



Sveriges geologiska undersökning

Regionala radonundersökningar Östra Göteborgsområdet



Sven Erik Sundevall

Regionala radonundersökningar Östra Göteborgsområdet

SGU-rapport
2007:38

SGU-rapport
2007:38

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<i>ALLMÄN DEL</i>	1
INLEDNING	1
VAD ÄR RADON?	2
RADIOAKTIVT SÖNDERFALL	2
STRÅLNINGSMILJÖN	4
RISKBEDÖMNINGAR OCH BIOLOGISKA EFFEKTER	7
Hälsorisker med radon och uran i vatten	8
LAGSTIFTNING, GRÄNSVÄRDEN OCH RIKTVÄRDEN	9
Andra radioaktiva ämnen i dricksvatten	9
Gammastrålning	10
Angående radioaktivitet i byggmaterial	10
KLASSIFICERING AV MARK	11
RADIOAKTIVA ÄMNER I BERGGRUNDEN	14
RADON I JORD	17
Radonavgång i och från jordarter	17
Morän	19
Isälvssediment	19
Svallsediment	19
Finkorniga sediment	21
RADON, RADIUM OCH URAN I VATTEN	21
Radon i vatten	21
Radium och uran i grundvatten	22
UNDERLAG TILL RADONRISKKARTOR	26
MÄTMETODER	27
Flygburna mätningar	28
Total gammastrålning	30
Gammaspectrometri	30
Markradon	30
Geokemiska undersökningar	33
DEFINITIONER	34
<i>SPECIELL DEL</i>	35
INLEDNING	35
ARBETSMETODIK	35
UNDERLAGSMATERIAL	35
BERGGRUNDSGEOLOGI	36
JORDARTSGEOLOGI	37
RESULTAT AV FÄLTUNDERSÖKNINGARNA	39
Alingsås kommun	39
Borås kommun	40
Bollebygds kommun	42
Lerums kommun	43
Marks kommun	45
GEOKEMISKA UNDERSÖKNINGAR	46
RADON I GRUNDVATTEN	49

BEDÖMNING AV MARKRADONRISKER	50
REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATTA UNDERSÖKNINGAR	51
LITTERATUR	52
TABELLBILAGOR	55
Spektrometermätningar på berg	56
<i>Alingsås kommun</i>	56
<i>Borås kommun</i>	58
<i>Bollebygds kommun</i>	60
<i>Lerums kommun</i>	61
<i>Marks kommun</i>	63
Mätningar av markradon, samt spektrometermätningar i jord	64
<i>Alingsås kommun</i>	64
<i>Borås kommun</i>	64
<i>Bollebygds kommun</i>	66
<i>Lerums kommun</i>	67
<i>Marks kommun</i>	67
KARTBILAGOR	71

INLEDNING

Sveriges geologiska undersökning genomför regionala radonundersökningar i vissa tät befolkade områden.

En regional radonundersökning syftar främst till att jämföra olika berg- och jordarter inom området med avseende på strålningsegenskaper, och att jämföra radiumhalter och radonhalter från markmätningar med de tidigare utförda flygmätningar. Den kan också vara en kalibrering av tidigare genomförda radonriskkarteringar. Den regionala radonundersökningen är däremot inte tillräckligt detaljerad för att slutgiltigt fastställa radonrisken i ett visst område.

Sveriges riksdag har fastställt 15 miljö kvalitetsmål. Miljömålen *God Bebyggd Miljö* och *Säker Strålmiljö* handlar bland annat om radon. Miljö kvalitetsmålen innebär: Att stråldoser begränsas så långt det är rimligt möjligt och att människor inte utsätts för skadliga radonhalter.

Radonhalten i skolor och förskolor år 2010 skall vara lägre än 200 Bq/m³ luft och radonhalten i alla bostäder år 2020 skall vara lägre än 200 Bq/m³ luft.

Radon i bostäder är en dominerande källa till exponering för joniserande strålning i många länder. Baserat på nationella mätprogram har det beräknats att den genomsnittliga radonhalten i bostäder i Sverige är ca 100 Bq/m³, vilket motsvarar en stråldos av ca 2 mSv per år eller ca 60% av kollektivdosen till befolkningen.

I marknära bostäder är radon från marken den vanligaste orsaken till förhöjda radonhalter inomhus. Bidraget från marken bestäms huvudsakligen av radonhalten i jordluft, markens permeabilitet, tätheten hos byggnadsdelar mot marken och skillnader i lufttryck mellan jordluft och inomhusluft. Byggnadsmaterial är också en vanlig källa till höga radonhalter i byggnader i Sverige, främst på grund av att uranrik så kallad blåbetong användes som byggnadsmaterial från 1930-talet och fram till 1978. Radon i hushållsvatten, främst från bergborrade brunnar, kan också bidra till radonhalten i inomhusluften.

Kommunen bör enligt Socialstyrelsens allmänna råd (1999:22) årligen kartlägga de byggnader inom kommunen som har förhöjda radonvärden.

De flesta kommuner har någon typ av radonriskkarta. Vissa är rättvisande och används, andra upplevs som felaktiga och används därmed inte. Radonriskkarteringar som upprättats med flygmätt strålning som underlag och där radonmätningar gjorts på ett djup av minst 0.7 m är i de flesta fall rättvisande.

I den allmänna delen behandlas radon, strålning och mätmetoder i allmänhet, medan resultat för området Östra Göteborgsområdet behandlas i den speciella delen.

ALLMÄN DEL

Vad är radon?

Radon är en radioaktiv gas som förekommer naturligt. Den bildas när radium sönderfaller och har en halveringstid på 3,8 dygn. Gasen är luktlös, färglös och ungefär åtta gånger tyngre än luft.

Den viktigaste radonisotopen är radon-222. Den bildas i sönderfallskedjan för uran-238, och har en halveringstid på 3,8 dygn. Efter radon i sönderfallskedjan kommer de så kallade radondöttrarna, 218-polonium, 214-bly, 214-vismut och 214-polonium. Radondöttrarna är metalliska partiklar, och fastnar lätt på dammkorn och dylikt. De har alla halveringstider på mindre än 30 minuter. Det är framförallt halten av alfastrålande radondöttrar i luft som har betydelse från hälsosynpunkt

I sönderfallskedjan efter torium-232 finns radonisotopen radon -220. Halveringstiden för denna isotop, som benämns toron, är endast 55 sekunder, vilket gör att man i normala fall inte behöver bekymra sig för denna radonisotop. I gruvor och undermarks konstruktioner kan dock halterna bli höga.

Halt av radon mäts i enheten becquerel per kubikmeter (Bq/m³). En högre radonhalt innebär högre exponering och därmed ökad hälsorisk.

Mellan radonhalt och radondotterhalt råder följande samband:
Radonhalt x jämviktsfaktorn = radondotterhalt.

Om den aktuella jämviktsfaktorn inte har bestämts kan värdet 0,5 användas (AFS 2003:02).

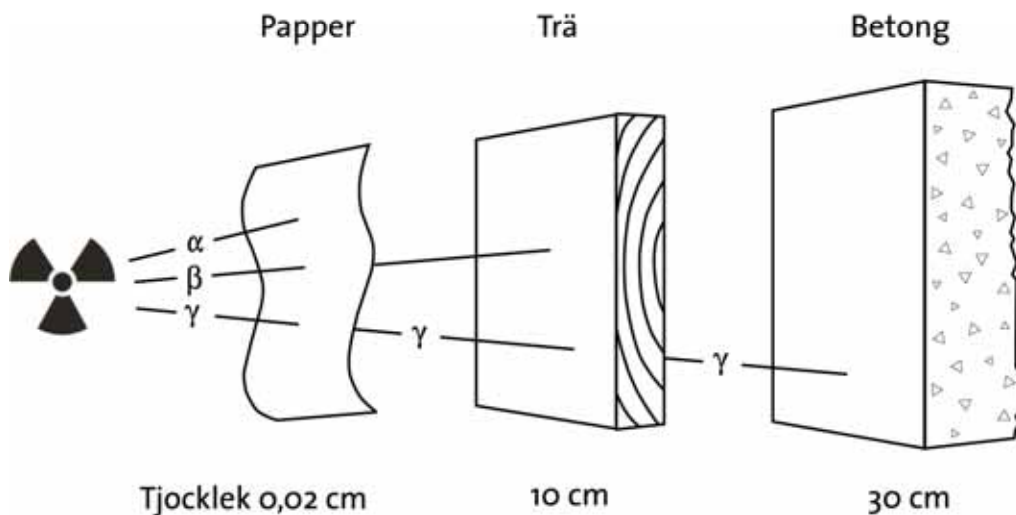
Radioaktivt sönderfall

De radioaktiva grundämnena har en instabil atomkärna som sönderfaller spontant och därvid bildar nya grundämnen. Vid sönderfallet avges strålning av olika slag: alfa- (α), beta- (β) och gamma- (γ) strålning. Alfastrålning utgörs av positivt laddade partiklar (två protoner och två neutroner) med mycket kort räckvidd. Betastrålningen utgörs av negativt laddade partiklar (elektroner). Den har längre räckvidd än alfastrålningen men betydligt kortare än gammastrålningen. Gammastrålningen är en elektromagnetisk strålning av samma typ som röntgenstrålning och synligt ljus. Gammastrålningen har dock kortare våglängder och blir därmed energirikare och betydligt mer genomträngande än synligt ljus. Räckvidden i luft är flera hundra meter, i sten eller betong ca 50 cm (figur 1).

I geologiska undersökningar intresserar man sig för den strålning som härrör från radioaktiva isotoper som förekommer naturligt i berggrunden. Tre isotoper är helt dominerande.

- Kalium-40, vilken utgör 0,012 % av naturligt förekommande kalium.
- Uran-238
- Torium-232

Uran och torium sönderfaller i dotterisotoper vilka i sin tur också är radioaktiva. Dessa bildar en sönderfallskedja, där många olika typer av sönderfall är representerade (tabellerna 1 och 2).



Figur 1. Jämförelse av genomträngningsförmågan hos alfa- (α), beta- (β) och gamma- (γ) strålning.

Tabell 1. Sönderfallsserie för uran-238. RnD = radondotter

Isotop	Halveringstid	Huvudsaklig strålning	Kommentar
$^{238}_{92}\text{U}$ (uran)	$4.48 \cdot 10^9$ år	α	
$^{234}_{90}\text{Th}$ (torium)	24.1 dagar	β	
$^{234}_{91}\text{Pa}$ (protaktinium)	1.17 min	β	
$^{234}_{92}\text{U}$ (uran)	$2.47 \cdot 10^5$ år	α	
$^{230}_{90}\text{Th}$ (torium)	$8.0 \cdot 10^4$ år	α	
$^{226}_{88}\text{Ra}$ (radium)	1600 år	α	

Isotop	Halveringstid	Huvudsaklig strålning	Kommentar
²²² ₈₆ Rn (radon)	3.82 dagar	α	gas
²¹⁸ ₈₄ Po (polonium)	3.05 min	α	RnD, ¹⁾
²¹⁴ ₈₂ Pb (bly)	26.8 min	β, γ	RnD
²¹⁴ ₈₃ Bi (vismut)	19.7 min	β, γ	RnD, ²⁾
²¹⁴ ₈₄ Po (polonium)	1.64 · 10 ⁻⁴ s	α	RnD
²¹⁰ ₈₂ Pb (bly)	21.3 år	β	
²¹⁰ ₈₃ Bi (vismut)	5.01 dagar	β	³⁾
²¹⁰ ₈₄ Po (polonium)	138 dagar	α	
²⁰⁶ ₈₂ Pb (bly)	stabil		

¹⁾ En liten andel av ²¹⁸Po sönderfaller till ²¹⁸At (β), som i sin tur sönderfaller till ²¹⁴Bi (α, 2 s).

²⁾ En liten andel av ²¹⁴Bi sönderfaller till ²¹⁰Tl (α), som i sin tur sönderfaller till ²¹⁰Pb (β, 1.3 min).

³⁾ En liten andel av ²¹⁰Bi sönderfaller till ²⁰⁶Tl (α), som i sin tur sönderfaller till ²⁰⁶Pb (β, 4.2 min).

Tabell 2. Sönderfallsserie för torium-232

Isotop	Halveringstid	Huvudsaklig strålning	Kommentar
²³² ₉₀ Th (torium)	1.41 · 10 ¹⁰ år	α	
²²⁸ ₈₈ Ra (radium)	5.75 år	β	
²²⁸ ₈₉ Ac (aktinium)	6.15 h	β, γ	
²²⁸ ₉₀ Th (torium)	1.91 år	α, γ	
²²⁴ ₈₈ Ra (radium)	3.66 dagar	α, γ	
²²⁰ ₈₆ Rn (radon)	55.6 s	α	gas (toron)
²¹⁶ ₈₄ Po (polonium)	0.145 s	α	
²¹² ₈₂ Pb (bly)	10.6 h	β, γ	
²¹² ₈₃ Bi (vismut)	60.6 min	α, β, γ	
²⁰⁸ ₈₄ Po (polonium)	299 ns	α	36 %
²⁰⁸ ₈₁ Tl (tallium)	3.07 min	β, γ	64 %
²⁰⁸ ₈₂ Pb (bly)	stabil		

Förutsatt att jämvikt råder i en sönderfallskedja kan sönderfallet från en godtycklig dotterisotop användas för bestämning av de övriga isotoperna. Då mängden uran-238 skall bestämmas mäts i allmänhet gammastrålning från vismut-214, medan mängden torium-232 bestäms med hjälp av sönderfallet av tallium-208.

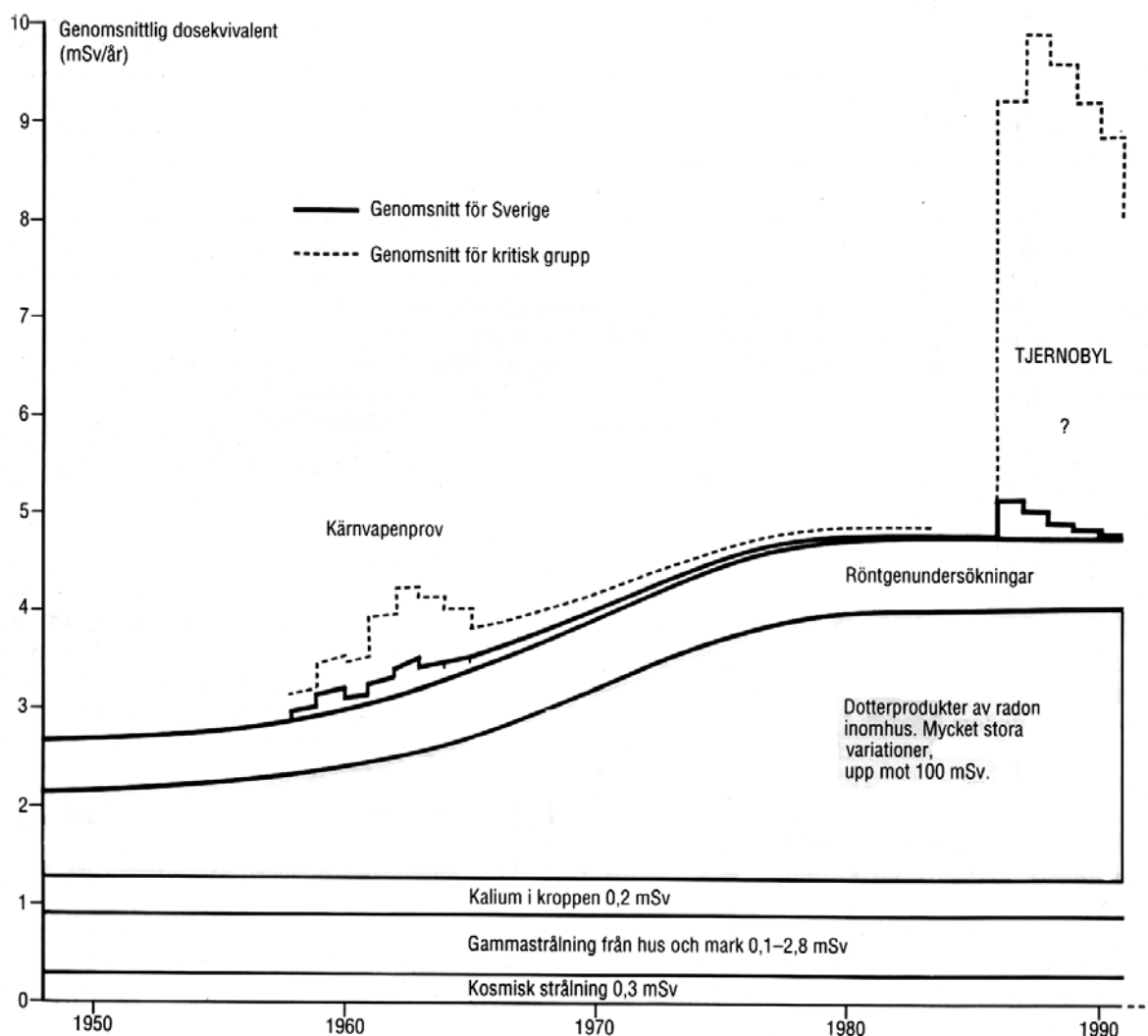
Kalium-40 sönderfaller under avgivande av beta- och gammastrålning till de stabila isotoperna, kalcium-40 respektive argon-40 (figur 2). Halveringstiden för kalium-40 är 1 250 miljoner år (1,25 · 10⁹ år).

Figur 2. Kalium-40 sönderfaller till kalcium och argon. Vid sönderfallet till argon avges gammastrålning.

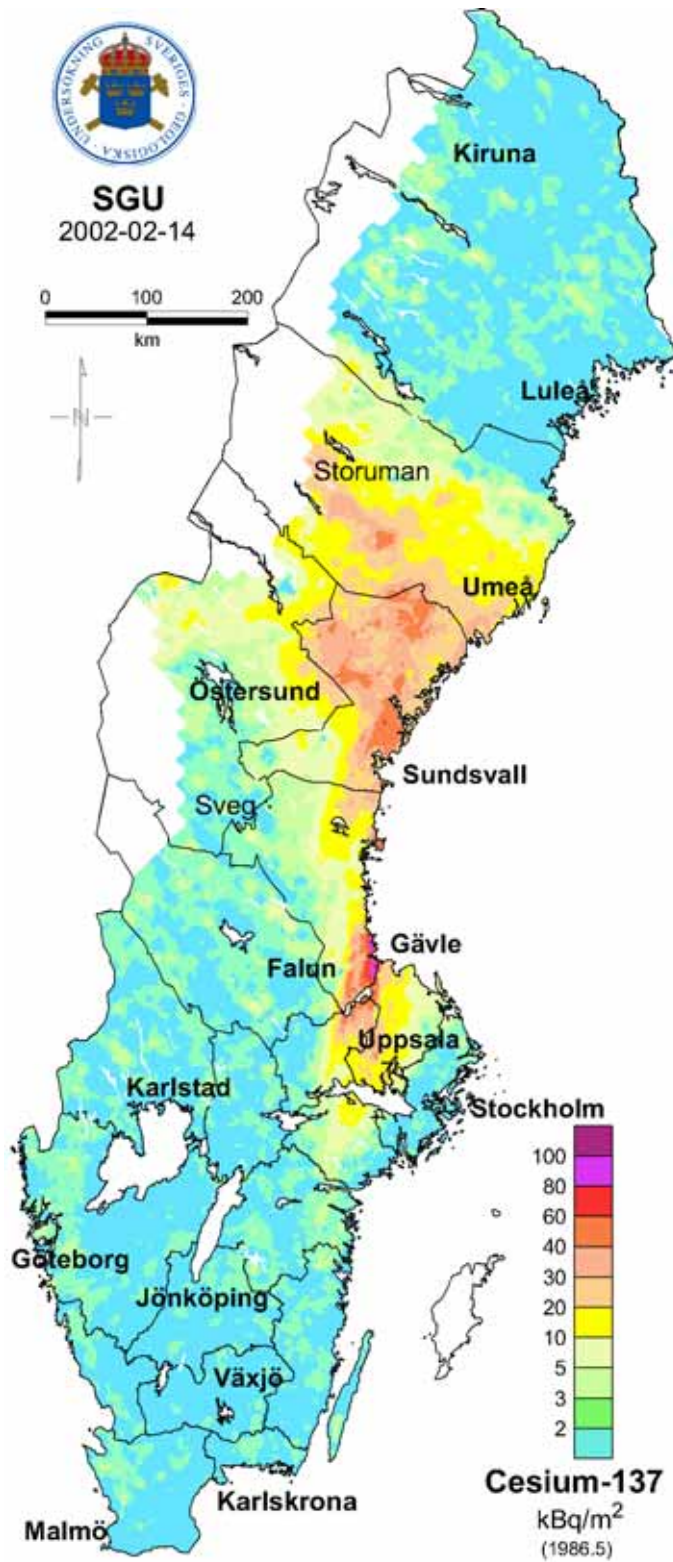
Strålningsmiljön

Människan utsätts ständigt för joniserande strålning. Huvuddelen av strålningen kommer från naturliga strålkällor. Nedanstående diagram (figur 3) visar grovt källorna till de stråldoser svenskar exponeras för varje år. Radonhalten har ökat inomhus under de senaste decennierna på grund av att man minskat intaget av utomhusluft av energisparskäl. Bidraget från marken härrör i huvudsak från sönderfallen av de naturligt förekommande isotoperna kalium, uran och torium. Halterna av dessa ämnen varierar i berggrunden och jordlagren vilket medför att strålningen varierar från plats till plats.

Markytan har även en viss beläggning av cesium-137 (figur 4). Större delen kommer från reaktorhaveriet i Tjernobyl 1986. En mindre del härrör också från atombombsprov som utfördes på 1960-talet. Det största nedfallet från Tjernobyl fick de områden som drabbades av regn i samband med att det radioaktiva molnet passerade. Den geografiska fördelningen är i stort sett densamma idag som 1986. Strålningsnivåerna är däremot betydligt lägre, dels tack vare cesium-137:s relativt korta halveringstid (cirka 30 år), dels till följd av att en stor del av ämnet har sjunkit djupare ner i marken.



Figur 3. Grov jämförelse mellan de genomsnittliga stråldoserna från olika strålkällor (Clavensjö och Åkerblom, 1992).



Figur 4. Markbeläggning av cesium-137 över Sverige.. De redovisade cesiumvärdena refererar till den nivå som rådde i maj 1986. Bearbetningen av data har delvis finansierats av SSI.

Riskbedömningar och biologiska effekter

Då en organism utsätts för joniserande strålning överförs energin helt eller delvis till de berörda cellerna. Detta förlopp ger upphov till skador. Man skiljer på de skador som orsakas av att strålningen träffar biomolekyler, såsom cellens DNA, och på kemiska skador orsakade av radikaler bildade ur det vatten som cellen innehåller. Graden av skada är beroende av strålningstyp.

Gammastrålning har stor genomträngningsförmåga, men ger i gengäld upphov till ett begränsat antal skador per längdenhet.

Alfastrålning har en räckvidd på $< 0,1$ mm i kroppsvävnad och strålningen förmår därför inte att tränga igenom hudens yttre lager av döda celler. Situationen är en helt annan om det alfastrålände ämnet kommit in i organismen. Radon sönderfaller till så kallade radondöttrar. Radondöttrarna är metalljoner som lätt fastnar på dammpartiklar och följer med inandningsluften till lungorna.

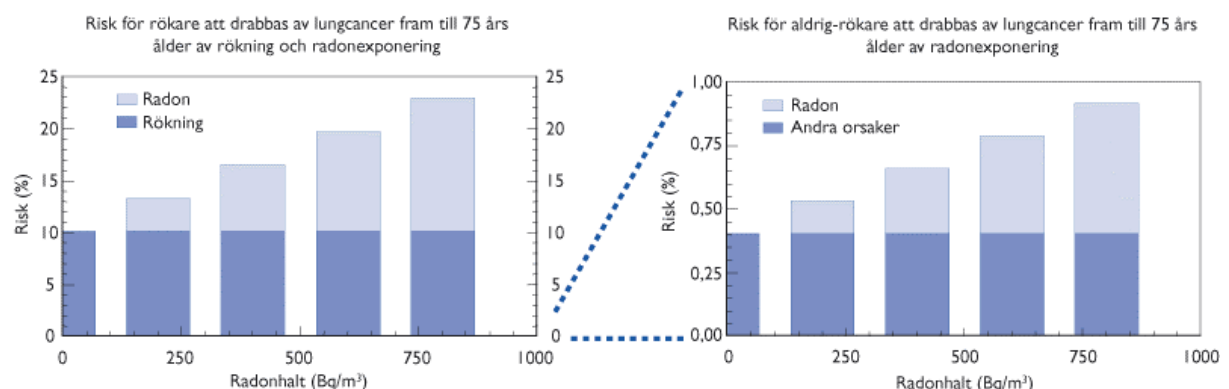
Radon och radondöttrar i bostäder är idag den dominerande källan till exponering för joniserande strålning för den svenska befolkningen. Det är näst efter rökning den vanligaste orsaken till lungcancer. Statens strålskyddsinstitut bedömer att omkring 500 lungcancerfall per år orsakas av radon i bostäder (SOU 2001:7). Sannolikheten att antalet radonrelaterade fall överstiger 1000 bedöms som liten.

Riskerna med radon studeras genom epidemiologiska fall-kontrollstudier där man samlar fakta om personer som drabbats av lungcancer, tex. radonhalter i de bostäder de bott i och rökvanor. I ett poolningsprojekt som redovisades 2005 (Falk och Söderman, 2005) har man slagit samman individuella data från tretton fall-kontrollstudier för att få ett bättre underlag för riskbedömningar. I det sammanslagna materialet ingår endast de fall där rökvanorna varit kända. Antalet cancerfall i de sammanslagna studierna var fler än 7000 och dubbelt så många kontrollpersoner ingick.

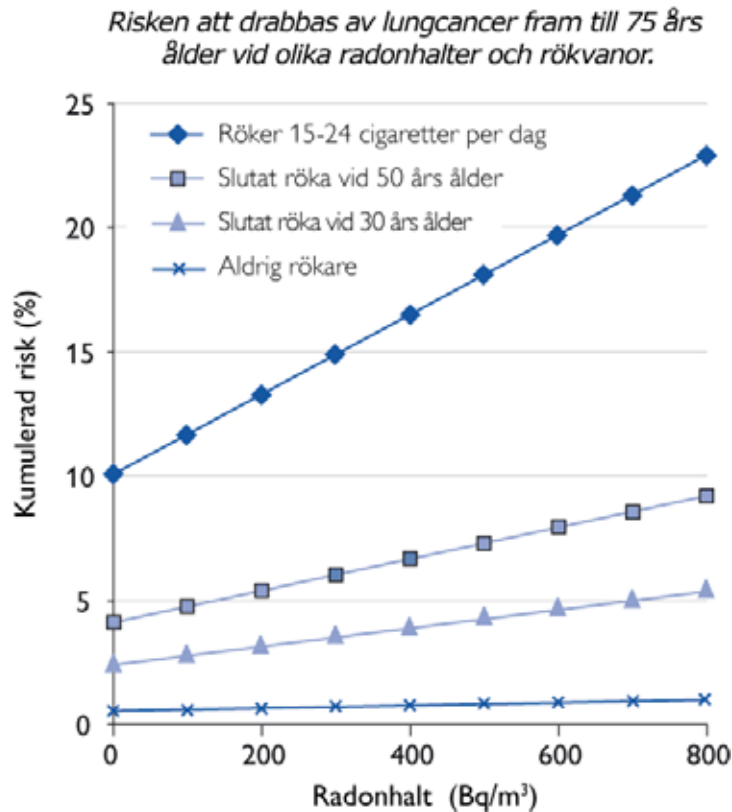
Resultaten från studien är:

- Det finns ett starkt samband mellan radonexponering inomhus och ökad risk för lungcancer.
- Den radonrelaterade lungcancer-risken är i proportion till radonhalten. Detta är signifikant även vid halter under 200 Bq/m^3 . Den relativa risken ökar med 16 procent per 100 Bq/m^3 .
- Lungcancer-risken från radonexponering kan beskrivas som multiplikativ, dvs. riskökningen ökar i proportion till lungcancer-risken från andra källor som t.ex. rökning. Detta betyder att samma radonexponering ger en rökare cirka 25 gånger högre risk jämfört med en person som aldrig rökt (figur 5).
- Riskökningen från radonexponering gäller huvudsakligen småcellig lungcancer.

Man studerade också utfallet för personer som slutat röka och kom fram till det var en god idé att sluta röka. Det är främst rökare och personer som nyligen slutat som får lungcancer från radon (figur 6).



Figur 5. Resultat från poolningsprojektet där 13 epidemiologiska studier rörande lungcancer, radon och rökning sammanvägdes (från Falk och Söderman, 2005)



Figur 6. Resultat från poolningsprojektet där 13 epidemiologiska studier rörande lungcancer, radon och rökning sammanvägdes (från Falk och Söderman, 2005)

Hälsorisker med radon och uran i vatten

Radon i vatten avgår till luft t.ex. vid disk och tvätt. Radon som avgår från hushållsvattnet till inomhusluften utgör några få procent av den totala exponeringen för radon i inomhusluft och skulle kunna vara upphov till några tiotal av de dödsfall i lungcancer som årligen orsakas av radon i Sverige (SOU 2001:7). Det kan även vara skadligt att dricka vatten med höga radonhalter. Några få dödsfall i cancer, i första hand cancer i magsäcken, kan förväntas i Sverige från förtäring av radonhaltigt vatten (SOU 2001:7). Vid inandning får luftvägar och lungor störst stråldos, vid intag via munnen får mag-tarmkanalen den största stråldosen. Jämfört med alfastrålning ger beta- och gammastrålning förhållandevis lägre stråldos till de organ som träffas.

En finsk studie (Kurtio m.fl., 2002) visar att dricksvatten med hundratals mikrogram uran per liter kan ge små, men mätbara effekter på njurarna. Resultat från andra studier stödjer dessa rön. Njureffekter orsakas inte av strålning utan av uranets kemiska egenskaper. Effekter på njurfunktionen går troligen tillbaka om exponeringen minskar.

Lagstiftning, gränsvärden och riktvärden

Miljöbalken syftar till att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö. Lagstiftningen ska tillämpas så att människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter.

Fastighetsägaren har enligt miljöbalken ansvaret för att undanröja risker för olägenhet för människors hälsa i inomhusmiljön. Den kommunala nämnden för miljö- och hälsoskydd

(miljönämnden) har ansvaret för den operativa tillsynen av hälsoskyddsfrågor. Radon inomhus är ett exempel på en hälsoskyddsfråga som kan innebära en olägenhet för människors hälsa.

Riksdagen har fastställt delmålet för miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö: Att radonhalten ska understiga 200 Bq/m³ i alla förskolor och skolor år 2010 och i alla bostäder år 2020.

Syftet med rikt- och gränsvärden är att människor inte ska utsättas för hälsofarliga stråldoser. De rikt- och gränsvärden som finns för radon och andra naturligt förekommande radioaktiva ämnen har fastställts i samråd mellan olika berörda myndigheter. Gränsvärden hittar man i föreskrifter, som är bindande, t.ex. Boverkets byggregler och Livsmedelsverkets dricksvattenföreskrifter. Riktvärden hittar man i allmänna råd som t.ex. Socialstyrelsens allmänna råd om radon i inomhusluft.

Socialstyrelsen (SoS) ansvarar för riktvärden avseende radonhalter i befintliga byggnader och Boverket (BoV) för nybyggnad och ombyggnad. Arbetsmiljöverket (tidigare Arbetarskyddsstyrelsen) ansvarar för gränsvärden vad gäller arbetslokaler. Vidare ska byggnadsnämnden i en kommun kontrollera att åtgärder vidtagits när det gäller radon innan bygglov beviljas. Statens Livsmedelsverk (SLV) och Socialstyrelsen (SoS) ansvarar för gränsvärden och riktvärden vad gäller radon i vatten. Gräns- och riktvärden för radon är samlade i tabell 3.

Andra radioaktiva ämnen i dricksvatten

För radioaktivitet i dricksvatten gäller gränsvärdet för Total Indikativ Dos, TID, som skall vara under 0,1 mSv/år för tjänligt vatten (SLVFS 2001:30). I TID ingår inte tritium, kalium-40 och radon och dess sönderfallsprodukter. Gränsvärdet för strålning (TID) på 0,1 mSv/år motsvarar en uranhalt på 100 µg/l eller en radiumhalt på 0,5 Bq/l.

Livsmedelsverket och Socialstyrelsen (SOSFS 2005:20 (M)) rekommenderar dricksvattenproducenter respektive ägare av privata brunnar att vidta åtgärder om uranhalten är högre än 15 mikrogram per liter. Detta grundar sig på effekterna av de toxiska egenskaperna hos uran, inte strålningsegenskaperna. Världshälsoorganisationens (WHO) rekommendation är 15 mikrogram uran per liter och USA har sedan 2003 ett gränsvärde för uran på 30 mikrogram per liter.

Tabell 3. Sammanställning av rikt- och gränsvärden samt rekommendationer för radon (Socialstyrelsen, 2005).

