 4103) för vilka det inte kan uteslutas att radon från rinnande grundvatten skulle kunna vara orsak till de förhöjda radonhalter, som uppmätts i källarna i dessa hus; 480 respektive 450 Bq/m³. Inom ramen för projektet har det dock inte varit möjligt att göra de relativt omfattande undersökningar som behövs för att med säkerhet fastställa ett sådant samband.

Det är inte osannolikt att radonhalterna kan bli höga i ett hus om det skulle byggas över eller i närheten av ett grundvattenflöde med hög radonhalt. Från grundvattnet skulle radon kunna avgå och genom jorden transporteras till huset. Starkt radonhaltigt vatten förekommer ibland i association till vissa typer av uranrika graniter och till uranmineraliseringar. Något grundvatten med särskilt hög radonhalt har dock ej påträffats vid de hus som ingått i forskningsprojektet.

Den utförligaste undersökning, som gjorts för att ta reda på om radon som i marken transporteras med grundvatten kan vara orsak till förhöjda radonhalter i byggnader, har utförts i gruvstaden (uran) Elliot Lake på uppdrag av Atomic Energy Control Board, Kanada. Bakgrunden till undersökningen var att man i Elliot Lake uppmätt förhöjda radonhalter i många hus trots att dessa var byggda på mark med normalt innehåll av uran (radium). En tänkbar orsak till radonet antogs vara att radonet med grundvattnet transporterades från uranmineraliseringar och uranmalmer som finns i den berggrund på vilken staden är byggd. Undersökningen omfattade bl a hydrologiska och geokemiska undersökningar och pågick under ett helt år. Den visade att grundvattnet i staden hade normala halter av såväl radium som radon och att radon från grundvattnet inte kunde vara orsak till de förhöjda radonhalterna i byggnaderna (DSMA ATCON Ltd report 12 1981).

Det normala förhållandet torde vara att radonavgången från grundvattnet inte ger upphov till förhöjda radonhalter i byggnader. Anledningen är dels att radonhalten i jordluften normalt är lika hög eller högre än den i grundvattnet dels att vattenhalten i jordlagret närmast ovanför grundvattenytan är så stor att diffusion av radonet genom jorden hindras. Endast om radonhalten i grundvattnet är mycket högre än den i jordluften och om grundvattnet är i rörelse eller rinner fram i markytan torde tillräckligt med radon avgå för att påverka radonhalten i en byggnad.

10.2 Lakning av uran och radium

I mikroskala i en bergart eller jordart sker med vatten en lakning av uran från det uranförande mineralkornet. Därvid löses en del av uranet och radiumet av det vatten som finns i porerna i bergarten eller jordarten. Det lösta uranet eller radiumet kan sedan i jonform förflyttas med vattnet och vid lämpliga kemiska förhållanden utfällas t ex i en spricka i eller på ytan av den partikel i vilken uranet från början befann sig i. Med vattnet kan också uranet och radiumet transporteras långa sträckor och depositionen ske på ett helt nytt ställe mycket längre bort t ex i havet. Uran är i sig lösligt även vid normala pH värden i vattnet (pH 5-7) men det utfälls i reducerande miljö. Däremot är radium svårslösligt vid normala förhållanden. Effekten av denna selektiva lakning och återutfällning är att i en jordart råder som regel sönderfallsjämvikt mellan uran-238 och radium-226 eftersom vatten i jordarten lätt kommer åt att laka ut uranet.

Förutsättningarna för lakning och separation av de olika dotterisotoperna till uran ökar också av att den vid sönderfallet av uran-238 bildade dotterisotopen torium-234 genom så kallad "recoil"-effekt rubbas från sin plats i mineralgittret så att den kan komma att sitta mer exponerad för lakning av eventuellt porvatten. Med "recoil"-effekt avses den rekylstöt som den nybildade isotopen får när den vid sönderfallet bildade alfapartikeln stöts ut (förloppet beskrivs utförligare i kapitel 9). För varje alfasönderfall som uranets dotterisotoper genomgår kommer genom "recoil"-effekten den nästa dotterisotopen att sitta alltmer exponerad.

Osmond och Cowart som mätt relationen mellan uran-238 och uran-234 i grundvatten har funnit att den senare isotopen kan förekomma i upp till 10 gånger större koncentration än om sönderfallsjämvikt skulle råda. (Osmond och Cowart 1976).

Dessa lakningsprocesser medför och underlättar att uranet och dess dotterisotoper kan transporteras med grundvatten och ned-sippande regnvatten och återutfällas där miljön är lämplig. Exempelvis sker en sådan utfällning ofta av radium i rostjords-skiktet i moräner (Mineill, under utarbetande).

Effekten av den selektiva lakningen, transporten och återutfällningen av uran och radium är att en del av det lösta uranet och radiumet kommer att återutfällas på ytan eller i sprickor i kornen i jorden varigenom radonavgången underlättas. Detta är en av orsakerna till skillnaden i radonemanation från olika jordarter även om de har samma radiuminnehåll.

Förloppet med lakning och återutfällning åskådliggörs i figur 10.1 som visar hur landisens uppkrossning av berggrunden och den fortsatta vittringen av det uppkrossade bergmaterialet medför att vatten i form av nedsipprande regnvatten och grundvattnen kommer åt att laka och transportera uran och radium från det krossade och vittrade materialet. Därvid sker också en kontinuerlig utfällning av en del av det lakade uranet och radiumet. Transporten av det lakade uranet och radiumet sker såväl i mikroskala som över längre sträckor.

Vid en transport med smältvatten och rinnande vatten av det krossade och vittrade bergarts materialet sker en sortering av materialet i kornstorleksfraktioner (grus - sand - silt - lera). Därvid fortsätter lakningen och alltmer av det uran och radium som ursprungligen fanns i berget kommer att bli löst i vattnet. I en lugnare miljö sker en sedimentation av lerpartiklar varvid en del av det i vattnet lösta uranet och radiumet återfälls och adsorberas på de sedimenterade lerpartiklarna. Vid transporten med vattnet sker också förutom lakningen en bortförsel av uranmineral eller uranförande mineral eftersom dessa förekommer som mycket små och mjuka korn. I viss utsträckning sker också en leromvandling av uranmineralen.

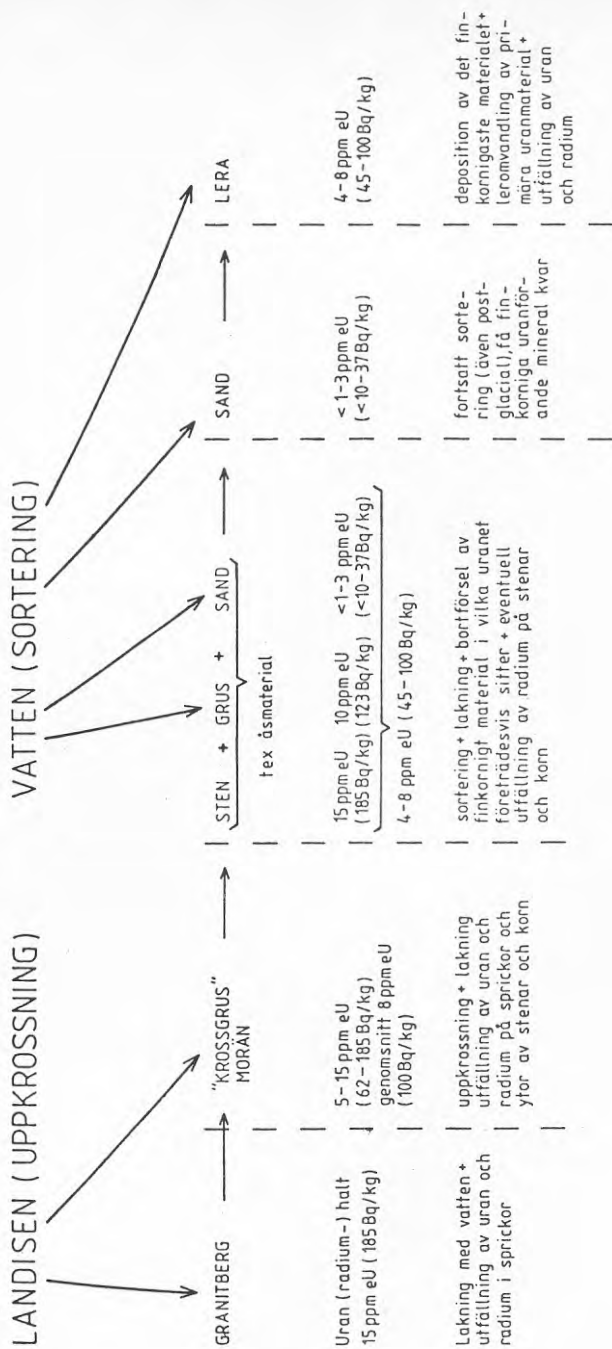
Resultatet blir att uran och radiumhalten minskar med ökande sorteringsgrad för att åter öka något i leran. Lägst är halterna av uran och radium i sand från vilken nästan alla uranförande mineral är borttvättade.

10.3 Effekt av porvatten

En effekt av vatten i porerna i en bergart eller jordart är, enligt Tanner, att vattnet bromsar en del av de radonatomer som genom "recoil"-effekten stöts ut från sin ursprungliga plats i mineralkornet och därigenom hindrar radonatomen från att tränga in i angränsande mineralkorn. Vatten i porerna skulle på så sätt öka radonemanationen. (Tanner 1978).

I ett jordlager som befinner sig under grundvattenytan är alla porer fyllda med vatten. Därför tillförs vattnet alla de radonatomer som avgår från jordarten. Eftersom radonets diffusionslängd i vatten är liten, diffusionskoefficienten för vatten är $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, diffunderar endast en liten del av det radon som finns i vattnet ut från vattnet och normalt torde jämvikt råda i en vattenfylld por mellan radon som avgår till poren och radon som sönderfaller. Detta innebär att radonhalten i en vattenfylld por är lika med den maximala radonhalt som kan bildas i jordartens porer vid den aktuella porositeten under förutsättning att vattnet inte rör sig mer än några centimeter.

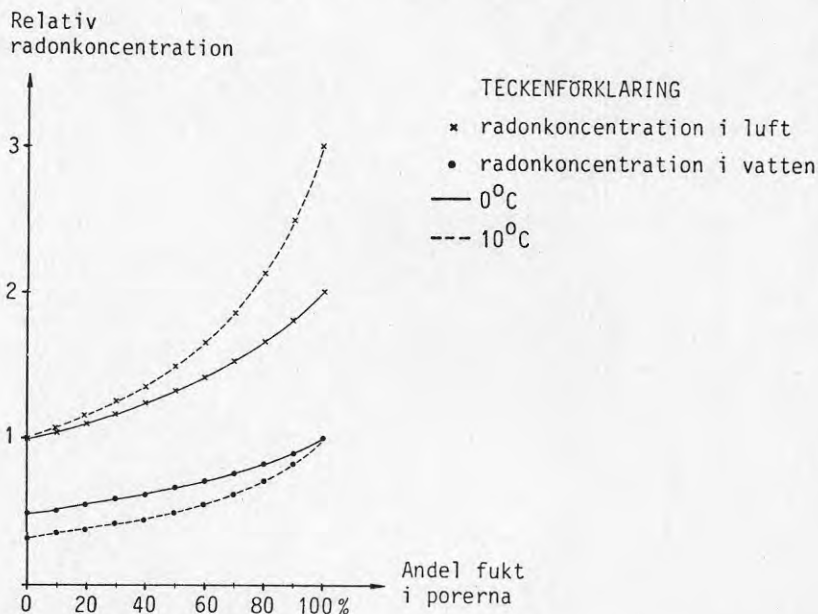
Eftersom diffusionslängden för radon i vatten är också radonavgången från en vattenyta mycket liten, är storleksordningen $10^{-9} \text{ Bq}/(\text{m}^2\text{h})$ per $1 \text{ Bq}/\text{m}^3$ i vattnet. (UNSCEAR 1982). I jorden finns det dock inte någon jämn och bestämd grundvattenyta utan snarare en oregelbunden yta som ökas av den kapillära transporten av vatten. I själva verket torde ett omedelbart utbyte av radon ske från vatten till luft i porerna inom den kapillära zonen. Ett jämviktsläge bör därför råda inom hela den



Figur 10.1 Schematisk redovisning av effekten av landisens uppkrossning av en granitisk berggrund med en antagen uranhalt av 15 ppm U. Genom uppkrossningen av berget och bildningen av morän kommer vatten (smältvatten, rinnande vatten samt vatten i sjöar och hav) åt att transportera och sortera det krossade berget varvid jordarter som grus, silt och lera bildas. Därvid sker även en bortförel av uranmineral. En fortlöpande lakning av uran och radium sker med detta vatten, perkolerande vatten och med grundvattnet. Samtidigt sker en utfällning av uran och radium på sprickor i berggrunden, i stenar och i mineralkorn samt på ytorna av kornen. En del av det i vattnet lösta uranet och radiumet absorberas åter på de sedimentterande lerpartiklarna.

kapillära zonen mellan porvattnets radonhalt och porluftens radonhalt. Detta jämviktsförhållande mellan radon i vattnet och i luft i porerna består även om radon diffunderar bort från jordluften.

Jämvikt mellan radon i porvattnet i jorden och radon i jordluften råder vid ca 10°C när radonhalten i jordluften är ca 3 gånger större än i vattnet och vid 0°C när radonhalten i jordluften är ca 2 gånger större än i vattnet. (Allen 1976) och (DSMA ATCOM Ltd report 6 1979). (Figur 10.2).



Figur 10.2 Radonkoncentrationer i luft respektive vatten för olika fukthalter.

Eftersom antalet radonatomer i porvolymen i en jordart är konstant om emanationen i jordarten är konstant och inget radon tillförs eller lämnar porvolymen innebär en ökning av vattenmängden i porvolymen en ökning av radonhalten i den kvarvarande luften. Radonhalten i porluften skulle t ex om porerna var fyllda med 75 % vatten och 25 % luft vara 2 gånger större än om porerna var helt fyllda med luft. Förhållandena mellan radonhalter i porvatten och jordluft vid olika mängd vatten i porerna framgår av figur 10.2. Ju närmare till grundvattenytan desto mer är porerna fyllda med vatten. Därav följer att radonkoncentrationen i luften i porerna ökar ju mindre avståndet blir till grundvattenytan. Den ökande radonkoncentrationen i jordluften vid ökat djup skulle kunna vara en drivkraft till en snabbare diffusion av radon genom jordlagret.

Vid mätning av radon i jordluften kan detta jämviktsförhållande mellan radon i porvatten och radon i porluft vara en orsak till

att alltför höga radonhalter uppmäts i förhållande till radonhalten i torr jord eller jord i vilka porer är helt vattenfyllda. Då vattenhalten i marken inte bestämts vid de mätningar som utförts i projektet finns inget underlag för att korrigera de uppmätta radonhalterna i jordluften för effekten av den koncentrationsökning som porvattnet innebär.

En ökning av radonhalten i jordluften genom en ökad vattenmängd i porerna skulle där grundläggning sker i den kapillära zonen kunna öka risken för att radon diffunderar in till huset. Detta på grund av att koncentrationsgradienten blir större mellan radonhalten i jordluften och luften i dräneringslagret-huset. Där emot får en ökad vattenhalt samtidigt till följd att permeabiliteten i jordlagret blir mindre vilket minskar möjligheten för jordluft att transporteras genom marken. Förmodligen tar dessa bägge effekter av vatten ut varandra.

En faktor som antas ha stor betydelse för mängden radon i jordluften är nederbörden. Det nedträngande vattnet fyller porerna vilket får till följd dels att luften i porerna pressas upp mot markytan, dels tar det nedträngande vattnet med sig radon och dels sätter vattnet jordluften i rörelse. Regnvattnet åstadkommer på så sätt en tillfällig ökning av radonavgången från markytan, en ökning av radonhalten i jordlagren nära markytan och en sänkning av radonhalten i luften på större djup, samtidigt som luft med hög radonhalt kan föras upp mot markytan genom konvektiva strömmar.

10.4 Vattenhaltens betydelse för transport

Vad vattenmättnaden i marken betyder för möjligheterna för transport av radon genom och från jorden till ett hus framgår om man jämför radonhalterna i husen inom delområde 1 och 2 i Fjugesta. I delområde 1 är husen byggda på lerig alunskiffermorän och grundlagda i eller nära grundvattenytan. Radonhalten i husen är 150-240 Bq/m³ trots att radonhalten i marken är 100 000-750 000 Bq/m³. I delområde 3 är flera av husen grundlagda på lerig sandig alunskifferrik morän. I de hus under vilka grundvattenytan ligger på någon meters djup är radonhalten i husen 400-1 500 Bq/m³. Radonhalten i jordluften är 100 000-700 000 Bq/m³. Skillnaden i radonhalt för husen i de två områdena beror på det höga grundvattenläget i delområde 1 vilket medför att radonexhalationen från jorden blir liten och att ingen eller mycket lite luft kan transporteras genom jorden för vidare transport in i husen.

Samspelet mellan radon-vatten-luft är komplicerat. Att närmare studera de parametrar som bestämmer radonavgången och radontransporten i relation till grundvattnet och vattenmättnaden i jorden är en angelägen forskningsuppgift om man skall lära sig mer om hur man skyddar sig mot radon från marken.

11 FÖRSLAG TILL FORSKNINGSPROJEKT

Som framgått av tidigare kapitel är kunskapen om de mekanismer och processer som påverkar och bestämmer koncentrationen och transporten av radon i marken otillräcklig och i vissa fall obefintlig. För att klarlägga dessa frågor och oklarheter krävs en omfattande forskningsverksamhet.

I en rapport av Ericson (Ericson 1981) redovisades ett förslag till forskningsprogram rörande främst radon i bostäder.

Här nedan ges förslag på forskningsuppgifter kring radon i marken och från marken samt ventilationen i bostaden, vilka bedömts som viktiga utgående från de problem vi stött på under genomförande av detta projekt.

Radontransport i mark

Det finns i dag en mängd oklarheter vad gäller radonets transport i berggrunden och jordluften. Delade meningar råder om betydelsen av radontransport, om den sker med diffusion eller med konvektion och om långväga transporter av radon förekommer. Kan flöden av jordgas, vattenånga eller metangas påverka radontransporten? Hur påverkas dessa transportmekanismer av permeabilitet och porositet?

Runt om i världen pågår forskningsprojekt med inriktning på radonets transportmekanism men ytterligare forskning kring dessa problem är angelägna. Ett specifikt problem inom detta område, som bör uppmärksammas, är hur och i vilka mängder radon transporteras med jordluft som rör sig längs kulvertar och rörledningar i marken och från dessa in i husen.

Kalibrering av mätmetoderna i markmiljö

För att få en uppfattning av storleksordningen på radonhalten i markluften krävs att mätmetoderna kalibreras mot kända radonhalter. I dag utförs dessa kalibreringar i radonrum världen över. Man har i dessa radonrum stabila och kontrollerade förhållanden vad gäller luftfuktighet, tryck och temperatur. Vanligt är då att man håller dessa parametrar i överensstämmelse med de i ett vanligt rum, dvs rumstemperatur och normal luftfuktighet. Dessa betingelser stämmer dock dåligt med de som råder i marken. Hur de olika mätmetodernas respons ändras med dessa ändrade betingelser (exempelvis sänkt temperatur och höjd luftfuktighet gentemot radonrummen) är i dag inte känt. Det är därför av vikt att sådan typ av forskning kommer i gång.

Kalibrering av mätmetoderna för toron

Vi har i undersökningen sett att toron påverkat mätningarna i mark och att toronkoncentrationen i vissa fall enligt våra grova uppskattningar varit av samma storleksordning som radonkoncentrationen. För att i framtiden kunna bedöma en eventuell påverkan av toron vid radonmätningarna inomhus samt att uppskatta

toronhalter och dess tillskott till den totala stråldosen krävs att undersökningar på detta område kommer i gång.

Långtidsmätningar av radon i markluft

Kunskaperna om radonhaltens normala variation i en och samma punkt är bristfälliga. Detta gäller både de mera långvariga årstidsvariationerna som de kortare variationerna vilka har sin orsak i ändrade meteorologiska förhållanden.

I dag bedrivs forskning på detta område av statens geotekniska institut men ytterligare forskning bör stimuleras. Forskningen bör utföras i olika typer av jordarter på vilka hus byggts. Viktigt är att mätningarna får pågå under minst två år, helst dock längre.

Samspelet mellan radon i vatten och radon i luft

För att få en förståelse av det förlopp som påverkar och styr koncentrationerna av radon i marken är det nödvändigt att man studerar jämviktsförhållandena i jorden mellan radon i porvattnet och radon i porluften. Hess har angett att radonkoncentrationen i luft är 3.9 gånger större än den i vatten, vid jämvikt och rumstemperatur (Hess 1980). Detta skulle innebära att den faktiska radonkoncentrationen av radon i markluften ökar med ökad andel vatten i porerna, dvs högre vattenhalt. Vattenhaltens inverkan på radonhalten i marken och radontransporten bör undersökas för att klargöra vilken betydelse den har för "radonrisken" i byggnader.

Ytterligare forskning rörande radonavgång från vatten bör också stimuleras. Detta dels för att få en uppfattning om ett möjligt radontillskott till markluften från grundvattnet, dels för att öka förståelsen av samspelet mellan radon i vatten och radon i luft.

Bebyggelsens inverkan på radonkoncentrationerna i mark

Radonkoncentrationen i orörd mark och koncentrationen i samma mark efter den bebyggs torde kunna skilja sig avsevärt eftersom transportvägen för radon kan förändras. Hur och i vilken grad radontransporten ändras är i dag oklart. Därför bör forskning startas med syfte att studera hur en förändring av villkoren (bebyggelse) påverkar radontransporten.

Variationer i radonhalt i ett bostadshus

Luftomsättningen i ett rum har stor betydelse för hur hög radonhalt som kan byggas upp i rummet. En fördubbling av luftomsättningen halverar ungefärligen radonhalten under förutsättning att radontillflödet är konstant. Luftens rörelse i rummet påverkas av ett flertal faktorer t ex värmekällor, ytemperaturer på väggar och bjälklag, läckage utifrån. Den kan därför variera avsevärt i olika delar av ett och samma rum. Hur mycket påverkas radonhalten i olika punkter i rummet av dessa luftrö-

relser? Var skall radondetektorn placeras för att ge ett medelvärde för rummet?

Vid mätningar av radonhalter under husens bottenplattor har i flera fall höga toronhalter konstaterats. Toronet har en kort halveringstid, 55 sek. Detta innebär att toronet snabbt måste transporteras in i huset och blanda sig med rumsluften, om det skall kunna påverka radonmätningarna inomhus. Härvid har läget för läckaget sannolikt en stor betydelse. Genom en läcka i bottenplattan alldeles under en uppvärmd radiator borde toronhaltig jordluft kunna sugas in och snabbt spridas av den uppåtriktade luftström, som åstadkoms av värmen från radiatoren.

Forskning erfordras för att ge svar på ovan ställda frågor och huruvida toron från marken kan transporteras så snabbt att en icke obetydligt toron-(dotter-)koncentration kan uppstå inomhus.

Momentanmätning av luftomsättning i bostadsrum

I ett hus med självdragsventilation bestäms luftomsättningen i hög grad av variabla faktorer såsom skillnad i temperatur inne ute, vindriktning och vindstyrka. Vid en luftomsättningsmätning erhålls ett mått på ventilationen vid just det tillfället, men det saknas idag möjlighet att räkna om detta momentanvärde till ett årsmedelvärde eller till ett medelvärde för viss tid t ex den tid under vilken radonmätning utförs.

En enkel metod för mätning av luftomsättningen i ett självdragsventilerat hus och möjlighet att med utgångspunkt från ett momentanvärde på luftomsättningen erhålla ett årsmedelvärde skulle vara till god hjälp vid analysering av konstaterade radonhalter inomhus och vid beräkning av effekten hos olika åtgärder för att sänka radondotterhalten.

LITTERATUR

- Allen, J W, 1976: Development of a portable radon detection system. (Bendix Field Engineering Corp., Grand Junction, Colorado.) September 1976. GBJX-50(76).
- Alter, H W och Fleischer, R L, 1981: Passive integrating radon monitor for environmental monitoring. (Health Physics.) Vol. 40 May 1981, p. 693-702. Pergamon Press Ltd.
- Alter, H W. Personligt meddelande. (Terradex Corporation, Walnut Creek, California, USA.)
- Asklund, B, 1947: Gatsten och kantsten. (Sveriges geologiska undersökning.) Ser C nr 479. Stockholm.
- Bergström, B och Clavensjö, B, 1982: Radon i bostäder. Metod för beräkning av radondotterhalter i bostäder. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport R88:1982, Stockholm. ISBN 91-540-3754-9.
- Birchard, C F och Libby, W F, 1980: Soil radon changes preceding and following four magnitude 4.3-4.7 earthquakes on the San Jacinto fault in southern California. (Journal of Geophysical Research.) Volume 85, nr B6, p. 3100-3106.
- Castrén, O, 1978: The contribution of bored wells to respiratory radon daughter exposure in Finland, in Gesell T F and Lowder W M, eds, 1980: Natural radiation environment III. Proceedings of a symposium held at Houston, Texas, April 23-28, 1978. (Technical Information Center/U.S. Department of Energy.) Volume 2, p. 1364-1370. Springfield, Virginia. ISBN 0-87079-119-2.
- Clavensjö, B m fl, 1982: Radon i bostäder - Byggnadstekniska åtgärder för att minska radonhalten i inomhusluft. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport R28:1982. Stockholm. ISBN 91-540-3658-5.
- Dahlman, B, 1962: Utredning om södra och mellersta Sveriges uranförande skiffrar. (Sveriges geologiska undersökning.) Stockholm. /Oppublicerad stencil./
- De Geer, G, 1902: Beskrivning till kartbladet Strömstad med Koster. (Sveriges geologiska undersökning.) Ser Ac nr 1. Stockholm.

DSMA ATCON Ltd. (Dilworth, Secord, Meagher and Associates Limited), 1978: Report on investigation and implementation of remedial measures for the radiation reduction and radioactive decontamination of Elliot Lake, Ontario. (Atomic Energy Control Board, Canada.) January 1978.

DSMA ATCON Ltd. (Dilworth, Secord, Meagher and Associates Limited), 1979: Report on investigation and implementation of remedial measures for the radiation reduction and radioactive decontamination of Elliot Lake, Ontario. (Atomic Energy Control Board, Canada.) January 1979.

DSMA ATCON Ltd. (Dilworth, Secord, Meagher and Associates Limited), 1979: Radon production rate of Elliot Lake soils. Development program for radiation reduction. (Atomic Energy Control Board, Canada.) Report 4, January 1979.

DSMA ATCON Ltd. (Dilworth, Secord, Meagher and Associates Limited), 1979: Variation of radon concentration in soil gas. (Atomic Energy Control Board, Canada.) Report 6, June 1979.

DSMA ATCON Ltd. (Dilworth, Secord, Meagher and Associates Limited), 1979: Natural radioactivity in Ontario Sands. Development program for radiation reduction. (Atomic Energy Control Board, Canada.) Report 7, June 1979.

DSMA ATCON Ltd. (Dilworth, Secord, Meagher and Associates Limited), 1981: Groundwater investigation. Development program for radiation reduction. (Atomic Energy Control Board, Canada.) Report 12, February 1981.

DSMA ATCON Ltd. (Dilworth, Secord, Meagher and Associates Limited), 1981: Report on investigation and implementation of remedial measures for the radiation reduction and radioactive decontamination of Elliot Lake, Ontario. (Atomic Energy Control Board, Canada.) February 1981.

Ericson, S-0, 1981: Radon i bostäder - litteraturstudie och förslag till forskningsinsatser. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport R128:1981. Stockholm. ISBN 91-540-3593-7.

Ericsson, B, 1979: Beskrivning till jordartskartan Karlskoga S0. (Sveriges geologiska undersökning.) Serie Ae, nr 37, Uppsala.

Fleischer, R L, Hart Jr, H R och Mogro-Campero, A, 1980: Radon emanation over an orebody: Search for long-distance transport of radon. (Nuclear instruments and methods.) 173, 1980, p. 169-181. North Holland Publishing Company.

Florida Department of Health and Rehabilitative Services, 1978: Study of radon daughter concentrations in structures in Polk and Hillsborough counties. (Department of Health and Rehabilitative Services, Central Operations Services, Radiological Health Services.) January 1978.

Fromm, E, 1972: Beskrivning till geologiska kartbladet Örebro SV. (Sveriges geologiska undersökning.) Serie Ae, nr 5. Stockholm.

Hess, C T et al, 1978: Investigation of natural levels of radon-222 in groundwater in Maine for assessment of related health effects, in Gesell, T F and Lowder, W M, eds, 1980: Natural radiation environment III. Proceedings of a symposium held at Houston, Texas, April 23-28, 1978. (Technical Information Center/U.S. Department of Energy.) Volume 1, p. 529-546. Springfield, Virginia, USA. ISBN 0-87079-119-2.

Hess, C T et al, 1979: Radon-222 in potable water supplies in Maine: The geology, hydrogeology, physics and health effects. (Land and Water Resources Center, University of Maine at Orono.) September 1979. Orono, Maine.

Hess, C T et al, 1981: Investigation of ^{222}Rn , ^{226}Ra and U in air and groundwaters of Maine. (Land and Water Resources Center, University of Maine at Orono.) June 1981. Orono, Maine.

Hesselbom, Å et al, 1981: Radon i mark. En studie av metoder och instrument för bestämning av radonkoncentrationer i mark. (Statens råd för byggnadsforskning.) Rapport R47:1981, Stockholm. ISBN 91-540-3475-Z.

Hessland, I och Armands, G, 1978: Alunskiffer. Underlagsmaterial geologi. (Statens Industriverk.) Utredning SIND 1978:3. Stockholm.

Hildingson, O. Personligt meddelande. (Statens provningsanstalt.) Borås.

Hildingson, O, Petersson, H och Samuelsson, C, 1981: Mätmetod för bestämning av radonavgång från byggnadskonstruktioner. Delrapport av BFR-projekt nr 791499-3 statens provningsanstalt, Borås.

Israelsson, S, Knudsen, E och Ungethüm, E, 1972: Natural radioactivity in soil gas. Exhalation of natural radioactivity from the ground surface. (Meteorologiska institutionen vid Uppsala universitet.) Report No 30, Uppsala.

Jonassen, N och McLaughlin, J P, 1976: Radon in indoor air I. (Laboratory of applied physics, Technical university of Denmark.) Research report 6.

Kraner, H W, Schroeder, G L and Evans, R D, 1964: Measurements of the effects of atmospheric variables on radon-222 flux and soil gas concentrations, in Adams, J A S, and Lowder, W M, eds.: The natural radiation environment. (Rice university publications) University of Chicago press, p. 191-215. Chicago, Illinois, USA.

Lindén, A H och Åkerblom, G, 1976: Method of detecting small or indistinct radioactive sources by airborne gamma-ray spectrometry in Jones, M J ed.: Geology, mining and extractive processing of uranium. (Institution of Mining and Metallurgy.) p. 113-120. London.

Lindström, A, 1902: Beskrivning till kartbladet Uddevalla. (Sveriges geologiska undersökning.) Ser AC nr 3. Stockholm.

Lundegårdh, P H & Fromm, E, 1971: Beskrivning till berggrunds-kartbladet Örebro SV. (Sveriges geologiska undersökning.) Serie Af, nr 101. Stockholm.

MacLaren, James F, Limited, 1979: Report on investigation and implementation of remedial measures for the reduction of radioactivity found in Bancroft, Ontario, and its environs. (The Atomic Energy Control Board, Canada.) February 1979.

Malmqvist, L et al, 1980: Radonmätning med plastfilm - En ny teknik för geologiska undersökningar, prospektering och för kartläggning av strålningsmiljö. (Styrelsen för teknisk utveckling.) STU-rapport 77-3590.

Megumi, K & Mamuri, T, 1974: Emanation and exhalation of radon and thoron gases from soil particles. (Journal of geophysical research) vol 79, no 23, p. 3357-3360.

Mellander, H, Österlund, S-E och Åkerblom, G, 1982: Gammaspectrometri - en metod att bestämma radium- och gammaindex i fält. (Sveriges geologiska AB.) Rapport BRAP 82072, Luleå. /Opublierad stencil./

Minell, H under utarbetande: Gammastrålning från och fördelningen av kalium, uran och torium i jordarter. (Sveriges geologiska undersökning.) Intern rapport, Luleå.

Mustonen, R, 1980: Measurements of the radon exhalation rates from building materials. (Nordic Society for Radiation Protection.) p. 6-9. January 1980.

Nyblom, L, 1980: Radon i luften i byggnader, där värmeackumulering sker i stenmagasin. (Department of Radiation Physics, Karolinska Institute.) Internal report RI 1980-03. Stockholm.

Osmond, J K och Cowart, J B, 1976: The theory and uses of natural uranium isotopic variations i hydrology. (Atomic Energy Review.) Volume 14, no. 4, p. 621-679.

Porrit, J W M, 1979: Radon-in-soil measurements in uranium exploration using the RE 279 radon counter. (Bondar-Clegg & Company Ltd.) Ottawa, Canada.

Stranden, E, 1980: Thorium and radon daughters in different atmospheres. (Health Physics.) Volume 38, p. 777-785.

Tanner, A B, 1964: Radon migration in the ground: A review, in Adams, J A S and Lowder, W M eds.: The natural radiation environment. (Rice university publications.) University of Chicago press, p. 161-190. Chicago, Illinois, USA.

Tanner, A B, 1978: Radon migration in the ground: A supplementary review, in Gesell, T F and Lowder, W M eds.: Natural radiation environment III. Proceedings of a meeting held at Houston, Texas, April 23-28, 1978. (Technical Information Center/U.S. Department of Energy.) Volume 1, p. 5-56. Springfield, Virginia. ISBN 0-87079-119-2.

UNSCEAR 1982: Report of the United Nations scientific committee on the effect of atomic radiation to the General Assembly, 1982, Annex D, in press.

U.S. Department of Energy (DOE), 1979: Progress report on the Grand Junction uranium mill tailings remedial action program. February 1979. DOE/EV- 0033 UC-2 UC-11.

U.S. Department of Energy (DOE), 1980: Grand Junction remedial action program. Analysis of currently approved and proposed procedures for establishing eligibility for remedial action. Final report. December 1980. DOE/EV/01621-T1.

U.S. Department of Energy (DOE), 1980: Status report on Grand Junction uranium mill tailings remedial action program for the period september 1, 1980 - december 31, 1980.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1979: Indoor radiation exposure due to radium-226 in Florida phosphate lands. (Criteria and Standards Division Office of Radiation Programs, U.S. Environmental Protection Agency.) February 1979. Washington DC. EPA 520/4-78-013.

Werner, S, Lindén, A H och Mellander, H, 1978: Kristallina områden för geotermisk energiutvinning. Översiktlig kartering av den radioaktiva värmeproduktionen med användande av radiometrisk flygmätningar. Slutrapport till Nämnden för energi-produktionsforskning projekt 4560 081. (Sveriges geologiska undersökning.) Stockholm.

Workshop on radon and radondaughters in urban communities associated with uranium mining and processing, sponsored by the Atomic Energy Control Board. Elliot Lake, Ontario 7-9 March 1978.

Åkerblom, G, 1980: Urval av områden med förhöjd radioaktivitet i marken. Forskningsprojekt 1:2, Markens inverkan på radonhalt och gammastrålning inomhus. Delrapport 1. (Sveriges geologiska undersökning.) 1980-10-07, Luleå. /Opublicerad stencil./

Åkerblom, G och Lindroos, H, 1980: Översiktlig berggrundsgeologi och kvartärgeologi inom fyra bostadsområden i Strömstads centrum samt tre bostadsområden utanför Strömstads tätort. Forskningsprojekt 1:2, Markens inverkan på radonhalt och gammastrålning inomhus. Delrapport 2. (Sveriges geologiska undersökning.) 1980-10-27, Luleå. /Opublicerad stencil./

Åkerblom, G och Lindroos, H, 1980: Översiktlig berggrundsgeologi och kvartärgeologi samt gammastrålning inom vissa bostadsområden i Örebro kommun. Forskningsprojekt 1:2, Markens inverkan på radonhalt och gammastrålning inomhus. Delrapport 3. (Sveriges geologiska undersökning.) 1980-12-12, Luleå. /Opublicerad stencil./

Åkerblom, G, 1981: Översiktliga undersökningar av geologi och markens radioaktivitet inom fem bostadsområden i Lysekils kommun. Forskningsprojekt 1:2, Markens inverkan på radonhalt och gammastrålning inomhus. Delrapport 4. (Sveriges geologiska undersökning.) 1981-06-11, Luleå. /Opublicerad stencil./

Åkerblom, G, Engqvist, P, Lindmark, A och Farzar, K, 1982: Radonhalter i naturgas från Östergötland. (Sveriges geologiska undersökning.) Uppsala. /Opublicerad stencil./

RADON I BOSTÄDER

Markens inverkan på radonhalt
och gammastrålning inomhus

BILAGA 1

Beskrivning av delområden

BILAGA 1 BESKRIVNING AV DELOMRÅDEN

I denna bilaga finns för varje delområde en detaljbeskrivning omfattande

- radonhalter inomhus i samtliga hus i området fördelade på hustyper
- radonhalter i de fastigheter som valts ut för närmare undersökning, omfattande inomhusvärden (spårfilm, TLD), radonhalter under hus och i jordluften kring husen
- byggnadsteknisk redovisning
- geologisk redovisning
- undersökningsresultat

För gruppering av hus efter invändig radonhalt har denna framräknats som ett medelvärde av de två spårfilmsvärdena och TLD-värdet, där detta värde har räknats in dubbelt, eftersom TLD-värdet är ett medelvärde för två rum under en tvåveckorsperiod vardera

$$\frac{\text{Film 1} + \text{Film 2} + 2 \cdot \text{TLD}}{4} = \text{radonhalt inomhus}$$

Om någon av dessa mätningar har utförts i ett rum vars läge ur radonsynpunkt klart avviker från de övriga utrymmena, som mätts, har värdet av denna mätning ej medräknats, t ex om spårfilmsmätningarna har skett i källarvåningen och TLD-mätningen i bottenvåningen i ett hus, har TLD-värdet ej medtagits vid medelvärdesberäkningen. Detta förfarande motiveras av att ett av projektets syften är att undersöka hur och i vilken mängd markradon kommer in i hus med olika konstruktionslösningar mot mark. I bilaga 2 redovisas samtliga uppmätta radonhalter.

I den andra tabellen redovisas hustyper och de radonhalter, som har mätts upp inomhus, under hus och i jordluften kring de hus, som valts ut för den mera ingående undersökningen. Hur de olika mätningarna har utförts beskrivs i kapitel 6. I kolumnerna för inomhusvärden markerar understruket tal att denna radonhalt har uppmätts i utrymme, som klassas som bostadsutrymme enligt gällande nomenklatur. Gillestuga bedöms således som bostadsrum, om den är belägen i undervåning (suterrängvåning), och som biutrymme om den ligger i källarvåning. Värde inom parentes gällande radonkoncentrationer i jordluft betecknar att denna mätning bedöms vara störd på ett eller annat sätt, t ex kan fukt ha observerats på membran eller i kopp. Det är dock inte känt hur länge eller i vilken omfattning mätningen har störts, varför någon korrigering härför ej kan ske.

Byggnadernas ålder, konstruktion, ventilation m m redovisas i huvudsak för de hus som valts ut för detaljundersökning. Byggnadsteknisk besiktning har dessutom utförts i ett flertal av de resterande husen främst inom delområden som inte i övrigt berörs. Byggnadstekniska uppgifter finns redovisade för samtliga hus i bilaga 2.

I geologiavsnittet beskrivs geologin för delområdet. Dessutom redovisas uppmätta ekvivalenta halter av uran, torium och kalium i jord- och bergarter, gammastrålning i mark samt radonhalter i jordluft. Geologiska uppgifter finns för samtliga detaljundersökta hus i bilaga 2.

Efter geologidelen följer ett avsnitt där resultaten från de olika undersökningarna jämförs med varandra och markens inverkan på radonkoncentrationen inomhus i de enskilda husen diskuteras.

Strömstad. Delområde 1

Delområdet har valts för att undersöka radonhalter i hus, som är byggda på sand, mo och lera ovanpå en berggrund av Bohus-granit. Detta till skillnad från husen i de övriga valda områdena i Strömstad, vilka är grundlagda i huvudsak på berg eller sprängsten.

Området är bebyggt med småhus av varierande hustyper uppförda i slutet av 1960-talet och 1970-talets första hälft.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i 21 hus, nr 2101, 2121. Lägsta uppmätta värde är 10 Bq/m³ och högsta 322 Bq/m³. Av dessa hus har fyra valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.1 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³								Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600 >1600	
1	2								2
2	6	1	1						8
3	5								5
4	5	1							6

1 = Källarvåning, längsgående sulor
 2 = " " , hel platta
 3 = Kryprumsgrund
 4 = Platta på mark

Tabell B1.2 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			under ₃ hus kBq/m ³	i jordluft ₃ kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
2117	4	<u>52</u>	<u>55</u>	<u>40</u>	6	14, 20, 20
2118	2	<u>64</u>	<u>70</u>	<u>50¹⁾</u>	9	(13), 20, 20
2120	2	<u>62²⁾</u>	<u>45²⁾</u>	<u>60¹⁾</u>	27	10, 15, 25
2121	2	<u>322²⁾</u>	<u>315²⁾</u>	<u>170¹⁾</u>	13-14	6, 40, (40)

- 1) Medelvärde av två TLD-mätningar med spridning inom ± 30 Bq/m³ utförda i våningsplan över källarvåning.
- 2) Spårfilmsmätningar utförda i våningsplan över källarvåning.

Byggnadsteknik

Inom området finns såväl gruppbyggda som styckevis uppförda småhus från 1960- och 1970-talet. De detaljundersökta husen är uppförda styckevis i slutet av 1960-talet.

Byggnadstypen är för hus 2117 enplans trähus utan källarvåning. Hus 2118 och 2120 är också enplans trähus men med källarvåning samt hus 2121 enplans stenhushus med källarvåning. Väggarna i våningsplanet i detta hus består av gasbetongelement med gammastrålning mindre än $12 \mu\text{R/h}$. Samtliga hus är grundlagda på kantförstyvad betongplatta. Hustyper och grundläggningssätt för övriga i projektet ingående hus framgår av bilaga 2.

Ventilationen är i 19 hus, vari de detaljundersökta husen ingår, av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Till-luftsventiler finns i källarvåningar. Två hus har mekaniskt frånluftssystem. Husen har ett för vindpåverkan relativt normalt läge efter västkustförhållanden.

Geologi

De flesta husen är byggda på mark bestående av sand. Ett mindre antal är byggda på lera. Även i sandlagret finns tunna lager av lera eller lerblandad sand.

Jorddjupet varierar mellan 0.5 m till 2.5 m utom i den del av området där husen är byggda på lera. Där är jorddjupet större, maximalt 9 m. Av dessa kan 6 m bestå av lera.

Innan området bebyggdes låg grundvattenytan på 0.1-2 m. Delar av området utgjordes då av kärr.

Berggrunden är inte blottad inom tomterna, men i anslutning till dem finns hållar av grå till ljusröd, medelkornig, homogen, massformig granit. Endast ett fåtal sprickor finns i graniten och större sprickzoner saknas helt inom området.

De detaljundersökta husen är byggda på mark bestående av sand (mellansand - grovsand). I sanden finns decimetertjocka lager av lera eller lerigare sand. Jorddjupet varierar mellan 1.5-2.3 m. Hus 2120 och 2121 ligger inom ett område som tidigare har varit kärr. I samband med att husen byggdes grävdes jordlagret under husgrunderna bort. Återfyllning gjordes med sprängsten och området är numera väl-dränerat. Inom tomterna har på sanden lagts ett lager av matjord. Tjockleken på detta varierar mellan tomterna, men det är som regel 30-50 cm.

Gammastrålningen över markytan på tomterna är 8-10 $\mu\text{R/h}$, över granithällarna 23-30 $\mu\text{R/h}$. I graniten är halten av uran 6-8 ppm eU, av torium 68-72 ppm eTh och kalium 4.5 % K.

I jordlagret är halten av uran 1-5 ppm eU, av torium 12-19 ppm eTh och av kalium 3.0-3.7 % K (uppmätt med gammaspktrometer på 0.8-1.0 meters djup i tolv borrhål).

Resultat

Mätningar av markradon har gjorts i tolv mätpunkter. Mät djupet har varit 0.8-1.0 m. Radonhalten under husen har mätts med emanometer och i husen med spårfilm och TLD. Resultaten av mätningarna framgår av tabell B1.2.

De uppmätta radonhalterna inomhus är med få undantag mycket låga. Av 66 mätningar med spårfilm och TLD visar inte mindre än 43 stycken värden på 50 Bq/m^3 och därunder. I 13 av de 21 husen var medelvärdet av de uppmätta radonhalterna under 50 Bq/m^3 .

Radonhalterna inomhus i tre av de detaljundersökta husen, nr 2117, 2118 och 2120, kan i huvudsak förklaras med radontillskott från byggnadsmaterialet men i framför allt hus 2117 bör det även vara ett visst bidrag från marken. Den högre radonhalten inomhus i hus 2121 förklaras troligen av ett större luftintag från underliggande material på grund av att bottenplattan i detta hus är mer sprucken än i övriga hus.

En modell för beräkning av hur hus 2121 får sina radonhalter presenteras i kapitel 7.3. I denna modell har beräkningar gjorts för tillskottet från byggnadsmaterialet, underliggande fyllning av sprängsten, omgivande och underliggande jordlager och från berggrunden.

Strömstad. Delområde 2

Delområdet har valts för att undersöka radonförhållandena över en sprickzon och den eventuella inverkan som grundvatten, vilket rinner fram längs berggrundsytan, har på radonhalterna i marken samt vilken betydelse dessa förhållanden har för de hus som byggts över en sprickzon.

Delområdet är bebyggt med småhus med källarvåning byggda i början av 1950-talet respektive 1960-talet.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i tre hus, nr 2208, 2210. Lägsta uppmätta värde är 53 Bq/m^3 och högsta 257 Bq/m^3 . Av dessa hus har två valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.3 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m^3								Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600 >1600	
1	1	1	1						3

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.4 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: inomhus Bq/m^3			underhus kBq/m^3	i jordluft kring hus kBq/m^3
		Film 1	Film 2	TLD		
2208	1	171	257	-	1	(4, 5, 9)
2209	1	131	74	50	4	6, 8

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är uppförda i grupp i början på 1950-talet.

Byggnadstypen är för de två husen enplans trähus med hel källarvåning. Grundmurarna står på längsgående betongsulor, vilka vid hus 2208 är understödda med pålar under en del av huset.

Ventilationen är av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler finns i form av tallriksventiler i plan 1 och springventiler i plan 2. Källarvåningen (plan 1) är avskärmad från bottenvåningen med dörr. Husen har ett för vindpåverkan något skyddat läge.

Geologi

De två undersökta husen står i kanten av en sprickdal. C:a 10 meter från husen stupar berget brant ner i sprickdalen. Husen är byggda på sediment; sand, lerblandad skalgrussand och lera. Bägge husen är grundlagda så att källargolvet i ena kanten vilar mot berget och resten av källaren står på pålar eller utfyllnad av sprängsten. Vid vardera huset har borrats ett hål ner till berggrundsytan. Vid hus 2208 ligger denna på 9.5 meters djup, vid hus 2209 på 6.8 meters djup.

Grundvattenytan ligger på ett par meters djup.

Berggrunden består av svagt ljusröd, medelkornig, massformig Bohusgranit. I graniten är halten av uran 5-7 ppm eU, av torium 55-65 ppm eTh och av kalium 4.6-5.7 % K.

I jordlagret på 1 meters djup i skalsilt, grus eller sand är halten av uran 1-2 ppm eU, av torium 7-14 ppm eTh och av kalium 1.4-3.1 % K.

Gammaloggning i borrhålen visar att strålningen i jordlagret ner till 9.5 meters djup är 8-10 $\mu\text{R/h}$.

Resultat

Mätningar av markradon har gjorts i fem mätpunkter. Tre av dessa har störts av vatten. Egligt mätningarna är radonhalten i jordluften 3 500-9 000 Bq/m³.

De uppmätta radonhalten är låga men rimliga i förhållande till de låga uranhalten i jordarterna. Någon inverkan av radon från sprickorna i berggrunden eller från grundvatten har ej observerats. Tydligt är jordarterna, i vilka husen är grundlagda, så täta att någon transport av radon inte sker.

Att hus 2208 har dubbelt så hög radonhalt inomhus som hus 2209 kan ha sin förklaring i större otäthet i källargolvet, vilket skulle innebära ett större luftintag från marken. Något som styrker detta antagande är att den uppmätta radonhalten under golvet är lägre för hus 2208 än för hus 2209. Detta skulle kunna bero på att radonet i markluften inte hinner byggas upp till maximal halt på grund av den större luftomsättningen under hus 2208. Några större sprickor eller hål i frilagda delar av källargolvet kunde dock inte upptäckas vid besiktningen av huset, men eftersom detta hus är delvis pålat, kan man anta att det är mera otätt mot marken beroende på skillnader i sättningsrörelser hos understödda delar av grundmurar, grundmurar på berg och källargolv, som inte är fribärande.

Strömstad. Delområde 3

Delområdet har valts för att undersöka radonförhållanden för hus, som är grundlagda på granitberggrund utan övertäckning av jord. Gammastrålningen från graniten är 20-30 μ R/h.

Småhus med suterrängvåning byggda under 1970-talets första hälft samt ett småhus med källarvåning byggt i början av 1950-talet.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i sju hus, nr 2201, 2207. Lägsta uppmätta värde är 16 Bq/m³ och högsta 322 Bq/m³. Av dessa hus har två valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.5 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
1	1								1
2	4	2							6

1 = Källarvåning, längsgående sulor

2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund

4 = Platta på mark

Tabell B1.6 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	Radonhalter: inomhus Bq/m ³	Radonhalter:			under ₃ hus kBq/m ³	i jordluft ₃ kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
2202	2 sv	108	37	-	17	8, 13
2203	2 sv	183	234	130	-	-

sv = suterrängvåning

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är uppförda styckevis i början på 1970-talet.

Byggnadstypen är för båda husen enplans trähus med suterrängvåning grundlagda på kantförstyvad betongplatta på ca 0.5 m sprängsten från platsen. Hustyper och grundläggningssätt för övriga i projektet ingående hus framgår av bilaga 2.

Ventilationen är i samtliga hus av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler finns i nedre planet. Husen har ett för vindpåverkan mycket utsatt läge.

