

Forsmark site investigation

Petrophysical rock sampling, measurements of petrophysical rock parameters and in situ gamma-ray spectrometry measurements on outcrops carried out 2002

Håkan Mattsson, Hans Isaksson, Hans Thunehed
GeoVista AB

January 2003

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



Forsmark site investigation

Petrophysical rock sampling, measurements of petrophysical rock parameters and in situ gamma-ray spectrometry measurements on outcrops carried out 2002

Håkan Mattsson, Hans Isaksson, Hans Thunehed
GeoVista AB

January 2003

Keywords: Magnetic susceptibility, Remanent magnetization, Anisotropy of magnetic susceptibility, Density, Porosity, Electric resistivity, Induced polarization, Gamma-ray spectrometry

This report concerns a study which was conducted in part for SKB. The conclusions and viewpoints presented in the report are those of the authors and do not necessarily coincide with those of the client.

A pdf version of this document can be downloaded from www.skb.se

Contents

1	Introduction	5
2	Objective and scope	7
3	Equipment	9
3.1	Description of equipment	9
4	Execution	11
4.1	Sampling	11
4.2	Laboratory measurements and sample handling	12
4.3	In situ gamma-ray spectrometry measurements	13
4.4	Data handling	14
5	Results	15
6	References	17
	Appendix I – Instruktion för insamling i fält och beredning av bergartsprover för mätning av petrofysiska egenskaper	19
	Appendix II – Storage of petrophysical samples	23
	Appendix III – Instruktion för bestämning av strålningsegenskaper och haltbestämning av kalium, uran och torium genom mätning in situ	31

1 Introduction

This document reports the petrophysical data gained during 2002 in connection with the bedrock mapping project, which is one of the activities performed within the site investigations at Forsmark. The work was conducted according to activity plan AP PF 400-02-11 (SKB internal controlling document).

371 bedrock samples were collected with a portable drill machine at 84 locations and on 94 rock objects (Figure 1-1). The samples were oriented with magnetic and sun compasses (Figure 4-1). Measurements of the magnetic susceptibility, remanent magnetization, anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), density, porosity, electric resistivity and induced polarization were carried out at the Division of Applied Geophysics, Luleå University of Technology.

411 measurements of natural gamma radiation with a portable gamma-ray spectrometer were performed in situ on outcrops at 87 locations and on 113 rock objects (Figure 1-1).