Gäller inom området	Föreskrifter eller allmänna råd	Ansvarig myndighet* Operativ (O) Central (C)	Riktvärde (R) eller Gränsvärde (G)
Befintliga hus, inomhusluft	SOSFS 1999:22, SOSFS 2004:6	Miljönämnden (O), Socialstyrelsen (C)	200 Bq/m ³ (R)
Nybyggda hus, inomhusluft	BFS 2006:12,	Byggnadsnämnden (O), Boverket (C)	200 Bq/m ³ (G)
Arbetsplatser, inomhusluft	AFS 2005:17	Arbetsmiljöverket (O), Arbetsmiljöverket (C)	400 Bq/m ³ (G), får tillämpas som årsmedelvärde: 0,9 MBq/m ³
Arbetsplatser, arbete under jord	AFS 2000:3	Arbetsmiljöverket (O), Arbetsmiljöverket (C)	2,5 MBq/m ³ (G), motsvarar 1500 Bq/m ³ vid arbete 1600 h/år
Dricksvatten - Mindre än 10 m ³ /dygn eller till färre än 50 personer.	SOSFS 2003:17 SOSFS 1999:22	Miljönämnden (O), Socialstyrelsen (C)	1000 Bq/l (R), Radonmätning rekommenderas

Dricksvatten - Mer än 10 m ³ /dygn eller till fler än 50 personer.	SLVFS 2001:30	Miljönämnden (O), Livsmedelsverket (C)	100 Bq/l (G), Med tvekan tjänligt 1000 Bq/l (G), Otjänligt
---	---------------	--	---

* Generalläkaren har operativ tillsyn inom försvaret för samtliga områden.

Gammastrålning

För att begränsa risken att människor utsätts för förhöjd stråldos på grund av gammastrålning föreskrivs i Boverkets byggregler (BFS 2006:12) att strålningsnivån i nya byggnader inte får vara högre än 0,3 µSv/h. Uppmäts 0,3 µSv/h eller högre på byggnadens fasad bör radonmätning i inomhusluften göras (SOSFS 1999:22).

Radioaktivitet i byggmaterial

Enligt EU-rekommendationen (EC 1999), skiljer man på material som används i större mängd (t.ex. i betong - krossberg) och material som används mer sparsamt (t.ex. som fasadplattor - blocksten). För den förstnämnda gruppen är undantagsnivån för aktivitetsindex ≤ 0.5, med 1 som övre gräns, och för den andra gruppen gäller aktivitetsindex 2 respektive 6.

Undantagsnivån (på engelska *exemption level*) är det lägsta gränsvärdet. Material med aktivitetsindex under denna nivå ska kunna importeras/exporteras utan restriktioner.

Detta är fortfarande en rekommendation, möjligtvis kommer bindande regler vad det lider. Enligt EU-rekommendationerna står det alla medlemsländer fritt att lägga sin egen undantagsnivå i spannet som bestäms av lägsta undantagsnivå (0.5) och den övre gränsen (1.0). Länder som t.ex. Nederländerna har då lagt sig på den lägsta nivån, medan länder som Sverige och Finland, med mycket uran i berggrunden, har lagt sig så högt som möjligt.

Innan EU-rekommendationen kom utarbetades dessutom en rekommendation för radioaktivitet i byggmaterial av de nordiska strålskyddsmyndigheterna (Strålskyddsmyndigheterna i Danmark, Finland, Island, Norge och Sverige, 2000), där man har lagt en undantagsnivå på aktivitetsindex 1 (eller radiumhalt 100 Bq/kg), och en övre gräns på aktivitetsindex 2 (eller radiumhalt 200 Bq/kg). Om den rekommenderade övre gränsen överskrids bör en uppskattning av materialets bidrag till gammastrålningsnivån inomhus göras. Denna rekommendation anses fortfarande gälla inom Norden, i väntan på bestämda gränsvärden från EU.

Klassificering av mark

Enligt 7 § i förordningen om tillsyn enligt miljöbalken (SFS 1998:900) ska miljönämnden utreda tillsynsbehovet i kommunen och göra årliga uppdateringar. Enligt Socialstyrelsen allmänna råd om radon (SOSFS 1999:22) bör där ingå en kartläggning av de byggnader inom kommunen som har förhöjda radonvärden. Kartläggningen av radonhalter i mark är ett hjälpmedel för att kunna prioritera tillsynen.

I plan- och bygglagen (SFS 1987:10), 4 kap., 1 §, står att de miljö- och riskfaktorer som bör beaktas vid beslut om användningen av mark- och vattenområden skall redovisas i översiktsplanen. Tillsynen enligt plan- och bygglagen utförs av den kommunala nämnden för byggnader och planering.

I Boverkets konstruktionsregler (BFS 1993:58), kap 4:22 ges rådet att den geotekniska utredningen bör ge information för dimensionering av åtgärder som förhindrar olägenheter från radongas som kan avges från marken. I Boverkets byggregler (BFS 1993:57, uppdaterade BFS 2006:12) ges det allmänna rådet att genomföringar i byggnaden bör tätas vid hög förekomst av markradon, för att hindra läckage av radon till inomhusluften.

Statens Planverk (1982) (nuvarande Boverket) gjorde i rapporten "Radon – planläggning, byggnadslov och skyddsåtgärder" en översiktlig indelning av mark i högriskområde, normalriskområde och lågriskområde, medan marken under en byggnad klassificerades som högradonmark (> 50kBq/m³ Rn i jordluften), normalradonmark (10 – 50 kBq/m³ Rn i jordluften) eller lågradonmark (< 10 kBq/m³ Rn i jordluften). De formulerade då byggandskraven att hus som byggs på högradonmark byggas radonsäkert, medan hus på normalradonmark ska byggas radonskyddat.

En mer detaljerad indelning för både översiktlig indelning och klassificering av mark finns i Bygghälsorådet R85:1988, reviderad 1990 – Radon i bostäder (Åkerblom m.fl., 1990). Dessa klassningar återges nedan. Marken delas översiktligt in enligt tabell 4.

Vid **detaljerad planläggning** delas området in i hög-, normal- och lågradonmark. Nedanstående tabeller (5-6) visar klassificeringsgrunder för denna indelning. Informationen i tabellerna är hämtad från (Åkerblom m.fl., 1990), och uppdaterad med opublicerade uppgifter från Gustav Åkerblom.

Tabell 4. Översiktlig indelning av markområden med avseende på radonrisk (Åkerblom m.fl., 1990).

Högriskområde	Högriskområde består huvudsakligen av högradonmark. Mindre områden av normal- och lågradonmark kan förekomma. Till högradonmark räknas: <ul style="list-style-type: none"> • berggrund med uranrika bergarter som alunskiffer, uranrika graniter, pegmatiter och uranmineraliseringar med radiumaktivitet över ca 100 Bq/kg. Gammastrålningen ligger inom intervallet 0,15-0,50 µSv/h och högre. • morän som innehåller uranrika bergarter. • jordarter med stor permeabilitet t.ex. grus, grovkornig morän och sand, med radiumaktiviteter över 50 Bq/kg. Radonhalten i jordluften är ofta högre än 50 000 Bq/m³. • sand, silt och moränlera som innehåller fragment av alunskiffer. • vissa öppna sprick- eller krosszoner.
Normalriskområde	Normalriskområde består i huvudsak av normalradonmark, dvs. merparten av all mark i Sverige. Enstaka små områden av högradon- och/eller lågradonmark kan ingå.
Lågriskområde	Lågriskområde består huvudsakligen av lågradonmark. Mindre områden av normalradonmark kan förekomma. Till lågradonmark räknas: <ul style="list-style-type: none"> • berggrund med mycket låg uranhalt, som kalksten, sandsten, skiffer (ej alunskiffer), kvartsit, grönsten, gnejser och graniter vars radiumaktivitet är mindre än 35 Bq/kg. Gammastrålningen är mindre än 0,10 µSv/h. • sand och morän vars radonhalt i jordluften är mindre än 10 000 Bq/m³. • lera och silt i mäktiga lager under grundläggningsdjup, utan torrsprickor, och som inte innehåller t.ex. alunskifferfragment.

Tabell 5. Högradonmark

Berg- eller jordart	Radiumaktivitet, (Bq/kg)	Gammastrålning, (µSv/h)	Radonhalt i jordluft, 1 m under markytan (Bq/m ³)
Utsprängd berggrund med sprängbottenskärv	> ca 200	> ca 0,20–0,30	
Sprängsten (fyllning och sprängbottenskärv) ¹⁾	> ca 80	> 0,15–0,25	
Grus och grovkornig morän ²⁾	> ca 50	> 0,10–0,15	> 50 000
Sand – grovsilt ²⁾	> ca 50	> 0,10–0,15	> 50 000
Silt ²⁾	> ca 70	> 0,10–0,15	> 60 000
Lera, lerig morän ²⁾	> ca 100	> 0,12–0,20	> 100 000

Not:1) Berggrund av uranrika graniter, pegmatiter och alunskiffer.

2) Jordarter som innehåller fragment av alunskiffer klassas som högradonmark.

Tabell 6. Lågradonmark

Berg- eller jordart	Radiumaktivitet, (Bq/kg)	Gammastrålning, ($\mu\text{Sv/h}$)	Radonhalt i jordluft, 1 m under markytan (Bq/m^3)
Berggrund (inkl. tunt lager sprängbottenskärv) ¹⁾	< ca 60	< 0,08–0,12	
Sprängsten, morän, grus, sand ^{2,3}	< ca 25	< 0,05–0,08	< 10 000
Fuktig silt > 2 m ³	< ca 50	< 0,10–0,15	< 20 000
Fuktig lera > 2 m ³	< ca 80	< 0,12–0,16	< 60 000

Not: 1) Berggrund med låg uranhalt som kalksten, sandsten, kvartsiter och uranfattiga graniter, gnejser och vulkaniter.

2) Jordarter från bergarter enligt not 1.

3) Jordarter som innehåller fragment av alunskiffer klassas som högradonmark.

Radioaktiva ämnen i berggrunden

I berggrunden och i jordlagren finns de naturligt radioaktiva ämnena uran (radium) och torium, samt den radioaktiva isotopen kalium-40. Halten kalium, uran och torium varierar i olika typer av bergarter på grund av olika bildningssätt och mineralogisk sammansättning. På grund av atombombsprov och kärnkraftshaveriet i Tjernobyl har vi även fått en beläggning av andra radioaktiva ämnen, främst cesium-137.

Kalium är det sjunde vanligaste elementet på jordens yta, men av detta utgörs endast 0,012 % av kalium-40. Kaliumhalten brukar ligga mellan 0,1 och 5 % (30–1560 Bq/kg), och varierar mycket lite inom en och samma bergart. Kalium ingår ofta i något av bergartens huvudmineral. Stora skillnader finns dock mellan olika bergarter. Graniter har t.ex. genomgående relativt höga halter (tabell 6) medan t.ex. kvartssandstenar och så kallade grönstenar alltid har låga halter kalium.

Halten uran i berggrunden är i allmänhet låg. Vanliga halter är 1–5 gram per ton berg (1 ppm = 1 gram per ton) vilket motsvarar 12–60 Bq/kg. Uran förekommer alltså normalt enbart som ett spårämne i berggrunden. Dock bör poängteras att redan 16 ppm uran (200 Bq/kg radium), innebär att bergarten betraktas som olämplig som byggnadsmaterial.

Toriumhalten är genomsnittligt cirka tre gånger högre än uranhalten, med normala halter mellan 1 och 30 ppm. Stora variationer kan förekomma.

Normalt är uran- och även toriumhalterna låga för sedimentära bergarter som innehåller mycket kvarts, som i kvartssandstenar, eller för bergarter med hög halt av kalciumkarbonat, som i kalkstenar. Likaså är uran- och toriumhalterna oftast låga i basiska bergarter, som är fattiga på kisel syra (SiO_2), som gabbro, diorit, och basalt. Dessa basiska bergarter brukar allmänt kallas för grönstenar.

Djup- och gångbergarter som är rika på kisel syra, t.ex. graniter och pegmatiter har ofta betydligt högre halter av uran, och i många fall även torium, än andra bergarter (tabell 7).

Tabell 7. Vanliga halter av kalium, uran och torium i svenska graniter.

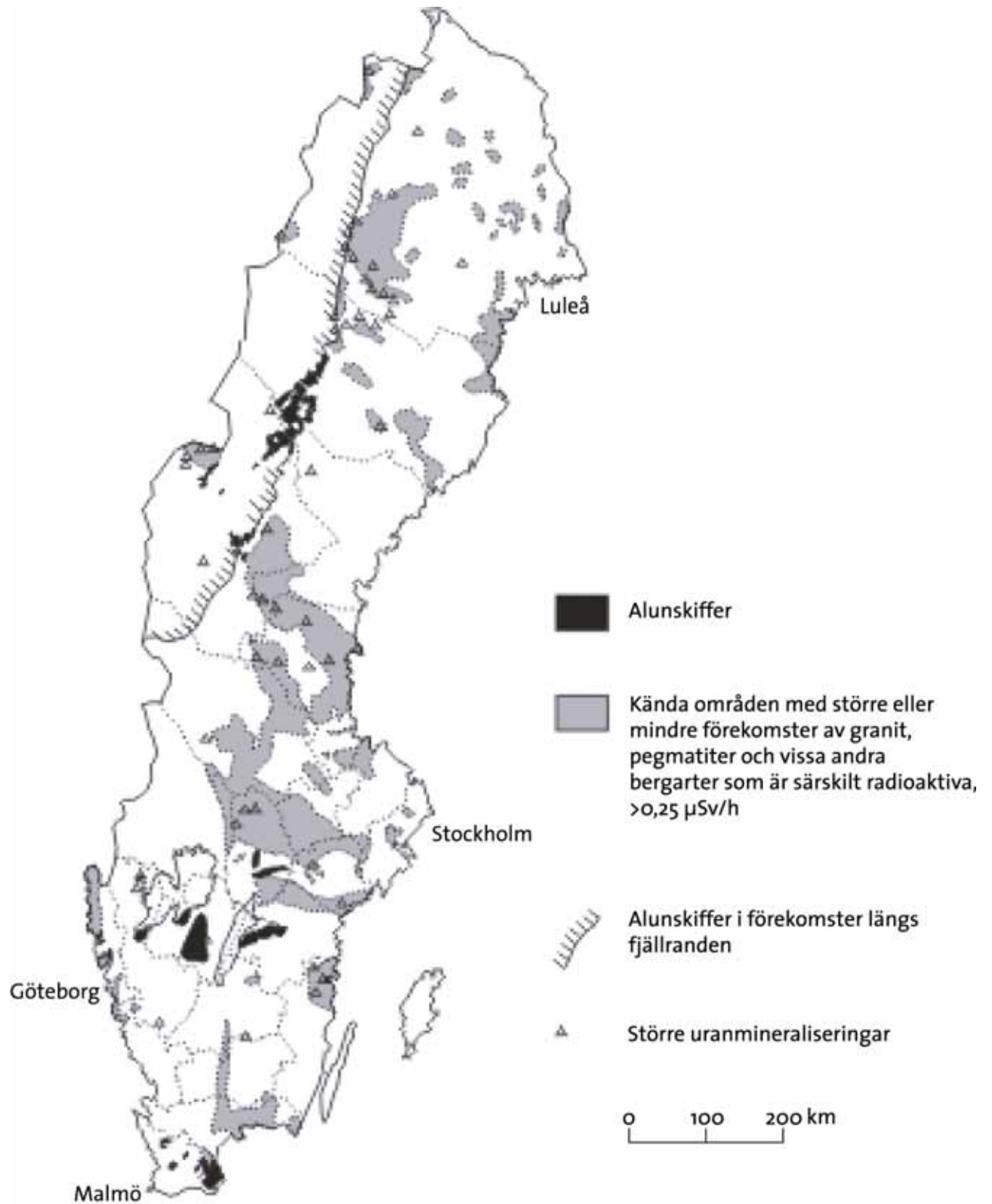
Element	Halt	Ekvivalent aktivitet
K	3-6 %	900-1800 Bq/kg (⁴⁰ K)
U	2-10 ppm	25-125 Bq/kg (²²⁶ Ra)
Th	5-20 ppm	20-80 Bq/kg (²³² Th)

Tidigare ansågs det att det var främst yngre, ofta pegmatitförande, graniter som innehöll höga halter av uran. Senare undersökningar har dock visat att även äldre granitiska bergarter också kan innehålla mycket uran.

Alunskiffer, som är en svart lerskiffer med hög halt av organiskt material (bitumen), har nästan genomgående höga uranhalter och låga toriumhalter. Alunskiffer har använts för tillverkning av lättbetong, så kallad blåbetong.

På kartan (figur 7) redovisas översiktligt var i Sverige de största förekomsterna av alunskiffer finns och inom vilka områden som uranrika bergarter i övrigt är vanliga.

Sprick- och förkastningszoner i berggrunden kan förorsaka förhöjda radonhalter i jordluft och i grundvatten. Vid grundläggning på berg beror radonrisken inte enbart på bergartens uranhalt utan även på kornstorlek och grad av uppkrossning.



Figur 7. Uranrika bergarters utbredning i Sverige (Clavensjö & Åkerblom 1992).

Radon i jord

Radonavgång i och från jordarter

Nedanstående faktorer kan påverka radonhalten i jordluft och radonavgång från markytan.

- Uranhalt i mineralkornet
- Uran/radiumaktivitet på mineralkornets yta
- Genomsläpplighet / Porositet / Kornstorleksfördelning
- Vattenhalt / Nederbörd
- Temperatur
- Lufttrycksförändringar
- Vind

I jordarternas mineralkorn sönderfaller uran till radium, som i sin tur sönderfaller till radon. Befinner sig radiumatomen tillräckligt nära, eller på mineralkornets yta, kan radon avgå till porluft eller till vattnet i porerna. Detta innebär att i en finkornig jordart som lera avgår en större andel av bildat radon till porerna än i en grovkornig jordart.

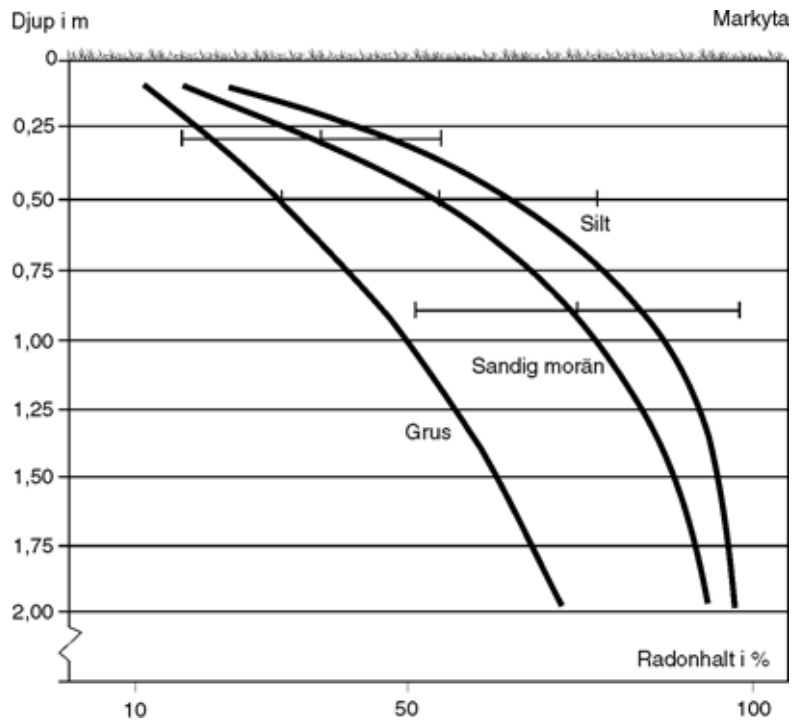
Enligt Åkerblom m.fl. (1990) kan radonet förflytta sig genom diffusion ca två meter i en normalfuktig jord men bara ca 5 cm i vatten innan det sönderfaller till radondöttrar. Eftersom finkorniga jordarter har hög vattenhalt, sönderfaller radonatomerna därmed innan de har hunnit förflytta sig till markytan. Trots den högre radonavgången från lermineralen ger de därför vanligtvis inga radonproblem. Eftersom vattenhalten i jordarterna kan variera kraftigt med årstiderna varierar även radonavgången med årstiderna.

Hur mycket radonhalten varierar beror till stor del på jordartens genomsläpplighet för gastransport och dess porositet. Radonhaltens variation är störst i grovkorniga jordarter och minst i finkorniga leror. Figur 8 visar radonhaltens variationer med mätdjupet i olika jordarter. Vindar och förändringar av lufttryck kan påverka radonhalten ned till ett djup av 1–2 m, i genomsläppliga grovkorniga jordarter sannolikt betydligt mer.

Under de ca 2,5 miljoner år som gått sedan kvartärtidens början har istider avbrutits av isfria skeden. Djupgående vittring av berggrunden under isfria perioder har varit begränsad då jämförelsevis kallt klimat har dominerat. När berggrunden bryts ned eller vittrar sker en mekanisk och kemisk borttransport av uran, radium och torium. Därigenom kommer halterna av dessa ämnen att gradvis minska ju mer materialet bryts ned. De lägsta halterna har finsand som i stort sett enbart består av kvarts och fältspat. Det uran, radium och torium som blivit löst i vattnet eller som finns som små korn av uranförande mineral adsorberas på lerpartiklar eller fälls på sådana. Därför har leror och leriga sediment vanligen förhöjda halter av uran, radium och torium.

I en alunskiffer förekommer uranet som ytterst små korn jämnt fördelade i bergarten. Någon större urlakning av uran sker inte, varför uranhalten i t.ex. alunskiffersand i stort sett är densamma som i bergarten. Härav följer att radonhalten är förhöjd om en jordart innehåller alunskifferfragment.

Vid beskrivning av jordarterna indelas de efter bildningssätt och kornstorlek. Flera olika skalor för kornstorleksindelning finns, i Sverige används oftast Atterbergs skala (tabell 7). Tabell 8 visar normala radon- och radiumhalter på 1 meters djup.



Figur 8. Radonhaltens variationer med mätdjupet i olika jordarter enligt Lindmark och Rosén (1984). Av figuren framgår att radonmätning i jord bör genomföras på ett djup av omkring 1 meter.

Tabell 7. Kornstorleksskala enligt Atterberg.

Beteckning	Kornstorlek
Block	Grövre än 200 mm
Sten	20 – 200 mm
Grus	2 – 20 mm
Sand	0,2 – 2 mm
Mo	0,02 – 0,2 mm
Mjåla	0,002 – 0,02 mm
Ler	Finare än 0,002 mm

Tabell 8. Normala halter av radium-226 och radon-222 uppmätta på 1 meters djup i svenska jordarter (Clavensjö & Åkerblom, 1992).

Jordart	Radiuminnehåll (Bq/kg)	Radonhalt i jordluft (kBq/m³)
Morän, normal	15 - 65	10 - 40
Morän med graniter	30 - 75	20 - 60
Morän med uranrika graniter	75 - 360	40 - 200
Åsgrus	30 - 75	10 - 150
Sand, silt	6 - 75	4 - 50
Lera	25 - 100	10 - 120
Jordarter med alunskiffer	175 - 2500	50 - >1000

Utbredningen av kalt berg inom ett område kan utläsas från berggrundskartan. Jordartskartan ger möjlighet att bedöma förekomsten av små jorddjup. Vid kalt berg och jordmäktigheter mindre än 1–2 m, är det berggrunden som helt bestämmer radonrisken. Vid grundläggningsarbeten schaktas vanligen jord bort och ibland måste man spränga bort berg. Därför bör radonrisken bedömas för de jordlager och/eller den berggrund som finns under och omkring huset.

Morän

Inlandsisen plockade under sin rörelse upp material från berggrunden eller från tidigare avsatta jordlager. Materialet transporterades och avlastades närmare iskanten som jordarten morän. Under transporten i och under isen krossades och nöttes materialet. Morän innehåller alla kornstorlekar, från ler till block. Vid beskrivning av morän anges även blockigheten i ytan. Sandig morän är utan jämförelse Sveriges vanligaste jordart, den täcker drygt 2/3 av landets yta.

Moränens bergarts- och mineralsammansättning avspeglar vanligen den under- och kringliggande berggrunden, men morän kan även innehålla betydande mängder långtransporterat material. Normalt innebär sandig morän inga höga radonrisker. Grov morän, grusig-sandig, har vanligen stor porositet och räknas därför som riskjordart för radon, speciellt om ingående bergartsmaterial är uranrikt. Moiga och leriga moräner har låg porositet och högre vattenhalt vilket försvårar transporten av radongas och de ger därmed lägre radonrisk.

Isälvssediment

Isälvssediment (figur 9) utgörs av sorterade jordarter som transporterats, sorterats och avsatts av smältvatten från inlandsisen. Transportlängden av isälvssedimenten är mycket varierande, från något tiotal meter till många mil. Isälvssedimenten kännetecknas av att materialet är sorterat i olika skikt och lager med endast en eller ett fåtal kornstorlekar samt att partiklarna i allmänhet är avrundade. Övergångstyper till morän förekommer.

Grovkorniga isälvssediment i rullstensåsarna kan ge upphov till höga radonhalter i hus. Orsaken till detta förhållande är bl.a. jordartens stora porositet vilken underlättar radontransporten. Transport av jordluft p.g.a. skorstensliknande effekter i åsar kan vara en bidragande orsak till att höga radonhalter är vanliga i hus som är byggda på toppen av grusåsar.

Svallsediment

Jordlager avsatta i havet utsattes under landhöjningen för vågornas bearbetning (svallning) med en omlagring som följd. Det utsvallade materialet avlagrades vid och närmast utanför stränderna som klapper, svallgrus och svallsand. Det grövre materialet avsattes vid stränderna och det finare längre ut. Högsta kustlinjen, HK, är den högsta nivå i terrängen till vilken havet har nått sedan inlandsisen lämnade området. Svallsedimentens mäktighet är starkt växlande beroende på läge i terrängen. Grovkorniga sediment kan även påträffas vid nuvarande och tidigare älvar.

Sand består nästan enbart av kvarts och fältspat med vanligtvis låga uran-/radiumaktiviteter och innebär sällan någon större radonrisk. Svallsediment som innehåller fragment av alunskiffer eller andra bergarter med höga uranhalter kan dock innebära höga radonrisker vid alla kornstorlekar.



Figur 9. Isälvssedimentens utbredning i Sverige.

Finkorniga sediment

De finkorniga sedimenten är avsatta på större vattendjup och består av silt (finmo, mjåla) och lera. De har avsatts under och efter isavsmältningen.

Silt innehåller normalt låga halter av uran/radium varför de sällan ger upphov till höga radonhalter. Leror kan innehålla höga halter av uran/radium men innebär sällan någon radonrisk på grund av deras höga vattenhalt och täthet vilket försvårar radongasens transport. Om leran torkar och spricker upp kan transporten av radon förändras.

Radon, radium och uran i vatten

Radon i vatten

Den största hälsoriskerna med radon i hushållsvatten är att radon avgår från vattnet till inomhusluften. När radonhaltigt vatten tappas upp eller används i tvätt- och diskmaskiner avgår en stor del av radonet till inomhusluften. Användningen i hushållet av vatten med radonhalten **1000 Bq/l** beräknas kunna ge upphov till en radonhalt i inomhusluften på **200 Bq/m³**. Detta är en grov tumregel och vanligen blir radonhalten lägre än **200 Bq/m³**.

Radonhalten i ytvatten, sjöar och floder är generellt låg, under 2 Bq/l. I grundvattnet däremot är halterna högre och varierar avsevärt med jordlagrens och berggrundens uran/radiuminnehåll. I brunnar som erhåller sitt vatten från omgivande jordlager bestäms radonhalten av radiumkoncentrationen i jorden. En bidragande orsak till de lägre radonhalterna i grävda brunnar är att vattenvolymen är så stor att en betydande del av radonet hinner sönderfalla. Däremot kan vatten i så kallade rörspetsbrunnar innehålla höga radonhalter då den täckande leran försvårar radonavgången. I en rörspetsbrunn drivs ett rör ned genom finsediment, vanligen lera, till underliggande vattenförande grus- och sandlager. En undersökning av radonhalten i vatten (Ek, 2003) från 14 spetsbrunnar gav radonhalter mellan 40 och 280 Bq/l.

De största problemen med radon i vatten finns i bergbore brunnar. Radonrikt grundvatten förekommer vanligast i områden med uranrik berggrund, t.ex. vissa uranrika graniter, syeniter, vulkaniter och pegmatiter. Variationen inom ett område med likartad berggrund kan dock vara mycket stor. Enligt Åkerblom m.fl. (1990) är höga radonhalter i grundvattnet dock sällsynta i alunskifferområden. Enligt muntlig uppgift från Gustav Åkerblom beror detta på att lösligheten är lägre i dessa skiffrar. Vattenreservoarer lokaliseras sällan till alunskiffrar då bergarten kan ge dåligt vatten på grund av att den ofta innehåller relativt höga halter svavel. Det finns exempel på mycket höga radonhalter i grundvatten trots att berggrunden har låga eller normala halter av uran. Brunnarna är då bore i berggrund med små uranförande sprickor, som transporterar radonrikt vatten till borrhålet. Till och med i områden med kalksten kan höga radonhalter förekomma. Då rör det sig om grundvatten som under lång tid transporterat uran och radium från underliggande berggrund, som sedan utfällts på sprickytor nära det ställe där vattnet tas ifrån. Det går inte med säkerhet att friskriva någon typ av berggrund från eventuella förekomster av radonrikt vatten.

Radonhalten i närliggande brunnar kan variera från 100 till flera tusen Bq/l. Radonhalten i vatten från bergbore brunnar är vanligen 50–1000 Bq/l med maximala halter i Sverige på ca 60 000 Bq/l.

För att minska radonhalten i vatten används s.k. radonavskiljare. Lindén (1997) har utvärderat funktion och reningsgrad hos 32 utrustningar från nio tillverkare. I undersökta radonavskiljare har radonhalten reducerats med 95-99 %. Den tekniska funktionen bör dock förbättras för många utrustningar.

Figur 10 visar de områden i Sverige där risken är stor för höga radonhalter i vatten från bergborrade brunnar. Även utanför de markerade områdena förekommer det uranrik berggrund som kan orsaka höga radonhalter i brunnsvattnet.

Radium och uran i grundvatten

Många undersökningar av radonhalter i svenskt dricksvatten har visat att förhöjda halter förekommer främst i områden med kristallina prekambrika bergarter som t.ex. vissa graniter och omvandlade vulkaniska och sedimentära bergarter. Förhöjda halter av uran och radium i dricksvatten förekommer ofta inom samma områden dock inte nödvändigtvis i samma brunnar. Uran förekommer i dricksvattnet i många delar av Sverige med halter som överstiger myndigheternas rekommendationer.

Radium, som har avsevärt högre aktivitet jämfört med uran, är vanligtvis, och lyckligtvis, sällsynt förekommande p.g.a. dess svårloslighet. Radium förekommer endast i mycket begränsade mängder i grundvatten. Dock har det konstaterats att förhöjda radiumaktiviteter bland annat förekommer i Blekinge, Bergslagen och Uppland vilka samtliga har uranrik berggrund (Kulich m.fl., 1988).

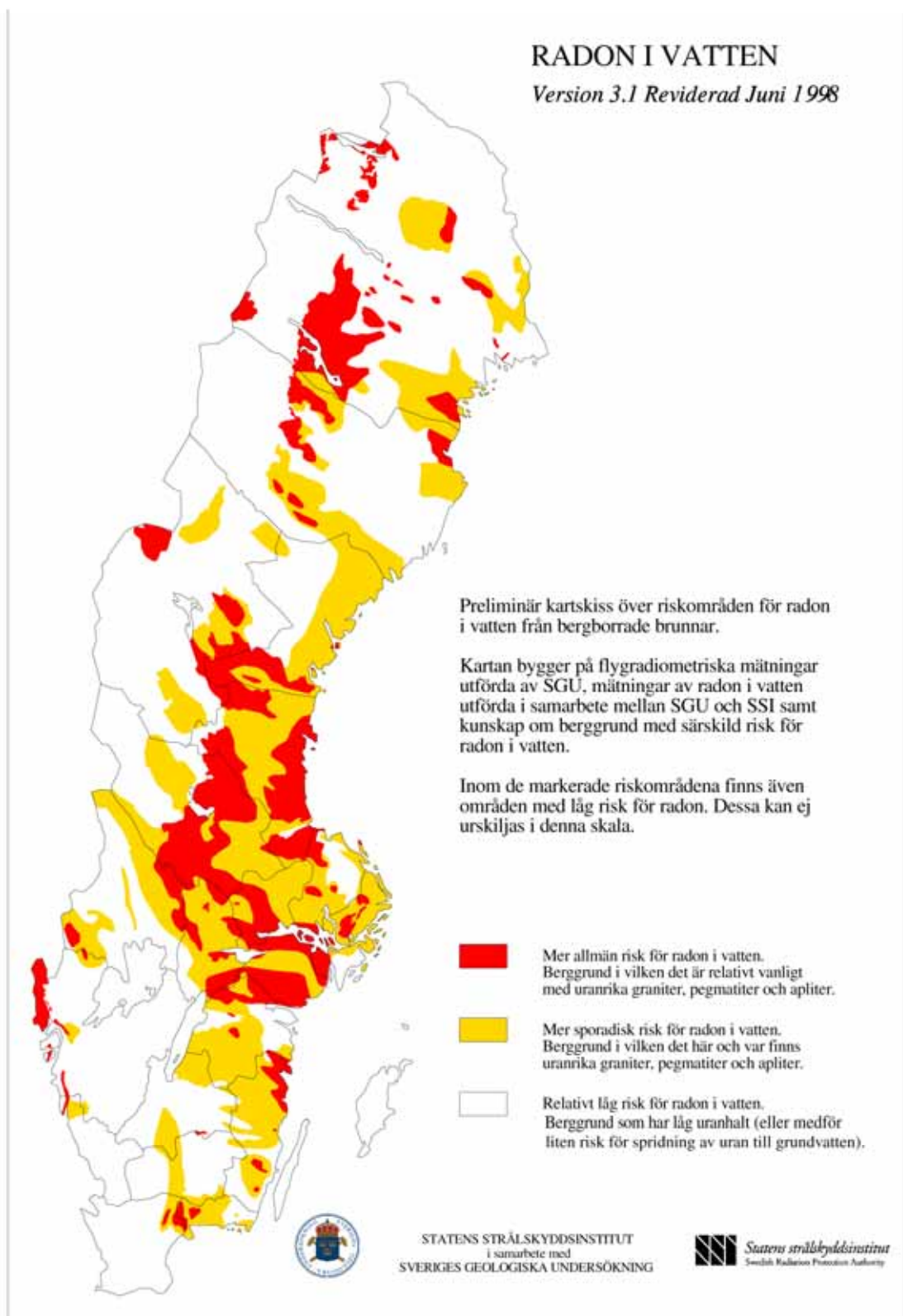
I ett projekt med syfte att inventera och kartlägga naturligt radioaktiva ämnen i dricksvatten från enskilda brunnar, har Ek m.fl. (2007) provtagit 775 bergborrade brunnar och 50 jordbrunnar. Det finns en tydlig koppling mellan geologin d.v.s. berggrundens uranhalt och förhöjda halter av radioaktiva ämnen i dricksvattnet. Variationen inom ett till synes homogent bergartsområde kan vara stor. Tabell 9 visar medianhalter och maxhalter i de analyserade brunnsvattnen från bergborrade brunnar. Tjugo procent av de analyserade bergbrunnsvattnen hade uranhalt över det rekommenderade gränsvärdet på 15 µg/l, medan 12 % hade radonhalter över 1000 Bq/l.