Geologi

Berggrunden består av ljusröd, medelkornig, massformig granit. I denna finns enstaka tunna brantstående sprickor i riktningen N 35° V. Inga större sprickor förekommer i anslutning till husen.

Med gammaspektrometer har halterna av uran, torium och kalium bestämts för graniten. Halterna är 4-5 ppm eU, 70 ppm eTh och 4-5 % K.

Gammastrålningen över hällarna vid husen är 23-29 μ R/h.

Endast vid hus 2202 har mätningar av radon i marken kunnat göras. Marken består här av ett metertjockt lager av sprängsten på vilket lagts någon decimeter av sand och matjord. Mätresultatet är därför tveksamt eftersom marken med säkerhet ventileras rätt ordentligt. De uppmätta radonhalterna är 8 000 respektive 13 000 Bq/m³.

Vid hus 2203 fanns överhuvudtaget ingen jord att mäta i.

Resultat

Inomhus uppmätta radonhalter är även i detta område låga. Högsta värde, 322 Bq/m³, uppmättes i ett mindre rum i en suterrängvåning. Rummet är ofta tillstängt. I intilliggande gillestuga med öppen förbindelse till stor del av huset i övrigt var radonhalten under samma period 54 Bq/m³. Skillnaden kan orsakas av

- betydligt större omslutande yta i förhållande till rumsvolymin i det mindre rummet, stenmaterial i såväl golv, väggar som tak.
- större aktivitet i framförallt ytterväggsmaterialet i det mindre rummet. Uppmätta värden på gammastrålningen är 30-50 % högre där än i gillestugan.
- betydligt mindre ventilation i det mindre rummet.

Radonhalten i sprängstenslagret under husen beror på det radon, som avgår från sprängsten plus det radon som avgår från berggrundsytan och blir med den uranhalt som graniten i området har ca 35 000 Bq/m³ enligt beräkningsgångar redovisade i kapitel 7.3.

Den med emanometer uppmätta radonhalten i luften under hus 2202:s bottenplatta är 17 000 Bq/m³. Skulle den maximala radonhalten vara av storleksordningen 35 000 Bq/m³ innebär den uppmätta halten att ventilationen under bottenplattan är ytterst liten, mindre än 0.01 oms/h. Det är tydligt att intaget av luft från sprängstenslagret är mycket litet, vilket också bekräftas av att den i huset uppmätta radonhalten inte är högre än $_{37}$ respektive $_{108}$ Bq/m³. Ett luftintag från marken på 0.4 m³/h ger ca 30 Bq/m³ inomhus jämt fördelat i huset.

Strömstad. Delområde 4

Småhus av varierande hustyper byggda i huvudsak i början av 1970-talet. Undergrunden utgörs av sprängsten på berg.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i sex hus, nr 2301, 2306. Lägsta uppmätta värde är 15 Bq/m³ och högsta 675 Bq/m³. Av dessa hus har fem valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.7 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
1	1				1				2
2	3								3
3		1							1

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.8 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	Radonhalter: inomhus Bq/m ³	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			under hus kBq/m ³	i jordluft kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
2301 ¹⁾	1, 3	18	47	170	-	(6), 7, 11
2302	1	675	283	-	15	0.8, 1
2303	1, 4 ²⁾	31	45	20	0.2-0.3	5, 13
2305	2	21	51	3)	-	2, 4, 7
2306	2	33	50	-	-	3, 5

- 1) Källarvåning under halva huset, kryprumsgrund under resterande del. Filmmätning utförd i bottenvåning, TLD i källarvåning.
- 2) Källarvåning under större delen av huset, i övrigt platta på mark.
- 3) TLD-mätning i samma rum som filmmätning gav 65 resp 90 Bq/m³. TLD-mätning i bottenvåning gav 20 Bq/m³ i två rum.

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är uppförda styckevis i början på 1970-talet med undantag av hus 2303, som är byggt under sjuttio-talets senare del.

Byggnadstypen är för hus 2301 enplanshus med källarvåning under ungefär halva huset och kryprumsgrund under den andra delen. Invändig förbindelse saknas mellan källare och bottenvåning. Hus 2302 är ett 1½-plans hus med hel källarvåning, som dock är avstängd från bottenvåningen genom en igensatt och tätad dörr. Hus 2303 är ett enplanshus med källarvåning under större delen av huset, den övriga delen är källarlös, grundlagd med platta på mark. Grundmurarna i källarvåningarna är i husen 2301-2303 grundlagda på längsgående betongsulor. I hus 2302 saknas golv i en del av källarutrymmet, frilagd häll i stället. Husen 2305 och 2306 är enplanshus med hel källarvåning med kantförstyvad betongplatta som grund. Samtliga hus är byggda i trä ovan mark och med källarväggar av betonghålstén eller lättklinker.

Ventilationen är i samtliga hus av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. I badrummet i hus 2302 finns dessutom en frånluftsfläkt, som är kopplad till belysningen i detta rum. Tilluftsventiler finns i källarvåningarna utom i hus 2301. Husen har ett för vindpåverkan utsatt läge.

Geologi

Delområdet ligger högst upp på ett berg. Nivåskillnaderna i området är små.

Berggrunden inom delområdet består dels av grå, medelkornig, massformig granit, dels av ådergnejs, som varierar mellan att vara ljusgrå fältspatrik till mörkgrå med metabasitisk karaktär. Såväl i graniten som i ådergnejsen förekommer enstaka sliror och gångar av pegmatit. Partier av graniten är granatförande.

Berggrunden är som regel väl blottad och jordtäcket tunt. Runt husen är pålagt fyllnadsmassor bestående av sten, grus och sand med ett 2-3 dm tjockt topplager av matjord.

Med gammaspektrometer har genom mätningar på hällar följande uran-, torium- och kaliumhalter bestämts för graniten: 5-7 ppm eU, 63-137 ppm eTh och 4.1-5.3 % K, för gnejsen: 2 ppm eU, 12-17 ppm eTh och 3.0 % K och för pegmatiten: 7 ppm eU, 82 ppm eTh och 7.8 % K.

Gammastrålningen över granithällarna är 23-40 μ R/h, över gnejs-hällarna 11-16 μ R/h och över hällar med pegmatit 25-30 μ R/h. Maximalt uppmättes över en meterbred pegmatitgång 110 μ R/h.

Resultat

Av de fem hus som närmare undersökts är hus 2301, 2302 och 2304 grundlagda på granit och hus 2305 och 2306 över kontakten mel-

Ian granit och gnejs. Förmodligen står de två senare husen till hälften över granit och till hälften över gnejs.

Kring husen har markradonmätningar utförts i tolv mätpunkter. Mät djupet har varit ca 1 m. De flesta mätningarna har gjorts i grus- eller sprängstensfyllning. De uppmätta radonhalterna äro låga. De två högsta värdena är 11 000 respektive 13 000 Bq/m³. De övriga värdena varierar mellan 800 och 7 000 Bq/m³. Tre av mätpunkterna ligger förmodligen över gnejs. Dessa har givit följande mätvärden: 1 700, 3 300 och 5 400 Bq/m³. Övriga mätvärden har erhållits över granit. De lägsta mätvärdena, 800 respektive 1 000 Bq/m³, har uppmätts i fyllning av storblokkig sprängsten som överlagras av ett tunt lager av sand. De låga värdena orsakas av att ventilationen är stor i sprängstensfyllningen.

Under hus 2302 är radonhalten 15 000 Bq/m³, i gånghuset, hus 2303, är radonhalterna under huset 200-300 Bq/m³. Bägge dessa hus ligger på granit. Någon uppenbar förklaring till de olika radonhalterna finns inte. Den enda skillnaden mellan husen är att en källäder rinner fram vid och eventuellt under hus 2302. Radonhalten i detta vatten är 125 Bq/l.

Radonhalterna under hus 2303 är mycket låga och tyder på en kraftig ventilation av sprängstenslagret under huset. Detta speciellt som de uppmätta radonhalterna i grusfyllningen kring huset är 5 000 respektive 13 000 Bq/m³.

I samtliga hus utom 2302 är radonhalterna låga, 40 - 170 Bq/m³, vilket visar att intaget av luft från marken är litet. Det maximala värdet är uppmätt med TLD i ett förråd i källaren i hus 2301, vilken är helt avskild från huset i övrigt. Vid mätningen med spårfilm var radonhalterna i husets bottenvåning 18 resp 47 Bq/m³.

De relativt höga radonhalterna i hus 2302, 675 och 283 Bq/m³, är uppmätta i källarplanet, som även i detta hus är avskilt från bottenvåningen. Ventilationen bedöms vara dålig i källaren, som därtill har direkt markförbindelse i rummet med den högre radonhalten, eftersom golvet i detta rum delvis utgörs av oskyddad håll.

Med antagande av en radonexhalation på 7 Bq/(m²h) ger en beräkning enligt (7.3) att tillskottet i radonhalten i källaren blir 100 Bq/m³ vid en ventilation av 0.2 oms/h₃. Vid en ventilation av 0.1 oms/h fås en radonhalt på 200 Bq/m³.

En radonexhalation från bergytan av denna storlek i kombination med dålig ventilation och ett eventuellt radontillskott från källädern under huset skulle möjligen kunna orsaka de förhöjda radonhalterna i källaren.

Strömstad. Delområde 5

Delområdet omfattar en bergsluttning längs vilken en gata framdragits. På ena sidan gatan är husen nedsprängda i graniten, på den andra sidan står husen på en terrassformad utfyllning av sprängsten. Sprängstenslagrets tjocklek är 2-5 meter. Delområdet har valts för att studera effekten av att bygga på mäktiga sprängstenslager.

Småhus av varierande hustyper byggda i huvudsak under 1970-talets senare hälft. Undergrunden utgörs av sprängsten på berg.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i tio hus, nr 2307, 2316. Lägsta uppmätta värde är 13 Bq/m³ och högsta 341 Bq/m³. Av dessa hus har två valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.9 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200 -1600 >1600	
2	1	1		1				3
3	2							2
4	4		1					5

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.10 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter inomhus Bq/m ³			underhus kBq/m ³	i jordluft kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
2308	2 sv	256	341	480	-	4, 4, 5
2309	2 sv	186	121	150	2	0,8, 3, 9

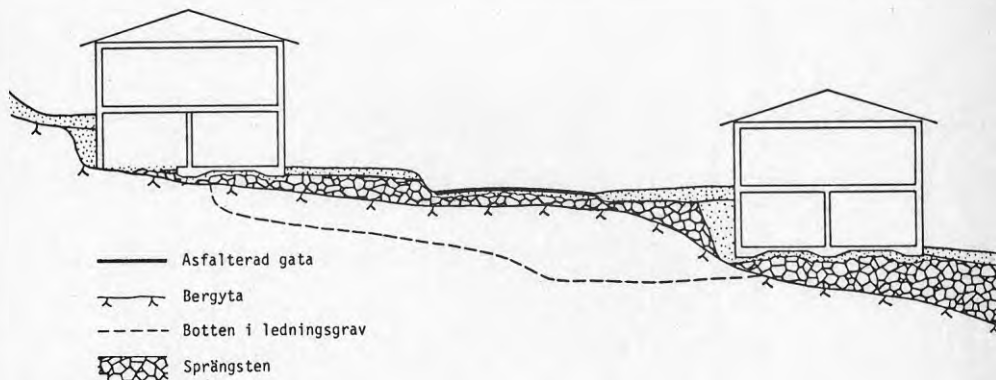
sv = suterrängvåning

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är gruppbyggda, dock inte i samma grupp, i mitten av 1970-talet. Av de övriga åtta husen är ett

par gruppbyggda, medan de andra är uppförda styckevis under 1970-talets senare del med undantag av ett hus, som är från mitten av 1950-talet.

Inom delområdet har två hus närmare undersökts. Det ena av dessa, hus 2308, är grundlagt dels på granit, dels på sprängstensfyllning. Det andra, hus 2309, står på sprängstensfyllning. Byggnadstypen är för båda husen enplans trähus med suterrängvåning på kantförstывad betongplatta. I hus 2308 saknas källargolv i de bakre delarna, frilagd häll i stället. Även de övriga husen är grundlagda på sprängstensfyllning, fem med kantförstывad betongplatta (varav ett hus med källarvåning) och två med kryprumsgrund.



Figur B1.1 Profil genom hus 2308 och 2309.

Ventilationen är i de båda detaljundersökta husen av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler finns i källarvåningar. Bland de övriga husen är såväl F-system som FT-system representerade. Husen har ett för vindpåverkan mycket utsatt läge.

Geologi

Berggrunden är nästan helt och hållet blottad utom där sprängstensfyllning eller matjord lagts på berget. Berggrunden består av grå, medelkornig, massformig granit, i vilken finns enstaka små sliror och gångar av pegmatit.

Gammasspektrometermätningar på hällarna vid hus 2308 har givit följande halter: 4-5 ppm eU, 76 ppm eTh och 4.6 % K. I de hål som gjorts i sprängstensfyllningen för mätning av radon uppmättes 4-5 ppm eU, 24-51 ppm eTh och 3.2-4.2 % K. Dessa värden torde vara representativa för graniten i området.

Gammastrålningen över granithällarna är 20-40 $\mu\text{R/h}$.

Resultat

Kring vardera av de två detaljundersökta husen har mätningar av markradon utförts i tre mätpunkter. Mätningarna kring hus 2308 har gjorts i fyllning av grusig, stenig sand. Mättdjupet har i två av mätpunkterna varit 50 cm. Uppmätta halter är 3 700-4 700 Bq/m³. Vid hus 2309 har mätningar utförts på 60-90 cm djup i sprängstensfyllning. De uppmätta radonhalterna är mellan 800-8 500 Bq/m³. Ingen av mätningarna torde redovisa de verkliga radonhalterna i marken, eftersom samtliga mätningar torde ha störts av relativt kraftig ventilation.

Under hus 2309 har uppmätts 2 000 Bq/m³.

Radonhalten i hus 2309 är ca 150 Bq/m³ trots att huset står på stenfyllning av granit med låg uranhalt, och att radonhalten under huset inte är högre än 2 000 Bq/m³. Under antagande att 50 Bq/m³ av radonhalten inomhus kommer från byggnadsmaterial och 100 Bq/m³ från marken behövs, för att få den i huset uppmätta radonhalten, ett intag av 8 m³ luft per timme om luftomsättningen i huset antas vara 0.3 oms/h. Detta antyder att en tjock stenfyllning fungerar som ett luftmagasin ifrån vilket stora mängder luft kan sugas in till huset.

I hus 2308 har med TLD uppmätts 480 Bq/m³. Detta hus står till hälften direkt på hällytan, som även utgör golv i en del av källaren. Resterande del av huset står på fyllning av sprängsten. Lagret antas i genomsnitt vara 1 m tjockt. De höga radonhalterna är svåra att förklara. Med en ventilation i källaren av 0.4 omsättningar per timme skulle radonhalten i källaren bli <140 Bq/m³. Därvid är bidraget från såväl sprängstensfyllningen som berggrundsytan medräknad. Vid en luftomsättning av 0.2 omsättningar per timme blir halten <210 Bq/m³. (För beräkningsgång samt givna och antagna parametrar se kapitel 7.3.)

Radonavgång från materialet under huset kan alltså inte förklara de uppmätta radonhalterna. Endast två alternativ återstår. Det ena är att radon transporteras genom ett sprängstenslager under gatan till huset. Det andra är att spårfilmen och TLD-mätaren inte enbart registrerat radon-222 utan även radon-220 (toron). Ett försök har därför gjorts att beräkna toronhalten i källarens luft. Antar man att allt toron som avgår från sprängstenen även fördelas på hela källarens volym plus luftvolymen i sprängstenslagret skulle toronhalten i källarluften med gjorda antaganden kunna bli ca 5 000 Bq/m³ oberoende av hur stor ventilationen är i källaren. Att ventilationen inte har någon inverkan på toronhalten beror på att toronets halveringstid är så kort som 55 sekunder, vilket gör att effekten av ventilationen blir mycket liten, vilket framgår av figur 7.4. Säkerligen hinner allt bildat toron inte blanda sig med luften i källaren utan större delen av toronet hinner aldrig lämna luften under källargolvet.

Det toron som avgår från berggrundsytan skulle under förutsättning att gjorda antaganden är riktiga, kunna bidra till toronhalten i källarluften med 135 Bq/m³.

Radonbidraget från husets eget byggnadsmaterial uppskattas till maximalt 70 Bq/m^3 och toronbidraget till ungefär samma maximala belopp.

Med givna och gjorda antaganden skulle radon plus toron från byggnadsmaterialet, sprängstenen under huset och från berg- 3 grundsytan kunna ge en aktivitet i källarlufte av 345 Bq/m^3 vid 0.4 luftomsättningar per timme.

	Radon	Toron	Bq/m^3
Sprängstensfyllningen	35	-	Bq/m^3
Berggrundsytan	35	135	"
Byggnadsmaterialet	<70	<70	"
	<140	<205	= <345 Bq/m^3

Med luftomsättningen 0.2 oms/h i källaren fås

	Radon	Toron	Bq/m^3
Sprängstensfyllningen	70	-	Bq/m^3
Berggrundsytan	70	135	"
Byggnadsmaterialet	<70	<70	"
	<210	<205	= <415 Bq/m^3

Beräkningen visar att det skulle vara möjligt att erhålla den med film maximalt uppmätta aktivitetshalten 340 Bq/m^3 utan att tillföra radon från sprängstenslagret på andra sidan gatan.

Den med TLD uppmätta halten på 480 Bq/m^3 kan inte förklaras enbart med ett toronbidrag utan här måste ett radontillskott komma längre ifrån t ex sprängstenslagret på andra sidan gatan.

Av övriga hus i vilka radonmätningar har utförts har sju lägre inomhushalter av radon än 70 Bq/m^3 . Bland dessa hus är alla tre ventilationssystemen, S, F, och FT, representerade, men oberoende av ventilationssätt var således radonhalterna låga. De radonmätningar, som är utförda inomhus med spårfilm och TLD visar genomgående god samstämmighet i de fall där mätningarna skett i samma utrymmen. Det åttonde huset (hus 2313) är dock ett undantag härifrån, eftersom filmmätningarna givit halterna 82 och 186 Bq/m^3 medan med TLD erhållits 200 respektive 540 Bq/m^3 . TLD-mätningen utfördes under de två första veckorna av filmmättningsperioden. Detta hus är byggt direkt ovanpå graniten och på en i berget utsprängd hylla. Graniten är just vid huset som mest aktiv och har en gammastrålning av $25-40 \mu\text{R/h}$. I anslutning till huset finns pegmatit med maxaktiviteten $120 \mu\text{R/h}$.

Strömstad. Delområde 6

Gruppbyggda småhus av varierande hustyper byggda under 1970-talets senare del. Undergrunden utgörs av sprängsten på mark samt inom en mindre del av området morän.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i nio hus, nr 2401-2409. Lägsta uppmätta värde är 11 Bq/m³ och högsta 149 Bq/m³. Endast två värden ligger över 100 Bq/m³. Inga TLD-mätningar har utförts i detta område. Inget av husen har heller uttagits för närmare undersökning.

Tabell B1.11 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus		
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600	>1600
2	3									3
3	1									1
4	3	2								5

1 = Källarvåning, längsgående sulor

2 = " , hel platta

3 = Kryprumsgrund

4 = Platta på mark

Byggnadsteknik

Hus 2401-2405 och eventuellt även 2406 är gruppbyggda av samma byggmästare i slutet av 1970-talet. Hus 2407-2409 är också gruppbyggda, men tiden för uppförandet är mitten av 1970-talet.

Hustypen är för hus 2401-2405 1½-plans trähus med kantförstyvad betongplatta. Husen 2403-2405, som ligger i slänt, har gjutna ytterväggar i bottenvåningens bakre del, utgörande stödmurar mot mark. Hus 2406 är ett 1½-plans trähus med kryprumsgrund. Hus 2407-2409 är lägenheter i ett radhus i trä med kantförstyvad platta på mark.

Ventilationen är i samtliga hus av typ mekaniskt frånluftssystem. Tilluftsventiler finns. Husen har ett för vindpåverkan något utsatt läge.

Geologi

Berggrunden i området består uppskattningsvis till 50 % av granit och till 50 % av gnejs, som ofta är utbildad som ådergnejs. Radioaktiviteten på graniten är 22-25 µR/h med enstaka förhöjningar på upp till 30-35 µR/h. Gnejsens aktivitet är 10-15 µR/h.

Mätning med gammaspektrometer har ej gjorts inom området men granitens uranhalt uppskattas till 4-6 ppm U och gnejsens uranhalt till 2 ppm eU.

Berggrunden är till större delen blottad och jordlagret där det förekommer är tunt, oftast mindre än 1 m tjockt. Jordarterna är morän och sand.

Husen är till stora delar grundlagda på plansprängda hållar och på sprängsten som använts till att fylla ut svackorna i terrängen.

Resultat

De inomhus uppmätta radonhalterna är mycket låga i de hus som ligger på gnejs eller sprängsten av gnejs. Årsmedelvärden för dessa hus är 20, 20, resp 30 Bq/m³. Övriga i projektet ingående hus i området är grundlagda på graniten. Även i dessa hus är radonhalterna låga, men genomgående något högre än i husen på gnejsen. Årsmedelvärdena för radonhalterna i hus på granit är 30, 50, 60, 70, 110 och 130 Bq/m³.

Strömstad. Delområde 7

Småhus av varierande hustyper byggda under mitten av 1970-talet. Undergrunden utgörs av morän och sand samt vid vissa hus sprängsten på berg.

Radonhalter

Inom området har radonhalten inomhus uppmätts med spårfilm i sju hus, nr 2501-2507. Lägsta uppmätta värde är 8 Bq/m³ och högsta 157 Bq/m³. Inga TLD-mätningar har utförts i detta område. Inget av husen har heller uttagits för närmare undersökning.

Tabell B1.12 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
2	3	1							4
3	1								1
4	1	1							2

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Byggnadsteknik

Husen är uppförda styckevis under mitten av 1970-talet.

Byggnadstypen är för hus 2501 1½-plans trähus med kryprumsgrundläggning. Hus 2502, 2503 och 2507 är enplans trähus med källarvåning (2503) eller suterrängvåning med helgjuten kantförstyvad betongplatta. Hus 2504 är jämförbart med 2503, men med indragen vindsvåning. Hus 2505 är ett enplans trähus med platta på mark samt hus 2506 1½-plans trähus med golv på mark, men med grundmurar på längsgående betongsulor.

Ventilationen är i hus 2501-2503 och 2506 av typ mekaniskt frånluftssystem samt i de övriga husen självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Husen har ett för vindpåverkan något skyddat läge.

Geologi

Berggrunden består av Bohusgranit med gammastrålningen 20-25 µR/h, lokalt 30 µR/h. Berggrunden är väl blottad och

jordlagret tunt, maximalt 2 m tjockt. Jordlagret består av morän och sand. Området ligger längs en sprickdal mot vilken berget sluttar ner. Det valdes för att studera eventuell inverkan av radon som transporteras med grundvatten och radon som skulle kunna föras upp i sprickor i berggrunden.

Resultat

De radonhalter som uppmätts i husen är låga och högsta uppmätta radonhalt är 157 Bq/m³.

Lysekil. Delområde 1

Gruppbyggda småhus utan källarvåning byggda i början av 1970-talet. Undergrunden utgörs av sprängsten på granitberggrund med hög uranhalt.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i tolv hus, nr 1101, 1112. Lägsta uppmätta värde är 30 Bq/m³ och högsta 1046 Bq/m³. Av dessa hus har fem valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.13 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³									Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600	>1600	
4	3	5	1	1	1	1				12

1 = Källarvåning, längsgående sulor
 2 = " , hel platta
 3 = Kryprumsgrund
 4 = Platta på mark

Tabell B1.14 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: ³ inomhus Bq/m ³			under ³ hus kBq/m ³	i jordluft ³ hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
1104	4	1046	347	260	7	4, 13, 15
1105	4	329	224	340	8-11	5, 5, 7
1106	4	85	59	320	5	6, 8, 12
1110	4	77	84	120	-	(3), 5, 10
1111	4	931	501	-	-	6, 12, 14

Byggnadsteknik

Samtliga hus är uppförda i grupp av en och samma byggmästare under 1970-talets första hälft.

Byggnadstypen är för hus 1111 tvåplanshus och för övriga detaljundersökta hus enplanshus. Resterande hus i området är av samma hustyper. Två hus har nedre planet utformat som suterrängvåning. Samtliga hus är byggda i trä och med helgjuten kantförstyvad platta.

Ventilationen är i samtliga hus av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler saknas utom i förråd i hus 1111. Husen har ett för vindpåverkan mycket utsatt läge.

Geologi

Delområdet är beläget längst ut mot havet. Berggrunden är kal-spolad och naturligt förekommer jord endast i de sprickdalar och sänkor som finns i området. Där utgörs jordlagret främst av sand och klappersten.

Berggrunden består av röd, medelkornig, massformig, jämnkornig Bohusgranit. Graniten är i sig inte särskilt sprickförande och större sprickzoner finns endast i anslutning till sprickdalarna. I graniten förekommer enstaka gångar av pegmatit. Dessa gångar kan ibland vara upp till en meter breda.

Halterna av uran, torium och kalium i graniten och pegmatiten har bestämts genom mätningar på hållarna med gammasppektrometer. I graniten är halterna 16-37 ppm eU, 40-46 ppm eTh och 3.5-4.8 % K, i pegmatiten 6-15 ppm eU, 19-26 ppm eTh och 4.5-6.5 % K. Gammastrålningen över granithållarna är 28-35 μ R/h.

När området bebyggdes plansprängdes hela området och alla svackor och sprickdalar fylldes ut med sprängsten. Även i övrigt jämnades ytan till med ett lager av sprängsten. Ovanpå sprängstenen lades, inom tomterna, ett tunt lager av sand, lera och matjord. Lagret av sprängsten kan variera i tjocklek från några decimeter till mer än två meter. Det är dock svårt att nu avgöra hur tjockt lagret är under ett enskilt hus.

Resultat

Kring de fem närmare undersökta husen har mätningar av markradon gjorts i 15 mätpunkter. De flesta mätningarna har gjorts på 50-60 cm:s djup, maximalt djup var 70 cm. Samtliga mätningar har utförts nere i sprängstenslagret. Uppmätta radonhalter är 3 000-15 500 Bq/m³. Samtliga värden får anses vara lägre än vad som maximalt kan uppnås, eftersom mätningarna inte utförts på tillräckligt djup. Troligen är de ändå representativa för radonhalten i luften i sprängstenslagret, eftersom denna torde variera kraftigt från plats till plats beroende på hur tjock övertäckningen med lera och matjord är och hur utsatt det enskilda läget är för vinden.

Mätningar av radonhalten i luften under husen har gjorts i tre₃ hus. Dessa mätningar har gett radonhalter på 5 000-11 000 Bq/m³. Alltså halter i samma storleksordning som uppmätts i jordluften kring husen.

Radonhalterna i de undersökta husen varierar stort från hus till hus. Radonmätningar har gjorts i tolv hus. Av dessa har i sex hus lägre radonhalter än 150 Bq/m³ uppmätts, i övriga hus är den uppmätta radonhalten högre än 190 Bq/m³. Delvis kan de högre radonhalterna förklaras med att husen är byggda över ett relativt tjockt sprängstenslager som tillåter ett intag av flera kubikmeter luft per timme utan att radonhalten i luften i sprängstenslagret sjunker nämnvärt.

Samtliga hus är byggnadstekniskt lika och i god kondition, varför någon förklaring till spridningen i radonvärden inomhus är svår att hitta där, på ett undantag när. De varandra närliggande husen 1104-1106 har värden varierande mellan 59 och 1046 Bq/m³ enligt filmmätningen, men de med TLD uppmätta värdena är relativt samstämmiga 260-340 Bq/m³. I hus 1104, som står på det tjockaste sprängstenslagret, har det högsta värdet, 1046 Bq/m³, uppmätts i ett rum, som fastighetsägaren själv byggt till. Den nya betongplattan är inte av samma goda kvalitet som plattan under huset i övrigt. Därtill kommer springor i anslutningen mellan den nya och den äldre plattan. Rummet hölls mestadels tillstängt under filmmätningen, men var öppet mot bostaden i övrigt och vädrades mera normalt under TLD-mätningen.

Vid hus 1105 finns det en meterbred förskiffringszon i graniten, som går in under huset. Någon påverkan på radonhalterna i marken under eller i huset av den ökade sprickigheten i graniten kan inte märkas.

Filmmätningen ger för hus 1106 mycket låga radonhalter, medan TLD-mätningen visar ett medelvärde helt i nivå med resultatet av samma mätning i hus 1104 och 1105. De låga värdena är uppmätta under våren 1981 och TLD-värdet under december 1981. En trolig förklaring till de olika radonhalterna i hus 1106 är att det var många barn i huset, vilket medför mycket spring genom ytterdörren, speciellt under den varmare delen av mätperioden. Detta ökar ventilationen och sänker radonhalten inomhus.

Genom att vi har bestämt uranhalten i bottenplattorna med gammaspektrometer till 6.5 ppm eU kan radonbidraget från betongen i bottenplattorna till inomhusluften beräknas. Därvid utgår vi från Hildingsons experimentellt erhållna resultat, att radonavgången från betong med granitballast är ca 3 Bq/(m²h) per ppm U.

Beräkningen visar att radonavgången från bottenplattorna skulle svara för ca 20 Bq/m³ av den totala radonhalten inomhus om luftomsättningen i huset antas vara 0.4 omsättningar per timme.

Resterande 280 Bq/m³ av de med TLD uppmätta halterna måste alltså komma från marken. Vi vet att radonhalten under husen är ca 11 000 Bq/m³.

Genom att använda formel 7.5, kapitel 7.2 kan vi beräkna att 2.2 m³ luft från marken behöver komma in i huset per timme för att radonhalten skall bli 280 Bq/m³. Detta förutsätter att det finns hål eller sprickor i bottenplattan som tillåter luften att relativt fritt transporteras in i huset. Kan detta inte ske, måste radonet transporteras genom diffusion genom betongplattan. För detta krävs, att radonavgången från bottenplattans överyta är ca 270 Bq/(m²h) (radon som kommer från marken) + 20 Bq/(m²h) (radon som kommer från betongen i bottenplattan) för att radonhalten i husen skall bli 300 Bq/m³. En uppskattning av radonflödet genom betongplattan, ger enligt (Workshop 1978) för aktuella förhållanden ca 1 Bq/(m²h), varför en radondiffusion från marken genom normal betongplatta i ovannämnda storleksordning verkar orimlig.

I hus 1111 har bägge filmerna givit höga värden, 501 respektive 931 Bq/m³. Radonhalterna i marken kring huset är relativt höga (ca 13 000 Bq/m³) för att vara mätta i sprängstenslagret. Med dessa halter i luften i detta skikt skulle det behövas ett luftintag av ca 10 m³/h från sprängstenslagret för att få de halter som uppmätts i huset, om ventilationen i huset är 0.4 luftomsättningar per timme. Detta betyder att ca 7 % av tilluften skulle komma från marken.

Tyvärre gjordes ingen mätning av radonhalten under huset. Det är möjligt att denna är högre än halten i marken kring huset. Maximalt skulle radonhalten i sprängstenslagret kunna bli ca 100 000 Bq/m³ med uranhalten 20 ppm U i sprängstenen och en radonavgång till luften i sprängstenslagret på 10 % av allt bildat radon. Detta under förutsättning att ingen ventilation sker av luften i lagret. I ett stort sprängstenslager, som det kring och under hus 1111 (kanske 2 .40 .40 m), medför en luftomsättning av ca 10 m³ per timme en sänkning av radonhalten i luften i sprängstenslagret med ungefär 30 %.

Lysekil. Delområde 2

Småhus, såväl med som utan källarvåning, byggda i början på 1970-talet. Undergrunden utgörs av hållar och sprängsten. Höga toronhalter i mark.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i sju hus, nr 1113-1119. Lägsta uppmätta värde är 39 Bq/m³ och högsta 1278 Bq/m³. Av dessa hus har sex valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.15 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
1							1		1
2		1							1
4	1			2		2			5

1 = Källarvåning, längsgående sular
2 = " " , hel platta
3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.16 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	Hustyp	Radonhalter: ³ inomhus Bq/m ³			underhus kBq/m ³	i jordluft kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
1113	4	775	333	440	-	4, 9, 13
1114	4	39	52	20	2	0,2, 1, 5
1115	4	702	1054	850	2	6, 7, 7
1116	4	539	1090	850	49	4, 6, 13
1117	2	52	351	100	-	4, 6, 30
1119	1	645	1278	1000	11	(3, 6, 8)

Byggnadsteknik

Samtliga hus är uppförda styckvis under 1970-talets första hälft.

Byggnadstypen är för hus 1113-1116 1½-planshus i trä med betongplatta på mark. Husen 1117 och 1119 är också uppförda i 1½-plan i trä, men har dessutom hel källarvåning. Nr 1117 är

grundlagt på längsgående betongsulor, medan nr 1119 har en helgjuten kantförstyvad platta.

Enligt uppgift från fastighetsägare skall betongplattan under hus 1114 vara mycket omsorgsfullt utförd. Vibreringen utfördes med vibrobrygga. Betongplattan under hus 1113 och framför allt under hus 1115 skulle däremot vara nr 1114:s motpol vad kvaliteten på plattan beträffar.

Ventilationen i samtliga hus är av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler saknas förutom enstaka tallriksventiler i källarvåningar. Husen har för vindpåverkan ett tämligen utsatt läge, detta gäller främst hus 1117. Efter- som området är beläget bakom några mindre bergknallar, ligger det lite mer i lä än delområde 1.

Geologi

Området har ursprungligen bestått av kala bergknallar och mindre svackor och sprickdalar men i samband med att husen byggdes har knallarna delvis bortsprängts och svackorna och sprickdalarna utfyllts med den lossprängda stenen. En del av husen är byggda på sprängstenslagret, de andra på "hyllor" som sprängts ut i granithällarna. Delar av området har tidigare varit stenbrott.

Berggrunden består av röd, medelkornig, massformig granit. I graniten finns enstaka sliror och decimeterbredda gångar av pegmatit. Berggrundens sprickighet varierar men normalt är sprickfrekvensen 1-2 sprickor per meter, som mest är den 5-6 sprickor per meter. Sprickornas bredd är 1-3 mm.

Det enda jordlager som finns i området är den sprängsten, lera och matjord som bildar underlag för tomternas gräsmattor.

Halterna av uran, torium och kalium i graniten har bestämts genom mätningar med gammaspektrometer på hällarna. Halterna är 15-20 ppm eU, 43-54 ppm eTh och 4.5-4.8 % K.

Resultat

Radonmätningar har utförts i sju hus. Av dessa har i alla utom två högre radonhalter än 400 Bq/m³ uppmätts. Undantag är hus 1114 och 1119 som har radonhalter lägre än 100 Bq/m³. Högsta uppmätta radonhalt med film är 1 280 Bq/m³ och med TLD 1 000 Bq/m³.

Sex hus har varit föremål för detaljerade undersökningar. Kring dessa har mätningar av markradon utförts i 18 mätpunkter. Samtliga mätningar har skett i sprängstenslagret och flera av mätningarna på mindre djup än 50 cm. Tre av mätningarna har utförts med aktiverat kol, resten med Track Etch kombinerad med toronmembran. Tre av mätningarna har störts av vatten. De högst uppmätta halterna är 13 200, 13 300 respektive 30 000 Bq/m³. I övriga mätpunkter är halterna 1 500-9 000 Bq/m³.

Mätningar av radon under fyra hus har gett starkt varierande resultat. Under två av husen har 2 000 Bq/m³ uppmätts, under de övriga 11 000 respektive 49 000 Bq/m³.

Resultaten från radonmätningarna kring husen och under husen kan jämföras med de halter som maximalt skulle kunna bildas i luften i sprängstenslagret om 10 % av alla bildade radonatomer avgår från sprängstenen och radonavgången från berggrundsytan är 7 Bq/(m²h) per ppm U (porositeten i sprängstenslagret antas vara 40 %, uranhalten 18 ppm U och ventilationen 0 oms/h).

Under dessa givna förutsättningar skulle radonhalten i ett 1 m tjockt sprängstenslager bli 90 000 Bq/m³ (radon från sprängstenen) + 40 000 Bq/m³ (radon från berggrundsytan) = 130 000 Bq/m³. I ett 2 meter tjockt lager blir radonhalten 101 000 Bq/m³ och i ett 4 meter tjockt lager 100 000 Bq/m³.

Det är tydligt att radonmätningarna under husen liksom de kring husen måste spegla hur ventilationen varierar i sprängstenslagret. De höga värdena har erhållits där ventilationen är liten och de låga där ventilationen är stor. Effekten av ventilationens påverkan på radonhalten framgår av figur 7.3.

Att ventilationen i sprängstenslagret är stor, observerades när ett av hålen för radonmätning gjordes vid hus 1113. I detta hål blåste det ordentligt troligen på grund av att luft av vinden pressades in från sidan av sprängstenslagret. Man får anta att ventilationen i detta skikt är mycket beroende av hur det blåser ute och på hur god övertäckningen är.

Ett annat resultat av ventilationen är de mätvärden som erhöles vid emanometermätningarna under hus 1114 och 1115, som är grundlagda på sprängsten. Under dessa hus är de uppmätta radonhalterna låga, ca 2 000 Bq/m³, men mätningarna anger också att toronhalterna (Rn-220) är höga, uppskattningsvis ca 40 000 Bq/m³. De med emanometern under de första tre minuternas mätning erhållna mätvärdena uppvisar nämligen en "ren toronkaraktär". Dvs att värdet efter varje minuts mättid faller med ungefär hälften. Jämför de bägge figurerna 6.3 och 6.7.

Förklaringen till att toronhalten är hög i sprängstenslagret, när radonhalten samtidigt i samma lager är låg, är den kraftiga ventilationen. Radonhalten sjunker snabbt med ökad ventilation, se figur 7.3. Toronet däremot påverkas inte nämnvärt av ventilationen, vilket framgår av figur 7.4. Exempelvis är radonhalten vid 1.0 luftomsättning per timme knappt 1 procent av den teoretiskt maximala radonhalten. Däremot är toronhalten vid 1.0 luftomsättning per timme 97 procent av den teoretiska maximala toronhalten.

Den använda emanometern är inte lämpad för att mäta toron. Den är inte heller kalibrerad för toron, men ett försök att uppskatta toronhalterna har ändå gjorts. Därvid har följande förfaringssätt använts.

Eftersom toronet snabbt ställer sig i jämvikt med sin alfastrålande dotter (Po-216) för att sedan snabbt "klinga av" har alfaaktiviteten extrapolerats till tiden 0, dvs direkt efter avslutad pumpning. Detta för att erhålla den jämviktshalt som finns

i den ursprungliga luftvolymen. Därefter har vi använt oss av den omräkningsfaktor som erhållits för radon vid jämförande mätningar i SSI's radonrum. Detta bör vara möjligt eftersom emanometerns känslighet teoretiskt är densamma för radon som för toron.

Med de radonhalter som uppmätts med emanometern under hus 1115 eller i sprängstenslagret utanför huset skulle det, om ventilationen i huset antas vara 0.4 omsättningar per timme, behövas ett luftintag från sprängstenslagret på ca $90 \text{ m}^3/\text{h}$ med radonhalten $2\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$ för att radonhalten i huset skall bli $850 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Det är dock sannolikt att radonhalten i genomsnitt i sprängstenslagret vid normala väderleksförhållanden är av storleksordningen $10\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$. (Spårfilmerna som suttit i marken under tre veckor ger ett troligt genomsnittsvärde på radonhalten i marken under hösten 1981.) Vid denna radonhalt i sprängstenslagret behövs ett luftintag på $25 \text{ m}^3/\text{h}$. Även denna luftmängd verkar orealistiskt stor. För att förklara de uppmätta radonhalterna i huset behövs en mer ingående undersökning av detta hus, än vad som kunnat utföras inom ramen för projektet.

Radonhalterna i hus 1119 (ca $1\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$) är svåra att förklara. Huset är grundlagt på berget med ett lager av sprängsten och makadam mellan bottenplattan och berget. Tjockleken på lagret torde inte vara större än 0.5 meter. Den maximala radonhalten i det skulle med tidigare gjorda antaganden bli ca $180\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$, men den uppmätta radonhalten under huset är inte högre än $11\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$. För att med denna radonhalt under huset få radonhalten $1\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$ i källaren skulle luftintaget behöva vara $5.6 \text{ m}^3/\text{h}$ om luftomsättningen i källaren är 0.2 oms/h.

Den totala volymen på luften i sprängstenslagret under huset är uppskattningsvis 28 m^3 . Ett uttag på 5.6 m^3 luft per timme från detta lager skulle innebära att luftomsättningen i lagret är 0.2 oms/h. En sådan omsättning skulle sänka radonhalten i sprängstenslagret från maximalt $180\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$ till $5\,400 \text{ Bq}/\text{m}^3$. För att radonhalten i sprängstenslagret skall kunna hålla sig kring $11\,000 \text{ Bq}/\text{m}^3$ behövs ett tillskott av radonhaltig luft från området kring huset. Ett sådant tillskott är svårt att få eftersom området kring huset består av berg och endast till mindre del av sprängsten. Sprängstenslagret är dessutom tunt och den uppmätta radonhalten i det inte högre än $7\,500 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Varifrån kommer då radonet? Ja kanske med ledningskulvertarna från gatan.

Två av husen i området har mycket låga radonhalter inomhus, nämligen hus 1114 och 1117. Man får anta att dessa hus klarar sig från höga radonhalter genom att husets bottenplatta respektive källare är tät mot marken.

Lysekil. Delområde 3

Småhus, såväl med som utan källarvåning, byggda i slutet av 1960-talet. Undergrunden utgörs av hällar och sprängsten. Delvis höga toronhalter i mark.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i 13 hus, nr 1120₃, 1132. Lägsta uppmätta värde är 76 Bq/m³ och högsta 1997 Bq/m³. Av dessa hus har sju valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.17 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
1		1							1
2		1	1	1	1	1	1	2	8
4		2	1	1					4

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta
3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.18 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: ₃ inomhus Bq/m ³			under ₃ hus kBq/m ³	i jordluft ₃ kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
1120 ₄		157	358	500	-	4, 4, 5
1123 ¹⁾ ₂	sv	1997	1724	850	7	2, 4, 5
1124	4	98	91	140	-	1, 3, 4
1125	2 sv	366	615	300	9	(2), 3, 6
1127	2 sv	1701	1914	1200	11, 44	7, 10, 12
1129	2 sv	496	801	600	-	5, 13, 20
1131	2 sv	1794	263	1300	8	2, 10, 20

1) Filmmätningen har gjorts i små, dåligt ventilerade rum i källaren medan TLD-mätningen skett i normala bostadsrum.

sv = suterrängvåning

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är med något undantag uppförda styckevis under 1960-talets senare del. Bland övriga hus finns också såväl gruppbyggda som styckevis uppförda byggnader.

Byggnadstypen är för hus 1120 och 1124 enplanshus i trä med platta på mark. Övriga detaljundersökta hus är också enplanshus i trä, men med suterrängvåning. Husen är grundlagda på helgjuten kantförstyvad platta. Under en del av hus 1131 finns ett kryputrymme i stället för källare i suterrängvåningens bakre del.

De sex hus, som endast deltagit i radonmätningen, är av samma byggnadstyper som de detaljundersökta utom ett hus vilket istället för kantförstyvad platta har längsgående betongsulor under bärande väggar.

Samtliga hus är grundlagda mer eller mindre direkt på berggrunden eller nersprängda i denna.

Ventilationen är i samtliga hus av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler saknas genomgående i bostadsutrymmen. Tallriksventiler finns dock i källardelar.

Området är relativt kraftigt kuperat med flera av husen placerade på bergknallarnas sluttningar. Husen 1120, 1123, 1124 och 1129 har för vindpåverkan ett mycket utsatt läge, medan de övriga tre detaljundersökta husen är något mera skyddade. Luftomsättningen inomhus bedöms vara låg i delar av hus 1123 och i nedre våningen i hus 1127. I hus 1131 sugts (genom självdragets undertryck) luft in i matkällaren från kryputrymmet.

Geologi

Berggrunden består av röd, medelkornig, massformig granit. I denna förekommer här och var gångar av pegmatit. Inom delområdet finns sprickdalar med riktning N20W. Dock är inget av de undersökta husen byggt över en utpräglad sprickzon.

Uranhalten i graniten är 12-21 ppm eU, toriumhalten 41-51 ppm eTh och kaliumhalten 4.1-5.0 % K.

Gammastrålningen över granithällarna är 25-35 µR/h.

Resultat

Radonmätningarna kring husen har utförts i sprängstensfyllning som till största delen varit täckt av ett ler- eller matjordslager. De flesta mätningarna har gjorts på mindre djup än 60 cm. Övervägande antalet mätningar gav radonhalter i sprängstenslagren på 2 000-5 000 Bq/m³. Högsta uppmätta värde var 22 000 Bq/m³, som uppmättes över berggrundsytan på 90 cm₃ djup vid hus 1131. Under husen har uppmätts 2 000-45 000 Bq/m³. Flera av emanometermätningarna har givit höga toronhalter medan radonhalterna varit låga. Här liksom inom delområdet 2 torde de låga radonhalterna under husen kunna förklaras med att ventilationen i sprängstenslagren vid mätfällan var relativt stor.

Endast två av de tretton undersökta husen har lägre radonhalt än 150 Bq/m^3 och tre av husen har högre radonhalter än 800 Bq/m^3 . Något samband mellan radonhalter i husen och uppmätta radonhalter i marken kring eller under dem är svårt att se.

Orsaken torde vara att mätningarna utanför husen inte ger representativa värden på grund av stor luftsättning i sprängstenslagren kring och under husen. Den slutsats som kan göras av radonmätningarna är att en granit med så hög uranhalt, som det här är fråga om, i sig utgör en radonrisk.

I hus 1123 har filmmätningen med värdena 1997 och 1724 Bq/m^3 utförts i små mycket dåligt veggtilerade källarutrymmen. TLD-mätningen, medelvärde 850 Bq/m^3 , skedde däremot i normala bostadsrum i suterrängplanet.

Hus 1127, som enligt filmen har ett årsmedelvärde på 1840 Bq/m^3 , är ett suterränghus, som är byggt i en brant bergslutning. Hela huset är byggt på berg, men huset står på en ca 0.5 meter tjock bädd av sprängsten ovanpå vilken ligger ett 20-30 cm tjockt lager av singel. Både sprängsten och singel är av samma granit som i berggrunden. Under huset har gjorts två mätningar med emanometer varav den ena har utförts under ett med huset ihopbyggt garage och den andra under själva bostads-huset.

I sprängstenslagret under garaget var radonhalten $44\,000 \text{ Bq/m}^3$, i motsvarande lager under huset $11\,000 \text{ Bq/m}^3$.

Den troliga orsaken till skillnaden i radonhalterna är att luften i sprängstenslagret under huset omsattes snabbare än i sprängstenslagret under garaget. Detta styrks genom att förhållandet toronhalt/radonhalt är mycket större under huset eftersom radonhalten reduceras mycket snabbare än toronhalten vid ventilation, se figurerna 7.3 och 7.4.

I hus 1131 uppmättes med film i hallen i nedre planet 1794 Bq/m^3 . En stor del av tilluften till detta utrymme kommer från intilliggande matkällare, som i sin tur får luft från kryputrymmet genom en $15 \times 15 \text{ cm}$ stor öppning. I hobbyrummet, beläget i samma plan, med tilluftsventil i yttervägg, uppmättes med film 263 Bq/m^3 .

Hus 1124 som har den lägsta radonhalten inomhus, 140 Bq/m^3 , är ett hus som är byggt med helgjuten bottenplatta. Huset är grundlagt på granithällen med ett tunt lager av sprängsten och singel mellan granitberget och bottenplattan.

För att förklara de i husen uppmätta radonhalterna med markradon krävs, med de uppmätta radonhalterna under husen i området, stora luftintag från sprängstenslagren. Luftintagen behöver vara i storleksordningen $12\text{-}15 \text{ m}^3/\text{h}$, vilket motsvarar $10\text{-}15 \%$ av tilluftsflödet i huset.

Lysekil. Delområde 4

Småhus av varierande ålder, samtliga med källarvåning. Undergrunden utgörs av hällar och sprängsten. Höga toronhalter i mark vid flera hus.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i 14 hus, nr 1201, 1214. Lägsta uppmätta värde är 42 Bq/m³ och högsta 2034 Bq/m³. Av dessa hus har fem valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.19 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³								Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600	
1							2		2
2	3	1	1	3	1	2	1		12

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.20 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			under ₃ hus kBq/m ³	i jordluft ₃ kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
1202	2	116	43	120	2	14, 20, 30
1203 ¹⁾	3 (1)	1252	2034	340	2-11	(3), 6, 20
1205	2 sv	478	355	320	1	20, 25, 50
1212	2	524	1134 (10300)		4	1, 7, 15
1213	2 sv	110	88	70	20	4, 25

1) Inomhusmätningen med såväl film som TLD har utförts i mindre källarutrymmen utan förbindelse med huset i övrigt.

sv = suterrängvåning

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är uppförda styckevis under 1930-talet (hus 1203), 50-talet (hus 1202) och 60-talet (hus 1205, 1212 och 1213). Även övriga hus är uppförda styckevis under 1950-talet och senare.

Byggnadstypen är för

- hus 1202 1½-planshus i trä med källarvåning
- hus 1203 1½-planshus i trä med källare under två mindre delar, i övrigt kryputrymme
- hus 1205 och 1213 1-planshus i trä med suterrängvåning
- hus 1212 1-planshus i trä med källarvåning

Samtliga hus, med undantag av 1203 och ett rum i 1212, är grundlagda på helgjuten kantförstyvad betongplatta på berg eller på sprängstensfyllning och "skärv" från flera stenbrott, som tidigare funnits i området.

Byggnadstyper för övriga nio hus är i stort sett samma som för de detaljundersökta husen.

Ventilationen är i samtliga hus av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Hus 1202 har tallriksventiler i källarvåningen och frånluftskanaler i sovrum. Husen 1203 har tallriksventiler för genomluftning i källarutrummen. I övriga hus saknas tilluftsventiler med undantag av någon enstaka ventil i källarvåning. Husen har för vindpåverkan efter västkustförhållanden ett något skyddat läge.

Geologi

Berggrunden består av röd, medelkornig granit. Antalet sprickor i denna är få, men i ena utkanten av delområdet finns en större sprickdal, som är anlagd längs en förkastning i NNW-SSO. Hus 1203 och 1205 ligger i kanten av förkastningszonen och radonhalten i dessa hus är möjligen påverkad av att berggrunden under husen kan vara relativt sprickrik.

