


NGU rapport 93.078

Ødegården rutilforekomst:  
En rutilførende skapolittomvandlet  
gabbro ved Ødegårdens Verk, Bamble

|  |                          |   |   |
|--|--------------------------|---|---|
| Rapport nr. 93.078   |                          | ISSN 0800-3416 Gradering: Åpen                      |   |
| Tittel: Ødegården rutilforekomst: En rutilførende skapolittomvandlet gabbro ved Ødegårdens Verk, Bamble  |                          |   |   |
| Forfatter:<br>Korneliussen, A. og Furuhaug, L.   |                          | Oppdragsgiver:<br>NGU                               |   |
| Fylke:<br>Telemark   |                          | Kommune:<br>Bamble                                  |   |
| Kartbladnavn (M=1:250.000)<br>Arendal  |                          | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)<br>1712.4 Kragerø |   |
| Forekomstens navn og koordinater:<br>Ødegården UTM 5322 65360  |                          | Sidetall: 46 Pris: kr 211,-<br><br>Kartbilag: 6     |   |
| Feltarbeid utført:<br>1989-91  | Rapportdato:<br>16.05.93 | Prosjektnr.:<br>67.1900.06                          | Ansvarlig:<br> |
| <p><b>Sammendrag</b></p> <p>Ødegården rutilforekomst utgjør en langstrakt sone av rutilførende skapolitt-hornblende bergart (ødegårditt) som gjennomsettes av opptil 1m mektige ganger av en flogopitt - enstatitt - apatitt bergart. Forekomsten er 100-150 m bred, steiltstående og minst 1200m lang. Rutilgehalten varierer stort sett i området 1-4%; den delen av forekomsten som ligger nærmest Ødegården synes å ha noe høyere gehalt (2-4% rutil) enn de midtre og sydvestlige deler (1-3% rutil). Den var ved begynnelsen av dette århundret gjenstand for en relativt betydelig gruvedrift på apatitt.</p> <p>Forekomsten er dannet ved metasomatisk omvandling av en gabbrobergart i en periode i områdets geologiske utvikling som var karakterisert av omfattende hydrotermalomvandling, anslagsvis for 1100 millioner år siden. Gjennomstrømming av Cl-rike løsninger har forårsaket en omfattende skapolittomvandling av plagioklas i den opprinnelig gabbroide bergarten. De fleste elementer har under denne prosessen vært mobile, og bergartens kjemiske sammensetning er betydelig forandret. Under denne hydrotermale prosessen er jern utlutet fra ilmenitt og transportert ut av bergarten av de hydrotermale løsninger, mens titan sitter tilbake i form av rutil.</p> <p>De påviste rutilgehalten er sannsynligvis for lave til å kunne gi grunnlag for økonomisk utnyttelse i dagens situasjon. De langsiktige markedsutsiktene for rutil er imidlertid gode, og forekomsten er avgjort en ressurs som kan få økonomisk betydning i framtiden. Apatitt og flogopitt er aktuelle som biprodukter.</p> |                          |   |   |
| Emneord: Malmgeologi   |                          | Skapolitt   | Apatitt   |
| Titan, Rutil   |                          | Metasomatose  | Fagrapport  |
|  |                          |   |   |

| <i>INNHold:</i>  | <i>side</i> |
|--|-------------|
| 1. Innledning .....  | 4           |
| 2. Regional geologi .....  | 4           |
| 3. Ødegården rutilforekomst  |             |
| 3.1. Geologiske hovedtrekk .....                                       | 6           |
| 3.2. Prøvetaking og analyseresultater .....                            | 7           |
| 3.3. Geofysiske undersøkelser .....                                    | 18          |
| 3.4. Geologisk tolkning .....  | 18          |
| 3.5. Andre mineraler og metaller av<br>mulig økonomisk interesse ..... | 19          |
| 4. Andre rutilforekomster i regionen .....                             | 21          |
| 5. Diskusjon og konklusjon .....                                       | 22          |
| 6. Litteraturreferanser .....  | 23          |

#### Bilag:

1. Analyser, borkaksprøvetaking (1990).
2. Analyser, samleprøver fra steintipper (1991).
3. Analyser, borhull 1 (1991)
4. Analyser, borhull 2 (1991).
5. Borlogg for borhull 1 og 2.
6. Variasjonen i hovedelementsammensetning langs borhull 1, analyseplott.
7. Variasjonen i hovedelementsammensetning langs borhull 2, analyseplott.
8. Innhold av utvalgte sporelementer langs borhull 2, analyseplott.

#### Tegninger:

1. Regionalgeologisk kart, Ødegården. Målestokk ca. 1:15400.
2. Detaljgeologisk kart, Ødegården. M:7500.
3. Lokalitetskart, borkaksprøver 1991.
4. Rutilinnhold i borkaksprøver.
5. Horisontalprojeksjon av gruveanlegget, Ødegården Verk
6. Vertikalprojeksjon av gruveanlegget, Ødegården Verk

## 1. Innledning

Rutil ( $\text{TiO}_2$ ) og ilmenitt ( $\text{FeTiO}_3$ ) brukes som råvare til produksjon av hvitt pigment ( $\text{TiO}_2$ ) for bruk i papir, maling og plast, som titanmetall og i sveiseelektroder. Norge synes å ha gode naturlige geologiske forutsetninger for både rutil- og ilmenitt-forekomster, og tilsammen er det kjent omtrent 270 forekomster med ilmenitt eller rutil som viktig bestanddel (Korneliussen m.fl. 1985a, 1985b). Den ene forekomsten som er i drift (A/S Titania's Tellnes-forekomst; jfr. Krause m.fl. 1985) er sannsynligvis verdens største forekomst i sitt slag og gjør Norge til en betydelig råvareleverandører av ilmenitt. Titania's årsproduksjon er i størrelsesorden 800.000 tonn ilmenitt. En forholdsvis ubetydelig andel videreføres til  $\text{TiO}_2$ -pigment av Kronos Titan i Fredrikstad, mens i størrelsesorden 25% selges til Tinfos Titan & Iron i Tyssedal som produserer et titanslagg. Dette titanslagget er i likhet med ilmenitt, råvare for  $\text{TiO}_2$ -pigment produksjon, men inneholder 75%  $\text{TiO}_2$  sammenliknet med 45%  $\text{TiO}_2$  for Titania's ilmenitt.

Rutil er et vesentlig mere verdifullt mineral enn ilmenitt fordi det er praktisk talt rent  $\text{TiO}_2$ . Ved å benytte rutil som råvare unngår  $\text{TiO}_2$ -pigment produsentene problemet med jernklorid evt. jernsulfat som representerer et betydelig avfallsproblem når ilmenitt benyttes som råvare. Denne problematikken blir mere inngående beskrevet av Dormann (1993). Det er ventet at forbruket av rutil vil øke i framtiden, tildels på bekostning av ilmenitt.

NGU har i en periode på slutten av 1970-tallet og fra 1988 foretatt undersøkelser av rutilførende bergarter og rutilforekomster i Norge, i første rekke på Vestlandet, men også forekomster i Bamble-Arendal regionen har vært gjenstand for undersøkelser (Korneliussen m.fl. 1992).

Ødegårdenforekomsten ble første gang beskrevet av Brøgger (1934) som ledd i en omfattende beskrivelse av basiske bergarter i Bamble-Kragerø regionen. Brøgger antydte at forekomsten inneholder 3-4% rutil. I forbindelse med en undersøkelse av skapolittforekomster i Bamble i 1989 av NGU, ble Ødegården-forekomsten gjenstand for fornyet interesse. Det ble konkludert med at denne forekomsten er den best egnede skapolittforekomst i regionen både når det gjelder størrelse, gehalt og sannsynlige oppredningsegenskaper (Hysingjord 1990). Skapolitt-prosjektet ble imidlertid avsluttet fordi metallurgiske tester m.h.p. å bruke skapolitt til framstilling av mineralull var negative.

Høsten 1990 ble det utført borkaksprøvetaking av blotninger i forekomstområdet for å få bedre informasjon om rutilinnholdet i de deler av forekomsten som ikke er overdekket. Undersøkelsen ble videreført i 1991 i form av magnetiske bakkemålinger og boring av to diamantborehull.

Formålet med denne rapporten er å redegjøre for de geologiske resultater som foreligger og komme fram til en begrunnet oppfatning av de økonomiske muligheter.

## 2. Regional geologi

Bamble-sektoren (Bamble-Arendal regionen) av det Baltiske Skjold er som geologisk provins betraktet rik på mineralforekomster, og bergverksdrift har tidligere hatt stor samfunnsmessig betydning. Det er sannsynlig at områdets anomale karakter når det gjelder mineralforekomster reflekterer spesielle omstendigheter i den generelle geologiske utviklingen.

De eldste kjente bergarter i regionen er suprakrustaler, som intruderes av flere generasjoner av basiske og sure intrusiver. De Haas (1992) oppgir Sm-Nd aldre på 1770 og 1640 mill. år for to gabbrointrusjoner i Arendalsområdet. Dette er de eldste aldersdateringer som foreligger, og suprakrustalbergartene som omgir disse intrusjonene må minst være like gamle. Denne tidlige perioden, *Den Gotiske Orogenesen*, i regionens geologiske utvikling, har vart i omtrent 250 millioner år (ca.1500-1750 mill.; jfr. referanser i de Haas 1992 og Starmer 1991). Maksimal metamorfose i denne perioden var 700-800°C og 6-8 kb (granulittfacies; jfr. Touret 1971 og Lamb m.fl. 1986).



Fig.1: Rutilforekomster i Bamble-Arendal regionen.

Regionen gjennomgikk så en relativt rolig geologisk periode fram til den svekonorvegiske orogenesisen (990-1250 mill. år), som ble innledet av en betydelig basisk magmatisk aktivitet, etterfulgt av omfattende hydrotermalvirksomhet som i visse deler av regionen, for eksempel ved Ødegården, førte til metasomatisk omvandling av basiske bergarter. Perioden kulminerte med intrusjon av store, post-tektoniske granitter (990 mill. år; Kullerud og Machado 1991). Ifølge Starmer (1991) skjedde denne basiske magmatismen i en anorogen tidlig fase i den svekonorvegiske orogenesisen, assosiert med ekstensjonstektonikk, etterfulgt av en orogen fase med skyvedekketektonikk. Også de Haas (1992) er tilhenger av en ekstensjons-modell, og argumenterer for at mantelen hvorfra de svekonorvegiske gabbroene er derivert, har domet opp under en relativt tynn jordskorpe. Denne manteloppdomingen har gitt granulittmetamorfose i den overliggende jordskorpe (800°C ved 7-8 kb; jfr. Kihle 1990).