För att kartlägga uran och andra radioaktiva ämnen i dricksvatten erbjöd SSI alla kommuner med grundvattenverk provtagning i det största grundvattenverket i kommunen (Falk m.fl., 2004). 256 prover kom in för analys. Studien visar att uran förekommer i dricksvatten både från jord och berg men högre halter erhöles i denna undersökning främst från vattenverk som hämtar sitt vatten från sand- och grusavlagringar. Av 214 prover hade 33 en uranhalt mellan 2 och 15 mikrogram per liter och nio prover översteg 15 mikrogram per liter.

Tabell 9. Halter av radioaktiva element i råvatten från enskilda brunnar (Ek m.fl. 2007)¹.

	Bergborrade brunnar				Jordbrunnar			
	U-238	Ra-226	Rn-222	Th	U-238	Ra-226	Rn-222	Th
	(µg/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(µg/l)	(µg/l)	(Bq/l)	(Bq/l)	(µg/l)
Antal	662	552	652	656	48	36	43	44
Median	3,4	0,02	229	0,04	2,6	0,01	70,0	0,03
Max	1328	6,85	66207	2,65	46	0,12	930	1,0

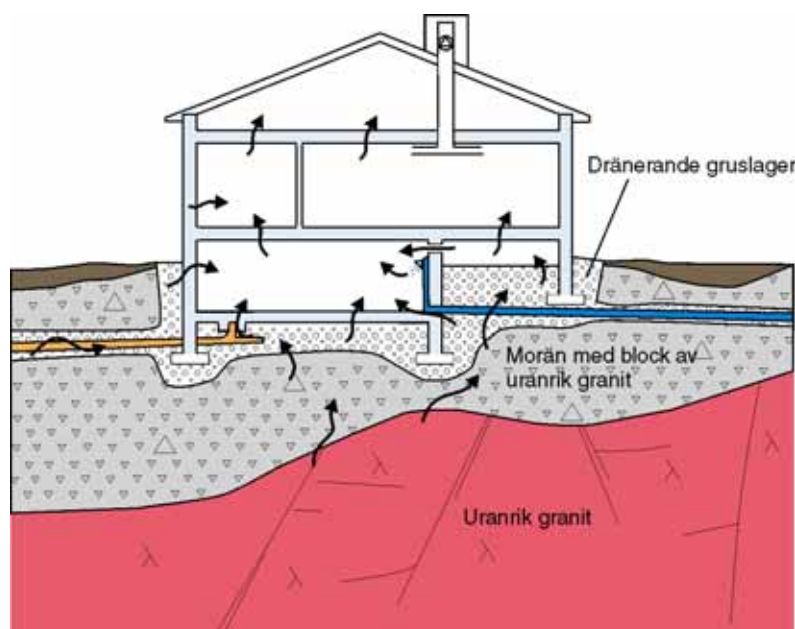
¹) Urvalet av brunnar är inte helt slumpmässigt fördelat, riktad provtagning har bl.a. utförts i Siljansringen.



Figur 10. Riskområden för radon i brunnar. I Sverige finns stora områden med uranrik berggrund som kan ge höga radonhalter i bergborrade brunnar.

Radonproblem i bostäder

I bostäder i Sverige ligger radonhalten i genomsnitt på cirka 100 Bq/m^3 . Det finns radon i större eller mindre mängd i alla byggnader, både över och under mark. I trähus på lermark är radonhalten cirka 50 Bq/m^3 men i ett "radonhus" på en grusås kan den vara över 1000 Bq/m^3 (Arbetsmiljöverket). Även i uteluften finns det radon, normalt är halten under 10 Bq/m^3 (Clavensjö & Åkerblom, 1992), men den kan nå upp till 30 Bq/m^3 (Arbetsmiljöverket).



Figur 11. Exempel på tillförselvägar för radon in i hus. Radonet kan komma från marken, byggnadsmaterialet och/eller från hushållsvattnet.

Det radon som vi har i våra bostäder kommer från en eller flera av nedanstående källor:

- marken under och/eller runt huset
- byggnadsmaterialen, t.ex. blåbetong
- hushållsvattnet

Radon från marken är den vanligaste orsaken till radonproblem i byggnader. Radon från marken transporteras in i byggnaden med jordluft genom otätheter i grundkonstruktionen. Detta gäller i synnerhet under den kalla årstiden när fönster och dörrar hålls stängda och ventilationsfläkten är igång. Undertrycket, som skapas på grund av detta, gör att jordluft lätt kommer in i huset.

Radonhalten i jordluften är alltid så hög att radonhalten i en byggnad kan bli högre än 200 Bq/m^3 . Detta även när radonhalten är som lägst, ca $5\,000 \text{ Bq/m}^3$ i sand. För att radonhalten i byggnaden skall bli högre än 200 Bq/m^3 fordras dock:

- Att marken eller del av marken under byggnaden är luftgenomsläpplig.
- Att tillräcklig mängd jordluft kan läcka in i byggnaden.
- Att luftvolymen i marken är tillräckligt stor för att radonhalten i jordluften skall upprätthållas även om delar av jordluften borttransporteras.

Hus med källare eller bottenplatta byggda på rullstensåsar har i många fall höga radonhalter. Detta beror på att genomsläppligheten eller permeabiliteten i åsar är mycket hög och på radiumutfällningar på materialet. Står huset däremot på lera, en under normala förhållanden mycket impermeabel jordart, är risken för markradon vanligtvis liten.

Hur huset är byggt är i många fall avgörande för radonhalterna inomhus. Ju större markkontakt ett småhus har desto större risk är det att radonhaltig luft kommer in i huset. För att minska riskerna tillämpas olika byggnadssätt beroende på vilken typ av mark huset står på. Är marken klassad som högradonmark måste

grundkonstruktionen byggas **radonsäkert**. Är marken klassad som lågradonmark tillämpas konventionellt byggnadssätt. I övriga fall utförs grundkonstruktionen **radonskyddande**. Utförliga anvisningar hur man bygger med ett radonsäkert respektive radonskyddande utförande finns i *Radonboken* (Clavensjö & Åkerblom, 1992). Mer om kriterierna för klassning av mark i hög-, normal- eller lågradonmark återfinns under avsnittet ”Klassificering av mark”.

Tillräckligt inläckage av jordluft för att radonhalten inomhus genomsnittligt skall bli högre än 200 Bq/m^3 är ca $2,5 \text{ m}^3$ luft per timme om läckaget sker till ett enplanshus med 120 m^2 bottenyta och en luftomsättning av 0,2 omsättningar per timme och radonhalten på den inläckande jordluften är ca $5\,000 \text{ Bq/m}^3$. Om radonhalten i stället är $50\,000 \text{ Bq/m}^3$, räcker det med ett inläckage av $0,25 \text{ m}^3$ luft per timme från marken.

Byggnadsmaterialet kan också betyda en hel del för radonhalterna inomhus. Generellt gäller att alla byggnadsmaterial som tillverkas av berg- eller jordarter innehåller radioaktiva ämnen. Ett byggnadsmaterial som innehåller mycket uran och därmed också radium är aluskerbaserad lättbetong. Den kallas blåbetong på grund av att den vanligtvis är blågrå till färgen. I Sverige var blåbetong ett vanligt byggnadsmaterial från 1930-talet och fram till 1978, då tillverkningen upphörde. För att minska radonhalterna inomhus i ett så kallat blåbetonghus måste ventilationen förbättras. Dock bör riskerna med att öka markradoninströmningen beaktas.

Vad beträffar åtgärder för att minska radonhalterna i bostäder hänvisas till Clavensjö & Åkerblom (1992).

Toron är en radonisotop (Rn-220) som bildas vid sönderfall i toriums sönderfallskedja (tabell 2). Den orsakar normalt inga problem i bostäder tack vare dess korta halveringstid, enbart 55 sekunder. Huvuddelen av toronet hinner sönderfalla innan torongasen kommer in i bostaden. Toron kan däremot orsaka problem i underjordsanläggningar som berggrum och gruvor.

Underlag till radonriskkartor

En översiktlig sammanställning av markradonförhållanden inom en kommun kan göras med ledning av befintligt geofysiskt och geologiskt material. Dessutom är det ofta nödvändigt att göra översiktliga undersökningar av markens radioaktivitet, speciellt dess radium-(uran-)halt.

Översikten bör tas fram i samråd med geologisk-geofysisk expertis och helst baseras på nedanstående underlag. Föreslaget underlag överensstämmer i stort sett med Åkerblom m.fl. (1990).

- Data från flygburna strålningsmätningar
- Jordartskartor
- Berggrundskartor
- Data från strålningsmätningar på berggrunden och i jordarter
- Petrofysiska data
- Grusinventeringar
- Geotekniska undersökningar
- Geokemiska kartor (data)
- Radon i brunnsvatten
- I förekommande fall redan utförda markradonundersökningar
- Radonundersökningar i hus

Basmaterial för radonriskkartor utgörs av utförda geologiska och geofysiska karteringar. Resultaten av dessa föreligger främst i form av kartor och numera i relativt stor utsträckning i digital form lämpliga för Geografiska Informations System (GIS). GEO-strålningskartorna, som gavs ut under 70-talet, bör idag anses som ett föråldrat material.

För att utgöra ett tillräckligt detaljerat underlag för radonriskkartor behöver de geologiska kartorna vara i skala 1:50 000 eller större. Med mindre skalor, t.ex. 1:200 000, som används för länskartorna eller 1:250 000 som används för de av SGU utgivna provisoriska översiktliga berggrundskartorna (PÖB-kartorna), är det viktigt att markkontroller i större utsträckning utförs i samband med upprättandet av en radonriskkarta.

Behovet av markmätningar är givetvis större ju sämre underlagskartorna är. Saknas flygradiometriska mätningar, vilket tyvärr fortfarande är fallet för vissa bebyggda områden i Sverige, är det i många fall inte möjligt att ta fram radonriskkartor utan omfattande markkontroller.

Mätmetoder

De strålningsmätningar som utförs av SGU inom ramen för den normala karteringsverksamheten syftar bl.a. till att klarlägga sambanden mellan strålning och geologi. Vidare syftar verksamheten till att tillhandahålla underlag för att bedöma olika områdens radonrisk.

Kartläggningen av strålningen sker främst genom SGUs flygburna mätningar. Vidare används olika bärbara instrument för mätning av gammastrålning, såsom scintillometer och gammaspktrometer.

Dessutom används material från SGUs geokemiska undersökningar som underlagsmaterial. De är relativt översiktliga men det är ändå intressant att jämföra uranhalter från kemiska analyser av jord med uranhalter från spektrometermätningar i jord.

Radonmätningarna utförs dels som momentana mätningar, dvs. mätningar av rådande halter i ett givet ögonblick, dels som integrerande mätningar, vilket ger ett medelvärde för den aktuella mätperioden.

Flygburna mätningar

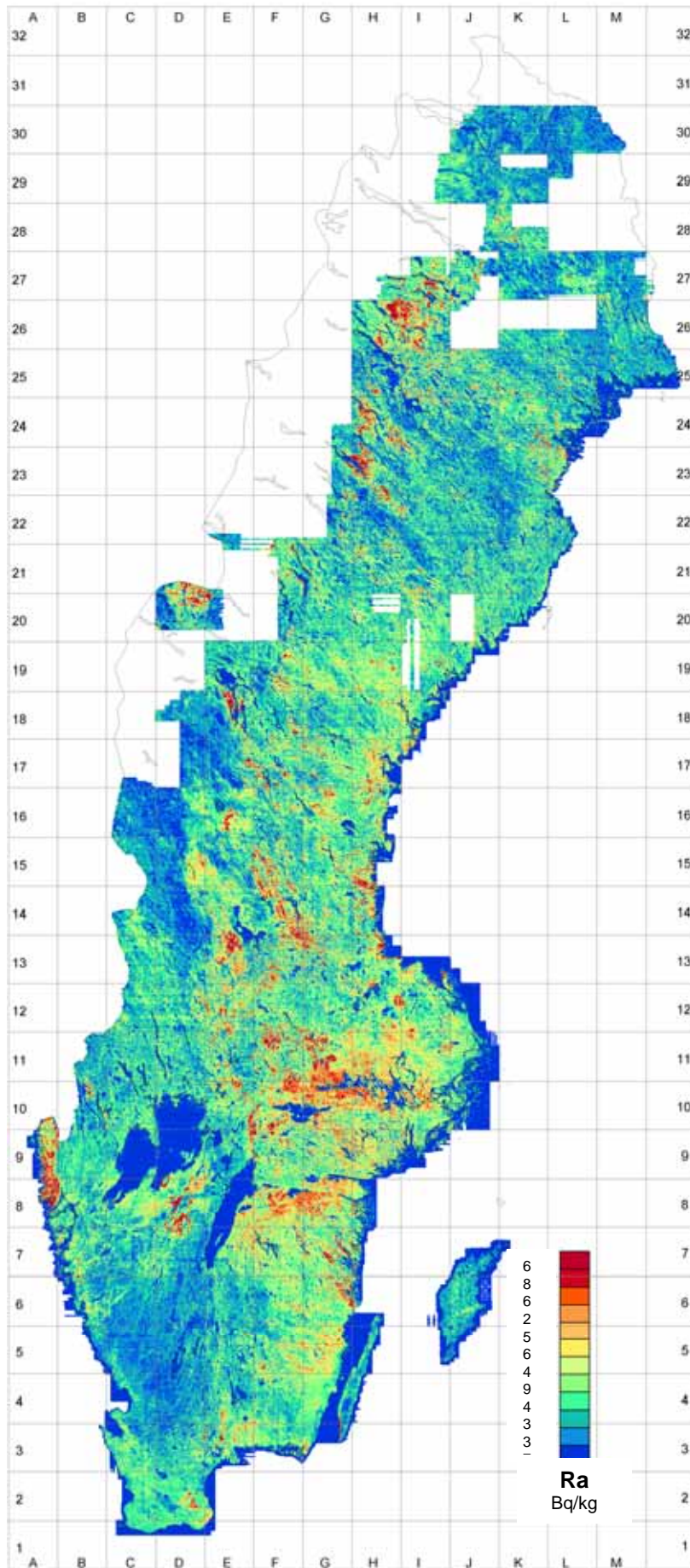
Den enda praktiskt möjliga vägen att få relativt detaljerad kunskap om markens radioaktivitet för större områden är genom flygmätningar (figur 12). SGUs flygmätningar utfördes tidigare på ca 30 meters höjd över markytan och med ett profilavstånd på 200 meter. Enligt Åkerblom m.fl. (1990) ger mätförfarandet en täckningsgrad på ungefär 60 % av den totala markytan. På grund av flygtekniska problem är det verkliga profilavståndet inte alltid ca 200 meter. I undantagsfall kan profilavståndet uppgå till 400 meter, vilket medför att områden med förhöjd radioaktivitet måste ha en diameter över 150 meter för att med säkerhet upptäckas. I de flesta fall räcker det dock att områdena har en större diameter än 80 meter. Från och med mätsäsongen 1995 utförs mätningarna på 60 meters höjd. Detta innebär att täckningsgraden ökar men detaljeringsgraden minskar. Som stöd för navigeringen används dGPS-utrustning. I dagsläget är största delen av Sverige täckt med radiometriska mätningar. Mätningar över delar av Norrbotten och över större delen av fjällkedjan saknas (figur 13).



Figur 12. Flyggeofysiska mätningar utförs numera på ca 60 meters höjd över markytan och med ett flyglinjeavstånd av ca 200 meter. Foto: Erik Starbäck, SGU.

På grund av att gammastrålningen avskärmas av vatten, jord och berg kommer ungefär 80 % av den uppmätta strålningen från markens översta två decimetrar (Åkerblom m.fl., 1990). Det betyder att strålningen även från starkt radioaktiv berggrund eller jord under detta två decimeter tjocka överliggande lager till större del är avskärmat. Vidare avskärmas gammastrålningen totalt av enbart några decimeter vatten liksom av torvmäktigheter över 0,5 m (Ek, 1987).

För att erhålla likvärdiga mättningsresultat från gång till gång och för att kunna översätta de enskilda mätpunkternas strålningsspektrum till halter så kalibreras flygspektrometern. Kalibreringen, som görs före och efter varje säsong, utförs på för ändamålet speciellt konstruerade plattor vid Borlänge flygplats. Plattorna, som har en diameter av 10 m, används också för kalibrering av handburna instrument.



Figur 13. Markytans ekvivalenta radiumaktivitet (Ra-226) baserad på flyggeofysiska mätningar 1969–2007. Kartan visar fördelningen av radium i de översta delarna av berggrunden och jordlagren.

Mätdata korrigeras alltid för bakgrundsstrålningen. Data för korrigeringen erhålls vid överflygning av vattenytor. Bakgrundsstrålningen förorsakas av kosmisk strålning, radon i luften och flygplanets och mätsystemets radioaktivitet. Radon i luften kan variera kraftigt beroende på väderleken.

Från och med mätsäsongen 1995 används ett mätsystem där korrekationer för luftburen radon görs med större noggrannhet tack vare att systemet även har en uppåtriktad kristall. Flygradiometriska mätningar som utförts efter 1986 innehåller även detaljerad information om cesiumbeläggning (^{137}Cs).

Total gammastrålning

Scintillometern (figur 14) mäter den totala gammastrålningen inom ett brett energiintervall. En natriumjodidkristall (NaI-kristall) omvandlar infallande gammastrålning till ljusblixtar. Blixterna räknas av en fotomultiplikator och omvandlas till ett mätvärde. Instrumentet lämpar sig väl för detektering av gammastrålande objekt, såsom blåbetonghus, men också för att ge en bild av den lokala variationen i strålningsnivå vid ett observationsställe. En inledande rekognoscering med scintillometer är viktig för att kunna välja ut representativa platser för de mer tidskrävande gammaspektromettermätningarna.

Scintillometermätningar kan också ge en första indikation på om det finns risk för att ett material överskrider rekommenderade värden för aktivitetsindex.

Gammaspektrometri

Den detaljerade mätningen av ett objekt sker med gammaspektrometer (figur 15). Gammaspektrometern registrerar infallande gammastrålning med hjälp av kristall av natriumjodid eller vismutgermanatoxid (BGO) och en fotomultiplikator, men till skillnad från scintillometern kan gammaspektrometern också särskilja gammastrålning med olika energier. Halter av olika radioaktiva isotoper, exempelvis kalium, uran (radium) och torium, i det uppmätta materialet kan då bestämmas. Aktivitetsindex kan då beräknas. En spektromettermätning kan även ge en bild av förekomsten av radioaktivt cesium. Många spektrometrar (liksom den i figur 15) har vid normal mätning (då man främst är intresserad av K, U och Th) ett cesiumpreparat i sig för stabilisering, och kan då inte användas för cesiummätning.

Markradon

Halten radon i jordluft kan beräknas ungefärligt om man vet markens radiumaktivitet, torr densitet, porositet och radonemanation¹. Det finns flera metoder att mäta radonhalt i jordluften, dels momentana metoder, dels integrerade långtidsregistrerande metoder. Fördelen med de momentana metoderna, t.ex. emanometer, är att mätningarna går fort. Vid mätning med emanometer slås ett ihåligt sondrör ned till 0,7 meters djup (figur 16). Vid rörets spets finns flera mindre hål. Mätkammaren ansluts till röret och jordluft sugas in i en mätkammare. Halvledardetektorn är inställd så att den är energiselektiv och endast mäter alfastrålningen från den första radondottern, polonium-218, som har kort halveringstid. Mätningen tar ca 15 minuter och kan ske på små luftvolymmer.

¹ Radonemanation = andel bildat radon som avgår till jordluften



Figur 14. Med hjälp av scintillometer får man snabbt en uppfattning om strålnings-situationen i ett område. Scintillometern ger ett mått på den totala gammastrålningen men kan inte skilja på strålningen från de olika förekommande isotoperna (på bilden en Scintrex BGS). Foto: Sven Erik Sundevall SGU.



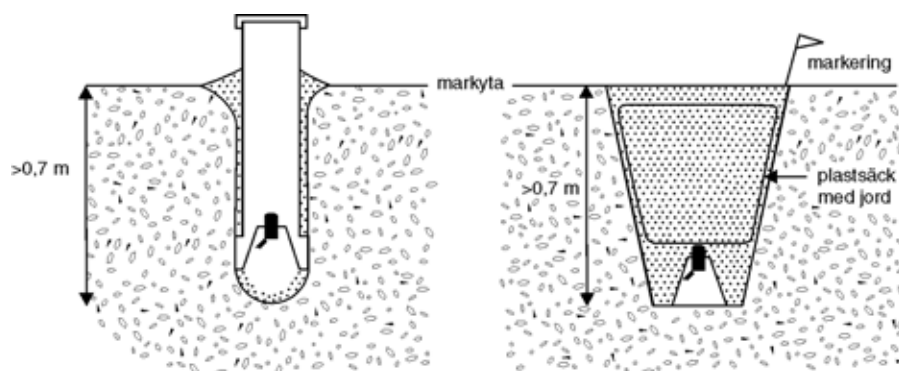
Figur 15. Mätning med gammaspektrometer. Gammaspektrometern ger en detaljerad bild av gammastrålningen från de olika isotoperna (på bilden en Exploranium GR-320). Foto: Sven Erik Sundevall SGU.

De momentana metoderna lämpar sig bäst vid översiktliga och orienterande mätningar, p.g.a. att radonhalten varierar i en och samma punkt beroende på markens vattenhalt och lufttryck m.m. Vid detaljerade undersökningar eller vid mätningar med stora krav på mätresultatet är det ofta en fördel att använda integrerade metoder (Åkerblom m.fl., 1990).

Radon-222 absorberas liksom flera andra gaser på aktivt kol. Adsorptionsgraden är proportionell mot koncentrationen av radon. Detta utnyttjas i ROAC-metoden, som är en långtidsregistrerande metod. Mätutrustningen består av en detektor fylld med aktivt kol. Detektorn placeras i en plastmugg, som fästs i botten av ett plaströr med 70 mm diameter. Röret grävs ner så att detektorn hamnar på minst 0,7 meters djup (figur 17). När detektorn är placerad i jorden skall den sedan exponeras i 4-5 dygn. Därefter beräknas radonhalten genom att mäta gammastrålning från detektorn. Mätresultatet visar den genomsnittliga radonhalten under mätperioden. Det förekommer även halvledardetektorer för kontinuerlig mätning på den svenska marknaden. Radonmätningar i jord bör undvikas vid höga vattenhalter då missvisande resultat ofta erhålls (Rosén m.fl., 1997).



Figur 16. Emanometer med halvledare för mätning av alfastrålning från radondöttrar. Instrumentet på bilden är av typ Markus 10. Foto: Cecilia Jelinek SGU.



Figur 15. Principskiss för utplacering av koldosa (ROAC) alternativt spårfilm.

Geokemiska undersökningar

Den geokemiska kartläggningen av Sverige bedrivs i syfte att visa fördelningen av huvudämnen och spårelement, däribland uran och torium, i mark och ytvatten. I den markgeokemiska karteringen provtas framförallt morän, som avspeglar markens naturliga kemiska sammansättning. Moränproverna tas i jordmånens C-horisont, på ett djup av 0,7-1,2 m (normalt). Prover av övriga sediment tas på ca 1 m djup. Kornstorleksfraktionen <0,063 mm analyseras.

I den biogeokemiska karteringen tas prover av bäckvattenväxter och vattenlevande mossor i små vattendrag där andelen grundvatten antas vara stor. Dessa visar tillgängligheten av metaller i det vatten som omflyter växterna. De uranhalter som uppmätts i bäckvattenväxter avspeglar berggrundens och jordarternas metallinnehåll. Den glesa provtagningen, 1–2 km mellan provtagningspunkterna, ger enbart ett översiktligt underlag för radonriskbedömningar

DEFINITIONER

Absorberad dos

Den mängd energi per massenhet som en kropp tagit upp (absorberat).
SI-enheten för absorberad dos är gray (Gy). $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$

Aktivitet

Antalet atomkärnor som sönderfaller per tidsenhet. Aktivitet anges i SI-enheten becquerel (Bq). $1 \text{ Bq} = \text{ett sönderfall per sekund.}$

- kBq/m^3 används för aktivitetskoncentrationen i luft. En koncentration av 1 Bq radon per kubikmeter luft innebär att det sker ett sönderfall av en radonatom per sekund i varje kubikmeter luft (t.ex. radon i jordluft eller radon i bostäder).
- Bq/l används för aktivitetskoncentrationen i vätskor (t.ex. radon i vatten).
- Bq/kg används för aktivitetskoncentrationen i fast material (t.ex. radium i berg- och jordarter).
- kBq/m^2 används för aktivitetskoncentrationen i markens ytskikt (t.ex. beläggning av cesium-137).

Ett sätt att ange halter är viktsprocent, eller ppm (parts per million).
Omvandling från procent eller ppm till Bq/kg görs enligt följande:

- $1\% \text{ K}$ är ekvivalent med 313 Bq/kg
- 1 ppm U är ekvivalent med $12,35 \text{ Bq/kg}$
- 1 ppm Th är ekvivalent med $4,06 \text{ Bq/kg}$

Aktivitetsindex

En sammanvägning av aktiviteten från kalium, uran och torium. Används t.ex. för att ange tillåten aktivitet i bergmaterial som ska användas till byggnadsmaterial.

Aktivitetsindex 1.0 motsvaras av ett material som inomhus ger upphov till en gammastrålning av cirka $0,5 \mu\text{Sv/h}$ om det används i golv, tak och väggar. Enligt "Flaggboken" (Strålskyddsmyndigheterna i Norden, 2000) fås en medeldos av 1 mSv/år om alla omgivande ytor är av samma material och materialet har aktivitetsindex 1, och en medeldos av 2 mSv/år om materialet har aktivitetsindex 2.

Aktivitetsindex beräknas enligt $C_K/3000 + C_{Ra}/300 + C_{Th}/200$

där C_K är aktiviteten av kalium-40, C_{Ra} är aktiviteten av radium-226 och C_{Th} aktiviteten av torium-232, alla i enheten Bq/kg.

Alfastrålning

Strålning som utgörs av positivt laddade partiklar, alfapartiklar. En alfapartikel består av två protoner och två neutroner. Alfastrålning uppkommer vid radioaktivt sönderfall av vissa tunga atomkärnor. Alfastrålningen har kort räckvidd och stoppas i allmänhet av hudens yttersta skikt.

Betastrålning

Strålning som utgörs av snabba elektroner eller positroner, så kallade betapartiklar. Betastrålning avges från atomkärnan när vissa radioaktiva ämnen sönderfaller. Betastrålning har längre räckvidd än alfastrålning, dock påverkas normalt enbart huden och de närmaste millimetrarna därunder.

Gammastrålning

Elektromagnetisk strålning med hög energi och kort våglängd. Gammastrålning avges från atomkärnan när vissa radioaktiva ämnen sönderfaller. Gammastrålning har i allmänhet stor genomträngningsförmåga och lång räckvidd. I luft kan gammastrålningen nå ett par hundra meter, i sten eller betong ca en halv meter. Gammastrålning anges i $\mu\text{R/h}$ eller $\mu\text{Sv/h}$. $0,01 \mu\text{Sv/h} \cong 1 \mu\text{R/h}$. Gammastrålning är nära besläktad med röntgenstrålning.

Effektiv dos

Tar hänsyn till den biologiska verkan olika typer av strålning har på olika organ. Alfastrålningens biologiska effekt på människan är exempelvis 20 ggr större än motsvarande dos betastrålning. Den absorberade dosen i gray (Gy) multiplicerad med en kvalitetsfaktor (det aktuella strålslagets verkan) ger dosekvivalenten i sievert (Sv).

Exposition

Förmågan hos gamma- och röntgenstrålning att jonisera luft. Anges av tradition i röntgen (R). Motsvarande SI-enhet är coulomb per kilo (C/kg). $1 R = 0,258 \text{ mC/kg}$.

Expositionsrat

Exposition per tidsenhet, anges i geologiska sammanhang i mikroröntgen per timme ($\mu\text{R/h}$). Används bl.a. vid mätning av gammastrålning i bostäder och utomhus.

Isotop

Atomer som har samma atomnummer och antal protoner men olika antal neutroner. Radon-222 och radon-220 är exempel på radioaktiva isotoper (nuklider).

Joniserande strålning

Strålning som ger upphov till joner när den passerar genom materia. Alfa-, beta- och gammastrålning är exempel på joniserande strålning.

Radiumindex

Ett mått på radiuminnehållet i ett (byggnads-) material. Radiumindex 1,0 motsvaras av en radiumaktivitet av 200 Bq/kg.

Halveringstid

Den tid det tar för hälften av atomerna i ett radioaktivt ämne att sönderfalla. Efter en halveringstid återstår 50% av det ursprungliga antalet, efter två halveringstider 25% osv. Halveringstiden är ett mått på hur länge ämnet består, inte hur farligt det är. Ibland bildas nya radioaktiva ämnen som i sin tur sönderfaller. Slutligen bildas ett stabilt ämne.

Radon-222

Radioaktiv ädelgas som bildas vid sönderfall av radium-226. Radon-222 har en halveringstid på 3,8 dygn. Radon sönderfaller i radondöttrar.

Naturlig strålning

Naturlig strålning kommer från mark/vatten (uran-238, torium-232 och deras dotterprodukter, samt kalium-40), den egna kroppen (kalium-40). Ett visst bidrag kommer också från kosmisk strålning.

Anges i enheten sievert (Sv). SI-enheten är joule per kilo (J/kg). $0,2 \mu\text{Sv/h}$ motsvarar en stråldos av 1 mSv/år. För gammastrålning gäller sambandet $1 R = 0,01 \text{ Sv}$.

Toron = radon-220

Radioaktiv ädelgas som bildas vid sönderfall av radium-224. Toron har en halveringstid på 55 sekunder. Toron sönderfaller i torondöttrar.

Radon- och torondöttrar

De radioaktiva ämnen som bildas när *radon-222* och *radon-220 (toron)* sönderfaller.

SPECIELL DEL

INLEDNING

Mellan åren 1975 och 2003 utfördes flygburna radiometriska mätningar över undersökningsområdet (Alingsås, Lerums, Bollebygds, Borås och Marks kommuner). Fram till och med 1994 gjordes mätningarna på 30 meters höjd och därefter på 60 meters höjd. Avståndet mellan profilerna är 200 meter. Mätpunkternas avstånd längs linjen är 18 meter, före 1994 var mätpunktavståndet 40 meter. Flygmätningarna följdes upp med strålnings- och radonmätningar på marken mellan 2003 och 2006.

Berggrundskarteringen av undersökningsområdet genomfördes under ledning av Lennart Samuelsson mellan 1969–1974, under ledning av Inger Lundqvist 1987–1991, under ledning av Stellan Ahlin 1974–1979 och under ledning av Lena Lundqvist 2004–2007. Jordartskarteringen genomfördes under ledning av Ernest Magnusson 1970–1973, Curt Fredén 1972–1975 och 1986–1991, under ledning av Arne Hilldén 1977–1981, under ledning av Tore Påsse 1977–1981 och under ledning av Mats Engdahl 2003–2006.

ARBETSMETODIK

Arbetet med radonundersökningen inleddes med en genomgång av befintlig geofysisk och geologisk information över undersökningsområdet. De väsentligaste uppgifterna är från berggrunds- och jordartskartor, samt från flygburna radiometriska mätningar (gammastrålningsmätningar). Med detta bakgrundsmaterial utarbetades ett fältarbetsprogram. SGUs uppföljning av de flygburna gammastrålningsmätningarna baseras i första hand på geologin och gammastrålningens intensitet, speciellt med hänsyn till urans sönderfallsserie. Avsikten med markmätningarna är att utröna olika jord- och bergarters radonrisk och med hjälp av de flygburna mätningarna få en mer yttäckande bild av radonriskerna inom undersökningsområdet.