Uranhalten i graniten är 17-23 ppm eU, toriumhalten 45-55 ppm eTh och kaliumhalten 4.2-4.5 % K.

Gammastrålningen över granithällarna är 24-30 µR/h, på tomterna där marken består av matjordsfyllning 10-16 µR/h.

Resultat

Samtliga mätningar av radon i jordluften har utförts i sprängstensfyllning utom vid hus 1205 där mätningarna är gjorda i sand och moig morän. Där mätningarna utförts i sprängsten har denna varit mer eller mindre täckt av matjord och lera. I de flesta fallen har mätdjupet varit mindre än 60 cm.

Vid de mätningar som gjorts i sprängsten har radonhalter på 1 000-27 000 Bq/m³ uppmätts. Ju tätare övertäckning och större mätdjup desto högre radonhalt har uppmätts. Den högsta radonhalten 45 000 Bq/m³ har uppmätts i sandig mo vid hus 1205. Mätresultaten ger anledning till att förmoda att radonhalten i marken vid nollventilation är av storleksordningen 50 000 Bq/m³ eller något högre, vilket skulle innebära att av allt bildat radon avgår minst 6 % till jordluften.

De under husen uppmätta radonhalterna är relativt låga: 1 000-11 000 Bq/m³. Under hus 1213 uppmättes 20 000 Bq/m³. Flera av emanometermätningarna antyder att toronhalten i sprängstenslagren är höga, uppskattningsvis i storleksordningen 40 000-100 000 Bq/m³. Detta är höga halter, jämfört med de uppmätta radonhalterna, och resultaten anger att luftomsättningen i sprängstenslagren under husen måste vara relativt stor.

Av de detaljundersökta husen har hus 1203 och hus 1212 de högsta radonhalterna: 1 700 respektive 900 Bq/m³ i årsmedelvärde. Hus 1203 är ett äldre hus med två från varandra skilda källarutrymmen. Den ena källaren har ytterväggarna invändigt isolerade med obehandlad gasbetong och här har radonhalten uppmätts till 2034 Bq/m³. I det andra utrymmet, där väggarna är uppförda i natursten och betong, var radonhalten 1252 Bq/m³. Ventilatio- nen i båda utrymmena är mycket dålig.

I hus 1212 har ett rum i källarplanet schaktats ut efter det huset i övrigt hade färdigställts. Golvet i detta rum utgörs därför av en betongplatta, som är frilagd från väggarna. Radonhalten i rummet uppmättes till 1134 Bq/m³, medan i hallen i samma plan erhöles 524 Bq/m³. Hela den omgivande tomten är uppfyllt med sprängsten täckt med ett lager matjord.

I de övriga ej detaljundersökta husen uppmättes med film relativt höga radonhalter i hus 1207 och 1214. I det första huset var radonhalten i ett litet sovrum 1299 Bq/m³ och i ett något större sovrum 623 Bq/m³. Båda rummen var ofta tillstängda och fick därigenom en dålig ventilation. Det mindre rummet hade dessutom ytterväggen invändigt isolerad med gasbetongplattor med gammastrålning upp till 33 µR/h.

I sprängstenslagret under hus 1214 uppmättes radonhalten 20 000 Bq/m³ och i källarplanet 719 och 768 Bq/m³. I detta hus fanns flera synliga sprickor i källargolvet. Om luftomsättningen är 0.2 oms/h skulle ca 2 m³ eller 3 % av tilluften behöva komma från marken för att uppmätta radonhalter inomhus skall erhållas utan bidrag från annan radonkälla.

Om de i husen uppmätta radonhalterna enbart ska förklaras med markradon så erfordras luftintag från sprängstenslagren i storleksordningen 2-5 m³/h utom för hus 1212 där det krävs 17 m³/h. För hus 1212 gäller att det tillbyggda källarrummet har stora otätheter gentemot marken, vilket möjliggör en stor transport av luft från underliggande lager. 17 m³/h verkar i detta fall inte orimligt.

Lysekil. Delområde 5

Gruppbyggda småhus av två typer, enplanshus och dito med suterrängvåning, byggda i början av 1970-talet. Undergrunden utgörs av sprängsten på berg.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i åtta hus, nr 1301-1308. Lägsta uppmätta värde är 101 Bq/m³ och högsta 573 Bq/m³. Av dessa hus har fyra valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.21 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
2				1	2				3
4		3	2						5

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " , hel platta
3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.22 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: ₃ inomhus Bq/m ³			under ₃ hus kBq/m ³	i jordluft ₃ kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
1304	4	200	200	170	-	8, 12, 25
1305	4	106	113	110	-	10, 11, 15
1306	2 sv	573	243	360	-	8, 15, 25
1307	2 sv	406	462	650	17	6, 9, 10

sv = suterrängvåning

Byggnadsteknik

Samtliga hus i området är uppförda i grupp av en och samma byggmästare under 1970-talets första hälft.

Byggnadstypen är för hus 1304 och 1305 enplanshus och för 1306 och 1307 enplanshus med suterrängvåning. Samtliga är byggda i trä och med helgjuten kantförstyvad platta på granit eller sprängstensfyllning. Byggnadsmaterial i suterrängvåningens

väggar är gasbetong med gammastrålning 16-19 $\mu\text{R/h}$ från ytterväggar och 40-47 $\mu\text{R/h}$ från innerväggar.

Ventilationen är i samtliga hus av typ självdreg kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler saknas. Husen har ett för vindpåverkan mycket utsatt läge.

Geologi

Berggrunden inom delområdet består av ljusröd, medelkornig, massformig Bohusgranit. Graniten är relativt sprickfattig och utpräglade sprickzoner saknas.

Uranhalten i graniten är 17-26 ppm eU, toriumhalten 38-48 ppm eTh och kaliumhalten 4.4-4.9 %.

Gammastrålningen över granithällarna är 24-30 $\mu\text{R/h}$, på tomterna där marken består av fyllning av matjord 10-15 $\mu\text{R/h}$.

Resultat

Radonmätningarna i marken kring de detaljundersökta husen har gjorts i sprängsten eller i fyllning av lera direkt ovanpå berggrundsytan. Mät djupet har mestadels varit mindre än 70 cm. De uppmätta radonhalterna är i de flesta fall av storleksordningen 7 000-15 000 Bq/m^3 . De två högsta radonhalterna 23 000 respektive 27 000 Bq/m^3 har uppmätts under ett lager av fuktig lera, vilken ger en bra tätning och förhindrar radontransport mot markytan.

De fyra detaljundersökta husen i detta område står alla på häll och/eller sprängsten. Ekvivalent uranhalt i berggrunden och i sprängstenen är 22 ppm. Sprängstenen är hämtad från området. Om dessa sprängstenslager inte ventileras kan det maximalt uppstå en radonhalt i markluften på 108 000 Bq/m^3 (densitet 1 600 kg/m^3 , porositet 40 %, radonemanation 10 %, 22 ppm uran). Omsätts luften i dessa lager kommer radonhalten att sjunka.

Radonmätningar har utförts under två av husen. Under det ena huset 1307, ett suterränghus, uppmättes 15 000 respektive 30 000 Bq/m^3 , under det andra huset 1302, ett källarlöst hus, 30 000 respektive 45 000 Bq/m^3 . Skillnaden i radonhalter under husen kan tolkas som orsakad av att mer luft sugas in i hus 1307 från sprängstenslagret under huset än vad som sugas in i hus 1302 från sprängstenslagret under detta hus, vilket också är en trolig förklaring till skillnaderna i de uppmätta radonhalterna i husen på 450 respektive 200 Bq/m^3 .

Vad gäller inomhushalterna av radon i området kan man se en markant skillnad. De fem hus som är byggda med platta på mark har alla radonhalter inomhus av storleksordningen 200 Bq/m^3 medan de tre husen som har källarvåning uppvisar halter på ca 400 Bq/m^3 . Dessa skillnader i inomhushalter har en trolig förklaring i att de källarförsedda husen har gasbetong i källarväggarna med en aktivitet på 40-50 $\mu\text{R/h}$, vilket ger det extra tillskottet av radon. En annan bidragande orsak till skillnader i inomhushalter är att källarhusen har en större kontaktyta mot marken, vilket ökar radonets möjlighet att transporteras in i huset.

För att i de källarlösa husen som är byggda med platta på marken erhålla radonhalten 200 Bq/m^3 behövs om radonhalten i sprängstenslagret under huset är $30\,000 \text{ Bq/m}^3$ ett lufttillskott från marken av ungefär en kubikmeter/timme. Husens invändiga volym är ca 500 m^3 och luftomsättningen antas vara 0.3 oms/h .

Den maximala radonhalten i sprängstenslagret under husen är vid nollventilation ca $110\,000 \text{ Bq/m}^3$. Om sprängstenslagret antas vara 0.5 meter tjockt innebär ett uttag av en kubikmeter luft per timme en luftomsättning av 0.04 oms/h i sprängstenslagret, vilket är samma omsättning som behövs för att sänka radonhalten i luften i sprängstenslagret från beräknade $110\,000 \text{ Bq/m}^3$ till uppmätta $30\,000 \text{ Bq/m}^3$, enligt formel (7), kapitel 7.2.

Lysekil. Delområde 6

Småhus byggda under 1970-talet i en dalgång i lä av omgivande bergknallar. Undergrunden utgörs av sand och lera. Höga radonhalter har uppmätts i vatten från flera inom området bergborrade brunnar.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts i fem hus, nr 1501, 1502, 1503, 1504, 1505. Lägsta uppmätta värde är 8 Bq/m³ och högsta 567 Bq/m³. Av dessa hus har två valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.23 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³								Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600		>1600
1			1							1
3	2									2
4	2									2

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.24 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			under hus kBq/m ³	i jordluft kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
1501	1	113	567 ¹⁾	130	27	(25), 35, (45)
1502	4	36	77	50	28	30, (45), 60

1) Radonhalt uppmätt i källarrum som används som sovrum.

Byggnadsteknik

Samtliga hus är uppförda styckevis under 1970-talet.

Byggnadstypen är för samtliga hus enplans trähus. Ett hus har källarvåning med grundmurar på längsgående betongsulor. Av de övriga, som saknar källarvåning, är två grundlagda på kryprumsgrund och två på kantförstyvad betongplatta.

Ventilationen är i alla hus utom 1502 av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Hus 1502 har mekaniskt frånluftssystem. Husen har ett för vindpåverkan efter västkustförhållanden något skyddat läge.

Geologi

Berggrunden består av röd, medelkornig, jämnkornig Bohusgranit med huvudmineralen fältspat och kvarts. Biotit förekommer mer underordnat. I graniten finns ganska rikligt med pegmatitgångar vars bredd varierar från några decimeter till ett par meter.

Berggrunden är uppsprucken i större sprick- eller förkastningszoner, vilka dels har riktningen N 25⁰ och dels N 70⁰V. Sprickorna är brantstående. Kring en av de större sprickzonerna i riktning N 25⁰ kan man ana en större krosszon. I övrigt är berggrunden vid sidan av sprickorna relativt hel. Förutom de brantstående sprickorna förekommer en nära nog horisontell bankning av graniten.

Gammastrålningen över granithällarna är 25-40 μ R/h, över pegmatiterna 20-30 μ R/h. I graniten är halterna av uran 13-24 ppm eU med lokala förhöjningar till 50-70 ppm eU över ett par 10-40 m² stora ytor, vilka ligger i anslutning till en av de större sprickzonerna. Toriumhalterna i graniten är 47-66 ppm eTh, och kaliumhalterna 4.2-5.5 % K. Motsvarande värden för pegmatiterna är 9-24 ppm eU, 16-18 ppm eTh och 4.3-5.5 % K.

Resultat

Av de två detaljundersökta husen är källarhuset 1501 byggt vid foten av en bergknalle. Huset är grundlagt på lera som underlagras av lerblandad moig fjnsand. Radonhalten i marken kring husen är 27 000-45 000 Bq/m³. Spårfilmsmätningarna och ³TLD-mätningarna har givit olika radonhalter, 113 och 567 Bq/m³ respektive 130 Bq/m³. Värdet 567 Bq/m³ är uppmätt i ett mindre rum med två ytterväggar och förmodligen med en något sämre ventilation än i det rum, som det lägre värdet är uppmätt i. Detta rum är också betydligt större. Ytterväggarna i båda rummen är invändigt isolerade med gasbetongplattor med aktiviteten 28-30 μ R/h. Under TLD-mätningen var en tilluftsventil i det mindre rummet öppen, vilket icke var fallet vid filmmätningen. Eftersom huset är grundlagt på längsgående sulor med källargolven gjutna efter det grundmurarna har uppförts, bör springor finnas mellan väggar och källargolv, där markluft kan sugas in i huset.

Hus 1502 är ett källarlöst hus byggt med platta på mark direkt över en granithäll som plansprängts. En del av huset står på fyllning av rullstengrus. Den i huset uppmätta radonhalten är 50-60 Bq/m³, vilket visar att huset har en mot marken tät grundkonstruktion.

Vid sidan av hus 1502 är berget täckt av jord. Inom tomten är jorddjupet kraftigt varierande från någon decimeter till 4.7 meter. Jordlagret består av sandig lera och lera.

Radonhalter i marken är mätta i fem mätpunkter varav A1 och A2 respektive B1 och B2 är satta ca 0.5 meter från varandra. Resultatet är

A1	43 000 Bq/m ³	mätt med Track Etch (störd av vatten)
A2	60 000 Bq/m ³	mätt med ROAC
B1	30 000 Bq/m ³	mätt med ROAC
B2	18 000 Bq/m ³	mätt med Track Etch (störd av vatten)
C1	4 000 Bq/m ³	mätt med ROAC (störd av vatten)

Djupet till bergytan vid B1 och B2 är 2-4 meter och djupet till grundvattenytan är här drygt 1 meter. Troligtvis kommer det uppmätta radonet vid B1 och B2 enbart från leran eftersom grundvatt-net med all sannolikhet stoppar en radontransport från underliggande berggrund.

Vid håll A1 och A2 är bergytan ca 0.5 meter under mätdjupet. Grundvattenytan ligger här just ovan berggrunden. Här är det sannolikt att radonet kommer dels från leran och dels från berggrundsytan. Antar man att radontillskottet är likvärdigt vid områdena A och B kommer berggrunden att bidra till ca 30 000 Bq/m³ vid mätningarna vid A.

Med antagande av 40 % porositet i leran, fås att radonexhalationen från granitytan är ca 2.5 Bq/(m²h) per ppm uran.

Anledningen till att radonhalten runt detta hus är så hög torde vara att leran effektivt hindrar radon från att avgå till luften ovan markytan.

Hus 1503 är byggnadstekniskt likt hus 1502 och uppvisar också ungefär samma nivå på radonhalten inomhus som detta hus.

De övriga två husen är båda grundlagda på uteluftsventilerade kryprum. De i dessa hus uppmätta radonhalterna är mycket låga, 8-31 Bq/m³ på fyra filmer. Hus 1503, 1504 och 1505 är grundlagda på lera eller sand.

Radonmätningarna i delområde 6 visar att höga uranhalter i graniten och hög radonavgång från graniten, vilket även indikeras av de höga radonhalterna i brunnsvattnet, inte behöver medföra förhöjda radonhalter i hus som byggs inom ett sådant område. Detta om husen byggs täta mot marken eller är byggda på jordarter med låg permeabilitet.

Lysekil. Delområde 7

Småhus av varierande hustyper byggda i början av 1960-talet. Undergrunden utgörs av sprängsten på berg.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i fyra hus, nr 1401-1404. I inget av huseg har TLD-mätning utförts. Lägsta uppmätta värde är 156 Bq/m³ och högsta 1000 Bq/m³. Inom detta område har inte något hus utvalts för närmare undersökning.

Tabell B1.25 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus
	<100	100-200	200-300	300-400	400-600	600-800	>800	
1					1	1 ¹⁾		2
2			1					1
4				1				1

1) Hustypen är 50 % typ 1 och 50 % typ 3. Radonmätningen har utförts i källardelen.

1 = Källarvåning, längsgående sutor 3 = Kryprumsgrund
2 = " , hel platta 4 = Platta på mark

Byggnadsteknik

Husen är uppförda styckevis i början av 1960-talet.

Hustypen är för 1401 enplanshus med hel källarvåning under cirka halva huset och kryprumsgrund under den andra delen. Yttergrundmurarna i källaren är invändigt värmeisolerade med skifferbaserad gasbetong. Hus 1402 och 1403 är enplanshus med källarvåning och 1404 enplanshus med platta på mark. Av källarhusen är 1401 och 1402 grundlagda på längsgående betongsutor och 1403 på helgjuten kantförstytad platta.

Ventilationen är i samtliga hus av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Husen har ett för vindpåverkan efter västkustförhållanden relativt skyddat läge.

Geologi

Delområdet är beläget längs en dalgång som är omgiven av kala bergknallar. Berggrunden utgörs av grå till rödgrå Bohusgranit

i vilken här och var finns sliror av pegmatit. Gammastålningen över granithällarna är 22-25 $\mu\text{R/h}$, maximalt 30 $\mu\text{R/h}$ i samband med pegmatit.

Resultat

Samtliga hus är grundlagda på berg eller sprängstensfyllning. I hus 1402 utgör berggrundsytan delar av källargolvet, vilket är fallet i det rum, där radonhalten uppmätts till 767 Bq/m^3 . I det andra rummet med betonggolvet var radonhalten ungefär hälften eller 386 Bq/m^3 .

De högsta radonhalterna är uppmätta i källarvåningen i hus 1401. Grundmurarna i detta hus är invändigt isolerade med plattor av skifferbaserad gasbetong.

Fjugesta. Delområde 1

Småhus av varierande hustyper byggda i slutet av 1950-talet samt under 1970-talet. Undergrunden utgörs av alunskiffermorän på berggrund av alunskiffer.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med sgårffilm i 14 hus, nr 3101-3114. Lägsta uppmätta värde är 47 Bq/m³ och högsta 666 Bq/m³. Av dessa hus har sju valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.26 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³								Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600 >1600	
2		1	2	1	1				5
4	1	3	3	1		1			9

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.27 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			under hus kBq/m ³	i jordluft kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
3101	4	246	231	-	-	-
3102	2	111	182	110	109 ¹⁾	170
3107	4	609	666	750	509	(50), 150 ²⁾
3108	4	389	179	240	-	(70)
3110	2	205	255	240	148	-
3112	4	76	90	120	210	-
3113	4	47	53	110	238	(30, 55)

- 1) Radonhalt uppmätt under garageplatta i marknivå.
- 2) Mätningen har utförts på grundare djup än 1,0 m.

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är i huvudsak uppförda styckevis under slutet av 1950-talet (hus 3107 och 3108, gruppbyggda) samt under 1970-talets mitt (hus 3101, 3102, 3110, 3112 och 3113).

Byggnadstypen är för hus 3101, 3112 och 3113 1½-plans trähus med platta på mark. Hus 3107 och 3108 är enplans trähus med likaledes platta på mark. Hus 3102 och 3110 är enplans trähus med källarvåning med helgjuten kantförstyvad platta.

Ventilationen är i hus 3101 och 3102 av typ mekaniskt frånluftssystem samt i övriga hus självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler finns i källarvåningar. Husen har ett för vindpåverkan normalt skyddat läge.

Geologi

Delområde 1 är ett område med små nivåskillnader. Delar av området har tidigare utgjorts av kärr och myrmark och grundvattenytan ligger högt, i många fall direkt under husen.

Jordlagret består av lerig, sandig, moig, alunskifferrik morän, s k blåalv, med hög halt av kalksten. I området har borrats två hål ner till berggrundsytan, som i borrhålen ligger på 5.5 respektive 7.5 meters djup. Borrningarna visar att alunskifferhalten i moränen ökar med tilltagande djup för att vid 5 meter utgöra nära nog 100 % av moräninnehållet.

Laboratorieanalyser som gjorts på med bormaskin provtaget material visar att permeabiliteten i moränen är av storleksordningen $2.5 \cdot 10^{-11}$ - 10^{-12} m/s och att porositeten varierar mellan 20-35 %.

Berggrunden i området utgöres av alunskifferns översta och uranrikaste zon, som har en genomsnittlig uranhalt av ca 170 ppm U och maximala halter kring 300 ppm U.

Uranhalterna i moränen på en meters djup är 20-80 ppm eU, på 3 meters djup ca 150 ppm eU och vid berggrundsytan ca 240 ppm eU. Toriumhalten i moränen är enhetligt 7-12 ppm eTh och kaliumhalten 2.3-3.0 % K.

Gammaloggning har i borrhålen gjorts ner till ett maximalt djup av 2.5 meter. Radioaktiviteten är på ca 1 meters djup 40-50 μ R/h för att på 2.5 meters djup vara 70-80 μ R/h.

Generellt ligger grundvattenytan i området nära markytan vilket beror på moränens låga permeabilitet. Hösten 1981 när undersökningen gjordes låg grundvattenytan vid de undersökta husen på ett djup av 0,2-1 meter, men det är troligt att den ligger djupare sommartid.

Kring de sju detaljundersökta husen har mätningar av markradon gjorts i 13 mätpunkter. Nästan samtliga har störts av vatten endera på grund av att filmen kommit att sitta under grundvattenytan under kortare eller längre tid av mätperioden eller på grund av att vattenytan låg så högt att filmen måste placeras på ett alltför grunt mätdjup. Trots detta har sex av mätningarna givit radonhalter i jordluften mellan 50 000-170 000 Bq/m³, vilka får betraktas som minimivärden för den verkliga radonhalten i jordluften. Detta antagande styrks av att emanometermätning-

arna under husen visar att radonhalten i dräneringslagret är 110 000-500 000 Bq/m³.

Med en uranhalt i moränen på 80 ppm U, skulle enligt den beräkningsmodell som redovisas i kapitel 7.3 den uppmätta radonhalten på 500 000 Bq/m³ innebära att 8 % av de bildade radonatomerna avgår till jordluften. Detta under förutsättning att porvolymen i moränen är 30 %. På 5 meters djup, där uraghalten är 240 ppm U, skulle radonhalten i porerna vara $1.9 \cdot 10^6$ Bq/m³ om porositeten är 30 % och emanationen 10 %. Porerna får på detta djup antas vara fyllda med vatten.

Att radonhalterna i dräneringslagren under husen trots allt är så pass låga som 100 000-500 000 Bq/m³ antas bero på att radonavgången från moränens vattenfyllda porer är relativt liten.

Resultat

Av tabellen B1.27 framgår att radonhalterna i husen är relativt låga trots att radonhalterna under husen är av storleksordningen 100 000-500 000 Bq/m³. Orsaken torde vara att det under bottenplattan finns tillgängligt små mängder luft, som kan transporteras in i husen. Detta beror på att grundvattenytan under husen ligger så högt att det inte finns någon större luftvolym i jorden under husen.

Inomhushalterna av radon i respektive hus visar god överensstämmelse mellan film- och TLD-mätningarna. Med ett undantag för hus 3107 är radonhalterna i husen av storleksordningen 50-300 Bq/m³.

Det hus som har den högsta radonhalten, 700 Bq/m³, är hus 3107. Detta hus står ca 1 meter högre och därför torrare än de andra husen. Troligen finns det därför för detta hus större luftmängder som kan transporteras in i huset. Med den radonhalt som uppmätts under huset behöver intaget av luft in i huset inte vara större än ca 0.1 m³/h.

Fjugesta. Delområde 2

Småhus av varierande hustyper byggda från 1920-talet och senare. Undergrunden utgörs av morän med relativt hög inblandning av alunskiffer. Underliggande berggrund består av alunskiffer.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i 16 hus, nr 3115-3126 och 3201, 3204. Lägsta uppmätta värde är 30 Bq/m³ och högsta 1125 Bq/m³. Av dessa hus har sex valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.28 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³								Antal hus
	<100	100-200	200-300	300-400	400-600	600-800	800-1200	>1200	
1		4	2	1	1	1	3		12
2			2	1					3
4		1							1

1 = Källarvåning, längsgående sutor
 2 = " , hel platta
 3 = Kryprumsgrund
 4 = Platta på mark

Tabell B1.29 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			under hus kBq/m ³	i jordluft kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
3115	1	198	141	30 ¹⁾	78	(10, 40)
3117	4	141	113	150	-	(80, 155)
3118 ²⁾	1, 3	1125	716	650	100	(35, 45)
3122	1	490	946	900	-	150, 750
3201	1	143	107	-	3)	(230)
3202	2	729	280	180	-	(50, 450)

- 1) TLD-mätning är utförd i bottenvåning.
- 2) Källarvåning under halva huset, i övrigt kryprumsgrund. Film 1 har varit placerad i källarförråd, film 2 i vardagsrum över kryprumsgrund. TLD-mätningen har gjorts i två rum i bottenvåning.
- 3) Vatten direkt under källargolv.

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är uppförda styckevis i början av 1920-talet (hus 3118), i mitten av 1940-talet (hus 3201) under 1960-talet (hus 3115, 3122 och 3202) samt i mitten av 1970-talet.

Byggnadstypen är för hus 3115 och 3201 1½-planshus med källarvåning. Hus 3122 är enplanshus med källarvåning samt 3118, som är ett 1½-planshus med källare under halva huset och kryprumsgrund under den resterande delen. Samtliga dessa hus har grundmurar på längsgående betongsulor. Hus 3117 är ett 1½-planshus med platta på mark. Hus 3202 är ett enplanshus med källarvåning som är grundlagd på kantförstyvad betongplatta. Samtliga hus är av trä över mark.

Ventilationen är av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Hus 3115 och 3118 har frånluftskanaler från sovrum. Tillluftsventiler finns i källarvåningar. Husen har ett för vindpåverkan normalt skyddat läge.

Geologi

Delområde 2 sluttar svagt mot öster, vilket medför att marken vid en del av husen är relativt väl dränerad, vid andra hus ligger grundvattenytan endast några decimeter under markytan.

Jordlagret består av lerig eller sandig, moig morän och moränlera med relativt hög inblandning av alunskiffer och kalksten. Inom delar av området är marken svallad ner till mer än 1 meters djup. I området har tre hål borrats varav två ner till 7 meters djup utan att hålen nått berggrundsytan. Man får anta att jorddjupet genomgående är mer än 7 meter. I ett av hålen ökar alunskifferhalten starkt mot djupet för att där utgöra nära nog 100 % av moräninnehållet. I de andra hålen är alunskifferinnehållet mera jämnt fördelat. Moränen är mycket hårt packad och svårborrad. Porositeten uppskattas till 20-30 %.

Inom delområdet utgörs berggrundens ytlager av alunskifferlagrets mellersta och översta zoner vars genomsnittliga uranhalter är ca 130 respektive 167 ppm U. Den maximala uranhalten torde ligga upp emot 250 ppm U.

Uranhalterna i moränen på 1 meters djup är 20-45 ppm eU. I det ena borrhålet är uranhalten på 3 meters djup 25 ppm eU och på 7 meters djup 210 ppm eU, i det andra är uranhalten i avsnittet 3-7 meter 40-60 ppm eU (moränlera). Toriumhalterna är i de tre hålen 5-10 ppm eTh och kaliumhalten 2.6-3.1 % K.

Gammaloggning i det första borrhålet har på 1.5 meters djup givit 150 µR/h och på 3.5 meter 110 µR/h, vilket visar att alunskifferinnehållet varierar. Över markytan på tomterna är gammastrålningen 12-22 µR/h.

Hösten 1981 låg grundvattenytan vanligen mindre än 1 meter under markytan, vilket beror på att permeabiliteten för moränen är mycket låg.

Resultat

Kring de sex detaljundersökta husen har mätningar av markradon gjorts i 15 mätpunkter. Endast vid hus 3122 har mätningarna kunnat ske utan att de störts av att filmen under längre eller kortare tid kommit att sitta under vatten. Vid hus 3122 har undersökningens högsta radonhalt registrerats, $750\ 000\ \text{Bq/m}^3$, i övrigt har radonhalter på $34\ 000\text{--}450\ 000\ \text{Bq/m}^3$ registrerats trots att mätningarna störts av vatten.

Under två hus har radonhalterna uppmätts till $78\ 000$ respektive $100\ 000\ \text{Bq/m}^3$. Under ett av husen, 3201, kunde ingen mätning göras eftersom grundvattnet stod direkt under källargolvet.

Med den beräkningsmodell som redovisas i kapitel 7.3 skulle radonhalterna i jordluften teoretiskt vid 10 % radogemanation och 30 % porositet i moränen bli $220\ 000\text{--}300\ 000\ \text{Bq/m}^3$ med de uranhalter som förekommer i det översta jordlagret inom området (30-40 ppm U). De uppmätta radonhalterna är väsentligt högre trots att de störts av vatten. För att uppnå halter kring $400\ 000\text{--}600\ 000\ \text{Bq/m}^3$ fordras att 20-30 % av allt bildat radon avgår till jordluften, eller att jordluften på 1 meters djup erhåller ett radontillskott genom diffusion eller aktiv transport från djupare liggande jord- eller berggrundslager. Trots att en sådan även om det är svårt att förklara hur radonet rör sig igenom den mycket täta och vattenmättade moränen.

Hus 3122 är det enda av de undersökta husen på relativt torr mark. Jordlagret ner till en meter består här av sandig, grusig, alunskifferrik morän. Detta hus har också de högsta uppmätta radonhalterna såväl inomhus som i marken kring huset. För att få radonhalten $900\ \text{Bq/m}^3$ fordras ett luftintag från marken på $0.1\text{--}0.2\ \text{m}^3/\text{h}$. Denna luftvolym torde det inte vara svårt att ta in därifrån.

Hus 3118 har det i delområdet högsta uppmätta enskilda värdet på radonhalt inomhus nämligen $1125\ \text{Bq/m}^3$, vilket erhöles vid spårilmsmätning i svalen i källarvåningen. Den andra filmmätningen utfördes i vardagsrummet beläget i bottenvåningen över kryputrymmet. TLD:n var också placerad i detta rum samt i ett annat bostadsrum på detta plan och gav i medelvärde för båda rummen $650\ \text{Bq/m}^3$, som väl överensstämmer med filmmätningen i vardagsrummet. Källargolvet är mycket tunt, 3-4 cm, och med flera sprickor. Strax under golvet konstaterades vatten. Ventilationen i källaren bedömdes vara dålig. Eftersom radonhalten i jordluften under källargolvet uppmättes till ca $100\ 000\ \text{Bq/m}^3$ behövs ett luftintag därifrån på $0.5\ \text{m}^3/\text{h}$ för att $1125\ \text{Bq/m}^3$ skall erhållas i källaren. Ett mindre bidrag till radonhalten kommer dessutom genom radondiffusion genom den tunna betongplattan. Bottenvåningen står i öppen förbindelse med vindsvåningen, vilket skapar ett relativt kraftigt undertryck i bottenplanet vid lägre utetemperaturer. Frånluftskanaler finns från skilda rum. Bjälklaget över källarvåning-kryputrymme är av trä och förmodligen ganska otätt. Det finns således flera faktorer som tyder på att luft till bottenvåningen kommer förutom från källaren även från kryputrymmet, där radonkoncentrationen kan bli betydande vid otillräcklig genomluftning.

I övrigt visar de undersökta husen på att vattenmättad mark ger ett relativt gott skydd mot radon även om radonhalten i marken är hög. De hus som hade vatten under bottenplattan, 3117 och 3201 har också de lägsta radonhalterna inomhus.

De uppmätta radonhalterna för respektive hus stämmer bra överens vad gäller film- och TLD-mätningarna. Undantag är här hus 3202 som enligt filmmätningen hade en radonhalt på 580 Bq/m^3 medan TLD-mätningen visade på 180 Bq/m^3 . Filmmätningen är utförd i ett hobbyrum medan TLD-mätningen utfördes i ett förråd. Tro-
ligtvis var hobbyrummet dåligt ventilerat vid filmmätningen.

Fjugesta. Delområde 3

Småhus av varierande hustyper och byggnadsår (1890-1970). Undergrunden består av morän med alunskifferinblandning. Västra delen av området ligger på berggrund av alunskiffer, östra delen på berggrund av skifferlera. Grundvattenytan ligger nära markytan vid flera hus.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i åtta hus, nr 3205, 3206, 3208-3213. Lägsta uppmätta värde är 69 Bq/m³ och högsta 1591 Bq/m³. Av dessa hus har sju valts ut för närmare undersökning. Dessutom omfattar den geologiska undersökningen ytterligare ett hus.

Tabell B1.30 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
1		1			3	1			5
3					2			1	3

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.31 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	Radonhalter: typ	inomhus Bq/m ³			underhus kBq/m ³	i jordluft kring hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
3205 ¹⁾	1	354	538	500	35	(90-550)
3206	1	266	907	800	26	(80), -100
3207	3	-	-	-	-	(60-500)
3208 ²⁾	1, 3	69	504	300	14	(100-450)
3210	1	84	155	130	3)	(35-130)
3211	3	1591	1474 ⁴⁾	3800 ⁵⁾	25	(15, 100)
3212	3,4 ⁶⁾	280	490	550 ⁵⁾	95	(120), 400, (500)
3213	1	673	322	-	-	(190, 250), 660

1) Radonhalt enligt film 1 gäller rum i bottenvåning, film 2 och TLD källarvåning.

2) Källarvåning under ursprunglig del, kryprumsgrund under tillbyggnad. Film 1-värde gäller i rum över kryputrymme.

- 3) Vatten direkt under källargolv.
- 4) Värde enligt film 2 är uppmätt i matkällare under huset.
- 5) TLD-värde 550 Bq/m^3 är uppmätt med två TLD, en i vardera rum där filmmätning skett.
- 6) Ursprunglig byggnadsdel är av typ 3 medan tillbyggnaden förmodligen är av typ 4.

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är byggda styckevis under skilda tidsperioder, hus 3207, 3211 och 3212 före år 1920, hus 3208 i slutet av 1930-talet med tillbyggnad i början av 1970-talet, hus 3205, 3206 och 3210 under 1950-talet, hus 3213 i slutet av 1960-talet.

Byggnadstypen är för hus 3205 och 3206 $1\frac{1}{2}$ -plans stenhus med källarvåning, bottenvåningens väggar är uppförda i gasbetong med gammastrålning insida yttervägg under $40 \mu\text{R/h}$ (3205) respektive $15 \mu\text{R/h}$. Hus 3207, 3211 och 3212 är $1\frac{1}{2}$ -plans trähus med kryprumsgrund, med undantag av matkällare under 3211. Hus 3208 är ett enplans trähus med källarvåning under ursprunglig huskropp och kryprumsgrund under tillbyggnad. Hus 3210 är $1\frac{1}{2}$ -plans trähus med källarvåning. Hus 3213 är ett etagehus, halva huskroppen är förskjuten en halv våningshöjd i förhållande till resterande del, källar-, suterrängvåning och ett våningsplan. Samtliga hus har grundmurar på längsgående betongsulor.

Ventilationen är av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Frånluftskanaler från sovrum finns i hus 3206. Tillluftsventiler finns i källarvåningar. Husen har ett för vindpåverkan normalt skyddat läge.

Geologi

Delområde 3 utgörs av relativt plan mark som endast svagt sluttar mot öster. Kring de flesta husen ligger grundvattenytan nära markytan, men några av husen står på torr, sandig, svallad morän.

Jordlagret består ner till drygt 1 meter av svallad, sandig, grusig morän, som vanligen är rik på alunskiffer. Jordlagret därunder är genomborrat i tre hål, varav det djupaste går till 8 meter utan att nå berggrundsytan. Det genomborrade jordlagret utgörs av lerig, sandig, moig morän som ofta är alunskifferrik. Moränen är mycket hårt packad och svårborrad. Analyser av ett moränprov från 3 meters djup gav permeabiliteten $1.6 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ och porositeten 22 %.

Inom delområdet består berggrundens ytlager dels av alunskifferlagrets undre zon dels av skifferlera. Gränsen mellan skifferlera och alunskiffer går genom området, figur 8.9. Uranhalten i alunskifferlagret är genomsnittligt 140 ppm U.

Uranhalterna i moränen på ca 1 meters djup är 20-55 ppm eU. På djup större än 2 meter är uranhaltarna 30-80 ppm eU. Beroende på om borrhålet är borrarat över berggrund med alunskiffer eller skifferlera ökar respektive sjunker uranhalt med djupet.

Toriumhalten i moränen är 7-10 ppm eTh och kaliumhalten 2.5-2.9 % K.

Gammaloggning ner till 3.7 meter visar att strålningen är 30-60 $\mu\text{R/h}$. Över markytan på tomterna är gammastrålningen 12-30 $\mu\text{R/h}$. Variationen beror på att man på en del tomter fört på matjord och sand som har lägre aktivitet än moränen.

Under hösten 1981 låg grundvattenytan på de flesta tomterna yt-nära och flertalet av hålen för radonmätningar vattenfylldes delvis, vilket medfört att de flesta mätningarna störts av vatten.

Resultat

Kring husen har mätningar gjorts i 24 mätpunkter. Av dessa har 22 mätningar störts av vatten under längre eller kortare tid. Trots detta har vid samtliga hus uppmätts radonhalter i jordluften som är högre än 100 000 Bq/m^3 och vid fem av husen har värden kring 500 000 erhållits. Högsta uppmätta radonhalt är 660 000 Bq/m^3 som erhållits i en mätpunkt som inte varit påverkad av vatten.

Under fem hus har emanometermätningar utförts. De erhållna halterna är förvånansvärt låga 14 000-95 000 Bq/m^3 , men orsakas av att radonhalten sjunker i dräneringslagret, när detta ventileras av den luft, som sugs in i huset.

De med filmen uppmätta radonhalterna i jordluften är troligen i de flesta fall för låga. Skulle man göra mätningar under torrare förhållanden på sommaren skulle man förmodligen uppmäta högre radonhalter. Det är sannolikt att 20-30 % av bildat radon avgår till jordluften, vilket skulle ge en radonhalt i moränen på 470 000-700 000 Bq/m^3 om porositeten är 30 % och uranhalt 30-55 ppm U.

Hur påverkar då dessa höga markradonhalter husen? Ja, samtliga hus utom hus 3210 har relativt höga radonhalter inomhus. Hus 3210 hade vatten direkt under källargolvet, varför det troligtvis inte tar in någon luft från marken. De övriga husen måste i förhållande till disponibel luftvolym i dräneringslagret ta in förhållandevis stora luftmängder. De relativt låga radonhalter som uppmätts under husen skulle då kunna förklaras med att luften i dräneringslagret omsätts så snabbt att radonhalterna aldrig hinner växa upp mot maximum, vilket de kan göra på en meters djup i jorden.

I hus 3211 har stora radonkoncentrationer uppmätts i bottenvåningen, i vardagsrummet 3 800 Bq/m^3 (TLD) och i ett mindre rum ca 1 600 Bq/m^3 . Under huset, som är i 1½ plan, finns ett kryputrymme utom under en mindre del, där matkällaren är belägen. Liksom i hus 3118 i delområde 2 sugs en relativt stor del av tilluften till våningsplanen från kryprummet genom ett otätt träbjälklag.

Fjugesta. Delområde 4

Småhus med källarvåning uppförda under slutet av 1940- och början av 1950-talen. Undergrunden varierar inom området, bl a består den av isälvsmaterial med inslag av alunskiffer, glaciallera, som överlagrar moränlera samt morän och sand. I samtliga jordarter utom glaciallera ingår fragment av alunskiffer. Berggrunden består av skifferlera.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i fyra hus, nr 3401-3404. Lägsta uppmätta värde är 77 Bq/m³ och högsta 1176 Bq/m³. Samtliga fyra hus har valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.32 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³								Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600	
1							3		3
2	1								1

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.33 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Undergrund mark-typ	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			underhus kBq/m ³	i jordluft kringhus kBq/m ³
			Film 1	Film 2	TLD		
3401 ¹⁾	1	Morän	1092	1122	180	360	110, (160, 360)
3402 ²⁾	1	Lera	588	1176	1300	-	(20, 25, 170)
3403 ¹⁾	1	Lera	751	921	70	25	(105, 150), 280
3404 ¹⁾	2	Sand, grus	201	77	40	45	(125, 150), 200

- 1) Filmvärden är uppmätta i källarvåning, TLD i bottenvåning.
- 2) Filmvärden är uppmätta i källarvåning, TLD i bottenvåning samt i samma rum som film 2-värdet i källarvåning.

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är styckebyggda i slutet av 1940-talet och början av 1950-talet.

Byggnadstypen är för hus 3401 enplans trähus med källarvåning. Hus 3402-3404 är 1½-plans trähus med källarvåning. Hus 3401-3403 har grundlagts på längsgående betongsulor medan hus 3404 har en helgjuten kantförstyvad betongplatta.

Ventilationen är av typ självdrag kompletterat med spisfläkt (ej i 3401) i kök. Husen har ett för vindpåverkan normalt skyddat läge.

Geologi

Jordlagret inom området består av alunskifferrik morän och av glaciällera samt av isälvsmaterial som bildar en liten sidoås till Askersundsåsen. Av husen står 3401 på morän, sand och lera, 3402 och 3403 på glaciällera och 3404 på isälvsmaterial. Två borrhningar har gjorts. Vid hus 3404 består isälvs sedimentet av sand och grus med en inblandning av alunskiffer, som ökar mot djupet. Hålet är borrarat till 7.6 meter utan att nå berggrundsytan. Det andra hålet är borrarat till 6 meter vid hus 3402, även detta utan att nå berggrundsytan. Ner till 6.0 meter utgörs jordlagret av glaciällera med lager av grovmo. Vid 6.0 meter vidtar moränlera, i vilken ingår fragment av alunskiffer.

Inom delområdet utgörs berggrundens ytlager av skifferlera.

För jordarterna har följande uran-, torium- och kaliumhalter analyserats med gammasppektrometri respektive uppmätts med gammasppektrometern:

	eU ppm	eTh ppm	K %
Morän, 1 meters djup	33-45	9-12	2.0-2.2
Moränlera, 5 meters djup	37	10	3.0
Moränlera, 6 meters djup	36	10	2.7
Glaciällera, 1 meters djup	8-12	10-18	2.3-2.8
Sand, 1 meters djup	9-12	9-11	3.0-3.2

Gammaloggningen ner till 3.5 meter i isälvs materialet visar att radioaktiviteten i åsmaterialet varierar mellan 25-60 μ R/h med ökning mot djupet. Även i hålet som är borrarat i lera sker en viss ökning mot djupet. Aktiviteten i detta hål ner till 4.5 meter är 25-55 μ R/h. Gammastrålningen över markytan på tomterna är 12-15 μ R/h.

I åsen ligger grundvattenytan på 2 meters djup medan vattenytan i de leriga områdena ligger på 0.4-1 meter.

Kring husen har mätningar av markradon gjorts i 12 mätpunkter. Av dessa mätningar har 9 störts av vatten under längre eller kortare tid. I isälvs materialet har radonhalter i jordluften på 125 000-200 000 Bq/m³ uppmätts, i moränen 360 000 Bq/m³ och i leran 21 000-170 000 Bq/m³ trots att spårfilmen vid dessa mätningar åtminstone en del av tiden stått under vattenytan.

Radonmätningar under husen har gjorts i tre hus. Ett av dessa står på lera och har under huset en radonhalt på 25 000 Bq/m³. Huset på sand har halten 47 000 Bq/m³ och huset på morän 357 000 Bq/m³.

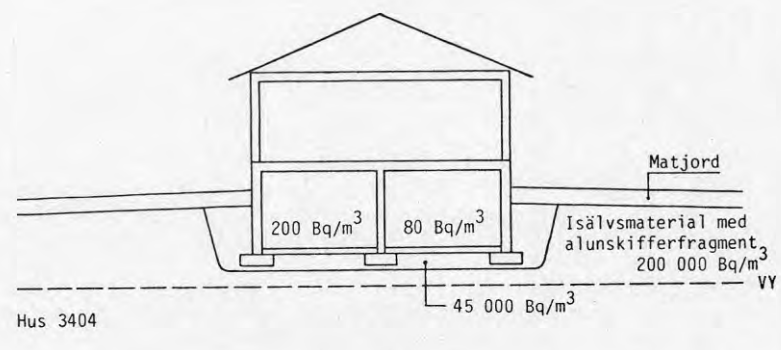
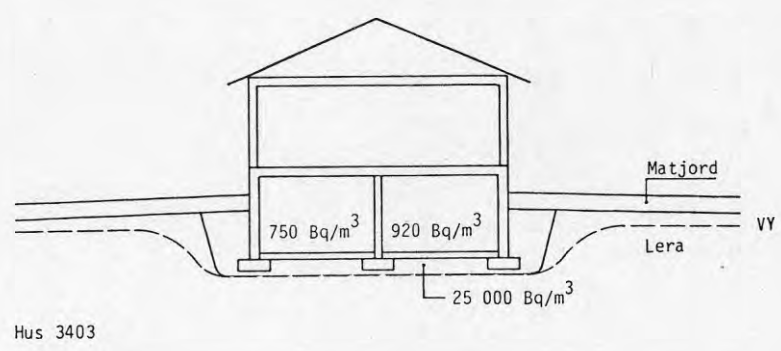
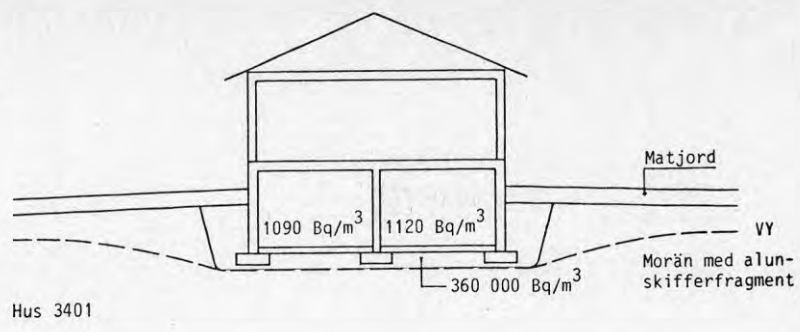
Resultat

Husen i detta delområde uppvisar stora skillnader i radonhalter mellan spårfilmer och TLD-mätningar. Samtliga filmer har varit placerade i källarutrymmen och visar parvis god överensstämmelse i hus 3401 och 3403, något mindre god i hus 3402, där skillnaden kan förklaras av otätheter i golv i rum 2 (renslucka). Differensen mellan filmvärdena i hus 3404 är av en faktor 3, där det lägre värdet är uppmätt i en tvättstuga med betydligt bättre ventilation än i förrådet, som är platsen för den högre radonhalten. TLD-mätningarna är i hus 3401, 3403 och 3404 utförda i bottenvåningen, som är avskild från källaren med betongbjälklag samt stängd dörr, vilket bör förklara skillnaden till filmvärdena. De relativt stora radonkoncentrationerna i vissa källarutrymmen orsakas troligen av en kombination av otätheter mot mark (springor mellan golv och bärande väggar, rensbrunnar) och dålig ventilation. Det höga TLD-värdet i hus 3402 förbryllar dock. Det borde vara betydligt lägre, eftersom det är ett medelvärde för ett utrymme i källaren med ungefär samma radonhalt som TLD-värdet och ett rum i bottenvåningen, vilket borde ha ett mycket lägre värde.

Om man godtar filmmätningresultaten kan man konstatera att radonhalterna i och under hus 3401 helt kan förklaras med den relativt höga uranhalten i underliggande morän. Däremot är radonhalterna i sanden-gruset och leran svårare att förklara. De uppmätta radonhalterna i sanden (max 200 000 Bq/m³) förutsätter att nära 30-50 % av det bildade radonet avgår till jordluften om porositeten i sanden är 40 %. Radonhalterna i lera förutsätter en radonavgång på 35 % för att uppnå den uppmätta halten 170 000 Bq/m³, vilken säkerligen i verkligheten är väsentligt högre, eftersom mätkoppens delvis var fylld med vatten.

Så hög radonemanation som det här måste vara fråga om är inte sannolik. Den troliga förklaringen är att man i bägge fallen har att göra med en transport av radon från uranrikare jordlager som ligger på större djup. Att en sådan kan ske genom diffusion i sanden är någorlunda lätt att tänka sig, men hur sker den i den täta vattenmättade leran? Eventuella mekanismer för en sådan transport beskrivs i kapitel 9.

Under hus 3404 som står på isälvsmaterial har uppmätts 47 000 Bq/m³, medan radonhalterna i marken kring huset är 125 000-210 000 Bq/m³. För att få så låg radonhalt under huset behövs en utspädning av jordluften med atmosfärisk luft. Hur denna utspädning går till har vi inte kunnat klarlägga.



Figur B1.2 Profiler genom hus 3401, 3403 och 3404.

Fjugesta. Delområde 5

Småhus av varierande hustyper byggda under 1960-talet och senare. Undergrunden utgörs av morän som överlagras av glaciallera.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i tre hus, nr 3301-3303. Lägsta uppmätta värde är 36 Bq/m³ och högsta 329 Bq/m³. Inga TLD-mätningar har utförts i detta område. Inget av husen har heller uttagits för närmare undersökning.

Tabell B1.34 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³								Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200	-1600		>1600
1			1							1
3	1									1
4		1								1

1 = Källarvåning, längsgående sulor

2 = " , hel platta

3 = Kryprumsgrund

4 = Platta på mark

Byggnadsteknik

Husen är uppförda styckevis under mitten av 1960-talet (3301) och senare.

Byggnadstypen är för alla tre 1½-plans trähus, ett hus med källarvåning, ett med kryprumsgrund och ett med platta på mark. Källarhuset (3301) har grundmurar på kantförstytad betongplatta.

Ventilationen är i hus 3301 och 3302 av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Hus 3303 har mekaniskt frånluftssystem. Tilluftsventiler finns i källarvåningen i hus 3301, om sådana finns i de två andra husen är okänt. Husen har ett för vindpåverkan normalt läge.

Geologi

Någon detaljerad undersökning av geologin kring husen har inte utförts, men enligt den geologiska kartan bör husen ligga i gränzonen mellan glaciallera och morän. Den senare sticker här upp genom lertäcket i form av drumlinsformade moränkullar. Dessa moränkullar innehåller rikligt med alunskiffer och enligt den flygradiometriska kartan överstiger uranhalten i markens ytlager 15 ppm U.

Vintrosa. Delområde 1

Småhus av varierande hustyper byggda under 1970-talet. Undergrunden utgörs av kalkstensmorän och moränlera på kalksten.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i 44 hus, nr 4301-4318 och 4401-4426. Lägsta uppmätta värde är 13 Bq/m³ och högsta 456 Bq/m³. Av dessa hus har fem valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.35 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³						Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800 -1200 -1600 >1600	
1	1	1	2				4
2	6	3	2	2			13
3	12	2					14
4	4	5	4				13

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.36 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			underhus kBq/m ³	i jordluft kringhus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
4413	4	159	143	200	25	5, 13, 55
4414	4	238	238	280	10	25, 30
4415	4	140	266	240	49	(10), 35, 35
4421	3	40	49	40	-	45, 60
4422	4	78	100	140	-	40, 70, 105

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är gruppbyggda under mitten av 1970-talet med nr 4413-4415 tillhörande en och samma grupp.