Smalley og Field (1991) har imidlertid en annen oppfatning; basert på sporelementkarakteristika i svekonorvegiske gabbroer, argumenterer de for at gabbroene er dannet ved en aktiv kontinentmargin.

Uansett hvilken modell som velges, så har den betydelige hydrotermale virksomhet som har funnet sted i regionen, bl.a. ved Ødegården, omvandlet basiske intrusjoner som er tolket å være dannet i den første del av den svekonorvegiske orogenesisen, og må derfor være yngre enn intrusjonene. Hydrotermalvirksomheten er mest sannsynlig tilknyttet den siste delen av orogenesisen.

Post-Svekonorvegisk magmatisme i form av spredte karbonatitt-ganger og alkaline basaltiske ganger er assosiert med henholdsvis Fen karbonatittkompleks (600 mill. år) og den permiske magmatiske aktiviteten i Oslofeltet (270 mill. år).

### 3. Ødegården rutilforekomst

#### 3.1. Geologiske hovedtrekk

Ødegården rutilforekomst (Tegning 1 og 2) opptrer som en langstrakt sone av en rutilførende skapolitt-hornblendebergart (ødegårditt) omgitt av metagabbro/amfibolitt. Skapolitt-hornblendebergarten gjennomsettes av opptil 1m mektige soner/ganger med flogopitt, enstatitt og apatitt. Forekomsten, som er 100-200 m bred, steiltstående og minst 1200m lang, stryker fra et skogsområde i SV mot NØ hvor den fortsetter under jordbruksland ved Ødegården. Brøgger (1934) kalte skapolitt-hornblende bergarten for ødegårditt, og beskrev den som et metasomatisk omvandlingsprodukt dannet ved at Cl-rike løsninger har skapolittomvandlet plagioklasen i en gabbroid bergart. Ødegårditten består hovedsakelig av skapolitt (40-60%), en jernfattig, sekundær hornblende (40-60%) og rutil (1-4%). Området er kartlagt av Ryan (1966) og Brickwood (1980), og det er deres geologiske karter som er benyttet i Tegning 1 og 2, med mindre forandringer.

Ødegårditt-sonen er gradvis avgrenset til den omkringliggende metagabbro/amfibolitt, samt har spredte partier av ufullstendig omvandlet metagabbro/amfibolitt. Den gjennomskjæres av et stort antall ganger som består av flogopitt, enstatitt og apatitt. Apatitt fra slike ganger var rundt århundreskiftet gjenstand for en etter datidens målestokk betydelig gruvedrift på apatitt (jfr. Sem 1987). Forekomsten inneholder mindre partier og soner med albititt særlig i de nordøstlige deler mot Ødegården.

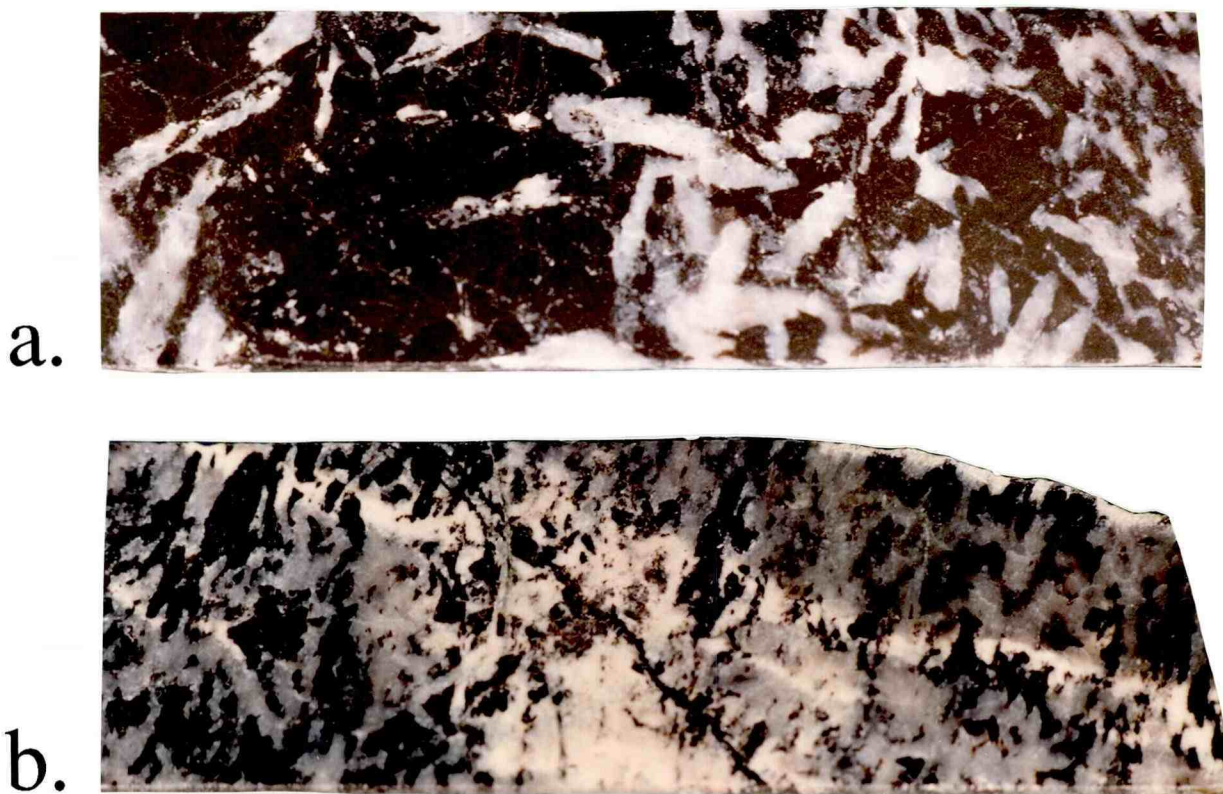


Fig.2: Fotografier av kjerneprover fra Bh1. (a) Grov skapolitt + hornblende bergart (ødegårditt). De hvite partier består av skapolitt-pseudomorfoser etter plagioklas; de mørke partier er hornblende. (b) Skapolitt-hornblende bergart (mørk) med albittisering i hvite årer og ujevne partier. Kjernetverrsnittet er 3.5 cm.

## 2. Prøvetaking og analyseresultater

På bakgrunn av NGU's undersøkelse i 1989 (Hysingjord 1990) ble forekomsten vurdert som interessant på rutil fordi prøver, hovedsakelig fra gamle gruvetipper, inneholdt fra 2 til 4-5% rutil (bestemt ved modaltellinger i tynnslip). Når en samtidig tar hensyn til at Brøgger (1934) oppgir rutilgehalter på 3-4%, ble det vurdert som sannsynlig at forekomsten kunne inneholde 3-4% rutil over store volum. Dette ble vurdert å være en økonomisk interessant gehalt, og undersøkelsene ble videreført i form av borkaksprøvetaking i 1990. Prøvepunktene plassering framgår av Tegning 3. Hver prøve består av borkaks fra et hull med diameter 2,5 cm og lengde 60-70 cm og er vesentlig mere representativ for de respektive blotninger enn knakkprøver ville ha vært.

Måling av magnetisk susceptibilitet på borkaksprøvene viser at det er en utpreget negativ korrelasjon mellom bergartens rutilinnhold og dens magnetisme, d.v.s. at den rutilførende skapolittomvandlede bergarten er klart mindre magnetisk enn den omgivende metagabbro/amfibolitt. Magnetiske bakkemålinger er følgelig en velegnet metode for kartlegging av rutilforekomstens overflatenære utbredelse. Med denne bakgrunn ble det utført magnetiske

bakkemålinger i forekomstområdet i 1991 (Lauritzen 1992). Samme året ble det boret to diamantborehull med det formål å oppnå kontinuerlige prøvesnitt i forekomsten, som generelt er svært overdekket av løsmasser og gamle gruvetipper. Begge hullene ble plassert i den nordøstlige delen av forekomsten; det ene (Bh1) i ren ødegårditt mens det andre (Bh2) ble plassert slik at det gikk fra metagabbro og inn i ødegårditt (Tegning 2).

Standard analyseprosedyre for å bestemme rutilinnholdet i bergartsprøver er følgende: rutil bestemmes som differansen mellom XRF-bestemt  $\text{TiO}_2$  og ICP-bestemt  $\text{TiO}_2$  etter oppløsning i saltsyre. XRF-analysen gir bergartens totale  $\text{TiO}_2$ -innhold mens ICP-analysen gir det titanet som er bundet i ilmenitt. Saltsyren (HCl) løser ilmenitt men ikke rutil og silikatmineraler ved de konsentrasjoner som benyttes. Metoden har vist seg velegnet for de rutilførende bergarter hvor en neglisjerbar andel av bergartens  $\text{TiO}_2$ -innhold er bundet i silikatmineraler; d.v.s. alle kjente rutilforekomster av mulig økonomisk interesse i Norge. Nærmere opplysninger om analysemetoden kan fås ved henvendelse til NGU.

Analyser av rutilkonsentrater fra et utvalg av rutilførende bergarter i Bamble-regionen inklusive prøver fra Ødegården er vist i Tabell 3. I prøve 1Ø66/79 er rutil separert ut fra ødegårditt mellom 56.95 og 67.80m i Bh1. Dette rutilkonsentratet (Fig. 3a) inneholder spredte frikorn av zirkon ( $\text{ZrSiO}_4$ ) som er sterkt påvirket av den metasomatiske prosessen bergarten har gjennomgått. Zirkonene er sterkt oppsprukket, sonerte og inneholder inneslutninger av uraninitt ( $\text{UO}_2$ ). Ingen andre tungmineraler er observert. Dette betyr at sporelementene som forekommer i konsentratet og som er oppgitt i Tabell 3, inngår i disse mineraler, d.v.s. hovedsakelig i rutil med unntak av U som inngår i uraninitt, og Zr og Hf som er anriktet i zirkon. Rutil fra Ødegården inneholder spredte inneslutninger av zirkon (Fig. 3b) som er dannet samtidig med rutil, og skiller seg markant ut fra de magmatiske zirkoner i metagabbro (Fig. 3c) og deres mere omvandlede varianter i ødegårditt (Fig. 3d).



