

SVERIGES GEOLOGISKA AB  
Division Ingenjörsgologi  
Frej Kullman  
Uppdragsgivare: Luleå kommun  
Gatukontoret

RAPPORT  
Datum: 1987-12-06  
ID-nr: IRAP 87066  
Rev. Mars - 88

## MARKRADONUTREDNING FÖR LULEÅ KOMMUN

---

Postadress	Box 801 951 28 Luleå	Mälartorget 19 111 27 Stockholm	Skolgatan 11 930 70 Malå	Box 1424 751 44 Uppsala	Pusterviksgatan 2 413 01 Göteborg	IDEON 223 70 Lund
Besöksadress	Köpmangatan 40A	Mälartorget 19	Skolgatan 11	Kungsgatan 109	Pusterviksgatan 2	Ole Römers väg 12A
Telefon	0920-60300	08-14 42 20	0953-107 10	018-15 64 20	031-10 10 40	046-16 85 76
Telefax	0920-895 66	08-21 75 76	0953-102 25	018-14 02 10	031-13 27 13	
Telex	80214 Geonord S					
Teletex	2401-8495029-Geonord					

## MARKRADONUTREDNING FÖR LULEÅ KOMMUN

### SAMMANFATTNING

Sveriges Geologiska AB (SGAB) har på uppdrag av gatukontoret i Luleå kommun utfört en radonriskutredning för kommunen. Därvid har en kommuntäckande radonriskkarta i skala 1:50 000 upprättats. Kartan bygger på befintligt geologiskt material, kommunens geotekniska undersökningar och radonmätningar i hus mm samt på åtta dagars fältuppföljning inom kommunen. I samband med fältundersökningen har markens radonhalt mätts i 25 punkter i jordarter, som är kända för att kunna medföra hög radonrisk.

Undersökningen visar att inga bostäder ligger inom högriskområden och att endast mindre delar av bebyggelsen ligger inom områden som klassas som eventuella högriskområden. Dock finns relativt många hus, som är byggda på isälvsavlagringar med hög genomsläpplighet och därför kan ha radonproblem. Detta gäller t ex hus i Jämtön och Fällträsk, vilka sannolikt kan ha radonproblem trots att markradonhalten inte överstiger gränsen för högradonmark. Inom det område som i radonriskkartan klassats som område med lokala förekomster av högradonmark kan radonrisken vara stor för enstaka hus om de grundläggs direkt på berg eller sprängstensutfyllnad.

För spårningen av befintliga bostäder med höga radonhalter rekommenderas i första hand mätningar i alla blåbetonghus. I andra hand bör man mäta i villor och småhus, som ligger inom eventuella högriskområden eller som är grundlagda på grovkornigt isälvsmaterial eller svallgrus eller direkt på berggrund inom områden med lokala förekomster av högradonmark. I tredje hand kan man överväga att mäta hus som är grundlagda på andra porösa jordarter eller på sprängstensutfyllning. I mån av resurser bör hus med speciellt otät grundkonstruktion undersökas även på normal moränmark.

Nyckelord: Radon, Luleå kommun, gammastrålning, uran, spektrometerätning

INNEHALLSFÖRTECKNING		Sid
	SAMMANFATTNING	1
1	INLEDNING	4
2	UTFÖRDA ARBETEN	4
3	UNDERLAG	4
4	RADONDOTTERHALTER I BEFINTLIGA BOSTÄDER	6
5	ANVÄNDA METODER FÖR MÄTNING AV RADIOAKTIVITET OCH MARKRADON	7
	Mätning av gammastrålning	7
	Bestämningar av markens halter av radium (uran), torium och kalium	7
	Markradonmätning	8
6	GEOLOGI OCH RADIOAKTIVITET	8
	Berggrunden	8
	Berggrundens radioaktivitet	9
	Jordlagret	11
	Jordlagrets radioaktivitet	12
7	MARKRADON	13
	Mätning av markradon i samband med utredningen	13
8	INDELNING AV MARK I RADONRISKKLASSER	15
9	RADONRISKKARTA	16
	Högriskområden	17
	Eventuella högriskområden	17
	Områden med lokala förekomster av högradonmark	18
	Normalriskområden	18
	Lågriskområden	18
10	RADON I BRUNNSVATTEN	19
11	RADIOAKTIVITET I MATERIAL FRÅN GRUS-, JORD- OCH BERGTÄKTER	20
12	RADIOAKTIVITET I TORV	21

13	BESIKTNING AV TÄTORTER	21
	Luleå centralort	21
	Alvik	22
	Antnäs	22
	Bensbyn	23
	Bälinge	23
	Jämtön	23
	Måttsund	23
	Niemisel	24
	Rutvik	24
	Råneå	24
	S Sunderbyn - Gammelstad	25
14	FÖRSLAG TILL UNDERSÖKNING AV MARKRADON OCH SPARNING AV RADONHUS	25
	Rekommendationer för undersökning vid planläggning av mark	25
	Rekommendationer för undersökning av planområden	25
	Rekommendationer för undersökning av mark inför byggnadslov för enskild byggnad	27
	Spårning av befintliga bostäder med höga radonhalter	27
	LITTERATURLISTA	29
	 BILAGA: Gränsvärden	
	 KARTBILAGOR:	
	1 översiktlig radonriskkarta i skala 1:50 000	
	2 Mätkarta i skala 1:50 000	

## 1 INLEDNING

På uppdrag av gatukontoret i Luleå kommun har Sveriges Geologiska AB (SGAB) utrett markradonsituationen inom kommunen. Utredningen syftar till att ge ett underlag för kommunens fortsatta handläggning av radonfrågor, såväl för befintlig bebyggelse som vid nybyggnad.

## 2 UTFÖRDA ARBETEN

Arbetet med radonutredningen inleddes med en genomgång av vid Sveriges geologiska undersökning (SGU) och SGAB befintliga uppgifter beträffande geologin inom kommunen. Detta material utgörs huvudsakligen av data som insamlats och sammanställts vid kartering av berggrund och jordlagerförhållanden, flygmätningar av jordlagrets och berggrundens radioaktivitet samt vid prospekteringsarbeten inom kommunen.

En halv dag användes på kommunkontoret för genomgång och diskussion av resultaten från de radondottermätningar (RnD-mätningar) som hittills utförts i bostäder inom kommunen, samt för genomgång av radonrisken inom olika bebyggda markområden. Övriga dagar användes för besök i och översiktlig kartering av de områden där markradonproblem förmodas kunna förekomma i befintliga hus, en översiktlig kontroll av radioaktiviteten hos de bergarter och jordarter som förekommer inom kommunen, samt orienterande mätningar av radonhalten i jordluften inom områden med särskilt genomsläppliga jordarter, främst grus och grovsandsavlagringar.

I genomgångarna och diskussionerna har från Luleå kommun bl a deltagit Gunnar Eriksson, Jan-Erik Eriksson, Gert-Olof Lindgren och Lennart Mattila från gatukontoret, Henning Gjörup och Stig Söderlind från stadsarkitektkontoret samt Håkan Hedman från plankontoret. Från SGAB deltog geologerna Frej Kullman och Gustav Akerblom. Fältarbetena har utförts av Frej Kullman från SGAB assisterad av bl a Bertil Printz och Torbjörn Gustavsson från gatukontoret.