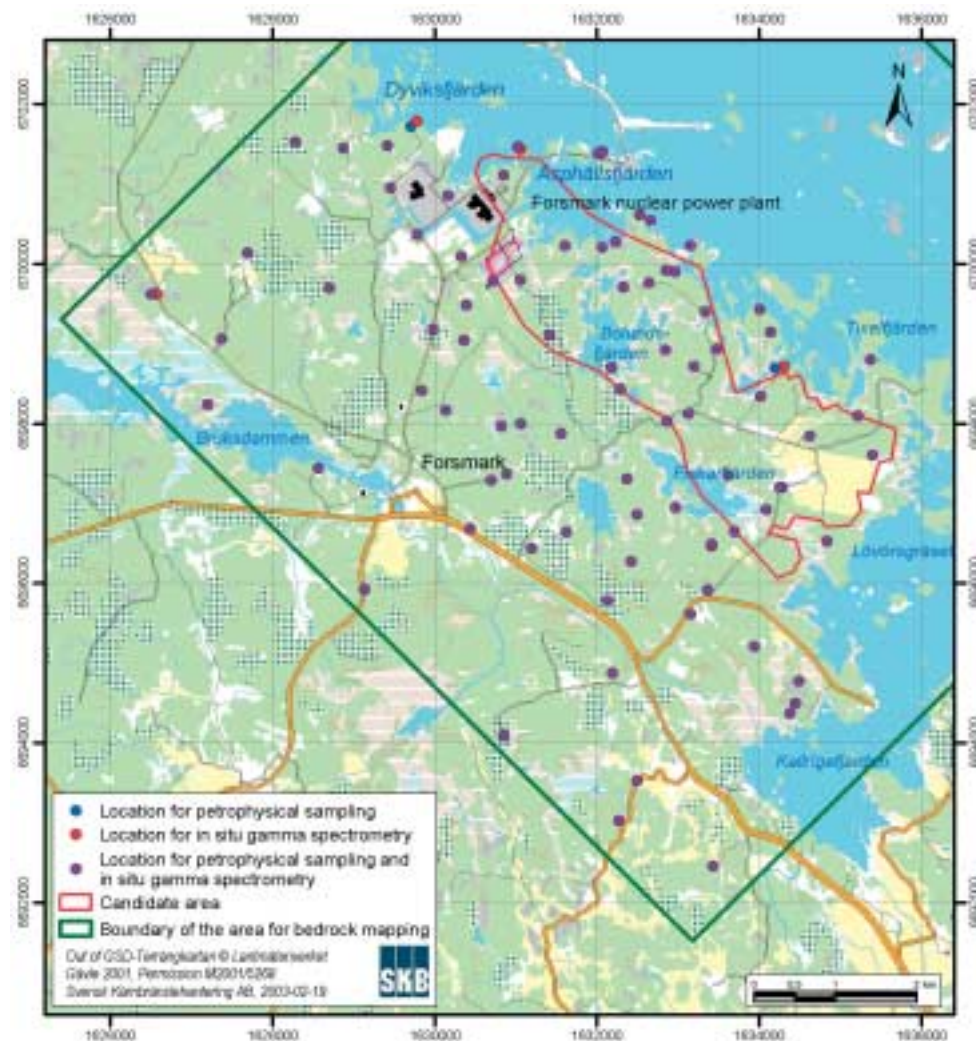


Figure 1-1. Locations for petrophysical sampling and in situ gamma spectrometry.

2 Objective and scope

The purpose of petrophysical measurements is to gain knowledge of the physical properties of different rock types. These data will mainly be used as supportive information for the interpretation of ground, borehole and airborne geophysical data. The petrophysical data help to correctly identify and interpret anomalies observed in geophysical data caused by rock units, deformation zones, dykes, contacts between rock units, the overburden, etc.

The work was planned so that each sample location was already mapped in connection with the bedrock mapping programme. Hence, the sample location is given the same identity (idcode) as for the bedrock mapping. Furthermore, each sample has a link (rock_no) to the observed rock type. This procedure will provide good opportunities to correlate different rock units to petrophysical characteristics.

3 Equipment

3.1 Description of equipment

The field equipment for sampling consists of a portable, water-cooled drill machine and a non-magnetic device which enables the orientation of the drill cores with both magnetic and sun compasses. A detailed description of the equipment and the sampling procedure is given in Appendix I.

The measurements of magnetic remanence were performed with a cryogenic DC-SQUID magnetometer from 2G Enterprises and the anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), including the magnetic volume susceptibility, was measured with a KLY-3 Kappabridge from Geofyzika Brno. Masses for the density and porosity determinations were measured with a digital Mettler Toledo PG 5002. The electric resistivity and induced polarization measurements were performed by use of a two-electrode in-house equipment (Luleå University of Technology) /Triumf et al, 2000/.

The gamma-ray spectrometry field measurements were performed with an Exploranium GR130 BGO spectrometer.

General descriptions of the measurement equipment used for petrophysical measurements are found in “Metodbeskrivning för mätning i laboratorium av bergarters petrofysiska egenskaper” (SKB MD 230.001) and in “Metodbeskrivning för bestämning av densiteten och porositeten hos det intakta berget” (SKB MD 160.002).

4 Execution

4.1 Sampling

Four drill cores were generally collected at each location (Figure 4-1). Each drill core is c. 8 cm long with a diameter of 25 mm. The strike and dip direction of each core was measured using the technique from traditional palaeomagnetic sampling. A simple sketch of the sampled outcrop and the drill-hole positions was drawn and geological features such as contact zones, dykes and likewise were noted. The co-ordinates in the RT90 system were collected with a portable GPS instrument. All data were stored in a field diary.

Each location was given an identity code “PFM00XXXX” followed by a rock order number, which both correspond to the location identity code and rock order number used in the bedrock mapping programme. The rock order number is followed by a specimen number, which separates the different drill cores (samples) taken at each location.

The selection of locations was performed in co-operation with the responsible geologist in order to produce a sample collection with a good representation of the rock types occurring in the area. Locations were also chosen to possibly explain geophysical anomalies.

For a detailed description of the sampling technique, see Appendix I.



Figure 4-1. Drilling of a petrophysical sample and orientation of core using a sun compass.

4.2 Laboratory measurements and sample handling

Preparation of the drill cores was performed at the Division of Applied Geophysics, Luleå University of Technology, according to the standard techniques used, for example, in the preparation of samples for palaeomagnetic analyses. Sun-strike directions of the drill cores were calculated at GeoVista AB by use of the DOS-software “sun.exe” (in-house software, Luleå University of Technology) and all orientation information was stored in a Microsoft Excel file. For a detailed description of the sample preparation, see Appendix I.

The general measuring technique of the four samples from each location was as follows. One long core was selected for electric and induced polarization measurements. Samples selected for measurements of electrical parameters were soaked in tap water according to the instructions in SKB MD 230.001. The surface of the sample was gently dried with a piece of paper before the sample was mounted in the two-electrode sample holder. Measurements were performed with a saw-tooth current wave-form with the frequencies 0.1, 0.6 and 4 Hz. All measurements were done in direct sequence to avoid drying of the sample. Harmonics of the lower frequencies were used to correct for possible drift due to drying. The electric resistivity of the soaking water was measured at regular intervals and recorded. The procedure was repeated after soaking the samples in water where 125 g of NaCl had been dissolved in 5 kg of water.