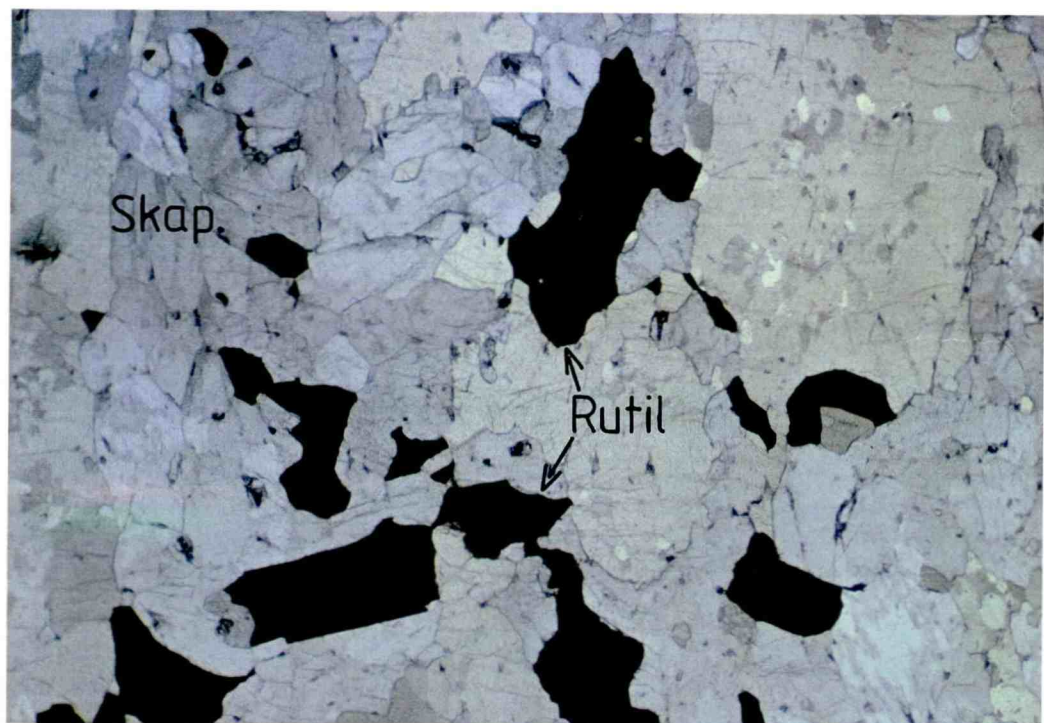
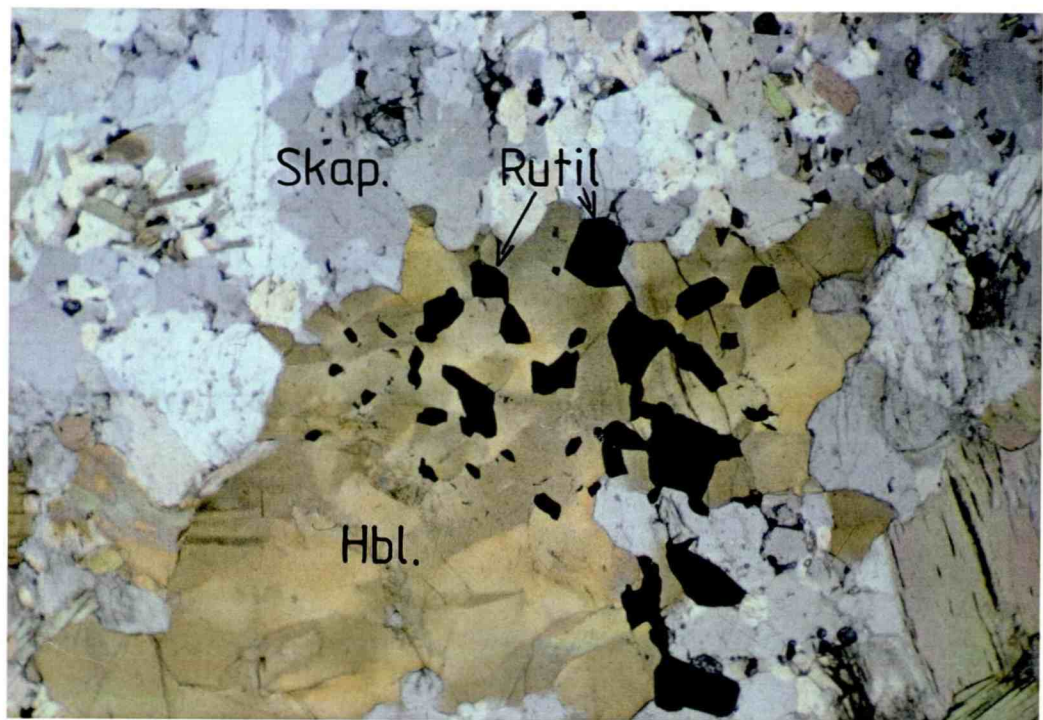
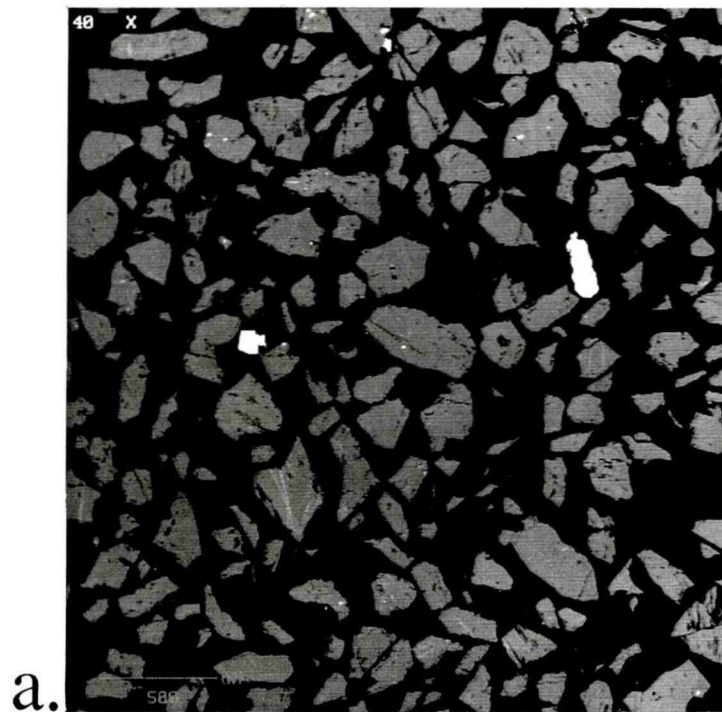
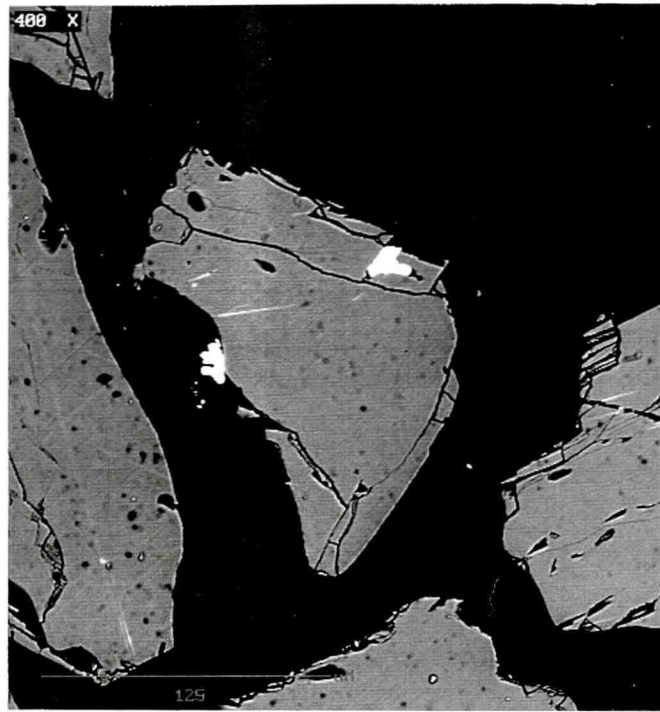


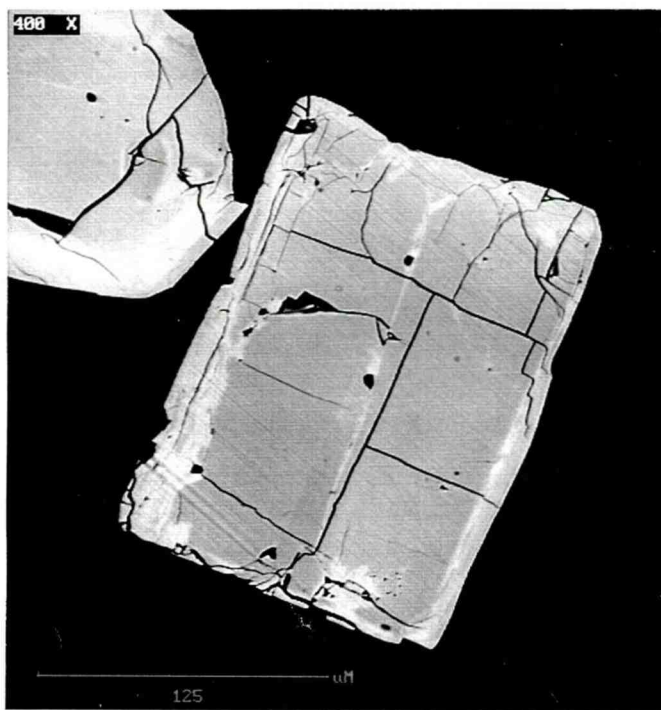
Fig. 3: Mikrofotografier av rutil i skapolittomvandlet gabbro (ødegårditt) fra Bh1. Det øverste bildet viser rutil (sort) omgitt av jernfattig hornblende (brunlig). Mineraler med blålig grå farvenyanser er skapolitt. Det nederste bildet viser rutil omgitt av skapolitt. Begge bilder er tatt med delvis kryssede polarisatorer.



a.



b.



c.



d.

*Skala*

Fig.3 b-d: 0.125 mm

Fig.3 a: 0.5 mm

Fig. 4: Elektron mikrosondebilder av rutil og zirkon. (a) Rutilkonsentrat fra ødegårdittprøve 1066/79. Konsentratet inneholder spredte korn av zirkon (hvit) som har overlevd skapolittiseringsprosessen. Små, nydannede zirkonkorn (såvidt synlig på bildet) opptrer innesluttet i og langs randen av enkelte rutilkorn. (b) Rutil (grå) med zirkoninneslutning (hvit) i rutilkonsentrat fra en rutilrik flogopitt-skapolitt bergart funnet på steintipp i den nordøstlige del av forekomstområdet, prøve KB12H.91. (c) Velformet, sonert, magmatisk zirkon (grå) i rutilkonsentrat fra metagabbro i Bh2, prøve 2098/114. (d) Sterkt oppsprukket og sonert zirkon (grå) i rutilkonsentrat utseparert fra ødegårditt i Bh1, prøve 1066/79. Dette zirkonkornet inneholder en rekke inneslutninger av uraninit (hvit).