## 3 UNDERLAG

Vid genomgången av radonsituationen inom Luleå kommun och för sammanställningen av denna rapport med radonriskkarta har bl a följande material använts:

- Berggrundskarta över Norrbottens län. Skala 1:400 000. Olof H ödman. SGU 1957. Serie Ca. Nr 41.
- Berggrundskarta i skala 1:50 000 över kartbladet 24 L Luleå NV. Opublicerad prospekteringskarta. SGU.
- Sammanställningar i skala 1:20 000 av geologin kring Luleå, utförda som karteringsövningar av studenter vid Tekniska högskolan i Luleå.
- Jordartskarta över Norrbottens län nedanför lappmarksgränsen. Skala 1:200 000. Erik Fromm. SGU 1965. Serie Ca. Nr 39.
- Flygbildstolkad jordartskarta i skala 1:50 000 över kartbladet 26 L Pålkem SO. SGU 1983.
- Jordartskartor över Luleå centralort med omgivning, Råneå samt Jämtön, sammanställda av Bertil Printz. Luleå kommun. Gatukontoret.
- Totalstrålningskartor i skala 1:50 000 över kartbladen:  
24 L Luleå NV, NO och SO  
24 M Brändön NV och SV  
25 M Kalix NV och SV  
26 L Pålkem SO
- Trekomponent-gammastrålningskartor i skala 1:50 000 över kartbladen 25 L Boden NV, NO, SV och SO.
- Bilmätning i Luleå kommun i syfte att spåra hus byggda av alunskifferbaserad gasbetong. Åke Hesselbom. SGU 1980. Kartbilaga: G Åkerblom, C-E Svensson, T Boström. SGU 1979.
- Konglomeratet på Bälungeberget i Nederluleå Socken. Erik Åhman och Olof H ödman. SGU 1952. Serie C. Nr 523.
- Vallen - Alhamnområdet i Nederluleå Socken. Erik Åhman. SGU 1953. Serie C. Nr 529.
- översiktlig grustäktsplan för Nederluleå kommun och Luleå stad. Arne Krigström 1965. Karta i skala 1:100 000.
- The Precambrian of Sweden. T Lundqvist. SGU 1979. Serie C. Nr 768.
- Tidigare utförda markradonundersökningar och geotekniska undersökningar.
- Miljö- och hälsoskyddskontorets sammanställningar av resultat från mätning av RnD-halten i bostäder.

Kommentarer till underlagsmaterialet.

Moderna flygmätningar av markradioaktiviteten har utförts inom hela kommunen, men för att få en klar uppfattning om strålningsförhållandena har en mängd geologiska kontroller och strålningsmätningar på marken utförts. Resultaten från dessa presenteras i tabell 1 och 2 och på mätkartan (bilaga 2). Kontrollerna har gjorts med så stor spridning som möjligt. Särskild uppmärksamhet har ägnats åt markförhållandena inom tätorterna.

Som underlag för jordartsbedömningen har befintliga jordartskartor använts. För Luleå centralort samt Råneå och Jämtön finns mycket bra jordartskartor som sammanställts av Bertil Printz. En modern jordartskarta i skala 1:50 000 finns för den del av kommunen som ligger inom kartbladet 26 L Pålkem 50. För resten av kommunen finns endast en översiktlig jordartskarta i skala 1:200 000. För att ange gränserna för områden med grusavlagringar har förutom ovan nämnda kartor även grusutredningen i skala 1:100 000 utnyttjats. Beträffande förekomster av andra jordarter som är av intresse från radonrisksynpunkt, t ex områden med finsand och lera, har befintliga kartor använts för att fastställa utbredningen. Detta innebär att avgränsningen av lågriskområdena är osäkrare i de delar av kommunen som täcks enbart av den översiktliga länskartan.

Informationen om berggrunden i kommunen har erhållits dels från den översiktliga berggrundskartan i skala 1:400 000 och dels från de tidigare nämnda berggrundskartorna i skala 1:50 000 och 1:20 000.

#### 4 RADONDOTTERHALTER I BEFINTLIGA BOSTÄDER

Inom Luleå kommun har systematiska bilmätningar gjorts för att spåra hus byggda av blåbetong (alunskifferbaserad lättbetong). Totalt påträffades 123 hus med förhöjda gammastrålningsvärden. Dessa mätningar har följts upp med radondottermätningar i 45 hus, av vilka samtliga varit blåbetonghus (8 flerbostadshus och 37 enbostadshus). Radondotterhalter på mer än  $400 \text{ Bq/m}^3$  (gränsvärde för radondotterhalt i befintlig bostad) har påträffats i 5 enbostadshus. I ett av dessa hus, beläget i Vitå, har ett tydligt tillskott av markradon noterats.

## 5 ANVÄNDA METODER FÖR MÄTNING AV RADIOAKTIVITET OCH MARKRADON

### Mätning av gammastrålning

Inom hela kommunen har flygmätningar utförts för att bestämma markens halt av uran, torium och kalium. Vid mätningen flyger SGAB på 30 meters höjd över markytan längs linjer med 200 meters inbördes avstånd. Efter en flygsträcka på 40 meter görs registreringar av den uppmätta strålningen. De erhållna mätvärdena behandlas i dator och sprutas med en färgplotter ut på en karta. Uppmätta halter presenteras på kartan i form av staplar, vars längder är proportionella mot halten av respektive ämne.

Mätningen av den totala gammastrålningen har vid fältarbetet utförts med scintillationsinstrument av typ BGS-3, tillverkade av Scintrex, Kanada. Mätnoggrannheten för instrumenten är 1 - 3  $\mu\text{R/h}$  (mikroröntgen per timme). Instrumenten är kalibrerade vid SGABs kalibreringsanläggning i Malå enligt av statens strålskyddsinstitut angivna normer. Mätningen av den totala gammastrålningen inom ett markområde sker genom att området genomströvas varvid gammastrålningen kontinuerligt uppmäts. Max- och minivärden samt genomsnittliga värden för de olika delarna av området antecknas. De  $\mu\text{R/h}$ -värden som anges på mätkartan (kartbilaga 2), representerar således inte punktvis uppmätta värden utan värden, som är representativa inom det område där värdet anges.

Även vid bilkörning mellan olika lokaler görs som regel kontinuerliga mätningar av gammastrålningen. På detta sätt har mätningarna tillsammans med resultaten från flygmätningar givit en ganska god täckning av berggrundens och jordlagrets strålningsförhållanden.

Det skall dock betonas att mätningarna i huvudsak gjorts inom de centrala och tätbebyggda områdena. Inom de perifert belägna och glest bebyggda delarna av kommunen har få eller inga mätningar utförts.

### Bestämningar av markens halter av radium (uran), torium och kalium

Haltbestämningar av radium (uran), torium och kalium har utförts på totalt 53 platser inom kommunen. Bestämningarna har utförts genom mätning-



ar med gammaspektrometer av typ GAD 6 tillverkad av Scintrex, Kanada. Mätningarna har gjorts dels i samma gropar som använts för markradonmätningar (25 st), dels även på jordarter där ingen markradonmätning utförts och dels på hållar av bergarter, som är representativa för kommunen. Uppmätta halter och lägen för mätningarna redovisas i kartbilaga 2.

Gammaspektrometern är kalibrerad vid SGABs kalibreringsanläggning i Malå. Mätnoggrannheten för gammaspektrometern är  $\bar{\pm}12.3$  Bq/kg radium-226 ( $\bar{\pm}1$  ppm (g/ton) uran),  $\bar{\pm}4.0$  Bq/kg torium-232 ( $\bar{\pm}1$  ppm torium) respektive  $\bar{\pm}155$  Bq/kg kalium-40 ( $\bar{\pm}0.5$  % kalium).

### Markradonmätning

I samband med denna undersökning utfördes 25 st orienterande mätningar av radonhalten i jordluften huvudsakligen i isälvsmaterial. Mätningarna har utförts med detektorer fyllda med aktiverat kol (ROAC-metoden). Mätningarna gjordes på ca 1 meters djup och mättiden var ca 1 vecka. Använd mätenhet är becquerel per kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>).

## 6 GEOLOGI OCH RADIOAKTIVITET

### Berggrunden

Berggrunden inom Luleå kommun består dels av metasediment och metavulkaniter från den svekokarelska bergskedjebildningen och dels av samtida och något yngre intrusiva bergarter. Aldern varierar från ca 2 000 miljoner år till ca 1 500 miljoner år. Den yngsta bergarten inom kommunen torde utgöras av den vulkaniska bergarten kimberlit (1 152 miljoner år), vilken uppträder som gångbergart inom den sydöstra delen av skärgården.

Den södra delen av kommunen täcks till större delen av grovkornig linagränit (1 780 miljoner år) med mindre områden av vulkaniter och basiska intrusivbergarter. Den norra delen av kommunen domineras av haparandase-riens bergarter (diorit, kvartsdiorit, granit) vilkas ålder bestämts till 1 840 miljoner år. Från Germandön i söder till trakten av Avafors i norr går ett bälte med gnejser av sedimentärt ursprung. Inom dessa gnejser uppträder pegmatiter med förhöjd uranhalt, dels i gnejserna som gångar med en bredd från några decimeter upp till några meter och dels

som större sammanhängande kroppar med en utsträckning på upp till 1 x 3 km.