A 22 mm long specimen was then cut off from each drill core. AMS (anisotropy of magnetic susceptibility) measurements were performed on all four specimens and a measurement of the remanent magnetization was performed on one specimen. A geological “reference specimen” was selected and saved for possible later use (e.g. thin section analysis). All specimens, plus the remains of all drill cores from the location, were then assembled and the density (wet and dry) and porosity measurements were performed. The samples were soaked in water for 48 hours (or more) and the mass was measured in air and in water, which allows a calculation of the wet density. The samples were dried in an oven at 107 °C for 48 hours and the mass was measured in air. The three mass measurements allow a calculation of the porosity. The sample volume was then calculated by the use of Archimedes principle, and the dry density was calculated by dividing the dry mass with the volume. The average sample volume for the density and porosity measurements is c. 100 cm³.

The measurements of magnetic susceptibility, remanent magnetization, AMS, electric resistivity and induced polarization were performed in accordance with SKB MD 230.001 and the measurements of density and porosity were performed, principally, in accordance with SKB MD 160.002. Calibration of instruments for measurements of petrophysical parameters was performed in accordance with the manual for each instrument, respectively.

Instructions for measurements of density and porosity can be found in SKB MD 160.002. The instruction is written to conform to rock mechanical measurements on drill cores from deep drillings, where the density and porosity determinations are parts of other types of measurements, not directly relevant for the bedrock mapping. In the present study, the time to dry and soak the samples (48 hours in this investigation) is shorter than what is recommended in SKB MD 160.002. However, the accuracy of the measured parameters as required in SKB MD 160.002 is fulfilled for the measurements presented, and the technique of performing the measurements is principally the same.

After the measurements, all samples were examined by both a geologist and a geophysicist to verify and/or specify appropriate rock codes for the sample.

The petrophysical samples are stored in small core boxes. A box contains 5 rows and each sample location fills one row. The samples are stored in the same order as they were collected (scode). A description on sample identification and a photographic documentation of the core are available in Appendix II.

4.3 In situ gamma-ray spectrometry measurements

The measurements of the natural gamma-radiation were in general carried out following the instructions in Appendix III and /Mellander et al, 1982/. There is no formal SKB method description for measuring gamma spectrometry on outcrops. However, the instruction in Appendix III together with a previous, comprehensive report on the matter /Mellander et al, 1982/ are judged to provide an adequate method description for in situ gamma spectrometry.

Prior to the survey, the gamma spectrometer, Exploranium GR130 BGO (version 4.15G serie# 1099), was calibrated at the Borlänge airport calibration pads /Mellander et al, 1982/.

A base station for the daily control of the instrument was established at Forsmark. The base station was measured before and after each daily survey. The base is localized to the outcrop identity PFM000726 at the coordinate 1630715E / 6699787N (RT90).

The gamma-ray spectrometry measurements were mostly carried out on the same locations as the petrophysical sampling. However, the gamma spectrometry is very sensitive to the outcrop geometry and hence, some measurements had to be slightly moved. Occasionally, the measurements were moved to another outcrop and another geological identity, see also Figure 1-1.

Prior to the spectrometry measurements, the outcrop was checked for irregularities by using the scintillometer function of the instrument. In this way, some non-exposed pegmatite was identified and this observation assisted the geological mapping procedure.

Each measurement object, location identity (idcode) and rock order number (rock_no), was normally measured on four different spots giving four readings. Each reading was 300 s. The readings of equivalent concentration of K, U and Th were noted together with the number of counts for each element. The total number of counts was also noted.

Occurrences of pegmatite or other divergent rock types that can give anomalous gamma radiation were also measured, given that the exposed area was sufficient. Hence, the number of readings varies from one to four.

4.4 Data handling

The laboratory measurements produce raw-data files in one of the formats ASCII, binary or Microsoft Excel. All data files were delivered from the laboratory at the Luleå University of Technology to GeoVista AB as e-mail attachments. The data were then rearranged and placed in Microsoft Excel files. Data from the gamma-ray spectrometry measurements are presented as equivalent concentrations of K, U, Th and the number of counts for each element, respectively (plus the total number of counts), which was manually stored in a Microsoft Excel file. The entire spectrum of each measurement was also stored digitally. The reported and delivered equivalent concentration values are calculated from the number of counts for each element using the calibration figures from the Borlänge calibration pads. It can be noted that the delivered values are not exactly the same as the concentration values that were read from the instrument display.