Begge borkjernene er splittet i et relativt stort antall underprøver som så er analysert m.h.p. rutilinnhold (rutil analyseprosedyre). Bh2 er i tillegg analysert på sporelementer (XRF og neutronaktivering).

Analyseresultatene for borkaksprøver, samleprøver fra steintipper innsamlet i 1990, Bh1 og Bh2 framgår av bilagene 1 til 4. Tilleggsinformasjon om Bh1 og Bh2 er gitt i Bilag 5. Variasjonen i hovedelement-sammensetningen langs Bh1 og 2 er framstilt grafisk i Bilag 6 og 7, og variasjonen i utvalgte sporelementer langs Bh2 framgår av Bilag 8.

Bh1, som i sin helhet går igjennom skapolittomvandlet metagabbro (ødegårditt) med noen få dm-tynne flogopitt - enstatitt - apatitt soner, har relativt liten variasjon i hovedelementsammensetningen med unntak av flogopitt-sonene som er markant anriktet på  $K_2O$ ,  $MgO$  og  $P_2O_5$  (jfr. Bilag 6).

Bh2 starter i middelskornig relativt homogen metagabbro som gjennomgår en gradvis større grad av omvandling, og er ved ca. 47m fullstendig omvandlet til skapolitt-hornblendebergart (ødegårditt). Borhullet passerer en gruvegang fra den gamle apatitt-gruvedriften mellom 79.9 og 81.1m. Variasjonen i de fleste hovedelementer er betydelig (jfr. Bilag 7). Særlig markant i metagabbrosonen (inntil 47m) er en gradvis reduksjon i  $Fe_2O_3$  fra ca. 20% til 4-5% med en korresponderende økning særlig i  $SiO_2$ . Et annet karakteristisk trekk er at  $TiO_2$ -innholdet reduseres gradvis fra 4-5% ved 3m til ca. 2% ved 14m, for så å være konstant til 47m hvor det øker skarpt til et nivå rundt 3%. Ødegårditt-delen av borhullet (fra 47m) karakteriseres forøvrig av markante maksimum i  $MgO$ ,  $K_2O$  og  $P_2O_5$  forårsaket av flogopitt - enstatitt - apatitt soner.

Fig. 5 viser variasjonen i  $Fe_2O_3$ -,  $TiO_2$ - og rutilinnhold i borkaksprøver innsamlet høsten 1990. Prøvene representerer 60-70cm dype borhull fra blotninger av bergarter som varierer fra metagabbro uten skapolittisering, gjennom forskjellige varianter av delvis skapolittomvandlet metagabbro til fullstendig skapolittomvandlet metagabbro (ødegårditt). Prøvene er i diagrammet sortert etter minkende jerninnhold. Diagrammet illustrerer at den metasomatiske prosessen som fører til skapolittomvandling av plagioklas i metagabbro er assosiert med en betydelig reduksjon i bergartenes jerninnhold, mens  $TiO_2$ , som er lite mobilt, er relativt uforandret. Ved denne prosessen nedbrytes ilmenitt ( $FeTiO_3$ ), og jernet går ut av bergarten mens titanet blir igjen i form av rutil.

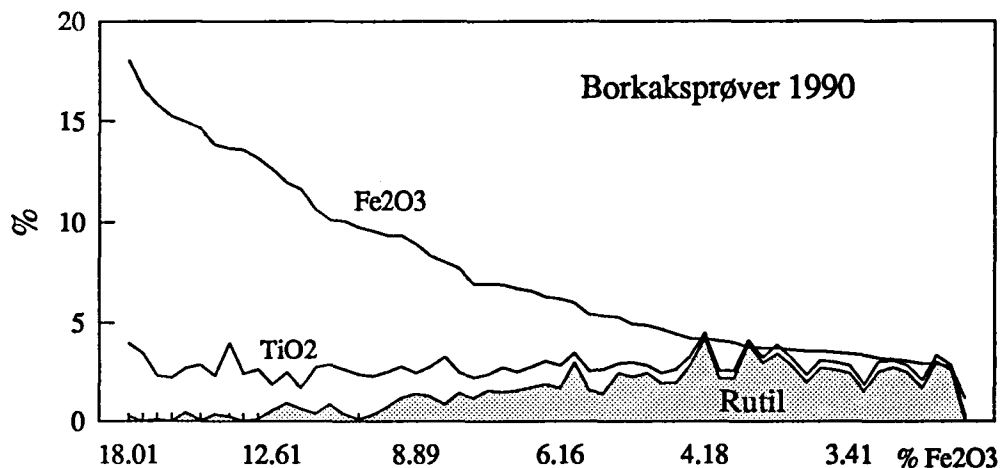


Fig. 5: Variasjonen i  $Fe_2O_3$ -,  $TiO_2$ - og rutilinnhold i borkaksprøver innsamlet høsten 1990. Prøvene representerer 60-70cm dype hull fra blotninger av bergarter som varierer fra metagabbro uten skapolittisering, gjennom forskjellige varianter av gradvis skapolittisert metagabbro til fullstendig skapolittomvandlet metagabbro (ødegårditt). Prøvene er i diagrammet sortert etter minkende jerninnhold.

Fig. 6 er en sammenstilling av rutil-analyseresultater fra Ødegården. Fig.6a illustrerer den gradvise økningen i rutilinnhold i borkaksprøver som funksjon av metasomatosegrad. Fig. 6b viser den markante økningen i rutilinnhold ved overgangen fra metagabbro til skapolitt-hornblendebergart (ødegårditt) ved 47m i Bh2. Et lavområde fra 86.5 til 88.8m skyldes at metagabbroen her er bare delvis metasomatisk omvandlet slik at ilmenitt bare delvis er omvandlet til rutil. Fig. 6c viser variasjonen i rutilinnhold langs Bh1, mens Fig. 6d viser rutil- og  $\text{TiO}_2$  (totalt) i 4 samleprøver fra de nordøstlige steintipper like ved Bh1, samt i 4 samleprøver fra steintipper i den sydvestlige delen av forekomstområdet.

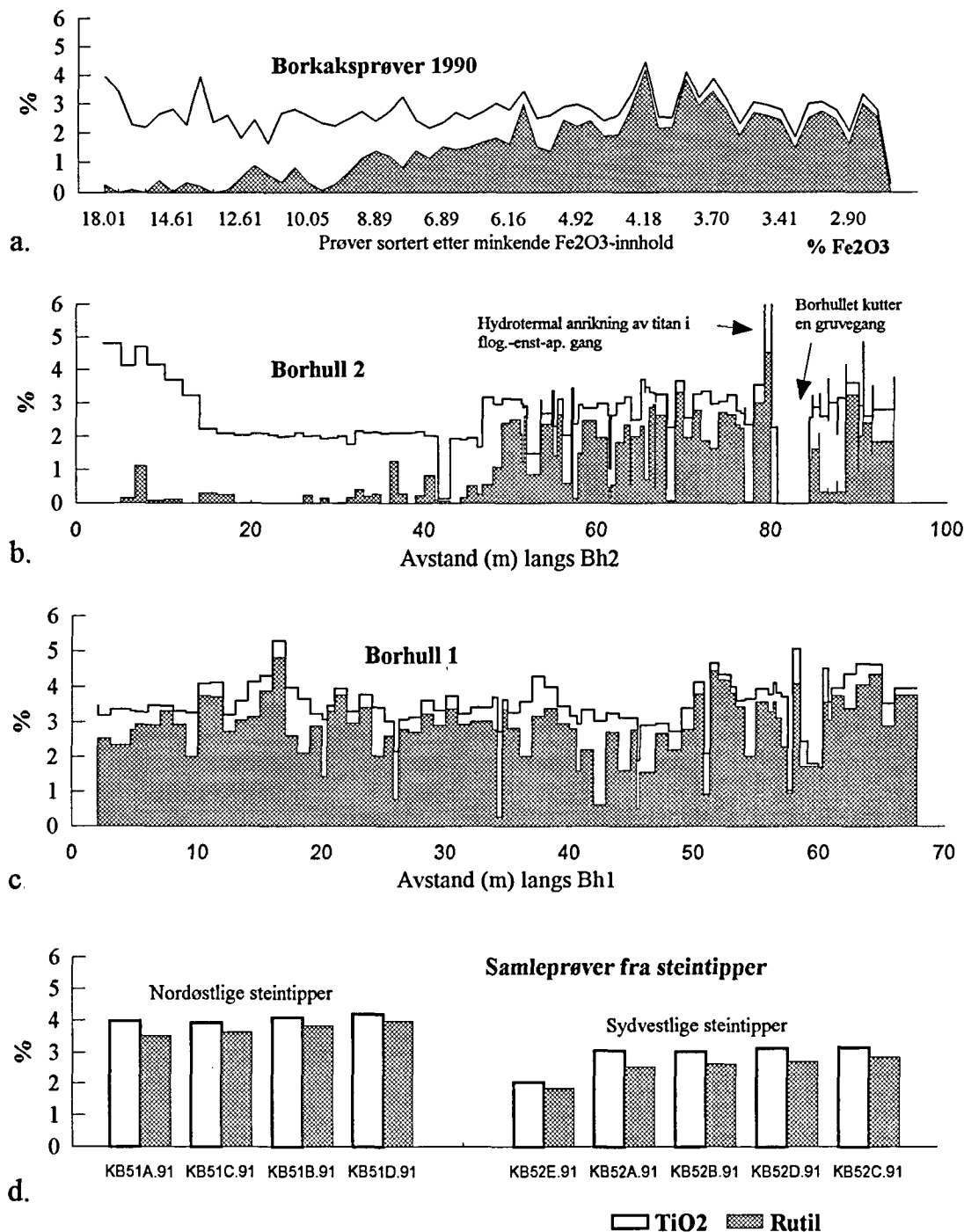


Fig. 6: Sammenstilling av alle rutil-analyseresultater (skravert) sammenliknet med  $\text{TiO}_2$ -totalt (heltrukket linje) som foreligger, se teksten.

Variasjonen i hoved- og sporelementinnhold langs Bh2 og hovedelementer langs Bh1 (Bilag 6, 7 og 8, Fig.7) gjenspeiler et komplekst samspill mellom primære magmatiske og sekundære metasomatiske/hydrotermale årsaksforhold. Særlig er flogopitt-enstatitt (-apatitt) gangene kjemisk vesensforskjellig fra den omliggende skapolitt-hornblende bergarten og skiller seg ut med et karakteristisk høyt innhold av MgO (inngår i enstatitt), K<sub>2</sub>O (inngår i flogopitt) og tildels også P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> og CaO som begge er anriktet i apatitt. Det er her verdt å legge merke til at kun enkelte av flogopitt-gangene er P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-anomale (apatittrike); disse er også anomale på Y, Yb, Th og tildels også La. U, og i mindre grad La, er anriktet i silifiserte omvandlingssoner i metagabbroen.