#### Berggrundens radioaktivitet

Eftersom hela kommunen flygmätts gjordes relativt få kontroller av gammastrålningen från olika bergarter. Generellt är berggrundens radioaktivitet inom Luleå kommun normal eller låg i förhållande till vad som är genomsnittligt för svenska bergarter, men inom begränsade områden har bergarter med förhöjd strålning påträffats.

Den högsta strålningen finns lokalt inom den gnejsformation av sedimentärt ursprung, som bildar berggrund i ett nord-sydligt stråk från Germandön i söder till trakten av Avafors i norr. Strålningen inom denna formation är förhöjd endast inom begränsade områden (markerade som högriskområden på kartan), men inom dessa områden kan den vara mycket hög. Maximalt har 1 600  $\mu\text{R/h}$  uppmätts i sprickmineraliseringar på Skorvökölen. Vanligare är dock att förhöjningarna är knutna till pegmatiter vilka i allmänhet ger en strålning på 30 - 150  $\mu\text{R/h}$ . Pegmatiterna uppträder även utanför de områden som markerats som högriskområden på kartbilaga 1, men i allmänhet är de för små för att kunna spåras med hjälp av flygmätning. På radonriskkartan har därför ett område avgränsats, inom vilket man på geologiska grunder kan vänta sig att dylika pegmatiter finns.

Av övriga bergarter är det framför allt linagranit som inom vissa områden har förhöjda uranhalter .

I tabell 1 redovisas den uppmätta gammastrålningen från hällar där kontroll gjorts enbart med gammamätare. Värdena redovisas också på kartbilaga 2.

För att kontrollera halten av radium (uran), torium och kalium i bergarterna har spektrometermätningar utförts på totalt 20 hällar inom kommunen. Resultaten från mätningarna presenteras i tabell 2 och på kartbilaga 2.

Tabell 1. Gammastrålning från berggrund

Kartblad	Lokal	Bergart	Gammastrålning ( $\mu\text{R/h}$ )
24 L NV	Ale	Finkornig granitisk gnejs	13 - 21
24 L NV	Ava-Råberget	Röd medelkornig granit och migmatit	13 - 21
24 L NV	Fällberget	Röd medelkornig granit	21 - 33 (max 66)
24 L NV	Karl-öbergsberget	Diorit	6
24 L NV	Kolkallen	Röd, fin - medelkornig granit	21 - 27
24 L NV	Kroktjärnen	Röd, medel - grovkornig granit	21
24 L NV	Mjöviken	Grå glimmergnejs	5 - 15
24 L NV	Norrträskberget	Röd, medelkornig ögonförande granit	21
24 L NV	Skorven	Röd, fin - medelkornig granit	21 - 27 (max 40)
24 L NO	Alterberget	Grå + rödbrun medelkornig granit	21 - 25
24 L NO	Bensbyn	Gråröd medel - grovkornig granit	8
24 L NO	Bälingeberget	Röd finkornig granit	25 - 42
24 L NO	Bälingeberget	Röd finkornig granit	13 - 33
24 L NO	Kallaxheden	Gabbro	3
24 L NO	Lomtjärnberget	Kvartsdiorit + medelkornig rödbrun granit	7 - 25
24 L NO	Långbacken	Röd medelkornig granit	12
24 L NO	Långberget	Grovkornig röd ögongranit	17 - 25
24 L NO	Mörön	Migmatiserad intermediär vulkanit	6 - 15
24 L NO	Sandnäsberget	Intermediär vulkanit	6
24 L NO	Sandnäsberget	Sur vulkanit	11
24 L NO	Stor-Antnästräsk	Grovkornig röd ögonf granit	21 - 25
24 L NO	Vallsavan	Sur vulkanit	8
24 M NV	Hertsön	Granit + metasediment	21 - 46 (granit max 125) (pegmatit max 200)
25 L NO	Brännan	Mylonit	11
25 L NO	Hovlös	Kvartsdiorit	10
25 L NO	Höökölen	Sedimentgnejs	10 - 15
25 L NO	Lillträskklinten	Diorit	6
25 L NO	Mattismyrän	Diorit	6
25 L NO	Prästhalm	Amfibolgnejs med pegmatitgångar	8
25 L NO	Pålberget	Medelkornig granit	11 - 14
25 L SO	Bölssellet	Diorit	6
25 L SO	Grassmyrberget	Grå, medel - grovkornig granit	10 - 13
25 L SO	Gussön	Grå, finkornig gnejsgranit	10 - 13
25 L SO	Högheden	Sedimentådergnejs	11
25 L SO	Rådmanvikberget	Grå, medel - grovkornig granit	17 - 21
25 L SO	Ränkölen	Sedimentådergnejs	17 - 130
25 L SO	Skorvkölen	Sedimentådergnejs	17 - 130 (max 1600)
25 L SO	Sörihallan	Sedimentgnejs	8
25 L SO	Sörsidan, Råneå	Sedimentgnejs	15

Tabell 2. Resultat från spektrometermätning på berg

Kartblad	Lokal	Bergart	Bakgr μR/h	Radium Bq/kg	Uran ppm	Torium Bq/kg	ppm	Kalium Bq/kg	%
24 L NV	Mittiberget	Medelk röd gnejs	11	127	10.3	62	15.6	992	3.2
24 L NV	Stor-Klöverb	Ljusröd medelk ögonförande granit	20	258	21.0	192	48.0	1333	4.3
24 L NV	Stor-Klöverb	Ljusr fink kvartsit	20	221	18.0	128	32.0	1922	6.2
24 L NV	Stor-Klöverb	Ljusr fink kvartsit	20	221	18.0	140	35.0	1364	4.4
24 L NO	Antnäs	Grovk röd linagranit	15	130	10.6	131	32.7	1457	4.7
24 L NO	Gammelstad	Gräröd medelk granit	7	42	3.4	49	12.2	806	2.6
24 L NO	Långnäs	Grovk röd linagranit	19	89	7.2	174	43.4	1488	4.8
24 L NO	Måttsund	Röd medelk granit	12	75	6.1	89	22.3	1116	3.6
24 L NO	Måttsunds	Grovk röd linagranit	15	121	9.8	122	30.5	1488	4.8
24 L NO	Mörön	Revsundsgranit, grovkornig röd	11	49	4.0	118	29.6	1209	3.9
24 L NO	Näverberget	Röd, medelkornig granitgång	19	185	15.0	108	27.0	1147	3.7
24 L NO	Oberget	Linagranit, medel- grovkornig	15	65	5.3	100	25.1	1457	4.7
25 L NO	Lill-Blåsb	Pegmatit	15	244	19.8	63	15.7	868	2.8
25 L NO	Snärkölen	Medelk röd granit	14	65	5.3	82	20.6	1302	4.2
25 L SO	Brändön	Grovk folierad gräröd granit	8	57	4.6	51	12.8	1240	4.0
25 L SO	Högheden	> 10 m bred pegmatit	17	121	9.8	41	10.3	1426	4.6
25 L SO	Rutvik	Medelk-grovkornig röd granit	11	64	5.2	88	21.9	1581	5.1
25 L SO	Råneå	Grå, något graniti- serad sedimentgnejs	8	31	2.5	48	12.1	899	2.9
25 L SO	Ränkölen	Pegmatitiskt neosom	95	1180	95.9	904	226	1023	3.3
25 L SO	Söriberget	Grå, något graniti- serad sedimentgnejs	15	79	6.4	58	14.6	868	2.8

### Jordlagret

Jordlagret i kommunen domineras av morän av varierande tjocklek, vilken i sluttningar och på höjdparter ofta är kraftigt påverkad av den sorterande och bortförande verksamhet som havets vågor utsatte kusten för när den successivt blottades vid landhöjningen. Därvid bildades bl a områden med svallgrus och svallsand. På grund av att svallgrusförekomsterna ofta är små och oregelbundna är de inte alltid medtagna i det befintliga underlagsmaterialet (jordartskartor, grusutredningar mm). De är därför inte heller alltid markerade på radonriskkartan.