5 Results

The laboratory measurements produced the following results for each location respectively, see Table 5-1 below.

Both raw-data and calculated data are delivered to SKB on CD ROM and the results presented in Tables 5-1 and 5-2 are stored in SICADA.

The SICADA reference to the activity is Field note Forsmark 30.

Table 5-1. Petrophysical parameters gained from laboratory measurements.

Method	Resulting parameters
Remanent magnetization	Remanence intensity, remanence declination, remanence inclination
Anisotropy of magnetic susceptibility (AMS)	Volume susceptibility, declination/inclination of Kmax and Kmin. degree of anisotropy, degree of lineation, degree of foliation, shape parameter
Density	Wet density, dry density
Porosity	Porosity
Electric resistivity	Electric resistivity at 0.1, 0.6 and 4 Hz (measured in tap water and in tap water with 2.5 mass-% salt)
Induced polarization	Phase angle between electric current and potential difference at 0.1, 0.6 and 4 Hz (measured in tap water and in tap water with 2.5 mass-% salt)

Table 5-2. Petrophysical parameters gained from in situ measurements.

Method	Resulting parameters
Gamma-ray spectrometry	Potassium, uranium, thorium in equivalent concentrations %, ppm, ppm, respectively. Natural exposure [μ R/h] and total counts [counts/s]

6 References

Mellander H, Österlund S-E, Åkerblom G, 1982. Gammaspektrometri – En metod att bestämma radium- och gamma-index i fält. Sveriges Geologiska AB, BRAP 82071.

Triumf C-A, Thunhed H, Antal I, 2000. Bestämning av elektriska egenskaper hos vulkaniter från Skellefte- och Arvidsjaurgrupperna. SGU-2000:8

Instruktion för insamling i fält och beredning av bergartsprover för mätning av petrofysiska egenskaper

Håkan Mattsson, Hans Isaksson
GeoVista AB

Inledning

Som en del i SKB:s platsundersökningar skall parametermätningar av bergarternas petrofysiska egenskaper utföras. Detta dokument är en instruktion som beskriver proceduren för provtagning av bergartsprover i fält samt viss bearbetning av proverna inför mätning av deras petrofysiska egenskaper.

Enligt metodbeskrivningarna SKB MD 160.002 och SKB MD 230.001 skall följande petrofysiska egenskaper bestämmas:

- Densitet
- Porositet
- Magnetisk volymssusceptibilitet
- Magnetisk susceptibilitetsanisotropi
- Magnetisk naturlig remanens
- Gammastrålning (mäts i fält)
- Elektrisk resistivitet

Mätningarna av elektrisk resistivitet kompletteras företrädesvis med mätningar av elektrisk polariserbarhet

Allmänt

Provtagning i fält kan antingen ske genom att slå loss prover med hammare (alternativt slägga), genom borrar av kärnor eller genom utsågning av rätblock. Den mest förekommande metoden är att använda hammare eftersom detta kräver ett minimum av utrustning. Nackdelarna med att slå loss prov med hammare är dock flera. Ofta är man hänvisad till klackar i berget eller områden med sprickor. Det senare kan medföra att provet är vittrat och således inte representativt för bergarten. Runda, flata hållar kan vara nästan omöjliga att provta. Man kan alltså sällan ta prover just på den plats man anser vara mest lämplig. Borrar av kärnor med lätt handhållen bormaskin (alternativt utsågning) är därför att föredra i de flesta fall. Undantaget från detta är prover för mätning av gammastrålning, då denna metod kräver relativt stora prov (ca 1000 g). Det senare undviks dock företrädesvis genom att parametermätning av gammastrålning i stället utförs genom direkt mätning på hälletan.

Man skiljer ofta på orienterade respektive icke orienterade prover. Orienterade prover medför att provets läge i berget kan återskapas i laboratoriet vilket gör att riktningbestämningar av petrofysiska egenskaper kan relateras till det geografiska koordinatsystemet. Detta är ett krav för bestämning av riktningen på den magnetiska remanensvektorn och på principalaxlarna för den magnetiska susceptibilitetsanisotropi-tensorn. Orienteringen medför dock att provtagningen tar något längre tid, framförallt vid provtagning med hammare eller sågade block. Orientering av borrhärdar är relativt snabb. Proceduren för orientering finns beskriven i t ex /Henkel och Nisca, 1987/ eller /Creer och Sanver, 1967/.

Utförande av provtagning

Provtagning med lätt, handhållen borrhärd anses vara den överlägset bästa metoden, framförallt beträffande snabbhet och frihet i val av provpunkter. Nedan följer därför en kortfattad instruktion av provtagningsproceduren med borrhärd. De flesta momenten är dock direkt överförbara på de två andra provtagningsmetoderna (hammare och såg).