Titan (i likhet med Zr) er øyensynlig lite påvirket av de metasomatiske prosesser; variasjonen i TiO<sub>2</sub>-innhold mellom 5 og 15m og ved 47m i Bh2 gjenspeiler trolig en primær magmatisk variasjon som enten skyldes en lagdeling i den opprinnelige gabbroide bergarten eller at en har å gjøre med flere generasjoner av basiske intrusiver.

V-, Ni- og Cr-nivåene i Bh2 (Bilag 8) er markant forskjellige i ødegårdittdelen av borhullet sammenliknet med metagabbrodelen. Det er sannsynlig at dette hovedsakelig gjenspeiler en primær magmatisk variasjon, dog kraftig modifisert av de metasomatiske prosessene. Ni og Cr er elementer som normalt er anriktet sammen med MgO i basiske bergarter, noe som også er tilfelle her. Dette indikerer at grensen mellom metagabbro og ødegårditt faller sammen med en primær geologisk grense som kan være enten kontakten mellom to lag i en lagdelt intrusjon eller kontakten mellom to intrusjoner.

Zn-innholdet, i likhet med Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, blir gradvis lavere i metagabbroen inn mot ødegårditt-kontakten (ca. 47m), hvoretter det holder seg jevnt lavt. En tilsvarende tendens kan øynes for Cu og Ba. Dette tolkes som en utluting av metagabbroen under metasomatosen.

Na/K-forholdet (Fig. 7a) er relativt stabilt inntil ca. 24m, hvor det deretter stiger kraftig etter hvert som bergarten omvandles sterkere. De svært markante variasjoner i den siste halvdel av borhullet skyldes hovedsakelig flogopitt-sonene som er anriktet på K i forhold til Na. Fe/Mg (Fig. 7b) viser en jevn, svak økning fram til ca. 25m og varierer deretter kraftig. Fe og Mg er elementer som har en tendens til å oppføre seg forskjellig i såvel magmatiske som metamorfe geologiske prosesser. Det stabile Fe/Mg-forholdet fram til 25 m kan tyde på at bergarten så langt har gjennomgått en metamorf omvandling som i liten grad har forårsaket mobilisering og transport av kjemiske bestandeler, og at således de elementvariasjoner som observeres i denne delen av Bh2 er primære. La/Yb (Fig. 7c) er konstant og praktisk talt upåvirket av omvandlingsprosessen fram mot ca. 40m, hvor deretter variasjonen blir betydelig. Ti/Zr (Fig. 7d) er relativt stabilt innenfor forskjellige deler av borhullet, dog noe mere ujevnt i flogopitt-enstatitt-apatitt bergarter etter 47m; Ti/Zr-forholdet i ødegårditt er temmelig konstant. Disse resultater bekrefter den allment aksepterte oppfatning at Na, K, Fe og Mg er forholdsvis mobile elementer i metamorfe geologiske prosesser hvor hydrotermale løsninger er involvert. Sjeldne jordartselementer, i dette tilfelle La og Yb, er normalt ikke mobile, men blir altså mobile ved slike metasomatiske prosesser som har vært aktive ved dannelsen av ødegårditt-bergarten. Ti og Zr er bare i liten grad påvirket av de metasomatiske prosesser.

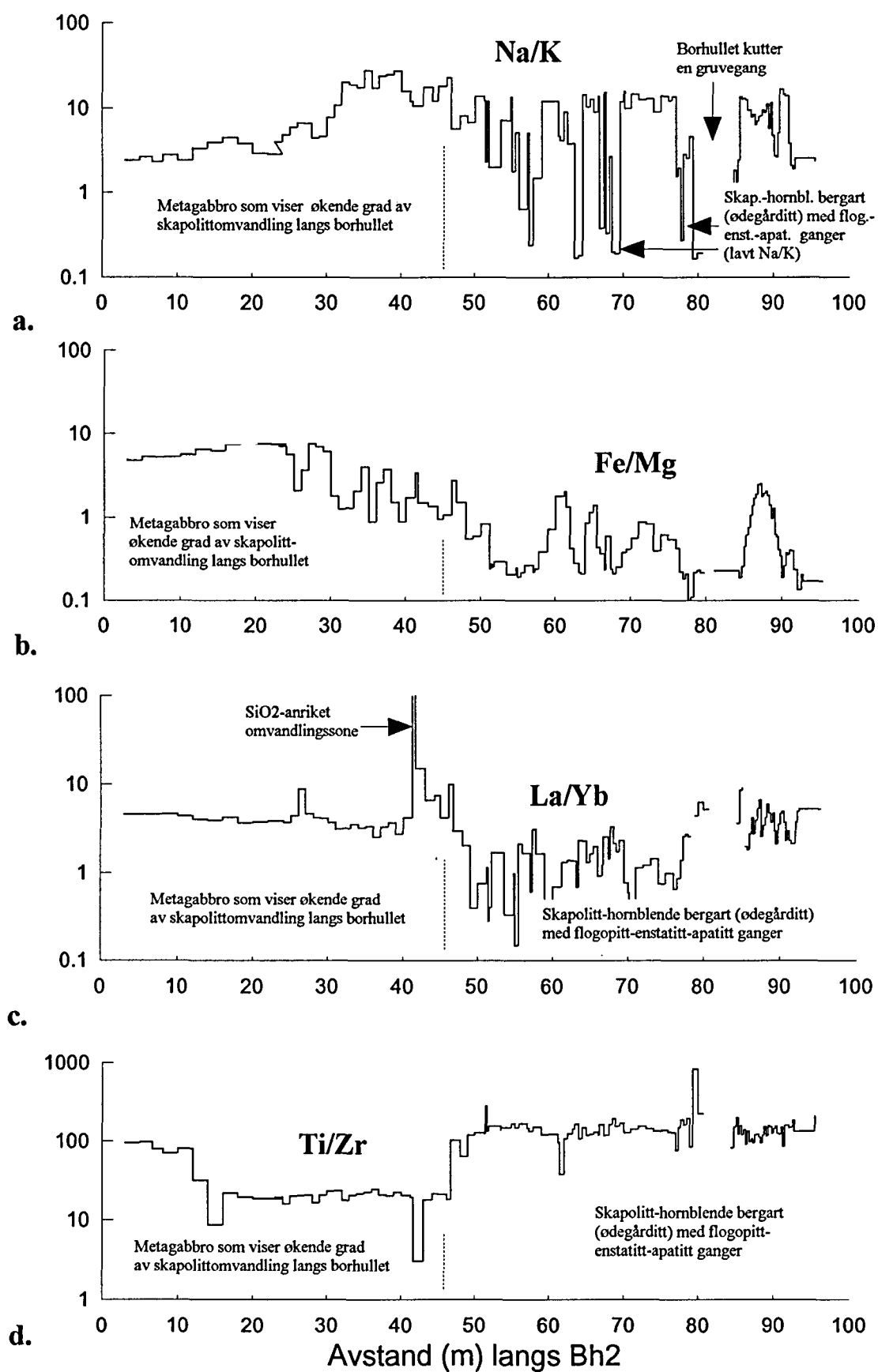


Fig.7: Variasjonen i (a) Na/K, (b) Fe/Mg, (c) La/Yb og (d) Ti/Zr langs Bh2.

Tabell 1: Representative gjennomsnittsanalyser, Ødegården. Komplette analyseresultater framgår av Bilagene 1-4. XRF hoved- (%) og sporelementer (ppm, merket <sup>xrf</sup>) og neutronaktiveringsanalyse av sporelementer (ppm; merket <sup>naa</sup>).