Orienterande markmätningar utfördes med scintillometer (Scintrex BGS-3), som mäter den totala gammastrålningen. Detaljerade mätningar gjordes med en gammaspektrometer (Exploranium GR-320), som registrerar gammastrålningen från alla förekommande nuklider inom energiintervallet 0-3,2 Mev. Mätresultatet ger fördelningen av uran, torium och kalium. Radonhalten i jordluften mättes direkt med emanometer (Markus 10), samt med ROAC-markradondetektorer som mäter under 4-5 dygn.

Mätresultaten och mätpunkterna lagrades in i radiadatabasen vid SGU. Resultaten bearbetades och kopplades till den lokala geologin. Mätpunkterna redovisas på kartbilaga 1 och markytans radiumaktivitet på kartbilaga 2. Kartbilagorna har framställts av Åsa Lindh.

UNDERLAGSMATERIAL

Stora delar av undersökningsområdet täcks av moderna, detaljerade berggrundskartor. Inom Marks kommun (fältarbete har påbörjats 2007) och inom ett ca 7 km² stort område i den norra delen av Borås kommun saknas detaljerade berggrundskartor. Merparten av undersökningsområdet täcks av moderna, detaljerade jordartskartor, förutom den del av av Marks kommun som ligger på kartbladet Kinna SV. Inom detta område finns en mindre detaljerade, regional jordartsdatabas. Nedan redovisas underlagsinformationen som använts.

Jordartskartan Göteborg SO. SGU 1976. Ae 26. Skala 1:50 000.

Jordartskartan Göteborg NO. SGU 1979. Ae 40. Skala 1:50 000.

Jordartskartan Kungsbacka NO. SGU 1978. Ae 34. Skala 1:50 000.
 Jordartskartan Kungsbacka SO. SGU 1983. Ae 56. Skala 1:50 000.
 Jordartskartan Borås SO. SGU 1983. Ae 58. Skala 1:50 000.
 Jordartskartan Borås NO. SGU 1990. Ae 107. Skala 1:50 000.
 Jordartskartan Borås NV. SGU 1994. Ae 114. Skala 1:50 000.
 Jordartskartan Borås SV. SGU 2000. Ae 128. Skala 1:50 000.
 Jordartsdatabasen Alingsås kommun inom kartbladet Lidköping SV. SGU 2005.
 Jordartsdatabasen Marks och Borås kommuner inom kartbladet Kinna NO. SGU 2005.
 Jordartsdatabasen Kinna NV. SGU 2006.
 Jordartsdatabasen Marks kommun inom kartbladet Kinna SV. SGU 2007.
 Berggrundskartan Göteborg SO. SGU 1977. Af 117. Skala 1:50 000.
 Berggrundskartan Göteborg NO. SGU Af 136. Skala 1:50 000.
 Berggrundskartan Kungsbacka NO. SGU 1978. Af 124. Skala 1:50 000.
 Berggrundskartan Borås SV. SGU 1981. Af 130. Skala 1:50 000.
 Berggrundskartan Borås SO. SGU 1983. Af 143. Skala 1:50 000.
 Berggrundskartan Kungsbacka SO. SGU 1994. Af 187. Skala 1:50 000.
 Provisoriska berggrundskartan Borås. SGU 1987 Ba 41. Skala 1:250 000. Berggrunds-databasen Alingsås kommun inom kartbladet Lidköping SV. SGU 2007.
 Berggrunds-databasen Borås kommun inom kartbladen Kinna NV och Kinna NO. SGU 2007.
 Berggrunds-databasen Bollebygds kommun inom kartbladen Kinna NV SGU 2007
 Berggrunds-databasen Ale- och Alingsås kommuner inom kartbladet Borås NV. SGU 2007.
 Biokemiska kartan. SGU 1986.
 Geokemiska kartan SGU 2004.
 Flygradiometriska gammastrålningskartor. 1975 – 2003. Utdrag ur SGUs radiometriska databank.

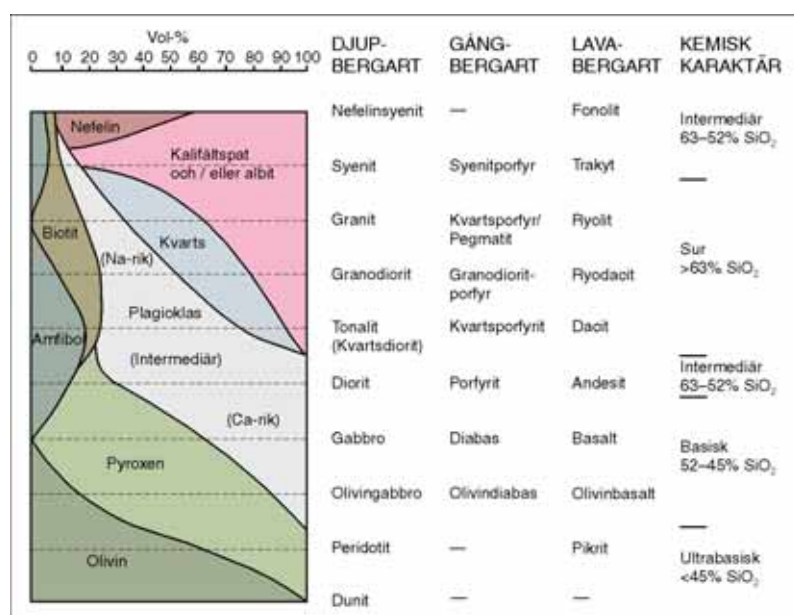
BERGGRUNDSGEOLOGI

Undersökningsområdets berggrundsgeologi

Berggrunden inom undersökningsområdet utgör en del av den sydvästsvenska gnejsregionen. En förenklad berggrundskarta över undersökningsområdet framgår av Bilaga 3. Beskrivningen av områdets berggrundsgeologi är en sammanställning av uppgifter hämtade från Samuelsson (1985), Wik m.fl. (2002), Andersson m.fl.(2007) och Lundqvist m.fl. (2007)

Kartområdet är mycket kraftigt påverkat av en omkring 0,97 miljarder år gammal kontinentkollision som medförde att jordskorpan förtjockades kraftigt, i vissa enheter till mer än dess dubbla tjocklek. Detta gör att områdets geologi kraftigt präglas av omvandlingar (metamorfos) under höga tryck och temperaturer och inte minst av omfattande rörelser i jordskorpan, då storskaliga blockförskjutningar förflyttade berggrunds-enheter ut ur sin ursprungliga geologiska miljö. Den mest framträdande rörelsezonen i området benämns Mylonitzonen. Denna zon, som utgör en av Nordeuropas största deformationszoner, går att följa från Varbergstrakten i söder till norska Eidsvoll i norr där den täcks av fjällberggrundens skollor. Inom undersökningsområdet går Mylonitzonen genom sjöarna Anten och Mjörn och söderut mellan Nedsjöarna och vidare söder ut till sjön Lygnern. Mylonitzonen utgörs av 1-3 km bred zon med kraftigt deformerad berggrund.

Berggrunden väster om Mylonitzonen tillhör en geologisk domän som består huvudsakligen av omvandlade 1,6 miljarder år gamla ytbergartssekvenser och ca 1,6–1,5 miljarder år gamla, granitliknande bergarter av huvudsakligen granodioritisk till tonalitisk sammansättning. Berggrunden öster om Mylonitzonen domineras av bandade, uppsmälta, kraftigt ådrade gnejser. Ursprungsbergarterna till de kraftigt uppsmälta gnejserna bedöms i huvudsak vara magmatiska djupbergarter av företrädesvis granitisk till granodioritisk sammansättning.



Figur 16. Bergartsschema för de magmatiska bergarterna (Loberg, 1993). Genom att följa en horisontell linje från bergartsbeteckningen genom diagrammet erhålles bergartens procentuella mineralsammansättning. Exempel: Bergarten granit består av ca 15% biotit, 15% plagioklas, 30% kvarts och 40% kalifältspat och/eller albit.

JORDARTSGEOLOGI

Undersökningsområdets jordartsgeologi

En förenklad jordartskarta över undersökningsområdet framgår av Bilaga 4

Lera

Inom undersökningsområdet förekommer inte lera i någon större omfattning p.g.a. att större delen av området ligger ovanför högsta kustlinjen. Under isavsmältningen spreds isälvarnas finkorniga lerpartiklar i havet utanför tunnelmynningarna. I sött vatten höll sig lerpartiklarna länge svävande och lersedimentationen skedde långsamt. I salt vatten flockades lerpartiklarna samman till aggregat och sjönk snabbt till botten.

Lerorna indelas i olika grupper, dels genom bildningsätt, dels genom kornstorlek. De äldsta lerorna utgörs av glaciala leror och de yngre lerorna utgörs av postglacial fin- och grovlera, som bildats i samband med svallning och omlagring av glacial lera. Lera är vanligt förekommande i Lärjeåns och Säveåns dalgångar i Lerums och Alingsås kommuner. I Melbyåns dalgång i Alingsås kommun och i Storåns, Häggåns och Viskans dalgång i Marks kommun.

Svallsediment

Svallsedimenten utgörs av sand, grus eller klapper som bildats genom vågornas bearbetning av jordlagren i strandzonen. Dessa jordarter förekommer därför endast under högsta kustlinjen. Huvuddelen av svallsedimenten underlagras av glacial lera. Finsand och sand är de vanligaste svallsedimenten inom området och svallgrus är sällsynt förekommande. De största mäktigheterna av svallsediment finns oftast i anslutning till isälvsavlagringarna. Även svallsedimenten har störst utbredning i de stora dalgångarna. I Storåns dalgång i Bollebygds kommun täcks stora delar av dalbotten med svallsand

Isälvsediment

Isälvsediment bildas av material som transporterats och sorterats av inlandsisens smältvatten. Sorteringen ägde rum när isälvarnas vatten närmade sig iskanten och strömhastigheten minskade. Det finaste materialet fördes vidare, medan sand, grus sedimenterade och bildade t.ex. rullstensåsar, deltan och dalfyllnader. De största isälvsavlagringarna inom Lerums kommun utgörs av Östads-, Gråbo-, Skallsjö- och Lensjödeltana.

Inom Alingsås kommun finns ett större isälvsdelta, huvudsakligen uppbyggt av sand vid Upplo. I Mellbyåns dalgång ligger tre isälvsavlagringar väster om ån. Alla tre är markanta inslag i landskapsbilden. Väster om Brobacka ligger det s.k. Jutåsdeltat invid den branta västra dalsidan.

Inom Borås kommun uppträder isälvsavlagringar huvudsakligen i fyra stråk och delvis som åsar. De två största stråken är lokaliserade till Viskans dalgång och Toarpsdalen. Ett mindre stråk med isälvsavlagringar förekommer i Häggåns dalgång. Det fjärde stråket är ett bistråk till Viskadalens avlagringar och är lokaliserat till dalgången mellan Mollaryd och Bredared. Isälvsedimenten är sannolikt avsatta i tunnlar eller sprickor vid isfronten och innehåller oftast grova sediment.

Inom Bollebygds kommun förekommer isälvsediment främst i Söråns och Storåns dalgångar. I Söråns dalgång och i stora delar av Storåns dalgång består isälvsedimenten främst av sand och finsand. I området mellan Västra Nedsjön och Ömmern har terrassliknande åsar avlagrats på ömse sidor av dalgången. Dessa avlagringar domineras av grovt grus. Vid Töllsjö uppträder ett utbrett isälvsdelta uppbyggt av sand och grus.

Inom Marks kommun finns större isälvsavlagringar i Kinna, Hyssna, Haby och Öxnevalla. Den största isälvsavlagringen inom kommunen utgörs av Örbydeltat, som till stora delar består av sand.

Morän

Morän avsätts direkt i anslutning till glaciäris. Bergfragment som brutits loss blandas med äldre jordarter och förs fram av isen. När isen släpper sin last blir resultatet en sorterad massa, som innehåller alla kornstorlekar från ler till block. Morän förkommer främst som ett tunt eller osammanhängande jordlager på berg i Alingsås, Bollebygds och Lerums kommuner. I Alingsås kommun finns morän med större mäktighet på västsidan av sjön Anten och i Långared och Ödenäs i form av drumlinier (i inlandsisens rörelseriktning utsträckt elliptisk rygg, huvudsakligen uppbyggd av morän). I östra delen av Lerums kommun finns områden där moräntäcket är mäktigare och mer sammanhängande. I Bollebygds kommun finns ett större område med mäktigare morän mellan Östra Nedsjön och Töllsjön och utmed dalsidorna längs Storån. I Borås kommun existerar områden med mäktigare morän framförallt den östra kommundelen. I Marks kommun finns få områden med mäktig morän och då i form av drumlinier bl. a. i Fotskäl.

RESULTAT AV FÄLTUNDERSÖKNINGARNA

Markuppföljning av de flygburna gammastrålningsmätningarna utfördes under somrarna 2004-2006 av Sven Erik Sundevall. I samband med den berggrundsgeologiska undersökningen av de västra

delarna av Alingsås kommun har Ildiko Antal Lundin genomfört gammaspektrometermätningar sommaren 2004. Ett stort antal spektrometermätningar har utförts av Mehrdad Bastani och Hossein Shomali i samband med framtagandet av bergkvalitetskartor över Bollebygds och Borås kommuner under sommaren 2004.

Totalt har ca 820 platser besökts inom undersökningsområdet (tabellerna 8–17 och bilaga 1). Av dessa mätningar har ca 480 gjorts på berggrunden och ca 340 i jordarter. På varje berghäll har 2–5 mätningar genomförts med gammaspektrometern. Målet har varit att få en bild av strålningssituationen kopplad till geologin. Dessutom har de högstrålande områden som påvisats vid flygmätningar (bilaga 2) följts upp med markmätningar. Spektrometermätningar har utförts för att erhålla en så differentierad bild av strålningssituationen som möjligt. I samband med markradonundersökningen har flera olika mätmetoder använts. Strålning har mätts med scintillometer och gammaspektrometer främst på berggrunden. Markradonhalten i jordluft har mätts med ROAC- och emanometermetoderna.

Scintillationsinstrument var av typ BGS-3 tillverkat av Scintrex. Instrumentet kallas också för gammamätare. Den använda mätenheten är $\mu\text{Sv/h}$ (mikrosivert per timma). Tidigare användes mätenheten $\mu\text{R/h}$ (mikroröntgen per timma). Mätnoggrannheten för instrumentet är 0,01–0,03 $\mu\text{Sv/h}$ (1–3 $\mu\text{R/h}$). Gammaspektrometern var av typen Exploranium GR-320, som bestämmer markens halter av radium, torium och den radioaktiva isotopen av kalium (K-40).

Emanometermätningar har utförts med ett halvledarinstrument (Markus 10). Mätningar av radonhalt i jordluft mättes i jordarter med så hög porositet att en tillräcklig volym luft kunde sugas upp för mätningarna, dvs. i isälvsmaterial, svallsand och moräner.

För att få en uppfattning om jordlagrens radioaktivitet gjordes även spektrometermätningar i ca 50 cm djupa, grävda gropar i samband med att radonmätningarna i jordluften genomfördes. I Alingsås, Lerums, Bollebygds och Borås kommuner har oftast två markusmätningar utförts på varje mätplats. I Marks kommun har två markusinstrument använts och fyra mätningar har vanligtvis utförts på varje mätplats.

Mätningar i Alingsås kommun

Berggrundsmätningar

I västra delen av kommunen domineras berggrunden av granitiska till granodioritiska ådergnejser. I den centrala och östra delen av kommunen domineras av gnejser med ett magmatiskt ursprung (ortognejs) som har en granitisk till kvartsmonzodioritisk sammansättning. Pegmatit är en vanlig bergart och uppträder som ådror och gångar, men även större massiv i storleksordning ett hundratal meter förekommer också. Spektrometermätningar har utförts på 99 punkter på berggrunden inom kommunen och mätningarna för de olika bergarterna redovisas i tabell 10.

Uranhalten i gnejserna är låg och varierar vanligtvis mellan 1–4 ppm U, vilket motsvarar radiumaktivitet mellan 12 och 49 Bq/kg Ra. Enstaka mätningar påvisar uranhalter upp till 13,6 ppm U (168 Bq/kg Ra). Toriumhalten i gnejserna är normal till hög, 1,6 till 63,5 ppm Th, (6–258 Bq/kg Th). De högsta uranhalterna är uppmätta på pegmatiter. Vanligtvis varierar pegmatiternas uranhalt mellan 15 och 30 ppm U (185–370 Bq/kg Ra). Det förekommer även extremt lågstrålande pegmatiter som innehåller 0–1 ppm U. Den högsta uranhalten är uppmätt på en liten yta med granitiskt sammansättning, 175 ppm U, vilket motsvarar en radiumaktivitet på 2165 Bq/kg.



Fig 17. Ådrad, intensivt veckad ögongnejs från Mylonitzonen 2,5 km SSV Genevad, Alingsås kommun. Foto: Fredrik Hellström.

Mätningar i jord

Resultaten av spektrometermätningar och markradonhalter i olika jordarter redovisas i tabell 15. Radium- respektiv toriumaktiviteten i de olika jordarterna är överlag låga, 1–14 Bq/kg Ra och 16–47 Bq/kg Th. Radonhalten i jordluften har mätts i 38 punkter med en emanometer och i 5 punkter med ROAC-metoden. Markradonhalterna är i allmänhet normala med några få undantag och varierar mellan 9 och 85 kBq/m³. De högsta halterna har uppmätts i finsand vid Långared (73 och 85 kBq/m³). Ytterligare två mätningar inom kommunen överstiger 50 kBq/m³. En i isälvsand vid Upplo (51 kBq/m³) och en i morän vid Degebo (85 kBq/m³).

Mätningar i Borås kommun

Berggrundsmätningar

Berggrunden inom kommunen domineras av bandade, uppsmälta, kraftigt ådrade gnejser. Ursprungsbergarter till de kraftigt uppsmälta gnejserna bedöms huvudsakligen vara magmatiska djupbergarter av företrädesvis granitisk till granodioritisk sammansättning. Det förekommer även röda till rödgrå graniter. Spektrometermätningar har utförts på 141 punkter på berggrunden inom kommunen och mätningarna för de olika bergarterna redovisas i tabell 11.



Fig 18. Röd granit, Östersjön, Borås kommun. Foto: Sven Erik Sundevall.

Uranhalten i gnejserna är låg och varierar vanligtvis mellan 1 och 3 ppm U, vilket motsvarar radiumaktivitet mellan 12 och 37 Bq/kg Ra. Toriumhalten i gnejserna är låg till normal, 3 till 42 ppm Th (12–171 Bq/kg Th). Uranhalten i graniterna är i allmänhet något högre än i gnejserna, 1–4 ppm U (12–49 Bq/kg Ra). Fläckvis förekommer uranhalt på drygt 41 ppm U (511 Bq/kg Ra). Toriumhalten i graniterna är oftast normal men det förekommer även enstaka mätningar med höga toriumhalter 4–53 ppm Th, (15–214 Bq/kg Th).



Fig 19. Kraftigt deformerad granodioritisk ådergnejs 2 km SV Målsryd Borås kommun. Foto: Lena Lundqvist.

Mätningar i jord

Resultaten av spektromettermätningar och markradonhalter i olika jordarter redovisas i tabell 16. Radiumaktiviteten i de olika jordarterna är låga till något förhöjda, 10–73 Bq/kg Ra. Radonhalten i jordluften har mätts i 104 punkter med en emanometer och i 9 punkter med ROAC-metoden. Markradonhalterna är normala till höga och varierar mellan 10 och 142 kBq/m³. De förhöjda markradonhalterna beror sannolikt på att jordarterna innehåller fragment av den radioaktiva alunskiffern, som har sitt ursprung från västgötabergen. En analys av ett jordprov vid Kråkered påvisar att isälvsedimentet inrymde 1,6 % alunskiffer och ett annat jordprov 2 km söder om Kråkered innehöll 0,3 % alunskiffer. Förhöjda markradonhalter förekommer inom hela kommunen men i störst utsträckning i den östra kommundelen. Det är lika vanligt med förhöjda markradonhalter i morän som i isälvsmaterial.

Mätningar i Bollebygds kommun

Berggrundsmätningar

Berggrunden inom kommunen domineras av bandade, uppsmälta, kraftigt ådrade gnejser. Ursprungsbergarter till de kraftigt uppsmälta gnejserna bedöms huvudsakligen vara magmatiska djupbergarter av företrädesvis granitisk till granodioritisk sammansättning. Spektromettermätningar har utförts på 66 punkter på berggrunden inom kommunen och mätningarna för de olika bergarterna redovisas i tabell 12.

Uranhalten i gnejserna är låg och varierar mellan 0,1 och 2,8 ppm U, vilket motsvarar radiumaktivitet mellan 1 och 34 Bq/kg Ra. Toriumhalten i gnejserna är normal, 1,2 till 16 ppm Th, (5–65 Bq/kg Th).

Mätningar i jord

Resultaten av spektrometermätningar och markradonhalter i olika jordarter redovisas i tabell 17. Radiumaktiviteten i de olika jordarterna är låga, 17–28 Bq/kg Ra. Radonhalten i jordluften har mätts i 22 punkter med en emanometer. Markradonhalterna är normala till förhöjda och varierar mellan 5 och 77 kBq/m³. De högsta halterna har uppmätts i isälvsmaterial i Töllsjö

Mätningar i Lerums kommun

Berggrundsmätningar

Berggrunden inom Lerums kommun uppvisar betydligt större variation än de övrigt beskrivna kommunerna. De äldsta bergarterna utgörs av ytbergartsgnejser. I samband med ytbergartsgnejserna uppträder ofta band med ögongnejser. Inom Lerums kommun är det rätt så vanligt med basiska till ultrabasiska intrusivbergarter som metagabbro och metabasit. Samtidigt som ytbergarterna veckades inträngdes stora volymer med granitisk till tonalitisk magma.



Fig 20. Ögonförande granit i Lerum. Foto: Sven Erik Sundevall.

Uranhalten i gnejserna är låg till normal och varierar mellan 0,6 och 10,1 ppm U, vilket motsvarar radiumaktivitet mellan 7 och 124 Bq/kg Ra. Toriumhalten i gnejserna är normal till något förhöjd och varierar mellan 6 och 35 ppm Th (24–143 Bq/kg Th). Uranhalten i graniterna är låga 0,7–1,5 ppm U (9–19 Bq/kg Ra) och toriumhalten är normala 13,3–26,7 ppm Th (54–108 Bq/kg Th). Mycket höga uranhalter har uppmätts i pegmatiter i Sjövik 12,2–96,6 ppm U (151–1193 Bq/kg Ra). Toriumhalten i pegmatiterna är normala 5,2–11,5 ppm Th (21–47 Bq/kg Th).



Fig 21. Röd pegmatit i Sjövik, Lerums kommun. Foto: Sven Erik Sundevall.

Under efterföljande perioder av höggradig omvandling har den ursprungliga massformigheten ersatts med gnejsig eller stänglig struktur. Under en sannolikt senare period inträngde en enhetlig granitisk magma i Lerumstrakten. Denna magma kristalliserades till ögonförande granit. I samband med förgnejsningen utbildades även ådror och gångar av pegmatit. Samuelsson (1978). Spektrometermätningar har utförts på 66 punkter inom kommunen och mätningarna för de olika bergarterna redovisas i tabell 13.

Mätningar i jord

Resultaten av spektrometermätningar och markradonhalter i olika jordarter redovisas i tabell 18. Radiumaktiviteten i de olika jordarterna är låga, 12–31 Bq/kg Ra. Radonhalten i jordluften har mätts i 21 punkter med en emanometer. Markradonhalterna är låga till normala och varierar mellan 8 och 45 kBq/m³.

Mätningar i Marks kommun

Berggrundsmätningar

Berggrunden inom kommunen domineras av bandade, uppsmälta, kraftigt ådrade gnejser. Ursprungsbergarter till de kraftigt uppsmälta gnejserna bedöms huvudsakligen vara magmatiska djupbergarter av företrädesvis granitisk till granodioritisk sammansättning. Det förekommer även röda till rödgrå graniter. I Lygnernområdet uppträder finkorniga, bandade ytbergarts gnejser. Sammansättningen i dessa gnejser växlar mellan ljusa och mörka skikt. Dessa gnejser uppträder ofta tillsammans med grovporfyrisk ögongnejs. Söder om Lygnern uppträder en röd ögonförande granit, sk. Ra-granit, som karakteriseras av markant högre gammastrålning än omgivande bergarter. Gammastrålningen från RA-graniten är inte lika hög inom Marks kommun, som i ett västligt stråk som bl.a. sträcker sig genom Mölndals kommun Samuelsson (1982). Spektrometermätningar har utförts på 46 punkter på berggrunden inom kommunen och mätningarna för de olika bergarterna redovisas i tabell 14.



Fig 22. Ögonförande granit i Horred, Marks kommun. Foto Sven Erik Sundevall.

Uranhalten i gnejserna är låg och varierar mellan 0 och 4,9 ppm U, vilket motsvarar radiumaktivitet mellan 0 och 61 Bq/kg Ra. Toriumhalten i gnejserna är låg till normal och varierar mellan 3,4 och 21,5 ppm Th (14–87 Bq/kg Th). Uranhalten i graniterna är låga till förhöjda 0,1–15 ppm U, (1–179 Bq/kg Ra) och toriumhalten är förhöjda 17,4–48,8 ppm Th (71–198 Bq/kg Th).

Mätningar i jord

Resultaten av spektrometermätningar och markradonhalter i olika jordarter redovisas i tabell 19. Radiumaktiviteten i de olika jordarterna är i allmänhet låga till normala 10–30 Bq/kg Ra. I några fåtal punkter har högre radiumaktivitet konstaterats. Den högsta radiumaktiviteten har uppmätts i Kinna (260 Bq/kg). Radonhalten i jordluften har mätts i 157 punkter med en emanometer och i 7 punkter med ROAC-metoden. Markradonhalterna är låga till höga och varierar mellan 6 och 206 kBq/m³. De förhöjda markradonhalterna beror sannolikt på att jordarterna innehåller fragment av radioaktiv alunskiffer. Förhöjda markradonhalter förekommer i störst utsträckning i den centrala och norra kommundelen.



Figur 23. Markradonmätning med markusinstrument och gammadetektor vid Björketorp Marks kommun. Foto: Sven Erik Sundevall.

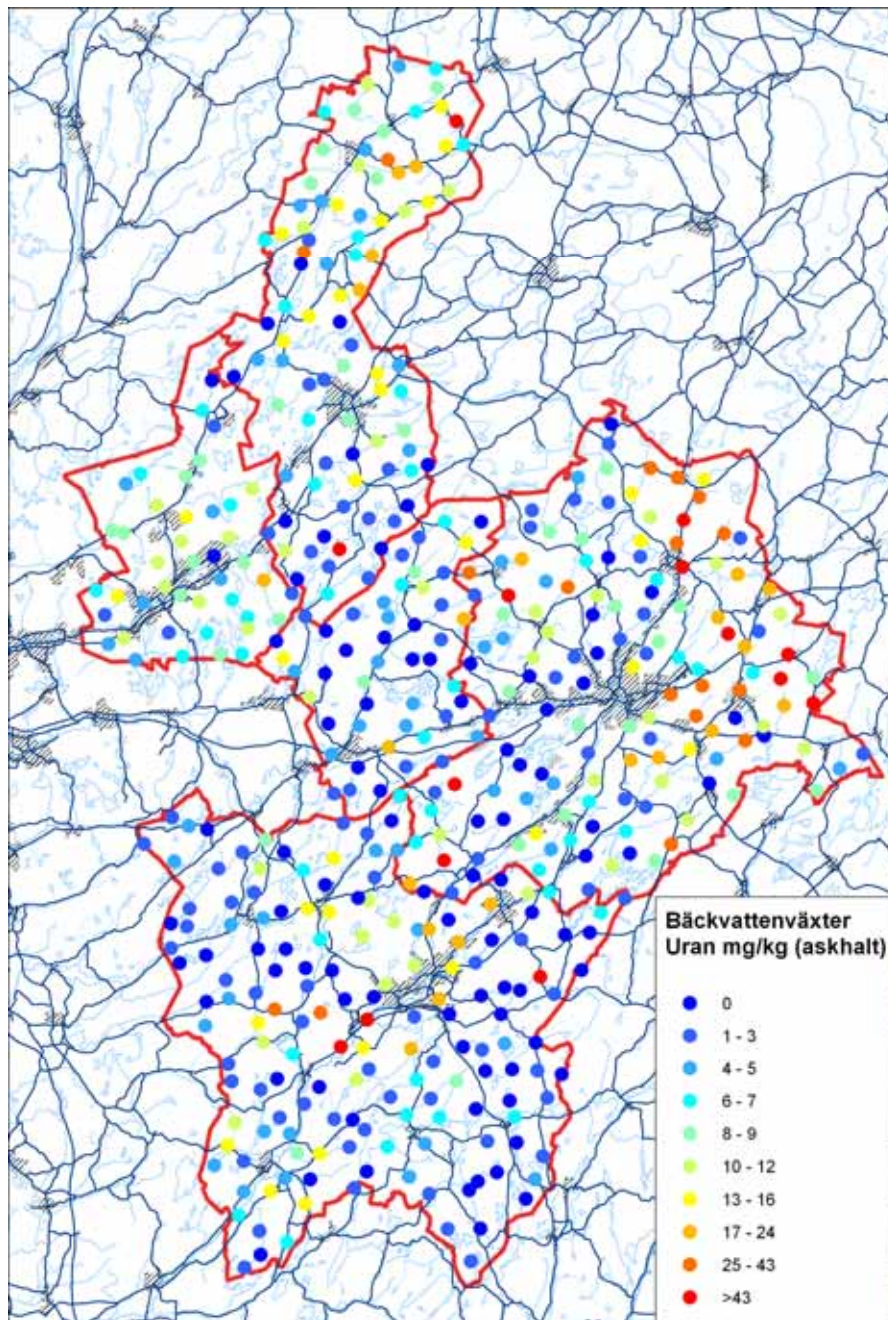
GEOKEMISKA UNDERSÖKNINGAR

Uranhalten i mark, berg och vatten kan mätas med kemiska analysmetoder och med geofysiska metoder. Mätningar direkt på berghäll och analys av moränprover är de metoder som enbart ger de naturliga uranhalterna. Med övriga metoder kan man även fånga upp antropogena effekter. Vid SGU används markgeokemiska och geofysiska metoder för att kartlägga uranhalter i den ytliga berggrunden, morän och sediment och biogeokemiska metoder för uran i rinnande vatten.

Uran i bäckvattenväxter

Metaller, som av olika orsaker frigörs och tillförs miljön, kommer så småningom, via yt- och grundvattenavrinning, att nå vattendragen. Genom att samla in och analysera växter som lever i anslutning till dessa vattendrag, får man uppfattning om vilka metaller som tillförts vattendraget. Det har visat sig att vissa arter av vattenlevande mossor och en del örtrötter t.ex. starrötter, bäst avspeglar mängden metaller som finns i vattnet.

Kartan (figur 24), som visar uranhalt i bäckvattenväxter, är baserad på geokemisk information som insamlats 1986. Förhöjda uranhalter uppträder främst i östra delen av Borås kommun och i mindre utsträckning delar av Marks och Alingsås kommuner. De förhöjda halterna av uran beror sannolikt på att i den omgivande marken förekommer fragment av den uranrika alunskiffern.

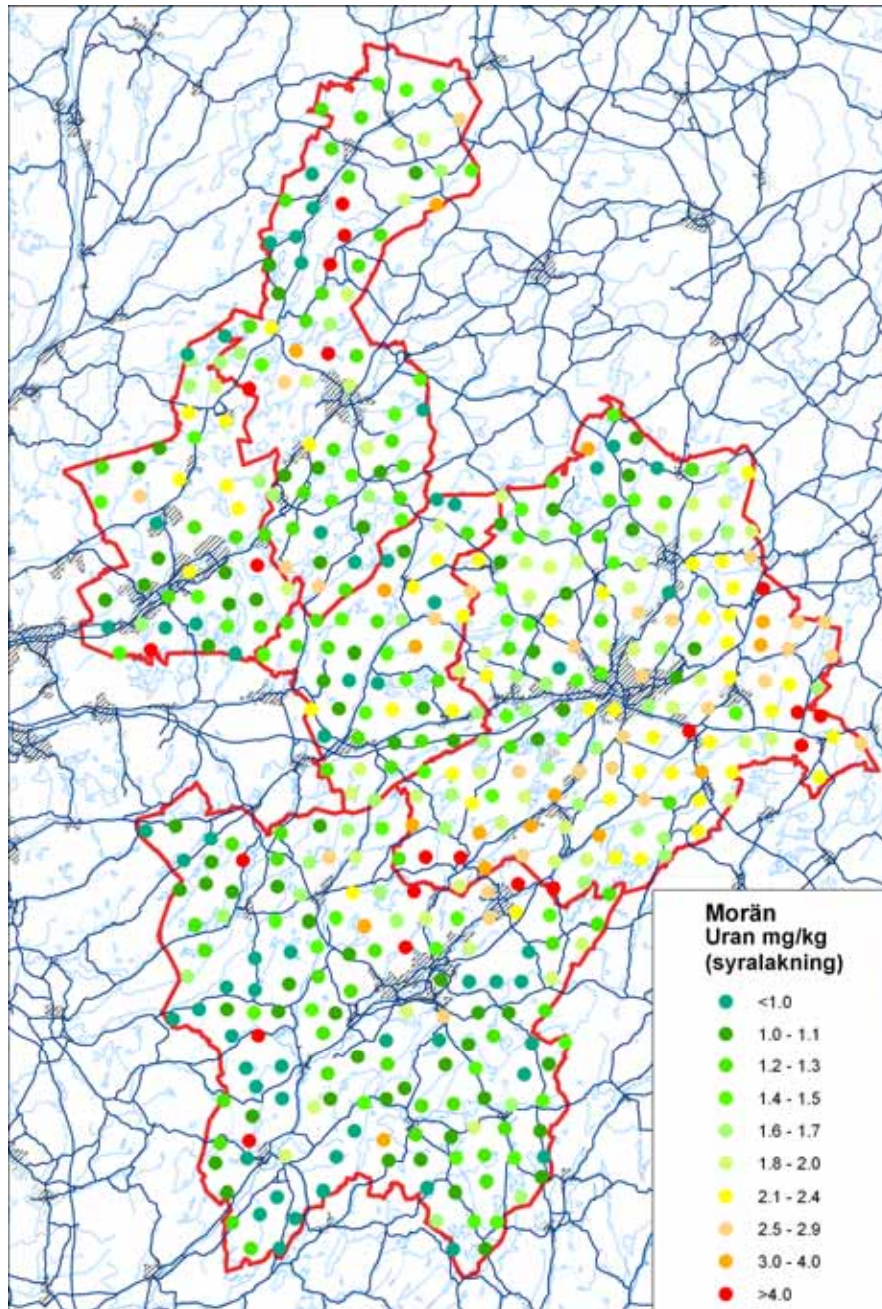


Figur 24. Uranhalter i bäckvattenväxter.