Själva provtagningsproceduren kan delas in ett antal delmoment.

1. Val av provpunkter

- Besiktiga berghällan. Utse på stora hållar ett provområde på ca 50 kvadratmeter. Kontrollera genom att titta på isräfflor och med slag med hammare att det är en ”säker” håll och inte ett större block.
- Välj ut lämpliga alternativa provpunkter (5–10 st.) och markera dessa med vattenfast tuschpenna. Variationer i magnetisk susceptibilitet kontrolleras med handhållen susceptibilitetsmätare. Notera, om möjligt, strykning och stupning på ev. foliation, lagring eller andra strukturer i berget. Undvik inhomogeniteter, sprickor och andra områden som bedöms som icke representativa för berghällan. Välj företrädesvis mossbevuxna områden på hållan där mossan kan vikas undan före provtagningen och därefter läggas tillbaka.

2. Utförande

- Borra 6–10 cm långa kärnor på 4 av de markerade punkterna.
- Rikta, om möjligt, borren så att ev. foliation, lagring eller andra strukturer i berget korsas i flera olika riktningar.

3. Orientering

- Orientera borrhärdarna med solkompass och magnetisk kompass enligt gällande instruktion, t ex /Henkel och Nisca, 1987/ eller /Creer and Sanver, 1967/. Notera datum och klockslag för varje enskilt prov.
- Utför orienteringsmarkeringen på borrhärdan med vattenfast tuschpenna.
- Notera alla avvikelser som sker under orienteringens gång, t ex dåliga solförhållanden, lösa borrhärdar.

4. Insamling

- Bryt loss kärnorna med mässingsverktyg (eller med andra verktyg tillverkade i omagnetiskt material).

- Förstärk vid behov orienteringsmärket på kärnan.
- Skriv omedelbart på kärnan (med vattenfast tuschpenna) den provkod som motsvarar koden för orienteringen.
- Förvara proven på ett betryggande sätt, med avseende både på ev. förlust av prov och bevarande av kod och markering på kärnan.

5. Noteringar

- Rita en skiss över hällen och hur provpunkterna är fördelade. Rita in ev. avvikelser, större sprickor, kontakter etc.
- Notera geologiska iakttagelser, t ex typ av bergart, foliation (strykning/stupning), lineation, lagring.
- Mät in lokalens koordinater med GPS.

6. Kvartersarbete

- Provmaterialet från varje håll/provområde studeras tillsammans med fältgeologen på platsen och ett lämpligt urval för tunnslip noteras på kärnan samt i fältdagbok.
- Limning av trasiga borrhärdar.

7. Sammanställning

- Sammanställning av orienteringsdata, beräkning av solvinklar, för in i tabell.

Provberedning

Denna beskrivning är ett exempel på hur och i vilken ordning provbearbetningen och mätning kan utföras. Exemplet förutsätter prover i form av borrhärdar. För övrig bearbetning hänvisas till metodbeskrivningarna SKB MD 160.002 och SKB MD 230.001.

Om inget annat angivits skall följande gälla beträffande antalet prov som ska mätas med respektive metod:

Elektrisk resistivitet och IP:	Ett prov per lokal
AMS inkl. volymssusceptibilitet:	Samtliga prov
Magnetisk naturlig remanens:	Ett prov per lokal
Densitet och Porositet:	Alla prov från en lokal tillsammans i en enda mätning

1. Såga till varje ände av kärnan (så lite som möjligt) så att ändytan blir slät och vinkelrät mot kärnans längdaxel. Utför elektrisk resistivitets- och polarisationsmätning i enlighet med gällande metodbeskrivning (SKB MD 230.001).
2. Såga upp kärnan i bitar avsedda för magnetiska mätningar (SKB MD 230.001). Utför mätning av magnetisk naturlig remanens, volymssusceptibilitet och magnetisk susceptibilitetsanisotropi (SKB MD 230.001). *OBS! Efter detta ska ett prov från varje lokal läggas undan och sparas som "ostört" referensprov.*
3. Utför densitets- och porositetsbestämning (SKB MD 160.002).

Efter slutförda mätningar dokumenteras och paketeras provmaterialet samt levereras till SKB.

Kommentarer

Punkt 3 ovan bör utföras som sista moment eftersom en längre tids uppvärmning i ugn kan förändra provernas magnetiska egenskaper. Prover för tillverkning av tunnslip bör sannolikt också tas innan densitets- och porositetmätningen genomförs.

Prover för strålningsmätning och kemiska analyser kan tas separat som handstuffer. Lämpligen sker dock bestämningen av gammatrålningsegenskaperna genom mätning direkt på hällen/provtagningsområdet. Utförandet av detta sker enligt särskild instruktion, se Appendix III till föreliggande rapport.