Isälvsavlagringar bestående av grus och sand förekommer i flera stråk. Den enda tätort, som huvudsakligen ligger på material av denna typ är Jämtön.

Finkorninga sediment som finsand, silt och lera förekommer huvudsakligen i de topografiskt lägre delarna av terrängen och bildar ofta relativt stora sammanhängande områden i kusttrakterna.

Inom de flackare terrängpartierna har torvmarker en relativt stor utbredning i kommunen.

#### Jordlagrets radioaktivitet

Moränen består huvudsakligen av nedkrossat material från den underliggande berggrunden, varför moränen oftast speglar dennas sammansättning och radioaktivitet. Ju mer finmaterial som förekommer i moränen desto lägre är dess radioaktivitet. Gammastrålningen över moränerna inom kommunen är vanligen 5 - 8  $\mu\text{R/h}$ , vilket jämfört med den genomsnittliga strålningen över morän i Sverige är låga till normala värden.

Radioaktiviteten i sand och grovsilt är normalt låg (5 - 7  $\mu\text{R/h}$ ). Detta beror på att de mineralkorn som innehåller uran (radium-226) och torium vid krossning och vittring nedbrutits, varvid de radioaktiva ämnena bortlakats och bortförts. Kornen av uran- och toriummineral bryts ner till lerpartiklar och kommer därigenom att ingå i leror eller leriga jordarter. Även de radioaktiva ämnen, som vid vittringen och lakningen lösts i vatten, adsorberas på lerpartiklarna och bortförs på så sätt från vattnet. Därigenom kommer leror och leriga jordarter att ha högre halt av radioaktiva ämnen än till exempel sand.

Motsvarande nedbrytning och urlakning har dock inte i samma utsträckning skett från det stenmaterial som finns i åsgrus, varför detta material i stort sett har kvar sin ursprungliga radioaktivitet. Materialet i grus-åsarna är som regel relativt långtransporterat och uppblandat, varför det lokala bergartsmaterialet inte har samma dominerande karaktär i åsarna som i moränen. Uppblandningen medför också att radioaktiviteten i åsgruset är relativt lika längs en och samma ås. Gammastrålningen från åsgrus varierar inom intervallet 4 - 9  $\mu\text{R/h}$ , med det högsta uppmätta värdet i åsen, som sträcker sig mellan Heden och Vitåfors.

Radon-222 bildas vid sönderfall av radium-226. Risken för markradon från en jordart avgörs därför av hur hög halten radium-226 är i jordarten, av hur mycket av allt bildat radon som avgår till luften i porerna och av hur lätt jordluften kan transporteras genom den. Ju genomsläppligare (permeablare) en jordart är desto större är förutsättningarna för jordluften att transporteras genom den. Jordarter som på grund av stor permeabilitet och relativt stor radonavgång utgör en särskild radonrisk är t ex grovsand, grus och blockrik grusig, sandig morän. Däremot är radonrisken liten i områden med finsand och grovsilt eftersom radiumhalten i dessa jordlager är mycket låg.

I områden med lera och silt är radonrisken liten. Visserligen är radiumhalten något högre och radonavgången större än i finsand och grovsilt, men genom att leran och silten har låg permeabilitet kan jordluft normalt inte transporteras genom dem.

Vid grundläggning på berg beror radonrisken på bergets radiumhalt, av hur uppkrossat berget är och av bergartens kornstorlek. Ju högre radiumhalten är och ju mer uppkrossad och grovkornig bergarten är desto större är radonavgången.

Radonmängden i jordluften är alltid tillräckligt stor för att ge upphov till högre RnD-halt inomhus än  $400 \text{ Bq/m}^3$ , förutsatt att jorddjupet är större än någon meter kring och under ett hus, och att jordluften kan transporteras genom marken och in i huset. Det vill säga, om huset inte är tätt mot marken och marken under huset är permeabel samt jordluftvolymen tillräckligt stor, löper alla bostäder med markkontakt risk för att få höga RnD-halter inomhus. Naturligtvis är risken större för höga RnD-halter inomhus om radonhalten i jordluften är hög.

#### Mätningar av markradon i samband med utredningen

Av erfarenhet från tidigare undersökningar vet vi att radonrisken är särskilt stor vid grundläggning på rullstensåsar. Detta beror på att radonhalten i jordluften i åsar ofta är relativt hög, mer än  $50\,000 \text{ Bq/m}^3$ , och att grusmaterialet är särskilt permeabelt samt på att luftvo-

Tabell 3. Resultat från markradonmätning samt spektrometermätning av jordarter.

Kartblad Lokal	Bakgr	Radium	Uran	Torium	Kalium		Markradon	Jordart
	$\mu\text{R/h}$	Bq/kg	ppm	Bq/kg	ppm	Bq/kg %		
24 L NV Bredträskberget	6	52	4.2	34	8.6	1023 3.3		Svallgrus
24 L NV Fällträsk	6	34	2.8	44	11.0	1116 3.6		Asgrus
24 L NV Grundtjärn	7	42	3.4	51	12.8	1116 3.6		Asgrus
24 L NV Skorven	6	57	4.6	42	10.4	1023 3.3		Svallgrus
24 L ND Antnäs	10	53	4.3	47	11.8	930 3.0	5900	Morän
24 L ND Antnäs	8	39	3.2	33	8.3	992 3.2	11800	Morän
24 L ND Bälinge	6	33	2.7	26	6.6	1178 3.8	8500	Sand
24 L ND Karlsvik	6	25	2.0	25	6.2	1395 4.5	7800	Grovsand + grus
24 L ND Karlsvik	6	31	2.5	31	7.8	1302 4.2	11200	Sand + grus
24 L ND Kvarnträsket	6	27	2.2	28	7.1	1240 4.0	7100	Mellan - grovsand
24 L ND Kvarnträsket	5	21	1.7	34	8.6	1395 4.5	8900	Grovsand + grus
24 L ND Näsudden	5	21	1.7	22	5.6	1240 4.0	6100	Sand
24 L ND Plantskolan	5	36	2.9	30	7.5	1023 3.3		Morän
24 L ND Storheden	6	25	2.0	30	7.5	1302 4.2	6800	Mellansand - grus
24 L ND Storheden	6	23	1.9	28	7.0	1178 3.8	6600	Grovsand
25 L ND Kammyran	9	65	5.3	62	15.5	992 3.2		Asgrus
25 L SO Altersund	5	36	2.9	38	9.6	1240 4.0	5800	Grovsand - grus
25 L SO Altersund	5	34	2.8	32	8.0	1302 4.2	8000	Grovsand - grus
25 L SO Brändön	6	36	2.9	30	7.5	1240 4.0	6700	Grus + sand
25 L SO Brändön	4	23	1.9	26	6.4	1240 4.0	6000	Mellan - grovsand
25 L SO Smedsbyn	6	46	3.7	38	9.4	1054 3.4	22500	Grovt äsgrus
25 L SO Smedsbyn	6	28	2.3	46	11.6	1116 3.6	20700	Grovt äsgrus
25 L SO Smedsbyn	6	36	2.9	44	10.9	1054 3.4	19000	Grus + morän, siltig
25 L SO Smedsbyn	5	30	2.4	31	7.7	1023 3.3	12100	Grus + sandmorän
25 L SO Smedsbyn	5	33	2.7	29	7.2	1085 3.5	18600	Sand + grus
25 M NV Högön	5	23	1.9	18	4.5	1023 3.3	5300	Finsand
25 M NV Högön	4	20	1.6	30	7.5	1116 3.6	11700	Grus + finsand
25 M NV Högön	4	22	1.8	31	7.8	1147 3.7	6600	Grus
25 M SV Jämtön	5	44	3.6	32	8.0	992 3.2	3800*	Grovt äsgrus
25 M SV Jämtön	5	41	3.3	44	11.0	1023 3.3	5200*	Grovt äsgrus
25 M SV Jämtön	4	27	2.2	38	9.5	1085 3.5	13700*	Grovt äsgrus
25 M SV Jämtön	4	12	1.0	18	4.6	1147 3.7	7500	Sand
25 M SV Nötkallen	4	26	2.1	38	9.6	1054 3.4	24900	Grovt äsgrus

\* För låga mätvärden på grund av ventilation genom den mycket grovkorniga jordarten.  
Det verkliga värdet torde vara minst 20 000 Bq/m<sup>3</sup>.

lymen i åsar är nästan oändligt stor i förhållande till den luftmängd som kan sugas in i ett hus. För att bättre kunna bedöma radonrisken i områden med åsmaterial gjordes i samband med denna undersökning tjugofem mätningar av radonhalten i jordluften. Dessutom redovisas två mätningar från planområdesundersökningen i Antnäs. Mätningarna gjordes med ROAC-metoden (metodbeskrivning på sid 8). De utfördes i Antnäs, Bälinge, Karlsvik, Kvarnträskområdet, Näsudden, Altersund, Brändön, Smedsbyn, Högsön och Jämtön. I mätgroparna gjordes även en spektrometermätning för att kontrollera jordartens halt av radium (uran), torium och kalium. Resultaten redovisas i tabell 3 och på kartbilaga 2.