| Prøve                          | 1<br>Bh2<br>3-12 | 2<br>Bh2<br>16-25 | 3<br>Bh2<br>25-47 | 4<br>Bh2<br>87-89 | 5<br>Bh1<br>ødeg.<br>71 | 6<br>Bh2<br>48-96 | 7<br>Bh1<br>flog.<br>7 | 8<br>Bh2<br>51-91 | 9<br>KB12H.91<br>flog.<br>1 |
|--------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Bergart<br>Ant.pr.             | metag.<br>5      | metag.<br>6       | metag.<br>23      | metag.<br>9       | ødeg.<br>71             | ødeg.<br>65       | flog.<br>7             | flog.<br>13       | flog.<br>1                  |
| SiO <sub>2</sub>               | 41.83            | 52.19             | 57.09             | 46.06             | 50.43                   | 49.36             | 41.68                  | 40.71             | 28.58                       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11.19            | 13.99             | 14.19             | 14.61             | 15.89                   | 16.48             | 11.78                  | 11.44             | 5.43                        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 21.32            | 15.45             | 7.59              | 12.13             | 3.36                    | 3.81              | 3.14                   | 4.59              | 3.20                        |
| TiO <sub>2</sub>               | 4.31             | 2.05              | 1.94              | 2.85              | 3.56                    | 3.15              | 2.78                   | 2.61              | 29.02                       |
| MgO                            | 4.13             | 2.13              | 3.35              | 6.57              | 8.10                    | 8.37              | 18.30                  | 18.98             | 14.85                       |
| CaO                            | 8.56             | 6.97              | 7.20              | 8.54              | 6.69                    | 7.10              | 6.41                   | 7.05              | 5.10                        |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.78             | 4.25              | 5.67              | 5.41              | 6.01                    | 6.32              | 2.10                   | 1.85              | 0.25                        |
| K <sub>2</sub> O               | 1.10             | 1.15              | 0.47              | 0.66              | 1.02                    | 1.14              | 3.68                   | 3.87              | 0.98                        |
| MnO                            | 0.20             | 0.18              | 0.04              | 0.08              | 0.02                    | 0.02              | 0.01                   | 0.01              | 0.01                        |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 2.20             | 0.71              | 0.65              | 0.39              | 0.60                    | 0.52              | 3.52                   | 3.16              | 2.35                        |
| Gl.tap                         | 0.71             | 0.17              | 1.11              | 0.61              | 2.41                    | 1.20              | 3.25                   | 2.04              | 5.68                        |
| SUM                            | 98.34            | 99.23             | 99.15             | 97.92             | 98.05                   | 97.46             | 96.67                  | 96.32             | 95.44                       |
| Rutil                          | 0.28             | 0.00              | 0.23              | 0.52              | 2.92                    | 2.21              | 1.51                   | 0.92              | 28.53                       |
| Y <sup>xrf</sup>               | 92               | 79                | 92                | 46                | -                       | 83                | -                      | 438               | 136                         |
| Nb <sup>xrf</sup>              | 10               | 15                | 14                | 7                 | -                       | 7                 | -                      | 11                | 400                         |
| Zr <sup>xrf</sup>              | 309              | 654               | 579               | 153               | -                       | 142               | -                      | 81                | 53                          |
| Th <sup>naa</sup>              | 2.4              | 3.9               | 6.1               | 1.1               | -                       | 0.7               | -                      | 8.3               | 3.6                         |
| Hf <sup>naa</sup>              | 7.0              | 12.8              | 14.3              | 4.2               | -                       | 4.6               | -                      | 3.4               | 4.0                         |
| Ta <sup>naa</sup>              | 0.9              | 1.3               | 1.6               | 0.7               | -                       | 0.7               | -                      | 1.2               | 52.9                        |
| U <sup>naa</sup>               | 1.0              | 1.6               | 2.8               | 0.4               | -                       | 1.3               | -                      | 0.8               | 18.0                        |
| Rb <sup>xrf</sup>              | 41               | 19                | 10                | 11                | -                       | 39                | -                      | 171               | 38                          |
| Sr <sup>xrf</sup>              | 188              | 261               | 197               | 164               | -                       | 94                | -                      | 23                | 8                           |
| Ba <sup>xrf</sup>              | 351              | 589               | 123               | 124               | -                       | 76                | -                      | 122               | 34                          |
| Zn <sup>xrf</sup>              | 81               | 56                | 16                | 37                | -                       | 18                | -                      | 17                | 27                          |
| Cu <sup>xrf</sup>              | 15               | 10                | 8                 | 25                | -                       | 8                 | -                      | 7                 | 5                           |
| Co <sup>xrf</sup>              | 39               | 19                | 24                | 36                | -                       | 15                | -                      | 24                | 18                          |
| Sc <sup>xrf</sup>              | 45               | 46                | 44                | 36                | -                       | 41                | -                      | 36                | 64                          |
| Cr <sup>xrf</sup>              | <5               | <5                | <5                | 157               | -                       | 123               | -                      | 80                | 129                         |
| Ni <sup>xrf</sup>              | <5               | <5                | 17                | 107               | -                       | 137               | -                      | 297               | 219                         |
| V <sup>xrf</sup>               | 124              | 9                 | 97                | 268               | -                       | 678               | -                      | 2585              | 4000                        |
| Cs <sup>naa</sup>              | 1.3              | <0.5              | <0.2              | 0.2               | -                       | 1.2               | -                      | 1.7               | 1.0                         |
| Br <sup>naa</sup>              | 4.3              | 3.8               | 25.7              | 50.7              | -                       | 74.8              | -                      | 8.3               | -                           |
| Ga <sup>naa</sup>              | 28               | 29                | 27                | 23                | -                       | 26                | -                      | 41                | 33                          |
| As <sup>naa</sup>              | 19.6             | 13.2              | 17.6              | 16.2              | -                       | 16.0              | -                      | 35.6              | -                           |
| La <sup>naa</sup>              | 45.4             | 45.5              | 96.5              | 16.4              | -                       | 15.1              | -                      | 69.7              | 52.0                        |
| Ce <sup>naa</sup>              | 116.0            | 108.3             | 218.0             | 60.8              | -                       | 60.6              | -                      | 242.7             | 150.0                       |
| Nd <sup>naa</sup>              | 117.8            | 50.3              | 84.5              | 37.8              | -                       | 65.9              | -                      | 179.1             | 150.0                       |
| Sm <sup>naa</sup>              | 21.9             | 18.4              | 29.4              | 9.5               | -                       | 15.2              | -                      | 63.0              | 28.9                        |
| Eu <sup>naa</sup>              | 5.6              | 6.3               | 6.5               | 3.0               | -                       | 2.6               | -                      | 6.4               | 4.0                         |
| Tb <sup>naa</sup>              | 2.9              | 2.5               | 3.6               | 1.6               | -                       | 2.8               | -                      | 12.1              | 5.8                         |
| Yb <sup>naa</sup>              | 9.8              | 11.7              | 14.5              | 3.8               | -                       | 10.6              | -                      | 44.8              | 12.0                        |
| Lu <sup>naa</sup>              | 1.4              | 1.8               | 2.2               | 1.0               | -                       | 1.6               | -                      | 6.8               | 2.1                         |

<sup>1</sup> Gjennomsnitt av 5 prøver metagabbro fra 3.0 til 12.0m langs Bh2.

<sup>2</sup> Gjennomsnitt av 6 prøvene metagabbro fra 16.0m til 25.0m langs Bh

<sup>3</sup> Gjennomsnitt av 23 prøver metagabbro fra 25.0m til 47.0m langs borhull2.

<sup>4</sup> Gjennomsnitt av 9 prøver metagabbro fra 87.0 til 89.0m langs Bh2.

<sup>5</sup> Gjennomsnitt av alle 71 ødegårdittprøver fra Bh1.

<sup>6</sup> Gjennomsnitt av 65 ødegårdittprøver mellom 48.0m og 96.0m i Bh2

<sup>7</sup> Gjennomsnitt av alle 7 prøver av flogopitt-enstatitt-apatittbergart i Bh1.

<sup>8</sup> Gjennomsnitt av alle 13 prøver av flogopitt-enstatitt-apatittbergart mellom 51.0m og 91.0m i Bh2.

<sup>9</sup> Meget rutilrik prøve av flogopitt-enstatitt-apatitt bergart fra steintipp like ved Bh1.

Tabell 2: Representative gjennomsnittsanalyser for rutilførende bergarter i Bamble. Jfr. Fig.1 og Tabell 4 for nærmere lokalitetsangivelser. XRF hoved- (%) og sporelementer (ppm; merket <sup>xrf</sup>) og neutronaktiveringsanalyse av sporelementer (ppm; merket <sup>naa</sup>).

| Lok.                           | 1                              | 2                   | 3                          | 4                  | 5                             | 6                        | 7                                  | 8                         |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Bergart                        | Lindvik-<br>kollen<br>albititt | Lofthus<br>albititt | Hauk-<br>åsen<br>pegmatitt | Fone<br>amfibolitt | Gruve-<br>tjønn<br>amfibolitt | Ødegård<br>meta-<br>sed. | Gjerst-<br>vatnet<br>meta-<br>sed. | Sannidal<br>meta-<br>sed. |
| Ant.pr.                        | 4                              | 2                   | 3                          | 1                  | 1                             | 4                        | 3                                  | 9                         |
| SiO <sub>2</sub>               | 64.29                          | 59.96               | 57.11                      | 53.48              | 39.87                         | 50.79                    | 48.84                              | 81.47                     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 19.23                          | 17.53               | 16.55                      | 5.50               | 2.48                          | 17.60                    | 16.16                              | 6.22                      |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.53                           | 2.75                | 2.54                       | 4.85               | 8.44                          | 6.99                     | 9.12                               | 1.45                      |
| TiO <sub>2</sub>               | 2.89                           | 5.46                | 5.54                       | 4.82               | 19.34                         | 2.28                     | 3.18                               | 0.43                      |
| MgO                            | 0.39                           | 0.31                | 4.01                       | 10.55              | 9.43                          | 11.25                    | 13.60                              | 5.30                      |
| CaO                            | 1.22                           | 1.43                | 4.23                       | 14.68              | 13.39                         | 1.02                     | 2.43                               | 0.42                      |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 9.99                           | 9.39                | 5.93                       | 3.71               | 1.35                          | 0.33                     | 0.53                               | 0.24                      |
| K <sub>2</sub> O               | 0.68                           | 0.20                | 1.34                       | 0.11               | 0.11                          | 4.02                     | 2.32                               | 1.42                      |
| MnO                            | 0.01                           | 0.02                | 0.02                       | 0.03               | 0.09                          | 0.02                     | 0.03                               | 0.01                      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.16                           | 0.48                | 0.64                       | 0.09               | 0.07                          | 0.47                     | 0.61                               | 0.08                      |
| Gl.tap.                        | 0.37                           | 2.49                | 1.30                       | 0.66               | 1.80                          | 4.16                     | 2.14                               | 1.37                      |
| SUM                            | 99.77                          | 99.99               | 99.19                      | 98.48              | 96.37                         | 98.92                    | 98.94                              | 98.38                     |
| Rutil                          | 2.73                           | 4.05                | 5.27                       | 4.60               | 15.06                         | 1.73                     | 2.66                               | 0.17                      |
| Y <sup>xrf</sup>               | 12                             | 13                  | 43                         | 54                 | 69                            | 41                       | 44                                 | 6                         |
| Nb <sup>xrf</sup>              | 7                              | 9                   | 111                        | 38                 | 100                           | 19                       | 14                                 | 10                        |
| Zr <sup>xrf</sup>              | 85                             | 241                 | 164                        | 192                | 133                           | 204                      | 241                                | 373                       |
| Th <sup>naa</sup>              | 0.6                            | 2.8                 | 3.0                        | 0.3                | 0.3                           | 4.1                      | 2.1                                | 6.5                       |
| Hf <sup>naa</sup>              | 3.5                            | 8.5                 | 7.7                        | 9.0                | 7.0                           | 5.5                      | 7.0                                | 10.3                      |
| Ta <sup>naa</sup>              | 0.9                            | 0.9                 | 15.4                       | 23.0               | 30.0                          | 1.3                      | 0.7                                | 0.5                       |
| U <sup>naa</sup>               | 3.2                            | 2.6                 | 7.5                        | 3.7                | 11.0                          | 4.1                      | 1.1                                | 2.0                       |
| Rb <sup>xrf</sup>              | 16                             | 7                   | 34                         | 6                  | 6                             | 129                      | 73                                 | 67                        |
| Sr <sup>xrf</sup>              | 35                             | 25                  | 102                        | 18                 | 5                             | 18                       | 63                                 | 9                         |
| Ba <sup>xrf</sup>              | 16                             | 14                  | 107                        | 23                 | 26                            | 215                      | 173                                | 84                        |
| Zn <sup>xrf</sup>              | 6                              | 11                  | 22                         | 25                 | 52                            | 20                       | 22                                 | 7                         |
| Cu <sup>xrf</sup>              | 8                              | 6                   | 6                          | 5                  | 6                             | 2                        | 7                                  | 12                        |
| Co <sup>xrf</sup>              | 10                             | 10                  | 11                         | 15                 | 22                            | 18                       | 20                                 | 16                        |
| Sc <sup>xrf</sup>              | 13                             | 8                   | 29                         | 39                 | 68                            | 30                       | 37                                 | 5                         |
| Cr <sup>xrf</sup>              | 38                             | 28                  | 142                        | 59                 | 105                           | 32                       | 24                                 | 14                        |
| Ni <sup>xrf</sup>              | 19                             | 9                   | 25                         | 29                 | 31                            | 35                       | 32                                 | 11                        |
| V <sup>xrf</sup>               | 281                            | 187                 | 156                        | 172                | 680                           | 205                      | 219                                | 37                        |
| Cs <sup>naa</sup>              | 0.4                            | 0.3                 | 0.5                        | 0.6                | 0.0                           | 5.0                      | 2.5                                | 2.5                       |
| Br <sup>naa</sup>              | 0.7                            | 1.8                 | 16.3                       | 1.8                | 1.4                           | 0.0                      | 0.0                                | 0.0                       |
| Ga <sup>naa</sup>              | 22                             | 21                  | 20                         | 10                 | 18                            | 21                       | 19                                 | 4                         |
| As <sup>naa</sup>              | 1.3                            | 1.3                 | 1.2                        | 2.3                | 1.6                           | 1.1                      | 0.6                                | 1.1                       |
| La <sup>naa</sup>              | 7.0                            | 9.0                 | 33.0                       | 8.0                | 8.0                           | 14.8                     | 16.0                               | 10.4                      |
| Ce <sup>naa</sup>              | 23.0                           | 21.5                | 83.7                       | 36.0               | 22.0                          | 33.5                     | 35.7                               | 19.6                      |
| Nd <sup>naa</sup>              | 11.3                           | 22.0                | 32.7                       | 33.0               | 37.0                          | 18.8                     | 29.7                               | 4.1                       |
| Sm <sup>naa</sup>              | 1.5                            | 3.0                 | 9.4                        | 10.0               | 11.9                          | 5.4                      | 5.8                                | 2.0                       |
| Eu <sup>naa</sup>              | 0.0                            | 0.5                 | 0.7                        | 2.0                | 2.0                           | 1.0                      | 1.7                                | 0.1                       |
| Tb <sup>naa</sup>              | 0.3                            | 0.5                 | 1.4                        | 1.8                | 2.8                           | 1.0                      | 1.4                                | 0.2                       |
| Yb <sup>naa</sup>              | 2.0                            | 2.0                 | 5.7                        | 12.0               | 17.0                          | 3.8                      | 5.7                                | 0.7                       |
| Lu <sup>naa</sup>              | 0.0                            | 0.2                 | 0.8                        | 1.6                | 2.2                           | 0.9                      | 1.0                                | 0.4                       |