Även bland de övriga husen finns gruppbyggda villor, men flertalet är styckevis uppförda. Samtliga hus är byggda under 1970-talet.

Byggnadstypen är för hus 4413-4415 enplans trähus med kantförstyvad betongplatta samt för 4421 och 4422 1½-plans trähus, det första med kryprumsgrund det andra med platta på mark (kantförstyvad betongplatta). Hustypen för övriga hus redovisas i bilaga 2.

Ventilationen är i de detaljundersökta husen av typ mekaniskt frånluftssystem. Tilluftsventiler saknas. Flertalet av de övriga husen har ventilation av typ självdreg kompletterat med spisfläkt i kök, men även F- och FT-system är representerade. Husen har ett för vindpåverkan något utsatt läge.

Geologi

Delområde 1 består av två bostadsområden varav inom det ena, (hus 4401-4426), fem hus varit föremål för detaljerade undersökningar. I det andra (hus 4301-4318) har endast utförts radonmätningar i husen med spårfilm samt mätningar av radonhalten med emanometer under fem hus. Geologiskt skiljer de bägge områdena sig inte mycket. Bägge är byggda uppe på kalkstensplatån och underliggande kalkstenslager har en tjocklek på 7-10 meter. Jordlagret består i det undersökta området av kalkstensmorän och i det andra området, enligt den geologiska kartan, av moränlera. I samband med de detaljerade undersökningarna har borrhningar gjorts vid samtliga fem undersökta hus. Ett av hålen har nått berggrundsytan som här ligger på 4.5 meters djup. Jordlagret utgörs av moig, sandig kalkstensmorän, som är ganska blockrik. Moränen är mycket hårt packad. Laboratoriebestämning på ett prov gav följande värden:

för permeabiliteten $1.4 \cdot 10^{-11}$ m/s och för porositeten 36 %.

Tre prov av moränen har analyserats på laboratorium med gamma-spektrometri och givit följande värden: 1.6-2.2 ppm eU, 4-5 ppm eTh och 1.0-1.2 % K.

De mycket låga halterna av såväl uran, torium som kalium visar att inblandningen av annat material än kalksten i moränen är mycket liten. Utöver kalksten förekommer något urbergsmaterial, mest gnejs och granit. Alunskiffer saknas helt.

Gammaloggning av borrhålen visar att strålningen i moränen är enhetligt 8-10 μ R/h, vilket den även är på markytan.

Mätningar med gammasppektrometer i de borrhål, som gjorts för radonmätningarna har givit uranhalter på 2-6 ppm eU. Alltså något högre än laboratorieanalyserna med gammasppektrometri. Orsaken till detta torde delvis vara att radon tillförts jordlagret. Mera om detta nedan.

Grundvattenytan i området ligger på 0.7-2 meters djup beroende på hur väldränerad den enskilda tomten är.

Resultat

De fem detaljundersökta husen ligger mitt emot varandra vid samma gata. Kring dessa har mätningar av markradon gjorts i 18 mätpunkter. Fem av mätningarna har störts av vatten₃. De ostörda mätningarna visar värden mellan 13 000-105 000 Bq/m³.

Under tre av de detaljundersökta husen har radonmätningar₃ gjorts. Radonhalten under dessa hus var 10 000-50 000 Bq/m³. Mätningar har även gjorts under ytterligare 16 hus inom området. Mätningarna under dessa hus har givit mycket skiftande värden från 10 000 Bq/m³ till >170 000 Bq/m³. Under fyra av husen var radonhalten högre än 100 000 Bq/m³.

Av tabell B1.36 framgår att radonhalterna i marken och under husen är mycket varierande från hus till hus. Med den uranhalt som kalkstensmoränen har (2 ppm U) skulle radonhalten i jordluften vid en emanation av 10 % bli 16 000 Bq/m³, vid 20 % 32 000 Bq/m³ och vid 30 % 48 000 Bq/m³. Det är alltså inte möjligt att radonhalterna i jordluften skall kunna bli så höga som de uppmätta utan ett tillskott av radon till jordluften. Att ett sådant tillskott verkligen förekommer indikerar även de spektrometermätningar, som gjorts i hålen för radonmätningarna, där i de flesta av hålen uppmätts 2-4 ppm högre ekvivalenta uranhalter än vad laboratorieanalyserna visat.

Den enda tänkbara källan till radonet är alunskiffern. Uranhalten i skifferns övre zon är här genomsnittligt över 8.4 meters mäktighet 236 ppm U. Hur radonet transporteras från skiffern genom kalkstenslagret och genom den mycket täta och till 100 % vattenmättade kalkstensmoränen är okänt. En teori som föreslagits är att radonet transporteras med metangas, som avgår från skiffern och som genom "sprickor" i kalkstenen och kalkstensmoränen söker sig upp mot markytan. Att transport av metangas sker genom betydande lager av kalksten och morän är känt från flera ställen i Närke. En sådan transport genom sprickor skulle kunna förklara varför radonhalterna varierar så kraftigt från hus till hus inom delområde 1. (Se även kapitel 7.3).

Beträffande de i husen uppmätta radonhalterna kan det konstateras, att med de radonhalter som kan förekomma under husen är det fullt tillräckligt med ett luftintag på ca 1 m³/h från marken under husen för att uppnå de uppmätta inomhushalterna. Se även kapitel 8.7.2.

Vintrosa. Delområde 2

Småhus av varierande hustyper uppförda under mitten av 1960-talet och senare. Undergrunden består av kalkstensmorän på kalksten.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i sex hus, nr 4206-4211. Lägsta uppmätta värde är 23 Bq/m³ och högsta 900 Bq/m³. Av dessa hus har fyra valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.37 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200 -1600 >1600	
1					1	1		2
2		2		1				3
4		1						1

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.38 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			under ₃ hus kBq/m ³	i jordluft kring ₃ hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
4208	1 sv	228	735	900	20, 23	7, 25
4209	1 sv	527	410	550 ₁₎	31	20, 25, 60
4210	2	92	159	70 ₁₎	16	8, 6, 13
4411	2	143	315	420	18	20

1) TLD-mätning är utförd i bottenvåning.

sv = suterrängvåning

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är uppförda styckevis under mitten av 1960-talet (4210) och första hälften av 1970-talet (de övriga tre).

Byggnadstypen är för hus 4208 och 4211 1½-plans och 4209-4210 enplanshus. Samtliga är byggda i trä och med hel källarvåning (suterrängvåning i hus 4208 och 4209). Hus 4208 och 4209 är grundlagda på längsgående betongsulor, hus 4210 och 4211 på kantförstyvad betongplatta.

Ventilationen är av typ självdreg kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler finns i källar- och suterrängvåningar. Husen har ett för vindpåverkan normalt skyddat läge.

Geologi

Delområde 2 ligger uppe på kalkstensplatån, men nära kanten av denna.

Jordlagret består av kalkstensmorän. Ovanpå denna finns en strandvall som till stor del utgörs av sand, grus och urbergsblock. Moränen är även svallad ner till ett djup av minst 1 meter. I området har två hål borrats. Bägge går ner till berggrundsytan, som i hålen ligger på 7-7.3 meters djup. I hålen består jordlagret av sandig, moig kalkstensmorän. Alunskiffer saknas i moränen. Moränen är mycket hårt packad och svårborrad.

Berggrunden utgörs av kalksten som här är 2-4 meter mäktig. Under kalkstenen följer alunskiffer, vilken i sin översta zon har en genomsnittlig uranhalt av 236 ppm U.

Ett prov av kalkstensmorän har analyserats på laboratorium med gammaspektrometri. Detta hade halten 2 ppm eU, 5 ppm eTh och 1.4 % K. Gammaspektrometermätningarna i de hål som gjorts för radonmätning gav halterna 1-4 ppm eU, 7-12 ppm eTh och 1.2-2.4 % K.

Gammaloggning i borrhålen ner till 2.2 meters djup visade att strålningen i moränen är 8-13 μ R/h.

Grundvattenytan låg hösten 1981 djupare än 1 meter i samtliga hål som gjorts för radonmätning utom i ett där den låg på 0.6 meter.

Kring de fyra detaljundersökta husen har mätningar av markradon gjorts i 10 mätpunkter. En av dessa mätningar har störts av vatten. De östörda mätningarna gav värden mellan 6 000-60 000 Bq/m³.

Radonhalterna i jordluften under fyra av husen har uppmätts med emanometer. Halterna varierar mellan 18 000-31 000 Bq/m³.

Resultat

Radonhalterna i marken är i de flesta av mätpunkterna låga dvs under 20 000 Bq/m³. Högsta halt är 60 000 Bq/m³ som uppmätts i en mätpunkt. Halterna under husen är av samma storleksordning som de i marken kring husen. Halterna under husen och i marken är för höga för att kunna ha orsakats av radon som avgått från kalkstensmoränen. För att få dessa halter fordras ett tillskott av radon. Enda tänkbara källa för detta radon är den alunskiffer som underlagrar kalkstenen.

Skillnaderna mellan radonhalterna i husen torde bero på huskonstruktionerna. Hus 4208 och 4209 är suterränghus byggda med betongsulor, medan 4210 och 4211 är källarhus med helgjuten bottenplatta. De förra husen torde ta in betydligt mer radonhaltig jordluft. Med de halter som uppmätts under husen behövs ett luftintag av 2-4 m³/h. Dessa luftmängder kan tas in utan att radonhalten i luften under husen blir mindre än i marken för övrigt, eftersom husen är byggda på ett grusigt material, som tillåter rörelse av stora mängder luft. Jämför med hus på stora lager av sprängsten i Lysekil och Strömstad samt på grusåsar.

Vintrosa. Delområde 3

Småhus med källarvåning (utom ett hus) byggda under 1970-talet. Undergrunden består av kalkstensmorän på kalksten.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i fem hus, nr 4203-4205. Lägsta uppmätta värde är 29 Bq/m³ och högsta 715 Bq/m³. Av dessa hus har tre valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.39 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus	
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200		-1600
2		1	1		2				4
3	1								1

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.40 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	typ	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			under ₃ hus kBq/m ³	i jordluft kring ₃ hus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
4203	2	266	574	400	-	(130)
4204	2	715	350	650	27	(50, 60)
4205	2	132	196	140	-	(23, 27)

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är uppförda styckevis under 1970-talet, vilket också gäller de övriga två husen.

Byggnadstypen är enplans trähus med källarvåning (suterrängvåning i hus 4203). Alla tre husen är grundlagda på kantförstytvad betongplatta, liksom ett av de övriga två husen. Det femte huset är grundlagt på kryprumsgrund.

Ventilationen är av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök i hus 4203 och 4205 samt mekaniskt frånluftssystem i hus 4204. Tilluftsventiler finns i källarvåning i hus 4204 och 4205. Husen har ett för vindpåverkan normalt skyddat läge.

Geologi

Delområde 3 ligger uppe på kalkstenplatån men nära kanten av denna.

Jordlagret består av kalkstensmorän som är svallad till ett djup av minst 1 meter, varvid stenig, sandig-grusig jordart bildats. På de tomter som undersökts är pålagt ett lager av matjord och grus som ofta är upp till 1 meter tjockt. Någon borrhning har inte utförts inom området varför djupet till berggrundsytan är okänt, men det uppskattas till 2-4 meter. Underliggande berggrund består av kalksten, som här är 2-4 meter mäktig. Kalkstenen underlagras av alunskiffer.

Gammaspectrometermätningar i de hål som gjorts för radonmätningarna gav halterna 6-11 ppm eU, 9-13 ppm eTh och 1.6-2.4 % K. Dessa halter visar att inslaget av urbergsmaterial i moränen och fyllningen är större än i delområdena 1 och 2, och det kan inte heller uteslutas att i moränen och fyllningen finns en liten inblandning av alunskiffer. Några fragment av alunskiffer observerades dock inte vid spadborrhningen av de hål som gjordes för radonmätningarna.

Grundvattenytan i området låg hösten 1981 strax under markytan och att döma efter de brunnar som finns på tomterna ligger den också normalt högt.

Resultat

Kring de tre detaljundersökta husen har mätningar av markradon utförts i 8 mätpunkter. Samtliga mätningar har under kortare eller längre tid störts av vatten, vilket också medfört att det erhållna resultatet varierar mellan 1 700₃ 130 000 Bq/m³. De tre högsta mätvärdena ligger över 50 000 Bq/m³ trots att kopparna med filmerna vid upptagningen stod under vatten.

Utgående från att uranhalten i moränen är ca 10 ppm U skulle den maximala radonhalten i jordluften bli ca 100 000 Bq/m³ (porositeten 40 %, radonemanationen 20 %, densiteten 1 600 kg/m³). Trots att radonmätningarna var störda av vatten har vi fått värden kring 100 000 Bq/m³ och högre. Troligen skulle mätvärdena varit ännu högre om mätningarna inte störts av vatten. Så höga värden kan inte förklaras på annat sätt än genom ett tillskott av radon från underliggande alunskifferlager.

Med de höga grundvattenstånd som råder i området blir mängden jordluft under husen relativt liten. Trots det har hus 4204 en radonhalt kring 600 Bq/m³. Under huset uppmättes 27 000 Bq/m³. För att med denna halt på den inkommande luften få 600 Bq/m³ i huset behövs ett luftintag av 2-3 m³/h från marken.

Husets bottenyta är $8 \cdot 12.5 = 100 \text{ m}^2$. Om man antar att dräneringslagret under huset är 0.2 meter tjockt, och att porositeten i det är 40 % blir luftvolymen i lagret 8 m^3 . Med ett luftuttag på 3 m^3 per timme från lagret blir luftomsättningen i lagret 0.4 omsättningar per timme. För att med denna luftomsättning hålla kvar radonhalten på nivån $27\,000 \text{ Bq/m}^3$ behövs endera

- ett tillskott från omgivande jordlager på 3 m^3 jordluft per timme med radonhalten $27\,000 \text{ Bq/m}^3$ minus 500 Bq/m^3 , vilket är radonkoncentrationen i dräneringslagret vid 0.4 luftomsättningar per timme (beräknat på porositeten 40 %, densiteten $1\,600 \text{ kg/m}^3$, uranhalten 5 ppm och 10 % radonemanation).
- eller ett lufttillskott från omgivande jordlager med $0.8 \text{ m}^3/\text{h}$ med radonhalten $100\,000 \text{ Bq/m}^3$.
- eller en radonavgång genom diffusion från under- och kringliggande jordlager (total yta 170 m^2) med $485 \text{ Bq/(m}^2\text{h)}$.

I hus 4203 har ca 450 Bq/m^3 uppmätts. En bidragande orsak till denna radonhalt kan vara att källarytterväggen i detta rum invändigt är värmeisolerad med gasbetong med gammastrålningen $25\text{--}27 \mu\text{R/h}$, vilket kan ge ett bidrag till radonhalten på ca 100 Bq/m^3 i detta rum.

Vintrosa. Delområde 4

Småhus med källarvåning uppförda under 1960-talet och senare. Undergrunden består av kalkstensmorän. Berggrunden utgörs av alunskiffer och skifferlera.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i sju hus, nr 410₁-410₇. Lägsta uppmätta värde är 76 Bq/m³ och högsta 588 Bq/m³. Av dessa hus har tre valts ut för närmare undersökning.

Tabell B1.41 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³							Antal hus
	-100	-200	-300	-400	-600	-800	-1200 -1600 >1600	
1			1		2			3
2		2	2					4

1 = Källarvåning, längsgående sulor
2 = " " , hel platta

3 = Kryprumsgrund
4 = Platta på mark

Tabell B1.42 Radonhalter i, under och vid detaljundersökta hus.

Hus: nr	Radonhalter: inomhus Bq/m ³	Radonhalter: inomhus Bq/m ³			underhus kBq/m ³	i jordluft kringhus kBq/m ³
		Film 1	Film 2	TLD		
4102	2	-	-	180	-	45, 75, 75
4103	1	434	588	380	1)	(11, 12, 35)
4104	2	221	152	170	74	35, (90), 100

1) Vatten direkt under källargolv.

Byggnadsteknik

De detaljundersökta husen är uppförda styckevis under mitten av 1960-talet till i början av 1970-talet.

Byggnadstypen är enplans trähus med källarvåning. Hus 4103 är grundlagt på längsgående betongsulor, de övriga två på kantförstyvad betongplatta. Hustypen är densamma för de övriga fyra

husen av vilka två är grundlagda på längsgående betongsulor och två på kantförstuvad betongplatta.

Ventilationen är av typ självdrag kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler finns i källarvåning. Husen har ett för vindpåverkan normalt skyddat läge.

Geologi

Delområde 4 ligger i sluttningen nedanför kalkstenslagrets utgående. Underliggande berggrund utgörs av alunskiffer och av skifferlera. Kontakten mellan alunskiffern och skifferleran går tvärs igenom området, men det är ovissat var den exakt går eftersom vi inte känner till hur kraftigt berggrundsytan sluttar i området. Figur 3.2.

Jordlagret består av kalkstensmorän som mot djupet bör innehålla allt mer inslag av alunskiffer och skifferlera. I området har två hål borrats ner till 5.5 respektive 7.3 meters djup. Ner till ca 1.5 meters djup består jordlagret av svallad, blockig, sandig morän som innehåller rikligt med block av gnejs, granit och kalksten. Därefter vidtar sandig, moig morän. Inget av hålen når berggrundsytan. Fragment av alunskiffer i jordlagret har inte observerats vid borrningarna. Detta tyder på att innehållet av alunskiffer i moränen är litet åtminstone ner till 7 meters djup, vilket styrks av att radonhalterna i moränen enligt analyserna är låga.

Två prov av moränen har analyserats på laboratorium med gamma-spektrometri. Det ena provet är taget från 4.5 meters djup, det andra från 7.0 meters djup. De har halterna 5-6 ppm eU, 7 ppm eTh och 1.8-2.0 % K. Gammalspektrometernätningarna i de hål som gjorts för radonmätning gav halterna 3-10 ppm eU, 7-12 ppm eTh och 1.3-2.2 % K. Variationerna i halter beror på olika mängd urbergsmaterial i moränen.

Grundvattenytan ligger i området på 0.5-1.5 meters djup. Delar av området har tidigare varit relativt sankt beroende på att grundvattenytan rinner fram vid kontakten mellan kalksten och alunskiffer. Två hus har problem med grundvatten.

Resultat

Kring de tre detaljundersökta husen har mätningar av markradon gjorts i 9 mätpunkter. Fyra av mätningarna har störts av vatten. Trots att kopparna med spårfilm vid upptagningen stod under vatten har dessa mätningar givit värden 11 000-90 000 Bq/m³. Radonhalten i de mätpunkter som inte stått under vatten är 36 000-100 000 Bq/m³.

Radonhalten i jordluften under ett av husen har mätts med emanometer. Uppmätt halt var 75 000 Bq/m³.

Radonhalterna i jordluften är så höga som upp emot 100 000 Bq/m³, trots att moränen ända ner mot 7 meters djup inte innehåller någon alunskiffer. Radonhalterna i jordlaget kan inte bli så höga som de uppmätta utan att ett tillskott av radon kommer från djupare liggande jord- eller berggrundslager.

Radonhalten i hus 4102 är lägre än 200 Bq/m^3 trots att radonhalten i marken kring huset är av storleksordningen $45\ 000$ - $75\ 000 \text{ Bq/m}^3$. Tydligt är att huset är tätt mot marken. Detsamma gäller för hus 4104 i vilket högsta uppmätta radonhalt är 200 Bq/m^3 , trots att radonhalten under huset är $74\ 000 \text{ Bq/m}^3$.

Hus 4103 har förvånansvärt höga radonhalter inomhus, ca 400 Bq/m^3 , trots att grundvattnet står direkt under källargolvet. Man får ändå förutsätta att radonet kommer från marken. Eftersom det inte finns någon jordluft att ta in i huset, bör radonet transporteras genom diffusion, med vattenånga (fukt) eller eventuellt med metangas eller med luft som rör sig längs ledningar och kulvertar.

Skulle källan till radonet i hus 4103 vara radon som avgår från grundvattnet behövs det att radonavgången från källargolvet är $180 \text{ Bq/(m}^2\text{h)}$ för att konstant hålla radonhalten 400 Bq/m^3 vid en uppskattad luftomsättning av 0.2 omsättningar per timme. Om man antar att hälften av det radon, som avgår från vattnet sönderfaller under diffusionen-transporten genom källargolvet skulle radonavgången från vattnet vara ca $360 \text{ Bq/(m}^2\text{h)}$. Jonassen har mätt radonavgången från svensk alunskifferbaserad gasbetong med aktiviteten $2\ 300 \text{ Bq/kg}$ och funnit denna vara $30 \text{ Bq/(m}^2\text{h)}$ (Jonassen 76). Detta värde kan jämföras med den radonavgång som skulle behöva komma från vattnet ca $360 \text{ Bq/(m}^2\text{h)}$. Vattnet antas ha minst lika hög radonhalt som jordluften d v s $100\ 000 \text{ Bq/m}^3$ eller ca 100 Bq/l .

Huruvida det är rimligt att tänka sig en så pass hög radonavgång från vatten, i jämförelse med gasbetongen, är okänt. Påpekas bör dock att för de hus i Fjugesta där högt grundvattenläge ger låga radonhalter är det fråga om ett stillastående grundvatten, medan grundvattnet under hus 4103 är ett grundvatten som rinner nerför sluttningen. Kanske kan detta påverka radonavgången.

Vintrosa. Delområde 5

Småhus med källarvåning men med varierande tid för uppförande. Undergrunden består av kalkstensmorän med liten inblandning av alunskiffer. Berggrunden utgörs av alunskiffer och skifferlera.

Radonhalter

Inom området har radonhalter inomhus uppmätts med spårfilm i tre hus, nr 4501-4503. Lägsta uppmätta värde är 103 Bq/m³ och högsta 499 Bq/m³. Inga TLD-mätningar har utförts i detta område. Inget av husen har heller uttagits för närmare undersökning.

Tabell B1.43 Samtliga hus i delområdet fördelade på hustyp och radonhalt.

Hus typ	Radonhalt inomhus, Bq/m ³								Antal hus
	<100	100-200	200-300	300-400	400-600	600-800	800-1200	>1600	
1					1				1
2			1	1					2

1 = Källarvåning, längsgående sulor

2 = " , hel platta

3 = Kryprumsgrund

4 = Platta på mark

Byggnadsteknik

Husen är uppförda styckevis i början av 1950-talet (hus 4503) samt i mitten av 1970-talet.

Byggnadstypen är för hus 4501 och 4502 enplans trähus med källarvåning (suterrängvåning i hus 4501) samt för hus 4503 1½-plans trähus med källarvåning. Hus 4501 och 4502 är grundlagda på kantförstyvad betongplatta medan hus 4503 står på längsgående betongsulor.

Ventilationen är av typ självdreg kompletterat med spisfläkt i kök. Tilluftsventiler finns i källarvåning. Husen har för vindpåverkan medelläge.

Geologi

Högsta gammastrålning som uppmätts över markytan i området är 17 µR/h.

De förhållandevis höga radonhalterna i husen kan förklaras med att de är byggda på mark som innehåller alunskiffer.

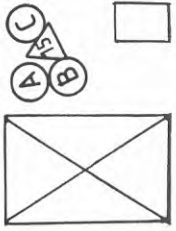
RADON I BOSTÄDER

Markens inverkan på radonhalt
och gammastrålning inomhus

BILAGA 2

Mark- och husdata

Tabell B2.1 Hus 1104. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HÄNDMÄTT AKTIVITET (µBq/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		<input type="radio"/> HÅL B		<input type="radio"/> HÅL C			
		1104									
				KAPITERING		0-10 matjord (lerig) 0-15 matjord -27 matjord -30 lera -38 stenigt grusigt sandigt 38 berg		0-10 matjord -35 lerig sand -50 stenigt grus, enstaka block bl.a. pegmatitblock.		50 berg	
				Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Fi lm	TLD	SPEKTROMETER		2.9	
Rn-HALT UNDER Huset		Bq/m ³	7000			URAN ppm		6		11	
		Bq/m ³				THORIUM ppm		28		37	
● MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER				VATTEN		Rn-HALT Bq/l					
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÄLL Nr	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm	MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³		3668		15584	
		2	4,9	13	44	MÄTMETOD		ROAC		ROAC	
								X TRACK ETCH		TRACK ETCH	
								" membran		" membran	
						Ann.				248	

HUS NR 1104
HUSTYP

BYGGNADSAR 1973
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

TILLBYGGNADSAR 1978
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

ANTAL VÅNINGAR 1

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1

ICKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1

BJÄTKLAG
 Betong Bjätklag nr 1
 Gasbetong Bjätklag nr 2
 Trä Bjätklag nr 2
 Bjätklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Tätta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil

 Dålig ventilation

Rum 1 Vardagsrum Plan 1
Rum 2 Sovrum Plan 1
Rum 3 Plan
Rum 4 Plan

Tilluft Fönster
 Tilluft Fönster
 Tilluft
 Tilluft
 Frånluft/överluft
 ~~Frånluft/överluft~~ Dörr
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING
Bq/m³ RESP µR/H

Rum Radonhalt Film
Gammastrålning TLD/Mätperiod
Yttervägg
Innervägg
Tak
Mitt i rum
Golv

1	2	3	4
1046	347		
----- 260/Dec 1981 -----			
11	14		
11	16		

ANTECKNINGAR

Dörr till rum 1 stängd under perioden för filmmätning men öppen under TLD-mätning.
Mindre god kvalitet på golv på mark i rum 1.

Tabell B2.3 Hus 1105. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="triangle"/> HANDMÄTT AKTIVITET (µR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C ● EMANOMETER				
1105				
KARTERING		0-5 lerig matjord -37 lera -70 stenig grusig sand 70 block	0-5 lerig matjord -30 lera -40 stenig grusig sand -60 dito med enstaka block 60 block	0-5 lerig matjord 0-30 lera -50 stenig grusig sand 50 block
SPEKTROMETER				
KALSIUM %		3.5		3.4
URAN ppm		9		9
THORIUM ppm		29		29
VATTEN				
Rn-HALT Bq/l				
MARKLUFT				
Rn-HALT Bq/m ³		5191		6621
MÄTMETOD		ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran		ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran
Anm.				250
Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	TLD	
		290	340	
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		8000 , 11000		
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		□ HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL KALSIUM Nr %	URAN ppm	THORIUM ppm
		SONDLÄNGD cm		

Tabell B2.4 Hus 1105. Husdata.

HUS NR 1105	BYGGNADSÅR 1973	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÅNINGAR 1		
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning	(kantförstyvad betongplatta)		
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Krypgrundläggning	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst	(platta på mark)		
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BARANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG		
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1		
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr		
	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 2		
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr		
	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum		
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Tallriksventil		
	<input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input type="checkbox"/> Dålig ventilation		
VENTILATION	Rum 1 Matvrå Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ överluft Imkana l		
	Rum 2 Stora sovrummet Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> frånluft /överluft Dörr		
	Rum 3 Vardagsrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> frånluft /överluft Dörr		
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
RADON- OCH GAMMAMÄTNING	Rum	1	2	3	4
Bq/M ³ RESP µR/H	Radonhalt	329	224		
	Gammastrålning			----- 340/Jan 1982 -----	
	TLD/Mätperiod				
	Yttervägg				
	Innervägg				
	Tak				
	Mitt i rum	14	14		
	Golv	16	15		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.5 Hus 1106. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (µR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		<input type="radio"/> HÅL B		<input type="radio"/> HÅL C	
		1106							
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film		TLD					
Rn-HALT UNDER HUSET		Bq/m ³		80		5000		320	
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER. <input type="checkbox"/> HÅLMÄTNING SPEKTROMETER									
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL Nr	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm			
1	4,4	22	1	3,0	8	25	3,2	6	24
3	4,4	15	3	7790	ROAC	TRACK ETCH	12244	ROAC	TRACK ETCH
				MÄTNING		MÄTNING		MÄTNING	
				membran		membran		membran	
				X		X		X	
				5500		5500		252	
Anm.									

Tabell B2.6 Hus 1106. Husdata.

HUS NR 1106
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1973
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR
 Typ 2 Källarvåning
 Typ 4 Källarlöst

ANTAL VÅNINGAR 1
 (kansförstyvad betongplatta)
 (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan
 Trä Plan 1

ICKE BRÄNDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan
 Trä Plan 1

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation (filmmätning)

FRÄNLUFFKANALER I SOVRUM
 Fränluffkanaler i sovrum
 Tallriksventil

 Dällig ventilation

MEK VENTILATION
 Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation (TLD-mätn)

RUM 1 Allrum Plan 1
 Tilluft Fönster
 Fränluff/överluft Dörr

RUM 2 Sovrum Plan 1
 Tilluft Fönster
 Fränluff/överluft Dörr

RUM 3 Sovrum Plan 1
 Tilluft Fönster
 Fränluff/överluft Dörr

RUM 4 Plan
 Tilluft
 Fränluff/överluft

RADON- OCH GAMTAMÄTNING

BO/M ³ RESP µR/H	1	2	3	4
	85	59		
	----- 320/Dec 1981 -----			
	16	15	16	

RADONMÄTPERIOD

GAMMASTRÅLNING

Film	
TLD/Mätperiod	
Yttrevägg	
Innervägg	
Tak	
Mitt i rum	
Golv	

ANTECKNINGAR

Tabell B2.8 Hus 1110. Husdata.

HUS NR 1110
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1973

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 1

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
- Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
- Typ 3 Kryppgrundläggning
- Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan
- Trä Plan 1

ICKE BARANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan
- Trä Plan 1

BJÄTKLAG

- Betong Bjätklag nr 1
- Gasbetong Bjätklag nr
- Trä Bjätklag nr 2
- Bjätklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
- Tätå fönster
- Öppen trappa mellan plan 1-2
- God ventilation

- Mek ventilation typ
- Springventiler
- Dörr mellan plan 1-2
- Normal ventilation

- Frånluftkanaler i sovrums
- Tallriksventil
-
- Dålig ventilation

Rum 1 Vardagsrum

Plan 1

- Tilluft Fönster

- Frånluft/~~övertuft~~ Öppen spis

Rum 2 Sovrum

Plan 1

- Tilluft Fönster

- ~~Frånluft~~/övertuft Dörr

Rum 3

Plan

- Tilluft

- Frånluft/övertuft

Rum 4

Plan

- Tilluft

- Frånluft/övertuft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

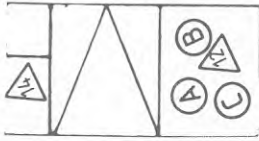
Bq/m³ RESP µR/H

- Rum Radonhalt Film
- Gammastrålning Yttervägg TL0/Mätperiod
- Innervägg
- Tak
- Mitt i rum
- Golv

1	2	3	4
77	84		
----- 120/Okt 1981 -----			
14	18		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.9 Hus 1111. Markdata.

<input checked="" type="checkbox"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="checkbox"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄNING PÅ HÅLL <input checked="" type="checkbox"/> EVANOMETER	
<input type="checkbox"/> HÅL A <input type="checkbox"/> HÅL B <input type="checkbox"/> HÅL C	
1111 	
KARTERING	0-16 matjord -41 samma som B -55 dito med enstaka sten 55 block
	0-12 matjord -44 grusig sandig lera -55 dito med en- staka block 55 block
	0-10 matjord -35 sandig lera -60 sand med enstaka sten 60 block
SPEKTROMETER	
KALIUM %	3.3
URAN ppm	6
THORIUM ppm	29
VATTEN	
Rn-HALT Bq/l	3.2 6 25
MARKLUFT	
Rn-HALT Bq/m ³	12355
ROAC	ROAC
TRACK ETCH	TRACK ETCH
X	X
"	"
•membran	•membran
Ann.	
	5812
	ROAC
	TRACK ETCH
	X
	"
	•membran
	256

Tabell B2.10 Hus 1111. Husdata.

HUS NR 1111
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1973
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VANINGAR 2
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BRÄNDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan

ICKE BRÄNDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Tätat fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrúm
 Tallriksventil
 Dälig ventilation

Rúm 1 Förråd Plan 1
 Rúm 2 Vardagsrum Plan 1
 Rúm 3 Plan
 Rúm 4 Plan

Tilluft Ventil Plan 1
 Tilluft Fönster Plan
 Tilluft Plan
 Tilluft Plan

Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft Dörr
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMASTRÅLNING
 Bq/m³ RESP µR/H

Rúm Radonhalt Film
 Gammastrålning TLD/Mätperiod
 Yttervägg
 Innevägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

1	2	3	4
931	501		
14	15		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.11 Hus 1113. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MÅSKINBORRAT HÅL <input type="triangle-up"/> HANDMÅTT AKTIVITET (µR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C ● EMANOMETER			
1113			
KARTERING 0-30 matjord -53 matjords- blandad lera 70 skärv		0-30 matjord -70 styv såpig lera-65 ,block i botten fyllning.	0-30 matjord samma som hål B 30-70
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 630	TLD 440	
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³			
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER			
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL Nr	KALTIUM % URAN ppm THORIUM ppm
1 2	1300 19600	2 4,7 18	4,0 16 38
	SONDLÄNGD cm		VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³
	30 30		13178
			4300
			ROAC TRACK ETCH " membran X " membran X
			8937
			ROAC TRACK ETCH " membran X " membran X
			Fukt på filter.
			Anm.
			258

BYGGNADSAR 1973

TILLBYGGNADSAR

ANTAL VANINGAR 2

HUS NR 1113
HUSTYP

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning
 Typ 2 Källarvåning (kantförstuvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

- BARRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1, 2
- BJÄLKLÄG
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1, 2
- BJÄLKLÄG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2
 Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation
- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation
- Frånluftkanaler i sovrúm
 Tallriksventil
 Dålig ventilation

- Rum 1 Kök Plan 1 Tilluft Fönster Frånluft/~~övertuft~~ Imkanal
 Rum 2 TV-rum Plan 1 Tilluft Fönster Frånluft/~~övertuft~~ Öppen spis
 Rum 3 Arbetsrum Plan 1 Tilluft Fönster ~~Frånluft~~/övertuft Dörr
 Rum 4 Plan Tilluft Frånluft/övertuft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

- BO/M³ RESP µR/H
 Rum Radonhalt Film
 Gammastrålning Yttervägg TLD/Mätperiod
 Innervägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

1	2	3	4
775	333		
----- 440/Dec 1981 -----			
15	12		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.13 Hus 1114. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HÄNDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> HÅL C	EMANOMETER
1114 							
KARTERING							
		0-10 matjord 10-40 lera, fylln. 40 block		0-15 matjord 15-40 lera, fylln. 40 sten, blockigt		0-10 matjord 10-25 lera, fylln. 25 sten, blockigt	
SPEKTROMETER							
KALIUM		3.5		3.8		3.2	
URAN		3		5		6	
THORIUM		17		22		22	
VATTEN							
Rn-HALT Bq/l							
MARKLUFT							
Rn-HALT Bq/m ³		190		1478		5132	
MÄTMETOD							
X		ROAC		ROAC		ROAC	
		TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH	
		" membran		" membran		" membran	
		X		X		X	
Anm.							
260							
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	50	TLD	20		
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		2000					
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER							
HÅL		HÅLL KALIUM		URAN		THORIUM	
Nr	SONDLÄNGD cm	Nr	Bq/m ³	Nr	ppm	Nr	ppm
		3	4,6	15		52	

HUS NR 1114
 HUSTYP
 BYGGNADSRÅR 1973
 TILLBYGGNADSRÅR
 ANTAL VÄNINNGAR 2

BYGGNADSMATERIAL
 BARANDE VÄGGAR
 Typ 1 Källarväning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning
 IKKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1, 2
 BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2
 Bjälklag nr

VENTILATION
 Självdrag, spisfläkt
 Tätå fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation
 Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation
 Frånluftkanaler i sovrúm
 Tallriksventil
 Öppen spis på plan 2
 Dålig ventilation

Rum 1 Matrum Plan 1
 Tilluft Fönster
 ~~Frånluft/överluft~~ Dörr
 Rum 2 Arbetsrum Plan 1
 Tilluft Fönster
 ~~Frånluft/överluft~~ Dörr mestade Is stängd
 Rum 3 Plan
 Tilluft
 Rum 4 Plan
 Tilluft
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAAMÄTNING

BO/M ³ RESP µR/H	1	2	3	4
Rum	39	53		
Radonhalt	Film			
Gammastrålning	TLD/Mätperiod			
Yttervägg	----- 20/Dec 1981 -----			
Innervägg				
Tak				
Mitt i rum				
Golv	12	11		

ANTECKNINGAR
 I jämförelse med hus 1113 och 1115 mycket välbyggd (välavberrad) betongplatta.

Tabell B2.15 Hus 1115. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTTI AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		<input type="radio"/> HÅL A		<input type="radio"/> HÅL B		<input type="radio"/> HÅL C		● EVANOMETER	
<p>1115</p>													
Rn-HÅLT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film		940		TLD		850					
Rn-HÅLT UNDER HUSET		Bq/m ³		2000									
● MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER													
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÄLL Nr	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm							
1	1200	60	1	4.6	15	51							
2	8540	30											
3	4450	30											
4	3750	60											
5	5500	60											
KARTERING													
0-35 matjord		0-30 matjord		0-30 matjord		0-30 matjord		0-30 matjord		0-30 matjord		0-30 matjord	
-75 matjord(fylln) blandad med styv lera		-80 matjord blandad med finlera		-80 matjord blandad med finlera		-80 skärv o block		-80 skärv o block		-80 skärv o block		-80 skärv o block	
-87 skärv												85 blockigt	
SPEKTROMETER													
KALIUM %		3.9		3.9		3.9		3.9		3.9		3.7	
URAN ppm		12		12		12		12		12		5	
THORIUM ppm		40		40		40		40		40		22	
VATTEN													
Rn-HÅLT Bq/l													
MARKLUFT													
Rn-HÅLT Bq/m ³		7058		7058		7058		7058		7058		7335	
MÄTMETOD		ROAC		ROAC		ROAC		ROAC		ROAC		ROAC	
		TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH	
		.membran		.membran		.membran		.membran		.membran		.membran	
		X		X		X		X		X		X	
Anm.													
262													

HUS NR 1115

HUSTYP

BYGGNADSAR 1973

TILLBYGGNADSAR

ANTAL VÄNINGAR 2

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning
 Typ 4 Källarlöst

(kantförstyvad betongplatta)
 (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

- BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1, 2

ICKE BARANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1, 2

BJÄTKLAG

- Betong Bjätklag nr 1
 Gasbetong Bjätklag nr
 Trä Bjätklag nr 2
 Bjätklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Tätta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

- Frånluftkanaler i sovrums
 Fallriksventil
 Dålig ventilation

- Rum 1 F d sovrums Plan 1
 Rum 2 Vardagsrum Plan 1
 Rum 3 Sovrums Plan 1
 Rum 4 Plan

- Tilluft Fönster
 Tilluft Fönster
 Tilluft Fönster
 Tilluft

- ~~Fällluft~~/överluft Dörr
 ~~Fällluft~~/överluft
 ~~Fällluft~~/överluft Dörr
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Bq/m³ RESP µR/H

- Rum
 Radonhalt Film
 TLD/Mätperiod
 Gammastrålning Yttrevägg
 Innervägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

1	2	3	4
702	1054		
----- 850/Dec 1981 -----			
13	15		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.17 Hus 1116. Markdata.

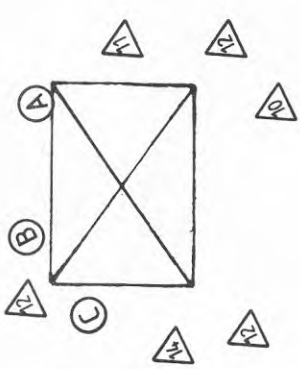
<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="triangle-up"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uB/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EVANOMETER	
1116 	
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 910 TLD 850
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³	49000
<input checked="" type="checkbox"/> MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅLL Nr	HÅLL KALIVM % URAN ppm THORIUM ppm
Rn-HALT Bq/m ³	Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³
SONDLÄNGD cm	VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³
MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran X " " membran
Anm.	Anm.
KARTERING	HÅL A HÅL B HÅL C
0-20 lerig matjord -32 lera -76 mörk sand?, enstaka klum- par av gult sandigt mtrl. fyllning.	0-4 matjord -13 sand -46 mörk sand?(sam- ma som i (A) 46 berg el.stort block
0-6 matjord -14 sand -30 lera -58 sand -108 samma som i (A) (B) mörk "sand"m.enst klump.	0-6 matjord -14 sand -30 lera -58 sand -108 samma som i (A) (B) mörk "sand"m.enst klump.
SPEKTROMETER KALIVM % URAN ppm THORIUM ppm	2.7 7 18
SPEKTROMETER KALIVM % URAN ppm THORIUM ppm	2.3 3 10
SPEKTROMETER KALIVM % URAN ppm THORIUM ppm	1.9 2 4
VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³	6171 3970
MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran X " " membran
Anm.	Anm.

Tabell 82.18 Hus 1116. Husdata.

HUS NR 1116	BYGGNADSÅR 1973	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÄNINGAR 2
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning	(kantförstyvad betongplatta)
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Krypgrundläggning	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst	(platta på mark)
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BARANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong
	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr 1
			<input type="checkbox"/> Bjälklag nr 2
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrúm
	<input type="checkbox"/> Tätå fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Tallriksventil
	<input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dälig ventilation
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	
			<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft
			<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft
			<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
			<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
RADON- OCH GAMMAVÄTNING	Rum 1 Vardagsrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	Öppen spis
Bo/W ³ RESP µR/H	Rum 2 Arbetsrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	Dörr
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	
	Rum Radonhalt	539	1090
	Film		
	TLD/Mätperiod	----- 850/Dec 1981 -----	
	Gammastrålning		
	Yttervägg		
	Innervägg		
	Tak		
	Mitt i rum		
	Golv	15	15
ANTECKNINGAR			

Tabell B2.19 Hus 1117. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		<input type="radio"/> HÅL A		<input type="radio"/> HÅL B		<input type="radio"/> HÅL C	
		1117				0-7 matjord -38 lera, fyllning -60 grusig lerig morän fylln. 60 block, sprängsten.		0-18 lerig matjord -35 lera, fyllning -88 lerig morän, fyllning block		0-10 lerig matjord -75 fuktig morän fyllning -90 blöt morän (mörk) fyllning 90 block, sprängsten	
		KARTERING									
		Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		52	Film	TLD					
		Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³				100					
		● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER							
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÅNGD cm	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm						
	3		4,9	20	45						
	4		4,8	20	43						
		MARKLUFT		Rn-HALT Bq/m ³		29058		5847		4129	
		MÄTMETOD		ROAC		TRACK ETCH		ROAC		TRACK ETCH	
				X		" .membran		X		" .membran	
		Anm.								266	



Tabell B2.20 Hus 1117. Husdata.

HUS NR 1117

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1973

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR

- Typ 2 Källarvåning
 Typ 4 Källaröst

ANTAL VÅNINGAR 3 (INKL KV)

- (kantförstyvad betongplatta)
(platta på mark)

BYGGMÅDMATERIAL

BARANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan 1
 Betonghållsten Plan
 Trä Plan 2, 3

ICKE BARANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghållsten Plan
 Trä Plan 1, 2, 3

BJÄLKLAG

- Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr 2, 3
 Trä Bjälklag nr
 Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

FRÅNLUFTKANALER I SOVRUM

- Frånluft/överluft
 Tallriksventil

 Dalg ventilation

Rum 1 Verkstad

Plan 1

- Tilluft Fönster

- Frånluft/överluft

Rum 2 Gillstuga

Plan 1

- Tilluft Ventil stängd

- Frånluft/överluft Öppen spis

Rum 3 Tvättstuga

Plan 1

- Tilluft Ventil

- Frånluft/överluft

Rum 4

Plan

- Tilluft

- Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Bq/m³ RESP µR/H

Rum	Radonhalt	Film	TLD/Mätperiod
52	351		
14	16		
12	13		
10	11		
15	18		
16	18		

----- 100/Dec 1981 -----

1

2

3

4

ANTECKNINGAR

Tabell B2.21 Hus 1119. Markdata.

○ HÅLL		⊗ MASKINEORRAT HÅLL		△ HANDMÅTT AKTIVITET (µR/h)		□ SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		● EMANOMETER			
○ HÅLL A		○ HÅLL B		○ HÅLL C							
1119											
KARTERING						0-24 matjord		0-27 matjord		0-20 matjord	
						-60 lera, fyllning		-53 lera, fyllning		-54 lera, fyllning	
						-60 block, sprängst.		-58 stenig sand, fyllning		-54 block, sprängst	
								58 block, sprängsten			
SPEKTROMETER						3.2		3.5		3.2	
KALIUM %						5		5		4	
URAN ppm						22		24		22	
THORIUM ppm											
VATTEN											
Rn-HALT Bq/L											
MARKLUFT											
Rn-HALT Bq/m ³						7648		6351		2585	
						ROAC		ROAC		ROAC	
						TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH	
MÄTMETOD						X " " membran		X " " membran		X " " membran	
Anm.						Vatten i hål och på filter.		Fukt på filter.		Vatten i hål och på filter.	
										268	
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film		TLD							
		1070		1000							
Rn-HALT UNDER HUSET		Bq/m ³		11000							
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER						□ HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER					
HÅLL		Rn-HALT		HÅLL		KALIUM		URAN		THORIUM	
Nr		Bq/m ³		cm		%		ppm		ppm	
		1		4,8		17		49			
		2		4,6		15		44			

Tabell B2.22 Hus 1119. Husdata.

HUS NR 1119

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1973

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINNGAR 3 (INKL KV)

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

- BÄRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2, 3

- IKKE BÄRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 1, 2, 3

- BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2, 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Töta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

- Frånluftkanaler i sovrums
 Tallriksventil

 Dalig ventilation

Rum 1 Hobbyrum

Plan 1

Rum 2 Hall

Plan 1

Rum 3

Plan

Rum 4

Plan

- Frånluft/~~ventil~~ Ventil och dörr mest stängda
 Frånluft/~~ventil~~ Öppen trappa
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

Tilluft Fönster

Tilluft

Tilluft

Tilluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

Bq/m³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4
645	1278		
----- 1000/Dec 1981 -----			
16			
13	13-21		
12	12		
14	16		
15	19		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.23 Hus 1120. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="radio"/> HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER		
1120		
HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C		
	0-15 matjord -40 lera, fyllning -50 sand, fyllning 50 sprängsten	
	0-10 matjord -34 Terblandad sand, fyllning 34 sprängsten	
	0-10 matjord -45 lera, fyllning -55 sand, fyllning 55 stor sprängsten	
SPEKTROMETER		
KALIUM	3.2	
URAN	5	
THORIUM	22	
VATTEN		
Rn-HÅLT Bq/l		
MARKLUFT		
Rn-HÅLT Bq/m ³	4054	
MÄTMETOD	<input checked="" type="checkbox"/> ROAC <input type="checkbox"/> TRACK ETCH <input type="checkbox"/> " " membran <input checked="" type="checkbox"/> " " membran	
Attn.		
Rn-HÅLT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	290	500
Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³		
<input checked="" type="radio"/> HÅLLMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Nr	HÅLL KALIUM %	THORIUM ppm
	5	49
	6	50
	7	51
SONDLÄNGD cm	URAN ppm	
	17	
	18	
	18	

Tabell B2.24 Hus 1120. Husdata.

HUS NR 1120

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1965

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
- Typ 3 Kryppgrundläggning

ANTAL VÅNINGAR 1

- Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
- Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

TILLBYGGNADSÅR

BYGGNADSMATERIAL

ICKE BÄRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan
- Trä Plan 1

BJÄLKLAG

- Betong Bjälklag nr 1
- Gasbetong Bjälklag nr
- Trä Bjälklag nr 2
- Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
- Täta fönster
- Öppen trappa mellan plan 1-2
- God ventilation

- Mek ventilation typ
- Springventiler
- Dörr mellan plan 1-2
- Normal ventilation
- Frånluftkanaler i sovrum
- Tallriksventil
- Dalg ventilation

- Rum 1 **TV-rum** Plan 1
- Rum 2 **Sovrum** Plan 1
- Rum 3 **Vardagsrum** Plan 1
- Rum 4 Plan

- ~~Frånluft~~/överluft **Dörr**
- ~~Frånluft~~/överluft **Dörr**
- Frånluft/~~överluft~~ **Öppen spis**
- Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Bq/h³ RESP µR/H

- Rum Radonhalt Film
- Gammastrålning TLD/Mätperiod
- Yttervägg Yttervägg
- Innervägg Innervägg
- Tak Tak
- Mitt i rum Mitt i rum
- Golv Golv

1	2	3	4
157	358		
----- 500/Dec 1981 -----			
10	10	10	10

ANTECKNINGAR

Fönster utbytta 1974. Fasta fönster i rum 1 och 3.

Tabell B2.25 Hus 1123. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL			<input type="radio"/> EMANOMETER			
		1123			<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> HÅL C			
				KARTERING	0-40 matjord -60 sprängsten 60 stora block, sprängsten.	0-5 lerbl.matjord -35 lera, fyllnad -52 sprängfylln. grus, skärv (skärvmax 210mm) 52 block, spräng - sten.	0-15 matjord -50 sandig lera, fyllning. -55 sprängskärv (max 110mm) 55 block, spräng - sten.			
Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film	TLD								
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³	1910	850								
				SPEKTROMETER						
				KALTIUM %	3,8	4,0	3,5			
				URAN ppm	13	12	7			
				THORIUM ppm	39	40	26			
				VATTEN						
				Rn-HALT Bq/l						
				MARKLUFT						
				Rn-HALT Bq/m ³	1679	5457	3548			
				MÄTMETOD	ROAC	ROAC	ROAC			
					TRACK ETCH	TRACK ETCH	TRACK ETCH			
					"	"	"			
					X	X	X			
					.membran	.membran	.membran			
				Artn.						
								272		

Tabell B2.26 Hus 1123. Husdata.