Spektrometermätningen i mätgroparna visar låga eller normala radiumhalter (12 - 44 Bq/kg) i åsmaterialet inom samtliga mätområden. I åsen mellan Heden och Vitåfors har ingen markradonmätning utförts, men en spektrometermätning i ett grustag visar att radiumhalten i gruset är 65 Bq/kg (ca 5 ppm uran), vilket innebär att den är högre än i övriga undersökta grusåsar.

Markradonhalten i en grusförekomst med en radiumhalt på 65 Bq/kg kan maximalt bli ca  $70 \text{ kBq/m}^3$  om ingen ventilation upp genom markytan äger rum. Det är därför inte uteslutet att markradonhalter på närmare eller t o m över  $50 \text{ kBq/m}^3$  kan förekomma i ovannämnda grusås. På basis av nuvarande underlagsmaterial är det inte möjligt att avgöra om det finns ytterligare åsmaterial med förhöjd radiumhalt inom kommunen. Inom vissa svallgrusförekomster har radiumhalter på mellan 52 och 57 Bq/kg uppmätts och sannolikt finns svallgrusförekomster med betydligt högre radiumhalter inom de områden där berggrunden har förhöjd uranhalt.

## 8 INDELNING AV MARK I RADONRISKKLASSER

Statens planverk rekommenderar i rapport 59 1982, "Radon - planläggning - byggnadslov och skyddsåtgärder", att marken vid översiktlig planläggning efter radonrisken indelas i högriskområden, normalriskområden och lågriskområden samt vid byggnadslovsprövning i högradonmark, normalradonmark och lågradonmark.

I korthet utgörs högradonmark av mark där radonhalten i jordluften på en meters jorddjup överstiger  $50\,000 \text{ Bq/m}^3$ , normalradonmark är mark med



radonhalt inom intervallet 10 000 - 50 000 Bq/m<sup>3</sup> och lågradonmark är mark där radonhalten är mindre än 10 000 Bq/m<sup>3</sup>. Till lågradonmark räknas även mark med låg permeabilitet, t ex lera och silt, även om radonhalten i jordarten överstiger 50 000 Bq/m<sup>3</sup>.

Vid grundläggning direkt på berg (avser grundläggning med kryppgrund eller grundläggning där lagret av eventuell fyllning + sprängstensbotten + kapillärbrytande material inte är tjockare än 0.5 m) är högradonmark berg där radiumhalten överstiger 400 Bq/kg (33 ppm U), normalradonmark berg med radiumhalter på 200 - 400 Bq/kg (16 - 33 ppm U) och lågradonmark berg, vars radiumhalt är lägre än 200 Bq/kg (16 ppm U).

Vid byggande på högradonmark rekommenderas att husen byggs radonsäkert och på normalradonmark radonskyddande.

Vid byggande på lågradonmark behövs inga extra åtgärder mot markradon.

Ett nybyggt hus riskerar knappast att få höga RnD-halter inomhus om huset byggs enligt de rekommendationer, som statens planverk ger i rapport 59.

Enligt rekommendationerna bör byggnader normalt ha ett radonskyddande utförande. På mark med särskilt hög radioaktivitet och hög radonhalt i jordluften rekommenderas ett radonsäkert utförande. Endast på mark med mycket låg halt av radium-226 eller på mark med mycket liten permeabilitet kan man bygga utan att vidta byggnadstekniska åtgärder mot markradon.

Med rekommendationerna att hus normalt skall byggas med ett radonskyddande utförande ställs ett minimikrav på byggnadens täthet mot marken. Avsikten är att hålla inläckaget av radonhaltig jordluft på en acceptabel nivå i förhållande till radonhalten i jordluften.

## 9 RADONRISKKARTA

Underlagsmaterialet i form av geologiska kartor med beskrivningar, nu utförda fältbesiktningar, gammadetektormätningar och markradonmätningar, kommunens inomhusmätningar av radon samt SGABs erfarenheter från

markradonundersökningar har utnyttjats för att sammanställa den översiktliga radonriskkartan över Luleå kommun. Kartan är ritad i skala 1:50 000 (kartbilaga 1). På kartan redovisas högriskområden, eventuella högriskområden, områden med lokala förekomster av högradonmark, normalriskområden och lågriskområden. Inom normalriskområdena särredovisas områden som består av grovkorniga isälvsavlagringar och svallgrus. Samtliga svallgrusförekomster har dock inte kunnat redovisas på grund av tidigare nämnda brister i underlagsmaterialet. Dessutom har ett område med ökad risk för förekomst av uranförohöjda pegmatiter ungefärligt avgränsats. Myrmarker har, på grund av att de saknar intresse från byggnadssynpunkt, inte särredovisats utan hänförs till samma kategori som intilliggande mark.

På grund av undersökningens översiktliga karaktär är avgränsningen av områdena i många fall relativt osäker. Kartan bör därför inte användas för detaljplanering.

#### Högriskområden

Inom kommunen finns flera områden med förhöjd radioaktivitet i berggrunden eller i lösa jordarter. I allmänhet är förhöjningarna relativt måttliga och endast inom ett begränsat område på Hertsön och på Rånekölen är radioaktiviteten så hög att hus, som byggs direkt på berggrunden kan få radonproblem. Dessa båda områden har klassats som högriskområden liksom kringliggande områden som täcks av morän eller svallgrus.

#### Eventuella högriskområden

Som eventuella högriskområden har klassats områden med måttliga radiumförhöjningar i berggrund eller jordarter. Dylika områden finns bl a i Antnäs och Måttsund. Markradonmätningar som gjorts i Antnäs har påvisat radonhalter i jordluften som ligger nära gränsen för högradonmark ( $50\ 000\ \text{Bq}/\text{m}^3$ ). Det är sannolikt att ännu högre halter förekommer.

På Bergnäset parallellt med älvstranden löper en större krosszon, vilken markerats som ett eventuellt högriskområde. Ingen markradonmätning har utförts i samband med krosszonen, men det är möjligt att den uppkrossade berggrunden kan ge upphov till en ganska kraftig radonavgång.

### Områden med lokala förekomster av högradonmark

På radonriskkartan har ett område med migmatitomvandlade sedimentgnejser ungefärligt avgränsats. Fältuppföljningen visar att uranförhöjda pegmatiter är vanliga i denna bergart, men oftast är pegmatiterna för små för att kunna spåras med hjälp av flygmätning. Genomsnittligt har sedimentgnejserna relativt låg uranhalt, vilket innebär att även moränen inom området har låg uranhalt. Risk för hög radonhalt finns därför endast för enstaka hus, som grundlagts/grundläggs direkt på pegmatitgångar eller på sprängsten, som kommer från sådana gångar.

### Normalriskområden

Som normalriskområden har klassats områden med låg - normal radioaktivitet i berggrunden och med morän av normal sammansättning. I normalriskområden ingår också sand- grusförekomster, men eftersom tidigare erfarenheter visar att grovkorniga isälvsavlagringar (grovsand och grus) ofta ger upphov till radonproblem trots normala radonhalter i jordluften, har dessa områden fått en särskild markering. Sådana områden finns t ex i Jämtön, Fällträsk och inom Luleå centralort.