<sup>1</sup> Gjennomsnitt av 4 albitittprøver fra Lindvikkollen.

<sup>2</sup> Gjennomsnitt av 2 albitittprøver fra Lofthus.

<sup>3</sup> Gjennomsnitt av 3 pegmatittprøver fra Haukåsen

<sup>4</sup> 1 amfibolittprøve fra Fone.

<sup>5</sup> 1 amfibolittprøve fra Gruvetjønn.

<sup>6</sup> Gjennomsnitt av 4 prøver av en cordieritt-ortoamfibol-flogopitt bergart (metasediment) ved Ødegården.

<sup>7</sup> Gjennomsnitt av 3 prøver av en cordieritt-ortoamfibol-flogopitt bergart (metasediment) ved Gjerstadvatnet.

<sup>8</sup> Gjennomsnitt av 8 prøver av kvarts-cordieritt-flogopittgneis (metasediment) fra Sannidal.



Tabell 3: Analyser av rutilkonsentrater. XRF hovedelementer (%) og sporelementer (ppm; merket <sup>xrf</sup>) og neutronaktiveringsanalyse av sporelementer (ppm; merket <sup>naa</sup>).

| Lokalitet                      | 1<br>Ødegård | 2<br>Ødegård | 3<br>Ødegård | 4<br>Ødegård | 5<br>Lindvik<br>kollen | 6<br>Haukåsen | 7<br>Gruvetjønn | 8<br>Fone | 9<br>Ødegård | 10<br>Gjerstad-<br>vatnet |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|---------------|-----------------|-----------|--------------|---------------------------|
| Prøve                          | 1066/79      | 2098/114     | Ø120+        | KB12H.91     | KB11.91                | KB9.91        | KB6F.91         | KB5F.9    | KB37.91      | KB43.91                   |
| Bergart                        | ødeg.        | mgab         | flog.        | flog.        | alb.                   | pegm.         | amf.            | amf.      | msed.        | msed.                     |
| SiO <sub>2</sub>               | 2.37         | 15.91        | 0.99         | 1.71         | 0.25                   | 0.25          | 0.20            | 0.50      | 0.81         | 1.11                      |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.38         | 0.06         | 0.14         | 0.00         | 0.08                   | 0.13          | 0.00            | 0.07      | 0.36         | 0.32                      |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.19         | 11.51        | 0.35         | 0.44         | 0.85                   | 0.10          | 0.67            | 1.27      | 1.04         | 1.13                      |
| TiO <sub>2</sub>               | 91.64        | 40.43        | 95.70        | 94.41        | 96.87                  | 97.12         | 97.94           | 97.39     | 95.29        | 94.51                     |
| MgO                            | 0.57         | 0.00         | 0.22         | 0.56         | 0.00                   | 0.00          | 0.03            | 0.00      | 0.26         | 0.18                      |
| CaO                            | 0.55         | 0.48         | 0.35         | 0.22         | 0.31                   | 0.00          | 0.41            | 0.54      | 0.19         | 0.24                      |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.00         | 0.00         | 0.47         | 0.00         | 0.00                   | 0.00          | 0.00            | 0.00      | 0.00         | 0.00                      |
| K <sub>2</sub> O               | 0.02         | 0.03         | 0.02         | 0.00         | 0.00                   | 0.00          | 0.00            | 0.00      | 0.01         | 0.01                      |
| MnO                            | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 0.00                   | 0.00          | 0.00            | 0.00      | 0.00         | 0.00                      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.05         | 0.07         | 0.00         | 0.00         | 0.00                   | 0.00          | 0.00            | 0.00      | 0.02         | 0.00                      |
| Sum                            | 95.77        | 68.49        | 98.24        | 97.34        | 98.36                  | 97.80         | 99.25           | 99.77     | 97.98        | 97.50                     |
| Th <sup>naa</sup>              | 8.9          | 32.2         | -            | 1.6          | 0.6                    | 1.8           | 0.9             | 0.9       | 1.3          | 1.6                       |
| U <sup>naa</sup>               | 61.4         | 121.0        | -            | 56.0         | 100.0                  | 93.2          | 48.8            | 42.0      | 184.0        | 31.4                      |
| Hf <sup>naa</sup>              | 155          | 3130         | -            | 36           | 42                     | 81            | 15              | 49        | 59           | 109                       |
| Zr <sup>xrf</sup>              | 6143         | >150000      | 2692         | 338          | 930                    | 2454          | 580             | 1854      | 1422         | 4227                      |
| Nb <sup>xrf</sup>              | 326          | 390          | 686          | 1311         | 149                    | 815           | 936             | 1775      | 806          | 434                       |
| Ta <sup>naa</sup>              | 22           | 24           | -            | 160          | 18                     | 47            | 133             | 359       | 59           | 27                        |
| Y <sup>xrf</sup>               | 69           | 869          | 17           | <5           | 6                      | <5            | <5              | <5        | <5           | 26                        |
| W <sup>naa</sup>               | 85           | 13           | -            | 174          | 300                    | 72            | 51              | 30        | 322          | 37                        |
| Mo <sup>naa</sup>              | 15           | 13           | -            | 10           | 14                     | 7             | 16              | 17        | 49           | 25                        |
| Sr <sup>xrf</sup>              | 14           | <10          | <10          | <10          | 10                     | <10           | 11              | 6         | 22           | 7                         |
| Rb <sup>xrf</sup>              | 8            | 13           | <5           | 7            | 10                     | <5            | 16              | 9         | 8            | 14                        |
| Pb <sup>xrf</sup>              | 16           | 32           | <10          | <10          | <10                    | <10           | 6               | <10       | <10          | 65                        |
| Co <sup>xrf</sup>              | <5           | 460          | -            | <5           | 31                     | <5            | <5              | 6         | <5           | 23                        |
| Cr <sup>xrf</sup>              | 207          | 92           | 345          | 368          | 920                    | 2323          | 276             | 46        | 345          | 46                        |
| Sc <sup>naa</sup>              | 129.0        | 44.4         | -            | 108.0        | 133.0                  | 120.0         | 67.9            | 67.2      | 98.1         | 76.5                      |
| V <sup>xrf</sup>               | 15635        | 982          | 10845        | 14295        | 8866                   | 3072          | 1518            | 843       | 2290         | 2477                      |
| As <sup>naa</sup>              | 4.7          | 19.0         | -            | <0.5         | 1.2                    | <0.5          | <0.5            | 2.7       | 2.0          | 1.8                       |
| Sb <sup>naa</sup>              | 4.5          | 3.1          | -            | 4.0          | 11.4                   | 1.6           | 2.6             | 5.8       | 61.3         | 4.9                       |
| La <sup>naa</sup>              | 10           | 9            | -            | 2            | 5                      | 2             | <2              | 3         | 3            | 4                         |
| Ce <sup>naa</sup>              | 35           | 100          | -            | <20          | <11                    | <12           | <14             | <19       | <22          | <15                       |
| Sm <sup>naa</sup>              | 5.1          | 2.3          | -            | 0.6          | <2.5                   | <2.2          | 0.4             | 1.8       | <4.5         | 0.4                       |
| Yb <sup>naa</sup>              | 9            | 154          | -            | <2           | <2                     | <2            | <2              | <2        | 2            | 3                         |

<sup>1</sup> Rutil utseparert fra prøvene 66 - 79 (56.95m - 67.80m), ødegårditt, Bh1.

<sup>2</sup> Rutil utseparert fra prøvene 98 - 114 (29.00m - 46.16m), metagabbro, Bh 2. Prøven inneholder en betydelig andel zirkon og har liten interesse som rutilkonsentrat betraktet.

<sup>3</sup> Rutil utseparert fra prøvene 120, 122, 124, 126, 128 and 130, flogopitt-enstatitt-apatitt bergart mellom 50 and 57m, Bh2.

<sup>4</sup> Rutil utseparert fra en rutilrik flogopitt-enstatitt-apatitt bergart (prøve KB12H.91) fra steintipp ved Bh1.

<sup>5</sup> Rutil fra albitittprøve KB11.91, Lindvikkollen.

