

# **Prediktering av förekomst av finkorniga granitgångar i Simpevarpsområdet**

Håkan Mattsson, Carl-Axel Triumf  
GeoVista AB

Carl-Henric Wahlgren  
Sveriges Geologiska Undersökning

November 2002

**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Swedish Nuclear Fuel  
and Waste Management Co  
Box 5864

SE-102 40 Stockholm Sweden

Tel 08-459 84 00

+46 8 459 84 00

Fax 08-661 57 19

+46 8 661 57 19



ISSN 1651-4416

SKB P-02-05

# **Prediktering av förekomst av finkorniga granitgångar i Simpevarpsområdet**

Håkan Mattsson, Carl-Axel Triumf  
GeoVista AB

Carl-Henric Wahlgren  
Sveriges Geologiska Undersökning

November 2002

*Nyckelord:* finkorniga granitgångar, Simpevarp, gammastrålning, petrofysik, flygmätningar, spektrometri.

Denna rapport har gjorts på uppdrag av SKB. Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarnas egna och behöver nödvändigtvis inte sammanfalla med SKB:s.

## Abstract

Projektet har utförts med målsättningen att undersöka möjligheterna att med flygburen spektrometri särskilja områden med olika frekvens av finkorniga granitgångar i Simpevarpsområdet. Problemställningen är att söka bestämma om, och i så fall hur, de finkorniga granitgångarna skiljer sig radiometriskt från omkringliggande bergarter. Vidare undersöktes hur övertäckning samt plastisk deformation påverkar den radiometriska signalen från berggrunden.

Förutom egna markmätningar med gammadetektorer har data från mätningar av naturlig gammastrålning i kärnbrunnar undersökts med avseende på skillnader i total gammastrålning mellan de finkorniga granitgångarna och "Smålandsgranit". Jämförelser har också gjorts mellan spektrometerdata från tidigare flygmätningar (SGU, 1986) och en översiktlig geologisk kartering i samband med förstudien i Oskarshamn.

De finkorniga granitgångarna har ca 3–5 ggr högre halt av torium än granit-granodioriten på Ävrö och kvartsmonzodiorit-granodioriten på Äspö. Även halten av kalium och uran är något högre för den finkorniga graniten. En beräkning av möjligheten att detektera de finkorniga granitgångarna med helikopterburen gammadetektor (detektorhöjd 60 meter), visar att om granitgångarna utgör ca 10% (eller mer) av den totala bergytan så kan de detekteras.

Ett tunt lager av övertäckning (mossa och lav) påverkar inte nämnvärt den radiometriska signalen från berggrunden, medan ca 0,2 meter jord kraftigt reducerar signalstyrkan. Låggradig plastisk deformation verkar inte påverka den radiometriska signaturen på berggrunden i det undersökta området.

# Summary

Fine-grained granite dykes associated with a high fracture frequency occur in the bedrock of the Simpevarp region. In order to avoid problems in a future storage for nuclear waste it is important to find methods to detect areas where the dykes occur frequently. The aim of this project is to test the possibility to use airborne gamma ray spectrometry in the Simpevarp region to distinguish between different areas of the bedrock containing a varying frequency of fine-grained granite dykes. Investigations were also made to test if and how plastic deformation and a thin cover of moss affect the radiometric signature of the rocks.

Ground measurements with a gamma ray spectrometer were performed on the islands of Äspö, Ävrö and at the Simpevarp peninsula on different kinds of “Småland granite” with varying frequencies of fine-grained granite dykes. Reference measurements were performed on rocks without granite dykes. The bedrock at the measurement sites was geologically characterized in connection to the measurements.

Air borne radiometric data (uranium, potassium and thorium) measured by the Geological Survey of Sweden in 1986 (flight altitude 30 m, point distance 40 m, line spacing 200 m) was compared to the existing bedrock map of the area and also to existing observation sites of fine-grained granite dykes.

The ground measurements with gamma ray spectrometer clearly indicate that the fine-grained granite dykes have a specific radiometric signature compared to the granite-granodiorite at Ävrö and the quartzmonzodiorite-granodiorite at Äspö. The main difference between the dykes and the other investigated rocks is seen in the thorium content, which is typically 3–5 times greater in the fine grained granite dykes. A thin cover of moss does not seem to significantly affect the radiometric signal of the bedrock, and neither does plastic deformation. However, the number of measurements on deformed and on covered rocks is low. The radiometric anomaly pattern shown in the airborne data broadly coincides with the different rock units as indicated by the existing bedrock map. The “Götemar-granite” is clearly indicated by a ring shaped positive, mainly thorium and uranium, anomaly. The granodiorite to quartzmonzodiorite in the central part of the investigated area is indicated by a positive thorium anomaly, which, however, seems to continue beyond the indicated area of distribution of this rock type.

Calculations based on the results of the ground measurements in this study indicate that it should be possible to detect the fine-grained granite dykes from air borne measurements if the dykes constitute 10% (ore more) of the area of the bedrock surface. We suggest that in connection to the bedrock mapping of the area, ground measurements with gamma ray spectrometer and scintillometer should be performed in order to support the interpretations of the air borne measurements. Tests should also be made with scintillometer measurements along profiles in order to get an overall picture of the variations in dyke frequency.

# Sammanfattning

I Simpevarpsområdet utgör gångar av röd finkornig granit ett karakteristiskt inslag i berggrunden. Gångarna är vanligtvis mer uppspruckna än sidoberget och uppvisar även en högre vattenföring, varför det är viktigt att beakta dem i den planerade platsundersökningen. Projektet har utförts med målsättningen att undersöka möjligheterna att med flygburen spektrometri särskilja områden med olika frekvens av finkorniga granitgångar. Dessutom undersöktes hur övertäckning samt plastisk deformation påverkar den radiometriska signalen från berggrunden.

Markmätningar med gammaspektrometer utfördes på ett antal berghällar på Simpevarpshalvön, Äspö och Ävrö, där varierande frekvens av finkorniga granitgångar förekommer. I samband med mätningarna har de aktuella mätlokaler karaktiserats geologiskt. Data från mätningar av naturlig gammastrålning i fyra stycken kärnbrorhåll (KLX01, KLX02, KAS04 och KAS06) har undersökts med avseende på skillnader i total gammastrålning mellan de finkorniga granitgångarna och ”Smålandsgranit”. Jämförelser har också gjorts mellan spektrometerdata från tidigare flygmätningar (SGU, 1986) och en översiktlig geologisk kartering i samband med förstudien i Oskarshamn.

Markmätningar med gammaspektrometer visar tydligt att de finkorniga granitgångarna har en speciell radiometrisk signatur jämfört med granit-granodiorit på Ävrö och kvartsmonzodiorit-granodiorit på Äspö. Den tydligaste skillnaden mellan den finkorniga graniten och övriga undersökta bergarter ses i toriumhalten, där de finkorniga gångarna har avsevärt högre halter, i genomsnitt 3–5 ggr. Ett tunt lager övertäckning verkar inte påverka den radiometriska signaturen nämnvärt hos berggrunden. Täcks bergytan av någon decimeter jord minskar dock signalstyrkan kraftigt. Inte heller plastisk deformation ses ha någon större påverkan på halterna av uran, torium och kalium (med reservation för fåtalet gjorda mätningar). Större anomalier i radiometriska flygdata sammanfaller i grova drag med de bergartsgränser som är indikerade på den geologiska kartan. Den dominerande anomalin utgörs av den högstrålande ”Göttemarggraniten”. Samma typ av anomali syns även tydligt i Uthammarsområdet öster om Figeholm. Granodiorit till kvartsmonzodiorit i områdets centrala del kommer fram ganska tydligt som en positiv toriumanomali, vilken dock fortsätter utanför bergartens indikerade utbredningsområde.

En beräkning av möjligheten att detektera de finkorniga granitgångarna med helikopterburen gammaspektrometri (detektorhöjd 60 meter), visar att om granitgångarna utgör ca 10% (eller mer) av den total bergytan så kan de detekteras. Eftersom så stora ytor av platsundersökningsområdet täcks av mossa och lav föreslås försök med att mäta total gammastrålning längs profiler. Det bör vara möjligt att med profilmätningar enkelt och snabbt erhålla en uppfattning om variationer i gångfrekvens.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	9
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	11
<b>3</b>	<b>Metoder</b>	13
3.1	Felkällor	13
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	15
4.1	Bergartsrelationer	15
4.2	Fältnätning med gammaspektrometer	15
4.2.1	Äspö dike 1	16
4.2.2	Äspö dike 2	21
4.2.3	Ävrö	23
4.2.4	Simpevarpshalvön	24
4.3	Analys av borrhålsgeofysiska data	24
4.4	Analys av befintliga radiometriska flygdata	27
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	31
<b>6</b>	<b>Slutsatser</b>	35
<b>7</b>	<b>Förslag på fortsatt arbete</b>	37
	<b>Referenser</b>	39
	<b>Bilaga 1</b>	41

# 1 Inledning

Projektet har utförts med målsättningen att undersöka möjligheterna att med flygburen spektrometri särskilja områden med olika frekvens av finkorniga granitgångar i Simpevarpsområdet. Problemställningen är att söka bestämma om, och i så fall hur, de finkorniga gångarna skiljer sig radiometriskt från omkringliggande bergarter. Vidare undersöktes hur övertäckning (främst mossa och lav som förekommer rikligt i området) samt plastisk deformation påverkar den radiometriska signalen från berggrunden.

För att undersöka om de finkorniga granitgångarna har en egen strålningssignatur jämfört med sidoberget, vanligtvis olika varieteter av "Smålandsgranit" (inklusive "Äspödiorit"), har markmätningar med gammaspektrometer utförts på ett antal berg hållar på Simpevarpshalvön, Äspö och Ävrö, där varierande frekvens av finkorniga granitgångar förekommer. Som referens har mätningar även utförts på hållar utan inslag av finkorniga granitgångar. I samband med mätningarna har de aktuella mätlokalererna karakteriserats geologiskt.

Data från mätningar av naturlig gammastrålning i fyra stycken kärnborrhål (KLX01, KLX02, KAS04 och KAS06) har undersökts med avseende på skillnader i total gammastrålning mellan de finkorniga granitgångarna och "Smålandsgranit".

Jämförelser har också gjorts mellan spektrometerdata från tidigare flygmätningar (SGU, 1986) och en översiktlig geologisk kartering i samband med förstudien i Oskarshamn, där man i det planerade platsundersökningsområdet särskilt områden med olika frekvens av finkorniga granitgångar /Bergman m fl, 2000/. Framgångsrika undersökningar med liknande problemställning finns beskrivet i litteraturen, t ex /Schwarzer och Adams, 1973/.

## 2 Bakgrund

I Simpevarpsområdet utgör gångar av röd finkornig granit ett karakteristiskt inslag i berggrunden. Dessa gångar är vanligtvis mer uppspruckna än sidoberget /t ex Axelsson m fl, 1990; Stanfors och Larsson, 1998; Bergman m fl, 2000/ och uppvisar även en högre vattenföring /Follin m fl, 2000; Rhén och Forsmark, 2000/. Det är således väsentligt att beakta dessa gångar i den planerade platsundersökningen. Det är sedan tidigare känt att de finkorniga granitgångarna ofta har högre gammastrålning än den omgivande "Smålandsgraniten" /Barmen och Stanfors, 1988; Barmen och Dahlin, 1989/. Det finns alltså en möjlighet att denna skillnad i strålningskaraktär skulle kunna nyttjas för att särskilja områden med olika frekvens av gångar. I arbetet med att finna en effektiv metod för att belysa variationer i gångfrekvens har detta projekt utförts för att undersöka gammastrålnings-spektrometrins möjligheter.



## 3 Metoder

I alla bergarter förekommer bl a de radioaktiva isotoperna kalium-40, uran-238, radium-226 och torium-232. Koncentrationen av dessa ämnen är vanligtvis mycket låg, men kan i regel detekteras med gammaspektrometri /t ex Mellander m fl, 1982/.

En gammaspektrometer detekterar och analyserar gammastrålning, vilket möjliggör bestämning av halter av olika radioaktiva grundämnen. Isotopernas förekomst är starkt mineralogiskt betingad och halterna kan variera kraftigt mellan olika bergarter. I graniter förekommer uran och torium i t ex zirkon och monazit, medan kalium utgör ett viktigt element i kalifältspat och glimmer, företrädesvis biotit. Med hjälp av gammaspektrometerdata kan man således skilja olika bergarter åt. För en mer noggrann genomgång av metoden samt gammaspektrometrins möjliga tillämpningar se t ex /Parasnis, 1997; Shives m fl, 1995/.

### 3.1 Felkällor

Radioaktiv ojämvtikt kan förekomma både inom uran- och toriumserien beroende på t ex selektiv lakning orsakad av grundvattenrörelser och emanation av radongas (främst i jordarter). Om mätningar utförs i fuktig jord (t ex i samband med regn) fås lägre värden på grund av att gammastrålningen skärmas av vattnet. Storleken på avskärmningen beror främst på hur stor del av porerna i en berg- eller jordart som är vattenfyllda. Felet kan således kompenseras för om man känner detta. Alternativt får man mäta under längre perioder med fint väder utan riklig nederbörd.