Uran i morän

SGU samlar in moränprover som skall vara representativa för regionen och om möjligt tillhöra typen sandig eller sandig-siltig. Ca 15 prover insamlas per kvadratmil. Provet, som uppgår till ca 0,8 kg, tas en bit ner i C-horisonten (normalt 0,7-1,2 meter).

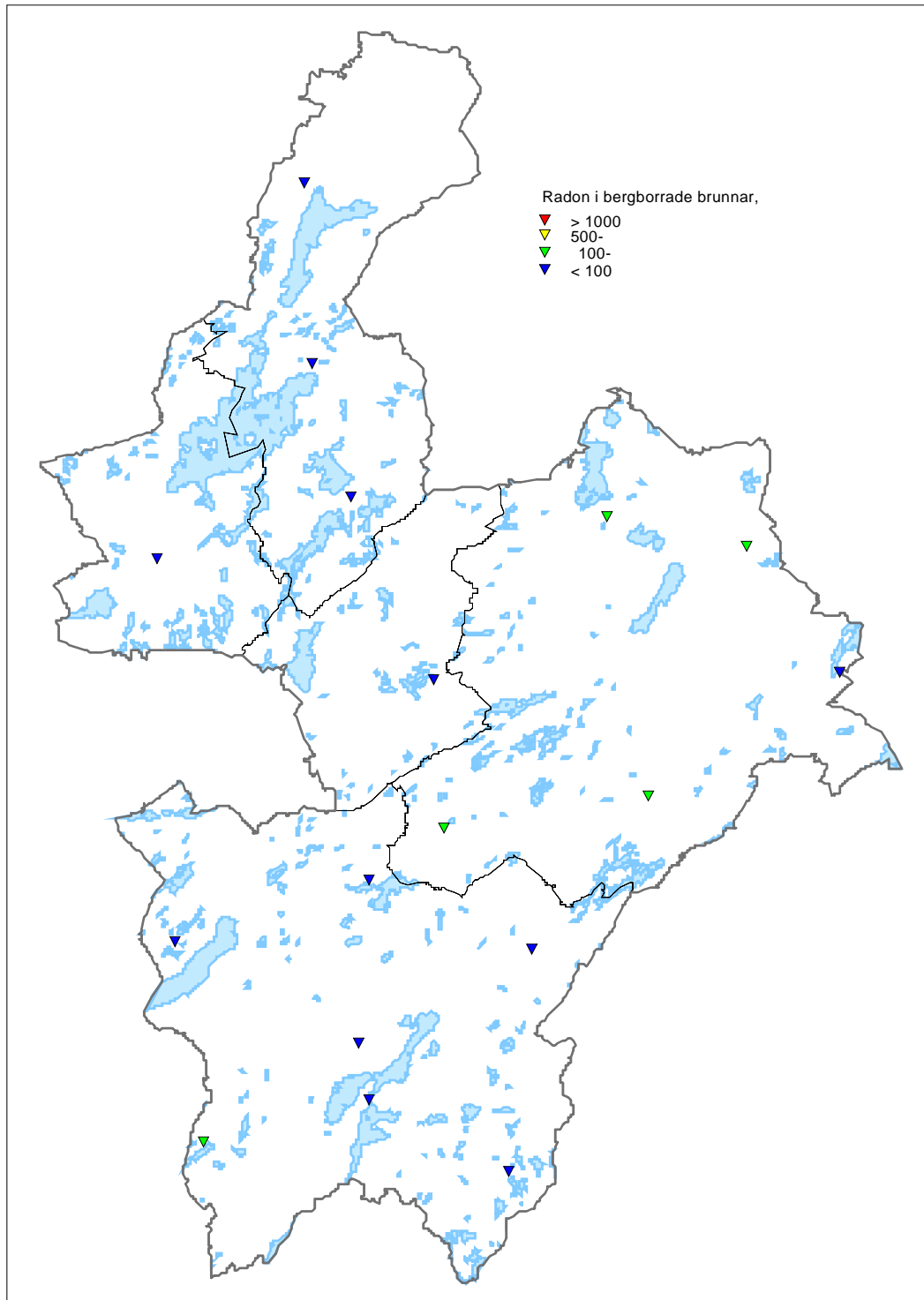
Insamlingen genomfördes år 2000. Förhöjda uranhalter finns i moränprover i den nordöstra delen av Marks kommun och i den östra delen av Borås kommun, vilket avspeglar förekomst av alunskifferfragment i moränen (figur 25).



Figur 25. Uranhalter i moränprover.

RADON I GRUNDVATTEN

Uppgifter om radon i grundvatten inom undersökningsområdet kommer från SGUs brunnarkiv (figur 26).



Figur 26. Radonhalter i bergborrade brunnar, uppgifter från SGUs brunnarkiv.

Endast 17 brunnar med uppgifter om radon i grundvatten finns i SGU:s brunnarkiv. Underlaget är för litet för att kunna se något samband mellan höga radonhalter och berggrund med förhöjd uranhalt.

BEDÖMNING AV MARKRADONRISKER

Både mark- och flygmätningarna visar att radiumaktiviteten i berggrunden varierar stort inom undersökningsområdet. Förhöjd radiumaktivitet finns i områden med berggrund bestående av pegmatit, RA-granit och i granit.

Högriskområden

Berg

Med utgångspunkt från flygmätningar och uppföljande markmätningar har ett antal områden klassats som högriskområden. Det är den radioaktiva berggrunden som kan orsaka radonproblem inomhus. Dessa högriskområden finns i första hand där berggrunden består av pegmatit. För att berggrunden skall klassas som högriskområden skall radiumaktiviteten överstiga **100 Bq/kg**.

Inom undersökningsområdet förekommer relativt få områden med berg, som klassas som högriskområden. De högsta radiumaktiviteterna har uppmätts på pegmatiter i Sjöviksområdet i Lerums kommun, även de flesta områden med pegmatit i Alingsås kommun klassas som högriskområden. Mindre bergsområden med granit nordväst om Seglora och söder om Sjövik i Borås kommun klassas som högriskområde.

Jord

Merparten av mätningarna med höga markradonhalter är uppmätta i Borås och Marks kommuner. Det är svårt att göra en avgränsning mellan hög- och normalriskområden i dessa kommuner. De flesta mätningarna med höga markradonhalter har uppmätts i den östra delen av Borås kommun och i den centrala och norra delen av Marks kommun. Det är lika vanligt med höga markradonhalter i isälvsmaterial som i morän. Även isälvsavlagringen i Töllsjö i Bollebygds kommun klassas som högriskområde.

Områden med lokala förekomster av högradonmark

Inom områden med RA-granit i Marks kommun förekommer områden med förhöjd radiumaktivitet, därför klassas denna granitkropp som ett område med lokala förekomster av högradonmark.

Normalriskområden

Största delen av undersökningsområdet bör klassas som normalriskområde. Radioaktiviteten från berg- och jordarter inom dessa områden är normal. Det bör dock observeras att enstaka mindre områden med högradon- och/eller lågradonmark kan ingå. Gnejsberggrunden klassas som normalriskområde. Alla områden med jord, förutom de tidigare nämnda högriskområdena och områden med silt och lera, klassas som normalriskområde.

Lågriskområden

Områden med finsediment (lera och silt) med en mäktighet större än 2 m bör klassas som lågriskområden. Små områden och områden som bedömts ha mindre mäktighet än 2 m ingår i de övriga riskområdena. Mindre områden med normalriskmark kan förekomma. Lerorna har ibland förhöjd strålning, men ur radonsynpunkt utgör de normalt sett inte någon radonrisk på grund av deras höga vattenhalt och täthet som försvårar transporten av radongas. Om grundvattenförhållandena förändras så att leran torkar upp och spricker sönder kan dock radongastransporten förändras, så att även leror kan innebära ett problem. Berggrund med hög andel mörka mineraler som metamafit, metadiorit, och metagabbro klassas som lågriskområden.

REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATTA UNDERSÖKNINGAR

Nybyggnadsområden

Om byggnation skall ske inom högriskområden bör detaljerade markradonundersökningar alltid göras. Även vid normalriskområden rekommenderas en översiktlig besiktning av markförhållandena för en bedömning av radonrisken.

Undersökning bör inledas med en översiktlig kontroll av gammastrålningen och de geologiska förhållandena över hela planområdet. Den lokala variationen för olika berg- och jordarter noteras. Marken indelas i hög-, normal- och lågradonmark. Vid förhöjd gammastrålning bör radiumaktivitet och eventuellt markradonhalt bestämmas. Med hänsyn till markradonförhållandena bestäms bebyggelsens lokalisering, grundläggning och utformning. Om hus lokaliseras till högradonmark bör mätning göras i husets läge.

Inför byggande av enskilt hus bör det räcka med kontroll av marken där huset skall byggas. Undersökningen bör omfatta mätning av gammastrålning och bestämning av de geologiska förhållandena. Alternativt kan man välja ett radonsäkert byggande redan från början.

Spårning av bostäder med höga radonhalter

För den fortsatta spårningen av befintliga bostäder med höga radonhalter rekommenderas följande prioritering.

1. Radonmätningar i hus grundlagda direkt på berg eller på sprängstensfyllning i områden med pegmatit.
2. Radonmätningar i hus som är byggda på isälvsmaterial och morän först och främst i Borås och Marks kommuner och framförallt då husens grundkonstruktion medför att de är särskilt otäta mot marken, t.ex. jordgolv i en del av källaren, har stora hål kring rörgenomföringar, stora eller många sprickor i bottenplattorna.
3. Radonmätningar i skolor och förskolor som hitintills inte är mätta.
4. Radonmätningar i hus grundlagda direkt på berg eller på sprängstensfyllning i områden med RA-granit
5. Radonmätningar i de blåbetonghus som hitintills inte är mätta.
6. Radonmätningar i hus, som är grundlagda på stora lager av sprängsten (speciellt suterränghus och hus med källare).
7. Radonmätningar i övriga småhus och villor i mån av resurser. Det finns dock ingen anledning att mäta i hus, som är grundlagda på berg med särskilt låg uranhalt, eller hus med sådan konstruktion att de ej har markkontakt, t.ex. hus på plintar.

Dessutom bör radonmätningar göras på dricksvattnet från bergborrade brunnar, framförallt i pegmatit- och RA-granitområden.

LITTERATURFÖRTECKNING

Ahlin, S., 1981: Berggrundskartan Borås SV. SGU Af 130. Skala 1:50 000.

Ahlin, S., 1983: Berggrundskartan Borås SO. SGU Af 143. Skala 1:50 000.

Andersson, J., Antal Lundin, I., Lundqvist L. & Söderlund, U., 2007: Beskrivning till berggrundskartan i södra Härryda och Bollebygds kommuner.

Arbetsmiljöverket. Radon - en hälsorisk på arbetsplatser. Broschyr, 4 s.
http://www.av.se/dokument/publikationer/adi/adi_486.pdf

Clavensjö, B. & Åkerblom, G., 1992: Radonhandboken. BFR, Stockholm.

EC, 1999: Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials, Radiation Protection 112, European Commission, Directorate – General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, 16 s.

Ek, B-M., 1987: Flygburna strålningsmätningar som ett hjälpmedel vid torv- och våtmarksinventeringar. – SGU BRAP 87005.

Ek, B-M., 1997: Markradonundersökningar i Motala kommun. Uppdragsrapport Dnr 08-603/96.

Ek, B-M., 2003: Radon, radium och uran i brunnsvatten. FoU-seminarium vid SGU 11-12 mars 2003.

Ek, B.-M., Thunholm, B. och Östergren, I. (2007), Naturligt radioaktiva ämnen, uran och andra metaller i dricksvatten – och tidsmässiga variationer. I: FoU-seminarium vid SGU 6-7 mars 2007. Sveriges Geologiska Undersökning, SGU-Rapport 2007:3.

Engdahl, M., 2004: Jordartsdatabasen Alingsås kommun inom kartbladet Lidköping SV.

Engdahl, M., 2005: Jordartsdatabasen Borås, och Marks kommun inom kartbladet Kinna NO.

Engdahl, M., 2006: Jordartsdatabasen Kinna NV.

Falk, R. och Söderman, A.-L. (2005). Analys av sammanslagna individuella data från 13 studier - Radon inomhus och riskerna för lungcancer. Strålskyddsnytt nr 1, 2005, 12-13.

Fredén, C., 1979: Jordartskartan Göteborg NO. SGU Ae 40. Skala 1:50 000.

Fredén, C., 1978: Jordartskartan Kungsbacka NO. SGU Ae 34. Skala 1:50 000.

Fredén, C., 1994: Jordartskartan Borås NV. SGU Ae 114. Skala 1:50 000.

Fredén, C., 1990: Jordartskartan Borås NO. SGU Ae 107. Skala 1:50 000.

Hilldén, A., 1983: Jordartskartan Borås SO. SGU Ae 58. Skala 1:50 000.

Kulich, J., Möre, H. & Swedjemark, G.A., 1988: Radon och radium i hushållsvatten. SSI-rapport 88:11.

Kurttio P., Auvinen A., Salonen L., Saha H., Pekkanen J., Makelainen I., Vaisanen S.B., Penttila I.M., Komulainen H. (2002). Renal effects of uranium in drinking water. *Environmental Health Perspectives* 110: 337-342.

Lindén, A. H., 1997: Utvärdering av radonavskiljare. Effekt på radon i dricksvatten från bergborrhållade brunnar. SSI Rapport 97:01.

Lindmark, A. & Rosén, B., 1984: Radon i jord. – SGI Rapport No 24.

Loberg, B., 1993: Geologi.

Lundqvist, I., 1994: Berggrundskartan Kungsbacka SO. SGU Af 187. Skala 1:50 000.

Lundqvist, L., 2007: Berggrunds databasen Alingsås kommun inom kartbladen Borås NV och Lidköping SV. Skala 1:50 000.

Lundqvist, L., 2007: Berggrunds databasen Borås kommun inom kartbladen Kinna NV och Kinna NO.

Lundqvist, L., Antal Lundin, I. & Bergström, U., 2007: Kortfattad beskrivning till berggrundskartan över södra delarna av Borås kommun.

Lundqvist, L., Bergström, U., Hellström, F. & Antal Lundin, I, 2007: Kortfattad beskrivning till berggrundskartan över Alingsås kommun

Magnusson, E., 1976: Jordartskartan Göteborg SO. SGU Ae 26. Skala 1:50 000.

Pershagen, G., Axelson, O., Clavensjö, B., Damberg, L., Desai, G., Enflo, A., Lagarde, F., Mellander, H., Svartengren, M., Swedjemark G.A. & Åkerblom, G., 1993: Radon i bostäder och lungcancer – en landsomfattande epidemiologisk undersökning. – IMM-rapport 2/93.

Påsse, T., 1983: Jordartskartan Kungsbacka SO. SGU Ae 56. Skala 1:50 000.

Påsse, T., 2000: Jordartskartan Borås SV. SGU Ae 128. Skala 1:50 000.

Rosén, B & Åkerblom, G., 1989: Markradon. Riktlinjer för markradonundersökningar. Statens råd för byggforskning T20:1989.

Rosén, B., Ek, B-M., Ek, J. & Mattson, H., 1997: Radon i bostäder – Markradonhaltens betydelse för riskklassificering. SGU R&M 93.

Samuelsson, L., 1977: Berggrundskartan Göteborg SO. SGU Af 117. Skala 1:50 000.

Samuelsson, L., 1978: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg SO. SGU Af 117.

Samuelsson, L., 1982: Berggrundskartan Göteborg NO. SGU Af 136. Skala 1:50 000.

Samuelsson, L., 1982: Berggrundskartan Kungsbacka NO. SGU Af 124. Skala 1:50 000.

Samuelsson, L., 1982: Beskrivning till berggrundskartan Kungsbacka NO. SGU Af 124.

SoS, 1990: Radon och hälsoskydd. Allmänna råd om radon 1990:5.

SOSFS, 1993: Ändring i allmänna råd om radon 1990:5. Socialstyrelsens författningssamling 1993:25.

Statens planverk, 1982: Radon – planläggning, byggnadslov och skyddsåtgärder. Rapport 59.

SSI, 1993: Radon 1993. En rapport över läget. SSI, 93:10.

SSI 1998: Radon i vatten. SSI 98:3,

Statens offentliga utredningar, 2001: Radon – Fakta och lägesrapport om radon. SOU 2001:7.

Strålskyddsmyndigheterna i Danmark, Finland, Island, Norge och Sverige, 2000: Naturally occurring radioactivity in the Nordic countries – Recommendations. The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden.

Svensk byggnorm (SBN). 1980: Statens planverk. PFS19801.

Sveriges Nationalatlas, 1994: Berg och Jord.

Swedjemark, G. A., 1993: Radon och radium i vatten. Underlag för bestämmelser. SSI Rapport 93:34.

Wik, N.-G., Lundqvist, I., Selinus, O., Sivhed, U., Sundberg, A. & Wikström, A., 2002: Malmer, industriella mineral och bergarter i Västra Götalands län, inklusive kommunerna Habo och Mullsjö. SGU Rapporter och meddelanden 108.

Åkerblom, G., Petterson, B. & Rosén, B., 1990: Radon i bostäder – Markradon. BFR Rapport R85:1988. Reviderad utgåva 1990.

TABELLBILAGOR

Tabell 10. Uran-, torium- och kaliumhalter i bergarter inom Alingsås kommun, en till tre mätningar på varje lokal. Radium- resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen. Radiumaktivitet mellan 100 Bq/kg och 200 Bq/kg är markerade med blå siffror och över 200 Bq/kg med röda siffror.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Bergart
ILA040001a	6444703	1310022	Frishulan	4,9	3,0	21,8	37	89	—	Ortognejs
ILA040001b	6444703	1310022	Frishulan	3,9	3,0	13,5	37	55	—	Pegmatit
ILA040002a	6444824	1310894	Frishulan	3,7	2,8	12,4	35	50	—	Ortognejs
ILA040002b	6444824	1310894	Frishulan	4,2	1,3	11,2	16	45	—	Ortognejs
ILA040002c	6444824	1310894	Frishulan	2,3	6,8	7,2	84	29	—	Ortognejs
ILA040003a	6448069	1311921	Magra	4,3	1,7	23,5	21	95	—	Ortognejs
ILA040003b	6448069	1311921	Magra	3,5	1,4	15,7	17	64	—	Ortognejs
ILA040003c	6448069	1311921	Magra	3,4	0,5	21,1	6	86	—	Ortognejs
ILA040007a	6445917	1309560	V Ljungsjön	3,0	2,5	10,9	31	44	—	Ortognejs
ILA040007b	6445917	1309560	V Ljungsjön	3,0	1,7	8,3	21	34	—	Ortognejs
ILA040008a	6445550	1308050	V Ljungsjön	5,8	2,2	27,5	27	112	—	Ortognejs
ILA040008b	6445550	1308050	V Ljungsjön	4,9	2,7	24,5	33	99	—	Ortognejs
ILA040008c	6445550	1308050	V Ljungsjön	4,9	1,6	29,9	20	121	—	Ortognejs
ILA040009a	6445815	1306620	Usåsen	3,1	2,5	15,1	31	61	—	Ortognejs
ILA040009b	6445815	1306620	Usåsen	2,8	2,3	15,3	28	62	—	Ortognejs
ILA040012a	6442574	1306199	Skarpe nos	2,6	5,4	47,7	67	194	—	Ortognejs
ILA040012b	6442574	1306199	Skarpe nos	4,3	1,4	16,0	17	65	—	Ortognejs
ILA040012c	6442574	1306199	Skarpe nos	5,8	1,4	44,6	17	181	—	Ortognejs
ILA040012d	6442574	1306199	Skarpe nos	4,2	6,9	5,2	85	21	—	Pegmatit
ILA040012e	6442574	1306199	Skarpe nos	4,6	4,7	2,7	58	11	—	Pegmatit
ILA040013a	6444118	1302674	S Laskrogsjön	3,4	1,5	3,2	19	13	—	Ortognejs
ILA040013b	6444118	1302674	S Laskrogsjön	3,5	1,6	3,4	20	14	—	Ortognejs
ILA040015a	6448479	1304440	Maden	1,9	1,8	5,7	22	23	—	Amfibolit
ILA040015b	6448479	1304440	Maden	3,9	3,2	10,5	40	43	—	Ortognejs
ILA040015c	6448479	1304440	Maden	3,7	2,0	10,5	25	43	—	Ortognejs
ILA040017a	6448894	1311834	Annelund	2,8	1,6	14,8	20	60	—	Ortognejs
ILA040017b	6448894	1311834	Annelund	3,2	1,0	18,7	12	76	—	Ortognejs
ILA040017c	6448894	1311834	Annelund	3,1	0,9	16,8	11	68	—	Ortognejs
ILA040020	6444703	1310022	Arlid	5,0	3,3	21,3	41	86	—	Ortognejs
ILA040022a	6442349	1309423	Nytorp	4,2	0,8	17,8	10	72	—	Ortognejs
ILA040022b	6442349	1309423	Nytorp	3,5	1,2	13,8	15	56	—	Ortognejs
ILA040023a	6441644	1307918	Attholmen	4,4	13,6	25,2	168	102	—	Ortognejs
ILA040023b	6441644	1307918	Attholmen	3,3	2,0	4,8	25	19	—	Ortognejs
ILA040024a	6439565	1305530	Långared	2,6	1,7	8,7	21	35	—	Granit
ILA040024b	6439565	1305530	Långared	4,4	1,1	1,6	14	6	—	Granit
ILA040027a	6433231	1307079	Store-Trän	1,3	1,2	6,5	15	26	—	Ortognejs
ILA040027b	6433231	1307079	Store-Trän	1,7	1,0	5,9	12	24	—	Ortognejs
ILA040029a	6433540	1306061	St Krökingen	2,1	2,4	7,6	30	31	—	Ortognejs
ILA040029b	6433540	1306061	St Krökingen	1,9	2,0	7,3	25	30	—	Ortognejs
ILA040029c	6433540	1306061	St Krökingen	2,0	1,5	7,2	19	29	—	Ortognejs
ILA040030a	6438322	1304847	Fridhem	4,4	3,5	28,5	43	116	—	Granit
ILA040030b	6438322	1304847	Fridhem	4,1	2,5	30,5	31	124	—	Granit
ILA040030c	6438322	1304847	Fridhem	4,7	4,7	21,0	58	85	—	Granit
ILA040032a	6439388	1308488	Huldalen	1,7	2,5	25,9	31	105	—	Ortognejs
ILA040032b	6439388	1308488	Huldalen	3,6	1,0	8,9	12	36	—	Ortognejs
ILA040032c	6439388	1308488	Huldalen	1,7	1,0	6,5	12	26	—	Pegmatit
ILA040033a	6435640	1303705	Svarteberget	4,7	56,0	11,4	692	46	—	Pegmatit

Tabell 10 forts.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Bergart
ILA040033b	6435640	1303705	Svarteberget	3,2	7,2	1,3	89	5	—	Pegmatit
ILA040033c	6435640	1303705	Svarteberget	4,5	34,1	5,1	421	21	—	Pegmatit
ILA040034a	6438946	1305103	Getaryggen	3,9	17,1	2,9	211	12	—	Granit
ILA040034b	6438946	1305103	Getaryggen	3,3	17,0	7,2	210	29	—	Granit
ILA040034c	6438946	1305103	Getaryggen	3,7	3,7	3,2	46	13	—	Pegmatit
ILA040035a	6435543	1303290	Svarteberget	3,8	5,9	3,0	73	12	—	Ortognejs
ILA040035b	6435543	1303290	Svarteberget	3,8	5,9	3,0	73	12	—	Pegmatit
ILA040036a	6434083	1302646	O Ålanda	3,6	5,5	10,8	68	44	—	Ortognejs
ILA040036b	6434083	1302646	O Ålanda	3,3	2,9	16,4	36	67	—	Ortognejs
ILA040036c	6434083	1302646	O Ålanda	5,0	15,5	7,2	191	29	—	Pegmatit
ILA040036d	6434083	1302646	O Ålanda	4,4	15,6	10,0	193	41	—	Pegmatit
ILA040037a	6433439	1300794	Brobacka	3,8	3,6	19,6	44	80	—	Ortognejs
ILA040037b	6433439	1300794	Brobacka	4,9	3,9	31,4	48	127	—	Ortognejs
ILA040038a	6448266	1304328	Maden	1,5	0,7	4,7	9	19	—	Dioritoid
ILA040038b	6448266	1304328	Maden	1,8	0,4	2,8	5	11	—	Dioritoid
ILA040041a	6439768	1302771	Sjöbäcken	3,4	1,9	10,1	23	41	—	Ortognejs
ILA040041b	6439768	1302771	Sjöbäcken	3,3	1,4	8,5	17	35	—	Ortognejs
ILA040042a	6428232	1310589	Dammen	3,7	4,1	12,8	51	52	—	Ortognejs
ILA040042b	6428232	1310589	Dammen	3,8	1,4	10,5	17	43	—	Ortognejs
ILA040042c	6428232	1310589	Dammen	3,2	1,3	10,8	16	44	—	Ortognejs
ILA040043a	6429423	1312186	Holmen	2,4	4,1	9,1	51	37	—	Ortognejs
ILA040043b	6429423	1312186	Holmen	2,5	2,2	8,6	27	35	—	Ortognejs
ILA040043c	6429423	1312186	Holmen	2,2	1,3	8,5	16	35	—	Ortognejs
ILA040044	6444703	1310022	Frishulan	5,0	3,4	21,4	42	87	—	Ortognejs
ILA040045a	6450579	1316034	Järboden	3,1	3,3	22,6	41	92	—	Ortognejs
ILA040045b	6450579	1316034	Järboden	3,7	3,5	33,3	43	135	—	Ortognejs
ILA040045c	6450579	1316034	Järboden	2,2	4,8	63,5	59	258	—	Ortognejs
ILA040045d	6450579	1316034	Järboden	2,0	2,8	25,6	35	104	—	Ortognejs
ILA040046a	6451644	1314978	Svalbacken	3,3	3,3	25,0	41	102	—	Ortognejs
ILA040046b	6451644	1314978	Svalbacken	4,2	4,5	21,7	56	88	—	Ortognejs
ILA040046c	6451644	1314978	Svalbacken	3,0	3,4	14,7	42	60	—	Ortognejs
ILA040047a	6453950	1313962	Gennevad	1,4	3,3	8,1	41	33	—	Ortognejs
ILA040047b	6453950	1313962	Gennevad	1,4	2,9	7,6	36	31	—	Ortognejs
ILA040049a	6453147	1312465	N Ubby	2,5	1,6	9,9	20	40	—	Ortognejs
ILA040049b	6453147	1312465	N Ubby	2,8	3,7	10,5	46	43	—	Ortognejs
ILA040050a	6451351	1313749	Uppegåden	4,6	2,3	14,9	28	60	—	Ortognejs
ILA040050b	6451351	1313749	Uppegåden	4,3	1,5	11,7	19	48	—	Ortognejs
ILA040051a	6450805	1313957	S Uppegården	2,8	3,1	49,8	38	202	—	Ortognejs
ILA040051b	6450805	1313957	S Uppegården	3,2	1,8	41,6	22	169	—	Ortognejs
ILA040051c	6450805	1313957	S Uppegården	4,9	13,3	7,1	164	29	—	Pegmatit
ILA040051d	6450805	1313957	S Uppegården	5,1	16,2	13,2	200	54	—	Pegmatit
ILA040051e	6450805	1313957	S Uppegården	4,7	19,2	16,9	237	69	—	Pegmatit
ILA040057a	6448060	1316155	Berget	3,5	4,5	13,9	56	56	—	Ortognejs
ILA040057b	6448060	1316155	Berget	2,6	2,4	8,0	30	32	—	Ortognejs
ILA040057c	6448060	1316155	Berget	3,6	1,6	15,9	20	65	—	Ortognejs
ILA040058a	6446571	1315071	Heden	3,3	1,5	8,9	19	36	—	Ortognejs
ILA040058b	6446571	1315071	Heden	2,9	1,2	8,3	15	34	—	Ortognejs
ILA040058c	6446571	1315071	Heden	4,3	3,1	2,1	38	9	—	Pegmatit
ILA040059a	6431133	1308629	Rödene	1,9	0,2	7,4	2	30	—	Ortognejs
ILA040059b	6431133	1308629	Rödene	1,3	0,4	4,0	5	16	—	Ortognejs
ILA040060a	6437470	1307963	N Björkäng	5,6	0,2	1,2	2	5	—	Pegmatit
ILA040060b	6437470	1307963	N Björkäng	5,7	0,0	1,3	0	5	—	Pegmatit
ILA040060c	6437470	1307963	N Björkäng	6,0	0,0	1,3	0	5	—	Pegmatit
ILA030503a	6435693	1300796	Antens kapell	3,9	2,9	14,3	36	58	—	Granit
ILA030503b	6435693	1300796	Antens kapell	2,6	0,7	4,5	9	18	—	Tonalit

Tabell 10 forts.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Bergart
ILA030506a	6435584	1301294	Antens kapell	2,6	3	11,5	37	47	—	Granodiorit
ILA030506b	6435584	1301294	Antens kapell	2,9	3,1	11,4	38	46	—	Granodiorit
ILA030507a	6425861	1304655	Ulvakleven	2,5	1,3	8,5	16	35	—	Gnejsgranodiorit
ILA030507b	6425861	1304655	Ulvakleven	2,4	1,4	7,9	17	32	—	Gnejsgranodiorit
ILA030507c	6425861	1304655	Ulvakleven	2,4	1,3	7,4	16	30	—	Pegmatit
ILA030508a	6425186	1305168	Stenåsen	5,1	1,2	3,5	15	14	—	Pegmatit
ILA030508b	6425186	1305168	Stenåsen	6	1,9	2,9	23	12	—	Pegmatit
ILA030509a	6428895	1301439	Björkekärr	3,4	0,6	10,1	7	41	—	Gnejsgranodiorit
ILA030509b	6428895	1301439	Björkekärr	3,3	2,2	17,7	27	72	—	Gnejsgranodiorit
ILA030509c	6428895	1301439	Björkekärr	3,6	2,1	16,2	26	66	—	Gnejsgranodiorit
ILA030510a	6427364	1300080	Simmenäs	4,8	2,5	42,1	31	171	—	Gnejsgranit
ILA030510b	6427364	1300080	Simmenäs	4,3	3,7	38,6	46	157	—	Gnejsgranit
ILA030510c	6427364	1300080	Simmenäs	4,7	3,6	25,6	44	104	—	Gnejsgranit
ILA030511a	6430208	1301404	SO Vikaryd	3,8	1,5	11,7	19	48	—	Gnejsgranodiorit
ILA030511b	6430208	1301404	SO Vikaryd	2,9	3,8	14,1	47	57	—	Gnejsgranodiorit
ILA030511c	6430208	1301404	SO Vikaryd	5,3	12	9,1	148	37	—	Pegmatitgranit
ILA030511d	6430208	1301404	SO Vikaryd	5	6,9	15,8	85	64	—	Pegmatitgranit
ILA030512a	6430901	1301517	Brunnsdalen	3,7	1,8	12,8	22	52	—	Gnejsgranodiorit
ILA030512b	6430901	1301517	Brunnsdalen	3,3	1,2	13	15	53	—	Gnejsgranodiorit
ILA030513a	6433185	1300793	Brobäck	2,3	8,3	10,3	103	42	—	Gnejstonalit
ILA030513b	6433185	1300793	Brobäck	2,2	6,9	6,8	85	28	—	Gnejstonalit
ILA030515a	6429648	1305308	Kvarnbacken	3,6	0,1	9,2	1	37	—	Gnejsgranit
ILA030515b	6429648	1305308	Kvarnbacken	3,7	0,7	9,9	9	40	—	Gnejsgranit
ILA030515c	6429648	1305308	Kvarnbacken	1,2	0,7	1,7	9	7	—	Metabasit
ILA030516a	6430360	1305235	Hjälmared	3,6	3	16,3	37	66	—	Gnejsgranit
ILA030516b	6430360	1305235	Hjälmared	3,6	2,1	17,9	26	73	—	Gnejsgranit
ILA030516c	6430360	1305235	Hjälmared	3	2,8	24,1	35	98	—	Gnejsgranit
ILA030517a	6431442	1304913	St Mörken	1,8	1,6	7,3	20	30	—	Gnejstonalit
ILA030517b	6431442	1304913	St Mörken	2,5	2,2	12,8	27	52	—	Gnejstonalit
ILA030518a	6436181	1302481	Dirhuvden	1,4	0,8	5,1	10	21	—	Gnejstonalit
ILA030518b	6436181	1302481	Dirhuvden	1,5	1,4	3,3	17	13	—	Gnejstonalit
ILA030518c	6436181	1302481	Dirhuvden	2,1	3,4	5,9	42	24	—	Gnejstonalit
ILA030519a	6435364	1301736	Ödegårdet	2,9	2,5	10,9	31	44	—	Gnejsgranit
ILA030519b	6435364	1301736	Ödegårdet	2,8	2,3	9,8	28	40	—	Gnejsgranit
ILA030520a	6426336	1312416	S Gaszlängen	1,8	1,8	3,5	22	14	—	Gnejstonalit
ILA030520b	6426336	1312416	S Gaszlängen	1,8	0,9	4,9	11	20	—	Gnejstonalit
ILA030521a	6425108	1313214	Bergsjön	3,1	2,3	12,1	28	49	—	Gnejsgranodiorit
ILA030521b	6425108	1313214	Bergsjön	3	1,2	11,6	15	47	—	Gnejsgranodiorit
ILA030501c	6429504	1302770	Bergsjön	3,5	0,9	4,5	11	18	—	Granodiorit
ILA030501d	6429504	1302770	Bergsjön	2,9	0,1	0,8	1	3	—	Granodiorit
ILA030502	6437533	1301003	Degebo	4,1	1,6	19,5	20	79	—	Granit
SES040105a	6426832	1299950	Simmenäs	5,1	22,7	2,1	280	9	0,21	Pegmatit
SES040105b	6426832	1299950	Simmenäs	4	31,2	2,9	385	12	0,25	Pegmatit
SES040105c	6426832	1299950	Simmenäs	4,8	23,5	3,2	290	13	0,23	Pegmatit
SES040106a	6431831	1302862	Grundsjöarna	5,5	175	10,5	2165	43	1,2	Röd granit
SES040106b	6431831	1302862	Grundsjöarna	5,8	6,2	10,8	77	44	0,16	Röd granit
SES040106c	6431831	1302862	Grundsjöarna	6,1	7,9	12,3	98	50	0,17	Röd granit
SES040122a	6442931	1305837	Porten	4,1	29,2	15,6	361	63	0,28	Pegmatit
SES040122b	6442931	1305837	Porten	4,7	17,1	28	211	114	0,32	Pegmatit
SES040122c	6442931	1305837	Porten	3,7	47,1	38,9	582	158	0,56	Pegmatit
SES040141a	6412941	1305468	Kristinelund	1,5	2,7	9,8	33	40	0,07	Ådergnejs
SES040141b	6412941	1305468	Kristinelund	1,5	9,1	8,4	112	34	0,1	Ådergnejs
SES040151a	6425242	1304390	Vardsjön	6,6	1,8	9,8	22	40	0,12	Pegmatit
SES040151b	6425242	1304390	Vardsjön	8,2	0,3	7,8	4	32	0,12	Pegmatit