Det bör slutligen påpekas att metodbeskrivningen angående densitets- och porositetsbestämningar (SKB MD 160.002) är avsedd för bergmekaniska tillämpningar. Dessa mätningar kan ingå i ett led av andra bestämningar som inte är förenliga med övriga petrofysiska mätningar avsedda för geologisk modellering. Densitets- och porositetmätningar avsedda för bergmekaniska tillämpningar bör därför utföras separat.

Borrutrustning

För kärnbörning på hällar krävs följande utrustning:

- Bärbar bormaskin
- Borrkronor
- Vattenpump
- Orienteringsrör (solkompass)
- Magnetisk kompass
- Mässingsverktyg för upplöckning av prover
- Verktyg, olja och bensin till bormaskinen

Referenser

Creer K M, Sanver M, 1967. The use of the suncompass. In *Methods in paleomagnetism*, Collinson D W, Creer K M, Runcorn S K, Eds., Elsevier, Amsterdam, 11–15.

Henkel H, Nisca D, 1987. A rock sample orientation system used by the Geological Survey of Sweden. SGU C VO: 740.

Storage of petrophysical samples

The petrophysical samples are stored in small core boxes. A box contains 5 rows and each sample location fills one row. The samples are stored in the same order as they were collected (scode).

All boxes are marked with labels, showing information on:

- **Lokal.** Locality, internal petrophysical identity (“C4:5”, in example below)
- **Löpnr.** Internal petrophysical sample numbers (scode “1 : 4”, in example below)
- **ID code.** Identity for geological observation (“PFM000168”, in example below)
- **Rock no.** Link to mapped rock type (“: 1”, in example below)

See also example below:

C4:5	1	:	4
PFM000168	:	1	

The following pages show photographs of the core boxes and give a view of the rock type for each sample location. The caption specifies the idcode and rock_no for each sample location, in order from the top of the photo to the bottom, see example below. The samples that are wrapped in plastic bags are geological reference specimens, see also section 4.2. The diameter of a sample is 25 mm.

Top of photograph

Bottom of photograph

PFM000168 Rock_no: 1 **PFM001159** Rock_no: 1 **PFM000206** Rock_no: 1 **PFM001180** Rock_no: 1 **PFM001183** Rock_no: 1



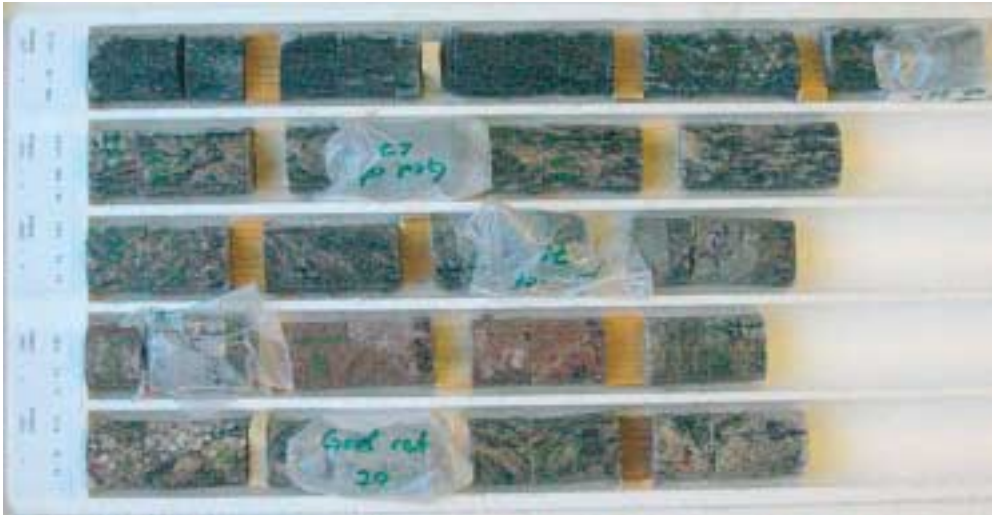
PFM000168 Rock_no: 1 **PFM001159** Rock_no: 1 **PFM000206** Rock_no: 1 **PFM001180** Rock_no: 1 **PFM001183** Rock_no: 1



PFM000726 Rock_no: 1 **PFM000698** Rock_no: 1 **PFM000658** Rock_no: 1 **PFM001162** Rock_no: 1 **PFM001162** Rock_no: 2



PFM000685 Rock_no: 1 **PFM000683** Rock_no: 1 **PFM000694** Rock_no: 1 **PFM000695** Rock_no: 1 **PFM000722** Rock_no: 1



PFM001217 Rock_no: 1 **PFM001213** Rock_no: 1 **PFM000692** Rock_no: 1 **PFM000687** Rock_no: 1 **PFM000203** Rock_no: 1