## 4 Resultat

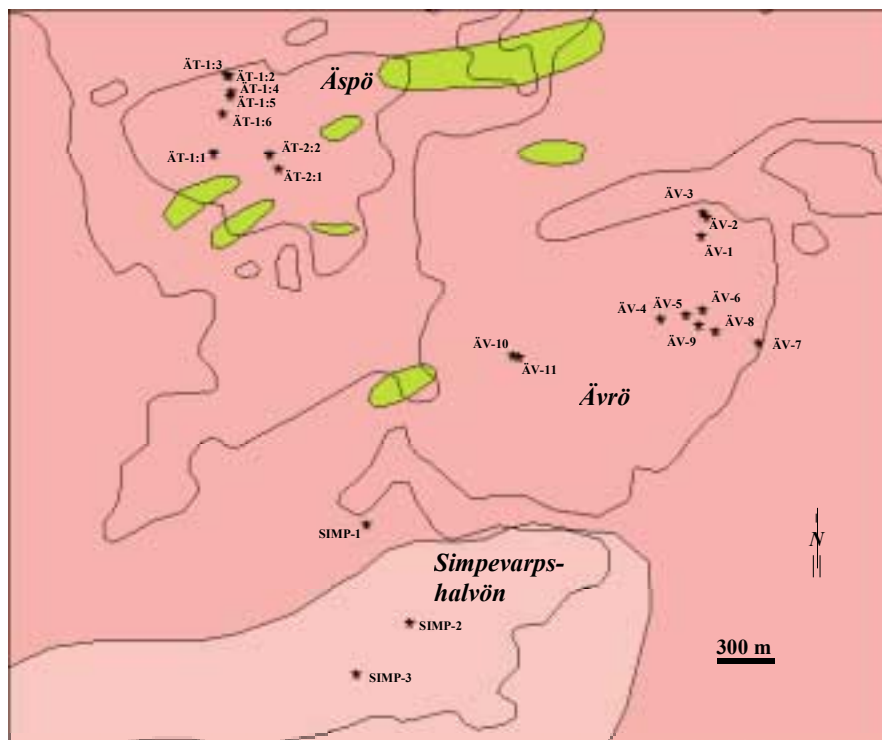
### 4.1 Bergartsrelationer

Den röda, finkorniga graniten i Simpevarpsområdet uppträder sällan som raka, distinkt avgränsade gångar med en bestämd längdutsträckning, utan har i regel en slingrande utbredning och oregelbunden form, och har ibland ett nätverksliknande uppträdande. Ställvis förekommer glidande övergångar till pegmatitiska och aplitiska varieteter. Kontakterna mot sidoberget är inte alltid skarpa utan diffusa övergångar förekommer. Vidare är den finkorniga graniten, precis som sidoberget, påverkad av den plastiska skjuvdeformation som bl a karakteriserar den sk Äspöskjuvzonen. Den finkorniga graniten bedöms sålunda vara genetiskt och tidsmässigt relaterad till det omgivande ca 1800 miljoner år gamla sidoberget, vilket utgörs av olika varieteter av ”Smålandsgranit”. Detta fältrelationsbaserade antagande styrks av två U-Pb-zirkondateringar av den finkorniga graniten, vilka har givit en ålder av ca 1800 miljoner år /Wikman och Kornfält, 1995; Kornfält m fl, 1997/. Möjligheten att vissa röda, finkorniga granitgångar kan vara relaterade till de ca 1450 miljoner år gamla Götemar- och Uthammargraniterna kan dock inte uteslutas. Baserat på dess fältuppträdande, bedöms dock de finkorniga graniter som undersökts i detta projekt vara ca 1800 miljoner år gamla och relaterade till slutfasen av den magmatiska aktivitet som gett upphov till de graniter till syenitoider med tillhörande mafiska bergarter vilka dominerar berggrunden i Oskarshamsregionen och övriga delar av sydöstra Sverige.

### 4.2 Fältmätning med gammaspektrometer

Fältmätningar med en bärbar gammaspektrometer (Exploranium SPR-320) utfördes under tre dagar på Äspö, Ävrö och på Simpevarpshalvön (figur 4-1). På Äspö gjordes mätningarna i två av de tre jordavrymda diken (figur 4-2, figur 4-9) vilka detaljkarterades i samband med anläggandet av Äspölaboratoriet /Kornfält och Wikman, 1988/. På Ävrö och Simpevarpshalvön gjordes mätningar på naturliga blottningar.

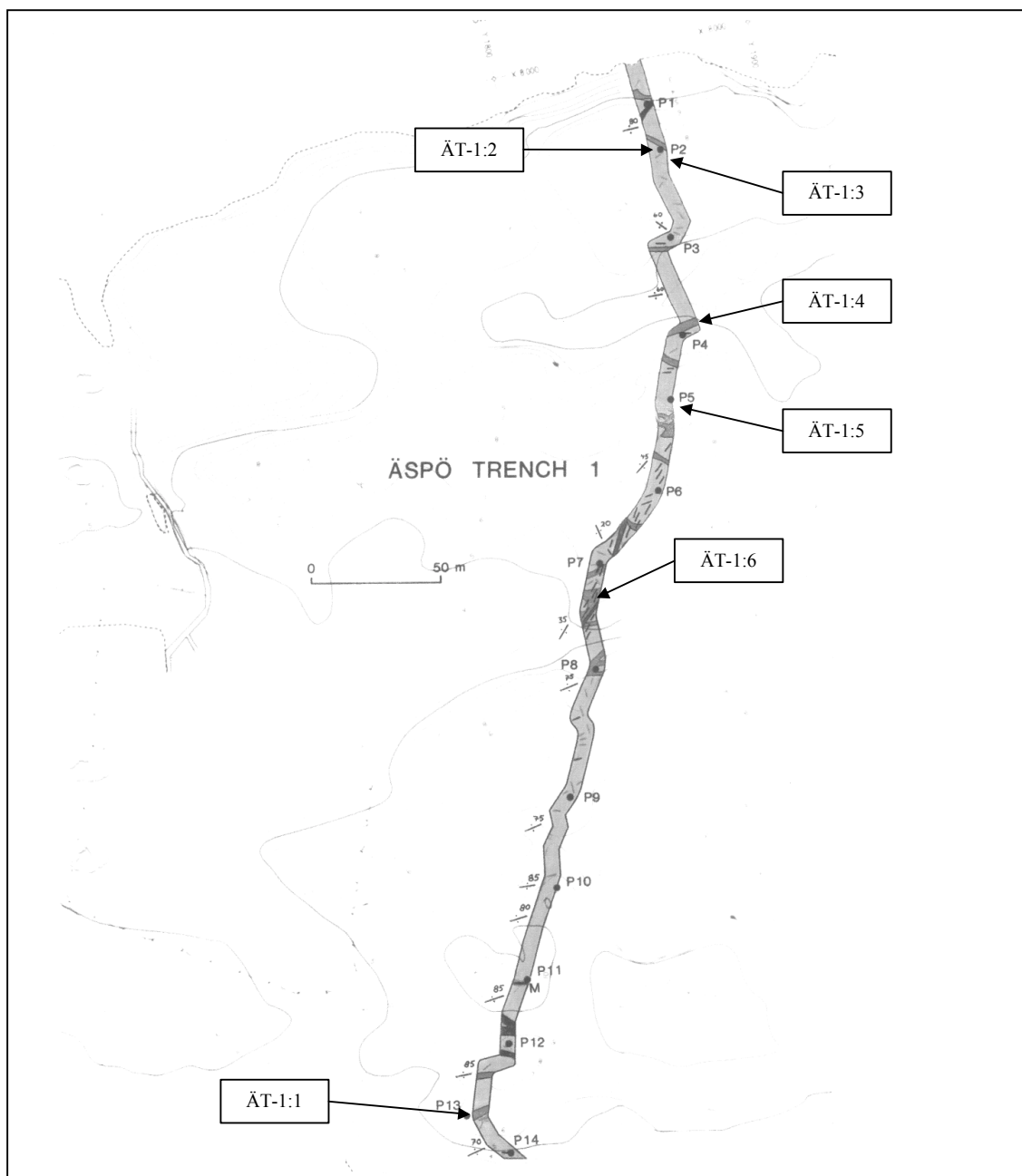
Totalt utfördes 65 mätningar fördelade på 22 lokaler, varav sex stycken lokaler på Äspö i dike 1 (ÄT-1:1 – ÄT-1:6), två stycken på Äspö i dike 2 (ÄT-2:1 – ÄT-2:2), elva stycken på Ävrö (ÄV-1 – ÄV-11) och tre på Simpevarpshalvön (SIMP-1 – SIMP-3), se kartan figur 4-1. Mätningarna utfördes på hållar med finkornig granit, ”Äspödiorit” (kvartsmonzodiorit-granodiorit) och ”Ävrögranit” (granit-granodiorit), men ett mindre antal mätningar utfördes även på plastiska skjuvzoner, pegmatitgångar och en metavulkanit (Simpevarpshalvön). Samtliga mätresultat finns redovisade i bilaga 1.



**Figur 4-1.** Förenklad geologisk karta över Simpevarpsområdet med samtliga mätlokaler markerade med en stjärna. Grönt = Diorit och gabbro, Mörkt rosa = Granit, Ljust rosa = Granit till granodiorit.

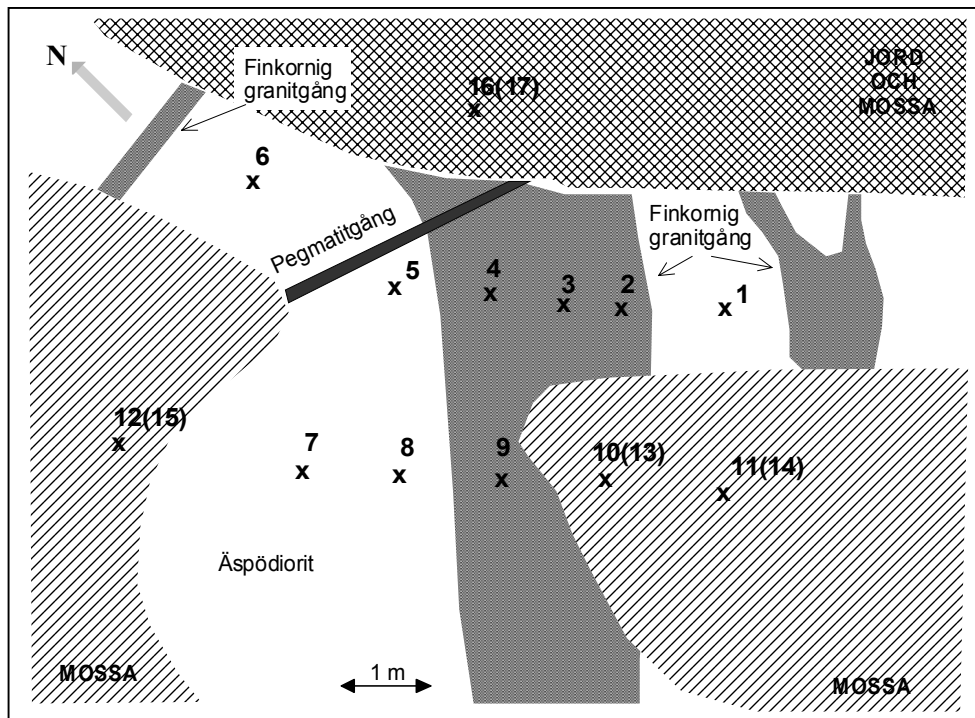
#### 4.2.1 Äspö dike 1

Mätningarna på Äspö fokuserades på att jämföra den radiometriska signalen mellan ett antal finkorniga granitgångar och "Äspödiorit" (figur 4-2). På lokal ÄT-1:1 (figur 4-3) förekommer en 2–3 meter mäktig, och en tunnare, finkornig granitgång. Den bredare gången klipps dessutom av en yngre, smal pegmatitgång. Ett flertal mätningar (17 st) utfördes på en begränsad yta. För att kvantitativt söka bestämma den eventuellt avskärmande effekten av inom området frekvent förekommande lavar och mossor, gjordes mätningar med (punkter 10, 11 och 12) och utan (punkter 13, 14 och 15) övertäckning. Punkt 16 mättes med respektive utan (17) övertäckning av ett ca 2 dm tjockt lager jord samt mossor.