Orsaken till radonproblemet är att permeabiliteten i grus är mycket hög, samt att luftvolymen i åsar är nästan oändligt stor i förhållande till den luftmängd som kan sugas in i ett hus. Undertrycket i huset gör att jordluften från åsen kan sugas in genom en otät grundkonstruktion och ge upphov till radonhalter på långt över  $400 \text{ Bq/m}^3$  trots att radonhalten i jordluften ligger på en normal nivå. Nya hus som byggs radon-skyddade bör dock inte få några problem.

Inom normalriskområdena kan även förekomma platser med lokala uranförhöjningar i berggrunden, vilka inte går att spåra vid en översiktlig radonriskkartering, t ex uranförhöjda pegmatiter.

### Lågriskområden

Som lågriskområden har klassats mark med glaciala och postglaciala finsediment, det vill säga områden med finsand, silt och lera, där lagret av dessa jordarter är mäktigare än en meter.

För den befintliga bebyggelsen i Luleå kommun är den mark som innebär särskild radonrisk den, där jordlagret består av särskilt permeabla jordarter, t ex åsgrus, svallgrus eller blockrik grusig - sandig morän. Blockrik grusig - sandig morän kan förekomma längs hällområdenas kanter och i branta sluttningar. För att särskild radonrisk skall föreligga behöver dock jorddjupet för de permeabla jordarterna vara minst en meter. Vid tunnare jordlager blir jordluftsvolymen för liten för att ge upphov till radonproblem.

Särskilda riskhus utgör de hus som är byggda på större lager av sprängsten eller fyllning. Dessa hus befinner sig ofta i samma situation som de som är byggda på grusåsar, det vill säga på permeabel mark med stora tillgängliga volymer av markluft.

För befintliga hus som är byggda på lågradonmark är radonrisken normalt liten. OBS! Radonhaltig jordluft kan ledas fram till dessa hus längs t ex värmekulvertar och ledningsgravar.

## 10 RADON I BRUNNSVATTEN

Radon som avgår från hushållsvatten kan om radonhalten är hög (mer än 1 000 Bq/l) i vattnet i vissa fall ge upphov till högre RnD-halter inomhus än 100 Bq/m<sup>3</sup>. Höga radonhalter i grundvatten förekommer så gott som enbart i vatten som tas från i berg borrhade brunnar och från vissa kallkällor. För att radonhalten i vattnet skall bli hög fordras att brunnen är borrhad i en relativt uranrik berggrund (t ex uranrik granit) eller att kallkällvatten rinner fram genom sprickor i sådan berggrund.

För Luleå kommun innebär detta att risk för höga radonhalter finns inom de högriskområden och eventuella högriskområden där berggrunden har förhöjd uranhalt samt inom områden med lokala förekomster av högradonmark, dvs där risk finns att brunnar borrhats i berg med uranförlagd granit eller pegmatit. I övriga delar av kommunen är risken för höga radonhalter i grundvattnet liten.

Lättast spåras brunnsvatten med hög radonhalt genom att mäta med en gammamätare på hydroforcisternen. Uppmäter man därvid en mot omgivningen förhöjd gammastrålning, kan man vara säker på att radonhalten i vattnet

är relativt hög. För att bestämma radonhalten behöver vattnet provtas. Sådana analyser kan SGAB utföra direkt på platsen. Det går också att sända vattenprover till SGAB.

#### 11 RADIOAKTIVITET I MATERIAL FRÅN GRUS-, JORD- OCH BERGTÄKTER

Högsta tillåtna radioaktivitet från byggnadsmaterial regleras av bestämmelser i Svensk byggnorm (SBN kap 31:14 och i kommentarerna till SBN 1980 kap 31:14). Enligt SBN får inte byggnadsmaterial ha högre radium- och gammaindex än 1.0. Till byggnadsmaterial räknas även fyllnads- och kapillärbrytande material under och kring hus.

Radiumindex avser att förhindra användning av byggnadsmaterial med hög radonavgång, gammaindex användning av material som ger hög gammastrålning inomhus.

Radiumindex 1,0 motsvarar en radiumhalt av 200 Bq/kg Ra-226 (ungefär 16 ppm uran). Gammaindex 1.0 motsvarar ett material som inomhus ger upphov till en gammastrålning på ca 50 µR/h (mikroröntgen per timme). Därvid sammanräknas strålningen från gammastrålande nuklider i uran- och toriumserierna och från kalium-40.

För bergmaterial som tas från de områden inom kommunen, som enligt kartbilaga 1 utgör högriskområden eller eventuella högriskområden, finns risk för att radiumindex ska överskridas. Risk för att även gammaindex överskrids finns sannolikt endast inom högriskområdena på Rånekölen och Hertsön.

För material som tas från grus- och jordtäkter föreligger inte samma risk för att materialet ska ha högre indextal än tillåtet, som för material från bergtäkter. Detta beror på att grus- och jordmaterial består av blandade nedkrossade bergarter, varför i det ingår såväl bergarter med låg radioaktivitet som med hög radioaktivitet. Som regel dominerar material med låg aktivitet. Det kan dock inte uteslutas att det inom områden, där berggrunden har hög radioaktivitet, lokalt förekommer grus och morän som har ett så stort innehåll av bergartsfragment med förhöjda radiumhalter att radiumindex 1.0 överskrids. Att även gammaindex 1.0 överskrids är mindre sannolikt.

En enkel kontroll av att materialet inte har ett radium- eller gammaindex som överskrider 1.0 kan göras med handburen gammamätare genom att mäta över ett upplag av materialet eller direkt på det material som ska brytas. Är gammastrålningen lägre än 15  $\mu\text{R/h}$  föreligger ingen risk för att radiumindex 1.0 överskrids; är gammastrålningen lägre än 30  $\mu\text{R/h}$  finns ingen risk för att gammaindex 1.0 överskrids. Skulle gammastrålningen överskrida 15  $\mu\text{R/h}$  behöver inte detta betyda att radiumindex 1.0 överskrids eftersom gammastrålningen kan bero på strålning från torium och kalium. För att fastställa om det aktuella materialet kan användas behöver halten av radium-226 bestämmas. Detta sker bäst genom mätning i tåkten med en handburen gammadetektor, med vilken halterna av radium-226, torium-232 och kalium-40 kan bestämmas. Provtagning av material för gammadetektorisk analys på laboratorium bör undvikas då själva provtagningen är ytterst vanskelig, eftersom de radioaktiva ämnena alltid förekommer ojämnt fördelade i berggrunden, till och med inom samma bergart.

## 12 RADIOAKTIVITET I TORV

Risken för förhöjda uran- och radiumhalter i torv är störst inom de områden där berggrunden har förhöjda uranhalter, dvs inom och runt högriskområdena och de eventuella högriskområdena. Vid Hästbrandmyran (kartblad 26 L Pålkem SO), där torvbrytning planeras, är radioaktiviteten låg (2 - 3  $\mu\text{R/h}$ ) i torven och normal (8  $\mu\text{R/h}$ ) i moränen. Någon risk för höga uran- eller radiumhalter i torven finns därför inte i detta område.

## 13 BESIKTNING AV TÄTORTER OCH PLANOMRADEN

I samband med fältarbetet gjordes besiktningar inom delar av de flesta tätorterna. Resultaten redovisas nedan.

### Luleå centralort

Berggrunden inom Luleå centralort består av många olika bergarter. Det största området upptas av migmatitomvandlade sedimentgnejser, men relativt stora områden täcks också av graniter och sura - intermediära vul-

kaniter. Inom bebyggda områden har ingen berggrund med förhöjd radioaktivitet påträffats vid fältuppföljningen. En viss risk finns för att enstaka hus kan vara grundlagda på uranförhöjda pegmatiter inom det gnejsområde, som ungefärligt avgränsats på radonriskkartan.

På Bergnäset löper en stor krosszon i nordvästlig riktning. Denna krosszon har klassats som ett eventuellt högriskområde och radondottermätningar i de hus som ligger direkt ovanpå krosszonen rekommenderas.