PFM000197 Rock_no: 1 **PFM000198** Rock_no: 2 **PFM000703** Rock_no: 2 **PFM000706** Rock_no: 2 **PFM000713** Rock_no: 2



PFM000713 Rock_no: 4 **PFM000680** Rock_no: 2 **PFM000680** Rock_no: 5 + 1 **PFM000713** Rock_no: 1 **PFM000718** Rock_no: 3



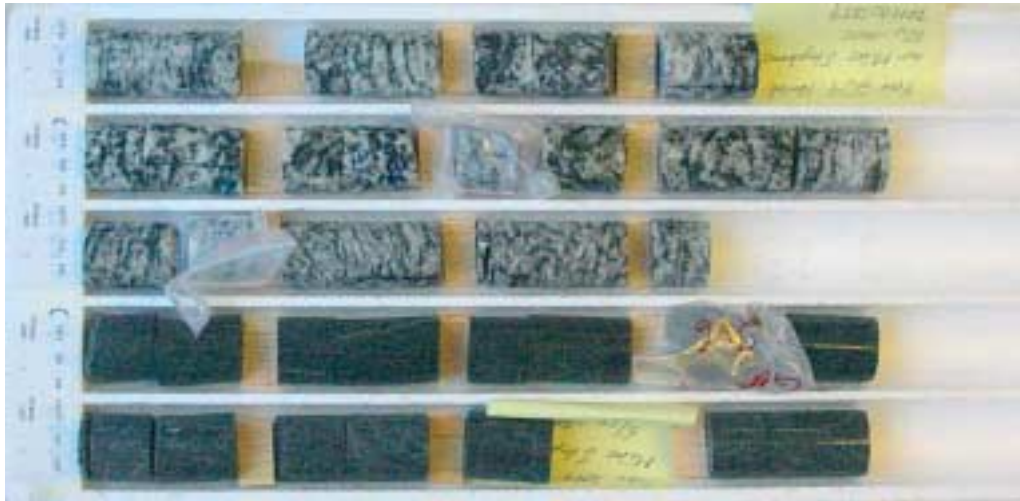
PFM000739 Rock_no: 2 **PFM000739** Rock_no: 1 **PFM001169** Rock_no: 2 **PFM001864** Rock_no: 1 **PFM000701** Rock_no: 1



PFM000173 Rock_no: 1 **PFM001173** Rock_no: 1 **PFM000216** Rock_no: 1 **PFM000890** Rock_no: 1 **PFM000808** Rock_no: 1



PFM002056 Rock_no: 1 **PFM000770** Rock_no: 1 **PFM000774** Rock_no: 1 **PFM000850** Rock_no: 1 **PFM000780** Rock_no: 1



PFM001859 Rock_no: 1 **PFM001861** Rock_no: 1 **PFM001860** Rock_no: 1 **PFM002087** Rock_no: 1 **PFM001221** Rock_no: 1



PFM001221 Rock_no: 5 **PFM000253** Rock_no: 1 **PFM000259** Rock_no: 1 **PFM001524** Rock_no: 1 **PFM000240** Rock_no: 1



PFM001515 Rock_no: 1 **PFM000777** Rock_no: 1 **PFM000804** Rock_no: 1 **PFM000891** Rock_no: 1 **PFM000243** Rock_no: 2



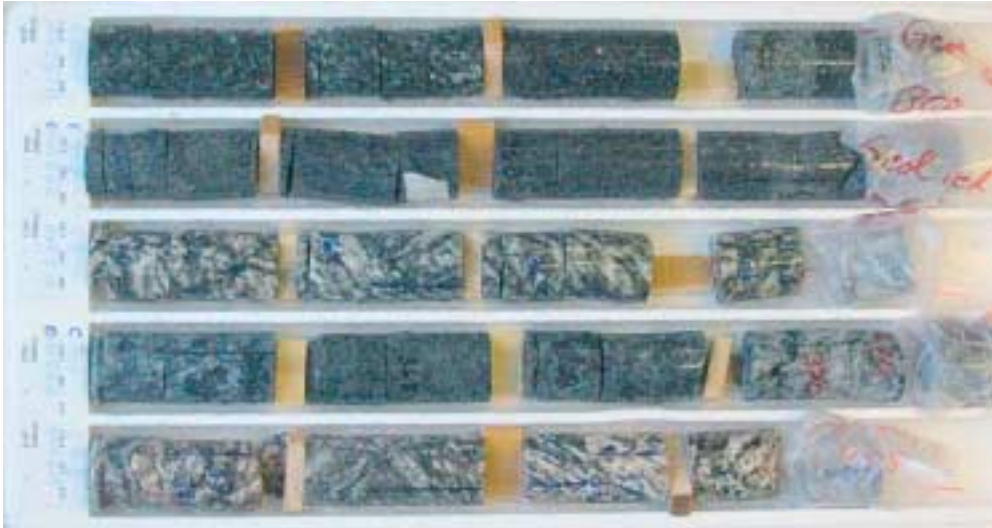
PFM000822 Rock_no: 1 **PFM001869** Rock_no: 1 **PFM000336** Rock_no: 1 **PFM000229** Rock_no: 1 **PFM001879** Rock_no: 1