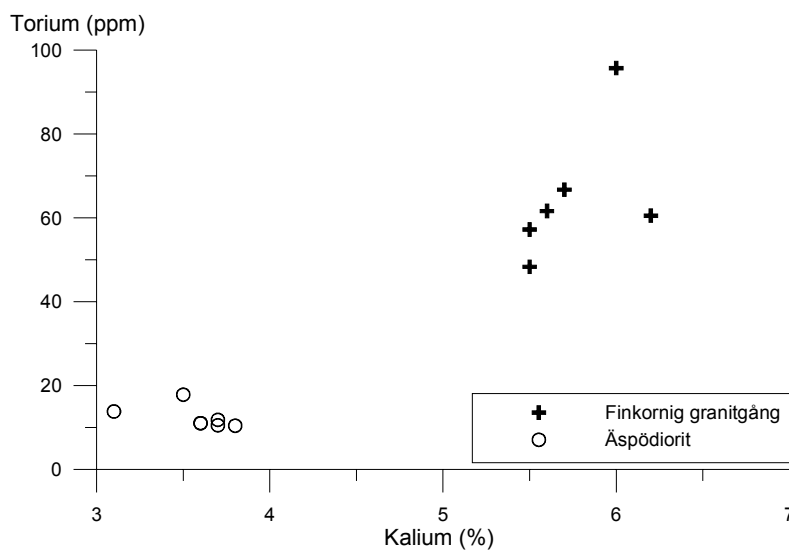
**Figur 4-2.** Äspö dike 1 med mätlokalerna ÄT-1:1 – ÄT-1:6 markerade.

ÄT-1:1



**Figur 4-3.** Geologisk skiss över lokal ÄT-1:1 med mätpunkterna 1–17 markerade. Siffrorna i parentes indikerar mätning efter att mossan (jorden) tagits bort.

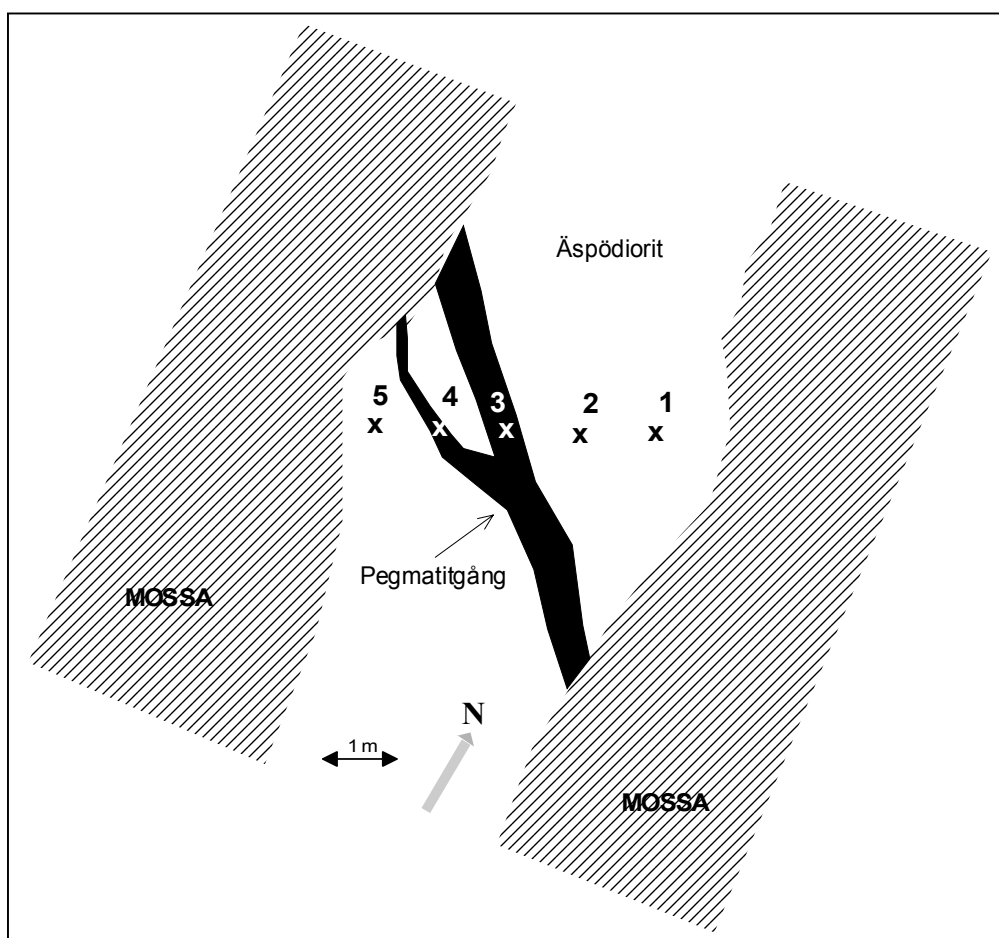
Resultaten av mätningarna (figur 4-4) visar att den finkorniga graniten generellt har högre strålningsnivåer än ”Äspödioriten”, i genomsnitt nästan den dubbla halten av kalium och uran och mer än fem gånger så hög halt av torium. Vidare ser vi att övertäckning i form av mossan och lav endast verkar dämpa signalstyrkan något jämfört med kal bergyta, medan den tjockare övertäckningen (punkt 16, 17) kraftigt dämpar signalstyrkan (tabell bilaga 1).



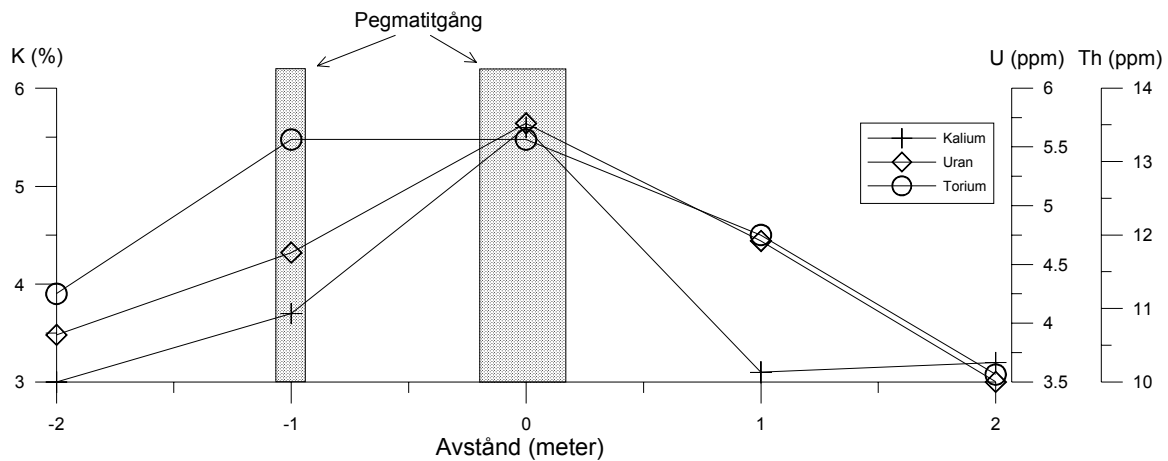
**Figur 4-4.** Diagram som visar kaliumhalten och toriumhalten för finkornig granit respektive Äspödiorit efter spektromettermätningar på lokal ÄT-1:1.

Vid ÄT-1:2 klipps "Äspödioriten" av en ca 0,4 meter bred pegmatitgång (figur 4-5). En profil om fem punkter med inbördes avstånd av ca 1,0 meter mättes över gången. Resultaten visar på en ganska väldefinierad förhöjning av kalium mitt över gången och en något diffusare förhöjning i uran- och toriumhalt (figur 4-6). En punkt är mätt på en smal utlöpare till gången vilket medför en mindre förhöjning av halterna. Eftersom den smala utlöparens yta är liten i förhållande till den totala yta som instrumentet känner av, kommer bidraget från gången att "blandas upp" med signalen från sidoberget.

#### ÄT-1:2



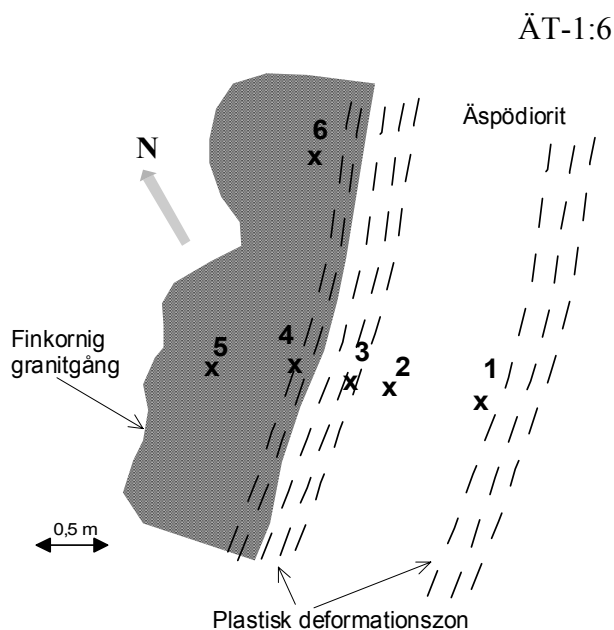
*Figur 4-5. Geologisk skiss över lokal ÄT-1:2 med mätpunkterna 1–5 markerade.*



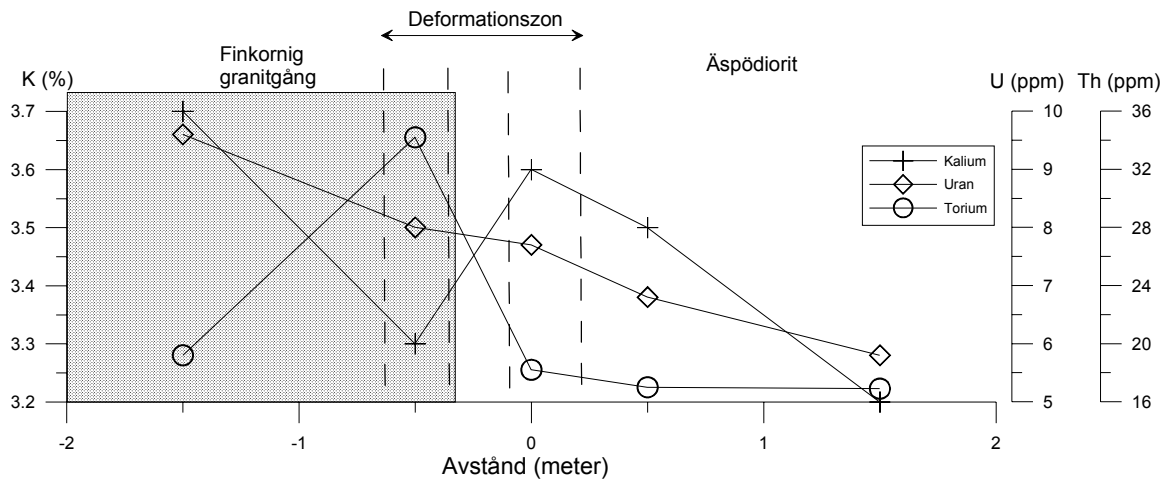
**Figur 4-6.** Profil med gammasppektrometer över pegmatitgång ÄT-1:2.

På lokalerna ÄT-1:3 – ÄT-1:5 utfördes mätningar av ”Äspödiorit” och en finkornig granitgång. Resultaten (tabell bilaga 1) visar på tydligt förhöjda halter i den finkorniga granitgången av uran och kalium, och allra mest av torium.

Lokal ÄT-1:6 består av en finkornig granitgång i ”Äspödiorit” där både gången och ”Äspödioriten” utsatts för plastisk deformation vilken förmodas vara relaterad till den sk Äspöskjuzonen (figur 4-7 och figur 4-8). Äspödioriten uppvisar förhöjda halter av torium och uran jämfört med medelvärdet för opåverkade lokaler, medan kaliumhalten är oförändrad (tabell 5.1). Även gången har klart förhöjd uranhalt. Kaliumhalten är något lägre än medelvärdet medan toriumhalten är ”normalt” hög där gången utsatts för mest deformation men mycket lägre en bit ifrån zonen centrum. Sannolikt är dock hela lokalen påverkad av plastisk deformation.