Tabell 11. Uran-, torium- och kaliumhalter i bergarter inom **Borås kommun**, en till tre mätningar på varje lokal. Radium-resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen. Radiumaktivitet mellan 100 Bq/kg och 200 Bq/kg är markerade med blå siffror och över 200 Bq/kg med röda siffror.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammast. µSv/h	Bergart
SES050003a	6415000	1333614	Tärby	2,7	2,6	8,6	32	35	0,08	Granodioritisk ortognejs
SES050003b	6415000	1333614	Tärby	2,2	2,7	8,8	33	36	0,08	Granodioritisk ortognejs
SES050003b	6415000	1333614	Tärby	2,1	0,8	5,9	10	24	0,05	Granodioritisk ortognejs
SES050004a	6416061	1337187	Komlösa	4,9	2,8	24,0	35	97	0,1	Granitisk ortognejs
SES050004b	6416061	1337187	Komlösa	4,6	1,7	13,7	21	56	0,1	Granitisk ortognejs
SES050007a	6396757	1347247	Danike	1,7	1,2	8,4	15	34	0,06	Tonalitisk ortognejs
SES050007b	6396757	1347247	Danike	1,4	1,3	8,7	16	35	0,06	Tonalitisk ortognejs
SES050007c	6396757	1347247	Danike	2,0	1,5	9,1	19	37	0,06	Tonalitisk ortognejs
SES050008a	6399223	1345815	Danike	2,9	6,6	11,5	82	47	0,11	Granodioritisk ortognejs
SES050008b	6399223	1345815	Danike	2,5	5,4	13,8	67	56	0,1	Granodioritisk ortognejs
SES050008c	6399223	1345815	Danike	3,5	7,1	11,2	88	45	0,11	Granodioritisk ortognejs
SES050018a	6389879	1320576	Sävsjövik	3,6	0,1	8,9	1	36	0,08	Gräröd granit
SES050018b	6389879	1320576	Sävsjövik	3,1	1,0	12,4	12	50	0,08	Gräröd granit
SES050019a	6391583	1320990	Bogaryd	3,2	1,2	13,0	15	53	0,09	Granodioritisk ortognejs
SES050019b	6391583	1320990	Bogaryd	1,6	2,7	9,4	33	38	0,08	Granodioritisk ortognejs
SES050019c	6391583	1320990	Bogaryd	2,2	1,4	9,9	17	40	0,08	Granodioritisk ortognejs
SES050025a	6389087	1314960	N Osjö	3,9	41,4	5,2	511	21	0,45	Röd granit
SES050025b	6389087	1314960	N Osjö	5,2	3,1	3,8	38	15	0,12	Röd granit
SES050025c	6389087	1314960	N Osjö	7,2	8,6	2,5	106	10	0,15	Röd granit
SES050025d	6389087	1314960	N Osjö	4,3	5,6	11,3	69	46	0,15	Röd granit
SES050026a	6389845	1311045	Grimmered	0,6	0,3	2,4	4	10	0,05	Metabasit
SES050028a	6395940	1329400	Östersjön	3,9	0,4	3,1	5	13	0,06	Röd granit
SES050028b	6395940	1329400	Östersjön	3,8	0,2	4,7	2	19	0,07	Röd granit
SES050082a	6386826	1331013	Sjövik	3,4	18,8	9,9	232	40	0,16	Röd granit
SES080083a	6386757	1331083	Sjövik	4,8	9,3	62,5	115	254	0,28	Röd granit
SES080083b	6386757	1331083	Sjövik	3,6	3,2	18,3	40	74	0,14	Röd granit
ILA053001a	6389378	1326162	Hagabo	3,9	1,5	8,7	18	35	—	Granitisk ortognejs
ILA053001b	6389378	1326162	Hagabo	3,2	1,7	10,7	21	44	—	Granitisk ortognejs
ILA053002a	6387740	1326517	SV Orratorpet	3,7	0,9	6,3	11	26	—	Granitisk ortognejs
ILA053002b	6387740	1326517	SV Orratorpet	4,0	1,4	6,7	18	27	—	Granitisk ortognejs
ILA053002c	6387740	1326517	SV Orratorpet	3,6	1,0	5,9	13	24	—	Granitisk ortognejs
ILA053003a	6386797	1326711	Svanhultavik	2,8	1,3	7,7	16	31	—	Tonalitisk ortognejs
ILA053003b	6386797	1326711	Svanhultavik	2,2	0,4	12,1	5	49	—	Tonalitisk ortognejs
ILA053003c	6386797	1326711	Svanhultavik	2,1	0,3	7,6	4	31	—	Tonalitisk ortognejs
ILA053004a	6389350	1327444	Lövåsen	2,6	2,3	14,4	28	58	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053004b	6389350	1327444	Lövåsen	3,3	1,8	14,4	22	59	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053004c	6389350	1327444	Lövåsen	3,1	1,6	13,4	20	54	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053005a	6392924	1328571	Maden	4,3	1,7	6,4	21	26	—	Granitisk ortognejs
ILA053005b	6392924	1328571	Maden	4,1	1,8	6,0	22	24	—	Granitisk ortognejs
ILA053005c	6392924	1328571	Maden	4,2	2,5	5,7	31	23	—	Granitisk ortognejs
ILA053006a	6393569	1327067	Nybroviken	3,1	1,5	9,3	19	38	—	Granodiorit
ILA053006b	6393569	1327067	Nybroviken	3,1	0,4	8,4	5	34	—	Granodiorit
ILA053007a	6390892	1329252	Källeberg	3,6	3,0	12,2	37	50	—	Granitisk ortognejs
ILA053007b	6390892	1329252	Källeberg	4,2	3,1	13,5	38	55	—	Granitisk ortognejs
ILA053009a	6393412	1334978	Sjögabo	3,1	1,8	9,3	23	38	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053009b	6393412	1334978	Sjögabo	3,3	1,6	8,3	19	34	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053011a	6392478	1328887	Hulu	5,2	1,8	9,7	23	39	—	Granitisk ortognejs
ILA053011b	6392478	1328887	Hulu	3,3	2,3	8,8	29	36	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053012a	6394775	1330166	Björkered	2,3	1,5	7,3	18	29	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053012b	6394775	1330166	Björkered	3,2	0,5	8,8	6	36	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053012c	6394775	1330166	Björkered	3,2	0,8	7,7	10	31	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053014a	6396091	1329516	Östersjön	3,0	2,9	10,6	36	43	—	Granodioritisk ortognejs
ILA053014b	6396091	1329516	Östersjön	6,5	3,6	4,0	45	16	—	Pegmatit
ILA053015a	6397278	1334172	Lökared	2,1	1,6	7,9	19	32	—	Tonalitisk ortognejs
ILA053015b	6397278	1334172	Lökared	2,0	2,8	7,1	34	29	—	Tonalitisk ortognejs
ILA053015c	6397278	1334172	Lökared	1,9	2,3	8,0	28	32	—	Tonalitisk ortognejs
ILA053016a	6397110	1331238	Svalesjön	1,9	3,0	7,1	37	29	—	Tonalitisk ortognejs
ILA053016b	6397110	1331238	Svalesjön	2,5	2,3	8,4	28	34	—	Tonalitisk ortognejs

Tabell 11 forts.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammast. µSv/h	Bergart
ILA053018a	6396446	1333263	Kovra	1,3	2,7	4,3	33	17	—	Dioritoid
ILA053018b	6396446	1333263	Kovra	1,4	5,6	6,4	69	26	—	Dioritoid
ILA053018c	6396446	1333263	Kovra	2,2	0,4	4,5	5	18	—	Dioritoid
ILA053018d	6396446	1333263	Kovra	3,5	1,4	6,3	18	25	—	Granit
ILA053018e	6396446	1333263	Kovra	3,1	1,3	4,4	17	18	—	Granit
ILA053021a	6396053	1335076	Alpared	2,9	3,2	9,1	40	37	—	Granodiorit
ILA053021b	6396053	1335076	Alpared	2,7	4,1	10,3	51	42	—	Granodiorit
ILA053021c	6396053	1335076	Alpared	1,2	1,6	2,9	20	12	—	Amfibolit
ILA053022a	6396817	1330163	Hjortedalen	2,0	1,9	4,9	24	20	—	Tonalit
ILA053022b	6396817	1330163	Hjortedalen	1,6	1,2	7,5	14	30	—	Tonalit
ILA053022c	6396817	1330163	Hjortedalen	4,3	16,0	7,4	197	30	—	Pegmatit
ILA053023a	6398497	1332739	N Stuvered	2,8	2,5	9,4	30	38	—	Tonalit
ILA053023b	6398497	1332739	N Stuvered	2,1	0,8	3,8	10	16	—	Tonalit
ILA053024a	6399427	1332550	Hårsåsen	2,8	2,5	9,4	30	38	—	Granodiorit
ILA053025a	6394450	1326483	Ö Rönnesjö	2,6	1,7	10,9	20	44	—	Granodiorit
ILA053025b	6394450	1326483	Ö Rönnesjö	3,3	1,6	13,2	20	54	—	Granodiorit
ILA053025c	6394450	1326483	Ö Rönnesjö	2,7	1,5	8,9	19	36	—	Granodiorit
ILA053027a	6387833	1329456	Storön	5,2	1,2	10,8	15	44	—	Granit
ILA053028a	6387724	1329447	Storön	0,6	0,7	2,4	9	10	—	Gabbro
ILA053028b	6387724	1329447	Storön	0,7	0,7	2,8	9	11	—	Gabbro
ILA053029a	6386197	1327638	Storön	3,9	1,6	6,9	20	28	—	Granit
ILA053029b	6386197	1327638	Storön	4,8	1,4	8,7	17	35	—	Granit
ILA053029c	6386197	1327638	Storön	4,0	0,9	6,7	12	27	—	Granit
ILA053030a	6388334	1331756	Arnäsholm	2,9	3,3	3,8	41	15	—	Granit
ILA053030b	6388334	1331756	Arnäsholm	1,8	4,7	7,5	58	31	—	Granit
ILA053031a	6387052	1330913	NO Våxmosse	4,2	3,4	18,4	42	75	—	Granit
ILA053031b	6387052	1330913	NO Våxmosse	3,9	17,9	24,4	221	99	—	Granit
ILA053036a	6399986	1341712	Sjögården	4,3	4,4	12,9	54	52	—	Granit
ILA053036b	6399986	1341712	Sjögården	4,0	4,4	15,0	55	61	—	Granit
ILA053037a	6399760	1346075	Lekstaden	4,1	2,8	11,0	35	45	—	Granit
ILA053037b	6399760	1346075	Lekstaden	4,0	4,1	10,1	51	41	—	Granit
ILA053038a	6399154	1342193	Rävåsen	3,8	4,3	11,7	53	48	—	Granit
ILA053039a	6398645	1341960	Korpaberget	1,6	3,3	10,1	40	41	—	Tonalit
ILA053039b	6398645	1341960	Korpaberget	1,4	4,2	5,3	52	22	—	Tonalit
ILA053041a	6394172	1335446	Roppered	4,5	4,2	11,3	51	46	—	Granit
ILA053041b	6394172	1335446	Roppered	5,0	3,2	8,5	40	35	—	Granit
ILA053041c	6394172	1335446	Roppered	5,0	3,1	9,8	38	40	—	Granit
ILA053042a	6399927	1335410	Hagaberg	2,4	1,9	6,2	24	25	—	Tonalit
ILA053042b	6399927	1335410	Hagaberg	2,2	2,7	6,5	33	26	—	Tonalit
ILA053044a	6398122	1345506	Hult	2,8	3,6	11,6	45	47	—	Granitoid
ILA053044b	6398122	1345506	Hult	1,6	3,7	10,1	46	41	—	Granitoid
ILA053045a	6398974	1348202	Kopparuddden	3,9	3,1	13,7	38	56	—	Granit
ILA053046a	6399080	1339540	Nordsjön	1,6	2,8	7,3	35	30	—	Granit
ILA053046b	6399080	1339540	Nordsjön	2,2	2,5	9,4	30	38	—	Granit
ILA053048a	6396279	1337610	Glafsered	3,5	3,4	8,7	42	35	—	Granit
ILA053048b	6396279	1337610	Glafsered	3,5	2,7	6,7	33	27	—	Granit
ILA053051a	6397980	1325669	N Rydboholm	3,2	1,5	5,0	18	20	—	Granodiorit
ILA053051b	6397980	1325669	N Rydboholm	3,3	0,9	5,3	11	21	—	Granodiorit
ILA053052a	6399299	1326195	SO Nabben	4,8	4,0	29,0	49	118	—	Granit
ILA053052b	6399299	1326195	SO Nabben	2,0	2,4	4,3	30	17	—	Granit
MEB034005a	6411121	1318587	Äspingtorp	0,7	0,9	1,4	7	6	0,03	Metamafit
MEB034005b	6411121	1318587	Äspingtorp	1	1	2	12	49	0,03	Metamafit
MEB034005c	6411121	1318587	Äspingtorp	0,7	0,8	2	7	6	0,04	Metamafit
HSI040016a	6395537	1311708	Åtjärn	2,3	0,4	4,6	5	19	0,04	Granitoid
HSI040016b	6395537	1311708	Åtjärn	2,5	0,8	5,2	10	21	0,04	Granitoid
HSI040016c	6395537	1311708	Åtjärn	2,4	0,8	4,4	10	18	0,04	Granitoid
HSI040019a	6404297	1325110	N Lundaskog	3,3	2,9	12,7	36	52	0,08	Granit
HSI040019b	6404297	1325110	N Lundaskog	3,3	2,9	12,7	36	52	0,07	Granit
HSI040019c	6404297	1325110	N Lundaskog	3,3	2,9	12,7	36	52	0,07	Granit
HSI040019d	6404297	1325110	N Lundaskog	3,3	2,9	12,7	36	52	0,08	Granit
HSI040020a	6393742	1331228	Årebo	3,6	0,9	3,7	11	15	0,05	Granit
HSI040020b	6393742	1331228	Årebo	3,6	1,7	4,5	21	18	0,05	Granit

Tabell 11 forts.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammast. µSv/h	Bergart
HSI040020c	6393742	1331228	Årebo	3,2	0,9	5,7	11	23	0,05	Granit
HSI040021a	6395002	1336262	Aplared	3,5	1,7	7,9	21	32	0,06	Granit
HSI040021b	6395002	1336262	Aplared	3,5	1,7	7,9	21	32	0,06	Granit
HSI040021c	6395002	1336262	Aplared	3,5	1,7	7,9	21	32	0,06	Granit
HSI040022a	6396073	1335041	Korpåsen	2,5	2,2	9	27	37	0,07	Granit
HSI040022b	6396073	1335041	Korpåsen	2,3	1,8	9,4	22	38	0,05	Granit
HSI040022c	6396073	1335041	Korpåsen	2,1	2,1	9,4	26	38	0,05	Granit
HSI040036a	6419173	1321750	V Gamsen	4,5	4,6	11,4	57	46	0,08	Granit
HSI040036b	6419173	1321750	V Gamsen	4,3	5,6	13,8	69	56	0,08	Granit
HSI040036c	6419173	1321750	V Gamsen	4,1	2,1	10,8	26	44	0,08	Granit
HSI040038a	6421945	1331875	V Lycke	4,2	3,8	19,1	47	78	0,08	Granit
HSI040038b	6421945	1331875	V Lycke	3,9	2,3	14,3	28	58	0,09	Granit
HSI040038c	6421945	1331875	V Lycke	3,9	3,8	7,9	47	32	0,09	Granit
HSI040040a	6414915	1335870	Nordtorp	4,7	3,3	11,8	41	48	0,08	Granit
HSI040040b	6414915	1335870	Nordtorp	4,5	2,7	12,1	33	49	0,07	Granit
HSI040040c	6414915	1335870	Nordtorp	4,6	2,1	13,6	26	55	0,08	Granit
HSI040041a	6417074	1328583	Vångtorp	4,2	2,9	6,8	36	28	0,06	Granit
HSI040041b	6417074	1328583	Vångtorp	3,9	2,3	5,7	28	23	0,06	Granit
HSI040041c	6417074	1328583	Vångtorp	3,6	2,7	5,5	33	22	0,06	Granit
HSI040042a	6411219	1328427	Eriksås	4,7	1,7	7,4	21	30	0,05	Granit
HSI040042b	6411219	1328427	Eriksås	4,1	1,4	6,2	17	25	0,06	Granit
HSI040043a	6407825	1345600	Vatunga	3,6	2,5	15,1	31	61	0,06	Granit
HSI040043b	6407825	1345600	Vatunga	4,1	7,6	52,7	94	214	0,11	Granit
HSI040043c	6407825	1345600	Vatunga	4	4,7	24,7	58	100	0,1	Granit
HSI040043d	6407825	1345600	Vatunga	2,4	2,6	11,5	32	47	0,08	Granit
HSI040072a	6404703	1317354	Gräsiid	3,6	1,7	5,5	21	22	0,05	Granodiorit
HSI040072b	6404703	1317354	Gräsiid	4	2	6,5	25	26	0,05	Granodiorit
HSI040073a	6406311	1317284	Kvarnholmen	3,6	1,7	5,5	21	22	0,05	Granit
HSI040073b	6406311	1317284	Kvarnholmen	35	5,2	4,8	64	19	0,06	Granit

Tabell 12. Uran-, torium- och kaliumhalter i bergarter inom **Bollebygds kommun**, två till tio mätningar på varje lokal. Radium-resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammast. µSv/h	Bergart
HSI040014a	6398416	1310131	Mariehall	2,8	2,1	6,2	26	25	—	Granit
HSI040014b	6398416	1310131	Mariehall	2,5	2,3	5,8	28	24	—	Granit
HSI040014c	6398416	1310131	Mariehall	2,1	1,4	5,6	17	23	—	Granit
HSI040015a	6397952	1309776	Lunnare mossen	2,5	1,2	6,4	15	26	—	Metaamfibolit
HSI040015b	6397952	1309776	Lunnare mossen	2,5	1,2	7,1	15	29	—	Metaamfibolit
CJN040060a	6399199	1305141	Randevalla	4,3	2,5	16,5	31	67	—	Granit
CJN040060b	6399199	1305141	Randevalla	4,1	1,4	18,9	17	77	—	Granit
CJN040060c	6399199	1305141	Randevalla	4,5	1,9	15,3	23	62	—	Granit
MEB034001a	6404223	1307685	Borstagärde	4,8	0,2	12,2	2	50	—	Granit
MEB034001b	6404223	1307685	Borstagärde	5,2	1,5	15,8	19	64	—	Granit
MEB034001c	6404223	1307685	Borstagärde	4,4	2,8	15,1	35	61	—	Granit
MEB034001d	6404223	1307685	Borstagärde	2,8	1,5	7,8	19	32	—	Granit
MEB034001e	6404223	1307685	Borstagärde	3,1	1,5	8,6	19	35	—	Granit
MEB034001f	6404223	1307685	Borstagärde	2,7	2,2	8,5	27	35	—	Granit
MEB034001g	6404223	1307685	Borstagärde	4,8	0,2	12,2	2	50	—	Granit
MEB034001h	6404223	1307685	Borstagärde	5,2	1,5	15,8	19	64	—	Granit
MEB034001i	6404223	1307685	Borstagärde	4,4	2,8	15,1	35	61	—	Granit
MEB034001j	6404223	1307685	Borstagärde	2,8	1,5	7,8	19	32	—	Granit
MEB034001k	6404223	1307685	Borstagärde	3,1	1,5	8,6	19	35	—	Granit
MEB034001l	6404223	1307685	Borstagärde	2,7	2,2	8,5	27	35	—	Granit
MEB034002a	6401508	1310312	Slätthult	4,2	4,1	5,5	51	22	—	Granodiorit
MEB034002b	6401508	1310312	Slätthult	3,2	4	4,7	49	19	—	Granodiorit
MEB034002c	6401508	1310312	Slätthult	2,6	3,9	6,6	48	27	—	Granodiorit
MEB034002d	6401508	1310312	Slätthult	4,4	1,6	8,3	20	34	—	Granodiorit

Tabell 12 forts

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K	U	Th	Ra	Th	Gammast.	Bergart
				%	ppm	ppm	Bq/kg	Bq/kg	µSv/h	
MEB034002e	6401508	1310312	Slätthult	5,4	4,2	13,7	52	56	—	Granodiorit
MEB034002f	6401508	1310312	Slätthult	4,2	4,1	5,5	51	22	—	Granodiorit
MEB034002g	6401508	1310312	Slätthult	3,2	4	4,7	49	19	—	Granodiorit
MEB034002h	6401508	1310312	Slätthult	2,6	3,9	6,6	48	27	—	Granodiorit
MEB034002i	6401508	1310312	Slätthult	4,4	1,6	8,3	20	34	—	Granodiorit
MEB034002j	6401508	1310312	Slätthult	5,4	4,2	13,7	52	56	—	Granodiorit
MEB034003a	6400452	1313720	Olsfors	3,1	2,6	12,4	32	50	—	Granit
MEB034003b	6400452	1313720	Olsfors	3	2,5	11,4	31	46	—	Granit
MEB034003c	6400452	1313720	Olsfors	3,2	1,4	9,4	17	38	—	Granit
HSI040017a	6403519	1304280	Tubbatorp	1,9	1,6	3	20	12	—	Granit
HSI040017b	6403519	1304280	Tubbatorp	2	0,9	7,6	11	31	—	Granit
HSI050042a	6398606	1309049	Grönkullen	3,3	1,5	6	19	24	—	Granit
HSI050042b	6398606	1309049	Grönkullen	3,4	1,6	6,5	20	26	—	Granit
MEB034004a	6401265	1318008	Hultafors	4,3	3,3	19,4	41	79	—	Granit
MEB034004b	6401265	1318008	Hultafors	3,8	1,7	12,4	21	50	—	Granit
MEB034004c	6401265	1318008	Hultafors	5,5	2,9	14,1	36	57	—	Granit
MEB034004d	6401265	1318008	Hultafors	1,5	0,1	1,4	1	6	—	Granit
MEB034004e	6401265	1318008	Hultafors	1,7	0,8	2	10	8	—	Granit
MEB034004f	6401265	1318008	Hultafors	0,9	0,1	1,2	1	5	—	Granit
MEB034004g	6401265	1318008	Hultafors	1,5	0,1	1,4	1	6	—	Metabasit
MEB034004h	6401265	1318008	Hultafors	1,7	0,8	2	10	8	—	Metabasit
MEB034004i	6401265	1318008	Hultafors	0,9	0,1	1,2	1	5	—	Metabasit
SES050053a	6404203	1313942	Gesebol	2,8	0,7	10,9	9	44	0,07	Ortognejs
SES050053b	6404203	1313942	Gesebol	3,1	2,3	8	28	32	0,07	Ortognejs
SES050080a	6408403	1315919	Djursnäs	5,9	1	6,5	12	26	0,08	Pegmatit
SES050080b	6408403	1315919	Djursnäs	5,4	3	7,3	37	30	0,1	Pegmatit
SES050080c	6408403	1315919	Djursnäs	4,7	1,5	10,2	19	41	0,08	Pegmatit
MEB034006a	6407709	1315948	Bistås	3	3,3	13	41	53	—	Granodiorit
MEB034006b	6407709	1315948	Bistås	2,8	3,5	9,6	43	39	—	Granodiorit
MEB034006c	6407709	1315948	Bistås	3	2,1	10,4	26	42	—	Granodiorit
HSI040009a	6416313	1315588	Mellomgårde	3,5	1,5	10,2	19	41	—	Granodiorit
HSI040009b	6416313	1315588	Mellomgårde	3,5	1,6	10,6	20	43	—	Granodiorit
HSI040009c	6416313	1315588	Mellomgårde	2,7	1,7	7	21	28	—	Granodiorit
HSI040035a	6408709	1310470	Holmared	4,2	2,1	12,1	26	49	—	Granit
HSI040035b	6408709	1310470	Holmared	4,1	1,8	12,3	22	50	—	Granit
HSI040035c	6408709	1310470	Holmared	4	1,7	13	21	53	—	Granit
CJN040057a	6402081	1312236	Sjöbacken	2,6	0,5	6,1	6	25	—	Granodiorit
CJN040057b	6402081	1312236	Sjöbacken	2,4	0,6	6,9	7	28	—	Granodiorit
CJN040057c	6402081	1312236	Sjöbacken	3,8	0,9	12,6	11	51	—	Granodiorit
HSI040010a	6417696	1317024	Dammsjön	3	3,9	5,1	48	21	—	Granit
HSI040010b	6417696	1317024	Dammsjön	3,1	0,4	5,7	5	23	—	Granit
HSI040010c	6417696	1317024	Dammsjön	2,9	3	4,3	37	17	—	Granit

Tabell 13. Uran-, torium- och kaliumhalter i bergarter inom **Lerums kommun**, två till tre mätningar på varje lokal. Radium-resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K	U	Th	Ra	Th	Gammast.	Bergart
				%	ppm	ppm	Bq/kg	Bq/kg	µSv/h	
SES040101a	6425997	1296507	Sjövik	3,1	58,4	5,2	721	21	0,48	Pegmatit
SES040101b	6425997	1296507	Sjövik	3,3	92,1	11,5	1137	47	0,7	Pegmatit
SES040101c	6425997	1296507	Sjövik	3,2	89,5	10,3	1105	42	0,7	Pegmatit
SES040101d	6425997	1296507	Sjövik	1,8	96,6	11,2	1193	45	0,68	Pegmatit
SES040102a	6427252	1297584	Väst Sjötorp	4,1	37	5,9	457	24	0,38	Pegmatit
SES040102b	6427252	1297584	Väst Sjötorp	3,9	40,7	8,2	503	33	0,4	Pegmatit
SES040102c	6427252	1297584	Väst Sjötorp	4	23,4	6,5	289	26	0,24	Pegmatit
SES040104a	6427353	1296305	Östad	3,8	15,2	6,7	188	27	0,17	Pegmatit
SES040104b	6427353	1296305	Östad	3,2	12,2	5,9	151	24	0,16	Pegmatit
SES040108a	6409655	1289937	Lerum	4,6	1,3	13,3	16	54	0,1	Granit
SES040108b	6409655	1289937	Lerum	5,2	0,7	26,7	9	108	0,12	Granit

Tabell 13 forts.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Bergart
SES040109a	6411355	1288938	Lerum	4,5	1,4	17,4	17	71	0,1	Granit
SES040109b	6411355	1288938	Lerum	4,8	0,7	17,1	9	69	0,12	Granit
SES040109c	6411355	1288938	Lerum	4,6	1,5	16,7	19	68	0,11	Granit
SES040110a	6410015	1286551	Lugnvik	2,9	1	14,3	12	58	0,09	Ådergnejs
SES040110b	6410015	1286551	Lugnvik	3,1	1,1	10,3	14	42	0,09	Ådergnejs
SES040111a	6416110	1290485	Olstorp	2,5	5,3	6,2	65	25	0,09	Ådergnejs
SES040111b	6416110	1290485	Olstorp	3,7	5,6	12,3	69	50	0,11	Ådergnejs
SES040111c	6416110	1290485	Olstorp	2,5	3,3	6,7	41	27	0,08	Ådergnejs
SES040112a	6417435	1291842	Gråbo	3,8	0,6	11,3	7	46	0,09	Ådergnejs
SES040112b	6417435	1291842	Gråbo	3,7	1,5	11,1	19	45	0,09	Ådergnejs
SES040112c	6417435	1291842	Gråbo	3,8	1,3	11,3	16	46	0,09	Ådergnejs
SES040113a	6415663	1295409	Drängsered	1,8	0,7	8	9	32	0,07	Ådergnejs
SES040113b	6415663	1295409	Drängsered	2	0,7	8,3	9	34	0,07	Ådergnejs
SES040113c	6415663	1295409	Drängsered	1,9	0,9	7,3	11	30	0,07	Ådergnejs
SES040114a	6414927	1295955	Floda	2,1	2,2	9,2	27	37	0,08	Ådergnejs
SES040114b	6414927	1295955	Floda	2,2	2,7	9	33	37	0,08	Ådergnejs
SES040114c	6414927	1295955	Floda	1,7	2,7	10,6	33	43	0,08	Ådergnejs
SES040135a	6419522	1297830	Öijared	4,4	5,7	22,7	70	92	0,15	Ytbergartsgnejs
SES040135b	6419522	1297830	Öijared	3,9	2,5	22,1	31	90	0,13	Ytbergartsgnejs
SES040135c	6419522	1297830	Öijared	4,3	6	22,3	74	91	0,15	Ytbergartsgnejs
SES040136a	6415484	1297679	Näs	3	2,6	13	32	53	0,09	Ådergnejs
SES040136b	6415484	1297679	Näs	4	3	16,3	37	66	0,11	Ådergnejs
SES040136c	6415484	1297679	Näs	4,3	3,7	14,2	46	58	0,11	Ådergnejs
SES040137a	6414984	1298883	Tollered	5,4	2,1	23,7	26	96	0,12	Ögongnejs
SES040137b	6414984	1298883	Tollered	4,5	1,6	21,7	20	88	0,11	Ögongnejs
SES040138a	6415198	1299326	Tollered	3,6	1,1	35,2	14	143	0,14	Ytbergartsgnejs
SES040138b	6415198	1299326	Tollered	4,9	2,3	32,1	28	130	0,14	Ytbergartsgnejs
SES040138c	6415198	1299326	Tollered	4,2	1	25,2	12	102	0,12	Ytbergartsgnejs
SES040143a	6406706	1292567	Häcken	4,4	1	9,2	12	37	0,08	Ådergnejs
SES040143b	6406706	1292567	Häcken	4,3	0,9	9,5	11	39	0,08	Ådergnejs
SES0401043c	6406706	1292567	Häcken	4,2	1,4	9,6	17	39	0,08	Ådergnejs
SES040144a	6406922	1291742	Mysten	1,7	0,2	5,4	2	22	0,05	Amfibolit
SES040144b	6406922	1291742	Mysten	1,7	0,7	4,3	9	17	0,05	Amfibolit
SES040145a	6408642	1287561	Bråta	4,1	10,1	12,4	125	50	0,15	Ytbergartsgnejs
SES040145b	6408642	1287561	Bråta	3,3	5	11,1	62	45	0,12	Ytbergartsgnejs
SES040145c	6408642	1287561	Bråta	3,1	8,8	11,6	109	47	0,14	Ytbergartsgnejs
SES040146a	6410060	1291905	Blåbärsås	4,3	7,9	15,6	98	63	0,13	Ytbergartsgnejs
SES040146b	6410060	1291905	Blåbärsås	4,7	2,8	17,7	35	72	0,11	Ytbergartsgnejs
SES040146c	6410060	1291905	Blåbärsås	4	4,6	19,9	57	81	0,11	Ytbergartsgnejs
SES040147a	6410236	1294469	Slätthult	3,6	0,9	14,3	11	58	0,09	Ytbergartsgnejs
SES040147b	6410236	1294469	Slätthult	3,7	1,2	13,1	15	53	0,09	Ytbergartsgnejs
SES040147c	6410236	1294469	Slätthult	3,8	0,2	12,5	2	51	0,08	Ytbergartsgnejs
SES040148a	6413880	1290763	Kullgården	3	1,4	6	17	24	0,07	Ytbergartsgnejs
SES040148b	6413880	1290763	Kullgården	3,4	0,9	7	11	28	0,07	Ytbergartsgnejs
SES040148c	6413880	1290763	Kullgården	2,5	0	3,9	0	16	0,06	Amfibolit
SES040149a	6421378	1291354	Trehörningen	2,4	3,4	10,7	42	43	0,08	Ytbergartsgnejs
SES040149b	6421378	1291354	Trehörningen	2,7	3,3	9,5	41	39	0,08	Ytbergartsgnejs
SES040149c	6421378	1291354	Trehörningen	3,3	3,2	12,8	40	52	0,1	Ytbergartsgnejs
SES040150a	6420034	1291007	Frötjärnet	4,3	3,1	19	38	77	0,11	Ådergnejs
SES040150b	6420034	1291007	Frötjärnet	4,3	3,2	17,7	40	72	0,13	Ådergnejs
SES040150c	6420034	1291007	Frötjärnet	4,3	3,1	18	38	73	0,12	Ådergnejs