HUS NR 1123	BYGGNADSR 1965	TILLBYGGNADSR	ANTAL VANINGAR 2	(INKL SV)	
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning	(kantförstyvad betongplatta)	
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst	(platta på mark)	
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BARANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG		
	<input checked="" type="checkbox"/> Gasbetong Plan 1	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong	Bjälklag nr 1	
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong	Bjälklag nr	
	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä	Bjälklag nr 2, 3	
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input type="checkbox"/>	Bjälklag nr	
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrums		
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input checked="" type="checkbox"/> Tallriksventil		
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input type="checkbox"/> Normal ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Dålig ventilation		
	Rum 1 Skrivrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil stängd	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft		
	Rum 2 Klädkammare Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil litet öppen	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
	Rum 3 Vardagsrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ överluft Öppen spis		
	Rum 4 Sovrum Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr		
RADON- OCH GAMMAMÄTNING	Rum	1	2	3	4
Bo/m ³ RESP	Radonhalt	1997	1724		
	Gammastrålning	13			----- 850/Dec 1981 -----
	TLD/Mätperiod				11
	Yttervägg	13			11
	Innervägg	11			10
	Tak	13			13
	Mitt i rum	15			16
	Golv				14
ANTECKNINGAR	Mycket dålig ventilation i rum 1.				

Tabell B2.27 Hus 1124. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (µR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER					
1124					
KARTERING		HÅL A	HÅL B	HÅL C	
0-33 lera(sandbl. lera) -53 sprängsten 53 stor sprängsten		0-10 lerbl.matjord -47 lera m enst. skärv, fyllning -60 sprängsten 60 stor spräng - sten.	0-15 lerbl.matjord -31 fylln.sandbl. lera 31 sprängst. här var det fullt drag mellan stenarna		
SPEKTROMETER					
KALIAM		3.0	3.3	3.3	
URAN		5	7	7	
THORIUM		23	28	29	
VATTEN					
Rn-HÅLT Bq/l					
MARKLUFT					
Rn-HÅLT Bq/m ³		1032	3753	3440	
MÄTMETOD					
ROAC		ROAC	ROAC	ROAC	
TRACK ETCH		TRACK ETCH	TRACK ETCH	TRACK ETCH	
membran		membran	membran	membran	
Ann.					
Rn-HÅLT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film	TLD			
	95	140			
Rn-HÅLT UNDER Huset	Bq/m ³				
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		□ HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER			
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIAM %	URAN ppm	THORIUM ppm
			4, d	17	48
			4, 6	16	47
			4, 0	14	42
			4, 2	15	43

HUS NR 1124

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1965

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 1

Tabell B2.28 Hus 1124. Husdata.

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning
 Typ 4 Källarlöst

(kantförstyvad betongplatta)
 (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1

ICKE BÄRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1

BJÄLKLAG

- Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2
 Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil

 Dälig ventilation

Rum 1 TV-rum

Plan 1

- Tilluft Fönster

- ~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 2 Sovrum

Plan 1

- Tilluft Fönster

- ~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 3

Plan

- Tilluft

- Frånluft/överluft

Rum 4

Plan

- Tilluft

- Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

BO/M³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4
98	91		
----- 140/Dec 1981 -----			
10	11		

ANTECKNINGAR

Fönster utbytta 1971.

Tabell B2.29 Hus 1125. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="triangle-up"/> HANDVÄTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C					
1125 					
KARTERING		<input type="radio"/> 0-25 matjord -70 stenig grusig sand -95 grusig stenig sand med enstaka block. 95 block	<input type="radio"/> 0-16 matjord -25 mjull -93 fyllning, stenig grusig sand (stort block på 30 cm) 93 block	<input type="radio"/> 0-15 matjord -45 stenrik grusig sand -75 dito m. mycket småblock(max 110mm) -93 fuktig mörk lerblandad finsand 93 block	
SPEKTROMETER		KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	3.3 3 12	2.7 7 26	
VATTEN		Rn-HALT Bq/l			
MARKLUFT		Rn-HALT Bq/m ³	6355	2213	
MÄTMETOD		ROAC TRACK ETCH " ".membran X " ".membran X " ".membran X " ".membran	ROAC TRACK ETCH " ".membran X " ".membran X " ".membran X " ".membran	ROAC TRACK ETCH " ".membran X " ".membran X " ".membran	
Anm.				Fukt på filter. 276	
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	TLD		
Rn-HALT UNDER HUSET. Bq/m ³		530	300		
		9000			
<input checked="" type="radio"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER					
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm
1	4.6	19	4.6	19	45
2	5.1	17	5.1	17	47
3	4.9	18	4.9	18	46
4	4.6	15	4.6	15	45
5	4.8	16	4.8	16	47
6	4.8	18	4.8	18	46
7	4.6	16	4.6	16	47

Tabell B2.30 Hus 1125. Husdata.

HUS NR 1125 **BYGGNADSÅR 1968** **TILLBYGGNADSÅR** **ANTAL VÄNINGAR 2** **(INKL SV)**

HUSTYP
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

BYGGNADSMATERIAL
BÄRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

ICKE BÄRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1, 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2, 3
 Bjälklag nr

VENTILATION
 Självdrag, spisfläkt
 Tätå Fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

FRÄNLUFTKANALER I SOVRUM
 Fallriksventil
 Dälig ventilation

Rum 1 Östra rummet Plan 1
 Tilluft Fönster
 ~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 2 Västra rummet Plan 1
 Tilluft Fönster
 Frånluft/överluft Dörr

Rum 3 Plan
 Tilluft

Rum 4 Plan
 Tilluft

RADON- OCH GAMMASTRÅNING

BO/M ³ RESP µR/H	1	2	3	4
Rum	366	615		
Radonhalt	----- 300/Dec 1981 -----			
Gammastrålning	8	10		
TLD/Mätperiod	8	10		
Yttervägg	8	9		
Innervägg	9	10		
Tak				
Mitt i rum				
Golv	10	10		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.32 Hus 1127. Husdata.

HUS NR 1127
HUSTYP

BYGGMÅDSÅR 1969
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

TILLBYGGMÅDSÅR
 Typ 2 Källarvåning
 Typ 4 Källarlöst

ANTAL VÅNINGAR 2 (INKL SV)
(kantförstyvad betongplatta)
(platta på mark)

BYGGMÅDSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

ICKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 1
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfåkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation plan 2

FRÅNLUFTKANALER I SOVRUM
 Tallriksventil stängd
 Dalg ventilation plan 1

Rum 1 TV-rum Plan 1
 Tilluft Fönster
 ~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 2 Bostadsrum Plan 1
 Tilluft Små fönster
 ~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 3 Plan
 Tilluft
 Frånluft/överluft

Rum 4 Plan
 Tilluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Radonhalt	Film	1	2	3	4
Rum		1701	1914		
Radonhalt		----- 1300/Dec 1981 -----			
Gammastrålning	TLD/Mätperiod	13	13		
	Yttervägg	13	13		
	Innervägg	11	13		
	Tak	13	17		
	Mitt i rum	14	19		
	Golv				

ANTECKNINGAR

Tabell B2.33 Hus 1129. Markdata.

O HÅL		⊗ MASKINBORRAT HÅL	Δ HANDMÅTT AKTIVITET (qR/h)	□ SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		● EMANOMETER															
O HÅL A		O HÅL B		O HÅL C																	
				1129 0-23 sand -45 samma som i hål C 0-68 -73 grusig stenig sand, fyllning 73 block, spräng - sten.				0-64 sand(mellan-sand), fylln. 64 block, spräng - sten.				0-68 grusig sand med enstaka sten, fylln. 68 sprängsten									
KARTERING				SPEKTROMETER				KALCIUM %				URAN ppm				THORIUM ppm					
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³				Film				TLD				700				600					
Rn-HALT UNDER Huset. Bq/m ³																					
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER				□ HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER				Rn-HALT Bq/L				MARKLUFT				Rn-HALT Bq/m ³					
HÅL Nr		SONDLÅNGD cm		HÅLL KALIUM %		URAN ppm		THORIUM ppm		ROAC		TRACK ETCH		membran		ROAC		TRACK ETCH		membran	
1		4.7		19		46		46		5156		19350		12665		ROAC		TRACK ETCH		membran	
2		4.6		16		46		46		ROAC		TRACK ETCH		membran		ROAC		TRACK ETCH		membran	
3		4.9		16		49		49		ROAC		TRACK ETCH		membran		ROAC		TRACK ETCH		membran	
4		4.8		18		48		48		ROAC		TRACK ETCH		membran		ROAC		TRACK ETCH		membran	
Anm.																280					

HUS NR 1129

BYGGNADSÅR 1970

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL SV)

HJUSTYP

- Typ 1 källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 kryppgrundläggning (mindre del)
 Typ 2 källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghalsten Plan 1
 Trä Plan 2

IKKE BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghalsten Plan 1
 Trä Plan 2

BJÄTKLAG

- Betong Bjätklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjätklag nr
 Trä Bjätklag nr 3
 Bjätklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Tätta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

- Frånluftkanaler i sovrums
 Tallriksventil stängd

 Dalg ventilation

Rum 1 Kontor

Plan 1

- Tilluft Fönster
 Tilluft/överluft Dörr

Rum 2 Motionsrum

Plan 1

- Tilluft Fönster
 Tilluft/överluft Dörr

Rum 3 Matkällare

Plan 1

- Tilluft Ventil
 Frånluft/överluft

Rum 4

Plan

- Tilluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Bq/m³ RESP µR/H

Rum	Radonhalt	Film	TLD/Mätperiod
Gammastrålning	496	21	14
Yttervägg	----- 600/Dec 1981 -----	17-23	14
Innervägg		18	15
Tak		20	14
Mitt i rum		21	16
Golv			14
	801		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.35 Hus 1131. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="radio"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER													
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input checked="" type="radio"/> HÅL C													
1131 													
KARTERING	0-30 matjord 0-50 fyllning, grusig lerig sand, enstaka sten. 50 berg												
	0-40 matjord 40 berg												
	0-10 matjord -50 krossmtrl. -90 dito 90 berg												
Rn-HALT I Huset.	<table border="1"> <tr> <td>Bq/m³</td> <td>Film</td> <td>TLD</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1794</td> <td>1300</td> </tr> </table>	Bq/m ³	Film	TLD		1794	1300						
Bq/m ³	Film	TLD											
	1794	1300											
Rn-HALT UNDER Huset	<table border="1"> <tr> <td>Bq/m³</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8000</td> <td></td> </tr> </table>	Bq/m ³		8000									
Bq/m ³													
8000													
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER													
HÅL Nr	<table border="1"> <tr> <th>SONDLÄNGD cm</th> <th>HÅLL Nr</th> <th>KALIUM %</th> <th>URAN ppm</th> <th>THORIUM ppm</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	SONDLÄNGD cm	HÅLL Nr	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm							
SONDLÄNGD cm	HÅLL Nr	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm									
Rn-HALT Bq/m ³													
Rn-HALT Bq/l													
MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³	1733												
	<table border="1"> <tr> <td>ROAC</td> <td>X</td> <td>ROAC</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>TRACK ETCH</td> <td></td> <td>TRACK ETCH</td> <td></td> </tr> <tr> <td>" membran</td> <td>X</td> <td>" membran</td> <td></td> </tr> </table>	ROAC	X	ROAC	X	TRACK ETCH		TRACK ETCH		" membran	X	" membran	
ROAC	X	ROAC	X										
TRACK ETCH		TRACK ETCH											
" membran	X	" membran											
MÄTMETOD	<table border="1"> <tr> <td>3.2</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>21</td> </tr> </table>	3.2	3.3	8	5	29	21						
3.2	3.3												
8	5												
29	21												
VATTEN													
10220	21700												
40cm djupt hål.													
Arm.	282												

Tabell B2.36 Hus 1131. Husdata.

HUS NR 1131
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1968
TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÅNINGAR 2 (INKL SV)

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning (mindre del)

Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarförest (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRANDE VÄGGAR

Plan 1
 Gasbetong
 Lättklinker

Plan 1
 Lättklinker

Plan 1
 Betonghålstén

Plan 2
 Trä

Plan 1
 Gasbetong

Plan
 Gasbetong

Plan
 Trä

Plan 2
 Trä

BJÄLKLAG

Bjälklag nr 1
 Betong

Bjälklag nr
 Gasbetong

Bjälklag nr 2, 3
 Trä

Bjälklag nr
 Trä

VENTILATION

Självdrög, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2 stängd
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrúm
 Tallriksventil
 Dalg ventilation

Rum 1 Hall
Plan 1
 Tilluft

Rum 2 Hobbyrum
Plan 1
 Tilluft Ventil

Rum 3
Plan
 Tilluft

Rum 4
Plan
 Tilluft

Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

BQ/M³ RESP µR/H

Rum	1	2	3	4
Radonhalt	1794	263		
	----- 1300/Dec 1981 -----			
Gammastrålning	12	14		
Yttervägg	12	11		
Innervägg	11	11		
Tak	13	15		
Mitt i rum	14	15		
Golv				

ANTECKNINGAR

I matkällaren tas luft in från kryputrymme genom ett hål ca 15x15 cm² i vägg.
Dörr mellan matkällare och rum 1.

Tabell B2.37 Hus 1202. Markdata.

<input type="checkbox"/> HÅL	<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="checkbox"/> HÅL A	<input type="checkbox"/> HÅL B	<input checked="" type="checkbox"/> EMANOMETER
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>1202</p> <p>(A)</p> <p>(C)</p> <p>(B)</p> </div> </div>						
KARTERING			<input type="checkbox"/> HÅL A 0-13 matjord -23 ljusgrå fin-sand, fyllning -85 grusig stenig sand, rödbrun. fyllning 85 block, skärv	<input type="checkbox"/> HÅL B 0-30 matjord -55 fyllning, mat-jordsblandad sand med sten -90 fuktig röd-brun sand med enstaka grus fyllning 90 block, skärv	<input type="checkbox"/> HÅL C 0-10 matjord -23 ljusgrå fin-sand, fyllning -70 grusig stenig sand, rödbrun. fyllning 70 block, skärv	
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³			SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	2.9 3 10	2.7 3 12	3.1 3 12
Rn-HALT UNDER HUSET			VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³			
<input checked="" type="checkbox"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER			<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER			
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm	
			14389	27088	19771	
			ROAC	ROAC	ROAC	
			TRACK ETCH	TRACK ETCH	TRACK ETCH	
			membran	membran	membran	
			X	X	X	
Anm.			284			

Tabell B2.38 Hus 1202. Husdata.

HUS NR 1202

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1952

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 3 (INKL KV)

 Typ 1 Källarvåning (betongsulor) Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta) Typ 3 Krypgrundläggning Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR

 Gasbetong

Plan

 Lättklinker

Plan

 Betonghålisten Plan 1, 2 Trä

Plan 3

ICKE BARANDE VÄGGAR

 Gasbetong

Plan

 Lättklinker

Plan

 Betonghålisten Plan 1, 2 Trä

Plan 3

BJÄLKLAG

 Betong

Bjälklag nr 1, 2

 Gasbetong

Bjälklag nr

 Trä

Bjälklag nr 3

Bjälklag nr

VENTILATION

 Självdrag, spisfläkt Täta fönster Öppen trappa mellan plan 1-2 God ventilation Mek ventilation typ Springventiler Dörr mellan plan 1-2 otät Normal ventilation Frånluftkanaler i sovrums Tallriksventil Dällig ventilation

Rum 1 Stora rummet

Plan 1

 Tilluft Fönster

Rum 2 Lilla rummet

Plan 1

 Tilluft Ventil

Rum 3

Plan

 Tilluft

Rum 4

Plan

 Tilluft Frånluft/överluft Frånluft/överluft Frånluft/överluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄTNING

BQ/M³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4
116	43		
----- 120/Dec 1981 -----			
20	19		
20-22	20		
21	20		
23	21		
24	23		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.39 Hus 1203. Markdata.

○ HÅL		⊗ MASKINBORRAT HÅL	△ HANDMÄTT AKTIVITET (µR/h)	□ SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		● EVANOMETER	
		○ HÅL A	○ HÅL B	○ HÅL C			
1203							
KARTERING		0-35 matjord -80 dito med sten, fyllning 80 skärv	0-20 matjord -62 fyllning, mullblandad jord med mycket skärv 62 skärv, sprängsten	0-20 matjord -60 fyllning med sten och skärv. 60 sprängsten			
SPEKTROMETER		KALIAM ppm URAN ppm THORIUM ppm	2.8 8 19	3.9 13 44	2.9 10 28		
VÄTTEN		Rn-HALT Bq/l MARKLUFT	19045	3392	5801		
MÄTNING		Rn-HALT Bq/m ³ MÄTNING	ROAC TRACK ETCH " " membran X	ROAC TRACK ETCH " " membran X	ROAC TRACK ETCH " " membran X		
Anm.					Fukt på filter.		

Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	TLD
8000		1770	340
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		2000, 11000	

HÅL Nr	HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER	
	HÅLL Nr	KALIUM %
1	4,6	18
2	4,4	18
3	4,2	17

HÅL Nr	HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER	
	SONDLÄNGD cm	THORIUM ppm
1	48	48
2	49	49
3	45	45

Tabell B2.40 Hus 1203. Husdata.

HUS NR 1203	BYGGNADSÅR 1932	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÄNINGAR 3 (INKL KV)		
HUSTYP	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor) 1/3	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)		
	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 3 Krypgrundläggning 2/3				
BYGGNADSMATERIAL	BARRANDE VÄGGAR	ICKE BARRANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG		
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1		
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr		
	<input checked="" type="checkbox"/> Betong + granit Plan 1	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 2, 3		
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2, 3	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2, 3	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr		
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum		
	<input checked="" type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input checked="" type="checkbox"/> Tallriksventil		
	<input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Örr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Dälig ventilation plan 1		
	Rum 1 Källare 1 Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
	Rum 2 Källare 2 Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
RADON- OCH GAMMAVÄRTNING	Rum	1	2	3	4
Bq/m ³ RESP ur/H	Radonhalt	1252	2034		
	Film	----- 340/Dec 1981 -----			
	TLD/Mätperiod	17-20	16-30		
	Gammastrålning	14	30		
	Yttervägg	15	17		
	Innervägg	18	22		
	Tak	19	24		
	Mitt i rum				
	Golv				

Fönster i plan 2 och 3 utbytta 1979. Grundmurar i rum 2 invändigt isolerade med gasbetong.
Ingen förbindelse mellan plan 1 och 2.

ANTECKNINGAR

Tabell B2.42 Hus 1205. Husdata.

HUS NR 1205
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1967
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR
 ANTL VANINGAR 2 (INKL SV)
 Typ 2 Källarvåning (kantförstuvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan 1
 Trä Plan 2

ICKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 1
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan 1
 Trä Plan 2

BJÄTKLAG
 Betong Bjätklag nr 1
 Gasbetong Bjätklag nr 2, 3
 Trä Bjätklag nr 2, 3
 Trä Bjätklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil
 Dålig ventilation

Rum 1 Anders rum Plan 1 Tilluft Fönster Dörr
 Rum 2 Gästrum Plan 1 Tilluft Fönster Dörr
 Rum 3 Plan Tilluft
 Rum 4 Plan Tilluft

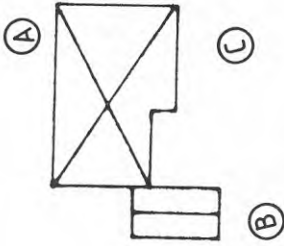
RADON- OCH GAMMASTRÅNING

Bq/m³ RESP uR/H

Rum	Radonhalt	Film	TLD/Mätperiod
	478		355
	----- 320/Dec 1981 -----		
Gammastrålning	12	12	12
Innervägg	12	12	12
Tak	10		
Mitt i rum	14	14	14
Golv	17	17	17

ANTECKNINGAR

Tabell B2.43 Hus 1212. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÄTT AKTIVITET (µR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER	
1212 	
KARTERING 0-15 stenigt grusigt sandigt mtrl. -200 storblockig sprännsten 0-54 stenblandad matjord 54 block, sprängsten. 0-54 samma som B -54 samma som i hål (B)	
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C	
SPEKTROMETER KALIAM % URAN ppm THORIUM ppm	4.2 23 55
VATTEN Rn-HÅLT Bq/l MARKLUFT Rn-HÅLT Bq/m ³	3.5 7 28 900
MÄTMETOD Ann.	X ROAC TRACK ETCH " membran X ROAC TRACK ETCH " membran X ROAC TRACK ETCH " membran
Rn-HÅLT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³	Film TLD 930 4000
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER HÅL Nr SONDILÅNGD cm HÅLL KALIAM % URAN ppm THORIUM ppm	3.0 7 28 6750 X ROAC TRACK ETCH " membran
290	

Tabell B2.44 Hus 1212. Husdata.

HUS NR 1212

HUSTYP

BYGGNADSR 1964

TILLBYGGNADSR

ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)

Typ 3 Kryppgrundläggning

Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)

Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghålstén Plan 1

Trä Plan 2

ICKE BÄRRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghålstén Plan 1

Trä Plan 2

BJÄLKLAG

Betong Bjälklag nr 1

Gasbetong Bjälklag nr

Trä Bjälklag nr 2, 3

Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt

Tätta fönster

Öppen trappa mellan plan 1-2

God ventilation

Mek ventilation typ

Springventiler

Öppn mellan plan 1-2 Öppen

Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrúm

Tallriksventil

Öppn spis på plan 2

Dålig ventilation

Rum 1 Hall

Plan 1

Tilluft

~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 2 Södra rummet

Plan 1

Tilluft Fönster

~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 3 Norra rummet

Plan 1

Tilluft Fönster

~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 4

Plan

Tilluft

Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAAVMÄTNING

BQ/M³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

524 1134

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

----- 10300/Dec 1981 -----

12 15

12 14

14 19

16 22

	1	2	3	4
	524	1134		
	----- 10300/Dec 1981 -----			
	12	15		
	12	14		
	14	19		
	16	22		

ANTECKNINGAR

Betonggolv i rum 2 har gjutits efter husets uppförande.

Tabell B2.45 Hus 1213. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="triangle"/> HÄNDMÄTT AKTIVITET (µR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="bullet"/> EMANOMETER	
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C	
1213 	
KARTERING 0-28 matjord -50 mullrik mo. enstaka sten 50 block	0-38 matjord 38-60 mullrik mo. enstaka sten 60 sten, blockigt
0-35 matjord -50 matjord m. enst stenar (stenmax 100mm) 50 stenigt. block.	
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	3.2 9 28
VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³	3.0 8 22
MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER HÅL Rn-HALT Bq/m ³ SOND-LÄNGD cm	3900 X ROAC TRACK ETCH " membran
HÅL Rn-HALT Bq/m ³ URAN ppm THORIUM ppm	22600 X ROAC TRACK ETCH " membran
MÄTMETOD Anm.	292

Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film	TLD
	100	70
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³	20000	

<input type="checkbox"/> HÄLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL KALIUM %	THORIUM ppm
	Nr	ppm

Tabell B2.46 Hus 1213. Husdata.

HUS NR 1213

HUSTYP

BYGGNADSRÅR 1964

TILLBYGGNADSRÅR

ANTAL VÄNNINGAR 2 (INKL SV)

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

ICKE BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

BJÄLKLAG

- Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr 2, 3
 Trä Bjälklag nr 2, 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Tätat fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

- Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil

 Dälig ventilation

Rum 1 Giltlestuga

Plan 1

- Tilluft Fönster

- Frånluft/~~Överluft~~ Ventil

Rum 2 Syrum

Plan 1

- Tilluft Ötät ytterdörr

- Frånluft/~~Överluft~~ Ventil

Rum 3

Plan

- Tilluft

- Frånluft/Överluft

Rum 4

Plan

- Tilluft

- Frånluft/Överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

BG/M³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

110

88

3

4

Gammastrålning

TLD/Mätperiod

----- 70/Dec 1981 -----

11-12

20-23

Yttervägg

11

14

15

Innervägg

10

13

14

Tak

11

15

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

ANTECKNINGAR

Tabell B2.47 Hus 1304. Markdata.

<input checked="" type="checkbox"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL			<input type="checkbox"/> EMANOMETER		
		1304	<input type="checkbox"/> HÅL A	<input type="checkbox"/> HÅL B	<input type="checkbox"/> HÅL C			
			KARTERING 0-24 matjord -45 lera, torr (fyllning) -65 lera, litet fukt (fyllning) -75 lera m. sprängst. (fyllning) 75 block 0-16 matjord fuktig lera (block på 42 cm), fyllning 60 block 0-14 lerig matjord -37 sand (grovsand) (fyllning) -47 lera, enstaka block o. sten (fyllning) 47 block					
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		TLD 170						
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		Film 200						
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		<input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER						
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm			
1	4.8			26	46			
2	4.8			23	44			
3	4.8			23	47			
7	4.9			19	48			
● MARKLUFTMÄTNING SPEKTROMETER		<input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING EMANOMETER						
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/l	URAN ppm	THORIUM ppm					
	3.4 7 27	3.7 8 35	3.0 6 18					
MARKLUFT		MÄTMETOD						
Rn-HALT Bq/m ³	7648	27143	12261					
		ROAC	ROAC					
		TRACK ETCH	TRACK ETCH					
		"	"					
		membran	membran					
		X	X					
Avtm.		294						

Tabell B2.48 Hus 1304. Husdata.

HUS NR 1304	BYGGNADSR 1973	TILLBYGGNADSR	ANTAL VÄNINGAR 1
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Krypgrundläggning		

BYGGNADSMATERIAL	BÄRANDE VÄGGAR	ICKE BÄRANDE VÄGGAR	BJÄTKLAG
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjätklag nr 1
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjätklag nr 2
	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjätklag nr 2
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input type="checkbox"/> Bjätklag nr






VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Tallriksventil
	<input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dålig ventilation
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	

Rum 1 Sovrum SO	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Fränluft /överluft	Dörr
Rum 2 Sovrum NV	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Fränluft /överluft	Dörr
Rum 3 Vardagsrum	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Fränluft /överluft	Dörr
Rum 4	Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft	

RADON- OCH GAMMASTRÅLNING	Rum	1	2	3	4
BG/M ³ RESP µR/H	Radonhalt	200	200		
	Gammastrålning				
	TLD/Mätperiod				
	Yttervägg				
	Innervägg				
	Tak				
	Mitt i rum				
	Golv				
			----- 170/Okt 1981 -----		
		11	11		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.49 Hus 1305. Markdata.

<input checked="" type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="radio"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER	
<input checked="" type="radio"/> HÅL A <input checked="" type="radio"/> HÅL B <input checked="" type="radio"/> HÅL C	
1305	
    	
KARTERING	<input checked="" type="radio"/> 0-15 matjord <input checked="" type="radio"/> 85 grusig sandig lera, fyllning <input checked="" type="radio"/> 85 sprängsten
	<input checked="" type="radio"/> 0-14 matjord <input checked="" type="radio"/> 53 grusig lerig sand, fyllning <input checked="" type="radio"/> 65 grusig sand <input checked="" type="radio"/> 65 sprängsten
	<input checked="" type="radio"/> 0-15 matjord <input checked="" type="radio"/> 53 lera (torr) fyllning <input checked="" type="radio"/> 64 fuktig lerig sand, fyllning <input checked="" type="radio"/> 64 sprängsten
SPEKTROMETER	
KALIAM %	3.3
URAN ppm	5
THORIUM ppm	20
<input checked="" type="radio"/> 2.3 <input checked="" type="radio"/> 7 <input checked="" type="radio"/> 14	<input checked="" type="radio"/> 3.3 <input checked="" type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/> 22
VÄTTEN	
Rn-HALT Bq/l	
MARKLUFT	
Rn-HALT Bq/m ³	9760
MÄTMEIOD	<input checked="" type="radio"/> ROAC <input checked="" type="radio"/> TRACK ETCH <input checked="" type="radio"/> " membran
Ann.	
	<input checked="" type="radio"/> ROAC <input checked="" type="radio"/> TRACK ETCH <input checked="" type="radio"/> " membran
	<input checked="" type="radio"/> ROAC <input checked="" type="radio"/> TRACK ETCH <input checked="" type="radio"/> " membran
	11254
	14727
	296

Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m³ Film TLD
110 110

Rn-HALT UNDER Huset Bq/m³

MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER

HÅL Nr Rn-HALT Bq/m³ SONDLÄNGD cm HÅLL KALIAM % URAN ppm THORIUM ppm

Tabell B2.50 Hus 1305. Husdata.

HUS NR 1305	BYGGNADSÅR 1973	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÄNINGAR 1		
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)		<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)		
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Krypgrundläggning		<input checked="" type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)		
BYGGNADSMATERIAL	BÄRANDE VÄGGAR	ICKE BÄRANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG		
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1		
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr 2		
	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 2		
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr		
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrums		
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Tallriksventil		
	<input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dalg ventilation		
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation			
	Rum 1 Mellansovrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr		
	Rum 2 St sovrums Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr		
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
RADON- OCH GAMMAMÄTNING	Rum Radonhalt	Film			
Bq/m ³ RESP µR/H		TLD/Mätperiod			
		Gammastrålning Yttervägg			
		Innervägg			
		Tak			
		Mitt i rum			
		Golv			
		1	2	3	4
		106	113		
		----- 110/Okt 1981 -----			
		11	12		
ANTECKNINGAR					

Tabell B2.51 Hus 1306. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL		<input type="radio"/> HÅL	<input type="radio"/> HÅL	<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="radio"/> EMANOMETER
1306										
Rn-HÅLT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		460		Film		TLD		360		
Rn-HÅLT UNDER Huset		Bq/m ³								
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER										
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL Nr	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm				
			4	5.9	11	47				
			5	4.6	25	38				
KARTERING		0-20 matjord		0-20 matjord		0-20 matjord		0-25 matjord		
		-80 lera(fukt),fyllning		-80 lera,fyllning		-80 lera,fyllning		-55 lera,fyllning		
		80 block,sprängst.		80 block,sprängst.		80 block,sprängst.		55 block,berg?		
SPEKTROMETER		3-3		3-0		3-0		2-9		
KALIUM %		8		4		4		5		
URAN ppm		23		18		18		20		
THORIUM ppm										
VATTEN										
Rn-HÅLT Bq/l		22724		7501		7501		14727		
MARKLUFT		ROAC		ROAC		ROAC		ROAC		
Rn-HÅLT Bq/m ³		TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH		
		X		X		X		X		
MÄTMETOD		.membran		.membran		.membran		.membran		
Anm.								298		

Tabell B2.52 Hus 1306. Husdata.

HUS NR 1306	BYGGNADSR 1974	TILLBYGGNADSR	ANTAL VANINGAR 2	(INKL SV)
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning	(kantförsyvd betongplatta)
	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning		<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst	(platta på mark)
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BARANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG	
	<input checked="" type="checkbox"/> Gasbetong Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Gasbetong Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Betong	Bjälklag nr 1
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong	Bjälklag nr
	<input checked="" type="checkbox"/> Betonghålstén Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Betonghålstén Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Trä	Bjälklag nr 2, 3
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input type="checkbox"/>	Bjälklag nr
	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum	
	<input type="checkbox"/> Tätta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Fallriksventil	
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input type="checkbox"/> Dälig ventilation	
VENTILATION	Rum 1 Sovrum	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	Frånluft /överluft Dörr
	Rum 2 Allrum	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	Frånluft /överluft Dörr
	Rum 3	Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
	Rum 4	Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
RADON- OCH GAMMAVÄRTNING	Rum			
Bq/m ³ RESP uR/H	Radonhalt	Film	573	243
	TLD/Mätperiod		----- 360/Dec 1981 -----	
	Gammastrålning	Yttervägg	19	16-19
		Innervägg	41	41-47
		Tak		
		Mitt i rum	24	25
		Golv	21	22
ANTECKNINGAR				

Tabell B2.53 Hus 1307. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="triangle-up"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="bullet"/> EMANOMETER		
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C		
1307 		
KARTERING	<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C 0-19 matjord -42 lera, fyllning -52 sandig lera, enstaka sten, fyllning 52 block, skärv 0-22 matjord -66 lera -92 lera, enstaka sten 0-10 matjord -45 torr lera, fyllning -63 stenig sand, fyllning 63 block, skärv	
SPEKTROMETER		
KALIUM %	2.8	
URAN ppm	3	
THORIUM ppm	14	
VATTEN		
Rn-HÅLT Bq/l		
MARKLUFT		
Rn-HÅLT Bq/m ³	9384	
MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH " " membran X ROAC TRACK ETCH " " membran X ROAC TRACK ETCH " " membran X	
Artn.	300	
Rn-HÅLT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film	TLD
	440	650
Rn-HÅLT UNDER Huset Bq/m ³	29000	
	17000 , 27000	
<input checked="" type="bullet"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Nr	HÅLL KALIUM %	THORIUM ppm
	6	40
Rn-HÅLT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	
	4.4	17

Tabell B2.54 Hus 1307. Husdata.

HUS NR 1307 **BYGGNADSÅR 1974** **TILLBYGGNADSÅR** **ANTAL VÄNINGAR 2** **(INKL SV)**

HUSTYP Typ 1 Källarvåning (betongsulor) Typ 2 Källarvåning (kanförstyvad betongplatta) Typ 3 Kryppgrundläggning Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR Gasbetong Plan 1 Lättklinker Plan Betonghålstén Plan 1 Trä Plan 2

IKKE BÄRRANDE VÄGGAR Gasbetong Plan 1 Lättklinker Plan Betonghålstén Plan 1 Trä Plan 2

BJÄLKLAG Betong Bjälklag nr 1 Gasbetong Bjälklag nr Trä Bjälklag nr 2, 3 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt Täta fönster Öppen trappa mellan plan 1-2 God ventilation

Mek ventilation typ Springventiler Dörr mellan plan 1-2 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum Tallriksventil Dälig ventilation

Rum 1 **Allrum** Plan 1 Tilluft **Fönster** ~~Frånluft~~/överluft **Dörr**

Rum 2 **Sovrum** Plan 1 Tilluft **Fönster** ~~Frånluft~~/överluft **Dörr**

Rum 3 **Källarutrymme** Plan 1 Tilluft Frånluft/överluft

Rum 4 Tilluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING	1	2	3	4
BG/M ³ RESP µR/H	406		462	
	----- 650/Dec 1981 -----			
	18	18	16	
	40	19, 40	40	
	18			
	24	23	21	
	21	21	21	

ANTECKNINGAR

Tabell B2.56 Hus 1501. Husdata.

HUS NR 1501

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1973

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)

Typ 3 Krypgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR

Typ 2

Typ 4

ANTAL VÅNINGAR 2

(INKL KV)

(kantförstyvad betongplatta)

(platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghålstén Plan 1

Trä Plan 2

IKKE BÄRRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghålstén Plan 1

Trä Plan 1, 2

BJÄLKLAG

Betong

Gasbetong

Trä

BJätklag nr 1

BJätklag nr 2, 3

BJätklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfäkt

Tätta fönster

Öppen trappa mellan plan 1-2

God ventilation

Mek ventilation typ

Springventiler

Dörr mellan plan 1-2

Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum

Tallriksventil

Dålig ventilation

Rum 1 Förråd

Rum 2 Sovrum

Rum 3

Rum 4

Plan 1

Plan 1

Plan

Plan

Tilluft Fönster

Tilluft Ventil stängd, fönster

Tilluft

Tilluft

Frånluft/överluft

Frånluft/överluft

Frånluft/överluft

Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Bq/m³ RESP UR/H

Rum

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4
113	567		
----- 130/Dec 1981 -----			
28	30		
18	18		
18	21		
22	21		

ANTECKNINGAR

1) Gasbetongisolering invändigt på yttergrundmurar.

Tabell B2.57 Hus 1502. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="triangle"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="bullet"/> EMANOMETER						
1502						
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Film TLD						
60 60 50						
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³						
<input checked="" type="bullet"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER						
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL NR	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm
1	3240	60	1	4.1	9	49
2	5250	60				
3	6840	30				
<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="bullet"/> EMANOMETER						
KARTERING						
<input type="radio"/> HÅL A1 <input type="radio"/> HÅL A2 <input type="radio"/> HÅL B1						
0-30 matjord	0-30 matjord	0-40 matjord				
30-60 lerig moig sand m.enst. gruskorn	30-60 lerig moig sand m.enst. gruskorn	40-50 lerig moig sand m.enst. gruskorn o skalgrus				
60-100 sandig lera 100 berg	60-100 sandig lera	50-90 moig skal-lera				
SPEKTROMETER						
KALIUM %		3.5	3.4			
URAN ppm		8	5			
THORIUM ppm		31	19			
VATTEN						
Rn-HALT Bq/l						
MARKLUFT						
Rn-HALT Bq/m ³						
43035		59240		29620		
ROAC		X ROAC		X ROAC		
TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH		
" membran		" membran		" membran		
X " membran		" membran		" membran		
MÄTMETOD						
Vatten i hål och rör.						
Anm.						
304						

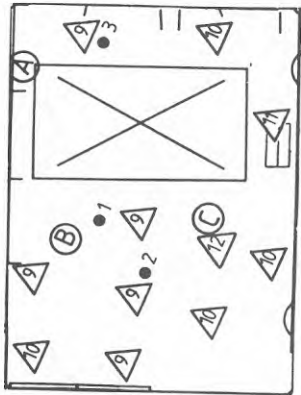
Tabell B2.58 Hus 1502. Husdata.

HUS NR 1502 HUSTYP	BYGGNADSAR 1975 <input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor) <input type="checkbox"/> Typ 3 Krypgrundläggning	TILLBYGGNADSAR ANTAL VÅNINGAR 1 <input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta) <input checked="" type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)
BYGGNADSMATERIAL	BRANDE VÄGGAR <input type="checkbox"/> Gasbetong Plan <input type="checkbox"/> Lättklinker Plan <input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan <input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	ICKE BRANDE VÄGGAR <input type="checkbox"/> Gasbetong Plan <input type="checkbox"/> Lättklinker Plan <input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan <input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1
VENTILATION	<input type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt <input type="checkbox"/> Täta fönster <input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2 <input checked="" type="checkbox"/> God ventilation	BJÄLKLAG <input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1 <input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr <input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 2 <input type="checkbox"/> Bjälklag nr
RADON- OCH GAMTAMÄTNING Bq/m ³ RESP µR/H	Rum 1 Arbetsrum Plan 1 Rum 2 Sovrum Plan 1 Rum 3 Vardagsrum Plan 1 Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ F <input type="checkbox"/> Springventiler <input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2 <input type="checkbox"/> Normal ventilation
RUM Radonhalt Gammastrålning TLD/Mätperiod Yttervägg Innervägg Tak Mitt i rum Golv	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster <input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster <input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster <input type="checkbox"/> Tilluft	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft Dörr <input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft Dörr <input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft Imkanal i kök <input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
36 77 ----- 50/Okt 1981 -----	1 2 3 4	13 13
ANTECKNINGAR		

Tabell B2.59 Hus 2117. Husdata.

HUS NR 2117	BYGGNADSÅR 1968	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VANINGAR 1
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstuvad betongplatta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarvåning (platta på mark)
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning		<input checked="" type="checkbox"/> Typ 4 Källarvåning (platta på mark)
BYGGNADSMATERIAL	BARRANDE VÄGGAR	ICKE BARRANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr 2
	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 2
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrums
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Tallriksventil
	<input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input type="checkbox"/> Dålig ventilation
	Rum 1 Sovrum SV Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr
	Rum 2 Vardagsrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ överluft Öppen spis
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
RADON- OCH GAMMAVÄRTNING	Rum		
BQ/M ³ RESP µR/H	Radonhalt		
	Gammastrålning		
	TLD/Mätperiod		
	Yttervägg		
	Innervägg		
	Tak		
	Mitt i rum		
	Golv		
		1	2
		52	55
		----- 40/Sep 1981 -----	
		10	8
ANTECKNINGAR			

Tabell B2.60 Hus 2117. Markdata.

○ HÅL		⊗ MASKINBORRAT HÅL	△ HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	□ SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	● EMANOMETER
2117					
					
KARTERING					
○ HÅL A		○ HÅL B		○ HÅL C	
0-75 fyllning 22-50 blockigt, stenigt,(block max 220). 75-105 grovsandig mellans.mo (järn haltig)		0-36 matjord -54 mellansandig mo,brunsvart -104 ngt grovsandig mellansandig -150 mo (brunsvart)		0-50 matjord ,enst stenar -52 lerig sand.mo -59 mellanlera -82 mellansandig mo,grå -105 mellansandig mo,rödbrun - stopp gamma-10µR botten 10g 6µR 20cm	
-160 dito blandad med block 160 stopp,block eller berg					
SPEKTROMETER					
KALIUM %		3.0			
URAN ppm		2			
THORIUM ppm		13			
VÄTTE					
Rn-HÅLT Bq/l					
MARKLÖFT					
Rn-HÅLT Bq/m ³		19038		21543	
ROAC		ROAC		ROAC	
TRACK ETCH membran		TRACK ETCH membran		TRACK ETCH membran	
X		X		X	
MÄTMETOD					
Anm.					
308					

Rn-HÅLT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Flim	TLD
		50	40
Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³		SPEKTROMETER	
HÅL Nr	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm
1	1750		
2	3600		
3	3840		

● MARKLÖFTMÄTNING EMANOMETER		□ HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅL Nr	SONDLÅNGD cm	HÅLL KALIUM %	URAN ppm
1	60		
2	60		
3	30		

Tabell B2.61 Hus 2118. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C ● EMANOMETER	
2118 	
KARTERING	<input type="radio"/> HÅL A: 0-30 matjord -100 sand 110 m djup <input type="radio"/> HÅL B: 0-40 matjordfyln. -80 grusig sand 100 block e1 sten <input type="radio"/> HÅL C: 0-30 matjord -80 grusig sand 80 block e1 sten
Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	TLD Film 70 50
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³	9000
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅL Nr Rn-HALT Bq/m ³ HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER URAN ppm THORIUM ppm
VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³	
MÄTMETOD	22411 ROAC TRACK ETCH X " " membran 13343 ROAC TRACK ETCH X " " membran 21898 ROAC TRACK ETCH X " " membran
Anm.	Fukt i kopp. Sand på filter.
	310

Tabell B2.62 Hus 2118. Husdata.

HUS NR 2118

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1968

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
- Typ 3 Krypgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR

- Typ 2 Källarvåning (kantförstuvad betongplatta)
- Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

ANTAL VÅNINGAR 2 (INKL KV)

BYGGNADSMATERIAL

BARRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan 1
- Trä Plan 2

ICKE BARRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan 1
- Trä Plan 2

BJÄTKLAG

- Betong Bjätklag nr 1
- Gasbetong Bjätklag nr 2, 3
- Trä Bjätklag nr 2, 3
- Bjätklag nr

VENTILATION

- Sjalvdrag, spisfläkt
- Täta fönster
- Öppen trappa mellan plan 1-2
- God ventilation

- Frånluftkanaler i sovrums
- Tallriksventil
-
- Dålig ventilation

Rum 1 Gillestuga Plan 1

Rum 2 Hall Plan 1

Rum 3 Kontor Plan 1

Rum 4 SOVRUM Plan 1

Tilluft Ventil stängd

Tilluft

Tilluft Ventil stängd

Tilluft Fönster

~~Fånluft~~/överluft Dörr

Frånluft/överluft

Frånluft/överluft

~~Fånluft~~/överluft Dörr

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Bq/m³ RESP µR/H

Rum Radonhalt

Film TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

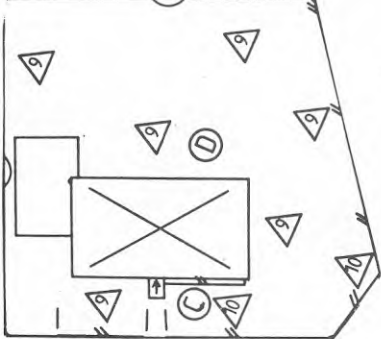
Golv

	1	2	3	4
64		70		
10		10	11	
10		9	11	
10		10	11	
11		11	11	

----- 50/Sep 1981 -----

ANTECKNINGAR

Tabell B2.63 Hus 2120. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDVÄTT AKTIVITET (UR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL C <input type="radio"/> HÅL D <input type="radio"/> HÅL D ● EMANOMETER									
		2120							
Rn-HÅLT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	60	Film	TLD	67					
Rn-HÅLT UNDER Huset	Bq/m ³	27000							
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLMÄTNING SPEKTROMETER									
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm					
		SONDLÄNGD cm							
KARTERING					0-20 Matjord - 100 Moig sand	0-30 Matjord - 100 Moig sand	0-30 Matjord - 100 Moig sand		
SPEKTROMETER					3.7 2 22	3.0 3 12	3.7 5 26		
VATTEN									
Rn-HÅLT Bq/l									
MARKLUFT									
Rn-HÅLT Bq/m ³					23780	15281	9750		
MÄTMETOD					ROAC TRACK ETCH " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran	X X X	9750 " " membran " " membran
Anm.						Smuts i kopp.			Sand på filter. 12

Tabell B2.64 Hus 2120. Husdata.

HUS NR 2120
 HUSTYP
 BYGGNADSAR 1969
 TILLBYGGNADSAR
 ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 3 Kryppgrundläggning
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL
 BÄCKLAG
 BÄCKLAG NR 1 1)
 BÄCKLAG NR 2, 3
 BÄCKLAG NR

VENTILATION
 Självdrag, spisfläkt
 Fäta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation
 Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation
 Frånluftkanaler i sovrum
 Tällriksventil
 Dällig ventilation

	1	2	3	4
Rum 1 Källarum 1 Plan 1	62	45		
Rum 2 Källarum 2 Plan 1	10	10		
Rum 3 Sovrum Plan 2	10	10		
Rum 4 Vardagsrum Plan 2	10	10		
Rum	11	11		
Radonhalt			85/Mars 1981	30/Mars 1981
Radonhalt				
Gammastrålning				
TLD/Mätperiod				
Yttrevägg				
Innervägg				
Tak				
Mitt i rum				
Golv				

ANTECKNINGAR
 1) Tjock betongplatta.

Tabell B2.65 Hus 2121. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="triangle"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER		
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input checked="" type="radio"/> HÅL C		
<div style="text-align: center;"> <p>2121</p> </div>		
KARTERING		
0-20 jord 20-80 fyllnad 80-100 sand	0-40 jord -80 fyllnad -100 sand (lerig)	0-10 matjord -120 prov 12,ngt stenig sand mo -169 sandfylln bla. cement och betong stopp gamm-log: 10-100 cm 8 uR
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	3.0 3 11	3.0 2 11
VATTEN Rn-HALT Bq/l		
MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³	38931 ROAC TRACK ETCH " .membran X	39692 ROAC TRACK ETCH " .membran X
MÄTMETOD		5784 ROAC TRACK ETCH " .membran X
Anm.		Fukt i kopp. Vatten i kopp.
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 320	TLD 175
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³	14000 , 13000	
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER	HÅLL KALIUM %	THORIUM ppm
HÅL Nr	SONDLÄNGD cm	URAN ppm
1	30	
5520		

Tabell B2.66 Hus 2121. Husdata.

HUS NR 2121

BYGGNADSÅR 1968

TILLBYGGNADSÅR 2

ANTAL VÄNINGAR 2

(INKL KV)

HUSTYP

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan 2
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan

ICKE BARRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan 2
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan

BJÄLKLAG

- Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr 2
 Trä Bjälklag nr 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Tätta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Frånluftkanaler i sovrum
 Tillriksventil
 Dålig ventilation

- Rum 1 Sovrum NO Plan 2
 Rum 2 Sovrum NV Plan 2
 Rum 3 Vardagsrum Plan 2
 Rum 4 Förråd Plan 1

- Tilluft Fönster Dörr
 Tilluft Fönster Dörr
 Tilluft Fönster Dörr
 Tilluft Ventil

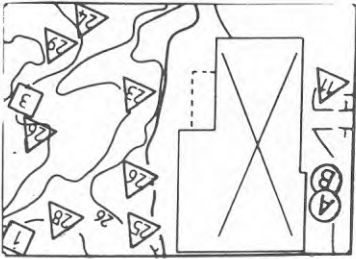
RADON- OCH GAMMAMÄTNING
BQ/M³ RESP µR/H

Rum	Radonhalt	Film	TLD/Mätperiod
	322		315
	7-9		145/Mars 1981
	7		9-10
			8
	8		9
	9		10
			7
			13
			13
			12
			13
			15

ANTECKNINGAR

Sprickor i betonggolvet, som är relativt tunt.
 TLD i rum 2 och 3 240 Bq/m³ nov 1981.

Tabell B2.67 Hus 2202. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄNING PÅ HÅLL		<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> EMANOMETER
2202								
Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	TLD					
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		80	17 000					
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄNING SPEKTROMETER								
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL KALIVM Nr	URAN ppm	THORIUM ppm				
		SONDLÄNGD cm						
		1	5	71				
		3	4	72				
KARTERING		0-10 matjord	0-10 matjord					
		10-65 grusfyl ln. berg	10-60 grusfyl ln. berg					
		65 berg	60 berg					
SPEKTROMETER		3.7	2.6					
KALIVM %		4	3					
URAN ppm		41	23					
THORIUM ppm								
VATTEN								
Rn-HALT Bq/l								
MARKLUFT								
Rn-HALT Bq/m ³		7889	12834					
MÄTMETOD		ROAC	ROAC					
		TRACK ETCH	TRACK ETCH					
		" membran	" membran					
		X	X					
Ann.								
		316						

Tabell B2.68 Hus 2202. Husdata.

HUS NR 2202
HUSTYP

BYGGNADSRÅR 1972 TILLBYGGNADSRÅR 2 (INKL SV)

Typ 1 Källarvåning (betongsulor) Typ 2 Källarvåning (kantförsyvd betongplatta)
 Typ 3 Kryggrundläggning Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

IKKE BÄRRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Tätå fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil
 Dälig ventilation

Rum 1 Gästrum

Rum 2 Förråd

Rum 3 Gillestuga

Rum 4

Plan 1 Tilluft Fönster

Plan 1 Tilluft Ventil

Plan 1 Tilluft Fönster

Plan Tilluft

~~Frånluft~~/överbult Dörr

Frånluft/överbult

Frånluft/~~överbult~~ Öppen spis

Frånluft/överbult

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

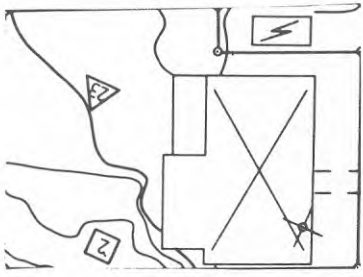
Bq/m³ RESP µR/H

Rum Radonhalt Film
 Gammastrålning TLD/Mätperiod
 Yttervägg
 Innervägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

	1	2	3	4
108				
14		15		15
13		14		14
13		13		13-14
13		13		14
12		12		14
37				

ANTECKNINGAR

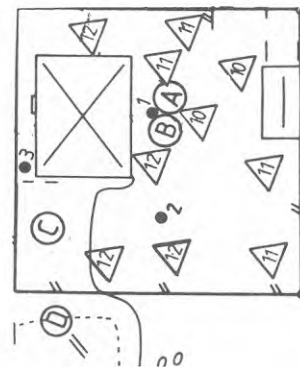
Tabell B2.69 Hus 2203. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="radio"/> HÅL		<input type="checkbox"/> HÅL <input type="checkbox"/> HÅL <input type="checkbox"/> HÅL		<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER	
2203 		Endast granithällar, jord saknas på tomten.			
KARTERING		SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm			
Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film 220		TLD 130	
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		71			
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		<input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER			
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm	VATTEN Rn-HALT Bq/l
2	4	5	5	71	MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³
SONDLÄNGD cm		MÄTMETOD			
71		ROAC TRACK ETCH membran TRACK ETCH membran TRACK ETCH membran ROAC TRACK ETCH membran TRACK ETCH membran TRACK ETCH membran ROAC TRACK ETCH membran			
Anm.		318			

Tabell B2.70 Hus 2203. Husdata.