Delar av bebyggelsen på Bergnäset ligger på de isälvsavlagringar, som sträcker sig från Notviken över Karlsvik och Kallaxheden ut till Sandön. Huvudsakligen består dessa avlagringar av sand med låg eller normal radonhalt i markluften ( $6\ 000 - 11\ 200\ \text{Bq/m}^3$ ), men inom området finns även oregelbundet utspridda grusförekomster, vilka kan ha en något högre radonavgång. På grund av markens stora genomsläpplighet kan det inom området vara skäl att kontrollera RnD-halten i hus med speciellt otät grundkonstruktion trots de låga markradonhalter som uppmätts.

Mindre svallgrusförekomster som inte kunnat spåras vid radonriskarteringen kan finnas, men dessa torde huvudsakligen ligga i områden som saknar bebyggelse.

### Alvik

Största delen av bebyggelsen ligger i en sluttning täckt av morän, som är något svallad. Strålningsnivån i moränen är ca  $8\ \mu\text{R/h}$ , vilket innebär att området kan klassas som ett normalriskområde.

### Antnäs

Bebyggelsen ligger huvudsakligen på morän med en strålningsnivå på  $6 - 8\ \mu\text{R/h}$ . I den nordvästra delen av byn finns dock ett svallgrusområde inom vilket markradonhalter på närmare  $50\ 000\ \text{Bq/m}^3$  (gräns för högradonmark) har uppmätts vid detaljundersökningar av ett planområde. Detta område har på radonriskkartan klassats som ett eventuellt högriskområde och RnD-mätningar rekommenderas i de hus som ligger där.

### Bensbyn

Marken inom Bensbyn består huvudsakligen av morän och finsediment. Den nuvarande bebyggelsen ligger på morän med en strålningsnivå på 6 - 7  $\mu\text{R}/\text{h}$ . En håll bestående av granit med en strålning på 8  $\mu\text{R}/\text{h}$  påträffades också inom byn.

Den genomgående låga strålningsnivån tyder på att risken för radonproblem är liten.

### Bälinge

Bebyggelsen i Bälinge ligger på sand. En markradonmätning gav ett värde på 8 500  $\text{Bq}/\text{m}^3$ , men detta värde är sannolikt något för lågt, eftersom röret under mätperioden vid något tillfälle rubbats, så att tätningen kring det inte varit tillfredsställande under hela mättiden. Området har klassats som normalriskområde, men på grund av sandens stora genomsläpplighet kan RnD-halten behöva kontrolleras i hus med särskilt otät grundkonstruktion.

### Jämtön

Jämtön är den enda större tätort inom kommunen, som till övervägande del är belägen på grovt isälvsgrus. På grund av att materialet är så grovkornigt har samtliga tre markradonmätningar som utförts i grovt åsgrus givit för låga värden genom att markradon ventilerats bort genom marken kring mätrören. I fortsättningen på samma åsformation ger en mätning under mera gynnsamma förhållanden ett värde på 24 900  $\text{Bq}/\text{m}^3$ , vilket ligger i nivå med de värden, som man kan förvänta sig i marken under ett hus byggt på åsen i Jämtön.

På grund av markens extremt stora genomsläpplighet rekommenderas RnD-mätningar i samtliga hus, som ligger på åsen trots att markradonhalten sannolikt inte ligger över gränsen för högradonmark (50 000  $\text{Bq}/\text{m}^3$ ).

### Måttsund

Största delen av bebyggelsen i Måttsund ligger på morän med en strålning



på 5 - 6  $\mu\text{R}/\text{h}$ , men ett mindre antal hus längst upp i sluttningen mot Måttsundsberget inom det område som klassats som eventuellt högrisk-område kan sannolikt vara grundlagda på svallgrus. Eftersom uranhalten i berggrunden är förhöjd inom området finns det risk för att radonavgången från svallgruset kan vara hög. I hus som är grundlagda på svallgrus eller sprängstensfyllning rekommenderas därför RnD-mätning.

#### Niemisel

Marken inom tätorten består huvudsakligen av morän med en strålningsnivå på ca 7  $\mu\text{R}/\text{h}$ . Några speciella radonproblem är inte att förvänta.

#### Rutvik

Största delen av bebyggelsen inklusive det nya planområdet ligger på en siltig morän med låg radioaktivitet. En håll bestående av granit med en radiumhalt på 64 Bq/kg, dvs en normal halt, påträffades inom det bebyggda området. Kring skolan finns en mindre grusförekomst, vilken eventuellt skulle kunna medföra radonproblem för ett fåtal hus. Inom övriga delar av tätorten är radonrisken liten.

#### Råneå

Bebyggelsen ligger huvudsakligen på morän, men inom planområdet Tallheden förekommer även relativt mycket hållmark. Hällarna består av en svagt granitiserad sedimentgnejs, med enstaka relativt smala (20 - 30 cm) pegmatitgångar. Totalstrålningen från gnejsen är ca 8  $\mu\text{R}/\text{h}$  och radiumhalten endast 31 Bq/kg. Strålningen från pegmatitgångarna kan däremot gå upp till 35  $\mu\text{R}/\text{h}$ , men eftersom de verkar ha små dimensioner bör de inte förorsaka några större radonproblem. Det kan dock vara skäl att undersöka blivande husgrunder, eftersom det inte är uteslutet att större pegmatiter kan förekomma inom området.

För befintliga hus, som är grundlagda på berg eller sprängstensfyllning, finns risk för att de kan ligga på pegmatiter, men för hus som är grundlagda på morän är radonrisken liten, eftersom berggrunden i området genomsnittligt har låg radiumhalt.

### Södra Sunderbyn - Gammelstad

Berggrunden inom området består av en gråröd, medelkornig granit med låg radiumhalt (42 Bq/kg) och största delen av bebyggelsen ligger på siltig morän eller finsediment, dvs inom normal - lågriskområden. Markradonrisken bedöms vara mycket liten.

#### 14 FÖRSLAG TILL UNDERSÖKNING AV MARKRADON OCH SPARNING AV RADONHUS

Genomgången av radonsituationen inom Luleå kommun visar att markradonproblem kan förväntas framför allt i hus byggda på isälvsavlagringar och svallgrus. Den högsta radonrisken löper de blåbetonghus, som är grundlagda på grus, eftersom de förutom radonavgången från blåbetongen kan få ett tillskott av radon från marken.

#### Rekommendationer för undersökning vid planläggning av mark

Den radonriskkarta som nu framtagits för Luleå kommun (kartbilaga 1) är avsedd att användas vid kommunens översiktliga planläggning. Risk för markradon för befintlig bebyggelse föreligger särskilt inom områden med förhöjd radiumhalt (uranhalt) i berggrunden och i områden med grovt isälvsmaterial eller svallgrus samt inom det område där radioaktiva pegmatiter uppträder. Inom dessa områden rekommenderas en besiktning av markförhållandena med avseende på radon, när nya planområden läggs ut. Även inom normalriskområden rekommenderas en översiktlig besiktning av markförhållandena för en bedömning av risken för markradon, när nya planområden läggs ut.

Efterhand som kunskaperna om markförhållandena ökar rekommenderas att radonriskkartan kompletteras och revideras.

#### Rekommendationer för undersökning av planområden

Inom Luleå kommun rekommenderas inför byggande detaljerade undersökningar eller besiktningar av planområden som ligger inom områden som på radonriskkartan är markerade som högriskområden, eventuella högriskområden, områden med lokala förekomster av högradonmark samt normalrisk-

områden med isälvsmaterial eller svallgrus med hög permeabilitet. Dessutom rekommenderas översiktliga undersökningar även av övriga planområden inom normalriskområden.