Tabell 14. Uran-, torium- och kaliumhalter i bergarter inom **Marks kommun**, två till tre mätningar på varje lokal. Radium-resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen. Radiumaktivitet över 100 Bq/kg är markerade med blå siffror.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Bergart
SES060001a	6377637	1294332	Äskekärr	5,1	2,7	17,9	33	73	0,12	RA-granit
SES060001b	6377637	1294332	Äskekärr	4,9	3,5	20	43	81	0,13	RA-granit
SES060001c	6377637	1294332	Äskekärr	4,7	2,6	22,8	32	93	0,13	RA-granit
SES060002a	6379157	1296112	Dyrenäs	5,1	3,8	27,7	47	112	0,14	RA-granit
SES060002b	6379157	1296112	Dyrenäs	5,4	5,2	37,7	64	153	0,16	RA-granit
SES060002c	6379157	1296112	Dyrenäs	5,2	4,7	41,1	58	167	0,17	RA-granit
SES060003a	6379685	1296427	Dyrenäs	4,3	5,2	27,5	64	112	0,15	RA-granit
SES060003b	6379685	1296427	Dyrenäs	3,9	3,7	29,8	46	121	0,15	RA-granit
SES060003c	6379685	1296427	Dyrenäs	2,7	4,6	28,1	57	114	0,15	RA-granit
SES060005a	6387364	1298425	Härkila	4,6	9,3	13,6	115	55	0,13	RA-granit
SES060005b	6387364	1298425	Härkila	3,6	15	7,9	179	32	0,16	RA-granit
SES060006a	6382940	1295108	SV Fagrasjö	2,4	1	4,9	12	20	0,06	Tonalitisk gnejs
SES060006b	6382940	1295108	SV Fagrasjö	2,2	1,1	5,6	14	23	0,06	Tonalitisk gnejs
SES060007a	6380393	1294743	Ramhulta	5,2	4,1	42,5	51	173	0,18	RA-granit
SES060007b	6380393	1294743	Ramhulta	5,1	5,8	40,8	72	166	0,18	RA-granit
SES060007c	6380393	1294743	Ramhulta	4,8	2,1	48,8	26	198	0,17	RA-granit
SES060008a	6387964	1298655	Härkila	5,2	0,1	21	1	85	0,12	RA-granit
SES060008b	6387964	1298655	Härkila	4,7	0,8	18,3	10	74	0,11	RA-granit
SES060008c	6387964	1298655	Härkila	3,5	0,9	10,4	11	42	0,09	RA-granit
SES060012a	6380150	1309911	Hedegärdesjö	3,9	0	6,8	0	28	0,08	Ådergnejs
SES060012b	6380150	1309911	Hedegärdesjö	3,5	0,6	7,1	7	29	0,07	Ådergnejs
SES060013a	6380484	1306877	Skene skog	2,5	0,7	8,3	9	34	0,06	Ådergnejs
SES060013b	6380484	1306877	Skene skog	2,6	0	8,3	0	34	0,06	Ådergnejs
SES060020a	6367562	1296279	Gallåsen	4,4	4,9	19,8	61	80	0,12	Granodioritisk gnejs
SES060020b	6367562	1296279	Gallåsen	4,4	4,5	21,5	56	87	0,12	Granodioritisk gnejs
SES060027a	6365184	1295083	Helsjön	1,3	4,5	18,6	56	76	0,1	Granodioritisk gnejs
SES060027b	6365184	1295083	Helsjön	1,1	4	19,1	49	78	0,1	Granodioritisk gnejs
SES060028a	6363535	1299062	Horred	4,4	2,3	17,4	28	71	0,12	RA-granit
SES060028b	6363535	1299062	Horred	4,3	2,3	18,1	28	73	0,11	RA-granit
SES060028c	6363535	1299062	Horred	4,3	2	17,4	25	71	0,12	RA-granit
SES060029a	6361611	1300912	Istorp	2,7	0	8	0	32	0,07	Grå granit
SES060029b	6361611	1300912	Istorp	2,6	0,9	5,8	11	24	0,07	Grå granit
SES060030a	6367171	1319949	Öxabäck	2,2	2,4	15,5	30	63	0,1	Röd granit
SES060030b	6367171	1319949	Öxabäck	2,9	2,3	15,8	28	64	0,1	Röd granit
SES060030c	6367171	1319949	Öxabäck	2,8	2,7	15,4	33	63	0,1	Röd granit
SES060035a	6362085	1309366	Bålabygd	6,7	0,1	4,1	1	17	0,1	Pegmatit
SES060035b	6362085	1309366	Bålabygd	7	0,9	2,5	11	10	0,09	Pegmatit
SES060035c	6362085	1309366	Bålabygd	5,4	0,5	3,5	6	14	0,07	Pegmatit
SES060636a	6361844	1314846	Älekulla	2,8	0	3,4	0	14	0,06	Granodioritisk gnejs
SES060636b	6361844	1314846	Älekulla	3,1	0,1	4	1	16	0,06	Granodioritisk gnejs
SES060038a	6367613	1315945	Strömmen	4,8	0,5	17,9	6	73	0,1	Granitisk gnejs
SES060038b	6367613	1315945	Strömmen	4,7	1,4	17,1	17	69	0,1	Granitisk gnejs
SES060038c	6367613	1315945	Strömmen	5,2	0,5	17,4	6	71	0,1	Granitisk gnejs
SES060041a	6375546	1296578	Sandryd	4,7	5	32,3	62	131	0,15	RA-granit
SES060041b	6375546	1296578	Sandryd	5	4,9	38,9	61	158	0,17	RA-granit
SES060041c	6375546	1296578	Sandryd	4,8	3,9	34,9	48	142	0,15	RA-granit

Tabell 15. Markradonhalter och uran-, torium- och kaliumhalter i olika jordarter inom **Alingsås kommun**. markradonhalter över **50 kBq/m³** är markerade med **röda siffror**. Radium-resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Jordart	Markus kBq/m ³	Roac kBq/m ³
SES040107a	6440167	1304938	Långared	3,2	2,3	11,4	20	46	0,08	Svallfinsand	73	—
SES040107b	6440167	1304938	Långared	3,2	2,3	11,4	8	46	0,08	Svallfinsand	85	—
SES040119	6437847	1301323	Degebo	3,3	1,4	10,4	3	42	0,07	Sandig morän	85	—
SES040120a	6438201	1302127	Arlid	2,2	2,0	6,6	6	27	0,07	Sandig morän	15	—
SES040120b	6438201	1302127	Arlid	2,2	2,0	6,6	6	27	0,07	Sandig morän	18	—
SES040121a	6446797	1305938	Källebacken	3,5	2,1	9,0	7	37	0,06	Isälvs sand	27	20
SES040121b	6446797	1305938	Källebacken	3,5	2,1	9,0	7	37	0,06	Isälvs sand	32	—
SES040123a	6447897	1313470	Magra	2,5	1,4	5,9	3	24	0,05	Isälvsfinsand	22	37
SES040123b	6447897	1313470	Magra	2,5	1,4	5,9	3	24	0,05	Isälvs finsand	28	—
SES040124	6448312	1314616	Ränne	3,4	2,1	10,1	7	41	0,06	Isälvs sand	28	24
SES040125a	6453412	1314988	Gennevad	3,2	1,6	8,2	4	33	0,07	Isälvs sand	20	14
SES040125b	6453412	1314988	Gennevad	3,2	1,6	8,2	4	33	0,07	Isälvs sand	13	—
SES040126	6441579	1306965	Långared	3,1	1,9	9,4	5	38	0,07	Sandig morän	9	—
SES040127	6439157	1306598	Driveslätt	2,8	1,2	9,0	2	37	0,07	Sandig morän	37	—
SES040128a	6446448	1315184	Upplo	2,8	1,3	5,1	3	21	0,06	Isälvs sand	51	—
SES040128b	6446448	1315184	Upplo	2,8	1,3	5,1	3	21	0,06	Isälvs sand	41	—
SES040129a	6444733	1313626	Kvarntorpet	2,3	1,5	4,9	3	20	0,06	Svallfinsand	33	—
SES040129b	6444733	1313626	Kvarntorpet	2,3	1,5	4,9	3	20	0,06	Svallfinsand	38	—
SES040130	6442674	1309590	Loviken	2,9	0,9	4,2	1	17	0,06	Svallsand	12	—
SES040131a	6427783	1305002	Nolhaga	3,0	0,8	4,0	1	16	0,06	Svallsand	17	—
SES040131b	6427783	1305002	Nolhaga	3,0	0,8	4,0	1	16	0,06	Svallsand	26	—
SES040132a	6427949	1305988	Alingsås	2,3	0,6	5,0	1	20	0,06	Svallsand	41	—
SES040132b	6427949	1305988	Alingsås	2,3	0,6	5,0	1	20	0,06	Svallsand	43	—
SES040133a	6418992	1303105	Hemsjö	2,5	1,1	6,3	2	26	0,06	Isälvsgrus	36	—
SES040133b	6418992	1303105	Hemsjö	2,5	1,1	6,3	2	26	0,06	Isälvsgrus	46	—
SES040134	6419330	1307265	Edsås	2,1	1,4	5,0	3	20	0,06	Sandig morän	27	—
SES040142a	6421062	1308684	SV Ödenäs	2,7	1,0	5,5	2	22	0,06	Isälvs sand	12	—
SES040142b	6421062	1308684	SV Ödenäs	2,7	1,0	5,5	2	22	0,06	Isälvs sand	14	—
SES040152a	6429372	1310365	Bälinge kyrka	2,7	0,9	5,0	1	20	0,06	Svallfinsand	9	—
SES040152b	6429372	1310365	Bälinge kyrka	2,7	0,9	5,0	1	20	0,06	Svallfinsand	16	—
SES040153	6429102	1308071	Sävelund	2,7	1,4	6,8	3	28	0,06	Svallfinsand	16	—
SES040154a	6441715	1303021	Kvarnabo	2,4	1,2	6,5	2	26	0,06	Sandig morän	12	—
SES040154b	6441715	1303021	Kvarnabo	2,4	1,2	6,5	2	26	0,06	Sandig morän	17	—
SES040155a	6440865	1301239	Hundsjön	2,0	1,4	5,5	3	22	0,05	Sandig morän	39	—
SES040155b	6440865	1301239	Hundsjön	2,0	1,4	5,5	3	22	0,05	Sandig morän	28	—
SES040156	6431421	1298295	Rydet	2,5	2,0	9,9	6	40	0,09	Sandig morän	37	—

Tabell 16. Markradonhalter och uran-, torium- och kaliumhalter i olika jordarter inom **Borås kommun**, markradonhalter över **50 kBq/m³** är markerade med **röda siffror**. Radium-resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Jordart	Markus kBq/m ³	ROAC kBq/m ³
SES050001a	6413733	1340627	Varnum	3,2	4,0	6,1	50	25	0,06	Isälvs sand	16	—
SES050002b	6413308	1338596	Kullen	3,3	3,1	8,6	39	35	0,07	Sandig morän	21	—
SES050002c	6413308	1338596	Kullen	3,3	3,1	8,6	39	35	0,07	Sandig morän	62	—
SES050005a	6413712	1333720	Fristad	3,4	3,2	7,8	39	32	0,06	Isälvs sand	69	36
SES050005b	6413712	1333720	Fristad	3,4	3,2	7,8	39	32	0,06	Isälvs sand	69	—
SES050006a	6415089	1333453	Fristad	3,3	1,8	6,2	22	25	0,07	Isälvs sand	36	—
SES050006b	6415089	1333453	Fristad	3,3	1,8	6,2	22	25	0,07	Isälvs sand	33	—
SES050009a	6405548	1346421	Askanäs	2,7	3,6	10,1	44	41	0,07	Sandig morän	134	63
SES050009b	6405548	1346421	Askanäs	2,7	3,6	10,1	44	41	0,07	Sandig morän	69	—
SES050010a	6407239	1346708	Sundholmen	3,6	5,9	14,8	73	60	0,07	Sandig morän	33	—
SES050010b	6407239	1346708	Sundholmen	3,6	5,9	14,8	73	60	0,07	Sandig morän	13	—
SES050011a	6410064	1340471	Rångedala	3,4	5,3	8,4	65	34	0,09	Isälvs sand	55	46
SES050011b	6410064	1340471	Rångedala	3,4	5,3	8,4	65	34	0,09	Isälvs sand	46	—

Tabell 16 forts

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Jordart	Markus kBq/m ³	ROAC kBq/m ³
SES050012a	6407810	1339341	Rångedala	2,7	3,6	5,9	44	24	0,07	Isälvssand	44	47
SES050012b	6407810	1339341	Rångedala	2,7	3,6	5,9	44	24	0,07	Isälvssand	61	—
SES050013a	6405674	1339441	Häljered	2,8	4,2	7,0	51	28	0,08	Isälvssand	54	—
SES050013b	6405674	1339441	Häljered	2,8	4,2	7,0	51	28	0,08	Isälvssand	121	—
SES050014a	6402873	1338336	Dalsjöfors	4,0	3,5	11,3	43	46	0,08	Isälvssand	73	—
SES050014b	6402873	1338336	Dalsjöfors	4,0	3,5	11,3	43	46	0,08	Isälvssand	65	—
SES050015a	6388326	1316218	Seglora	3,5	2,5	9,4	31	38	0,07	Isälvssand	71	—
SES050015b	6388326	1316218	Seglora	3,5	2,5	9,4	31	38	0,07	Isälvssand	78	—
SES050016a	6389756	1317534	Sv Hultaliden	3,3	2,0	8,8	24	36	0,07	Isälvgrus	44	—
SES050016b	6389756	1317534	Sv Hultaliden	3,3	2,0	8,8	24	36	0,07	Isälvgrus	47	—
SES050017a	6390773	1320225	Bogryd	3,8	3,2	11,4	39	46	0,08	Isälvssand	57	—
SES050017b	6390773	1320225	Bogryd	3,8	3,2	11,4	39	46	0,08	Isälvssand	95	—
SES050020a	6401920	1328471	Borås	3,6	2,8	9,9	35	40	0,08	Isälvssand	28	—
SES050020b	6401920	1328471	Borås	3,6	2,8	9,9	35	40	0,08	Isälvssand	32	—
SES050021a	6400769	1327399	Borås ridhus	2,9	1,8	5,4	22	22	0,06	Isälvssand	20	—
SES050021b	6400769	1327399	Borås ridhus	2,9	1,8	5,4	22	22	0,06	Isälvssand	18	—
SES050021c	6400769	1327399	Borås ridhus	2,9	1,8	5,4	22	22	0,06	Isälvssand	22	—
SES050027a	6397803	1329385	Kråkered	3,5	3,1	8,7	38	35	0,07	Isälvssand	75	46
SES050027b	6397803	1329385	Kråkered	3,5	3,1	8,7	38	35	0,07	Isälvssand	75	—
SES050027c	6397803	1329385	Kråkered	3,5	3,1	8,7	38	35	0,07	Isälvssand	86	—
SES050029a	6394189	1330485	Björkered	3,6	2,7	9,3	34	38	0,08	Isälvgrus	62	—
SES050029b	6394189	1330485	Björkered	3,6	2,7	9,3	34	38	0,08	Isälvgrus	48	—
SES050029c	6394189	1330485	Björkered	3,6	2,7	9,3	34	38	0,08	Isälvgrus	67	—
SES050029d	6394189	1330485	Björkered	3,6	2,7	9,3	34	38	0,08	Isälvgrus	59	—
SES050030a	6389400	1325137	Kinnarumma	2,9	1,4	5,7	18	23	0,06	Isälvssand	20	—
SES050030b	6389400	1325137	Kinnarumma	2,9	1,4	5,7	18	23	0,06	Isälvssand	27	—
SES050030c	6389400	1325137	Kinnarumma	2,9	1,4	5,7	18	23	0,06	Isälvssand	33	—
SES050031	6396331	1327650	Töllesjö	3,6	2,8	12,0	35	49	0,09	Isälvgrus	62	—
SES050032a	6390085	1326319	Stora Årydet	3,3	2,5	7,4	31	30	0,08	Isälvfinsand	32	—
SES050032b	6390085	1326319	Stora Årydet	3,3	2,5	7,4	31	30	0,08	Isälvfinsand	24	—
SES050033a	6391424	1329211	Häggårda	2,6	2,0	6,1	24	25	0,07	Isälvfinsand	47	—
SES050033b	6391424	1329211	Häggårda	2,6	2,0	6,1	24	25	0,07	Isälvfinsand	65	—
SES050034a	6392187	1332002	Håhult	2,7	1,6	6,9	20	28	0,06	Sandig morän	71	—
SES050034b	6392187	1332002	Håhult	2,7	1,6	6,9	20	28	0,06	Sandig morän	111	—
SES050035	6409363	1338725	Falskog	2,4	2,0	7,3	25	30	0,06	Sandig morän	77	—
SES050036a	6410743	1336639	Syd Gunnarp	2,8	2,1	8,9	26	36	0,07	Sandig morän	64	29
SES050036b	6410743	1336639	Syd Gunnarp	2,8	2,1	8,9	26	36	0,07	Sandig morän	31	—
SES050037	6421388	1333995	Borgstena	3,5	2,2	10,8	27	44	0,07	Isälvfinsand	17	—
SES050038a	6423294	1327687	Tämta	3,1	1,0	4,3	13	17	0,04	Isälvssand	16	—
SES050038b	6423294	1327687	Tämta	3,1	1,0	4,3	13	17	0,04	Isälvssand	18	—
SES050042a	6413662	1316488	Västra Valsjön	2,7	1,0	4,9	13	20	0,05	Isälvssand	25	—
SES050042b	6413662	1316488	Västra Valsjön	2,7	1,0	4,9	13	20	0,05	Isälvssand	41	—
SES050043a	6413036	1318482	Hedared	2,7	1,2	5,1	14	21	0,06	Sandig morän	35	—
SES050043b	6413036	1318482	Hedared	2,7	1,2	5,1	14	21	0,06	Sandig morän	41	—
SES050049a	6414430	1328133	Tillemossen	2,4	1,6	4,1	20	17	0,05	Isälvfinsand	25	—
SES050049b	6414430	1328133	Tillemossen	2,4	1,6	4,1	20	17	0,05	Isälvfinsand	31	—
SES050050a	6420382	1330605	Sandsjön	3,5	2,0	7,7	24	31	0,06	Isälvssand	34	—
SES050050b	6420382	1330605	Sandsjön	3,5	2,0	7,7	24	31	0,06	Isälvssand	48	—
SES050054a	6407628	1322295	Tå	2,7	1,5	6,8	18	28	0,06	Sandig morän	142	—
SES050054b	6407628	1322295	Tå	2,7	1,5	6,8	18	28	0,06	Sandig morän	107	—
SES050055a	6412254	1326770	Bredared	2,7	1,6	7,8	19	32	0,06	Sandig morän	10	—
SES050055b	6412254	1326770	Bredared	2,7	1,6	7,8	19	32	0,06	Sandig morän	40	—
SES050056a	6405871	1328735	Ryda	2,6	1,4	3,9	17	16	0,06	Isälvssand	14	—
SES050056b	6405871	1328735	Ryda	2,6	1,4	3,9	17	16	0,06	Isälvssand	16	—
SES050057a	6402962	1328266	Borås	3,4	2,5	7,2	31	29	0,07	Isälvssand	40	25
SES050057b	6402962	1328266	Borås	3,4	2,5	7,2	31	29	0,07	Isälvssand	82	—
SES050058a	6403930	1333810	Kyllared	3,1	2,7	9,0	33	37	0,07	Sandig morän	12	—
SES050058b	6403930	1333810	Kyllared	3,1	2,7	9,0	33	37	0,07	Sandig morän	32	—
SES050059	6406561	1343720	Åspered	2,3	2,1	6,7	26	27	0,06	Sandig morän	115	25
SES050060a	6406965	1329229	Sjöbo	2,6	1,9	5,5	23	22	0,06	Isälvssand	60	21
SES050060b	6406965	1329229	Sjöbo	2,6	1,9	5,5	23	22	0,06	Isälvssand	70	—
SES050061a	6415354	1332216	Fristad	3,4	2,7	9,0	34	37	0,08	Isälvssand	48	—

Tabell 16 forts

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Jordart	Markus kBq/m ³	ROAC kBq/m ³
SES050061b	6415354	1332216	Fristad	3,4	2,7	9,0	34	37	0,08	Isälvssand	70	—
SES050062a	6419825	1332099	Assmundared	2,8	1,8	2,7	22	11	0,06	Sandig morän	53	—
SES050062b	6419825	1332099	Assmundared	2,8	1,8	2,7	22	11	0,06	Sandig morän	54	—
SES050063a	6401635	1327486	Kristianslätt	3,3	1,8	6,2	22	25	0,07	Isälvssand	41	—
SES050063b	6401635	1327486	Kristianslätt	3,3	1,8	6,2	22	25	0,07	Isälvssand	41	—
SES050064	6398513	1326529	Bockaryd	3,1	2,4	6,4	30	26	0,07	Isälvssand	64	—
SES050065a	6395533	1324180	Furesjön	3,7	2,5	11,6	31	47	0,09	Isälvsgrus	62	—
SES050065b	6395533	1324180	Furesjön	3,7	2,5	11,6	31	47	0,09	Isälvsgrus	66	—
SES050066a	6394473	1320308	Lida	2,9	2,3	5,6	28	23	0,07	Isälvssand	60	—
SES050066b	6394473	1320308	Lida	2,9	2,3	5,6	28	23	0,07	Isälvssand	62	—
SES050067a	6391066	1312163	Hessered	2,5	2,6	5,4	32	22	0,06	Isälvssand	124	—
SES050067b	6391066	1312163	Hessered	2,5	2,6	5,4	32	22	0,06	Isälvssand	144	—
SES050068a	6393898	1313790	V. Hunghult	3,2	1,3	6,2	16	25	0,06	Isälvssand	21	—
SES050068b	6393898	1313790	V. Hunghult	3,2	1,3	6,2	16	25	0,06	Isälvssand	32	—
SES050069a	6402094	1328740	Borås	2,7	2,1	6,0	26	25	0,08	Isälvfinsand	30	—
SES050069b	6402094	1328740	Borås	2,7	2,1	6,0	26	25	0,08	Isälvfinsand	40	—
SES050070a	6402161	1329399	Borås	3,6	3,2	9,0	39	36	0,1	Isälvsgrus	64	—
SES050070b	6402161	1329399	Borås	3,6	3,2	9,0	39	36	0,1	Isälvsgrus	53	—
SES050071a	6396007	1329291	NV Öd	3,3	2,4	9,6	30	39	0,06	Isälvssand	121	—
SES050071b	6396007	1329291	NV Öd	3,3	2,4	9,6	30	39	0,06	Isälvssand	137	—
SES050072a	6397154	1335570	Målsryd	3,4	1,9	10,3	23	42	0,08	Sandig morän	111	—
SES050072a	6397154	1335570	Målsryd	3,4	1,9	10,3	23	42	0,08	Sandig morän	92	—
SES050074	6392772	1337488	Ryåsen	2,9	1,9	7,6	23	31	0,07	Sandig morän	132	—
SES050075a	6401546	1323915	Viared	2,5	2,3	5,9	29	24	0,07	Sandig morän	137	—
SES050075b	6401546	1323915	Viared	2,5	2,3	5,9	29	24	0,07	Sandig morän	104	—
SES050078a	6400285	1321965	Viared	2,5	1,2	6,7	14	27	0,06	Sa,siltig morän	36	—
SES050078b	6400285	1321965	Viared	2,5	1,2	6,7	14	27	0,06	Sa,siltig morän	31	—
SES050079a	6417948	1327386	Holma	3,1	1,6	6,0	19	24	0,06	Isälvssand	22	—
SES050079b	6417948	1327386	Holma	3,1	1,6	6,0	19	24	0,06	Isälvssand	22	—

Tabell 17. Markradonhalter och uran-, torium- och kaliumhalter i olika jordarter inom **Bollebygds kommun**. Markradonhalter över **50 kBq/m³** är markerade med **röda siffror**. Radium- resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Jordart	Markus kBq/m ³
SES050039a	6402903	1307846	Hestra	3,3	1,6	8,3	20	34	0,06	Isälvsgrus	35
SES050040a	6412120	1311554	Töllsjö	3,6	1,8	9,1	22	37	0,07	Isälvsgrus	77
SES050040b	6412120	1311554	Töllsjö	3,6	1,8	9,1	22	37	0,07	Isälvsgrus	53
SES050041a	6413282	1314181	Åmot	3,8	1,9	7,6	23	31	0,08	Isälvssand	27
SES050041b	6413282	1314181	Åmot	3,8	1,9	7,6	23	31	0,08	Isälvssand	32
SES050044a	6397764	1306214	Bollebygd	3,3	1,4	5,6	17	23	0,06	Isälvssand	20
SES050044b	6397764	1306214	Bollebygd	3,3	1,4	5,6	17	23	0,06	Isälvssand	28
SES050045a	6399683	1306796	Bollebygd	3,2	1,2	6,8	15	28	0,07	Isälvssand	41
SES050045b	6399683	1306796	Bollebygd	3,2	1,2	6,8	15	28	0,07	Isälvssand	41
SES050046a	6404104	1302333	Tullebo	2,5	1,0	5,3	12	22	0,05	Isälvssand	28
SES050046b	6404104	1302333	Tullebo	2,5	1,0	5,3	12	22	0,05	Isälvssand	29
SES050047a	6399304	1304822	Ballasjön	3,3	1,3	7,6	16	31	0,07	Sandig morän	19
SES050048a	6398044	1307747	Bollebygd	3,1	0,8	6,6	10	27	0,06	Isälvssand	18
SES050048b	6398044	1307747	Bollebygd	3,1	0,8	6,6	10	27	0,06	Isälvssand	16
SES050051a	6409961	1308863	Hulegårde	3,2	1,4	8,6	18	35	0,06	Grusig morän	24
SES050052a	6411934	1310511	Töllsjö	2,7	1,4	4,2	18	17	0,06	Isälvssand	72
SES050052b	6411934	1310511	Töllsjö	2,7	1,4	4,2	18	17	0,06	Isälvssand	41
SES050076a	6397333	1304853	Forsa	2,9	1,4	4,9	17	20	0,06	Isälvssand	33
SES050076b	6397333	1304853	Forsa	2,9	1,4	4,9	17	20	0,06	Isälvssand	34
SES050077a	6397696	1308086	S Getabrohult	3,2	2,3	10,8	28	44	0,06	Sandig morän	5
SES050081a	6405243	1308233	Stenkulla	3,1	1,5	7,7	18	31	0,08	Isälvssand	52
SES050081b	6405243	1308233	Stenkulla	3,1	1,5	7,7	18	31	0,08	Isälvssand	69

Tabell 18. Markradonhalter och uran-, torium- och kaliumhalter i olika jordarter inom **Lerums kommun**. Radium-resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Jordart	Markus kBq/m ³	Roac kBq/m ³
SES040100a	6427652	1292295	Kåretorp	3,6	1,2	10,3	14	42	0,06	Isälvssand	22	—
SES040100b	6427652	1292295	Kåretorp	3,6	1,2	10,3	14	42	0,06	Isälvssand	40	—
SES040103	6427945	1296384	Östad skola	3,9	2,1	14,1	26	57	0,06	Isälvsgrus	21	—
SES040115	6411386	1296996	Lensjön	3,1	1,7	8,1	21	33	0,07	Isälvssand	16	13
SES040116a	6418612	1291454	Gråbo	3,7	1,4	8,5	18	34	0,08	Isälvssand	26	19
SES040116b	6418612	1291454	Gråbo	3,7	1,4	8,5	18	34	0,08	Isälvssand	19	—
SES040117a	6418860	1292820	Hjällnäs	3,3	1,4	8,6	18	35	0,07	Isälvssand	16	11
SES040117b	6418860	1292820	Hjällnäs	3,3	1,4	8,6	18	35	0,07	Isälvssand	17	—
SES040118a	6428313	1296775	Östad	3,6	3,0	11,5	14	47	0,08	Isälvssand	43	33
SES040118b	6428313	1296775	Östad	3,6	3,0	11,5	14	47	0,08	Isälvssand	49	—
SES040139a	6414267	1296469	Floda	2,4	1,4	6,4	18	26	0,07	Isälvssand	20	—
SES040139b	6414267	1296469	Floda	2,4	1,4	6,4	18	26	0,07	Isälvssand	29	—
SES040140a	6412182	1296447	Staffantorp	2	1,0	5,5	12	22	0,06	Sandig morän	9	—
SES040140b	6412182	1296447	Staffantorp	2	1,0	5,5	12	22	0,06	Sandig morän	13	—
SES040157a	6427918	1296616	Sjövik	2,9	1,6	7,3	20	30	0,06	Svallsand	41	—
SES040157b	6427918	1296616	Sjövik	2,9	1,6	7,3	20	30	0,06	Svallsand	28	—
SES040158a	6426785	1294446	Sjövik	3,8	2,4	13,1	30	53	0,08	Isälvsgrus	41	—
SES040158b	6426785	1294446	Sjövik	3,8	2,4	13,1	30	53	0,08	Isälvsgrus	45	—
SES040159a	6419140	1291608	Gråbo	3,8	2,5	10,7	31	44	0,09	Isälvsgrus	29	—
SES040159b	6419140	1291608	Gråbo	3,8	2,5	10,7	31	44	0,09	Isälvsgrus	28	—
SES040160a	6412980	1294372	Floda	2,7	1,1	6,0	14	24	0,07	Isälvssand	7	—
SES040160b	6412980	1294372	Floda	2,7	1,1	6,0	14	24	0,07	Isälvssand	8	—
SES040161	6412305	1293626	Ryggebol	2,5	1,0	5,9	12	24	0,07	Isälvssand	15	—

Tabell 19. Markradonhalter och uran-, torium- och kaliumhalter i olika jordarter inom **Marks kommun**. Markradonhalter över **50 kBq/m³** är markerade med **röda siffror**. Radium-resp. toriumaktivitet anges också, samt gammastrålningen på lokalen.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Jordart	Markus kBq/m ³	Roac kBq/m ³
SES060004a	6381855	1298665	Flohult	3,3	1,4	9,7	18	39	0,08	Isälvssand	42	—
SES060004b	6381855	1298665	Flohult	3,3	1,4	9,7	18	39	0,08	Isälvssand	61	—
SES060004c	6381855	1298665	Flohult	3,3	1,4	9,7	18	39	0,08	Isälvssand	41	—
SES060004d	6381855	1298665	Flohult	3,3	1,4	9,7	18	39	0,08	Isälvssand	68	—
SES060009a	6378641	1312785	Kinna	3,6	2,7	7,5	34	30	0,07	Svallsand	35	—
SES060009b	6378641	1312785	Kinna	3,6	2,7	7,5	34	30	0,07	Svallsand	45	—
SES060009c	6378641	1312785	Kinna	3,6	2,7	7,5	34	30	0,07	Svallsand	34	—
SES060009d	6378641	1312785	Kinna	3,6	2,7	7,5	34	30	0,07	Svallsand	48	—
SES060010a	6377048	1308714	Ljunghagen	3,0	1,7	5,1	21	21	0,07	Svallsand	18	—
SES060010b	6377048	1308714	Ljunghagen	3,0	1,7	5,1	21	21	0,07	Svallsand	25	—
SES060010c	6377048	1308714	Ljunghagen	3,0	1,7	5,1	21	21	0,07	Svallsand	21	—
SES060010d	6377048	1308714	Ljunghagen	3,0	1,7	5,1	21	21	0,07	Svallsand	19	—
SES060011a	6377772	1310343	Hedbo	2,9	1,3	5,7	16	23	0,07	Svallsand	35	—
SES060011b	6377772	1310343	Hedbo	2,9	1,3	5,7	16	23	0,07	Svallsand	17	—
SES060011c	6377772	1310343	Hedbo	2,9	1,3	5,7	16	23	0,07	Svallsand	29	—
SES060014a	6385673	1305430	Hyssna	2,9	1,2	5,0	14	20	0,06	Isälvssand	9	7
SES060014b	6385673	1305430	Hyssna	2,9	1,2	5,0	14	20	0,06	Isälvssand	13	—
SES060014c	6385673	1305430	Hyssna	2,9	1,2	5,0	14	20	0,06	Isälvssand	11	—
SES060014d	6385673	1305430	Hyssna	2,9	1,2	5,0	14	20	0,06	Isälvssand	15	—
SES060015a	6387497	1305587	Heddal	3,3	5,7	8,3	70	34	0,09	Isälvssand	85	58
SES060015b	6387497	1305587	Heddal	3,3	5,7	8,3	70	34	0,09	Isälvssand	118	—
SES060015c	6387497	1305587	Heddal	3,3	5,7	8,3	70	34	0,09	Isälvssand	73	—
SES060015d	6387497	1305587	Heddal	3,3	5,7	8,3	70	34	0,09	Isälvssand	140	—
SES060016a	6386210	1305055	Hyssna	2,7	2,2	4,5	27	18	0,06	Isälvssand	49	—
SES060016b	6386210	1305055	Hyssna	2,7	2,2	4,5	27	18	0,06	Isälvssand	72	—
SES060016c	6386210	1305055	Hyssna	2,7	2,2	4,5	27	18	0,06	Isälvssand	50	—
SES060016d	6386210	1305055	Hyssna	2,7	2,2	4,5	27	18	0,06	Isälvssand	69	—