HUS NR 2203	BYGGNADSAR 1974	TILLBYGGNADSAR	ANTAL VANINGAR 2 (INKL SV)		
HUSTYP	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)			
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)			
BYGGNADSMATERIAL	BÄRANDE VÄGGAR	ICKE BÄRANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG		
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1		
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr		
	<input checked="" type="checkbox"/> Betonghålstén Plan 1	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 2, 3		
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr		
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum		
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input checked="" type="checkbox"/> Tällriksventil 2 st		
	<input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Dälig ventilation plan 1		
	Rum 1 Förråd Plan 1	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
	Rum 2 Gillestuga Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ överluft Öppen spis		
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
RADON- OCH GAMMAVÄRTNING	Rum	1	2	3	4
Bq/m ³ RESP µR/H	Radonhalt	183	234		
	Gammastrålning	11	130/Sep 1981		
	TLD/Mätperiod	11	10		
	Yttervägg	11	10		
	Innervägg				
	Tak				
	Mitt i rum	11	10		
	Golv	12	10		
ANTECKNINGAR					

Tabell B2.71 Hus 2208. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HÅNDMÄTT AKTIVITET (uB/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C ● EVANOMETER					
2208 		KARTERING	-50 matjord 50400 ska1silt	-50 matjord 50-100 ska1silt	-20 matjord 20-100 grus
Rn-HÅLT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ TLD Film 230					
Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³ 1000					
● MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER					
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIVM %	URAN ppm	THORIUM ppm
1	2760	60			
2	5930	60			
3	3530	60			
			3521	4511	8826
			ROAC	ROAC	ROAC
			TRACK ETCH	TRACK ETCH	TRACK ETCH
			X	X	X
			"	"	"
			membran	membran	membran
			Vatten i rör.	vatten i rör och kopp.	vatten i rör. Fukt i kopp.
			Ann.		320
			SPEKTROMETER		
			KALIVM %	1.6	3.1
			URAN ppm	2	1
			THORIUM ppm	7	14
			VATTEN		
			Rn-HÅLT Bq/l		
			MARKLUFT		
			Rn-HÅLT Bq/m ³		

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÅLT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER				
KARTERING		<input checked="" type="radio"/> HÅL D <input type="radio"/> HÅL	gamma log 950 cm 8 uR 890 10 "	<input type="radio"/> HÅL
0-50 mullig, grusig sand -90 mullrik, stenig grusig sand, limonitrik -100 ngt lerigt sandigt grus -150 Ngt grusig sand, enstaka stenar -200 dito, fuktig (-250) trol. grusigt sandigt mtrl (blött, -300 dito -400 fånghyfsa, ing. prov, trol. sand slammigt -500 dito -675 lera -950 berg				
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLMÄTNING SPEKTROMETER		VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³		
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	ROAC TRACK ETCH membran ROAC TRACK ETCH membran TRACK ETCH membran TRACK ETCH "	ROAC TRACK ETCH "
				321
Anm.				

Tabell B2.72 Hus 2208. Husdata.

HUS NR 2208 BYGGNADSÅR 1950 TILLBYGGNADSÅR ANTAL VÅNINGAR 2 (INKL KV)
 HUSTYP Typ 1 Källarvåning (betongsulor) Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 3 Kryppgrundläggning Typ 4 Källarlöst Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL BÄRANDE VÄGGAR ICKE BÄRANDE VÄGGAR BÄCKLAG

Gasbetong Plan Gasbetong Plan 1 Betong Bjäcklag nr 1
 Lättklinker Plan Lättklinker Plan Gasbetong Bjäcklag nr
 Betonghålstén Plan 1 Betonghålstén Plan Trä Bjäcklag nr 2, 3
 Trä Plan 2 Trä Plan 1, 2 Bjäcklag nr

VENTILATION

Sjalvdrag, spisfläkt Mek ventilation typ Frånluftkanaler i sovrum
 Täta fönster Springventiler plan 2 Tallriksventil plan 1
 Öppen trappa mellan plan 1-2 Dörr mellan plan 1-2
 God ventilation Normal ventilation Dålig ventilation

Rum 1 Gästrum Plan 1 Tilluft Ventil ~~Frånluft~~/överluft Dörr
 Rum 2 Hall Plan 1 Tilluft Ventil Frånluft/överluft
 Rum 3 Plan Tilluft Frånluft/överluft
 Rum 4 Plan Tilluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING	1	2	3	4
BO/M ³ RESP µR/H	171	257		
Rum				
Radonhalt				
Gammastrålning	15-18	16 Btg 13 Btgsten		
TLD/Mätperiod	24-27	15 Btg 13 Btgsten		
Yttervägg				
Innervägg				
Tak	15	14		
Mitt i rum	16	16		
Golv				

ANTECKNINGAR
 1) Betong nedre hälften.
 Huset är delvis grundlagt på pålar.

Tabell B2.73 Hus 2209. Husdata.

HUS NR 2209
HUSTYP

BYGGNADSRÅR 1950
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

TILLBYGGNADSRÅR
 ANTAL VÅNINGAR 2 (INKL KV)
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

ICKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr 2, 3
 Trä Bjälklag nr 2, 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler plan 2
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil plan 1
 Dålig ventilation

Rum 1 Garage Plan 1
 Tilluft Ventil
 Rum 2 Källarrum Plan 1
 Tilluft
 Rum 3 Tvättstuga Plan 1
 Tilluft
 Rum 4 Plan
 Tilluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING
 BQ/M³ RESP µR/H

1	2	3	4
131	74		
----- 50/Nov 1981 -----			
13	15	16	
22	23	23	
14	15	16	
14	14	16	

Rum Radonhalt Film
 TLD/Mätperiod
 Gammstrålning Yttervägg
 Innervägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

ANTECKNINGAR

Tabell B2.74 Hus 2209. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input checked="" type="radio"/> EMANOMETER
2209						
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	TLD			
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		110	50			
<input checked="" type="checkbox"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER				
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÄLL Nr	SOND LÄNGD cm	HÅLL KALTIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm
1	2544		60			
2	3960		60			
3	11690		60			
KARTERING						
0-70 jord 70-100 skalsand		0-20 jord 20-100 sand		0-50 matjord 95 grovsand -150 ngt grusig sand -200 ngt sandigt grus -250 lerbl. sandigt grus, med skal-fragment -300 dito -350 dito -450 såplera, grå -550 dito -650 såplera, med grusig sand -681 sandig, moig morän forts. nästa blad		
SPEKTROMETER		KALTIUM % URAN ppm THORIUM ppm		3.0 1 11		
VATTEN		Rn-HALT Bq/l		3.1 2 7		
MARKLUFT		Rn-HALT Bq/m ³		5848		
MÄTMETOD		ROAC TRACK ETCH " " membran		ROAC TRACK ETCH " " membran		
Ann.		X X		X X		
				7770		
				ROAC TRACK ETCH " " membran		
				ROAC TRACK ETCH " " membran		
				324		

Tabell B2.74 forts

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input checked="" type="radio"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL	<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="radio"/> EMANOMETER
forts. 2209				<p><input checked="" type="radio"/> HÅL C</p> <p>681 berg</p> <p>gvy.=380cm (grundvattenyta)</p> <p>gammalog</p> <p>M uR/4</p> <p>6.81 15</p> <p>6.30 12</p> <p>6.80 10</p> <p>5.30 8</p> <p>4.80 10</p> <p>4.30 8</p> <p>3.80 10</p> <p>3.30 10</p> <p>2.80 8</p> <p>2.00 10</p> <p>1.00 10</p> <p>0.50 10</p>			
KARTERING							
SPEKTROMETER							
KALIJUM %							
URAN ppm							
THORIUM ppm							
VATTEN							
Rn-HALT Bq/l							
MARKLUFT							
Rn-HALT Bq/m ³							
MÄTMETOD				<p>ROAC</p> <p>TRACK ETCH</p> <p>ROAC</p> <p>TRACK ETCH</p> <p>membran</p> <p>ROAC</p> <p>TRACK ETCH</p> <p>TRACK ETCH</p> <p>"</p> <p>"</p>			
Anm.							
				325			
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³							
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³							
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		□ HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER					
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL KALIJUM Nr	URAN ppm	THORIUM ppm			

Tabell B2.75 Hus 2301. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> VÄSKINBORRAT HÅL <input type="triangle"/> HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C		
<div style="text-align: center;"> </div>		2301
Rn-HÅLT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film	TLD 170
Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³	40	170
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÅLL KALIVM % URAN ppm THORIUM ppm
SONDLÄNGD cm	5	4.3
6	6	89
● MARKLUFTMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÅLL KALIVM % URAN ppm THORIUM ppm
10897	10897	3.3 5 28
6468	6468	4.5 10 53
6832	6832	4.5 10 53
MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH " " "membran	ROAC TRACK ETCH " " "membran
Fukt i kopp.	Fukt i kopp.	326
KARTERING	0-20 matjord 20-90 grus o sten- fyllnad -90 berg	0-20 matjord 20-90 grus o sten- fyllnad -90 berg
SPEKTROMETER	3.3 5 28	4.5 10 53
KALIVM % URAN ppm THORIUM ppm	3.3 5 28	4.5 10 53
VATTEN	Rn-HÅLT Bq/l	10897
MARKLUFT	Rn-HÅLT Bq/m ³	6468
MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH " " "membran	ROAC TRACK ETCH " " "membran
Fukt i kopp.	Fukt i kopp.	326

Tabell B2.76 Hus 2301. Husdata.

HUS NR 2301
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1971
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor) 1/2
 Typ 3 Kryppgrundläggning 1/2

TILLBYGGNADSÅR
 ANTAL VÅNINGAR 1 (2 INKL KV)
 Typ 2 Källarvåning (kanförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

IKKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

BJÄTKLAG
 Betong Bjätklag nr 2
 Gasbetong Bjätklag nr
 Trä Bjätklag nr 3
 Bjätklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrums
 Tallriksventil
 Dälig ventilation

Rum 1 St sovrumsrummet Plan 2 Tilluft Fönster
 Rum 2 Gillestuga Plan 2 Tilluft Fönster
 Rum 3 Förråd Plan 1 Tilluft
 Rum 4 Plan Tilluft

Öppen spis
 ~~Frånluft/överluft~~ Dörr
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

1	2	3	4
18	47		
13	12	12	170/Sep 1981
11	9-13	20	19
13	13	13	41 1)
15	13	13	41 1)

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING
 Bq/m³ RESP µR/H

Rum Radonhalt Film
 TLD/Mätperiod
 Gammastrålning Yttervägg
 Innervägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

ANTECKNINGAR
 Ingen invändig förbindelse mellan planen.
 1) Uppmätt på berghäll.

Tabell B2.77 Hus 2302. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="triangle"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> HÅL A <input checked="" type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL ● EMANOMETER		
2302 		KARTERING 0-10 matjord 10-90 stenigt sandigt grus mycket block -90 berg 0-70 matjord 70-100 stenig sand 100-120 mull m. enstaka sten -120 berg
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 540	SPEKTROMETER KALSIUM % URAN ppm THORIUM ppm
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³	15000	TLD
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Nr 1	Rn-HALT Bq/m ³ 3400	HÄLL KALSIUM ppm URAN ppm THORIUM ppm 4.7, 5 4.8, 7 80 135
		VATTEN Rn-HALT Bq/l 125
		MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³ 795
		MÄTMETOD ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran X ROAC TRACK ETCH " " membran X ROAC TRACK ETCH " " membran
		977
		328

Tabell B2.78 Hus 2302. Husdata.

HUS NR 2302
 HUSTYP

BYGGNADSÅR 1970
 TILLBYGGNADSÅR
 ANTAL VÄNINGAR 3 (INKL KV)

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 3 Krypgrundläggning
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2, 3

IKKE BARRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2, 3

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2, 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt 1)
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2)
 Normal ventilation plan 2
 Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil plan 1
 Dälig ventilation plan 1

Rum 1 Snickarbod Plan 1 Tilluft Ventil
 Rum 2 Passage Plan 1 Tilluft
 Rum 3 Plan Tilluft
 Rum 4 Plan Tilluft

Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMASTRÅNING

BO/M ³ RESP	µR/H	1	2	3	4
Rum	Radonhalt	675	263		
	TLD/Mätperiod				
	Gammastråning	11			
	Yttervägg	10	11		
	Innervägg				
	Tak				
	Mitt i rum	12	11		
	Golv	12 (Hä11 32)	10		

ANTECKNINGAR

1) Fläkt i badrum kopplad till strömbrytare för belysning.
 2) Dörr mellan plan 1 och 2 är igensatt och tätad. Frilagd håll i rum 1.

Tabell B2.79 Hus 2303. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL		<input type="checkbox"/> HANDVÄTT AKTIVITET (µR/h)		<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		<input type="radio"/> HÅL A		<input type="radio"/> HÅL B		<input type="radio"/> EMANOMETER	
2303													
Rn-HÅLT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		40		Film		TLD							
Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³		300, 200											
MARKLÖFTMÄTNING EMANOMETER		<input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER											
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÅLL SOND-LÅNGD cm	HÅLL KALIJUM %	URAN ppm	THORIUM ppm								
1	4.1	7	7	83									
2	4.6	7	7	137									
KARTERING		0-20 matjord 20-100 grusfyllnad		0-20 matjord 20-100 grusfyllnad									
SPEKTROMETER		KALIJUM % URAN ppm THORIUM ppm		3.1 2 18		3.4 3 15							
VATTEN		Rn-HÅLT Bq/L											
MARKLÖFT		Rn-HÅLT Bq/m ³		13083		5019							
MÄTMETOD		X " " membran		ROAC TRACK ETCH " " membran		ROAC TRACK ETCH " " membran							
Anm.		330											

Tabell B2.80 Hus 2303. Husdata.

HUS NR 2303
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1977
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR
 Typ 2 Källarvåning (kantförsyvd betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

ANTAL VÅNINGAR 2 (INKL KV)
Mindre del

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

ICKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr 2, 3
 Trä Bjälklag nr 2, 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Tätat fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Frånluftskanaler i sovrum
 Frånluftskanaler i sovrum
 Tallriksventil plan 1
 Dälig ventilation

Rum 1 Kontor Plan 1
 Tilluft Ventil
 Frånluft/överluft

Rum 2 Förråd Plan 1
 Tilluft Ventil stängd
 Frånluft/överluft

Rum 3 Plan
 Tilluft
 Frånluft/överluft

Rum 4 Plan
 Tilluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

BQ/M³ RESP µR/H

Rum	1	2	3	4
Radonhalt	31	45		
Film	----- 20/Sep 1981 -----			
TLD/Mätperiod	11	11		
Gammastrålning	11	11		
Yttervägg				
Innervägg				
Tak				
Mitt i rum	11	10		
Golv	12	11		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.81 Hus 2305. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="checkbox"/> HANDVÄRT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="checkbox"/> EMANOMETER		
2305 		
KARTERING 0-30 matjord 30-100 sandfylln. grov mo		<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		0-30 matjord 30-95 sandig mofyl 95-100 grusig sand (fyllning)
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		0-35 mo.fyllning 35-70 spräng- stenfyl- ning. Tätad med sand. Botten består av stenfyl.
Rn-HÅLT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Rn-HÅLT UNDER Huset Bq/m ³		3.1 3 28
Rn-HÅLT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Rn-HÅLT UNDER Huset Bq/m ³		2.9 4 28
Rn-HÅLT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Rn-HÅLT UNDER Huset Bq/m ³		3.0 5 39
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER HÅL Nr Rn-HÅLT Bq/m ³ SONDLÄNGD cm		7012 ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran X " " membran
● MARKLUFTMÄTNING SPEKTROMETER HÅL Nr Rn-HÅLT Bq/l URAN ppm THORIUM ppm		3678 ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran X " " membran
1 3072 60		1723 ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran
Rn-HÅLT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Rn-HÅLT UNDER Huset Bq/m ³		332

Tabell B2.82 Hus 2305. Husdata.

HUS NR 2305
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1970

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppundläggning

Typ 2 Källarvåning (kantförstärkt betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan 1
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 2

ICKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

VENTILATION

Sjalvdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrums
 Tallriksventil
 Dällig ventilation

Tilluft Fönster Plan 1
 Tilluft Fönster Plan 1
 Tilluft Fönster Plan 2
 Tilluft Fönster Plan 2

Frånluft/~~ö~~ Fläkt i vägg 1)
 Frånluft/~~ö~~ Fläkt i vägg 1)
 ~~Frånluft/ö~~ överluft Dörr
 ~~Frånluft/ö~~ överluft Dörr

Rum 1 Gillestuga Plan 1
 Rum 2 Bostadsrum Plan 1
 Rum 3 Sovrum Plan 2
 Rum 4 Vardagsrum Plan 2

Rum
 Radonhalt Film
 TLD/Mätperiod
 Gammastrålning Yttrevägg
 Innevägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

RADON- OCH GAMMAMÄTNING
 BQ/M³ RESP µR/H

	1	2	3	4
	21	51		
	65/Mars 1981	90/Mars 1981	20/Mars 1981	20/Mars 1981
	13	13		
	11	11		
	11		12	
	12		12	

1) Används tillfälligtvis.

ANTECKNINGAR

Tabell B2.83 Hus 2306. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		<input type="radio"/> HÅL B		<input type="radio"/> HÅL	
		2306							
		KARTERING							
		0-25 matjord		0-25 matjord		0-25 matjord			
		25-88 mulldjord blandad med sten		25-95 stenblandad mulldjord		25-88 mulldjord blandad med sten			
		95-110 mulldjord berg		95-110 mulldjord berg		-90 berg			
		110 berg		110 berg					
		SPEKTROMETER							
		KALIUM %		1.9		2.5			
		URAN ppm		3		6			
		THORIUM ppm		29		47			
		VATTEN							
		Rn-HALT Bq/l							
		MARKLUFT							
		Rn-HALT Bq/m ³		3278		5393			
		MÄTMETOD		X ROAC		ROAC		ROAC	
				TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH	
				membran		membran		membran	
		Anm.						334	
		Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film		TLD			
		Bq/m ³		40					
		MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER							
		Rn-HALT Bq/m ³		HÅLL KALIUM %		URAN ppm		THORIUM ppm	
		9		7.8		7		82	
		SONDLÄNGD cm							

Tabell B2.84 Hus 2306. Husdata.

HUS NR 2306 BYGGNADSÅR 1970 TILLBYGGNADSÅR 2 (INKL KV) ANTAL VÄNINNGAR 2

HUSTYP Typ 1 Källarvåning (betongsulor) Typ 2 Källarvåning (kantförsyväd betongplatta) Typ 3 Krypgrundläggning Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR Gasbetong Plan Lättklinker Plan Betonghålstén Plan 1 Trä Plan 2

ICKE BARANDE VÄGGAR Gasbetong Plan Lättklinker Plan Betonghålstén Plan 1 Trä Plan 2

BJÄLKLÄG Betong Bjälklag nr 1 Gasbetong Bjälklag nr Trä Bjälklag nr 2, 3 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt Mek ventilation typ Frånluftkanaler i sovrum

Täta fönster Springventiler Tallriksventil

Öppen trappa mellan plan 1-2 Dörr mellan plan 1-2 Dälig ventilation

God ventilation Normal ventilation

Rum 1 Förråd Plan 1 Tilluft Frånluft/överluft

Rum 2 Gilltestuga Plan 1 Tilluft Fönster ~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 3 Plan Tilluft Frånluft/överluft

Rum 4 Plan Tilluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMASTRÅNING

BO/M³ RESP µR/H

	1	2	3	4
Rum	30	50		
Radonhalt				
Gammastrålning	9	11-14		
TLD/Mätperiod	9	10		
Yttervägg				
Innervägg	9	10		
Tak				
Mitt i rum				
Golv	9	11		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.85 Hus 2308. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="radio"/> HANDVÄTT AKTIVITET (µR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL			<input type="radio"/> EMANOMETER					
		<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> HÅL C								
				2308								
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		310	LD	480								
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³												
<input type="checkbox"/> MÄTNING EMANOMETER		<input type="checkbox"/> HÄLMÄTNING SPEKTROMETER										
HÅL Nr	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIVM %	URAN ppm	THORIUM ppm								
1	4.6	5	76									
2	4.7	4	76									
		1	4.6	5	76							
		2	4.7	4	76							
SPEKTROMETER KALIVM % URAN ppm THORIUM ppm					3.7 4 41		3.4 2 26		3.1 2 11			
VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³					4750		4355		3683			
MÄTMETOD X " " membran X " " membran X " " membran X " " membran					ROAC TRACK ETCH " " " membran		ROAC TRACK ETCH " " " membran		ROAC TRACK ETCH " " " membran			
Anm.					336							

Tabell B2.86 Hus 2308. Husdata.

HUS NR 2308	BYGGNADSÅR 1976	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÅNINGAR 2	(INKL SV)	
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 källarvåning	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 2 källarvåning	(kantförskyvad betongplatta)	
	<input type="checkbox"/> Typ 3 kryppgrundläggning	<input type="checkbox"/> Typ 4 källarlöst	<input type="checkbox"/> Typ 4 källarlöst	(platta på mark)	
BYGGNADSMATERIAL	BRÄNDE VÄGGAR	ICKE BRÄNDE VÄGGAR	BJÄLKLAG		
	<input checked="" type="checkbox"/> Gasbetong Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Gasbetong Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Betong	Bjälklag nr 1	
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong	Bjälklag nr	
	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä	Bjälklag nr 2, 3	
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input type="checkbox"/>	Bjälklag nr	
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum		
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input checked="" type="checkbox"/> Tallriksventil		
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input type="checkbox"/> Dålig ventilation		
	Rum 1 Gästrum	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr	
	Rum 2 Gilllestuga	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ överluft Öppen trappa	
	Rum 3	Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft	
	Rum 4	Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft	
RADON- OCH GAMMASTRÅNING	Rum	1	2	3	4
Bq/m ³ RESP µR/H	Radonhalt	256	341		
	Gammastråning	----- 480/Sep 1981 -----			
	TLD/Mätperiod	15	16		
	Yttervägg	15	18		
	Innervägg				
	Tak				
	Mitt i rum	12	13		
	Golv	12	13		

Inget golv (frilagd håll) i bakre utrymmen i plan 1. Småsprickor i betonggolv i övrigt.

Tabell B2.87 Hus 2309. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EVANOMETER	
2309	
Rn-HÅLT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³	Film TLD 160 150 2000
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅL Nr Rn-HÅLT Bq/m ³ SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm
KARTERING 0-30 matjord -95 stenig grusig sand. (fylln.) 95 sprängsten	0-30 matjord -66 stenig grusig sandfyllning 66 sprängsten
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C	0-10 matjord -70 fyllning stenigt sandigt grus blockigt mot botten.
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	4.2 5 51
VATTEN Rn-HÅLT Bq/l MARKLUFT Rn-HÅLT Bq/m ³	3.2 4 24
MÄTMETOD	774 ROAC TRACK ETCH " membran X " membran X " membran
Anm.	8541 ROAC TRACK ETCH " membran X " membran
	338

Tabell B2.88 Hus 2309. Husdata.

HUS NR 2309
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1976
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR
 ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BRÄNDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 1
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 2

ICKE BRÄNDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 1
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 2

BJÄLKLAG
 BJÄLKLAG nr 1
 Betong
 Gasbetong
 Trä
 BJÄLKLAG nr 2, 3
 BJÄLKLAG nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Täte fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftskanaler i sovrum
 Tallriksventil
 Dålig ventilation

Rum 1 Förråd Plan 1
 Tilluft

Rum 2 Gillestuga Plan 1
 Tilluft Fönster

Rum 3 Barnkammare Plan 1
 Tilluft Fönster

Rum 4 Plan
 Tilluft

FRÄNLUFT/ÖVERLUFT
 Fränluft/överluft
 Fränluft/överluft Öppen spis
 Fränluft/överluft Dörr
 Fränluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄTNING
 Bq/m³ RESP µR/H

	1	2	3	4
Rum	186	121		
Radonhalt			----- 150/Sep 1981 -----	
Gammastrålning	17	18		
Innervägg	16	13		
Tak	12	12		
Mitt i rum	14	13		
Golv	14	13		

ANTECKNINGAR
 Sprickor i betonggolv i förråd (rum 1) och bastu.

Tabell B2.89 Hus 3101. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="triangle"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER				
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input checked="" type="radio"/> HÅL C				
3101 				
KARTERING		0-10 matjord -65 lerig morän med alunskifferfragment	0-10 matjord -50 sandig lerig morän med alunskifferfragment	gammalog 250 70 uR/h 200 80 " 150 50 " 100 50 " 50 20 " markyta 13 " 0-300 morän m. kalk och alunskiffer -340 dito -500 alunskiffermorän, mycket krossad alunskiffer -540 dito stopp
SPEKTROMETER		KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	2.6 21 14	2.1 29 12
VATTEN		Rn-HALT Bq/l		
MARKLUFT		Rn-HALT Bq/m ³	(3800)	
MÄTMETOD		ROAC TRACK ETCH " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran
Anm.				Röret låg vid sidan av hålet.
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	TLD	
Rn-HALT UNDER Huset		240		
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm		

Tabell B2.89 forts

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="triangle"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> HÅL C <input type="radio"/> HÅL D <input checked="" type="bullet"/> EMANOMETER					
3101		KARTERING	vattennivån låg 2-5cm under markyta	Analys med gamma- spektrometri 500 - 530 cm U 240 ppm Th 7 ppm K 2,3 %	<input type="radio"/> HÅL
Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm			
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		VATTEN Rn-HALT Bq/l	60		
<input checked="" type="bullet"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³			
HÅL Nr	SONDLÄNGD cm	HÄLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm	
		Rn-HALT Bq/m ³			
			ROAC	ROAC	ROAC
			TRACK ETCH	TRACK ETCH	TRACK ETCH
			" membran	"	"
		MÄTMETOD			
		Arin.			
					341

Tabell B2.90 Hus 3101. Husdata.

HUS NR 3101
 HUSTYP
 BYGGNADSÅR 1977
 TILLBYGGNADSÅR
 ANTAL VÄNINGAR 2

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 2 Källarvåning (kantförsyvd betongplatta)
 Typ 3 Kryppgrundläggning
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)
 BYGGNADSMATERIAL
 BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan
 Trä Plan 1, 2
 IKKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan
 Trä Plan 1, 2
 BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2
 Bjälklag nr

VENTILATION
 Självdrag, spisfläkt
 Tätta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation
 Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation
 Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil

 Dälig ventilation rum 1

Rum 1 Vardagsrum Plan 1 Tilluft Fönster Dörr oftast stängd
 Rum 2 Arbetsrum Plan 1 Tilluft Fönster Dörr
 Rum 3 Plan Tilluft
 Rum 4 Plan Tilluft
 Rum Tilluft
 Rum Tilluft
 Rum Frånluft/överluft Dörr oftast stängd
 Rum Frånluft/överluft Dörr
 Rum Frånluft/överluft
 Rum Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

BO/M³ RESP µR/H

1	2	3	4
246	231		
11	11		

Rum
 Radonhalt Film
 TL0/Mätperiod
 Gammastrålning Yttervägg
 Innervägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

ANTECKNINGAR

Tabell B2.91 Hus 3102. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="radio"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER	
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C	
3102 	
KARTERING	<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C 0-5 matjord 0-5 matjord 0-8 matjord -40 fylln.m.lera -40 fylln.m.lera -40 fylln.m.lera o sten o sten -95 skiffermorän -65 skiffermorän -70 skiffermorän med mycket m.ASF m.ASF stark ASF lukt av svavel väte
ASF = alunskifferfragment	
SPEKTROMETER	
KALIUM %	1.9
URAN ppm	71
THORIUM ppm	9
RVATTEN	
Rn-HALT Bq/l	40
MARKLJUFT	
Rn-HALT Bq/m ³	167401
MÄTMETOD	ROAC ROAC TRACK ETCH TRACK ETCH X " membran X " membran
Ar.m.	2194 ROAC TRACK ETCH X " membran Vatten i rör, kopp och håll ca 35cm.
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film TLD 160 110
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³	11000 , 109000
<input checked="" type="radio"/> MARKLJUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅL Nr	HÅLL KALIUM Nr %
Rn-HALT Bq/m ³	URAN ppm
SONDLÄNGD cm	THORIUM ppm

Tabell B2.92 Hus 3102. Husdata.

HUS NR 3102 **BYGGNADSÅR 1975** **TILLBYGGNADSÅR** **ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)**

HUSTYP
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 2 Källarvåning (kantförstuvad betongplatta)
 Typ 3 Kryppgrundläggning
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

IKKE BARRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 1
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 2

BJÄLKLAG
 Bjälklag nr 1
 Bjälklag nr 2, 3
 Bjälklag nr

VENTILATION
 Självdrag, spisfläkt
 Töta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

MEK ventilation typ F
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

FRÄNLUFFKANALER I SOVRUM
 Fränluffkanaler i sovrum
 Tällriksventil Plan 1, stängda
 Dällig ventilation

Rum 1 Gillesuga Plan 1 Tilluft Ventil stängd
Rum 2 Lekrum Plan 1 Tilluft Ventil stängd
Rum 3 Plan Tilluft
Rum 4 Plan Tilluft

FRÄNLUFF/ÖVERLUFT
 Fränluff/överluft Rökkanal från kamin
 Fränluff/överluft Dörr
 Fränluff/överluft
 Fränluff/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING	1	2	3	4
Rum	111	182		
Radonhalt				
Gammastrålning	----- 110/Feb 1982 -----			
TLD/Mätperiod	13	12		
Yttervägg	13-18	12		
Innervägg				
Tak				
Mitt i rum	13	12		
Golv	13	13		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.93 Hus 3107. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HÅNDMÅTT AKTIVITET (Bq/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	● EVANOMETER				
			<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> HÅL C			
3107 			0-10 matjord -40 fylln.m.alun- skiffer -55 sand.morän 80 grundvattenyta				0-30 matjord m. ASF -60 sand.morän m. ASF, torr -75 Fukt.samma jord art som ovan, kanske ngt. mer sand	0-30 matjord -60 sandig morän med relativt stora ASF 55 grundvattenyta
KARTERING			ASF= alunskifferfragment					
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm			2.2 62 12	2.2 36 10	1.9 80 8			
VATTEN Rn-HÅLT Bq/l								
MARKLUFT Rn-HÅLT Bq/m ³			3769	53141	146627			
MÄTMETOD			ROAC X TRACK ETCH " " membran X " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran			
Anm.			Vatten i rör, hål och kopp.				Fukt på filter.	
Rn-HÅLT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³			Film 650	TLD 750				
Rn-HÅLT UNDER HUSET. Bq/m ³			509000					
● MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER			<input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER					
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIUM % Nr	URAN ppm	THORIUM ppm			

Tabell B2.94 Hus 3107. Husdata.

HUS NR 3107

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1958

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)

Typ 3 Krypgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÅNINGAR 1

Typ 2 Källarvåning

Typ 4 Källarlöst

(kantförstyvad betongplatta)

(platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghålstén Plan

Trä Plan

ICKE BÄRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghålstén Plan

Trä Plan

BJÄTKLAG

Betong

Gasbetong

Trä

Bjätiklag nr 1

Bjätiklag nr

Bjätiklag nr 2

Bjätiklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt

Tätta fönster

Öppen trappa mellan plan 1-2

God ventilation

Mek ventilation typ

Springventiler

Dörr mellan plan 1-2

Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum

Tallriksventil

Dalg ventilation

Rum 1 Sovrum

Rum 2 Sovrum

Rum 3 Vardagsrum

Rum 4

Plan 1

Plan 1

Plan 1

Plan

Tilluft Fönster

Tilluft Fönster

Tilluft Fönster

Tilluft

Frånluft/överluft Dörr

Frånluft/överluft Ventil stängd

Frånluft/överluft Öppen spis

Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

Bq/m³

RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4
609	666		
----- 750/Feb 1982 -----			
13	13		

ANTECKNINGAR

1) Kondens på fönster.

Tabell B2.95 Hus 3108. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input checked="" type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uB/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="checkbox"/> HÅL A	<input type="checkbox"/> HÅL	<input checked="" type="bullet"/> EMANOMETER
<p>3108</p>						
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³			Film 320	TLD 240		
Rn-HALT UNDER Huset			Bq/m ³			
<p>• MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER</p>						
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÄLL Nr	KALTIUM %	URANIUM ppm	THORIUM ppm	
<p>□ KARTERING</p>						
0-10 matjord						
-50 sandig jord (fyllning)						
-80 sandig morän						
-100 glaciallera						
-120 skiffermorän						
SPEKTROMETER						
KALIUM %			2.1			
URANIUM ppm			47			
THORIUM ppm			9			
<p>VATTEN</p>						
Rn-HALT Bq/l						
<p>MARKLUFT</p>						
Rn-HALT Bq/m ³			68183			
<p>MÄTMETOD</p>						
ROAC			ROAC			
TRACK ETCH			TRACK ETCH			
" membran			" membran			
X			Fukt på filter.			
Ann.			347			

Tabell B2.96 Hus 3108. Husdata.

<p>HUS NR 3108 HUSTYP</p>	<p>BYGGNADSR 1958 <input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor) <input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning</p>	<p>TILLBYGGNADSR ANTAL VÅNINGAR 1 <input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförsyväd betongplatta) <input checked="" type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)</p>
<p>BYGGNADSMATERIAL</p>	<p>BARANDE VÄGGAR <input type="checkbox"/> Gasbetong Plan <input type="checkbox"/> Lättklinker Plan <input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan <input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1</p>	<p>ICKE DARANDE VÄGGAR <input type="checkbox"/> Gasbetong Plan <input type="checkbox"/> Lättklinker Plan <input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan <input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1</p>
<p>VENTILATION</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt <input type="checkbox"/> Tätta fönster <input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2 <input type="checkbox"/> God ventilation</p>	<p>BJÄTKLAG <input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjätklag nr 1 <input type="checkbox"/> Gasbetong Bjätklag nr <input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjätklag nr 2 <input type="checkbox"/> Bjätklag nr</p>
<p>RADON- OCH GAMMAVÄRTNING Bq/m³ RESP µR/H</p>	<p>Rum 1 Sovrum Plan 1 Rum 2 Vardagsrum Plan 1 Rum 3 Plan Rum 4 Plan</p>	<p><input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrums <input type="checkbox"/> Tallriksventil <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Dålig ventilation 1)</p>
<p>ANTECKNINGAR</p>	<p>RADON- OCH GAMMAVÄRTNING Film TLD/Mätperiod Gammastrålning Yttervägg Innervägg Tak Mitt i rum Golv</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft Dörr <input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft Öppen spis <input type="checkbox"/> Frånluft/överluft <input type="checkbox"/> Frånluft/överluft</p>

1	2	3	4
389	179		
----- 240/Feb 1982 -----			

1) Kondens på fönster.

Tabell B2.98 Hus 3110. Husdata.

HUS NR 3110
 HUSTYP
 BYGGNADSÅR 1975
 TILLBYGGNADSÅR
 ANTAL VÅNINGAR 2 (INKL KV)

BYGGNADSMATERIAL
 BÄRANDE VÄGGAR
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning
 IKKE BÄRANDE VÄGGAR
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

VENTILATION
 BÄRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 1
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 2
 BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr 2
 Trä Bjälklag nr 3
 Bjälklag nr

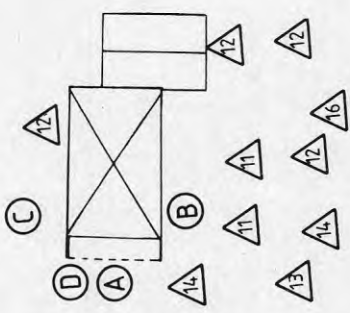
VENTILATION
 Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster 1)
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation
 Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation
 Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil 2 st i plan 1
 Dälig ventilation

RADON- OCH GAMMAKÄTTNING

Rum	1	2	3	4
Radonhalt	205	255		
Gammastrålning	----- 240/Feb 1982 -----			
TLD/Mätperiod	21	18		
Yttervägg	19	16		
Innervägg	16	13		
Tak	19	13		
Mitt i rum	18	12		
Golv				

ANTECKNINGAR
 1) Fasta fönster i flera rum.

Tabell B2.99 Hus 3112. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL		<input checked="" type="radio"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h)		<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		<input checked="" type="radio"/> EMANOMETER	
3112 									
KARTERING									
<input type="radio"/> HÅL A		<input type="radio"/> HÅL B		<input type="radio"/> HÅL C					
0-40 matjord -60 sand m.stenbit. -90 lerig skiffermorän med alunskiffer-fragment 90 grundvattenyta		0-20 matjord -50 finsand med stenar, fyln. -55 lerig alunskiffermorän GVV 25cm		0-45 matjord -75 finsand m.småsten, fyln. -100 lerig alunskiffermorän rikligt med skifferfragment.					
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		2.4 76 10		2.2 45 8		2.5 78 9			
VATTEN									
Rn-HALT Bq/l									
MARKLUFT									
Rn-HALT Bq/m ³		3210							
MÄTMETOD									
<input type="checkbox"/> ROAC <input checked="" type="checkbox"/> TRACK ETCH <input type="checkbox"/> " " " " "membran		<input type="checkbox"/> ROAC <input checked="" type="checkbox"/> TRACK ETCH <input type="checkbox"/> " " " " "membran		<input type="checkbox"/> ROAC <input checked="" type="checkbox"/> TRACK ETCH <input type="checkbox"/> " " " " "membran		4716			
Atm.									
Vatten i hål och kopp.		Vatten i hål och kopp.		Vatten i hål och rör. Vatten och lera i kopp.					
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film 90		TLD 120					
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		210000							
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER									
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm				
		Nr							
		cm							

Tabell B2.99 forts

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uB/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL D	<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="radio"/> EVANOMETER
3112							
KARTERING							
0-30 matjord -60 finsand, fylln. -85 varvig lera -90 alskiff, morän							
SPEKTROMETER							
KALCIUM %							
URAN ppm							
THORIUM ppm							
VATTEN							
Rn-HÅLT Bq/l							
MARKLUFT							
Rn-HÅLT Bq/m ³							
MÄTMETOD							
ROAC							
X TRACK ETCH							
" " membran							
Vatten i rör, kopp och hål ca 30cm.							
Ann.							
352							
Rn-HÅLT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³							
Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³							
● MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER							
HÅLL							
Rn-HÅLT							
Bq/m ³							
SONDLÄNGD							
cm							
HÄLL							
KALCIUM							
%							
URAN							
ppm							
THORIUM							
ppm							
□ HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER							
HÄLL							
KALCIUM							
%							
URAN							
ppm							
THORIUM							
ppm							
ROAC							
TRACK ETCH							
" "							
ROAC							
TRACK ETCH							
" "							

Tabell B2.100 Hus 3112. Husdata.

HUS NR 3112	BYGGNADSÅR 1974	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÅNINGAR 2
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Krypgrundläggning		

BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BÄRANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr
	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 2
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr

VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Tallriksventil
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input type="checkbox"/> Dällig ventilation

Rum 1 Kök	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ övertäta
Rum 2 Sovrum	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /övertäta Dörr
Rum 3 Vardagsrum	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ övertäta Öppen spis
Rum 4	Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/övertäta

RADON- OCH GAMMAMÄTNING	Rum	1	2	3	4
Bq/m ³ RESP UR/H	Radonhalt	76	90		
	Gammastrålning	-----120/feb 1982 -----			
	TLD/Mätperiod				
	Yttervägg				
	Innervägg				
	Tak				
	Mitt i rum				
	Golv	9	9		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.101 Hus 3113. Husdata.

HUS NR 3113
 HUSTYP

BYGGNADSÅR 1974
 TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 2

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1, 2

IKKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1, 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, sprisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrúm
 Tallriksventil
 Dålig ventilation

Rum 1 Arbetsrum Plan 1 Tilluft Fönster Dörr Frånluft/överluft

Rum 2 Vardagsrum Plan 1 Tilluft Fönster Dörr Frånluft/överluft

Rum 3 Plan Tilluft Frånluft/överluft

Rum 4 Plan Tilluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMA MÄTNING

Bq/m³ RESP µR/H

Rum	1	2	3	4
Radonhalt	47	53		
TLD/Mätperiod	----- 110/Feb 1982 -----			
Gammastrålning				
Yttervägg				
Innervägg				
Tak				
Mitt i rum				
Golv	9	11		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.102 Hus 3113. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> HÅL C
3113							
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	TLD				
		50	110				
Rn-HALT UNDER Huset		238000					
		Bq/m ³					
<input checked="" type="checkbox"/> MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER							
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÄLL SOND LÅNGD cm	<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER	URAN ppm	KALIUM %	THORIUM ppm	
KARTERING				<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> HÅL C	
0-20 matjord -40 lerigt sandigt grus (fylln.?) -100 lerig sandig morän med alunt skifferfragment GV-yta från 52cm				0-20 matjord -40 matjordsfylln. -65 samma som 40-100 i (A) 65 block	0-20 matjord -65 fylln. (plast o träkol)		
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm				2.2 76 9	2.1 67 9	2.2 21 11	
VATTEN Rn-HALT Bq/l							
MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³				54835			
MÄTMETOD				<input checked="" type="checkbox"/> ROAC <input checked="" type="checkbox"/> TRACK ETCH <input checked="" type="checkbox"/> "membran	<input checked="" type="checkbox"/> ROAC <input checked="" type="checkbox"/> TRACK ETCH <input checked="" type="checkbox"/> "membran	<input checked="" type="checkbox"/> ROAC <input checked="" type="checkbox"/> TRACK ETCH <input checked="" type="checkbox"/> "membran	28378 328
Anm.				Vatten i hål och på filter.	Vatten i rör, kopp och hål ca 35cm.	355	

Tabell B2.102 forts

<input type="radio"/> HÄL	<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORAT HÄL	<input checked="" type="checkbox"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÄLL	<input type="radio"/> HÄL D	<input type="radio"/> HÄL	<input checked="" type="radio"/> EMANOMETER
		3113		grundvattenytan var på 30 cm		
			KARTERING			
		Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	SPEKTROMETER			
		Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³	KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm			
			KVATTEN			
			Rn-HALT Bq/l			
			MARKLUFT			
			Rn-HALT Bq/m ³			
			MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH " membran	ROAC TRACK ETCH " "	ROAC TRACK ETCH " "
			Att.			356
			<input checked="" type="checkbox"/> MÄTKLÖTT MÄTNING EMANOMETER			
			HÄLL Rn-HALT Bq/m ³			
			SONDLÄNGD cm			
			HÄLL KALIUM %			
			URAN ppm			
			THORIUM ppm			
			<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER			
			Nr			

Tabell B2.103 Hus 3115. Markdata.

HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h)	SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		EMANOMETER	
		<input type="checkbox"/> HÅL A	<input type="checkbox"/> HÅL B				
KARTERING		0-20 matjord, mörkbrun	0-25 matjord			-40 matjord	
		-45 lerig morän med sand och alunskifferfragment.	-50 samma som 20-45 i (A), vid 50 stenskiikt			-100 moig morän m. småsten	
		-80 sandig lerig morän. m. alunskifferfragm.	-90 dito, men något fuktigare grundvatten 35 cm				
		-90 samma som ovan fast fukt.					
SPEKTROMETER		2.7	2.2			2.5	
KALIAM ppm		25	29			27	
URAN ppm		11	9			11	
THORIUM ppm							
VATTEN			35				
Rn-HALT Bq/l							
MARKLUFT							
Rn-HALT Bq/m ³		11340				41536	
MÄTMETOD		ROAC	ROAC			ROAC	
		TRACK	TRACK			TRACK	
		ETCH	ETCH			ETCH	
		membran	membran			membran	
Anm.		Vatten i håll och rör. Fukt i kopp.				Vatten i håll, rör och på filter.	

Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film	TLD	
	180	30	
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³	78000		
<input type="checkbox"/> MÅLNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER			
HÅL Nr	HÅLL KALIAM Nr	URAN ppm	THORIUM ppm
	SONDLÄNGD cm		

Tabell B2.104 Hus 3115. Husdata.

HUS NR 3115

HUSTYP

BYGGNADSR 1960

TILLBYGGNADSR

ANTAL VÄNINGAR 3 (INKL KV)

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2, 3

ICKE BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2, 3

BJÄLKLAG

- Betong Bjälklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfjäkt
 Tätta fönster
 Öppen trappa mellan plan 2-3
 God ventilation

- Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Rum 1 Svale

Plan 1

 Tilluft Frånluft/överluft

Rum 2 F d garage

Plan 1

 Tilluft Ventil Frånluft/överluft

Rum 3 Vardagsrum

Plan 2

 Tilluft ? Frånluft/överluft ?

Rum 4 TV-rum

Plan 2

 Tilluft ? Frånluft/överluft ?

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

Bq/m³ RESP µR/H

1	2	3	4
198	141		
14	13		
15	12-14		
14	12		
19	12		
16	13		
			----- 30/Feb 1982 -----

ANTECKNINGAR

Renslucka i golv i rum 1.

Tabell B2.106 Hus 3117. Husdata.

HUS NR 3117	BYGGNADSÅR 1976	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VANINGAR 2		
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)		
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning				
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BARANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG		
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1		
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr		
	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 2		
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr		
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrúm		
	<input checked="" type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Fallriksventil		
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input type="checkbox"/> Normal ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Dällig ventilation		
			<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr		
			<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr		
			<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
			<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft		
RADON- OCH GAMMAMÄTNING	Rum	Rum 1	Rum 2	Rum 3	Rum 4
BO/M ³ RESP µR/H	Radonhalt	141	113		
	Film	----- 150/Feb 1982 -----			
	Gammastrålning	11	12		
	Innervägg				
	Tak				
	Mitt i rum				
	Golv	10	10		
ANTECKNINGAR					

Tabell B2.107 Hus 3118. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANVMÄTT AKTIVITET (µR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> HÅL C	EMANOMETER				
				3118 0-35 matjord -95 sandig lerig morän Mycket alunskifferfragment, särskilt mot botten. 80 grundvattenyta					0-25 matjord -85 samma som i(A) GVV-65cm		0-25 matjord -100 samma som i(A) GVV på 84cm	
KARTERING SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm				2.2 39 8		2.5 35 11		2.5 31 9				
VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³						46096		34150				
MÄTMETOD Anm.				ROAC TRACK ETCH " " membran		ROAC TRACK ETCH " " membran		ROAC TRACK ETCH " " membran		361 Vatten i hål ca 40cm och på filter.		
Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film 990		TLD 650								
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		100000										
MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLMÄTNING SPEKTROMETER		HÅLL KALIUM Nr %		URAN ppm		THORIUM ppm						
HÅLL Nr		SONDLÅNGD cm										

Tabell B2.107 forts

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="triangle"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="checkbox"/> HÅLL D <input checked="" type="checkbox"/> HÅLL D <input type="checkbox"/> EMANOMETER					
3118		KARTERING	0-680 hård morän 310-340 hård lerig sandig moig morän 600-640 lerig sandig moig morän. Mycket alunskifferfragment och kalksten. 640-680 lerig sandig moig morän med alunskiffer.	Analys med gamma-spektrometri 310 - 340 cm U 25 ppm Th 9 ppm K 2,6 % 650 - 690 cm U 210 ppm Th 5 ppm K 3,1 %	<input type="radio"/> HÅLL <input checked="" type="radio"/> HÅLL
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		SPEKTROMETER	gamma log	uR/h	
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		KALIUM %	150	150	
		URAN ppm	350	110	
		THORIUM ppm			
<input checked="" type="bullet"/> MÄTKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		VATTEN			
HÅLL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	Rn-HALT Bq/l			
		MARKLUFT			
		Rn-HALT Bq/m ³			
		MÄTMETOD	ROAC	ROAC	ROAC
			TRACK ETCH	TRACK ETCH	TRACK ETCH
			"	"	"
			..membran		
		Åttm.			362

Tabell B2.108 Hus 3118. Husdata.

HUS NR 3118	BYGGNADSÅR 1922	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÄNINGAR 2	(3 INKL KV)	
HUSTYP	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor) 1/2		<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning	(kanförstyvad betongplatta)	
	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning	1/2	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst	(platta på mark)	
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BARANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG		
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong	Bjälklag nr 1	
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong	Bjälklag nr	
	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Plan 1	<input type="checkbox"/> Betonghåsten Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä	Bjälklag nr 2, 3	
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2, 3	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2, 3	<input type="checkbox"/>	Bjälklag nr	
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Sjalvdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum		
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Tallriksventil		
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 2-3	<input checked="" type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Dälig ventilation plan 1		
	Rum 1 Förrum	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Via matkällare		
	Rum 2 Vardagsrum	Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	Dörr	
	Rum 3 Arbetsrum	Plan 2	<input type="checkbox"/> Tilluft ?	Frånluft/överluft ?	
	Rum 4	Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	Frånluft/överluft	
RADON- OCH GAMMAVÄRTNING	Rum	1	2	3	4
BO/H ³ RESP µR/H	Radonhalt	1125	716		
	Gammastrålning	16	16		
	TLD/Mätperiod	22	22		
	Yttervägg				
	Innervägg				
	Tak	18	13		
	Mitt i rum	20	13		
	Golv				
ANTECKNINGAR	Kryppgrund under vardagsrum. Sprickor i golv i plan 1. Betongtjocklek i källargolv 3-4 cm. Vatten strax under källargolv.				

Tabell B2.109 Hus 3122. Husdata.