Undersökningarna bör inledas med en översiktlig kontroll av gammastrålningen, detta för att kontrollera att inga särskilt radioaktiva bergarter eller jordarter finns inom området. Skulle bergarter eller jordarter med hög radonrisk påträffas bör dessa inkarteras. Lämplig kartskala är 1:10 000 eller större. Är gammastrålningen låg, mindre än 15  $\mu\text{R/h}$  över hållarna och mindre än 12  $\mu\text{R/h}$  i moränen, kan marken klassas som normalradonmark och inga ytterligare undersökningar är befogade om husen inom området byggs radonskyddande. Detta under förutsättning att området består av hållmark eller morän med för Luleå kommun normal sammansättning (sandig - siltig morän). Skulle gammastrålningen över blottad berggrund överstiga 15  $\mu\text{R/h}$  eller 12  $\mu\text{R/h}$  i moränen föreligger risk för att marken bör klassas som högradonmark. I sådana fall bör halten av radium-226 bestämmas genom mätning på platsen med gammadetektor. Visar det sig att radiumhalten är högre än 200 Bq/kg i berggrunden eller 75 Bq/kg i moränen bör radonhalten i moränens jordluft mätas. Är radonhalten i jordluften högre än ca 50 000 Bq/m<sup>3</sup> klassas marken som högradonmark.

Finns det inom ett planområde mer än 1 meter tjocka lager av åsgrus, svallgrus eller blockrik grusig - sandig morän, rekommenderas att mätningar utförs för att bestämma radonhalten i jordluften i dessa jordlager. Mätningarna bör utföras med en långtidsregistrerande metod. Lämplig mätpunktstäthet är 4 - 8 punkter per hektar. Dessa mätpunkter bör väljas så att mätningen även är representativ för markförhållandena kring mätpunkten, vilket oftast utesluter att mätningarna görs i ett system med fasta avstånd. Uppmätta radonhalter som i flera fall är högre än 50 000 Bq/m<sup>3</sup> bör området klassas som högradonmark och husen byggas radonsäkert.

För planområden där husen skall grundläggas på lera, silt eller finsand, det vill säga lågriskmark, behövs inga särskilda undersökningar.

Markradonundersökningar av planområden bör utföras av geologer eller geotekniker med erfarenhet av mätningar av radioaktivitet.

## Rekommendationer för undersökning av mark inför byggnadslov för enskild byggnad

Kraven på markundersökningar och klassningen av radonrisken av marken inför byggande av ett enskilt hus är i princip desamma som vid planläggning. Däremot kan själva undersökningsförfarandet ofta förenklas till en kontroll av marken där det blivande huset skall byggas. Denna kontroll bör omfatta en mätning av gammastrålningen i husläget och bestämning av jordarten/jordarterna. Kontrollen bör som regel kunna utföras av en byggnadsinspektör. Endast om något av i föregående avsnitt angivna radonkritiska förhållanden föreligger, kan experthjälp behöva påkallas. Det finns naturligtvis alltid möjlighet att i detta läge välja ett radonsäkert byggnadsutförande istället för att lägga ut pengar på konsult-hjälp och ytterligare undersökningar.

### Spärning av befintliga bostäder med höga radonhalter

För den fortsatta spärningen av bostäder med höga radonhalter rekommenderas följande prioritering:

- 1 RnD-mätningar i de blåbetonghus som hittills inte är mätta. Anledningen till att husen av blåbetong skall mätas i första hand är att dessa förutom det radon som avgår från byggnadsmaterialet kan ha ett tillskott av radon från marken.
- 2 RnD-mätningar i småhus och villor, speciellt suterräng- eller källarhus, som ligger inom eventuella högriskområden, inom områden med isälvsmaterial eller svallgrus eller som ligger inom områden med lokala förekomster av högradonmark och är grundlagda direkt på berggrund eller sprängstensfyllnader.
- 3 RnD-mätningar i småhus och villor, som är grundlagda på blockrik lucker morän eller stora lager av sprängsten eller fyllning, såvida husen inte bevisligen har god tätning mot marken eller att radioaktiviteten i fyllnadsmaterialet är låg.
- 4 RnD-mätningar i småhus och villor byggda på morän i allmänhet i de fall då husens grundkonstruktion medför att de är särskilt

otäta mot marken, t ex har jordgolv i en del av källarna, har stora hål kring rörgenomföringar, öppna inspektionsluckor mot marken, stora (många) sprickor i bottenplattorna eller är byggda med längsgående betongsulor under bärande väggar.

- 5 Mätning 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 eller en väl ventilerad kryppgrund.

## LITTERATURLISTA

Andersson P, Clavensjö B och Akerblom G, 1983. Radon i bostäder. Markens inverkan på radonhalt och gammastrålning inomhus. Statens råd för byggnadsforskning. Rapport R 9:1983.

Bergström B och Clavensjö B, 1982. Radon i bostäder. Metod för beräkning av radondotterhalter i bostäder. Statens råd för byggnadsforskning. Rapport R 88:1982.

Clavensjö B, 1982. Radon i bostäder. Byggnadstekniska åtgärder för att minska radonhalten i inomhusluften. Statens råd för byggnadsforskning. Rapport R 28:1982.

Clavensjö B och Kumlin H, 1984. Radon i bostäder. Byggnadstekniska åtgärder vid ny- och ombyggnad. Statens råd för byggnadsforskning. Rapport nr 90:1984.

Ericson S-O och Schmied H, 1984. Integrerade radon- och radondottermätare i bostadsmiljö. Statens strålskyddsinstitut. Arbetsdokument A 84 - 26, 1984.

Hildingson O, 1983. Radon från naturgrus och makadam. Provningsmetodik och konsekvenser för inomhusmiljö. Statens provningsanstalt. Teknisk rapport 1983:28.

Kullman F, 1987. Markradonundersökning inom planområdet Antnäs 4:16 m fl, Luleå kommun, SGAB IRAP 87027.

Kullman F, 1987. Markradonundersökning inom planområdet Norra Björkskatan 5, 7 och 8, Luleå kommun. SGAB IRAP 87030.

Kullman F, 1987. Markradonundersökning inom planområdet Plantskolan, Luleå kommun. SGAB IRAP 87042.

Kullman F och Akerblom G, 1987. Kompletterande markradonundersökning inom planområdet Antnäs 4:16 m fl, Luleå kommun. SGAB IRAP 87055.

Pettersson H, et al, 1982. Radonexhalation från byggnadsmaterial.  
Statens provningsanstalt. Teknisk rapport SP-RAPPORT 1983:32.

Radonutredningen, 1983. Radon i bostäder. SOU 1983:6.

Radonutredningen, SGAB, Svenska kommunförbundet, 1983. Radonmätningar i svenska bostäder. En sammanställning av resultat från kommunernas mätningar 1979-07-01--1982-06-30. Sveriges Geologiska AB, 1983.

Socialstyrelsen, 1983. Radon - spårning och undersökning av bostäder.  
PM 37/83.

Socialstyrelsen, 1984. Radon i grundvatten. Meddelandeblad nr 28/84.

Socialstyrelsen och statens strålskyddsinstitut, 1987. Kommunerna och radonfrågan 1986. Resultat av en enkät. Socialstyrelsen rapport SoS Dnr 3321 20/86.

Statens planverk, 1981. Strålning i byggnader. Rapport 54, 1981.

Statens planverk, 1982. RADON - planläggning, byggnadslov och skyddsåtgärder. Rapport 59, 1982.

Akerblom G, 1985. Radonhusen - Var finns de och hur hittar man dem?  
Ingenjörsvetenskapsakademin (IVA). Rapport 301.

## GRÄNSVÄRDEN

Högsta tillåtna radonhalter i bostadsbyggnader:

70 Bq/m <sup>3</sup>	i nya hus	SBN 1980 31:142
200 "	efter ombyggnad	SBN 1980 36:ombyggnad:41
400 "	i befintliga hus	SOSFS(M) 1980:71

Högsta tillåtna gammastrålning:

50 µR/h	i nya hus	SBN 1980 31:141
---------	-----------	-----------------

Högsta tillåtna radiumhalt för byggnadsmaterial:

200 Bq/kg (radiumindex = 1)	SBN 1980 31:1431
-----------------------------	------------------

Radonhalt i jordluft, haltgränser vid klassning av mark:

<10 000 Bq/m <sup>3</sup>	lågradonmark	SP-RAPP 1982: 59
10 000 - 50 000 "	normalradonmark	"
>50 000 "	högradonmark	"

Radiumhalt i berg, haltgränser vid klassning av mark. Avser grundläggning direkt på berg:

<200 Bq/kg	lågradonmark	SP-RAPP 1982:59
200 - 400 "	normalradonmark	"
>400 "	högradonmark	"

Normal bakgrundsstrålning i Sverige:

8 µR/h