**Figur 4-7.** Geologisk skiss över lokal ÄT-1:6 med mätpunkterna 1-6 markerade.



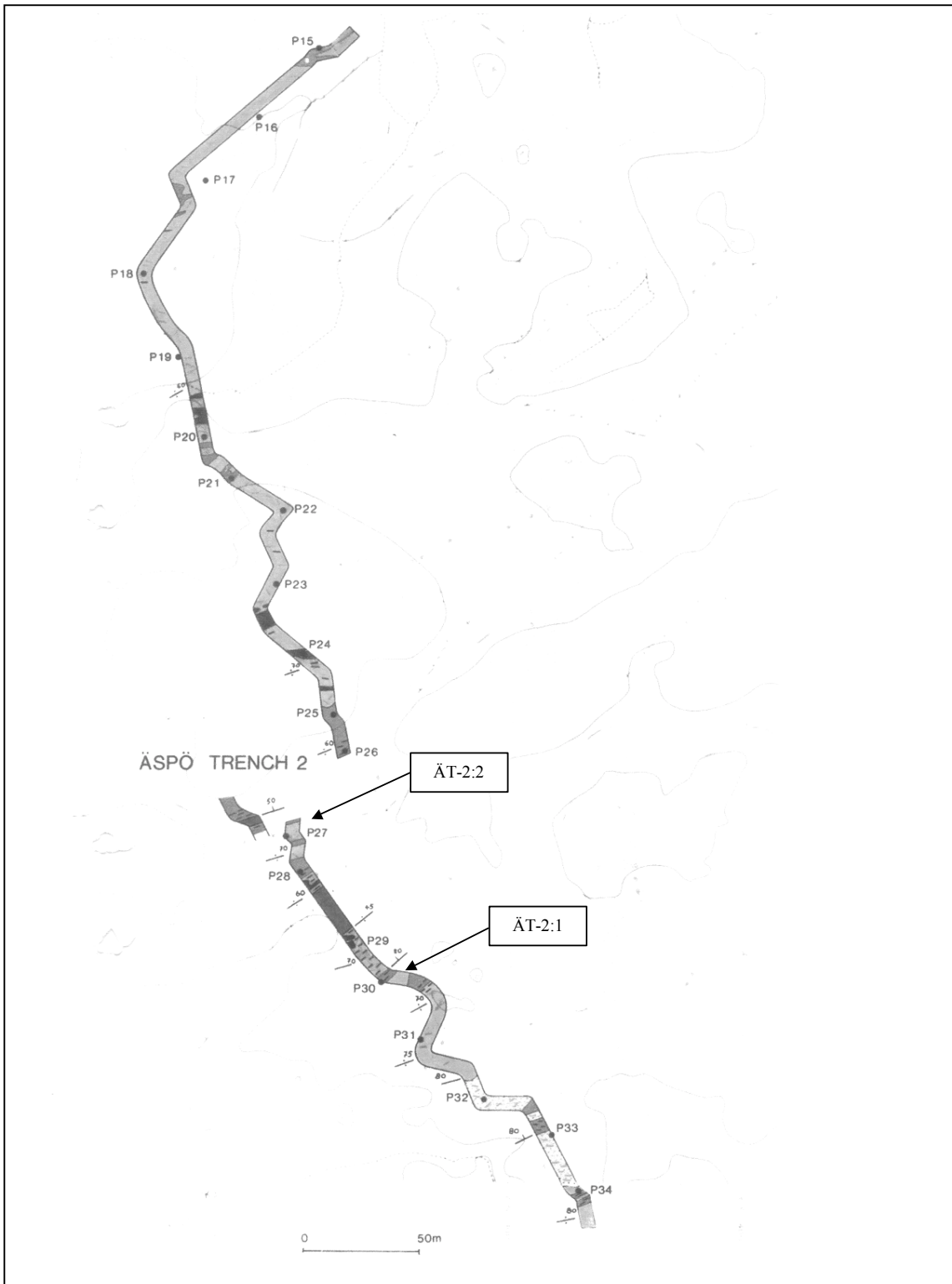
**Figur 4-8.** Profil över kontakt mellan finkornig granitgång och Äspödiorit där båda bergarterna påverkats av plastisk deformation ÄT-1:6. OBS! Punkt nr 6 på kartan är ej med i profilen.

#### 4.2.2 Äspö dike 2

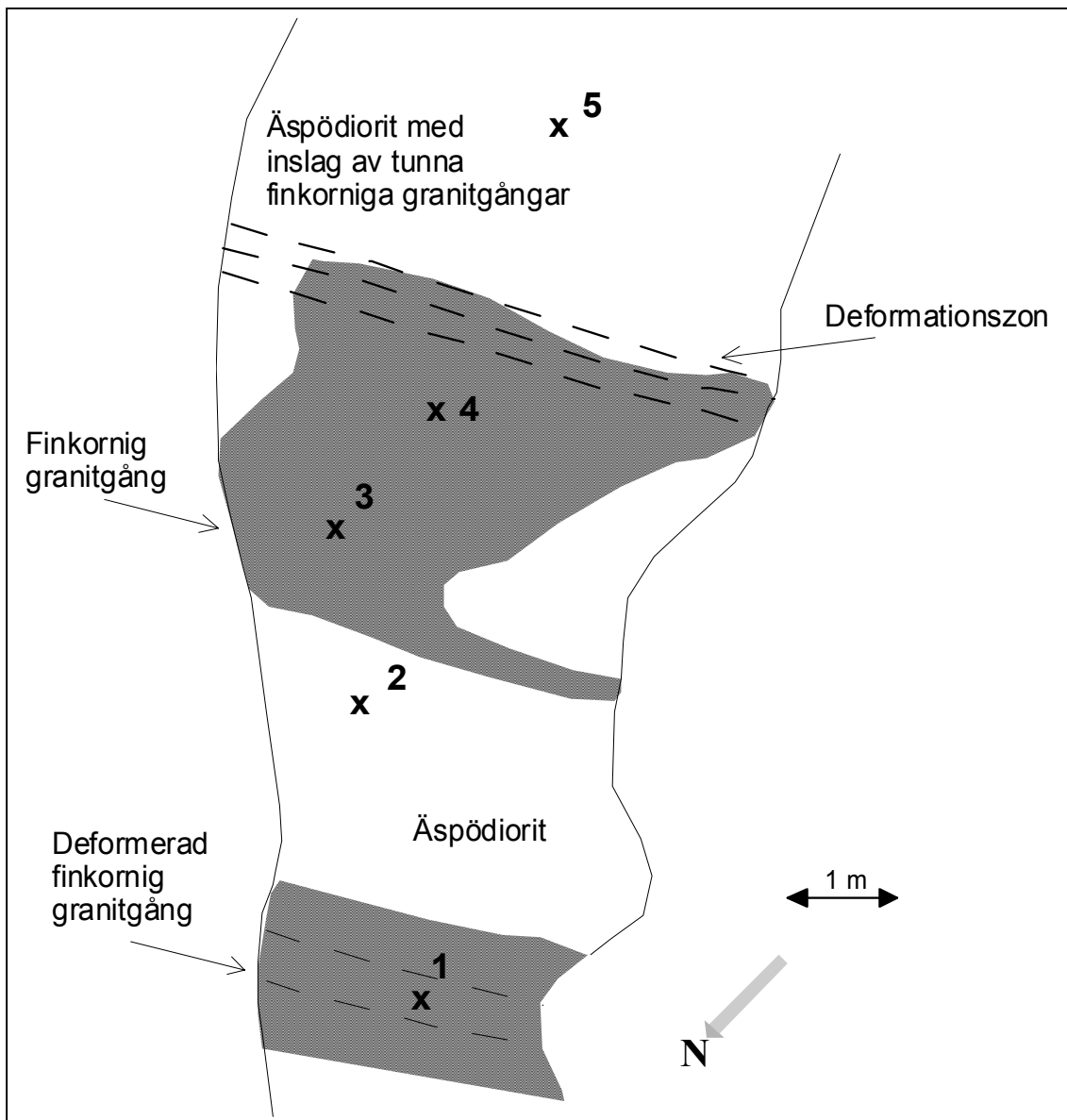
Två stycken lokaler mättes i dike 2 på Äspö. ÄT-2:1 är en profilmätning över två granitgångar i Äspödiorit där gångarna delvis utsatts för plastisk deformation. Lokal ÄT-2:2 är en pegmatitgång.

Mätningarna vid lokal ÄT-2:1 (figur 4-10) visar på små variationer i halterna jämfört med beräknade medelvärden för respektive bergart (tabell 5-1). Den deformerade granitgången vid punkt nr 1 (figur 4-10) har halterna  $K = 4,5\%$ ,  $U = 5,1$  ppm och  $Th = 30,1$  ppm, vilket ligger väl i linje med data från ostörda lokaler. Pegmatitgången (ÄT-2:2) har en mycket hög uranhalt ( $U = 18,4$  ppm) medan kalium och toriumhalterna ligger i nivå med genomsnittet för de finkorniga graniterna.





**Figur 4-9.** Äspö dike 2 med mätlokalerna ÄT-2:1 – ÄT-2:2 markerade.



**Figur 4-10.** Geologisk skiss över lokal ÄT-2:1 med mätpunkterna 1–5 markerade.

#### 4.2.3 Ävrö

På Ävrö mättes sex ”normala” finkorniga granitgångar och nio punkter på ”Ävrögraniten”. Dessutom mättes en blandning av ”Ävrögranit” och finkornig granit (ÄV-2 punkt 2), en ”Ävrögranit” med/utan övertäckning av lav och mossa (ÄV-3 punkt 3 och 4), en 0,4 meter bred pegmatitgång (ÄV-10) samt en 0,4 meter bred finkornig granitgång som på båda sidor omges av ca 0,1 meter breda pegmatitgångar (ÄV-11).

De finkorniga granitgångarna uppvisar samma radiometriska signatur på Ävrö som på Äspö med höga halter av torium (23,1–87,1 ppm). ”Ävrögraniten” har något högre halter av torium än ”Äspödioriten”, men ligger annars nära i nivå med denna (tabell 5.1).

Blandning mellan "Ävrögranit" och finkornig granit resulterar i en kaliumhalt mitt emellan medelvärdena för respektive bergart och toriumhalten är något högre än medelvärdet för "Ävrögranit". Uranhalten uppvisar ett ovanligt högt värde (10,2 ppm), vilket inte kan sägas representera vare sig "Ävrögraniten" eller granitgångarna. Mätningen på "Ävrögranit" med och utan övertäckning visar att lav och mossor i detta fall inte påverkar detektering av kalium, uran eller torium. Pegmatitgången (ÄV-10) faller inom samma mönster som de finkorniga granitgångarna medan den finkorniga granitgången som omges av pegmatitgångar har något högre uran och toriumhalter.

#### 4.2.4 Simpevarpshalvön

På Simpevarpshalvön utfördes mätningar på tre stycken finkorniga granitgångar, en granit och en metavulkanit. De finkorniga granitgångarna uppvisar samma radiometriska signatur på Simpevarpshalvön som på Äspö och Ävrö (tabell bilaga 1). Graniten och metavulkaniten har halter som överensstämmer med de uppmätta på "Äspödioriten" och "Ävrögraniten".

### 4.3 Analys av borrhålsgeofysiska data

Baserat på resultaten från kärnkarteringen av de fyra borrhålen KLX01, KLX02, KAS04 och KAS06 extraherades data från de avsnitt i den naturliga gammastrålningsloggen som klassats som finkornig granit, "Smålandsgranit" och "Äspödiorit". Histogram över fördelningen av naturlig gammastrålning plottades för respektive bergart och hål (figurerna 4-11a-d) samt även för respektive bergart från alla hål tillsammans (figur 4-12).

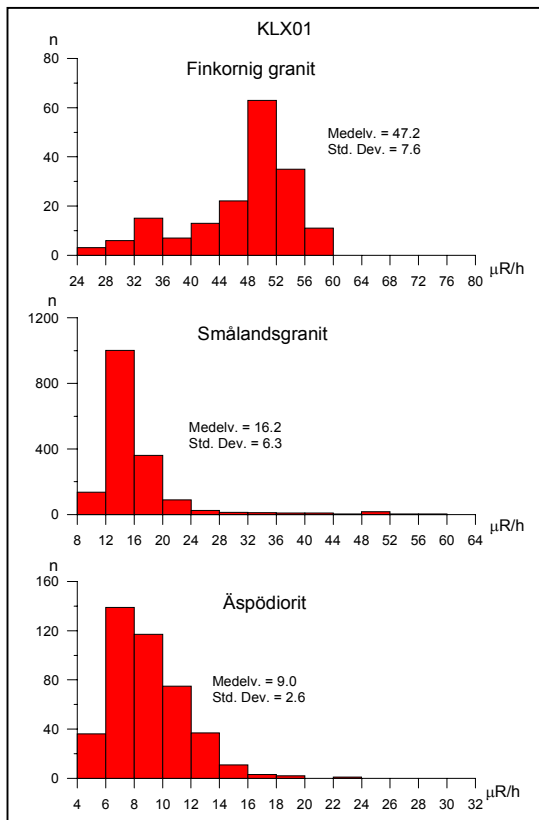
Naturlig-gamma-loggen är ett instrument med inbyggd scintillometer som mäter det totala antalet pulser/sekund över hela gammaspektrat. Enheten anges efter kalibrering i  $\mu\text{R/h}$ . För att bättre förstå de tre kalium-, torium- och urankanalerens bidrag till det totala gammaspektrat kan följande samband utnyttjas (vilket gäller för mätning på 1 meters höjd över markytan):

1 % K ger upphov till 1,505  $\mu\text{R/h}$ .