Tabell 19 forts.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Jordart	Markus kBq/m ³	Roac kBq/m ³
SES060017a	6381491	1305551	Hjorttorp	3,3	1,6	7,3	20	30	0,06	Isälvssand	25	18
SES060017b	6381491	1305551	Hjorttorp	3,3	1,6	7,3	20	30	0,06	Isälvssand	40	—
SES060017c	6381491	1305551	Hjorttorp	3,3	1,6	7,3	20	30	0,06	Isälvssand	23	—
SES060017d	6381491	1305551	Hjorttorp	3,3	1,6	7,3	20	30	0,06	Isälvssand	11	—
SES060018a	6380444	1304670	Hajom	3,3	1,7	7,2	21	29	0,08	Isälvssand	38	21
SES060018b	6380444	1304670	Hajom	3,3	1,7	7,2	21	29	0,08	Isälvssand	51	—
SES060018c	6380444	1304670	Hajom	3,3	1,7	7,2	21	29	0,08	Isälvssand	32	—
SES060018d	6380444	1304670	Hajom	3,3	1,7	7,2	21	29	0,08	Isälvssand	55	—
SES060019a	6378714	1303219	Nödinge	3,3	1,8	9,2	22	37	0,06	Isälvssand	29	—
SES060019b	6378714	1303219	Nödinge	3,3	1,8	9,2	22	37	0,06	Isälvssand	38	—
SES060021a	6366699	1305208	Öxnevala	3,1	1,5	5,0	18	20	0,06	Isälvssand	8	9
SES060021b	6366699	1305208	Öxnevala	3,1	1,5	5,0	18	20	0,06	Isälvssand	15	—
SES060021c	6366699	1305208	Öxnevala	3,1	1,5	5,0	18	20	0,06	Isälvssand	8	—
SES060021d	6366699	1305208	Öxnevala	3,1	1,5	5,0	18	20	0,06	Isälvssand	17	—
SES060022a	6365351	1304581	Öxnevala	3,4	0,9	7,1	11	29	0,07	Isälvssand	12	5
SES060022b	6365351	1304581	Öxnevala	3,4	0,9	7,1	11	29	0,07	Isälvssand	18	—
SES060022c	6365351	1304581	Öxnevala	3,4	0,9	7,1	11	29	0,07	Isälvssand	10	—
SES060022d	6365351	1304581	Öxnevala	3,4	0,9	7,1	11	29	0,07	Isälvssand	22	—
SES060023a	6369171	1308341	Hyltenäs	3,4	0,9	7,6	11	31	0,06	Isälvssand	8	—
SES060023b	6369171	1308341	Hyltenäs	3,4	0,9	7,6	11	31	0,06	Isälvssand	11	—
SES060024a	6376970	1314362	Örby	3,6	1,6	7,4	19	30	0,06	Isälvssand	23	14
SES060024b	6376970	1314362	Örby	3,6	1,6	7,4	19	30	0,06	Isälvssand	38	—
SES060024c	6376970	1314362	Örby	3,6	1,6	7,4	19	30	0,06	Isälvssand	16	—
SES060024d	6376970	1314362	Örby	3,6	1,6	7,4	19	30	0,06	Isälvssand	38	—
SES060025a	6377750	1314361	Karlshed	3,4	0,8	5,3	10	21	0,06	Isälvssand	7	—
SES060025b	6377750	1314361	Karlshed	3,4	0,8	5,3	10	21	0,06	Isälvssand	18	—
SES060025c	6377750	1314361	Karlshed	3,4	0,8	5,3	10	21	0,06	Isälvssand	11	—
SES060025d	6377750	1314361	Karlshed	3,4	0,8	5,3	10	21	0,06	Isälvssand	19	—
SES060031a	6379125	1315201	Brättningstorp	3,6	0,8	4,6	10	19	0,05	Svallsand	9	—
SES060031b	6379125	1315201	Brättningstorp	3,6	0,8	4,6	10	19	0,05	Svallsand	12	—
SES060031c	6379125	1315201	Brättningstorp	3,6	0,8	4,6	10	19	0,05	Svallsand	9	—
SES060031d	6379125	1315201	Brättningstorp	3,6	0,8	4,6	10	19	0,05	Svallsand	12	—
SES060032a	6380156	1313970	Kinna	3,2	2,0	6,7	25	27	0,07	Svallsand	59	—
SES060032b	6380156	1313970	Kinna	3,2	2,0	6,7	25	27	0,07	Svallsand	103	—
SES060032c	6380156	1313970	Kinna	3,2	2,0	6,7	25	27	0,07	Svallsand	29	—
SES060032d	6380156	1313970	Kinna	3,2	2,0	6,7	25	27	0,07	Svallsand	44	—
SES060033a	6379985	1312733	Kinna	2,4	4,4	4,7	54	19	0,11	Svallsand	26	—
SES060033b	6379985	1312733	Kinna	2,4	4,4	4,7	54	19	0,11	Svallsand	33	—
SES060034a	6366412	1311136	Torestorp	3,5	0,8	5,6	10	23	0,06	Isälvssand	9	—
SES060034b	6366412	1311136	Torestorp	3,5	0,8	5,6	10	23	0,06	Isälvssand	20	—
SES060034c	6366412	1311136	Torestorp	3,5	0,8	5,6	10	23	0,06	Isälvssand	11	—
SES060034d	6366412	1311136	Torestorp	3,5	0,8	5,6	10	23	0,06	Isälvssand	16	—
SES060037a	6366920	1311510	Torestorp	3,8	0,8	8,3	10	34	0,06	Isälvssand	12	—
SES060037b	6366920	1311510	Torestorp	3,8	0,8	8,3	10	34	0,06	Isälvssand	25	—
SES060037c	6366920	1311510	Torestorp	3,8	0,8	8,3	10	34	0,06	Isälvssand	16	—
SES060037d	6366920	1311510	Torestorp	3,8	0,8	8,3	10	34	0,06	Isälvssand	31	—
SES060039a	6376370	1318985	Svensjö	3,6	1,2	6,6	14	27	0,06	Isälvssand	9	—
SES060039b	6376370	1318985	Svensjö	3,6	1,2	6,6	14	27	0,06	Isälvssand	14	—
SES060040a	6382166	1324173	Skepared	3,3	1,2	5,9	15	24	0,06	Isälvssand	13	—
SES060040b	6382166	1324173	Skepared	3,3	1,2	5,9	15	24	0,06	Isälvssand	24	—
SES060040c	6382166	1324173	Skepared	3,3	1,2	5,9	15	24	0,06	Isälvssand	16	—
SES060040d	6382166	1324173	Skepared	3,3	1,2	5,9	15	24	0,06	Isälvssand	23	—
SES060042a	6378595	1301118	Rådahed	2,6	1,3	5,9	16	24	0,06	Sandig morän	72	—
SES060042b	6378595	1301118	Rådahed	2,6	1,3	5,9	16	24	0,06	Sandig morän	103	—
SES060042c	6378595	1301118	Rådahed	2,6	1,3	5,9	16	24	0,06	Sandig morän	81	—
SES060042d	6378595	1301118	Rådahed	2,6	1,3	5,9	16	24	0,06	Sandig morän	129	—
SES060043a	6377983	1302379	Dunaved	3,1	1,5	8,9	18	36	0,07	Sandig morän	10	—
SES060043b	6377983	1302379	Dunaved	3,1	1,5	8,9	18	36	0,07	Sandig morän	9	—
SES060043c	6377983	1302379	Dunaved	3,1	1,5	8,9	18	36	0,07	Sandig morän	16	—
SES060043d	6377983	1302379	Dunaved	3,1	1,5	8,9	18	36	0,07	Sandig morän	26	—
SES060044a	6375362	1307158	Berghem	3,5	1,4	6,7	18	27	0,06	Isälvssand	5	—
SES060044b	6375362	1307158	Berghem	3,5	1,4	6,7	18	27	0,06	Isälvssand	8	—

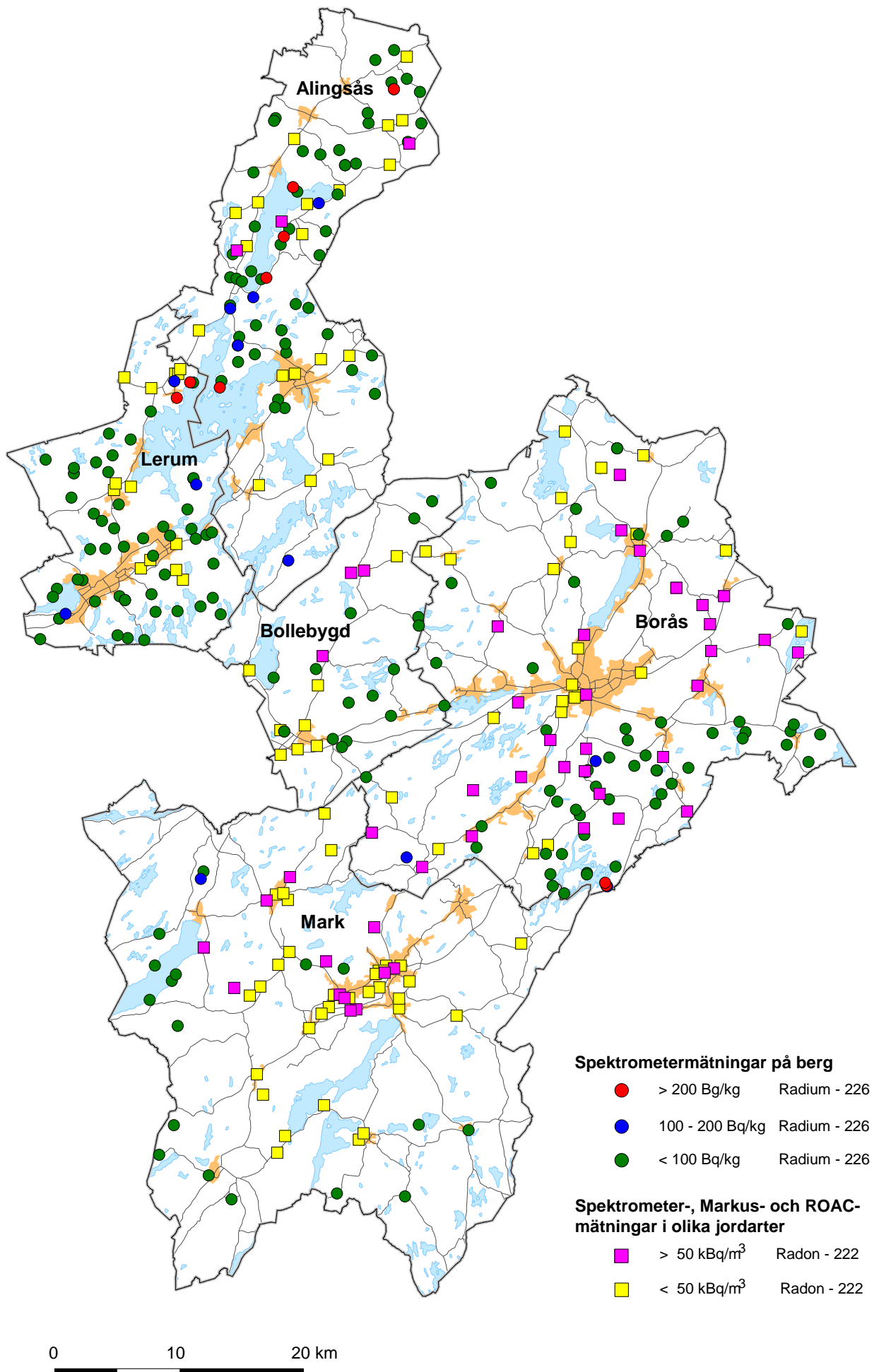
Tabell 19 forts.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. µSv/h	Jordart	Markus kBq/m ³	Roac kBq/m ³
SES060044c	6375362	1307158	Berghem	3,5	1,4	6,7	18	27	0,06	Isälvssand	6	—
SES060044d	6375362	1307158	Berghem	3,5	1,4	6,7	18	27	0,06	Isälvssand	13	—
SES060045a	6378056	1309598	Skene	2,7	1,7	6,4	21	26	0,07	Svallsand	51	—
SES060045b	6378056	1309598	Skene	2,7	1,7	6,4	21	26	0,07	Svallsand	67	—
SES060045c	6378056	1309598	Skene	2,7	1,7	6,4	21	26	0,07	Svallsand	34	—
SES060045d	6378056	1309598	Skene	2,7	1,7	6,4	21	26	0,07	Svallsand	51	—
SES060046a	6380720	1308489	Hultet	2,5	2,2	5,5	27	22	0,05	Sandig morän	60	—
SES060046b	6380720	1308489	Hultet	2,5	2,2	5,5	27	22	0,05	Sandig morän	88	—
SES060046c	6380720	1308489	Hultet	2,5	2,2	5,5	27	22	0,05	Sandig morän	73	—
SES060046d	6380720	1308489	Hultet	2,5	2,2	5,5	27	22	0,05	Sandig morän	131	—
SES060047a	6389671	1308911	Ansered	2,3	0,8	3,7	10	15	0,05	Isälvssand	23	—
SES060047b	6389671	1308911	Ansered	2,3	0,8	3,7	10	15	0,05	Isälvssand	34	—
SES060048a	6392607	1308373	Grönered	2,9	1,2	4,7	15	19	0,06	Svallsand	9	—
SES060048b	6392607	1308373	Grönered	2,9	1,2	4,7	15	19	0,06	Svallsand	15	—
SES060048c	6392607	1308373	Grönered	2,9	1,2	4,7	15	19	0,06	Svallsand	7	—
SES060048d	6392607	1308373	Grönered	2,9	1,2	4,7	15	19	0,06	Svallsand	16	—
SES060049a	6383465	1312366	Ginkalunda	2,6	2,8	6,4	35	26	0,07	Isälvsfinsand	44	—
SES060049b	6383465	1312366	Ginkalunda	2,6	2,8	6,4	35	26	0,07	Isälvsfinsand	79	—
SES060049c	6383465	1312366	Ginkalunda	2,6	2,8	6,4	35	26	0,07	Isälvsfinsand	37	—
SES060049d	6383465	1312366	Ginkalunda	2,6	2,8	6,4	35	26	0,07	Isälvsfinsand	74	—
SES060050a	6379811	1313212	Kinna	2,9	21,1	8,1	260	33	0,12	Svallsand	32	—
SES060050b	6379811	1313212	Kinna	2,9	21,1	8,1	260	33	0,12	Svallsand	63	—
SES060050c	6379811	1313212	Kinna	2,9	21,1	8,1	260	33	0,12	Svallsand	40	—
SES060050d	6379811	1313212	Kinna	2,9	21,1	8,1	260	33	0,12	Svallsand	56	—
SES060051a	6380379	1313332	Kinna	3,0	1,5	5,7	18	23	0,06	Svallsand	22	—
SES060051b	6380379	1313332	Kinna	3,0	1,5	5,7	18	23	0,06	Svallsand	35	—
SES060051c	6380379	1313332	Kinna	3,0	1,5	5,7	18	23	0,06	Svallsand	17	—
SES060051d	6380379	1313332	Kinna	3,0	1,5	5,7	18	23	0,06	Svallsand	32	—
SES060052a	6377782	1309994	Skene	2,5	2,5	4,9	31	20	0,07	Svallsand	107	—
SES060052b	6377782	1309994	Skene	2,5	2,5	4,9	31	20	0,07	Svallsand	176	—
SES060052c	6377782	1309994	Skene	2,5	2,5	4,9	31	20	0,07	Svallsand	110	—
SES060052d	6377782	1309994	Skene	2,5	2,5	4,9	31	20	0,07	Svallsand	143	—
SES060053a	6376533	1308126	Norr Daltorp	2,9	1,6	4,6	19	19	0,06	Svallsand	22	—
SES060053b	6376533	1308126	Norr Daltorp	2,9	1,6	4,6	19	19	0,06	Svallsand	45	—
SES060054a	6371663	1302936	Björketorp	2,9	1,6	4,5	19	18	0,07	Svallsand	31	—
SES060054b	6371663	1302936	Björketorp	2,9	1,6	4,5	19	18	0,07	Svallsand	57	—
SES060055a	6370020	1303427	Stommen	3,6	1,2	8,8	14	36	0,07	Isälvssand	23	—
SES060055b	6370020	1303427	Stommen	3,6	1,2	8,8	14	36	0,07	Isälvssand	27	—
SES060057a	6376874	1310911	Haby	2,5	2,1	6,7	26	27	0,07	Isälvsfinsand	137	—
SES060057b	6376874	1310911	Haby	2,5	2,1	6,7	26	27	0,07	Isälvsfinsand	172	—
SES060057c	6376874	1310911	Haby	2,5	2,1	6,7	26	27	0,07	Isälvsfinsand	149	—
SES060057d	6376874	1310911	Haby	2,5	2,1	6,7	26	27	0,07	Isälvsfinsand	206	—
SES060058a	6378278	1311934	SO Assberg	2,9	1,7	5,3	21	21	0,07	Svallsand	35	—
SES060058b	6378278	1311934	SO Assberg	2,9	1,7	5,3	21	21	0,07	Svallsand	43	—
SES060058c	6378278	1311934	SO Assberg	2,9	1,7	5,3	21	21	0,07	Svallsand	28	—
SES060058d	6378278	1311934	SO Assberg	2,9	1,7	5,3	21	21	0,07	Svallsand	42	—
SES060059a	6376780	1310465	Haby	3,0	1,4	7,9	18	32	0,07	Isälvssand	42	—
SES060059b	6376780	1310465	Haby	3,0	1,4	7,9	18	32	0,07	Isälvssand	70	—
SES060060a	6385604	1303726	Högarebacken	3,5	3,9	8,4	48	34	0,08	Gr isälvssand	36	—
SES060060b	6385604	1303726	Högarebacken	3,5	3,9	8,4	48	34	0,08	Gr isälvssand	61	—
SES060060c	6385604	1303726	Högarebacken	3,5	3,9	8,4	48	34	0,08	Gr isälvssand	40	—
SES060060d	6385604	1303726	Högarebacken	3,5	3,9	8,4	48	34	0,08	Gr isälvssand	69	—
SES060061a	6386101	1304466	Hyssna	2,6	1,8	5,6	22	23	0,07	Isälvssand	27	—
SES060061b	6386101	1304466	Hyssna	2,6	1,8	5,6	22	23	0,07	Isälvssand	36	—
SES060061c	6386101	1304466	Hyssna	2,6	1,8	5,6	22	23	0,07	Isälvssand	12	—
SES060061d	6386101	1304466	Hyssna	2,6	1,8	5,6	22	23	0,07	Isälvssand	21	—
SES060062a	6380374	1314490	Kinna	3,0	2,0	6,7	24	27	0,07	Svallsand	18	—
SES060062b	6380374	1314490	Kinna	3,0	2,0	6,7	24	27	0,07	Svallsand	35	—
SES060062c	6380374	1314490	Kinna	3,0	2,0	6,7	24	27	0,07	Svallsand	25	—
SES060062d	6380374	1314490	Kinna	3,0	2,0	6,7	24	27	0,07	Svallsand	33	—
SES060063a	6379972	1313194	Kinna	3,2	1,9	5,9	23	24	0,07	Svallsand	19	—
SES060063b	6379972	1313194	Kinna	3,2	1,9	5,9	23	24	0,07	Svallsand	33	—

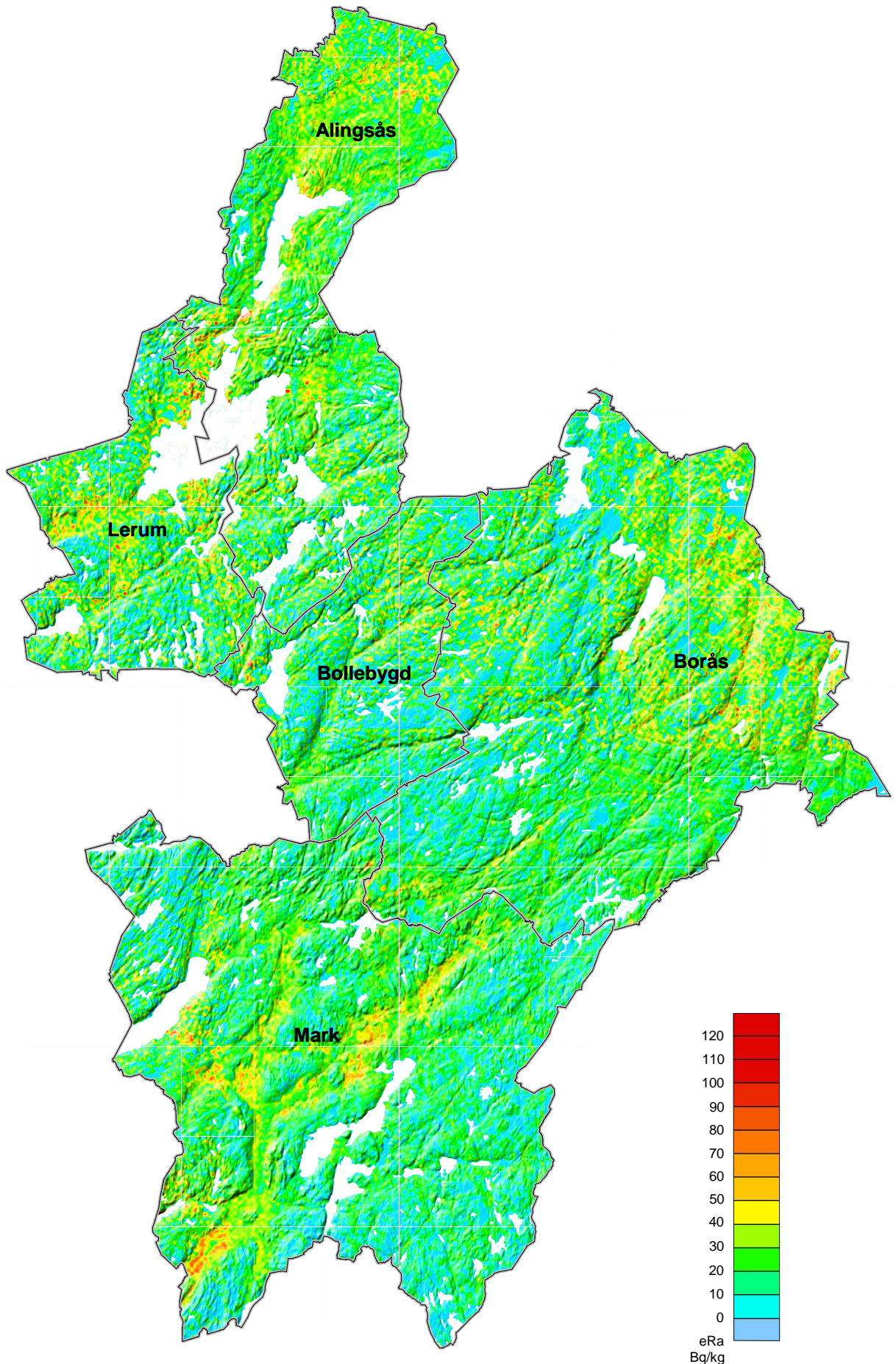
Tabell 19 forts.

ID-nr	N-koor.	O-koor.	Lokalnamn	K %	U ppm	Th ppm	Ra Bq/kg	Th Bq/kg	Gammas. $\mu\text{Sv/h}$	Jordart	Markus kBq/m^3	Roac kBq/m^3
SES060064a	6379720	1312503	Näs	3,0	1,8	6,0	22	24	0,07	Svallsand	19	—
SES060064b	6379720	1312503	Näs	3,0	1,8	6,0	22	24	0,07	Svallsand	36	—
SES060064c	6379720	1312503	Näs	3,0	1,8	6,0	22	24	0,07	Svallsand	20	—
SES060064d	6379720	1312503	Näs	3,0	1,8	6,0	22	24	0,07	Svallsand	35	—
SES060065a	6378035	1309131	Backa	3,0	1,3	6,4	16	26	0,07	Svallsand	31	—
SES060065b	6378035	1309131	Backa	3,0	1,3	6,4	16	26	0,07	Svallsand	72	—

Mätpunkter i Östra Göteborg



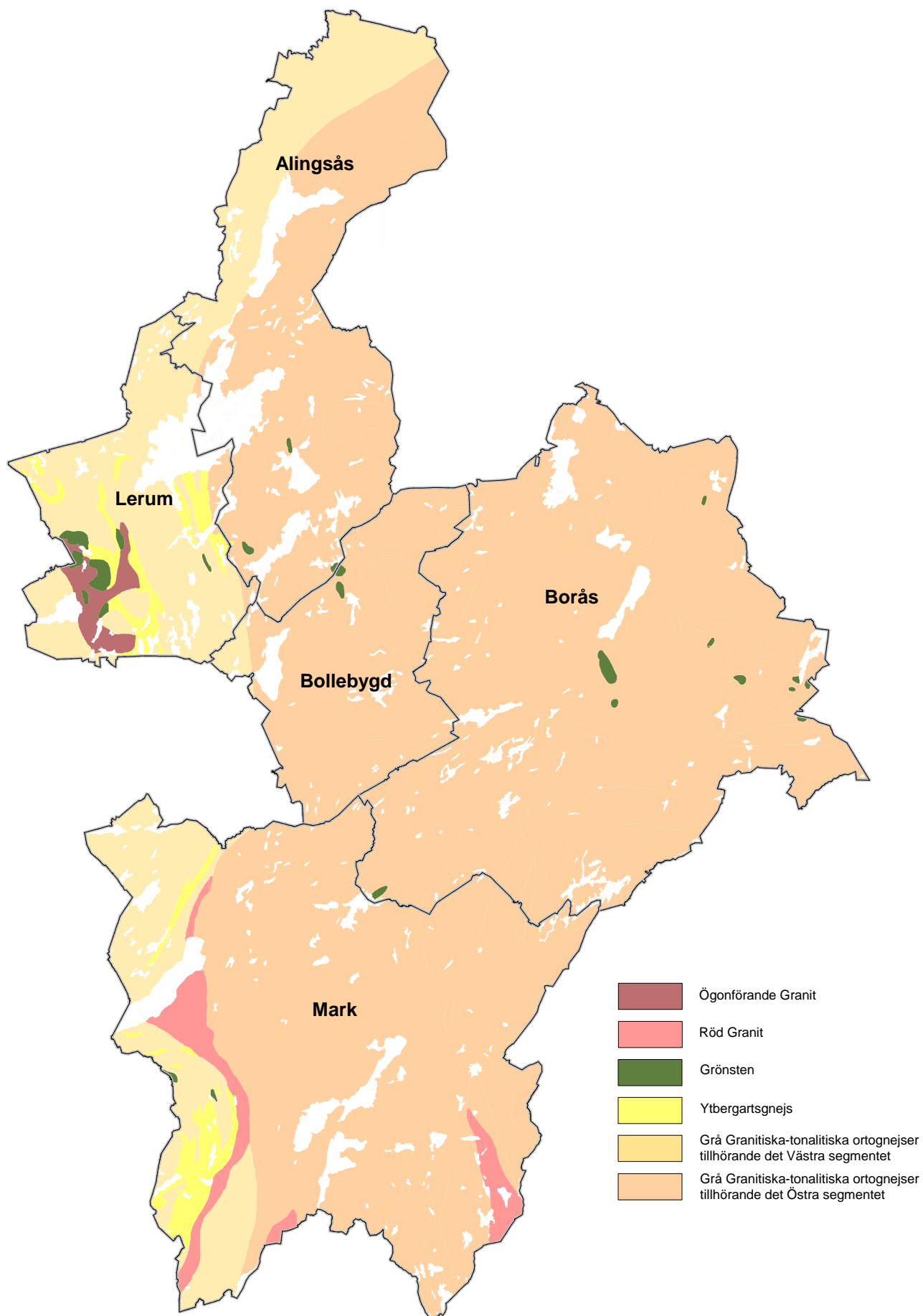
Markytans radiumaktivitet i Östra Göteborg



0 10 20 km

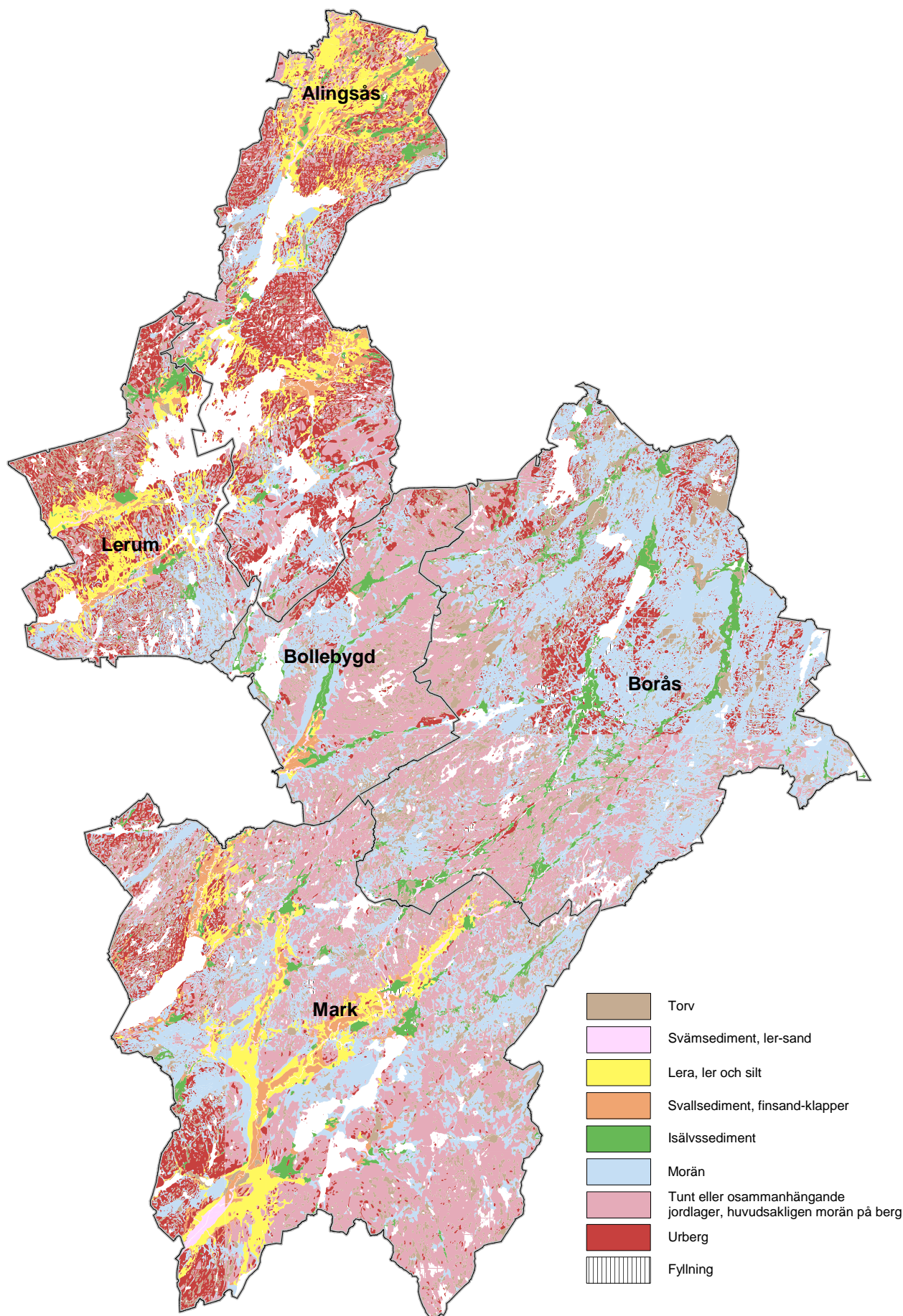
SGUs flygburna mätningar
år 1975 - 2003

Förenklad berggrundskarta över Östra Göteborg



0 10 20 km

Förenklad jordartskarta över Östra Göteborg



0 10 20 km

Den förenklade jordartskartan är en sammanställning av jordartskartorna Ae 26, Ae 34, Ae 40, Ae 56, Ae 58, Ae 75, Ae 107, Ae 114, Ae 128 samt jordartsdatabaserna 6CSV, 6CNV, 6CNO och 8CSV.