PFM000233 Rock_no: 1 **PFM000351** Rock_no: 1 **PFM001885** Rock_no: 1 **PFM001510** Rock_no: 1 **PFM000271** Rock_no: 1



PFM000380 Rock_no: 1 **PFM001521** Rock_no: 1 **PFM000446** Rock_no: 1 **PFM000276** Rock_no: 1 **PFM000245** Rock_no: 1



PFM000518 Rock_no: 1 **PFM000526** Rock_no: 1 **PFM000513** Rock_no: 1 **PFM000522** Rock_no: 1 **PFM000515** Rock_no: 1



PFM001200 Rock_no: 1 **PFM001201** Rock_no: 1 **PFM001205** Rock_no: 1 **PFM002248** Rock_no: 1 **PFM000527** Rock_no: 1



PFM001251 Rock_no: 1 **PFM001606** Rock_no: 1 **PFM000725** Rock_no: 1 **PFM001156** Rock_no: 1 **PFM001235** Rock_no: 1

Instruktion för bestämning av strålningsegenskaper och haltbestämning av kalium, uran och torium genom mätning in situ

Hans Isaksson, GeoVista AB

Inledning

Som en del i SKB:s platsundersökningar skall parametermätningar av bergarternas petrofysiska egenskaper utföras. Detta dokument är en instruktion som beskriver proceduren för bestämning av markens strålningsegenskaper eller haltbestämning av kalium, uran och torium genom mätning av gammastrålning i fält.

Enligt metodbeskrivningarna SKB MD 160.002 och SKB MD 230.001 skall följande petrofysiska egenskaper bestämmas:

- Densitet
- Porositet
- Magnetisk volymssusceptibilitet
- Magnetisk susceptibilitetsanisotropi
- Magnetisk naturlig remanens
- Gammastrålning
- Elektrisk resistivitet

Metodbeskrivning avseende gammastrålning omfattar dock enbart laboratoriemätningar och inte mätningar in-situ.

Allmänt

Företrädesvis görs haltbestämning av kalium, uran och torium genom direkt mätning på hållytan (alternativt i jord).

Referensen "Gammasppektrometri – en metod att bestämma radium- och gammaindex i fält" /Mellander m fl, 1982/ utgör även idag en aktuell beskrivning av arbetet för att bestämma radium- och gammaindex i fält med bärbar gammasppektrometer.

Senare tiders instrumentutveckling motiverar dock att referensen aktualiseras när det gäller kravet på kristallvolym eftersom nya typer av kristaller är effektivare än den traditionella NaI-kristallen. Som exempel kan nämnas modellen Exploranium, GR-130G BGO som använder en Vismut-Germanat kristall som är ca 4 ggr effektivare än NaI. I stället för att ställa kristallvolymen som ett kriterium bör man därför se till instrumentets andra egenskaper, där mättiden för att uppnå godtagbara mätvärden utgör en viktig parameter.

Dokumentation

Det är viktigt att väl dokumentera mätningen som görs. Följande parametrar bör noteras:

Datum	
Observatör	
Lokal	
ID	Geol-ID enligt pågående kartering
Koordinat_XY	XY-koordinat i RT90 2.5 gon V 0:-15
Bergart	Bergart enligt geologisk kartering (Alternativt idobjekt (PFM) och bergartsordning)
Geologiska avvikelser	Notera särskilt geologiska avvikelser, t ex förekomst av gångar etc. I första hand skall dock sådana avvikelser undvikas.
Instrument	Spektrometer; version, serienummer, kalibrering
Antal mätningar	
Mättid	
Aktivitet	Antal sönderfall totalt och för resp kalium, uran, torium, för respektive mätning
Halter	Antal sönderfall totalt och för resp kalium, uran, torium, för respektive mätning
Geometri	2PI för hållar samt blottlagd yta samt ev. avvikelser från 2PI
Lagrat spektrum	Ange om gammaspektrum har sparats digitalt
Anmärkningar	Avvikelser och osäkerheter, tex regn.

Efter slutförda mätningar dokumenteras mätningarna samt levereras till SKB.

Referenser

Mellander H, Österlund S-E, Åkerblom G, 1982. Gammaspektrometri – en metod att bestämma radium- och gammaindex i fält. SGU-rapport BRAP 82072.