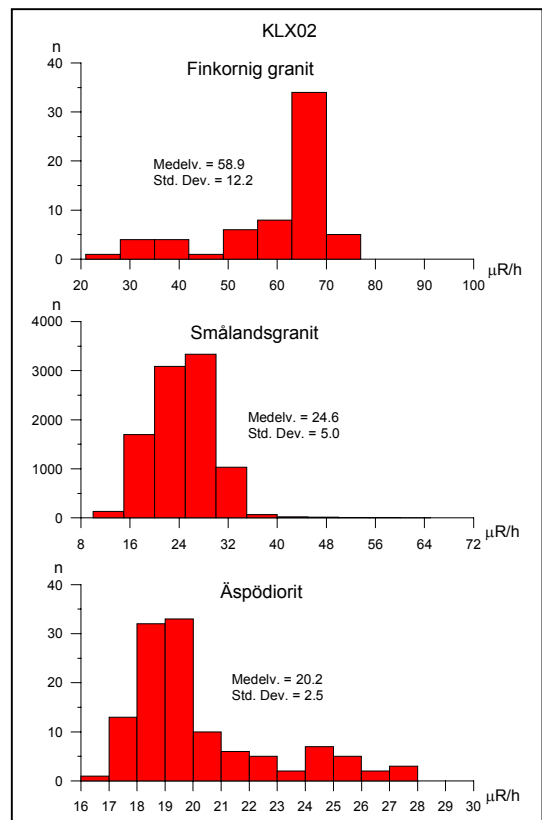
1 ppm U ger upphov till 0,653  $\mu\text{R/h}$ .

1 ppm Th ger upphov till 0,287  $\mu\text{R/h}$ .

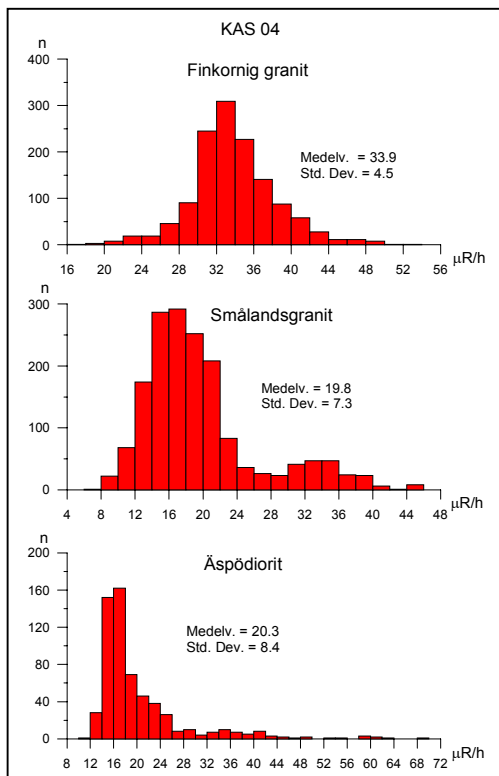
I tre av de fyra borrhålen uppvisar den finkorniga graniten en bimodal fördelning (figur 4-11 a, b och d), och från diagrammet med samtliga data (figur 4-12) syns tydligt att strålningsvärdena har koncentrationer runt ca 34  $\mu\text{R/h}$  respektive ca 54  $\mu\text{R/h}$ . "Äspödioriten" har en någorlunda väldefinierad normalfördelning med ett medelvärde, totalt för alla borrhål, på 15,9 $\pm$ 5,8  $\mu\text{R/h}$ , vilket skiljer sig signifikant från den finkorniga graniten. Smålandsgraniten uppvisar totalt sett en ganska bred fördelning med ett medelvärde av 22,6 $\pm$ 6,3  $\mu\text{R/h}$ , och för de enskilda hålen syns, speciellt för KAS04, att den har två koncentrationer där den med högre värden överlappar den lägre koncentrationen för de finkorniga graniterna. Detta gör att det kan finnas viss risk för sammanblandning mellan "Smålandsgranit" och finkornig granit om klassificering enbart är baserad på naturlig gammastrålning. Risken bedöms dock vara liten eftersom en koncentration runt det högre strålningsvärdet (54  $\mu\text{R/h}$ ) finns för den finkorniga graniten (och enbart för den) i tre av fyra undersökta borrhål.



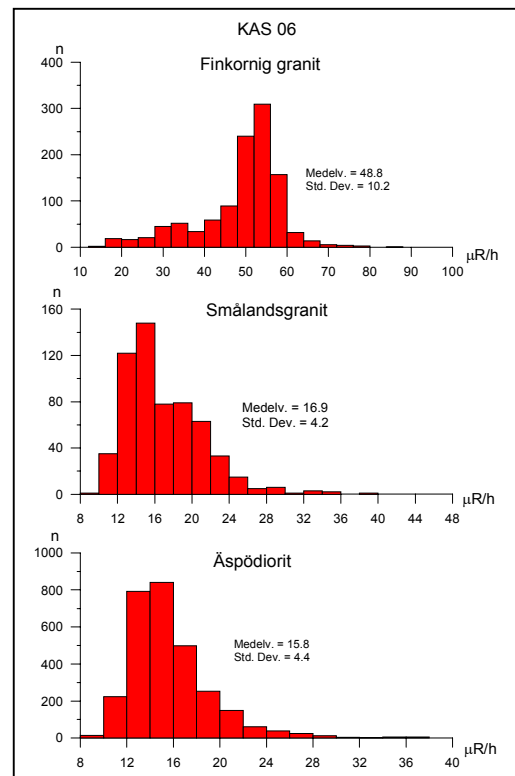
a)



b)

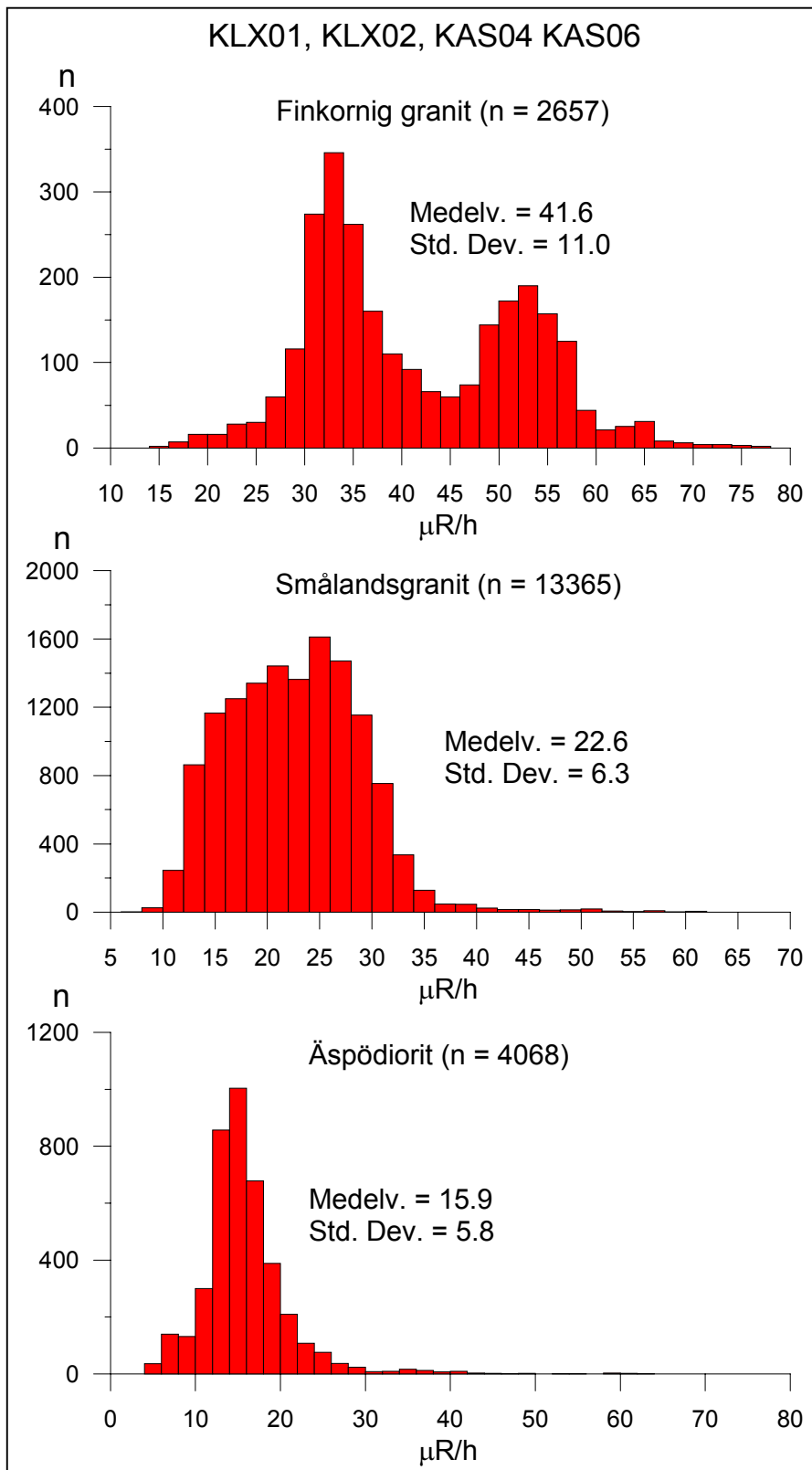


c)



d)

**Figur 4-11.** Histogram över naturlig gammastrålning för KLX01, KLX02, KAS04 och KAS06 ( $n$  = antal mätpunkter).



**Figur 4-12.** Histogram över summerade data för naturlig gammastrålning från KLX01, KLX02, KAS04 och KAS06 ( $n$  = antal mätpunkter).

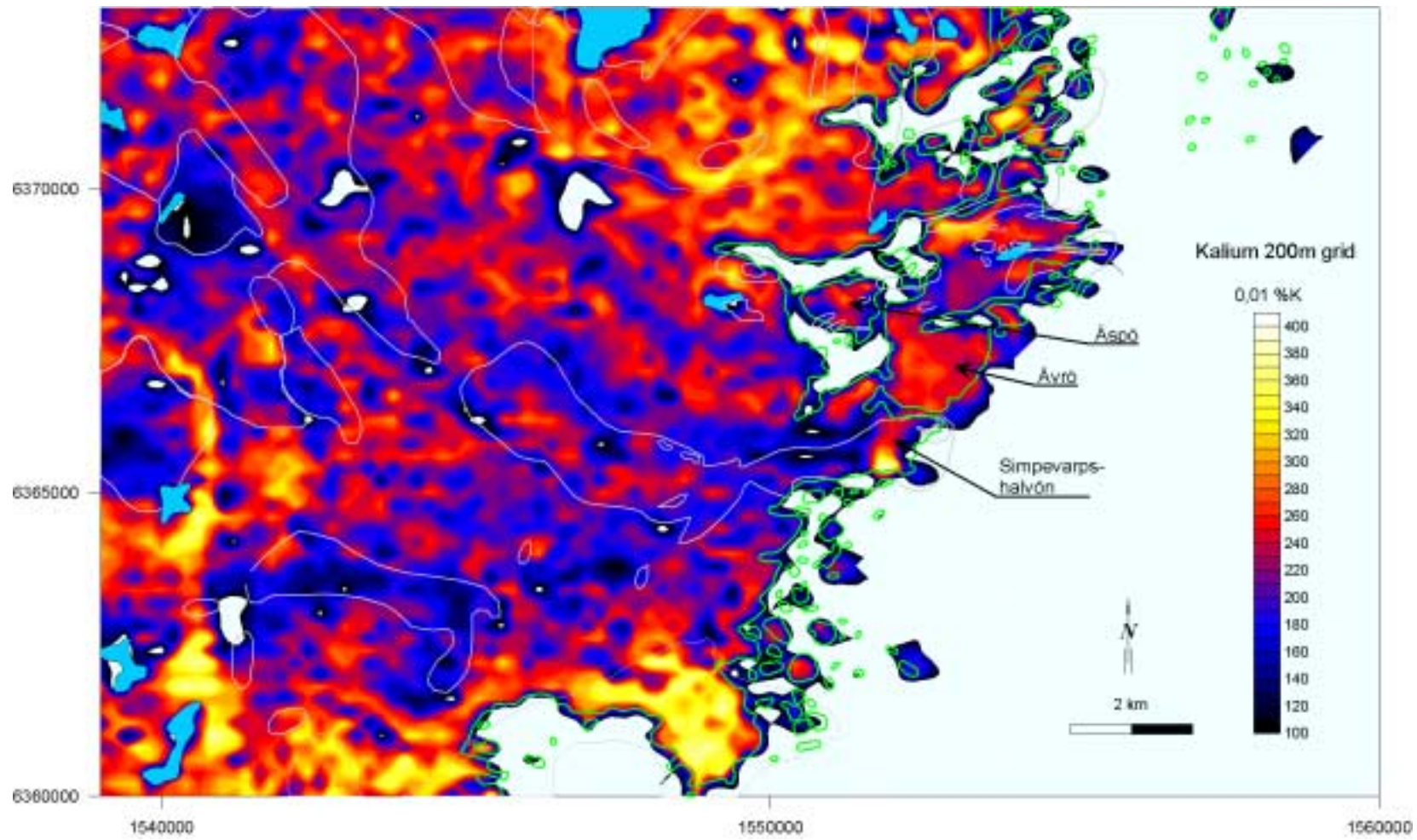
#### 4.4 Analys av befintliga radiometriska flygdata

Radiometriska flygdata över Oskarshamnsområdet (kartblad 6G-H) erhöles från Sveriges geologiska undersökning (SGU). Mätningen är utförd 1986 och är flugen på 30 meters höjd med ett punktavstånd av 40 meter och linjeavstånd av 200 meter. Data levererades i XYZ-format omräknat till halter kalium, uran, torium samt total halt. Kalium-, uran- och toriumkanalen interpolerades var för sig till 40 meters och 200 meters cellstorlek (minimum curvature-metoden, programvara Surfer 7.0, Golden Software). Nedanstående tre kartor (figurerna 4-13 – 4-15) visar 200-metersdata med kalium, uran och torium. På kartorna är dessutom inlagt kustlinjen och öar (grön linje), sjöar (ljusblå yta) samt större geologiska bergartsgränser (ljusgrå linje).