HUS NR 3122	BYGGNADSÅR 1967	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)
HUSTYP	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning		
BYGGNADSMATERIAL	BÄRANDE VÄGGAR	ICKE BÄRANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Gasbetong Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1, 2
	<input checked="" type="checkbox"/> Lättklinker Plan 1	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr
	<input type="checkbox"/> Betonghalsfen Plan	<input type="checkbox"/> Betonghalsfen Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 3
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Sjalvdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum
	<input type="checkbox"/> Tätta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input checked="" type="checkbox"/> Fallriksventil plan 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dalg ventilation
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	
	Rum 1 Rum mot N Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr
	Rum 2 Rum mot S Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Via tvättstuga	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
RADON- OCH GAMMAVÄTNING	Rum		
Bq/m ³ RESP uR/H	Radonhalt	Film	
	Gammastrålning	TLD/Mätperiod	
	Yttervägg	946	
	Innervägg	17	19
	Tak	14	16-23
	Mitt i rum	17	19
	Golv	16	19
		16	18-20
ANTECKNINGAR	----- 900/Feb 1982 -----		

Tabell B2.110 forts

<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input checked="" type="checkbox"/> HANDVÄTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL D	<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="radio"/> EVANOMETER
3122						
KARTERING						
0-30 matjord						
-35 sand						
-55 matjord						
-95 sandig grusig morän med ASF						
vatten på 90cm						
ASF=						
alunskifferfragment						
SPEKTROMETER						
KALIUM %						
URAN ppm						
THORIUM ppm						
VATTEN						
Rn-HALT Bq/l						
MARKLUFT						
Rn-HALT Bq/m ³						
MÄTMETOD						
ROAC						
TRACK ETCH						
" " "membran						
X " "						
ROAC						
TRACK ETCH						
" " "						
ROAC						
TRACK ETCH						
" " "						
366						
Ann.						
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³						
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³						
● MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER						
HÅL Rn-HALT HÅLL KALIUM HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER						
Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	Nr	%	URAN ppm	THORIUM ppm

Tabell B2.112 Hus 3201. Husdata.

<p>HUS NR 3201</p> <p>HUSTYP</p>	<p>BYGGNADSR 1945</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)</p> <p><input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning</p>	<p>TILLBYGGNADSR</p> <p>ANTAL VÅNINGAR 3 (INKL KV)</p> <p><input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kanförstyvad betongplatta)</p> <p><input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)</p>	<p>BJÄLKLAG</p> <p>Bjälklag nr 1, 2</p> <p>Bjälklag nr 3</p> <p>Bjälklag nr</p>
<p>BYGGNADSMATERIAL</p>	<p>BRÄNDE VÄGGAR</p> <p><input type="checkbox"/> Gasbetong Plan</p> <p><input type="checkbox"/> Lättklinker Plan</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Betonghålisten Plan 1</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2, 3</p>	<p>ICKE BRÄNDE VÄGGAR</p> <p><input type="checkbox"/> Gasbetong Plan</p> <p><input type="checkbox"/> Lättklinker Plan</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Betonghålisten Plan</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2, 3</p>	<p>BJÄLKLAG</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Betong</p> <p><input type="checkbox"/> Gasbetong</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Trä</p> <p><input type="checkbox"/></p>
<p>VENTILATION</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt</p> <p><input type="checkbox"/> Täta fönster</p> <p><input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2</p> <p><input type="checkbox"/> God ventilation</p>	<p><input type="checkbox"/> Mek ventilation typ</p> <p><input type="checkbox"/> Springventiler</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation</p>	<p><input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Tallriksventil</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Dalg ventilation</p>
<p>RADON- OCH GAMMAMÄTNING</p> <p>Bq/h³ RESP µR/H</p>	<p>Rum 1 F d pannrum Plan 1</p> <p>Rum 2 Garage Plan 1</p> <p>Rum 3 Plan</p> <p>Rum 4 Plan</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil i port</p> <p><input type="checkbox"/> Tilluft</p> <p><input type="checkbox"/> Tilluft</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft Rökkanal</p> <p><input type="checkbox"/> Frånluft/överluft</p> <p><input type="checkbox"/> Frånluft/överluft</p> <p><input type="checkbox"/> Frånluft/överluft</p>
<p>RADON- OCH GAMMAMÄTNING</p> <p>Bq/h³ RESP µR/H</p>	<p>Rum</p> <p>Radonhalt</p> <p>Gammastrålning</p> <p>TLD/Mätperiod</p> <p>Yttervägg</p> <p>Innervägg</p> <p>Tak</p> <p>Mitt i rum</p> <p>Golv</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>	<p>143</p> <p>107</p> <p>16</p> <p>15</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>17</p> <p>19</p>

ANTECKNINGAR

Vatten direkt under källargolv.

Tabell B2.113 Hus 3202. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="radio"/> HANDMÅTT AKTIVITET (GR/h)		<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EVANOMETER		
3202		HÅL A	HÅL B	HÅL C
Rn-HÅLT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film 580	TLD 180	
Rn-HÅLT UNDER Huset		Bq/m ³		
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER				
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÅLL KALIVM Nr	URAN ppm	THORIUM ppm
		SONDLÄNGD cm		
KAPTERING 0-30 matjord -50 rödbrunt,gru-sigt stenigt mtrl. med ASF -85 ljusgrå lerig morän med lite sand och grus.Mot botten ASF. 80 grundvatten ASF= alunskifferfragment		0-10 mörkbrun matj. U-17 matjord -25 sandigt lerigt mtrl. med ASF -50 matjord rikl. m.rötter mörkbrun (gammal markyta) -90 ljusgrå till rödbrun morän-lera. med ASF 90 block		0-45 grusig sandig morän,rödbrun -65 svart mörkbrun stenig moränlera med ASF -95 fukt.ljusgrå till rödbrun morän m.sten o grus rikl.m. alunskiffer
SPEKTROMETER KALIVM % URAN ppm THORIUM ppm		2.2 18 7 2.4 27 9		2.2 29 9
VATTEN Rn-HÅLT Bq/l MARKLUFT Rn-HÅLT Bq/m ³		2036 X ROAC TRACK ETCH membran " " membran " " membran		442492 ROAC TRACK ETCH membran " " membran X " membran
MÄTMETOD Anm.		Vatten i hål. Vatten i hål,rör och kopp Smuts i kopp.		Vatten i hål,rör och kopp Vatten i hål,rör och kopp

Tabell B2.114 Hus 3202. Husdata.

HUS NR 3202	BYGGNADSÅR 1969	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VANINGAR 2	(INKL KV)
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförsyväd betongplatta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst	(platta på mark)
	<input type="checkbox"/> Typ 3 kryppgrundläggning			
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BARANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG	
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong	Bjälklag nr 1
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong	Bjälklag nr
	<input checked="" type="checkbox"/> Betonghålstén Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Betonghålstén Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Trä	Bjälklag nr 2, 3
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input type="checkbox"/>	Bjälklag nr
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum	
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input checked="" type="checkbox"/> Tallriksventil	plan 1
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Öppn mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input type="checkbox"/> Dalg ventilation	
	Rum 1 Hobbyrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil stängd	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/överluft	Öppen trappa
	Rum 2 Redskapsrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil stängd	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft	
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft	
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft	
RADON- OCH GAMMAMÄTNING	Rum			
Bo/m ³ RESP µR/H	Radonhalt	729	280	
		----- 180/Feb 1982 -----		
	Gammastrålning	19-21	19	
		15	15-21	
	Innervägg	15	14	
	Tak	17	15	
	Mitt i rum	18	16	
	Golv			
ANTECKNINGAR	1) Gasbetong som invändig isolering på yttergrundmurar. Renslucka i golv i tvättstuga.			

Tabell B2.115 Hus 3205. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="checkbox"/> EMANOMETER		
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">3205</p>		
KARTERING		
<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> HÅL C
0-20 matjord -85 sandig morän med lerkullar par. Svallad men dåligt sorterat. Sista 20 cm var kon-tinuerlig övergång till det undre materialet. -95 gulbrun fukt. sandig lerig morän med ASF	0-40 matjord -80 s.s.(A) 20-85 -90 s.s. övergångs zon som (A)	0-15 matjord -35 sand matjord -60 som (A) med ASF -90 Samma som (A) 85-95 90 block
ASF= alunskifferfragment		
SPEKTROMETER		
KALIUM %	2.5	2.1
URAN ppm	51	55
THORIUM ppm	9	7
VATTEN		
Rn-HÅLT Bq/l		
MARKLUFT		
Rn-HÅLT Bq/m ³	541166	205641
MÄTMETOD		
	ROAC	ROAC
	TRACK ETCH	TRACK ETCH
	" membran	" membran
	X	X
Ann.		
	Fukt på filter.	Vatten i håll ca 80 cm. Fukt i kopp. Fukt i kopp.
		87185
		371

Rn-HÅLT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film	TLD		
	480	500		
Rn-HÅLT UNDER Huset Bq/m ³	35000			
<input checked="" type="checkbox"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER				
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÄLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm
		NR		

Tabell B2.116 Hus 3205. Husdata.

HUS NR 3205
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1957
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypprundläggning

TILLBYGGNADSÅR
ANTAL VÅNINGAR 3 (INKL KV)
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 2
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan

ICKE BARRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 2
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1, 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

Sjalvdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrums
 Tallriksventil plan 1

 Dälig ventilation

Rum 1 Sovrum Plan 2 Tilluft Fönster Dörr
Rum 2 Gillestuga Plan 1 Tilluft Ventil Dörr
Rum 3 Förråd Plan 1 Tilluft Ventil
Rum 4 Plan Tilluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING	1	2	3	4
Bq/m ³ RESP	354	538		
Radonhalt				
Gammastrålning	37-39	500/Feb 1982		
TLD/Mätperiod		17-19		
Yttervägg	32			
Innervägg				
Tak	33			
Mitt i rum				
Golv	31			
Renslucka i golv i rum 2.				

ANTECKNINGAR

Tabell B2.117 Hus 3206. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="checkbox"/> EMANOMETER		
<input checked="" type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C		
3206 		
KARTERING	<input checked="" type="checkbox"/> HÅL A <input type="checkbox"/> HÅL B <input type="checkbox"/> HÅL C gammal log 280 cm 230 180 130 80 30 markyta 0-15 matjord lerigt sandigt-50 samma som 15- mtrl. med ASF och enstaka sten. 75 småsten.grus. mtrl. med ASF	
SPEKTROMETER	ASF= alunskiffer-fragment	
KALIUM %	2.9	
URAN ppm	20	
THORIUM ppm	14	
VATTEN		
Rn-HÅLT Bq/l	2.4	
MARKLUFT	28	
Rn-HÅLT Bq/m ³	10	
VÄTMETOD	82545	
ROAC	ROAC	
TRACK ETCH	TRACK ETCH	
membran	membran	
Ann.	Vatten i hål ca 70cm.	
	373	
Rn-HÅLT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 690	TLD 800
Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³	26000	
<input checked="" type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Nr	HÅLL KALIUM %	URAN ppm
	Nr	ppm
	SONDLÄNGD cm	

Tabell B2.118 Hus 3206. Husdata.

HUS NR 3206
 HUSTYP
 BYGGNADSÅR 1957
 TILLBYGGNADSÅR
 ANTAL VÄNINGAR 3 (INKL KV)
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 3 Krypprundläggning
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL
 BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 2
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan
 IKKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan 2
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 2, 3
 BJÄTKLAG
 Betong Bjätiklag nr 1, 2, 3
 Gasbetong Bjätiklag nr
 Trä Bjätiklag nr
 Bjätiklag nr

VENTILATION
 Självdrag, spisfläkt
 Tätta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation
 Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation
 Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil plan 1
 Dålig ventilation

Rum 1 Förråd Plan 1 Tilluft Ventil
 Rum 2 Pannrum Plan 1 Tilluft Ventil Rökkanal
 Rum 3 Hall Plan 1 Tilluft
 Rum 4 Tvätt Plan 1 Tilluft Ventil
 Frånluft/överluft
 Frånluft/~~överluft~~
 Frånluft/överluft
 Frånluft/~~överluft~~

RADON- OCH GAMMASTRÅNING	1	2	3	4
BO/M ³ RESP µR/H	266	907		
Radonhalt				
Gammastråning	14	16-18		
Yttervägg	15	17		
Innervägg	15	19		
Tak	15	18		
Mitt i rum	16	18		
Golv				
----- 800/Feb 1982 -----				

ANTECKNINGAR
 Gasbetongkross på bjätiklag 2, gammastrålning 25 µR/H.
 Renslucka i golv i rum bredvid rum 2.

Tabell B2.119 Hus 3207. Markdata

HÅL		MÅSKINBORRAT HÅL		HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h)		SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		EMANOMETER	
3207									
KARTERING		HÅL A		HÅL B		HÅL C			
0-30 matjord -80 gulbrunt lerigt sandigt morän med ASF. Sista 15 blir den grå aktig GVY är på 75cm		0-30 matjord -64 samma gulbruna morän som i (A)		0-40 matjord -60 lerigt grusigt mtrl. med ASF. Brunt		0-85 gråbrun morän med ASF. Något hög stenhalt			
SPEKTROMETER		SPEKTROMETER		SPEKTROMETER		SPEKTROMETER			
KALSIUM %		2.3		2.2		2.6			
URAN ppm		23		23		41			
THORIUM ppm		9		9		9			
VATTEN		VATTEN		VATTEN		VATTEN			
Rn-HÅLT Bq/l		Rn-HÅLT Bq/l		Rn-HÅLT Bq/l		Rn-HÅLT Bq/l			
MARKLUFT		MARKLUFT		MARKLUFT		MARKLUFT			
Rn-HÅLT Bq/m ³		61895		155980		501374			
MÄTMETOD		MÄTMETOD		MÄTMETOD		MÄTMETOD			
ROAC		ROAC		ROAC		ROAC			
TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH			
membran		membran		membran		membran			
X		X		X		X			
Amm.		Vatten i rör och hål ca 40cm. Fukt i kopp.		Vatten i rör, kopp och hål ca 40cm. Sprucken kopp.		Vatten på filter Fukt i kopp.			

Rn-HÅLT I Huset, ÅRMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film	TLD
Bq/m ³	13425	

MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅL Nr	HÅLL KALSIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm

SONDLÄNGD cm	

HUS NR 3207

HUSTYP

BYGGNADSAR ~ 1890

TILLBYGGNADSAR

ANTAL VANINGAR 2

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor) ~1/4
 Typ 3 Kryppgrundläggning ~3/4

- Typ 2 Källarvåning (kantförstytvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Natursten Plan 1
 Betonghålisten Plan
 Trä Plan 2, 3

ICKE BRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan
 Trä Plan 2, 3

BJÄLKLAG

- Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2, 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation
 Dälig ventilation

Rum 1 Matsal

Tilluft Fönster

~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 2 Matkällare

Tilluft Ventil

Frånluft/överluft

Rum 3

Tilluft

Frånluft/överluft

Rum 4

Tilluft

Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAAVMÄTNING

BQ/M³ RESP ur/H

	1	2	3	4
Rum	(13425)			
Radonhalt	(17201)			
Film				
TLD/Mätperiod				
Gammastrålning		23		
Yttervägg		27		
Innervägg				
Tak				
Mitt i rum		28		
Golv	18			

ANTECKNINGAR

Spårfilmen upphängd endast ca en vecka, under resten av tiden låg den förpackad i fryspåse (plast).
 Resultatet beräknat på exponering en vecka.

Tabell B2.122 Hus 3208. Husdata.

HUS NR 3208
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1937
TILLBYGGNADSÅR 1973

ANTAL VÄNINGAR 1 (2 INKL KV)

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

Tillbyggnad

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2

IKKE BÄRRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1, 2 del
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2 del, 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Tata fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil plan 1
 Dälig ventilation

Rum 1 Allrum 1) Plan 2
Rum 2 Förråd Plan 1
Rum 3 Källare Plan 1
Rum 4 Plan

Tilluft
 Tilluft
 Tilluft
 Tilluft

~~Frånluft~~ överluft Dörr
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMASTRÅNING	1	2	3	4
BO/M ³ RESP µR/H	69	504		
Radonhalt				
Gammastråning				
Film				
TLD/Mätperiod				
Yttervägg		17		
Innervägg		17-19		
Tak		17		
Mitt i rum		18		
Golv	10	18		
			300/feb 1982	

1) Rum 1 över kryppgrund. Fuktigt under källargolv (bjälklag 1).

Tabell B2.124 Hus 3210. Husdata.

HUS NR 3210

HUSTYP

BYGGNADSR 1953

TILLBYGGNADSR

ANTAL VANINGAR 3 (INKL KV)

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghåsten Plan 1
 Trä Plan 2, 3

ICKE BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghåsten Plan 1
 Trä Plan 2, 3

BJÄTKLAG

- Betong Bjätklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjätklag nr
 Trä Bjätklag nr 3
 Bjätklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 2-3
 God ventilation

- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

- Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil

 Dälig ventilation

Rum 1 Torkrum

Plan 1

- Tilluft Fönster (ständigt öppet)

Frånluft/överluft

Rum 2 Garage

Plan 1

- Tilluft Ventil

Frånluft/överluft

Rum 3

Plan

- Tilluft

Frånluft/överluft

Rum 4

Plan

- Tilluft

Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Bq/m³ RESP ur/H

1	2	3	4
84	155		
----- 130/Feb 1982 -----			
16	16		
17	16-18		
17	19		
16	21		
18	21		

Rum

Radonhalt

Film

Gammastrålning

TLD/Mätperiod

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

ANTECKNINGAR

Sprickor i golv i rum 2. Renslucka i golv i pannrum.
 Vatten direkt under källargolv.

Tabell B2.125 Hus 3211. Markdata

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="radio"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER													
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C													
<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">3211</p>													
KARTERING	<p>0-25 matjord -85 ler.sand.(morän mtrl)m. inslag av knytnävsstor stenar o alunskiffer grundvattn på 75cm</p> <p>0-25 matjord m.enst0-10 matjord m. knytnävsstora stenar.</p> <p>-18 askfylln. -60 grusigt sandigt morän med ASF, enstaka sten. -65 lerigt mjäligt morän med grus o sand samt ASF</p>												
SPEKTROMETER	<p>2.3 KALIUM % 18 URAN ppm 10 THORIUM ppm</p>												
VATTEN	<p>2.3 17 8</p>												
MARKLUFT	<p>15547</p>												
MÄTMETOD	<p>ROAC TRACK ETCH " " membran X ROAC TRACK ETCH " " membran</p>												
Atm.	<p>Vatten i hål,rör kopp. Vatten i hål ca 30cm. Vatten i hål,rör och på filter.</p>												
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film TLD 1550 3800												
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³	25000												
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER													
HÅL Nr	<table border="1"> <thead> <tr> <th>HÅLL</th> <th>SONDLÄNGD cm</th> <th>HÅLL Nr</th> <th>KALIUM %</th> <th>URAN ppm</th> <th>THORIUM ppm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	HÅLL	SONDLÄNGD cm	HÅLL Nr	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm						
HÅLL	SONDLÄNGD cm	HÅLL Nr	KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ROAC</th> <th>TRACK ETCH</th> <th>membran</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>	ROAC	TRACK ETCH	membran	X				X				X
ROAC	TRACK ETCH	membran											
X													
	X												
		X											
	97148												

Tabell B2.126 Hus 3211. Husdata.

HUS NR 3211

HUSTYP

BYGGNADSAR 1915

TILLBYGGNADSAR

ANTAL VÄNINGAR 2

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
- Typ 3 Kryppgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
- Typ 4 Källarläst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan
- Trä Plan 2, 3

ICKE BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan
- Trä Plan 2, 3

BÄJKLAG

- Betong Bjälklag nr 1
- Gasbetong Bjälklag nr
- Trä Bjälklag nr 2, 3
- Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
- Tätta fönster
- Öppen trappa mellan plan 1-2
- God ventilation

- Frånluftkanaler i sovrúm
- Tallriksventil
- Dörr mellan plan 1-2
- Normal ventilation
- Dälig ventilation

Rum 1 Innanför kök Plan 2

Tilluft Fönster

Rum 2 Källare Plan 1

Tilluft Litet fönster

Rum 3 Vardagsrum Plan 2

Tilluft Fönster

Rum 4 Plan

Tilluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

BO/M³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

1 2 3 4

1591

1474

3800/Feb 1982

Gammastrålning

TLD/Mätperiod

Yttrevägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

10

9

11

15

ANTECKNINGAR

1) Matkällare, ingång utifrån. Många sprickor i stensockel, ventiler till kryppgrund igensatta. Källargolv utgörs av 3-4 cm betong. Fukt under plattan.

Tabell B2.127 Hus 3212. Markdata

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="radio"/> HANDMÄTT AKTIVITET (µR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER	
3212 	
KAPITERING 0-30 matjord -45 sandig matjord -55 övergångszon -95 Rödbrunnt sandigt grusigt mtrl. med ASF 0-30 matjord -45 övergångszon ASF -88 gulbrun grusig sand med ASF o enstaka sten. 0-40 matjord -50 stenskiikt -92 samma som 45-88 hål B	
ASF= alunskifferfragment	
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	
2.8 51 10	
VATTEN Rn-HÅLT Bq/l MARKLUFT Rn-HÅLT Bq/m ³	
2.4 34 9	
488995 ROAC TRACK ETCH X " " membran X Vatten i hål och på filter.	
119075 ROAC TRACK ETCH X " " membran X Vatten på filter.	
402510 ROAC TRACK ETCH X " " membran X 385	
Ann.	
Rn-HÅLT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Film 420 TLD	
Rn-HÅLT UNDER HOSET Bq/m ³ 95000	
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³ HÄLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm
SOND-LÅNGD cm	Rn-HÅLT Bq/m ³ HÄLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm

Tabell B2.127 forts

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h) 3212 <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL D <input type="radio"/> HÅL ● EVANOMETER <input type="radio"/> HÅL			
KARTERING Analys med gamma-spektrometri 2.60-2.90 m lerig, sandig, moig morän med mycket alunskifferfragment U 83 ppm Th 9 ppm K 2,8 % 5.00-5.20 samma jordart som 2.60-2.90 U 59 ppm Th 7 ppm K 2.5 %		<input type="radio"/> HÅL D <input type="radio"/> HÅL	<input type="radio"/> HÅL
SPEKTROMETER KALIJUM & URAN ppm THORIUM ppm			
VÄTTE Rn-HÅLT Bq/l MARKLUFT Rn-HÅLT Bq/m ³			
MÄTMETOD		ROAC TRACK ETCH " " .filter " " .filter " " .filter	ROAC TRACK ETCH " " .filter " " .filter " " .filter
Anm.			386
Rn-HÅLT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³			
Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³			
● MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER			
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³ SONDLÄNGD cm	HÄLL KALIJUM & URAN ppm THORIUM ppm	

Tabell B2.128 Hus 3212. Husdata.

HUS NR 3212	BYGGNADSR 1901	TILLBYGGNADSR 1967	ANTAL VÄNINGAR 2
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)
	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning		
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BARANDE VÄGGAR	BJÄLKLAG
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Betong
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong
	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr 1, 2
	<input checked="" type="checkbox"/> Sjalvdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Taillriksventil
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Dalig ventilation
VENTILATION	Rum 1 Hall Plan 1	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr
	Rum 2 Vardagsrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ överluft Öppen spis
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
RADON- OCH GAMMAMÄTNING	Rum		
Bq/m ³ RESP UR/H	Radonhalt	280	490
		550/Nov 1981	550/Nov 1981
	Gammastrålning		
	TLD/Mätperiod		
	Yttervägg		
	Innervägg		
	Tak		
	Mitt i rum		
	Golv	16	18
ANTECKNINGAR			

Tabell B2.129 Hus 3213. Markdata

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL		<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uB/h)		<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄNING PÅ HÅLL		<input type="radio"/> HÅL A		<input type="radio"/> HÅL B		<input type="radio"/> HÅL C	
3213 											
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film		TLD							
Rn-HALT UNDER Huset		Bq/m ³									
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄNING EMANOMETER											
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL Nr	KALIAM %	URAN ppm	THORIUM ppm					
KAPTERING							0-30 matjord	0-20 matjord	0-25 matjord		
							-38 sandfyll.	-70 fylln, lerigt grusigt sandigt mtrl. med ASF o enstaka småsten.	-57 samma s 20-70 i (B)		
							-53 sand.svallad omlagrad morän med mycket ASF.fylln.			-88 samm s 70-88 i (B)	
							-80 grus.sand.svallad, omlagrad morän med ASF	-88 gammalt matjordlager med växtdeklar och ASF			
							80 stenlager				
							-90 sand.grus.svallad omlagrad morän med ASF				
							alunskifferfragment				
SPEKTROMETER							2.5	2.2	2.2		
KALIAM %							37	51	46		
URAN ppm							11	9	10		
THORIUM ppm											
VATTEN											
Rn-HALT Bq/l											
MARKLUFT											
Rn-HALT Bq/m ³							248716	190073	662381		
							ROAC	ROAC	ROAC		
							TRACK ETCH	TRACK ETCH	TRACK ETCH		
							X " . membran	X " . membran	X " . membran		
MÄTMETOD							Fukt på filter.	Vatten i hål och på filter.			
Äm.										388	

Tabell B2.130 Hus 3213. Husdata.

HUS NR 3213	BYGGNADSR 1969	TILLBYGGNADSR	ANTAL VÄNINGAR 4/2 (INKL KV OCH SV)		
HUSTYP	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor) 1/2	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)		
BYGGNADSMATERIAL	<input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning				
VENTILATION	BARANDE VÄGGAR <input type="checkbox"/> Gasbetong Plan <input type="checkbox"/> Lättklinker Plan <input checked="" type="checkbox"/> Betonghålstent Plan 1, 2 <input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 3 <input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt <input type="checkbox"/> Täta fönster <input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 2-3 <input type="checkbox"/> God ventilation	ICKE BARANDE VÄGGAR <input type="checkbox"/> Gasbetong Plan <input type="checkbox"/> Lättklinker Plan <input checked="" type="checkbox"/> Betonghålstent Plan 1, 2 <input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 3 <input type="checkbox"/> Mek ventilation typ <input type="checkbox"/> Springventiler <input checked="" type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2 <input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	BJÄLKLAG <input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1, 2 <input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr <input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 3 <input type="checkbox"/> Bjälklag nr <input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum <input checked="" type="checkbox"/> Tallriksventil plan 1 <input type="checkbox"/> Dålig ventilation		
RADON- OCH GAMMAMÄTNING	Rum 1 Förråd Plan 1 <input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil stängd Rum 2 Gillestuga Plan 1 <input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Ventil stängd Rum 3 Plan <input type="checkbox"/> Tilluft Rum 4 Plan <input type="checkbox"/> Tilluft	Rum 1 Frånluft/överluft Rum 2 Frånluft/överluft Öppen spis Rum 3 Frånluft/överluft Rum 4 Frånluft/överluft			
BQ/M ³ RESP µR/H	Rum	1	2	3	4
	Radonhalt	673	322		
	Gammastrålning	14	19-21		
	TLD/Mätperiod	15	15		
	Yttervägg	14			
	Innervägg	15			
	Tak	15			
	Mitt i rum	16			
	Golv				

1) Invändig isolering med gasbetong på yttergrundmurar.
 Plan 1 = källarvåning. Plan 2 = suterrängvåning.

Bjälklag 1 = golv under källar- och suterrängvåning. Bjälklag 2 = bjälklag över plan 1 och 2.

ANTECKNINGAR

Tabell B2.131 Hus 3401. Markdata

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C ● EVANOMETER					
		<p>3401</p>			
<p>KARTERING</p>		<p>0-40 matjord m.enst. 0-40 matjord fragm.av alun- skiffer -50 block.matjord -90 stenrik grusig morän med mycket alun-skifferfragment.</p>	<p>0-40 matjord -75 brun finsand (brunsvart) -95 grå hård lera</p>		
<p>SPEKTROMETER</p>		<p>KALIJUM % URAN ppm THORIUM ppm</p>	<p>2.0 45 12</p>	<p>2.2 33 9</p>	<p>2.8 10 9</p>
<p>VATTEN</p>		<p>Rn-HÅLT Bq/l</p>			
<p>MARKLUFT</p>		<p>Rn-HÅLT Bq/m³</p>	<p>361548</p>	<p>106288</p>	<p>156489</p>
<p>MÄTMETOD</p>		<p>ROAC TRACK ETCH X " " membran</p>	<p>ROAC TRACK ETCH X " " membran</p>	<p>ROAC TRACK ETCH " " membran</p>	<p>ROAC TRACK ETCH " " membran X</p>
<p>Arm.</p>		<p>Fukt på filter.</p>	<p>Fukt på filter.</p>		<p>Vatten i hål. Fukt på filter</p>
<p>390</p>					
<p>● MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER</p>					
<p>HÅL Nr</p>	<p>Rn-HÅLT Bq/m³</p>	<p>HÅLL LÄNGD cm</p>	<p>HÅLL KALIJUM %</p>	<p>URAN ppm</p>	<p>THORIUM ppm</p>
<p>Rn-HÅLT I HUSET. ÅRMEDELVÄRDE Bq/m³</p>		<p>Film</p>	<p>TLD</p>		
<p>Rn-HÅLT UNDER HUSET</p>		<p>Bq/m³</p>	<p>357 000</p>		

HUS NR 3401
HUSTYP

BYGGNADSAR 1948
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

TILLBYGGNADSAR
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

ANTAL VÅNINGAR 2 (INKL KV)

BYGGNADSMATERIAL

BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan 1
- Trä Plan 2

ICKE BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan 1
- Trä Plan 2

BÄJKLAG

- Betong Bjälklag nr 1, 2
- Gasbetong Bjälklag nr
- Trä Bjälklag nr 3
- Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag
- Tätå fönster
- Öppen trappa mellan plan 1-2
- God ventilation

- Mek ventilation typ
- Springventiler plan 2
- Dörr mellan plan 1-2
- Normal ventilation

- Frånluftkanaler i sovrúm
- Tallriksventil pannrum
-
- Dälig ventilation plan 1

- Rúm 1 Källare 1 Plan 1
- Rúm 2 Källare 4 Plan 1
- Rúm 3 Arbetsrum Plan 2
- Rúm 4 Sovrum Plan 2

- Tilluft Fönster
- Tilluft Fönster
- Tilluft ?
- Tilluft ?

- ~~Frånluft~~/överluft Dörr
- ~~Frånluft~~/överluft
- Frånluft/överluft ?
- Frånluft/överluft ?

RADON- OCH GAMMAVÄNTNING
BQ/M³ RESP µR/H

Rúm	1092	2	3	4
Radonhalt	1122			
Gammastrålning	18-20	18-20		
Yttervägg	18-20	18-20		
Innervägg	20	20		
Tak	21	20		
Mitt i rum	22	20		
Golv				

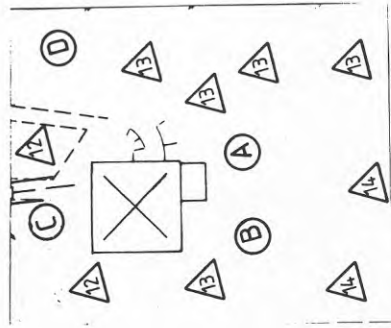
Film
TLD/Mätperiod
180/feb 1982

ANTECKNINGAR

Renslucka i golv i pannrum.

Tabell B2.133 Hus 3402. Markdata

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL A		<input type="radio"/> HÅL B		<input type="radio"/> HÅL C			
		3402						● EMANOMETER			
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	TLD	KARTERING							
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		980	1300	0-60 matjord -100 lera, fuktig mot botten.						0-40 matjord -60 sand -95 lera (torr)	
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		□ HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER		SPEKTROMETER							
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL KALIV %	URAN ppm	THORIUM ppm	2.7 8 18						2.7 9 15
		SOND-LÅNGD cm	URAN ppm	THORIUM ppm	2.3 12 13						21253
					25672						168361
					ROAC TRACK ETCH membran X						ROAC TRACK ETCH membran X
					VATTEN Rn-HALT Bq/l						
					MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³						
					MÄTMETOD						
					Vatten i hål och rör. Fukt i kopp.						Vatten i hål och rör. Fukt i kopp.
					Vatten i hål och rör. Fukt i kopp.						Vatten på filter Fukt i kopp.



Tabell B2.133 forts

<input type="checkbox"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="checkbox"/> HÅL D <input type="checkbox"/> HÅL D <input type="checkbox"/> EMANOMETER					
3402		gamma log 450 55 uRh 400 28 " 350 46 " 300 50 " 250 30 " 200 18 " 150 26 " 100 25 " 50 24 " markyt.16 " 0-200 matjord -160 lera, glacial- lera? -250 mellansandig grov mo -350 mellansandig grov mo med enst. stenar -400 glaciallera m. enst.stenar -420 dito		-500 moränlera -620 moränlera mörk styv, frgm. av alunskiffer 620 stopp, block el sten el. berg Analys med gamma- spektrometri 5.00-5.40 Å U 37 ppm Th 10 ppm K 3.0 % 6.00-6.40 m U 36 ppm Th 10 ppm K 2,7 %	
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		SPEKTROMETER			
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm			
		VATTEN			
		Rn-HALT Bq/l			
		MARKLUFT			
		Rn-HALT Bq/m ³			
		MÄTMETOD		ROAC TRACK ETCH " membran ROAC TRACK ETCH " membran ROAC TRACK ETCH "	
		Årm.		393	
		● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER			
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÄLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm

Tabell B2.134 Hus 3402. Husdata.

HUS NR 3402

BYGGNADSAR 1946

TILLBYGGNADSAR

ANTAL VÄNINGAR 3 (INKL KV)

HUSTYP

- Typ 1 källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning (kantförsyväd betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betong Plan 1
 Trä Plan 2, 3

ICKE BRÄNDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan
 Trä Plan 2, 3

BJÄLKLAG

- Betong Bjälklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation
 Frånluftkanaler i sovrums vån 3
 Fallriksventil

 Dalg ventilation plan 1

Rum 1 Matkällare Plan 1

 Tilluft Ventil stängd

Rum 2 Hall Plan 1

 Tilluft

Rum 3 Vardagsrum Plan 2

 Tilluft ?

Rum 4 Plan

 Tilluft

- Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMASTRÅNING

Bq/m³ RESP uR/H

1	2	3	4
588	1176		
----- 1300/Feb 1982 -----			
14	14		
14	14		
11	11		
15	15		
16	16		

Rum Radonhalt Film

TLD/Mätperiod

Gammastråning Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

ANTECKNINGAR

Renslucka i golv i rum 2. Fuktskador nedtill i källarplan.

Tabell B2.135 Hus 3403. Markdata

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="radio"/> HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h)		<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EVANOMETER	
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C			
3403 			
KARTERING 0-30 matjord -93 moränlera med inslag av grus och alunskiffer-fragment.		0-25 matjord -45 sten.fylln. -94 mörk glaciallera	
0-40 matjord -97 moränlera med fragm.av alunskiffer			
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		2.1 29 10	
2.3 15 12		2.2 20 12	
VATTEN Rn-HALT Bq/l			
MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³		147315	
HÄLMÄNING SPEKTROMETER HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		284111	
MÄTMETOD		ROAC TRACK ETCH " " membran X	
Amm.		Vatten i rör och hål. Vatten i rör och hål. Fuktt i kopp.	
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film 860 TLD 70	
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		26000 , 24000	
HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		HÄLMÄNING SPEKTROMETER HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	
SONDLÄNGD cm		HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	

Tabell B2.136 Hus 3403. Husdata.

HUS NR 3403

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1949

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 3 (INKL KV)

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning (kanförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2, 3

ICKE BARANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2, 3

BJÄTKLAG

- Betong Bjätklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjätklag nr
 Trä Bjätklag nr 3
 Bjätklag nr

VENTILATION

- Sjalvdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil

 Daglig ventilation plan 1

Rum 1 Hall

Plan 1

 Tilluft Frånluft/~~överluft~~ i ansl tvättstuga

Rum 2 Hobbyrum

Plan 1

 Tilluft Fönster Frånluft/~~överluft~~

Rum 3 Vardagsrum

Plan 2

 Tilluft ? Frånluft/överluft ?

Rum 4

Plan

 Tilluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

Bq/m³ RESP uR/H

Rum

Radonhalt

Film

751

921

3

4

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

70/Feb 1982

ANTECKNINGAR

Kondens ibland på fönster efter tätning. Renslucka i golv i rum 2.

Tabell B2.137 Hus 3404. Markdata

○ HÅL		⊗ MASKINBORRAT HÅL	△ HANDMÄTT AKTIVITET (uB/h)	☐ SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL			● EMANOMETER	
				○ HÅL A	○ HÅL B	○ HÅL C		
				3404				
KARTERING				0-60 matjord - 100 sand	0-30 matjord - 100 ljusbrun (röd brun) sand	0-30 matjord 100 sand		
SPEKTROMETER				3.0 9 9	3.1 10 11	3.2 12 10		
KALIAM URAN THORIUM				% ppm ppm				
VÄRTEN				Rn-HALT Bq/l				
MARKLUFT				Rn-HALT Bq/m ³	147315	205190		
MÄTMETOD				ROAC TRACK ETCH X " " .membran	ROAC TRACK ETCH X " " .membran	ROAC TRACK ETCH X " " .membran		
Anm.				Fukt på filter.	Fukt och sand på filter.			
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³				Ej lm	TLD	40		
Rn-HALT UNDER HUSET				Bq/m ³	47000			
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER				☐ HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER				
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIAM %	URAN ppm	THORIUM ppm			

Tabell B2.137 forts

<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uB/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL D	<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="radio"/> EMANOMETER
		3404	KARTERING	maskinborrhål 350 50 uRh 300 40 " 250 42 " 200 24 " 150 22 " 100 25 " 50 20 " markyta 14 GVY 210cm 0-100 matjord-fylln -420 sediment sand med ngt.grus o sten -550 grus med alun skiffer -700 mellansand, brungrå, mest urbergsmtrl.		
	Rn-HALT I Huset, ÅRMEDELVÄRDE Bq/m ³		SPEKTROMETER			
	Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm			
			VATTEN			
			Rn-HALT Bq/l			
			MARKLUFT			
			Rn-HALT Bq/m ³			
			MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH " membran " "	ROAC TRACK ETCH " "	ROAC TRACK ETCH " "
			Årsm.			398
			<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER			
	HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÄLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm			
			SONDLÄNGD cm			

Tabell B2.138 Hus 3404. Husdata.

HUS NR 3404
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1953
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryogrundläggning

TILLBYGGNADSÅR
 ANTAL VÅNINGAR 3 (INKL KV)
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2, 3

IKKE BÄRRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan 1
 Trä Plan 2, 3

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 3
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ
 Mek ventilation typ
 Springventiler plan 2, stängda
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum
 Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil plan 1
 Dalg ventilation

Tilluft Ventil
 Tilluft Ventil Plan 1
 Tilluft Ventil Plan 1
 Tilluft? Plan 2
 Tilluft? Plan 2

Frånluft/överluft till pannrum
 ~~Frånluft/överluft~~ till pannrum
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft?
 Frånluft/överluft?

	1	2	3	4
Rum	201	77		
Radonhalt				
Gammastrålning	18	18		
Yttervägg	17	17		
Innervägg	17	16		
Tak	17	18		
Mitt i rum	17	18		
Golv	18	18		
Radon- och gammastrålning				
BO/M ³ RESP µR/H				
Film				
TLD/Mätperiod				
----- 40/Feb 1982 -----				

ANTECKNINGAR

Tabell 82.139 Hus 4102. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL		<input checked="" type="radio"/> EVANOMETER																																																																																							
		4102	<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input type="radio"/> HÅL C																																																																																							
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³			film	TLD																																																																																								
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³			90	180																																																																																								
<p>● MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>HÅL Nr</th> <th>Rn-HALT Bq/m³</th> <th>SONDLÄNGD cm</th> <th>HÅLL KALIUM %</th> <th>URAN ppm</th> <th>THORIUM ppm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MARKLUFT</th> <th>Rn-HALT Bq/m³</th> <th>WATTEN</th> <th>Rn-HALT Bq/l</th> <th>THORIUM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>MÄTMETOD</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MARKLUFT</th> <th>Rn-HALT Bq/m³</th> <th>WATTEN</th> <th>Rn-HALT Bq/l</th> <th>THORIUM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Ann.</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>KARTERING</td> <td>0-30 matjord -79 svallad morän, grusig stenig morän, enstaka block.</td> <td>0-97 Matjord, mot slutet kommer dock enstaka block. (max 100 mm) och lite sten o grus</td> <td>0-20 matjord -66 matjord enstaka block</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SPEKTROMETER</td> <td>2.2 5 10</td> <td></td> <td>1.9 10 11</td> <td>1.8 7 11</td> </tr> <tr> <td>KALIUM %</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>URAN ppm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>THORIUM ppm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>WATTEN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rn-HALT Bq/l</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MARKLUFT</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rn-HALT Bq/m³</td> <td>73534</td> <td>75659</td> <td>45594</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MÄTMETOD</td> <td>ROAC TRACK ETCH membran</td> <td>ROAC TRACK ETCH membran</td> <td>ROAC TRACK ETCH membran</td> <td>ROAC TRACK ETCH membran</td> </tr> <tr> <td>Ann.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>400</td> </tr> </tbody> </table>						HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm							MARKLUFT	Rn-HALT Bq/m ³	WATTEN	Rn-HALT Bq/l	THORIUM						MARKLUFT	Rn-HALT Bq/m ³	WATTEN	Rn-HALT Bq/l	THORIUM						KARTERING	0-30 matjord -79 svallad morän, grusig stenig morän, enstaka block.	0-97 Matjord, mot slutet kommer dock enstaka block. (max 100 mm) och lite sten o grus	0-20 matjord -66 matjord enstaka block		SPEKTROMETER	2.2 5 10		1.9 10 11	1.8 7 11	KALIUM %					URAN ppm					THORIUM ppm					WATTEN					Rn-HALT Bq/l					MARKLUFT					Rn-HALT Bq/m ³	73534	75659	45594		MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH membran	ROAC TRACK ETCH membran	ROAC TRACK ETCH membran	ROAC TRACK ETCH membran	Ann.				400
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm																																																																																							
MARKLUFT	Rn-HALT Bq/m ³	WATTEN	Rn-HALT Bq/l	THORIUM																																																																																								
MARKLUFT	Rn-HALT Bq/m ³	WATTEN	Rn-HALT Bq/l	THORIUM																																																																																								
KARTERING	0-30 matjord -79 svallad morän, grusig stenig morän, enstaka block.	0-97 Matjord, mot slutet kommer dock enstaka block. (max 100 mm) och lite sten o grus	0-20 matjord -66 matjord enstaka block																																																																																									
SPEKTROMETER	2.2 5 10		1.9 10 11	1.8 7 11																																																																																								
KALIUM %																																																																																												
URAN ppm																																																																																												
THORIUM ppm																																																																																												
WATTEN																																																																																												
Rn-HALT Bq/l																																																																																												
MARKLUFT																																																																																												
Rn-HALT Bq/m ³	73534	75659	45594																																																																																									
MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH membran	ROAC TRACK ETCH membran	ROAC TRACK ETCH membran	ROAC TRACK ETCH membran																																																																																								
Ann.				400																																																																																								

Tabell B2.140 Hus 4102. Husdata.

HUS NR 4102
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1970

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÅNINGAR 2 (INKL KV)

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)

Typ 3 Krypgrundläggning

Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)

Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghåsten Plan

Trä Plan

BJÄLKLÄG

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghåsten Plan

Trä Plan

Betong Bjälklag nr

Gasbetong Bjälklag nr

Trä Bjälklag nr

Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt

Täta fönster

Öppen trappa mellan plan 1-2

God ventilation

Mek ventilation typ

Springventiler

Dörr mellan plan 1-2

Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum

Tallriksventil

Dällig ventilation

Rum 1 Plan

Rum 2 Plan

Rum 3 Plan

Rum 4 Plan

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

BQ/M³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4

ANTECKNINGAR

Ej besiktigad. Filmen var ej upphängd under mätperioden, förvarad i fryspåse (plast).
TLD-mätning i feb 1982 gav för gillestuga och lektrum i plan 1 180 Bq/m³.

Tabell B2.141 Hus 4103. Markdata.

○ HÅL		⊗ MASKINBORRAT HÅL	△ HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	□ SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	● EMANOMETER
○ HÅL A		○ HÅL B		○ HÅL C	
<div style="text-align: center;"> </div>					
4103					
KARTERING					
0-12 matjord		0-40 matjord		0-18 matjord	
-80 Fyllning, moigt morän-intril med mycket sten och block (max 310mm)		-70 stenfyll, stenig moig morän, enstaka block (150mm)		-70 stenig grusig morän, rel. blockigt (svallat?) -83 sandig moig morän	
80 block		-92 blekjord, kalkig morän 92 block		83 block	
SPEKTROMETER					
KALIAM ppm		1.6		1.3	
URAN ppm		3		3	
THORIUM ppm		7		7	
VATTEN					
Rn-HÅLT Bq/l		3607		11192	
MARKLUFT					
Rn-HÅLT Bq/m ³		12272		36007	
MÄTMETOD					
ROAC		ROAC		ROAC	
TRACK ETCH		TRACK ETCH		TRACK ETCH	
"membran		"membran		"membran	
X		X		X	
Anm.					
Vatten i rör, på filter och i hål 40cm		Vatten i rör, på filter och i hål 30cm		Vatten i rör, på filter och i hål 40cm	

Rn-HÅLT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	f ₁ m ³ 540	TLD	380
Rn-HÅLT UNDER Huset Bq/m ³			
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER □ HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER			
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÄLL Nr	THORIUM ppm
	SONDLÅNGD cm	URAN ppm	

Tabell B2.141 forts

HÅL		<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input checked="" type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="checkbox"/> HÅL D	<input type="checkbox"/> HÅL	<input checked="" type="checkbox"/> EVANOMETER
4103		<p>KARTERING</p> <p>0-50 morän (50-100 cm blockrik)</p> <p>5-540 stenig morän prov 500-540</p> <p>5-520 sten av kalk o sandsten</p> <p>5-540 finkorn. bott. morän hårt packad.</p> <p>Analys med gamma-spektrometri</p> <p>700 - 730 cm</p> <p>U 5 ppm</p> <p>Th 7 ppm</p> <p>K 1,8 %</p>					
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE	Bq/m ³						
Rn-HALT UNDER Huset	Bq/m ³						
<p>● MÄRKLUFTMÄTNING EVANOMETER</p> <p>HÅL Nr</p> <p>Rn-HALT Bq/m³</p> <p>SONDLÄNGD cm</p>		<p>□ HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER</p> <p>HÅLL KALIUM %</p> <p>URAN ppm</p> <p>THORIUM ppm</p>		<p>● SPEKTROMETER</p> <p>KALIUM %</p> <p>URAN ppm</p> <p>THORIUM ppm</p> <p>VÄTTEN</p> <p>Rn-HALT Bq/l</p> <p>MARKLUFT</p> <p>Rn-HALT Bq/m³</p> <p>MÄTMETOD</p> <p>Ann.</p>			
					ROAC	ROAC	ROAC
					TRACK ETCH	TRACK ETCH	TRACK ETCH
					"	"	"
					membran		
							403

Tabell B2.142 Hus 4103. Husdata.

HUS NR 4103

HUSTYP

BYGGNADSRÅR 1964

TILLBYGGNADSRÅR

ANTAL VÄNINNGAR 2 (INKL KV)

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
- Typ 3 Krypgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning (kantförstuvad betongplatta)
- Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

- BÄRRANDE VÄGGAR
- Gasbetong Plan
 - Lättklinker Plan
 - Betonghålstén Plan 1
 - Trä Plan 2

ICKE BÄRRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
- Lättklinker Plan
- Betonghålstén Plan 1
- Trä Plan 2

BJÄTKLAG

- Betong Bjätiklag nr 1, 2
- Gasbetong Bjätiklag nr
- Trä Bjätiklag nr 3
- Bjätiklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
- Täta fönster
- Öppen trappa mellan plan 1-2
- God ventilation
- Mek ventilation typ
- Springventiler
- Dörr mellan plan 1-2
- Normal ventilation

- Frånluftkanaler i sovrum
- Tallriksventil
- Dalig ventilation

- Rum 1 Bortre vänster Plan 1
- Rum 2 Hall Plan 1
- Rum 3 Gillestuga Plan 1
- Rum 4 Plan

- Tilluft Ventil
- Tilluft Ventil
- Tilluft Ventil
- Tilluft
- ~~Frånluft/överluft~~ Dörr
- Frånluft/överluft
- ~~Frånluft/överluft~~ Dörr
- Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

BO/M³ RESP µR/H

Rum	Radonhalt	Film	TLD/Mätperiod	1	2	3	4
				434	588		
			Gammastrålning	14			
			Yttrevägg				
			Innervägg	17	14		
			Tak	15	14		
			Mitt i rum		14		
			Golv	14	14		
				----- 380/Feb 1982 -----			

ANTECKNINGAR

Sprickor i golv längs väggar. Hål i golv i pannrum.
Vatten alldeles under källargolv.

Tabell B2.143 Hus 4104. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL		<input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL	<input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL			<input checked="" type="radio"/> EMANOMETER			
		4104			<input type="radio"/> HÅL A	<input type="radio"/> HÅL B	<input checked="" type="radio"/> HÅL C			
				KARTERING	0-10 matjord -10 sand -80 svallad morän (orörd)grusig stenig morän med enstaka block (max 280 mm). Dessutom inslag av alun- skifferfragment	0-22 matjord -76 stenig blockig morän	0-140 Stenig blockig morän -200 Sandig moig morän -300 Sandig moig kalk- stensmorän -450 Sandsten? grovmö, mellansand, -490 Dito	<p>Analys med gamma-spektrometri: 450 - 480 cm U 6 ppm Th 7 ppm K 2,0 %</p>		
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film	200	TLD	170					
Rn-HALT UNDER HUSET		Bq/m ³	74000							
• MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER				<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER						
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIUM Nr	URAN ppm	THORIUM ppm					
• MARKLUFTMÄTNING SPEKTROMETER				<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER						
VATTEN	Rn-HALT Bq/l									
MARKLUFT	Rn-HALT Bq/m ³	36281	ROAC	99175	ROAC	90000				
			TRACK ETCH		TRACK ETCH					
			membran	X	membran	X				
				X						
Anm.				Vatten i håll 405 60cm.						

Tabell B2.144 Hus 4104. Husdata.