När radiometriska kartor studeras är det viktigt att beakta övertäckningens påverkan på data. För den här undersökningen verkar dock förhållandena vara gynnsamma, då det enligt den kvartärgeologiska jordartskartan är mycket hög blottningsgrad i området. Stora delar av hällområdena är dock täckta med mossa och lav och/eller ett tunt täcke av morän, vilket kan påverka den radiometriska signalen från underliggande berggrund. Det fåtal testmätningar som utförts i denna undersökning på en och samma punkt, med respektive utan övertäckning, indikerar dock att ett tunt täcke av mossa och lav inte nämnvärt påverkar den radiometriska signalen från berggrunden. I områden täckta med jordavlagringar (morän) blir dock tolkningen osäker.

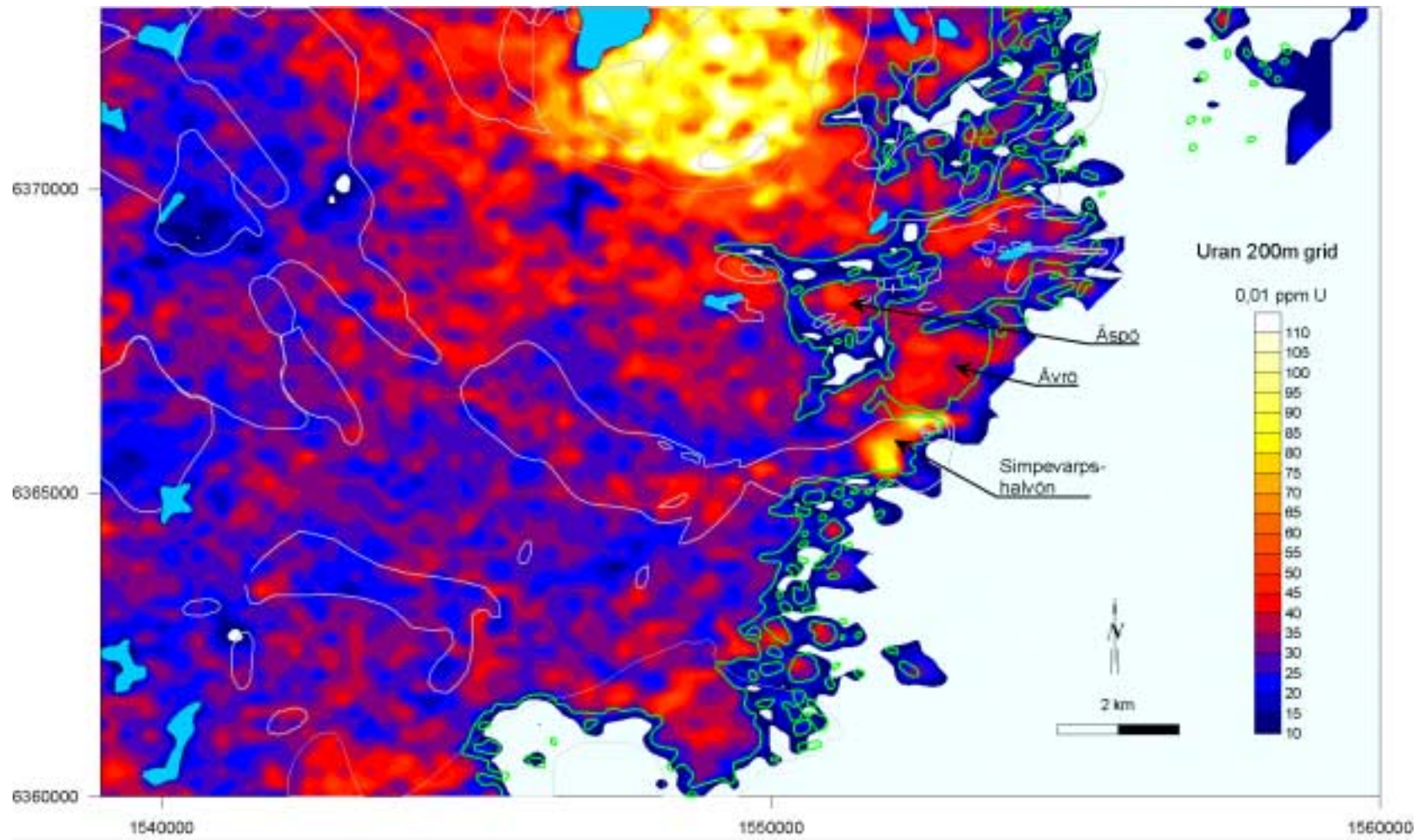
Enligt den berggrundskarta som finns över Oskarshamns kommun /t ex Bergman m fl, 1998/ domineras området i figurerna 4-13 – 4-15) av granit-granodiorit ("Smålandsgranit" ca 1800 miljoner år). I områdets norra del finns den cirkulära "Götemargraniten" som är ca 350 miljoner år yngre än "Smålandsgraniterna". Den centrala delen av området (St Laxemar) täcks delvis av en Ö-V-ligt orienterad granodiorit-kvartsmonzodiorit, och i söder finns ett "stövelformat" område med diorit-gabbro vid Slåthult. Den dominerande anomalin på alla tre kartorna är den högstrålande "Götemargraniten". Den ses som en cirkulär, kraftigt positiv, anomali i norra delen på främst uran- och toriumkartan. Samma typ av anomali syns även tydligt i Uthammarsområdet öster om Figeholm. Granodiorit till kvartsmonzodiorit i områdets centrala del kommer fram ganska tydligt som en positiv toriumanomali, vilken dock fortsätter utanför granodioriten till kvartsmonzodioritens utbredningsområde. Om den högre toriumhalten är normal för denna bergart, eller speglar en förekomst av finkorniga granitgångar, går inte att avgöra eftersom inga markmätningar fick utföras i detta område.

Generellt uppvisar de större anomalierna på alla tre kartorna ett koncentriskt mönster, ungefär som en liggande halvcirkel med centrum upp mot Götemargraniten. Eftersom detta mönster även syns på den geologiska kartan är det rimligt att anta att strålningsdata speglar bergarternas fördelning i området. Jämförs området mellan Götemargraniten och granodioriten till kvartsmonzodioriten (kartans norra del) med området mellan granodioriten till kvartsmonzodioriten och diorit-gabbro vid Slåthult (kartans södra del) syns tydliga skillnader i radiometrisk signatur. Båda områdena ska enligt den geologiska kartan domineras av samma typ av Smålandsgranit. Det norra området uppvisar högre halter av uran, men även av torium och kalium. Ävrö, vars berggrund domineras av granit-granodiorit, samt Äspö, utgör båda tydliga positiva anomalier på alla tre kanaler. Resultaten kan indikera en förhöjd frekvens av finkorniga granitgångar på Ävrö, Äspö och i området mellan granodioriten till kvartsmonzodioriten och "Götemargraniten".



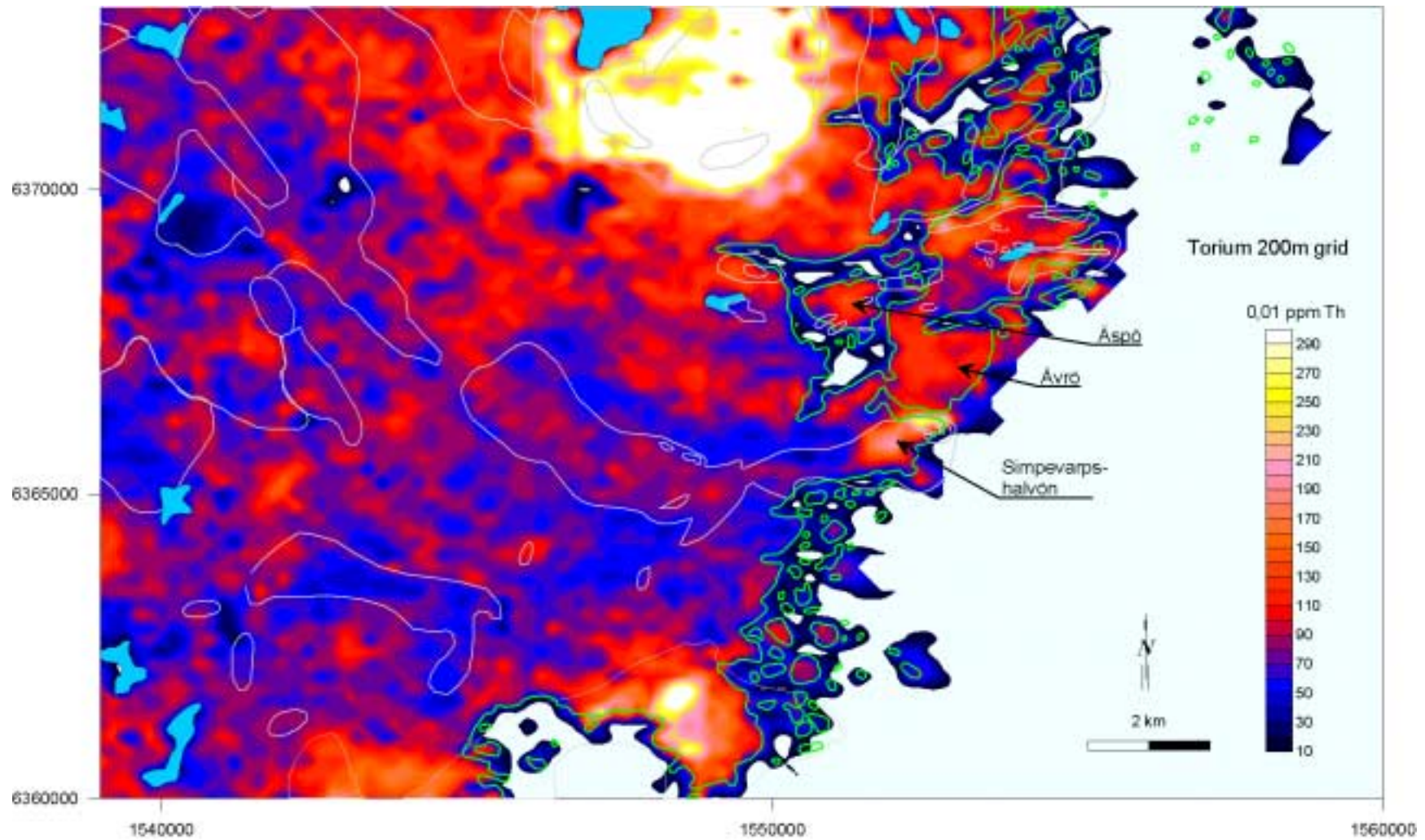
*Figur 4-13. Kaliumanomalikarta över Simpevarpsområdet. För förklaring se texten.*





**Figur 4-14.** Urananomalikarta över Simpevarpsområdet. För förklaring se texten.





*Figur 4-15. Toriumanomalikarta över Simpevarpsområdet. För förklaring se texten.*

## 5 Diskussion

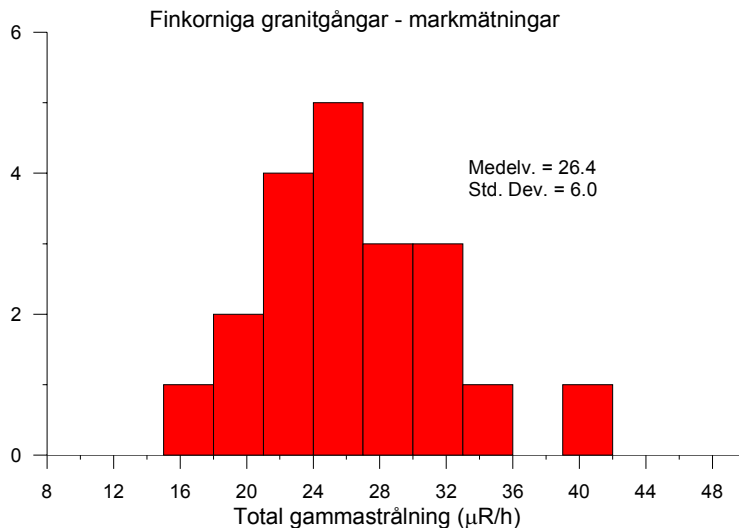
Syftet med denna studie är att undersöka möjligheterna att med flygburen spektrometri särskilja områden med olika frekvens av finkorniga granitgångar i Simpevarpsområdet.

Markmätningar med gammaspectrometer visar tydligt att de finkorniga granitgångarna har en speciell radiometrisk signatur jämfört med granit-granodiorit på Ävrö och kvartsmonzodiorit-granodiorit på Äspö (tabell 5.1). Gångarna verkar även skilja sig radiometriskt både från pegmatiter och från metavulkanit på Simpevarpshalvön, även om antalet mätningar på dessa bergarter är för få för en statistiskt välgrundad utsaga. Den tydligaste skillnaden mellan den finkorniga graniten och övriga undersökta bergarter ses i toriumhalten, där de finkorniga gångarna har avsevärt högre halter, i genomsnitt 3–5 ggr. Ett tunt lager övertäckning (mossa och lav) verkar inte påverka den radiometriska signaturen nämnvärt hos berggrunden. Täcks bergytan av någon decimeter jord minskar dock signalstyrkan kraftigt. Inte heller plastisk deformation ses ha någon större påverkan på halterna av uran, torium och kalium (med reservation för fåtalet gjorda mätningar).

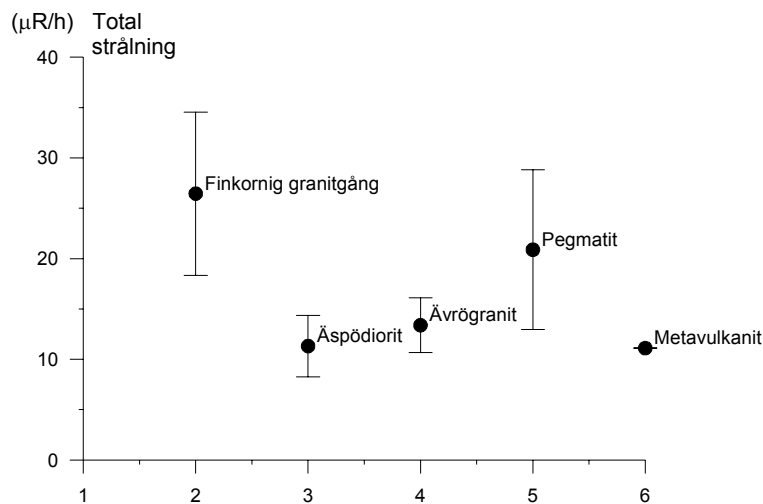
Undersökningen av naturlig gammastrålning från KLX01, KLX02, KAS04 och KAS06 visar att den finkorniga graniten har en bimodal fördelning med koncentrationer kring värdena 34  $\mu\text{R/h}$  respektive 54  $\mu\text{R/h}$ . Generellt sett har de finkorniga granitgångarna en betydligt högre totalstrålning än ”Smålandsgraniten” och ”Äspödioriten”. Spektrometermätningar gjorda på bitar av finkorniga granitgångar från KAS02 visar att dessa har en förhöjd halt av torium jämfört med övriga bergarter /Nisca, 1988/. Detta stödjer resultaten från markmätningarna i denna undersökning. Den bimodala fördelningen i borrhålsgeofysiska data skulle kunna indikera att det finns två olika grupper av gångar med olika kemisk sammansättning. En beräkning av den totala gammastrålningen för granitgångarna baserad på våra markmätningar (enligt sambanden presenterade i avsnitt 4.3) visar att dessa gångar har en normalfördelning med medelvärdet 26,4  $\mu\text{R/h}$  (figur 5-1a). Någon direkt jämförelse mellan detta medelvärde och de som presenteras för borrhålsdata kan inte göras eftersom mätningarna gjorts med olika förutsättningar (olika geometri). Kvalitativt sett visar dock detta på en klar skillnad i signatur mellan markmätta och borrhålsmätta data. För att finna orsaken till denna skillnad krävs sannolikt en mer noggrann analys av borrhålsgeofysiska data och information från kärnkarteringen.

**Tabell 5-1. Sammanställning av kalium-, uran- och toriumhalter hos några av bergarterna i Simpevarpsområdet, beräknade efter markmätningar med gammaspectrometer. S = antalet lokaler, N = antalet mätpunkter, K = halten kalium, U = halten uran och Th = halten torium.**

Bergart	S	N	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
Finkornig granitgång	11	20	5,6±0,4	6,1±2,3	48,9±20,9
Kvartsmonzodiorit-granodiorit (Äspödiorit)	5	16	3,3±0,4	4,8±2,7	11,2±2,4
Granit-granodiorit (Ävrögranit)	7	9	3,6±0,2	4,9±0,8	16,6±6,6
Pegmatit	3	3	5,2±0,4	9,8±7,4	23,2±8,7
Metavulkanit	1	1	3,0	3,2	15,7



a)



b)

**Figur 5-1.** a) Histogram över total gammastrålning för de finkorniga granitgångarna beräknade från halter K, U, Th i denna studie (från tabell 5.1). b) Medelvärden och standardavvikelse av total gammastrålning för de uppmätta bergarterna i Simpevarpsområdet i denna studie (samma beräkningssätt som i (a))

Pegmatiterna (med reservation för det lilla antalet mätningar) har en totalstrålning som inte är signifikant skild från de finkorniga graniterna (figur 5-1b). Pegmatiter förekommer dock mycket sparsamt i de karterade borrhålen, och är dessutom särskiljda från övriga bergarter, varför dessa inte finns representerade i borrhålsdata och knappast utgör något problem i sammanhanget.

Efter diskussioner med Sören Byström (SGU) om flygmätta strålningsdata framkom att för en homogen ytbeläggning kan man anta att uppmätta sönderfall per sekund (counts/s) avtar ungefär linjärt med höjden över marken (för en punktkälla avtar uppmätta counts/s med kvadraten på höjden över marken). Grovt sett kan man anta att spektrometern detekterar en yta motsvarande en cirkel med radien  $r$ , med  $r$  ungefär lika

med höjden över marken (i verkligheten är detektionsförmågan högst mitt under spektrometern och avtar åt sidorna). Antag vidare att ytan med förhöjd gammastrålning (dvs granitgångarna) är cirkulär och har radien  $R$ . Förhöjningen i gammastrålning hos gångarna kan skrivas som  $X$  gånger den ”normala” (omgivande berg) gammastrålningen. Detektionsgränsen, dvs möjligheten att detektera en enstaka mätpunkt med ett avvikande värde, är ca 50%.

Då kan följande samband upprättas:

$$1,5 = K \cdot (r^2 + X \cdot R^2) / (K \cdot r^2) \quad \text{där } K = \text{konstant}$$

$$R^2 = (0,5 \cdot r^2) / X$$

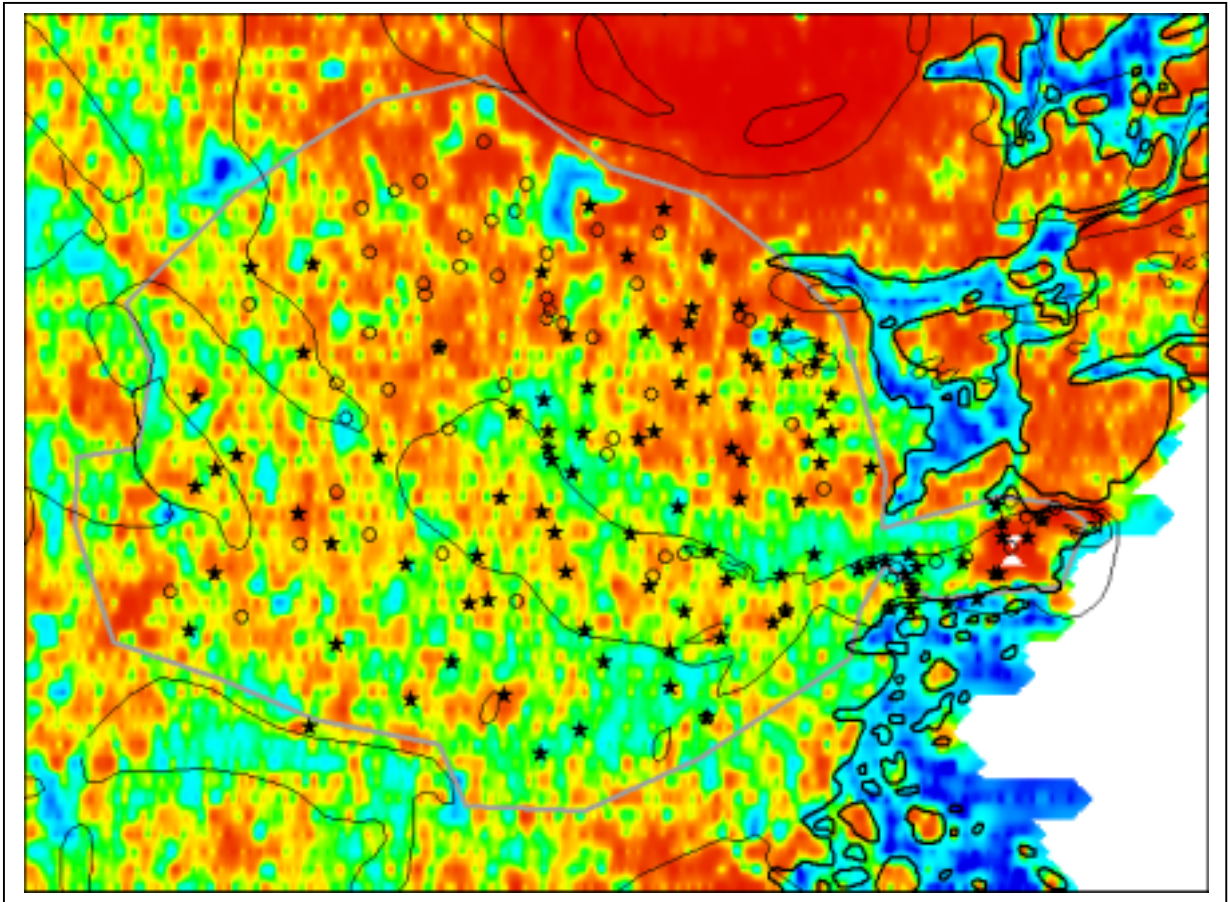
I vårt fall är förhöjningen  $X = 4-5$  ggr. Detektorhöjden vid de kommande helikoptermätningarna är 60 meter. Den yta som gångarna måste uppta, för att detekteras i en mätpunkt, blir då en cirkel med radien ca 20 meter (ytan = 1250 m<sup>2</sup>).

Ovanstående resonemang gäller för detektion av uran vid mätning med flygplan. Vid de kommande helikoptermätningarna är situationen gynnsammare eftersom helikoptern flyger ungefär hälften så fort som ett flygplan och dessutom är möjligheten att detektera toriumanomalier något bättre än vad som gäller för uran. Detektionsgränsen kan därför sannolikt sänkas till ca 30%.

SGU:s flygmätningar utfördes på en höjd av 30 meter varför möjligheten att detektera finkorniga granitgångar i en enda punkt i dessa data är något bättre än i de kommande helikoptermätningarna. Samma kristallvolym (16 liter) som SGU använder kommer att användas i helikoptermätningarna. De kommande mätningarna kommer dock att utföras med ett 4 ggr. så tätt linjeavstånd och 10 meter kortare punktavstånd än vad SGU använder. Detta gör att strålningsinformationen längs varje mätlinje kommer att överlappas av angränsande linjer, vilket förbättrar interpolationen av data avsevärt. Det tätare punktavståndet förbättrar upplösningen i data något. Helikopterns lägre hastighet är, som nämndes ovan, också till en viss fördel.

Observera att detta är en förenklad version av problemet. Om gångarna endast täcker en liten yta (motsvarande en punktkälla) blir responsen från denna yta kvadratisk avtagande med avståndet. Resonemanget tar heller ingen hänsyn till eventuell övertäckning, skog eller dylikt.

En preliminär test där ett antal hällobservationer i Simpevarpsområdet plottas på en toriumanomalikarta baserad på SGU:s flygdata uppvisar inget klart samband mellan områden med/utan finkorniga granitgångar och hög/låg toriumhalt (figur 5-2). Det skall dock påpekas att hällmarkeringarna inte bygger på en noggrann kartering utan är av mer översiktlig karaktär.



**Figur 5-2.** Toriumanomalikarta (40 m grid) över Simpevarps kandidat område (tjock grå linje) med observationspunkter med finkorniga granitgångar (\*) och Smålandsgranit utan gångar (o). Större bergartsenheter /t ex Bergman m fl, 1998/ anges med svart kontur. Röd (blå) färg anger hög (låg) halt av torium.

## 6 Slutsatser

De finkorniga granitgångarna har ca 3–5 ggr högre halt av torium än granit-granodiorit på Ävrö och kvartsmonzodiorit-granodiorit på Äspö. Även halten av kalium och uran är något högre för den finkorniga graniten. En beräkning av möjligheten att detektera de finkorniga granitgångarna med helikopterburen gammaspektrometri (detektorhöjd 60 meter), visar att om granitgångarna utgör ca 10% (eller mer) av den total bergytan så kan de detekteras.