HUS NR 4104
 HUSTYP
 BYGGNADSÅR 1972
 TILLBYGGNADSÅR
 ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)

BARANDE VÄGGAR
 Typ 1 Källarväning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning
 Typ 2 Källarväning (kantförsydd betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BJÄTKLAG
 Typ 2 Källarväning
 Typ 4 Källarlöst

BYGGNADSMATERIAL
 BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan 1
 Trä Plan 2

BJÄTKLAG nr 1, 2
 Betong
 Gasbetong
 Trä
 BJÄTKLAG nr 3
 BJÄTKLAG nr

VENTILATION
 Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

IKKE BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan 1
 Trä Plan 1, 2

BJÄTKLAG
 Betong
 Gasbetong
 Trä
 BJÄTKLAG nr 1, 2
 BJÄTKLAG nr

RADON- OCH GAMMAMÄTNING
 Rum 1 Hobbyrum Plan 1
 Rum 2 Gillstuga Plan 1
 Rum 3 Plan
 Rum 4 Plan

Radonhalt
 Film
 TLD/Mätperiod
 Gammastrålning Yttervägg
 Innervägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

	1	2	3	4
Radonhalt	221	152		
Film				
TLD/Mätperiod		170/Feb 1982		
Gammastrålning Yttervägg	14	14		
Innervägg	15	18		
Tak	14	14		
Mitt i rum	14	14		
Golv	14	14		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.145 Hus 4203. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="triangle"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C ● EMANOMETER			
4203 		0-25 matjord 25-95 grusfyl1 0-70 matjord 70-100 sandigt lerigt grus GVV 0,95m 0-90 matjord 90-100 sand GVV 0,05m	
KARTERING			
SPEKTROMETER			
KALIUM %	2.2	2.2	
URAN ppm	8	10	
THORIUM ppm	11	13	
VATTEN			
Rn-HÅLT Bq/l			
MARKLUFT			
Rn-HÅLT Bq/m ³	128323	3359	
MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran X " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran X " " membran X " " membran	
Amm.	Vatten i rör och hål.	Vatten i rör, hål och kopp.	Vatten i hål. Lera på filter.
Rn-HÅLT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 470	TLD 400	
Rn-HÅLT UNDER Huset	Bq/m ³		
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER	<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÄLL KALIUM %	THORIUM ppm
		Nr	URAN ppm
		SONDLÄNGD cm	

Tabell B2.146 Hus 4203. Husdata.

HUS NR 4203	BYGGNADSÅR 1971	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÄNINGAR 2	(INKL SV)	
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförsyväd betongplatta)	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 3 Källarvåning	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarvåning (platta på mark)	
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE BARANDE VÄGGAR	BJÄTKLAG		
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong	Bjätklag nr 1, 2	
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong	Bjätklag nr	
	<input checked="" type="checkbox"/> Betonghålisten Plan 1	<input type="checkbox"/> Betonghålisten Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä	Bjätklag nr 3	
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1, 2	<input type="checkbox"/>	Bjätklag nr	
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum		
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Tallriksventil		
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input type="checkbox"/> Dalg ventilation		
	Rum 1 Hobbyrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ övertluft Öppen spis		
	Rum 2 Samvarorom Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft/ övertluft Öppen trappa		
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/övertluft		
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/övertluft		
RADON- OCH GAMMAMÄTNING	Rum	1	2	3	4
Bo/m ³ RESP µR/H	Radonhalt	266	574		
	Gammastrålning	----- 400/Feb 1982 -----			
	TLD/Mätperiod	15	25-27		
	Yttervägg	15	16		
	Innervägg	15	19		
	Tak	16	18		
	Mitt i rum	15	18		
	Golv	15	18		

1) Invändig isolering med gasbetong på yttergrundmurar.
Renslucka i golv i tvättstuga, inget påtagligt läckage.

Tabell B2.147 Hus 4204. Markdata.

<input checked="" type="checkbox"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄNING PÅ HÅLL <input checked="" type="checkbox"/> EMANOMETER				
4204		HÅL A	HÅL B	HÅL C
		0-20 matjord -46 lerig småstenig fyllning -70 matjord (gamla markyta?) -89 sandigt grus	0-24 matjord -48 fylln. samma som (A) -65 matjord samma som (A) -93 sandigt grus	0-8 matjord -13 sand -30 lera -55 ljus finkornig mjåla? -98 matjord med växtrester o rötter
KARTERING				
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film 590	TLD 650	
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		27000		
MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÄLL KALIUM Nr	URAN ppm	THORIUM ppm
		SONDLÄNGD cm		
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		2.0 8 11	1.6 8 9	1.6 4 9
VATTEN Rn-HÅLT Bq/l				
MARKLUFT Rn-HÅLT Bq/m ³		57487	49274	6875
MÄTMETOD		ROAC TRACK ETCH " membran X	ROAC TRACK ETCH " membran X	ROAC TRACK ETCH " membran X
Anm.		Vatten på filter och i håll ca 60cm	Vatten på filter.	Vatten i rör och i håll ca 50cm. Hinna på filter (järnockra)

408

Tabell B2.148 Hus 4204. Husdata.

HUS NR 4204
HUSTYP

BYGGNADSR 1978 TILLBYGGNADSR ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)

Typ 1 källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 kryppgrundläggning

Typ 2 källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan 1
 Betonghällsten Plan
 Trä Plan 2

ICKE BÄRRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghällsten Plan
 Trä Plan 1, 2

BJÄTKLAG

Betong Bjätklag nr 1
 Gasbetong Bjätklag nr
 Trä Bjätklag nr 2, 3
 Bjätklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ F
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation plan 2

Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil plan 1 1)

 Dalg ventilation plan 2

Rum 1 Gilltestuga Plan 1 Tilluft Ventil stängd
Rum 2 Hobbyrum Plan 1 Tilluft Ventil stängd
Rum 3 Plan Tilluft
Rum 4 Plan Tilluft

Frånluft/~~överluft~~ Öppen spis
 Frånluft/~~överluft~~ Öppen trappa
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

Bq/m³ RESP µR/H

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

	1	2	3	4
	715	350		
	----- 650/Feb 1982 -----			
	15	13-15		
	15	14		
	12	11		
	15	14		
	15	15		

1) Samtliga tallriksventiler utom i tvättstuga i plan 1 stängda.

ANTECKNINGAR

Tabell B2.149 Hus 4205. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HÅL MÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="checkbox"/> EMANOMETER				
4205				
KARTERING	<input type="radio"/> HÅL A 0-70 matjord -100 ljus lera GVV=grundvattenyta på 78 cm	<input type="radio"/> HÅL B 0-20 matjord -60 stenig blockig morän (åsmtrl el. svallad morän) -83 ljusbrun stenig sandig morän 83 block	<input type="radio"/> HÅL C 0-40 matjord -68 ljusbrun, lerig sandig morän med enstaka sten GVV 68cm	
SPEKTROMETER	KALSIUM % URAN ppm THORIUM ppm	2.1 11 13	1.7 6 9	2.1 11 13
VATTEN	Rn-HALT Bq/l			
MARKLUFT	Rn-HALT Bq/m ³	22936	26791	
MÄTMETOD		<input type="checkbox"/> ROAC <input type="checkbox"/> TRACK ETCH <input checked="" type="checkbox"/> membran	<input type="checkbox"/> ROAC <input type="checkbox"/> TRACK ETCH <input checked="" type="checkbox"/> membran	<input type="checkbox"/> ROAC <input type="checkbox"/> TRACK ETCH <input type="checkbox"/> membran
Anm.		Vatten i hål och på filter	Vatten på filter i rör och i hål ca 15 cm.	411

Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 180	TLD 140
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		

<input checked="" type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		
HÄLL KALSIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm
Rn-HALT Bq/m ³		

<input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING EMANOMETER	
SONDLÄNGD cm	
Rn-HALT Bq/m ³	

Tabell B2.150 Hus 4205. Husdata.

HUS NR 4205

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1972

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)

 Typ 1 Källarvåning (betongsulor) Typ 3 Kryppgrundläggning Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta) Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR

 Gasbetong Plan Lättklinker Plan Betonghålstén Plan 1 Trä Plan 2

ICKE BARANDE VÄGGAR

 Gasbetong Plan 1 Lättklinker Plan Betonghålstén Plan Trä Plan 2

BJÄLKLAG

 Betong Bjälklag nr 1 Gasbetong Bjälklag nr Trä Bjälklag nr 2, 3 Bjälklag nr

VENTILATION

 Självdrag, spisfläkt Tätat fönster Öppen trappa mellan plan 1-2 God ventilation Mek ventilation typ Springventiler Dörr mellan plan 1-2 Normal ventilation Frånluftkanaler i sovrum Tillriksventil plan 1 Dälig ventilation

Rum 1 Förråd

 Tilluft Ventil stängd Frånluft/överluft

Rum 2 Gilllestuga

 Tilluft 2 ventiler Frånluft/överluft

Rum 3 Hobbyrum

 Tilluft Ventil Frånluft/överluft

Rum 4

 Tilluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

Bq/m³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4
132	196		
----- 140/Feb 1982 -----			
16	11		
24	12		
18	11		
15	12		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.151 Hus 4208. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÄTT AKTIVITET (µR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER	
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input checked="" type="radio"/> HÅL C	
4208 	
KARTERING 0-10 matjord -80 svallad morän (grusås)	
0-22 matjord -85 svallad morän, grusigt stenigt (max 350mm)	
gammalog 220 cm 10µR/h 170 9" 120 8" 70 12" 20cm 13" markyta 11"	
85 block	
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	
1.5 2 8	
1.4 2 9	
VÄTTEN Rn-HÅLT Bq/l MARKLUFT Rn-HÅLT Bq/m ³	
6653 ROAC TRACK ETCH membran X	
24273 ROAC TRACK ETCH membran X	
MÄTMETOD Arin.	
413	
Rn-HÅLT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	
Film 570 TLD 900	
Rn-HÅLT UNDER HUSET Bq/m ³ 20000 , 23000	
MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅL Rn-HÅLT SOND LÅNGD HÅLL KALIUM THORIUM Nr cm Nr % ppm ppm	
20000 , 23000	

Tabell B2.152 Hus 4208. Husdata.

HUS NR 4208

HUSTYP

BYGGNADSAR 1973

TILLBYGGNADSAR

ANTAL VANINGAR 3 (INKL SV)

 Typ 1 Källarvåning (betongsulor) Typ 3 Krypgrundläggning Typ 2

Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)

 Typ 4

Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR

 Gasbetong Plan Lättklinker Plan Betonghålstén Plan 1 Trä Plan 2

ICKE BARANDE VÄGGAR

 Gasbetong Plan Lättklinker Plan Betonghålstén Plan 1 Trä Plan 2

BJÄLKLAG

 Betong Gasbetong Trä

Bjälklag nr 1

Bjälklag nr

Bjälklag nr

Bjälklag nr 2, 3

Bjälklag nr

VENTILATION

 Självdrag, spisfläkt Tätat fönster Öppen trappa mellan plan 1-2 God ventilation Mek ventilation typ Springventiler Dörr mellan plan 1-2 Normal ventilation Frånluftkanaler i sovrum Fallriksventil Dålig ventilation

Rum 1 Hobbyrum

Plan 1

Rum 2 Gästrum

Plan 1

Rum 3

Rum 4

 Tilluft Ventil Tilluft Ventil Tilluft Tilluft Frånluft/överluft ~~Frånluft~~/överluft Dörr Frånluft/överluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Ba/M³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

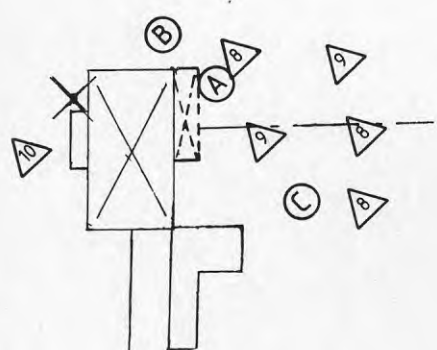
Golv

1	2	3	4
228	735		
----- 900/Feb 1982 -----			
21-25	11		
16	11		
12	10		
15	12		
16	13		

ANTECKNINGAR

1) Invändig isolering med gasbetong på yttergrundmurar. Kondens ibland på fönster.

Tabell B2.153 Hus 4209. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÅTTI AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C ● EMANOMETER				
4209 		0-12 matjord -18 sand -78 svallad morän 78 block	0-25 matjord -44 sand -83 samma mtrl. som hå1 A 18-78 83 block	0-10 matjord -25 sandfyl1n. -80 samma mtrl. som hå1 A 18-78
KARTERING				
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		1.6 2 9	1.5 2 8	1.4 2 9
VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³				
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		Film 490	TLD 550.	
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER		HÄLL KALIUM % URAN ppm	THORIUM ppm	
HÅL Nr. SONDLÄNGD cm				
		18951 ROAC TRACK ETCH " " membran X	26622 ROAC TRACK ETCH " " membran X	60127 ROAC TRACK ETCH " " membran X
Anm.				415

Tabell B2.154 Hus 4209. Husdata.

HUS NR 4209	BYGGNADSÅR 1974	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÄNINGAR 2	(INKL SV)
HUSTYP	<input checked="" type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)	
BYGGNADSMATERIAL	BARANDE VÄGGAR	ICKE ÖVRANDE VÄGGAR	BJÄTKLAG	
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Gasbetong 1) Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjätklag nr 1	
	<input checked="" type="checkbox"/> Lättklinker Plan 1	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjätklag nr	
	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input type="checkbox"/> Betonghålstén Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjätklag nr 2, 3	
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 2	<input type="checkbox"/> Bjätklag nr	
VENTILATION	<input checked="" type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input type="checkbox"/> Mek ventilation typ	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrnum	
	<input type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input checked="" type="checkbox"/> Fallriksventil	
	<input checked="" type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dälig ventilation	
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input type="checkbox"/> Normal ventilation		
RADON- OCH GAMMASTRÅNING	Rum 1 Gillestuga Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr	
Bq/m ³ RESP µR/H	Rum 2 Arbetsrum Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft /överluft Dörr	
	Rum 3 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft	
	Rum 4 Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft	
	Rum Radonhalt Film	527	1 2 3 4	
	TLD/Mätperiod	410		
	Gammastrålning Yttervägg	----- 550/Feb 1982 -----		
	Innervägg	11 12		
	Tak	12 12		
	Mitt i rum	11 11		
	Golv	12 12		
ANTECKNINGAR	1) Gammastrålning 32 µR/H.			

Tabell 82.155 Hus 4210. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="triangle"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C ● EMANOMETER				
		0-20 matjord -75 stenig svallad morän 75 block	0-20 matjord 70 stenig svallad morän 70 block	0-15 matjord 55 stenig svallad morän -85 grus
KARTERING				
Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		Film 140	TLD 70.	
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		16000		
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLMÄTNING SPEKTROMETER				
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	HÅLL KALIUM %	URAN ppm	THORIUM ppm
		SONDLÄNGD cm		
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm		1.3 1 7	1.5 2 9	1.2 1 8
VATTEN Rn-HALT Bq/l				
MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³		8366	12997	6411
MÄTMETOD		ROAC TRACK ETCH " " membran X	ROAC TRACK ETCH " " membran X	ROAC TRACK ETCH " " membran X
Anm.				417

Tabell B2.156 Hus 4210. Husdata.

HUS NR 4210

BYGGNADSÅR 1965

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 2 (INKL KV)

HUSTYP

- Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Krypgrundläggning

- Typ 2 Källarvåning
 Typ 4 Källarlöst

(kantförstyvad betongplatta)
 (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghållsten Plan 1
 Trä Plan 2

ICKE BÄRANDE VÄGGAR

- Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghållsten Plan 1
 Trä Plan 2

BJÄTKLAG

- Betong Bjätklag nr 1, 2
 Gasbetong Bjätklag nr
 Trä Bjätklag nr 3
 Bjätklag nr

VENTILATION

- Självdrag, spisfläkt
 Tätta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

- Mek ventilation typ
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

- Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil

 Dålig ventilation

Rum 1 Hobbyrum

Plan 1

 Tilluft Fönster ~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 2 Pannrum

Plan 1

 Tilluft Ventil Frånluft/~~ventil~~ Rökkana

Rum 3 Vardagsrum

Plan 2

 Tilluft Fönster ~~Frånluft~~/överluft Dörr

Rum 4

Plan

 Tilluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

BG/M³ RESP µR/H

Rum Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4
92	159		
15	13-15		
15	14		
14	14		
16	14		
16	15		
70/Feb 1982			

Renslucka i golv i garage.

ANTECKNINGAR

Tabell B2.157 Hus 4211. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORTAT HÅL <input type="triangle"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/n) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER	
<div style="text-align: center;"> <p>4211</p> </div>	
Rn-HALT I HUSET, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 260 TLD 420
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³	18000
<input checked="" type="radio"/> MÅRKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³ HÅLL KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm
SONDLÅNGD cm	Rn-HALT Bq/l MÅRKLUFT Rn-HALT Bq/m ³
MÄTMETOD	523 ROAC TRACK ETCH " membran X
Anm.	Vatten i rör och i håll ca 60cm.
KARTERING	<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input checked="" type="radio"/> HÅL C
0-15 matjord -60 sandfylln. -83 lerig grusig morän (svallad) 83 block	0-20 matjord -77 samma matr1.som i hål A 60-83 77 block
gammalog 150 cm 10 uR/h 100 10 " 50 10 " märkta12 " Analys med gamma-spektrometri sandig, moig kalkstensmorän 3.00-3.30 U 2 ppm Th 5 ppm K 1,4 %	1.4 2 8
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	2.4 4 12
VATTEN Rn-HALT Bq/l	18628 ROAC TRACK ETCH " membran X
MÅRKLUFT Rn-HALT Bq/m ³	523 ROAC TRACK ETCH " membran X
MÄTMETOD	Vatten i rör och i håll ca 60cm.
Anm.	419

Tabell B2.158 Hus 4211. Husdata.

HUS NR 4211

HUSTYP

BYGGNADSÅR 1971

 Typ 1 Källarvåning (betongsulor) Typ 3 Krypgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR

 Typ 2 Källarvåning Typ 4 Källarlöst

ANTAL VANINGAR 3 (INKL KV)

 Typ 2 källarvåning Typ 4 källarlöst

(kantförstuvad betongplatta)

(platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR

 Gasbetong Lättklinker Betonghålisten Trä

ICKE BÄRRANDE VÄGGAR

 Gasbetong Lättklinker Betonghålisten Trä

BJÄTKLAG

 Betong Gasbetong Trä

BJÄTKLAG nr 1

BJÄTKLAG nr

BJÄTKLAG nr 2, 3

BJÄTKLAG nr

VENTILATION

 Självdrag, spisfläkt Täta fönster Öppen trappa mellan plan 1-2 God ventilation Mek ventilation typ Springventiler Dörr mellan plan 1-2 Normal ventilation Frånluftkanaler i sovrums Tallriksventil Dålig ventilation

Rum 1 Förråd

Plan 1

 Tilluft i ansl tvättstuga

Rum 2 Gillestuga

Plan 1

 Tilluft Fönster Frånluft/~~öppen spis~~ Öppen spis

Rum 3 Hall

Plan 1

 Tilluft Frånluft/~~öppen trappa~~ Öppen trappa

Rum 4

Plan

 Tilluft Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

BQ/M³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammelmätning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

	1	2	3	4
143		315		
		----- 420/Feb 1982 -----		
16		12		
15-21		13		
15		12		
16		13		
17		14		

Renslucka i golv i plan 1.

ANTECKNINGAR

Tabell B2.159 Hus 4413. Markdata.

<input type="checkbox"/> HÅL <input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="checkbox"/> EMANOMETER	
4413	
KARTERING SPEKTROMETER KALTIUM % URAN ppm THORIUM ppm	HÅL A HÅL B HÅL C <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	0-27 sand -69 moig, mjällig morän (fyllning) 69 block, enstaka sten
VATTEN Rn-HÅLT Bq/l MARKLUFT Rn-HÅLT Bq/m ³	1.7 2.1 2 3 10 12
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER HÅL Rn-HÅLT HÄLL SOND-LÄNGD HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER Nr Bq/m ³ Ni cm	4700 12781 54012 ROAC ROAC ROAC TRACK ETCH TRACK ETCH TRACK ETCH " " " membran membran membran X X X
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³ Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³	200 25000
TLD Film 150	200

Tabell B2.160 Hus 4413. Husdata.

HUS NR 4413	BYGGNADSÅR 1977	TILLBYGGNADSÅR	ANTAL VÄNINGAR 1
HUSTYP	<input type="checkbox"/> Typ 1 Källarvåning (betongsulor)	<input type="checkbox"/> Typ 2 Källarvåning (kantförsyväd betonghätta)	<input type="checkbox"/> Typ 4 Källarlöst (platta på mark)
	<input type="checkbox"/> Typ 3 Kryppgrundläggning		

BYGGNADSMATERIAL	BÄRRANDE VÄGGAR	ICKE BÄRRANDE VÄGGAR	BÄCKLAG
	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Betong Bjälklag nr 1
	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Lättklinker Plan	<input type="checkbox"/> Gasbetong Bjälklag nr 2
	<input type="checkbox"/> Betonghållsten Plan	<input type="checkbox"/> Betonghållsten Plan	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Bjälklag nr 2
	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Trä Plan 1	<input type="checkbox"/> Bjälklag nr

VENTILATION	<input type="checkbox"/> Självdrag, spisfläkt	<input checked="" type="checkbox"/> Mek ventilation typ F	<input type="checkbox"/> Frånluftkanaler i sovrum
	<input checked="" type="checkbox"/> Täta fönster	<input type="checkbox"/> Springventiler	<input type="checkbox"/> Tallriksventil
	<input type="checkbox"/> Öppen trappa mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/> Dörr mellan plan 1-2	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> God ventilation	<input checked="" type="checkbox"/> Normal ventilation	<input type="checkbox"/> Dålig ventilation

Rum 1 Vardagsrum	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	Imkanal
Rum 2 TV-rum	Plan 1	<input checked="" type="checkbox"/> Tilluft Fönster	<input checked="" type="checkbox"/> Frånluft Överluft Dörr
Rum 3	Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft
Rum 4	Plan	<input type="checkbox"/> Tilluft	<input type="checkbox"/> Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMASTRÅLNING	Rum	1	2	3	4
Bq/m ³ RESP µR/H	Radonhalt	159	143		
	Gammastrålning	----- 200/Feb 1982 -----			
	Innervägg				
	Tak				
	Mitt i rum				
	Golv	10	10		

Tabell B2.161 Hus 4414. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (ur/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EVANOMETER				
4414				
Rn-HALT I Huset. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 240	TLD 280		
Rn-HALT UNDER Huset	Bq/m ³	10000		
<input checked="" type="radio"/> MARKLUFTMÄTNING EVANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER				
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL KALIVM %	URAN ppm	THORIUM ppm
		SOND-LÄNGD cm		
<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> HÅLL B <input checked="" type="radio"/> HÅLL C				
KÄRTERING	0-20 lerig matjord -68 moig mjällig morän m.enst.sten (max 50mm), enst. cementbitar, fuktig. -85 dito som ovan fast torr 85 block	0-20 lerig matjord -74 fylln.moig mjällig morän m.enst.stenar 74block av kalk gamma log 230 cm 180 130 80 30	0-450 kalkstensmorän -580 kalkberg	
SPEKTROMETER				
KALIVM %	1.5		1.8	
URAN ppm	2		3	
THORIUM ppm	8		11	
VATTEN				
Rn-HALT Bq/l				
MARKLUFT				
Rn-HALT Bq/m ³	23602		32356	
MÄTMETOD	ROAC X TRACK ETCH " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran	ROAC TRACK ETCH " " membran
Avsn.				423

Tabell B2.161 forts

<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="checkbox"/> MASKINBORRAT HÅL	<input checked="" type="checkbox"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h)	<input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL	<input type="radio"/> HÅL D	<input type="radio"/> HÅL	<input checked="" type="bullet"/> EMANOMETER
		4414	KARTERING	0-27 matjord -60 stenig blockig morän -81 matjord 81 block		
	Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		SPEKTROMETER			
	Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³		KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	2.4 5 11		
			VATTEN			
			Rn-HALT Bq/l			
			MARKLUFT			
			Rn-HALT Bq/m ³	7502		
			MÄTMETOD	ROAC TRACK ETCH " " membran X " " "	ROAC TRACK ETCH " " "	ROAC TRACK ETCH " " "
			Anm.	vatten i hål ca 30cm " " i rör och kopp		424
			MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER			
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³	HÅLL KALIUM %	HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER			
		URAN ppm	URAN ppm			
		THORIUM ppm	THORIUM ppm			
		SONDLÄNGD cm				

Tabell B2.162 Hus 4414. Husdata.

HUS NR 4414
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1977

TILLBYGGNADSÅR

ANTAL VÄNINGAR 1

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BARANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1

Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålstén Plan
 Trä Plan 1

BUKELKLÄG

Betong Bjälklag nr 1
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 2
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Tätta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ F
 Springventiler
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrums
 Tallriksventil

 Dålig ventilation

Rum 1 Sovrum Plan 1

Rum 2 Sovrum Plan 1

Rum 3 Plan

Rum 4 Plan

Tilluft Fönster
 Tilluft Fönster
 Tilluft
 Tilluft

~~Fränluft~~/överluft Dörr
 ~~Fränluft~~/överluft Dörr
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING

Bq/m³ RESP µR/H

Rum

Radonhalt

Gammastrålning

Film

TLD/Mätperiod

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4
238	238		
----- 280/Feb 1982 -----			
10	10		

ANTECKNINGAR

Tabell B2.163 Hus 4415. Markdata.

<input checked="" type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="radio"/> HANDMÅTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input checked="" type="radio"/> HÅL C ● EMANOMETER				
4415 		KARTERING 0-16 lerig matjord -82 kalkstensmorän 82 block	0-26 lerig matjord -92 kalkstensmorän	0-300 kalkstensmor -360 kalkberg
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film 220	TLD 240		
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³	49000			
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÅLLMÄTNING SPEKTROMETER				
HÅL Nr Bq/m ³	SONDLÄNGD cm	HÅLL KALIUM Nr %	URAN ppm	THORIUM ppm
			2.0 4 11	1.8. 3 10
			10375 ROAC X TRACK ETCH " " membran	34619 ROAC TRACK ETCH " " membran
			VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³	34829 ROAC TRACK ETCH " " membran
Anm.			Vatten i hålet.	
			426	

Tabell B2.164 Hus 4415. Husdata.

HUS NR 4415 **BYGGNADSÅR 1977** **TILLBYGGNADSÅR 1** **ANTAL VÄNINGAR 1**

HUSTYP
 Typ 1 källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 kryppgrundläggning

BYGGNADSMATERIAL
BARANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan
 Trä Plan 1

ICKE BRÄNDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghålisten Plan
 Trä Plan 1

BJÄLKLAG
 1
 Betong Bjälklag nr
 Gasbetong Bjälklag nr
 2
 Trä Bjälklag nr
 Bjälklag nr

VENTILATION
 Sjalvdrag, spisfläkt
 Tätat fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ F
 Frånluftkanaler i sovrum
 Tallriksventil
 Dörr mellan plan 1-2
 Normal ventilation

Rum 1 Allrum Plan 1
 Tilluft Fönster

Rum 2 Sovrum Plan 1
 Tilluft Fönster

Rum 3 Plan
 Tilluft

Rum 4 Plan
 Tilluft

Imkanal
 Frånluft/~~ventil~~
 ~~Frånluft~~/överluft Dörr
 Frånluft/överluft
 Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING
 BG/M³ RESP µR/H

1	2	3	4
140	266		
----- 240/Feb 1982 -----			
10	10		

RADON- OCH GAMMAVÄRTNING
 Rum Film
 Radonhalt TL0/Mätperiod
 Gammastrålning Yttrevägg
 Innervägg
 Tak
 Mitt i rum
 Golv

ANTECKNINGAR

Tabell B2.166 Hus 4421. Husdata.

HUS NR 4421
HUSTYP

BYGGNADSÅR 1977
 Typ 1 Källarvåning (betongsulor)
 Typ 3 Kryppgrundläggning

TILLBYGGNADSÅR
 Typ 2 Källarvåning (kantförstyvad betongplatta)
 Typ 4 Källarlöst (platta på mark)

ANTAL VÄNINGAR 2

BYGGNADSMATERIAL

BRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghållsten Plan
 Trä Plan 1, 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 1, 2
 Bjälklag nr

ICKE BRANDE VÄGGAR
 Gasbetong Plan
 Lättklinker Plan
 Betonghållsten Plan
 Trä Plan 1, 2

BJÄLKLAG
 Betong Bjälklag nr
 Gasbetong Bjälklag nr
 Trä Bjälklag nr 1, 2
 Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt
 Täta fönster
 Öppen trappa mellan plan 1-2
 God ventilation

Mek ventilation typ F
 Frånluftkanaler i sovrum
 Tällriksventil
 Dalg ventilation

Rum 1 Allrum Plan 1
 Tilluft Fönster
 Frånluft/~~ö~~överluft Imkana l

Rum 2 Sovrum Plan 1
 Tilluft Fönster
 ~~Frånluft~~/överluft Dörr
 Tilluft
 Frånluft/överluft
 Tilluft
 Frånluft/överluft

Rum 3 Plan
 Tilluft

Rum 4 Plan
 Tilluft

RADON- OCH GAMMAMÄTNING

Bq/M³ RESP µR/H

Rum
Radonhalt Film
TLD/Mätperiod
Gammastrålning Yttervägg
Innervägg
Tak
Mitt i rum
Golv

40 2 49 3 4
 ----- 40/Feb 1982 -----
 10 10

Lucka till kryplåda i hall.

ANTECKNINGAR

Tabell B2.167 Hus 4422. Markdata.

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input type="checkbox"/> HANDVÄTT AKTIVITET (ur/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="radio"/> EMANOMETER	
<input type="radio"/> HÅL A <input type="radio"/> HÅL B <input type="radio"/> HÅL C	
4422 	
KARTERING	
0-7 matjord 17 sand -60 kalkstensmorän -90 moränmtrl.som är fuktigare än det överliggande o finkorn.inga block o end.min- dre sten.(max 35mm) 90 block	0-32 matjord -80 kalkstensmorän -100 kalkstensmorän något lerigt
0-18 matjord -86 kalkstensmorän -86 kalkstensmorän 86 block	
SPEKTROMETER KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm	
2.5 5 14	2.2 5 14
VATTEN Rn-HALT Bq/l MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³	
88309	103187
MÄTMETOD ROAC TRACK ETCH " " membran " " membran X	
Vatten i hål ca 35cm. Fukt i kopp	
Artn. 430	
Rn-HALT I Huset, ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³	Film TLD 90 140
Rn-HALT UNDER Huset Bq/m ³	
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER <input type="checkbox"/> HÄLLMÄTNING SPEKTROMETER	
HÅL Nr	Rn-HALT Bq/m ³
HÅLL Nr	KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm
SONDLÄNGD cm	

<input type="radio"/> HÅL <input checked="" type="radio"/> MASKINBORRAT HÅL <input checked="" type="checkbox"/> HANDMÄTT AKTIVITET (uR/h) <input type="checkbox"/> SPEKTROMETERMÄTNING PÅ HÅLL <input checked="" type="checkbox"/> HÅL D <input checked="" type="checkbox"/> HÅL D ● EMANOMETER						
4422		KARTERING	0-290moig sandig kalkstensmörän prov 250-290cm	gammalloggad 230 cm 10 uR/h 180 " 14 " 130 " 14 " 80 " 12 " markyta 8 " grundvattenyta på 200 cm	Analys med gamma-spektrometri 250 - 290 cm U 2,2 ppm Th 5 ppm K 1,0 %	<input checked="" type="checkbox"/> HÅL D
Rn-HALT I HUSET. ÅRSMEDELVÄRDE Bq/m ³		SPEKTROMETER				
Rn-HALT UNDER HUSET Bq/m ³		KALIUM % URAN ppm THORIUM ppm				
● MARKLUFTMÄTNING EMANOMETER		VATTEN				
HÅL Nr	Rn-HÅLT Bq/m ³	Rn-HALT Bq/l				
	SONDLÄNGD cm	MARKLUFT Rn-HALT Bq/m ³	68900	58000		
		THORIUM ppm	X ROAC " TRACK ETCH membran	X ROAC " TRACK ETCH membran	ROAC " TRACK ETCH	
		ANM.	Hålet mätt vid två tillfällen.			431

Tabell B2.168 Hus 4422. Husdata.

HUS NR 4422

HUSTYP

BYGGNADSR 1976

Typ 1 Källarvåning (betongsulor)

Typ 3 Krypgrundläggning

TILLBYGGNADSR

Typ 2 Källarvåning

Typ 4 Källarlöst

ANTAL VANINGAR 2

(kantförstyvad betongplatta)

(platta på mark)

BYGGNADSMATERIAL

BÄRRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghålstén Plan

Trä Plan 1, 2

ICKE BÄRRANDE VÄGGAR

Gasbetong Plan

Lättklinker Plan

Betonghålstén Plan

Trä Plan 1, 2

BJÄLKLAG

Betong Bjälklag nr 1

Gasbetong Bjälklag nr

Trä Bjälklag nr 2

Bjälklag nr

VENTILATION

Självdrag, spisfläkt

Täta fönster

Öppen trappa mellan plan 1-2

God ventilation

Mek ventilation typ

Springventiler

Dörr mellan plan 1-2

Normal ventilation

Frånluftkanaler i sovrum

Tallriksventil

Dälig ventilation

Rum 1 Skrivrum Plan 1

Rum 2 Syrum Plan 1

Rum 3 Vardagsrum Plan 1

Rum 4 Plan

Tilluft Fönster

Tilluft Fönster

Tilluft Fönster

Tilluft

~~Fönster~~/överluft Dörr

~~Fönster~~/överluft Dörr

~~Fönster~~/överluft Dörr

Frånluft/överluft

RADON- OCH GAMMAVÄNING

BO/M³ RESP UR/H

Rum

Radonhalt

Film

TLD/Mätperiod

Gammastrålning

Yttervägg

Innervägg

Tak

Mitt i rum

Golv

1	2	3	4
78	100		
----- 140/Feb 1982 -----			
11			11

ANTECKNINGAR

Tabell B2.169 Husdata för övriga besiktigade hus.

Hus nr	Byggår	Hus- typ	Antal vån	Vent- system	Halt	Radon Rum	Plan	Halt	Radon Rum	Plan	Anteckningar
1101	1973	4	2	S	214	Kök	1	135	Vardagsrum	1	
1102	1973	4	2	S	113	Sovrum	1	77	Vardagsrum	1	
1103	1973	4	2	S	173	Vardagsrum	1	82	Tvättstuga	1	
1107	1973	4	2 (sv)	S	98	Allrum	1	30	Sovrum	1	
1108	1973	4	2 (sv)	S	139	TV-rum	1	95	Sovrum	1	
1109	1973	4	2	S	113	Vardagsrum	1	467	Hall	1	
1112	1973	4	2	S	207	Förråd	1	148	Kök	1	
1118	1973	4	2	S	702	Sovrum	1	386	Matrum	1	
1121	1965	4	1	S	202	Vardagsrum	1	164	Sovrum	1	
1122	1964	4	1	S	198	Vardagsrum	1	396	Hall	1	
1126	1969	2	2 (sv)	S	315	Lekrum	1	501	Sovrum	1	
1128	1967	1	3 (sv)	S	132	TV-rum	1	76	Sovrum	1	
1130	1969	2	2 (sv)	S	152	Stora rummet	1	225	Lilla rummet	1	
1132	1968	2	2 (sv)	S	254	Pentry	1	284	Bostadsrum	1	
1201	1950	2	3	S	42	Pannrum	1	85	Förråd	1	Sprickor i golv i plan 1
1204	1963	2	2 (sv)	S	267	Bostadsrum	1	340	Bostadsrum	1	
1206	1971	2	2 (sv)	S	180	Hall	1	238	Förråd	1	Rum 1 o 2 i källarplan

Tabell B2.169 Husdata för övriga besiktigade hus. forts

Hus nr	Byggår	Hus-typ	Antal vän	Vent-system	Halt	Radon Rum	Plan	Halt	Radon Rum	Plan	Anteckningar
1207	1964	2	2 (sv)	S	1299	L sovrummet	1	623	St sovrummet	1	Gasbtg (\bar{x} 33 μ R/h) i rum 1
1208	1964	2	2 (sv)	S	329	Hall	1	336	Bostadsrum	1	
1209	1970	2	2 (sv)	S	354	Kontor	1	510	Gillestuga	1	
1210	1970	2	3	S	745	Syrum	1				
1211	1970	2	2	S	91	Klädkammare	1	276	Hobbyrum	1	
1214	1973	2	2	S	768	Rum	1	719	Hall	1	
1301	1973	4	1	S	151	Sovrum	1	101	Hall	1	
1302	1973	4	1	S	191	Vardagsrum	1	212	Kök	1	
1303	1973	4	1	S	233	Sovrum	1	212	Allrum	1	
1308	1974	2	2 (sv)	S	453	Allrum	1	439	Hobbyrum	1	
1401	1960	1,3	2	S	1000	Hall	1	780	Hobbyrum	1	Inv isolering med gasbetong
1402	1960	1	2	S	767	Förråd	1	386	Hobbyrum	1	
1403	1960	2	2 (sv)	S	156	Hall	1	331	Bostadsrum	1	
1404		4	1	S	367	Sovrum	1	242	Allrum	1	
1503	1975	4	1	S	100	TV-rum	1	82	Kök	1	
1504	1976	3	1	S	12	Kök	1	8	Rum	1	
1505	1976	3	1	S	31	Sovrum	1	19	Kök	1	

Tabell B2.169 forts

Hus nr	Byggår	Hus-typ	Antal vån	Vent-system	Halt	Radon film 1 Rum	Plan	Halt	Radon film 2 Rum	Plan	Anteckningar
2101	1969	4	1	S	164	Sovrum	1	68	Vardagsrum	1	
2102	1968	4	1	S	28	Sovrum	1	45	Kök	1	TLD i plan 1 35 resp 35 Bq/m ³ mars 1981
2103	1968	4	1	S	39	TV-rum	1	39	Vardagsrum	1	TLD i plan 1 50 resp 60 Bq/m ³ mars 1981
2104	1975	3	2	S	28	Sovrum	1	11	Sovrum	1	TLD i plan 1 20 resp 20 Bq/m ³ mars 1981
2105	1975	3	2	S	16	Gästrum	1	13	Sovrum	1	TLD i plan 1 10 resp 10 Bq/m ³ mars 1981
2106	1975	3	2	F	12	Sovrum	1	18	Sovrum	1	TLD i plan 1 15 resp 15 Bq/m ³ mars 1981
2107	1974	1	2	S	84	Giljestuga	1	45	Förråd	1	
2108	1975	1	2	S	45	Hobbyrum	1	53	Giljestuga	1	
2109	1975	2	2	F	28	Hobbyrum	1	101	Giljestuga	1	
2110	1974	2	2	S	32	Hobbyrum	1	35	Giljestuga	1	TLD i plan 2 10 resp 10 Bq/m ³ mars 1981
2111	1972	3	1	S	12	Vardagsrum	1	16	Sovrum	1	
2112	1969	2	2	S	54	Giljestuga	1	40	Förråd	1	TLD i plan 2 10 resp 10 Bq/m ³ mars 1981
2113	1972	3	2	S	12	Sovrum	1	31	Vardagsrum	1	TLD i rum 1 20 Bq/m ³ och i rum 2 20 Bq/m ³ mars 1981

Tabell B2.169 Husdata för övriga besiktigade hus. forts

Hus nr	Byggår	Hus- typ	Antal vän	Vent- system	Halt	Radon film 1 Rum	Plan	Halt	Radon film 2 Rum	Plan	Anteckningar
2114	1971	2	2	S	135	Gillestuga	1	221	Kontor	1	
2115	1970	4	2	S	31		1	12		1	TLD i plan 1 30 resp 60 Bq/m ³ mars 1981
2116	1969	4	2	S	28	Vardagsrum	1	62	Sovrum	1	
2119	1968	2	2	S	62	Förråd	1	117	Mindre rum	1	
2201	1972	2	2 (sv)	S	54	Gillestuga	1	322	Sovrum	1	
2204	1951	1	3	S	132	Hall	1	168	Förråd	1	
2205	1973	2	2 (sv)	S	93	Gillestuga	1	79	Hall	1	
2206	1973	2	2 (sv)	S	106	Sovrum	1	36	Hobbyrum	1	
2207	1975	2	2 (sv)	S	16	Sovrum	1	28	Hobbyrum	1	Fönster i rum 1 ständigt öppet
2210	1962	1	2	S	53	Syrum	1	184	Rum	1	
2304	1970	2	3 (sv)	S	47	Skråprum	1	59	Gillestuga	1	TLD i plan 1 10 Bq/m ³ och i plan 2 15 resp 50 Bq/m ³ mars 1981
2307	1954	4	2	S	28	Sovrum	1	38	Hall	1	
2310	1979	4	2	F	24	Kök	1	22	Allrum	1	TLD i rum 1 90 Bq/m ³ och i rum 2 35 Bq/m ³ mars 1981
2311	1979	4	2	F	30	Vardagsrum	1	53	Allrum	2	

Tabell B2.169 forts

Hus nr	Byggår	Hus-typ	Antal vån	Vent-system	Halt	Radon film 1 Rum	Plan	Halt	Radon film 2 Rum	Plan	Anteckningar
2312	1979	4	2	FT	13	Gästrum	1	26	Vardagsrum	1	
2313	1978	4	2	S	82	Allrum	1	186	Sovrum	1	TLD i rum 1 200 Bq/m ³ och i rum 2 540 Bq/m ³ mars 1981
2314	1980	3	2	F	39	Vardagsrum	1	33	Kök	1	
2315	1978	3	2	F	75	Vardagsrum	1	79	Sovrum	1	
2316	1980	2	2 (sv)	FT	19	Gillestuga	1				TLD i plan 2 40 resp 40 Bq/m ³ mars 1981
2401	1978	4	2	F	22	Vardagsrum	1	11	Lekrum	1	
2402	1978	4	2	F	35	Allrum	1	29	Sovrum	1	
2403	1978	2	2 (sv)	F	21	Gillestuga	1	16	Kontor	1	
2404	1978	2	2 (sv)	F	73	Allrum	1	21	Sovrum	1	
2405	1978	2	2 (sv)	F	18	Sovrum	1	62	Allrum	1	
2406	1978	3	2	S	28	Kök	1	31	Vardagsrum	1	
2407	1976	4	2	F	127		1	89		1	
2408	1976	4	2	F	82	Hall	1	149	Vardagsrum	1	
2409	1976	4	2	F	80	Hall	1	43	Vardagsrum	1	
2501	1976	3	2	F	8	Vardagsrum	1	13	Gästrum	1	
2502	1976	2	2 (sv)	F	16			92			

Tabell B2.169 Husdata för övriga besiktigade hus... forts

Hus nr	Byggår	Hus-typ	Antal vån	Vent-system	Halt	Radon film 1 Rum	Plan	Halt	Radon film 2 Rum	Plan	Anteckningar
2503	1974	2	2	F	157		1	114		1	
2504	1976	2	3	S	84	Förråd	1	54	Hall	1	
2505	1974	4	1	S	46	Arbetsrum	1	93	Sovrum	1	
2506	1975	4	2	F	148	Sovrum	1	136	Vardagsrum	1	Betongsulor under bärande väggar
2507	1977	2	2 (sv)	S	63	Gillestuga	1	60	Förråd	1	
3103	1975	2	3	F	177	Gillestuga	1	311	Hobbyrum	1	
3104	1975	4	2	F	169	Vardagsrum	1	77	Kök	1	
3105	1958	4	1	S	358	Vardagsrum	1	300	Sovrum	1	
3106	1957	4	1	S	77	Kök	1	211	Sovrum	1	
3109	1972	4	1	S	175	Kontor	1	252	Vardagsrum	1	
3111	1975	2	2	S	645	Hobbyrum	1	476	Gillestuga	1	
3114	1974	2	3	S	289	Gillestuga	1	594	Hall	1	TLD i rum 1 300 Bq/m ³ i vardagsrum plan 2 160 Bq/m ³ nov 1981
3116	1965	2	2	S	100	Sovrum	1	341	Förråd	1	Renslucka, sprickor i golv i plan 1
3119	1947	1	3	S	283	Förråd	1	255	Pannrum	1	Renslucka, sprickor i golv i plan 1
3120	1964	1	3	S	779	Förrum	1	921	Tvättstuga	1	Renslucka i golv i rum 1 TLD i plan 2 460 Bq/m ³ feb 1982

Tabell B2.169 forts

Hus nr	Byggår	Hus-typ	Antal vån	Vent-system	Halt	Radon film 1 Rum	Plan	Halt	Radon film 2 Rum	Plan	Anteckningar
3121	1962	1,3	2 resp 1	S	275	Syrum	1	144	Kök	2	
3123	1965	1	2 (sv)	S	532	Gilltestuga	1	196	Hobbyrum	1	TLD 340 Bq/m ³ feb 1982
3124	1955	2	3	S	113	Hobbyrum	1	311	Vardagsrum	2	Rum 2: Väggar gamma-strålning 35 µR/h
3125	1950	1	3	S	118	Tvättstuga	1	175	Förråd	1	Renslucka i golv i plan 1
3126	1965	1	2	S	283	Gästrum	1	973	Förråd	1	Renslucka i golv i rum 2. TLD i rum 1 och hobbyrum ³ i plan 1 = 240 Bq/m ³ feb 1982
3203	1935	1	3	S	74	Rum	2	162	Snickarbod	1	
3204	1935	1	3	S	785	Pannrum	1	631	Snickarbod	1	Renslucka i golv i pannrum plan 1
3209	1920	3	2	S	492	Förråd	1	362	Vardagsrum	1	Avlopp genom bjälklag i rum 1
3301	1966	1	3	S	214	Röda rummet	1	329	Tvättstuga	1	Renslucka i golv i pannrum
3302	1973	4	2	S	168	Kök	1	154	Vardagsrum	1	
3303	1979	3	2	F	36	Vardagsrum	1	50	Arbetsrum	1	
4101	1971	1	2	S	166	Kontor	1	242	Gilltestuga	1	Renslucka i golv i plan 1 Fukt under platta
4105	1966	2	2	S	212	Rum V	1	269	Gilltestuga	1	Renslucka i golv i plan 1

Tabell B2.169 Husdata för övriga besiktigade hus. forts

Hus nr	Byggår	Hus- typ	Antal vån	Vent- system	Halt	Radon film 1 Rum	Plan	Halt	Radon film 2 Rum	Plan	Anteckningar
4106	1972	1	2 (sv)	S	541	Bostadsrum	1	360	Hobbyrum	1	Renslucka i golv i plan 1
4107	1973	2	2	S	221	Gillestuga	1	207	Gästrum	1	Renslucka i golv i plan 1
4201	1973	2	2	S	163	Fotorum	1	272	Förråd	1	
4202	1973	3	2	S	44	Vardagsrum	1	29	Gästrum	1	
4206	1972	2	3	S	180	Förråd	1	23	Vilrum	1	
4207	1980	4	2	F	76	Sovrum	1	152	Hall	1	
4301	1972	1	2	S	146	Förråd	1	239	Gillestuga	1	
4302	1972	2	2	S	69	Hall	1	83	Rum	2	
4303	1971	2	2	S	157	Arbetsrum	1	101	Hobbyrum	1	
4304	1971	2	2	S	411	Gillestuga	1	255	Hobbyrum	1	
4305	1972	2	2	FT	68	Gillestuga	1	55	Hobbyrum	1	
4306	1972	4	1	F	103	Förråd	1	13	Vardagsrum	1	
4307	1969	2	2	S	103	Gillestuga	1	89	Hall	2	Renslucka i golv i plan 1
4308	1971	2	2	F	96	Gillestuga	1	207	Klädvård	1	
4309	1973	1	2	S	246	Gillestuga	1	159	Arbetsrum		
4310	1972	2	2	S	456	Tvättstuga	1	196	Motionsrum	1	
4311	1973	2	2	S	257	Motionsrum	1	166	Gillestuga	1	

Tabell B2.169 forts

Hus nr	Byggår	Hus-typ	Antal vån	Vent-system	Halt	Radon film 1 Rum	Plan	Halt	Radon film 2 Rum	Plan	Anteckningar
4312	1972	2	2	S	110	TV-rum	1	103	Pannrum	1	Renslucka i golv i plan 1
4313	1971	2	2	S	82	Gillestuga	1	35	Pannrum	1	
4314	1972	1	2	S	64	Matkällare	1	95	Gillestuga	1	
4315	1972	1	2	S	238	Gillestuga	1	210	Förråd	1	
4316	1971	3	1	S	29	Allrum	1	49	Sovrum	1	
4317	1971	2	2	S	41	Hobbyrum	1	35	Gillestuga	1	
4318	1971	2	2	S	87	Gillestuga	1	67	Hobbyrum	1	
4401	1979	4	2	FT	68	Sovrum	1	75	Vardagsrum	1	
4402	1979	4	2	F	90	Vardagsrum	1	69	Hall	1	
4403	1979	4	2	F	168	Hall	1	182	Lekrum	1	
4404	1979	3	2	F	22	Vardagsrum	1	55	Sovrum	1	
4405	1978	3	2	F	27	Vardagsrum	1	41	Sovrum	1	
4406	1977	3	2	S	39	Sovrum	1	148	Kryplåda	0	
4407	1977	3	2	S	37	Arbetsrum	1	21	Sovrum	1	
4408	1979	2	2	F	305	Gillestuga	1	263	Hobbyrum	1	
4409	1979	4	1	F	130	Sovrum	1	376	Vardagsrum	1	
4410	1979	3	1	F	31	Arbetsrum	1	200	Förråd	1	
4411	1979	4	2	FT	185	Kök	1	68	Sovrum	1	Sprickor i betongplatta under plan 1

Tabell B2.169 Husdata för övriga besiktigade hus. forts

Hus nr	Byggår	Hus- typ	Antal vån	Vent- system	Halt	Radon Rum	Plan	Halt	Radon Rum	Plan	Anteckningar
4412	1978	3	2	F	32	Vardagsrum	1	29	Sovrum	1	
4416	1977	4	1	F	194	Kök	1	207	Sovrum	1	
4417	1976	4	1	F	266	TV-rum	1	266	Barnkammare	1	
4418	1977	3	1	S	62	Sovrum	1	45	Vardagsrum	1	Lucka i golv till kryplåda
4419	1977	3	2	S	34	Sovrum	1	24	Sovrum	1	
4420	1976	3	2	S	30	Vardagsrum	1	24	Arbetsrum	1	
4423	1977	4	2	S	73	Kök	1	79	Arbetsrum	2	
4424	1977	3	2	S	153	Sovrum	1	168	Vardagsrum	1	
4425	1977	3	2	S	32	Hall	1	55	Sovrum	1	
4426	1977	3	2	S	25	Kök	1	24	Gästrum	1	
4501	1973	2	2 (sv)	S	346	Giljestuga	1	103	Tvättstuga	1	Renslucka i golv i plan 1
4502	1975	2	2	S	235	Garage	1	416	Pannrum	1	Renslucka i golv i rum 2
4503	1950	1	3	S	499	Garage	1	471	Pannrum		







Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
801221-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till Bjerking Ingenjörbyrå AB, Uppsala.

BYGGDOK

Sankt Eriksgatan 46

112 34 Stockholm

tel: 08-617 74 50

fax: 08-617 74 60

R9: 1983

ISBN 91-540-3866-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr:6700709

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 50 kr exkl moms