Ett tunt lager av övertäckning (mossa och lav) påverkar inte nämnvärt den radiometriska signalen från berggrunden, medan ca 0,2 meter jord kraftigt reducerar signalstyrkan. Låggradig plastisk deformation verkar inte påverka den radiometriska signaturen på berggrunden i det undersökta området. Det bör dock påpekas att antalet mätningar på deformerade hållar är litet.

## 7 Förslag på fortsatt arbete

Det fortsatta arbetet i denna fråga styrs till viss del av vilken roll markbunden spektrometri kommer att ha i den stundande platsundersökningen. En noggrann tolkning av befintliga flygdata (SGU) kan ligga till grund för att ringa in möjliga problemområden. Tolkningen kan göras i kombination med IR-data för att om möjligt få en bättre kontroll på övertäckningens tjocklek. En liknande tolkning bör även utföras av kommande helikopterdata. I samband med den geologiska karteringen bör markmätningar med spektrometer och scintillometer göras i de misstänkta områdena för att befästa tolkningen av flygdata. Resultaten av denna studie visar att scintillometermätningar, som är mycket snabbare än spektrometermätningar, bör räcka för att få en övergripande bild av variationer i gångfrekvens i ett område. Det är viktigt att informationen om misstänkta problemområden förs över till karterande geologer.

Eftersom så stora ytor av platsundersökningsområdet täcks av mossa och lav bör även försök göras att mäta total gammastrålning vid gång (alltså att promenera med en scintillometer). Detta är miljövänligt och snabbt. Eftersom granitgångarna har en så pass hög totalstrålning jämfört med omgivande berg bör det vara möjligt att med profil-mätningar enkelt och snabbt erhålla en uppfattning om variationer i gångfrekvens.



## Referenser

**Axelsson C, Jonsson E-K, Geier J, Dershowitz W, 1990.** Discrete fracture modelling. SKB PR 25-89-21.

**Barmen G, Stanfors R, 1988.** Ground level geophysical measurements on the island of Äspö. SKB Progress report 25-88-16.

**Barmen G, Dahlin T-L, 1989.** Ground level geophysical measurements on the islands of Äspö and Hälö in October 1989. SKB Progress report 25-89-22.

**Bergman T, Johansson R, Linden A H, Lindgren J, Rudmark L, Wahlgren C-H, Iskasson H, Lindroos H, 1998.** Förstudie Oskarshamn – Jordarter, bergarter och deformationszoner. SKB rapport R-98-56.

**Bergman T, Isaksson H, Rudmark L, Stanfors R, Wahlgren C-H, Johansson R, 2000.** Förstudie Oskarshamn. Kompletterande geologiska studier. SKB R-00-45.

**Follin S, Askling P, Carlsten S, Strähle A, 2000.** Smålandsgranitens vatten-genomsläpplighet. Jämförelse av borrhålsdata från Äspö, Laxemar och Klipperås. SKB R-00-46.

**Kornfält K-A, Wikman H, 1988.** The rocks of the Äspö island. Description to the detailed maps of solid rocks including maps of 3 uncovered trenches. SKB PR-25-88-12.

**Kornfält K-A, Persson P-O, Wikman H, 1997.** Granitoids from the Äspö area, southeastern Sweden – geochemical and geochronological data. GFF 119, 109–114.

**Mellander H, Österlund S-E, Åkerblom G, 1982.** Gammaspektrometri – en metod att bestämma radium- och gammaindex i fält. Sveriges Geologiska AB, Rapport BRAP 82072.

**Nisca D H, 1988.** Geophysical laboratory measurements on core samples from KLX01, Laxemar and KAS02, Äspö. SKB Progress report 25-88-06.

**Parasnis D S, 1997.** Principles in applied geophysics. Chapman & Hall. ISBN 0 412 80250 3.

**Rhén I, Forsmark T, 2000.** Äspö Hard Rock Laboratory. High-permeability features (HPF). SKB IPR-00-02.

**Schwarzer T F, Adams J A S, 1973.** Rock and soil discrimination by low altitude airborne gamma-ray spectrometry in Payne County, Oklahoma. Economic Geology 68, pp. 1297–1312.

**Shives R B K, Ford K L, Charbonneau B W, 1995.** Applications of Gamma ray spectrometry/magnetic/VLF-EM Surveys. Geological Survey of Canada. Workshop Manual. Open File 3061, GSC Ottawa.



**Stanfors R, Larsson H, 1998.** Förstudie Oskarshamn. Simpevarpshalvön – Sammanställning av befintlig geoinformation. SKB AR L-98-24.

**Wikman H, Kornfält K-A, 1995.** Updating of a lithological model of the bedrock of the Äspö area. SKB PR 25-95-04.

# Bilaga 1

**Tabell över samtliga mätresultat.**

Lokal	X	Y	Mätpunkt	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Tot	Bergart	Kommentar
ÄT1:1	1550930	6368061	1	3,5	3,2	17,8	9,7	äspödiorit	
ÄT1:1	1550930	6368061	2	5,6	5,6	61,6	21,6	fink gr	
ÄT1:1	1550930	6368061	3	5,7	7,3	66,7	23,1	fink gr	
ÄT1:1	1550930	6368061	4	5,5	5,1	57,2	20,3	fink gr	
ÄT1:1	1550930	6368061	5	3,7	3,6	10,5	8,7	äspödiorit	
ÄT1:1	1550930	6368061	6	3,8	3,3	10,4	8,6	äspödiorit	
ÄT1:1	1550930	6368061	7	3,7	4,8	11,8	9,5	äspödiorit	
ÄT1:1	1550930	6368061	8	3,6	3,7	11	8,8	äspödiorit	
ÄT1:1	1550930	6368061	9	5,5	4,6	48,3	18,6	fink gr	
ÄT1:1	1550930	6368061	10	5,4	6,4	87,6	26,7	special	fink granitgång med övertäckning av tunn mossa
ÄT1:1	1550930	6368061	11	3,5	2,7	18,8	9,7	special	Äspödiorit med övertäckning av tunn mossa
ÄT1:1	1550930	6368061	12	3,5	4,3	11,2	8,8	special	Äspödiorit med övertäckning av tunn mossa
ÄT1:1	1550930	6368061	13	6	7,7	95,7	29	fink gr	ÄT1:1 pkt10 utan övertäckning
ÄT1:1	1550930	6368061	14	3,1	3	13,8	8,1	äspödiorit	ÄT1:1 pkt11 utan övertäckning
ÄT1:1	1550930	6368061	15	3,6	4	11	9,2	äspödiorit	ÄT1:1 pkt12 utan övertäckning
ÄT1:1	1550930	6368061	16	2,5	2,8	20,4	8,7	special	fink granitgång med övertäckning av 2 dm jord och mossa
ÄT1:1	1550930	6368061	17	6,2	5,5	60,5	22,1	fink gr	ÄT1:1 pkt16 utan övertäckning
ÄT1:2	1551003	6368430	1	3,2	3,5	10,1	8,1	äspödiorit	mätpkt 2 meter från 0,4 meter bred pegmatitgång i Äspödiorit
ÄT1:2	1551003	6368430	2	3,1	4,7	12	8,7	special	1 meter från pegmatitgången
ÄT1:2	1551003	6368430	3	5,6	5,7	13,3	9,9	pegm	på pegmatitgången
ÄT1:2	1551003	6368430	4	3,7	4,6	13,3	9,9	special	på smal utlöpare 1 meter från gången
ÄT1:2	1551003	6368430	5	3	3,9	11,2	8	äspödiorit	
ÄT1:3	1550989	6368437	1	3,2	11,4	9,2	11,2	äspödiorit	Äspödiorit
ÄT1:3	1550989	6368437	2	3,2	10,8	8,4	10,8	äspödiorit	Äspödiorit
ÄT1:3	1550989	6368437	3	3,4	6	7,9	8,8	äspödiorit	Äspödiorit
ÄT1:4	1551013	6368356	1	5,4	8,1	24,7	15,7	fink gr	1–1,5 meter bred fink granitgång

Lokal	X	Y	Mätpunkt	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Tot	Bergart	Kommentar
ÄT1:4	1551013	6368356	2	5,6	7	28,2	16,1	fink gr	1-1,5 meter bred fink granitgång
Ät1:5	1551007	6368336	1	3,4	3,1	11,4	8,4	äspödiorit	Äspödiorit
Ät1:5	1551007	6368336	2	3,4	6,1	12,8	9,7	äspödiorit	Äspödiorit
ÄT1:6	1550973	6368247	1	3,2	5,8	16,9	10,2	special	profil över skjuvzon+fink granitgång 1 meter fr kontakt
ÄT1:6	1550973	6368247	2	3,5	6,8	17	11,1	special	vid kontakten till skjuvzonen
ÄT1:6	1550973	6368247	3	3,6	7,7	18,2	11,9	special	mitt på skjuvzonen
ÄT1:6	1550973	6368247	4	3,3	8	34,2	14,6	special	vid andra kontakten = fink granitgång
ÄT1:6	1550973	6368247	5	3,7	9,6	19,2	12,9	special	1 meter från andra kontakten nära gången
ÄT1:6	1550973	6368247	6	5,5	7,4	30,1	16,5	fink gr	på 1-1,5 meter bred fink granitgång utanför skjuvzonen
ÄT2:1	1551236	6367990	1	4,5	5,1	30,1	13,8	special	plastiskt deformerad finkornig granitgång
ÄT2:1	1551236	6367990	2	3,5	4,3	13,2	9	äspödiorit	Äspödiorit
ÄT2:1	1551236	6367990	3	5,6	3,7	31,1	15,1	fink gr	finkornig granitgång
ÄT2:1	1551236	6367990	4	5,8	4,4	37,9	16,9	fink gr	finkornig granitgång
ÄT2:1	1551236	6367990	5	2,2	2,4	9,2	6	äspödiorit	Äspödiorit
ÄT2:2	1551196	6368056	1	5,3	18,4	29,6	20,8	pegm	pegmatitgång i Äspödiorit
ÄV1	1553249	6367668	1	5,6	2,8	87,1	24,8	fink gr	1-1,5 meter bred fink granitgång i Ävrögranit
ÄV1	1553249	6367668	2	4,8	2,6	73,3	21,5	fink gr	samma gång som pkt1 men bredden = 0,5 meter
ÄV2	1553275	6367761	1	5,8	7,4	37,1	18,2	fink gr	finkornig granitgång
ÄV2	1553275	6367761	2	4,7	10,2	23,4	15,4	special	blandning av fink granitgång och Ävrögranit
ÄV2	1553275	6367761	3	3,6	5,8	10,1	9,7	ävrögranit	Ävrögranit
ÄV2	1553275	6367761	4	5,1	9,9	36	18,2	fink gr	finkornig granitgång
ÄV3	1553258	6367775	1	3,6	3,7	13,8	9,8	ävrögranit	Ävrögranit
ÄV3	1553258	6367775	2	3,6	3,7	10,2	8,5	ävrögranit	Ävrögranit
ÄV3	1553258	6367775	3	3,3	4,2	12,6	8,8	special	Ävrögranit med övertäckning av mossor
ÄV3	1553258	6367775	4	3,6	5,3	12,9	9,7	ävrögranit	ÄV3 punkt 3 utan mossor
ÄV4	1553057	6367271	1	3,9	5,6	15,5	10,4	ävrögranit	Ävrögranit
ÄV5	1553177	6367289	1	4	4,5	24,5	12	ävrögranit	Ävrögranit
ÄV6	1553257	6367314	1	5,3	2,8	23,1	12,7	fink gr	finkornig granitgång – mäktig
ÄV7	1553525	6367160	1	3,6	5,7	17,9	11,1	ävrögranit	Ävrögranit
ÄV7	1553525	6367160	2	6	4,1	45,9	18,4	fink gr	finkornig granitgång

Lokal	X	Y	Mätpunkt	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Tot	Bergart	Kommentar
ÄV8	1553319	6367212	1	3,5	4,5	30	12,8	ävrögranit	Ävrögranit
ÄV9	1553240	6367244	1	3,3	5,3	14,9	9,7	ävrögranit	Ävrögranit
ÄV10	1552356	6367097	1	4,8	5,4	26,7	14,1	pegm	0,4 meter bred pegmatitgång i Ävrögranit
ÄV11	1552385	6367094	1	4,8	8,9	37,1	17,5	special	0,4 meter bred fink gr gång som omges av två 0,1 meter breda pegm. gångar
SIMP1	1551654	6366294	1	5,3	7,9	32,4	17,3	fink gr	0,4 meter bred finkornig granitgång
SIMP1	1551654	6366294	2	3,6	5,4	12,5	10	granit (typ Ävrö)	Granit Simpevarp (typ Ävrö)
SIMP2	1551863	6365826	1	3	3,2	15,7	9,4	metavulk	Metavulkanit (samma kemi som graniten)
SIMP2	1551863	6365826	2	5,7	10,8	38,1	20,4	fink gr	0,6 meter bred fink granitgång i metavulkaniten
SIMP3	1551608	6365578	1	6,1	6,5	63,4	23,1	fink gr	2–3 meter bred finkornig granitgång