<sup>6</sup> Rutil utseparert av pegmatittprøve KB9.91, Haukåsen.

<sup>7</sup> Rutil utseparert fra amfibolittprøve KB6F.91, Gruvetjønn.

<sup>8</sup> Rutil utseparert fra amfibolittprøve KB5F.91, Fone.

<sup>9</sup> Rutil utseparert fra prøve KB37.91, cordieritt-ortoamfibol-flogopitt bergart, Ødegården.

<sup>10</sup> Rutil utseparert fra prøve KB43.91, cordieritt-ortoamfibol-flogopitt bergart, Gjerstadvatnet.

### 3.3. Geofysiske undersøkelser

Susceptibilitetsmålinger på borkaks- og knakkprøver fra Ødegården i 1990 viste at den rutilførende skapolitt-hornblendebergarten (ødegårditten) er atskillig mindre magnetisk enn de omkringliggende amfibolittiske og gabbroide bergarter. Magnetometri ble derfor ansett som en velegnet metode for kartlegging av forekomstens arealmessige utbredelse, og forekomstområdet ble magnetisk bakkemålt i 1991 (Lauritsen 1992). Det ble ved disse målingene påvist et lavmagnetisk område med lengdeutstrekning på over 1200m (fortsetter inn under dyrket mark ved Ødegården) og bredde varierende mellom 100 og 200m. Grensen til de omkringliggende, mere magnetiske bergarter, lar seg ikke fastsette eksakt fordi de geologiske grenser er gradvise. De magnetiske målingene viser imidlertid at forekomstens utgående er vesentlig over 100.000 m<sup>2</sup>, d.v.s. forekomsten er sannsynligvis stor nok til å være økonomisk interessant hvis andre faktorer som rutilgehalt, oppredningsegenskaper, m.m. er gunstige.

### 3.4. Geologisk tolkning

Forekomsten er dannet som konsekvens av metasomatisk omvandling av en gabbroid bergart i en periode i områdets geologiske utvikling som var karakterisert av omfattende hydrotermalomvandling, anslagsvis for 1100-1200 millioner år siden.

De geologiske relasjoner antyder at forekomsten er dannet gjennom flere geologiske episoder: Gjennomstrømming av Cl-rike løsninger har forårsaket en omfattende skapolittomvandling av den opprinnelig gabbroide bergarten. De fleste hoved- og sporelementer har under denne prosessen vært mobile, slik at bergartens kjemiske sammensetning er betydelig forandret. Forandringen i jerninnhold er i denne sammenheng svært iøynefallende. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-innholdet er redusert fra 15-20% i utgangsbergarten til under 5% i den metasomatiske bergarten (ødegårditt). Samtidig er den mineralogiske sammensetningen endret. Under denne prosessen er jern utlutet fra ilmenitt og transportert ut av systemet av de hydrotermale løsninger, mens titan sitter tilbake i form av rutil. Dette er i samsvar med Brøgger's (1934) tolkning.

Senere episoder med hydrotermale løsninger har strømmet langs svakhetssoner i den allerede skapolittomvandlede bergarten (ødegårditten) og har ført til markant flogopittisering langs de soner/sprekker hvor løsningene har strømmet. Enstatitt og apatitt er i varierende grad anrikt sammen med flogopitt i disse sonene, som tildels har karakter av ganger. En senere hydrotermalepisode har gitt albittisering av ødegårditten i uregelmessige, små partier.

Det er uklart hvilke trykk- og temperaturforhold den metasomatiske prosessen har skjedd under. Den foranliggende granulittfacies regionalmetamorfosen i området har ifølge Kihle (1989) skjedd under relativt høyt temperatur/trykk-forhold. Denne tolkningen er basert på mineralparagenesen i metapelittiske bergarter, bl.a. forskjellige varianter av cordieritt- og sillimanittførende gneisser. Den betydelige hydrotermale begivenhet i området, som bl.a. har ført til dannelsen av Ødegården rutilforekomst, etterfølger granulittmetamorfosen. Det er sannsynlig at metasomatosen, i likhet med granulittmetamorfosen, skjedde ved forholdsvis høy temperatur og relativt lavt trykk. Metamorfosegraden har sannsynligvis vært amfibolittfacies.

Ødegård-skapolitten er Cl-rik (Brøgger 1934, Lieftink m.fl. 1993). Dette antyder at de hydrotermale løsninger har vært klorrike. Brøgger antydte at jernet som ble frigjort ved den metasomatiske prosessen er transportert ut av systemet som  $\text{FeCl}$ , og er utfelt andre steder i hydrotermalsystemet, for eksempel på Langøy hvor det forekommer jernforekomster assosiert med albititt og skapolittomvandlede amfibolitter. Det er ingen grunn til å betvile riktigheten i Brøgger's argumentasjon. Faktisk viser analyseresultatene fra Bh2 at ikke bare jern, men en rekke andre elementer som for eksempel Zn, Cu, Co og Ba er kraftig utlutet og transportert ut av bergarten av de hydrotermale løsninger (se analyseplott i Bilag 8). Denne observasjonen gir interessante perspektiver for hvordan metaller kan frigjøres i dypere deler av jordskorpa for så å transporteres opp til høyere nivåer hvor de, som funksjon av endringer i fysiske og kjemiske forhold i hydrotermalsystemet, kan utfelles og gi malmforekomster av forskjellige typer. Bamble-Kongsberg-regionen har en rekke hydrotermale malmforekomster hvis dannelse kan sees i sammenheng med slike prosesser (jfr. malmforekomstkartet i Juve 1988, samt diverse forekomstkart i NGU's Bergarkiv).

### 3.5. Andre mineraler og metaller av mulig økonomisk interesse

*Apatitt.* Bh1 og 2 skjærer noen få apatittrike flogopitt-soner som tildels har karakter av ganger av den typen som det tidligere er drevet gruvedrift på. Tildels er overgangen fra den omkringliggende ødegårditt gradvis. Sonene opptre imidlertid spredt og har små mektigheter (1-2 dm til 1m) med gehalter på i størrelsesorden 5-10 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  (10-25% apatitt). Apatittens opptreden innenfor disse soner er svært uregelmessig, den er stort sett i form av cm-dm store aggregater og uregelmessige små soner omgitt av enstatitt og flogopitt. Denne apatittmalmen lot seg håndseide den gangen apatittgruvene var i drift, og gruvedriften fulgte de apatittrike sonene nedover i fjellet til ca. 150 m dyp. Apatitt er idag et relativt sett mye mindre verdifullt mineral enn den gang gruvene var i drift, og endringer i gruvedriftsteknologi og det generelle omkostningsnivå forøvrig gjør at det må stilles krav om høy gjennomsnittsgehalt (anslagsvis 5-10%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) over en stor tonnasje (flere millioner tonn apatittrik bergart) før gruvedrift på apatitt kan bli aktuelt. Gjennomsnittlig  $\text{P}_2\text{O}_5$ -gehalt for Bh1 er 0.9 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  og 1.0 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  for Bh2 etter 48m. Apatitt kan imidlertid bli aktuelt som biprodukt i forbindelse med en eventuell framtidig gruvedrift på rutil.

*Sjeldne jordartselementer.* Apatitt (Cl-rik) fra flogopitt-gangene er anrikt på Y og tunge sjeldne jordartselementer i form av små (<0.05 mm) inneslutninger av sjeldne jordartsmineraler i apatitt. Disse mineralene lar seg i liten grad separere fra apatitt ved noen kjent oppredningsmetode, men metallene kan utvinnes ved kjemiske prosesser. 13 prøver av flogopittbergart fra Bh2 inneholder i gjennomsnitt 438 ppm Y, 70 ppm La, 243 ppm Ce, 179 ppm Nd, 63 ppm Sm, 6 ppm Eu, 12 ppm Tb, 45 ppm Yb, 7 ppm Lu, samt 3.16 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  (tilsvarer ca. 8% apatitt). Hvis en forutsetter at 90% av de nevnte elementer inngår i apatitt, blir innholdet i ren apatitt som følger: 4800 ppm Y, 770 ppm La, 2670 ppm Ce, 1970 ppm Nd, 690 ppm Sm, 66 ppm Eu, 130 ppm Tb, 500 ppm Yb, 77 ppm Lu. Markedet for denne type apatitt er trolig begrenset til noen få bedrifter i verden som kan utvinne sjeldne jordartselementer fra apatitt. Sjeldne jordartsmetaller er aktuelt som biprodukt sammen med

apatitt ved en eventuell gruvedrift på rutil, men vil neppe kunne utgjøre noen stor andel av produksjonsverdien.

*Flogopitt.* Selv om flogopitt-gangene inneholder 50-90% flogopitt, er gjennomsnittlig flogopittinnhold for hele forekomsten trolig under 5%. Dette betyr at flogopitt kun er aktuelt i biprodukt-sammenheng. Det er et marked for flogopitt til forskjellige formål i små mengder. En mulig framtidig anvendelse er bruk av finpulverisert flogopitt som jordforbedringsmiddel (K og Mg kilde). Flogopitt er aktuelt som biprodukt ved en eventuell framtidig gruvedrift på rutil.

Tabell 4: Rutilforekomster i Bamble-Arendal området.

| Forekomst           | Nr i NGUs Bergarkiv* | Nr. i felt | Forekomst-type | UTM Øst | UTM Nord | Kart-blad |
|---------------------|----------------------|------------|----------------|---------|----------|-----------|
| Lindvikkollen       | 10582                | KB11.91    | albititt       | 5214    | 65254    | 1712.4    |
| Løfthaug            | -                    | KB1.91     | albititt       | 5164    | 65278    | 1712.4    |
| Laget               | 10895                | KB10.91    | amfibolitt     | 5044    | 65046    | 1612.2    |
| Fone                | 10875                | KB5.91     | amfibolitt     | 5042    | 65229    | 1612.1    |
| Gruvetjønn          | 10879                | KB6.91     | amfibolitt     | 4978    | 65148    | 1612.1    |
| Haukåsen            | -                    | KB9.91     | pegmatitt      | 4940    | 65052    | 1612.2    |
| Sannidal            | -                    | KB42.91    | metasedim.     | 5126    | 65272    | 1612.1    |
| Gjerstadvt.         | -                    | KB43.91    | metasedim.     | 5035    | 65244    | 1612.1    |
| Ødegård             | -                    | diverse    | ødegårditt     | 5318    | 65357    | 1712.4    |
| Flaten <sup>#</sup> | 10924                | -          | ?              | 4813    | 65008    | 1612.3    |
| Sandtjern           | 10897                | -          | ?              | 4916    | 65065    | 1612.2    |
| Verland             | 10898                | -          | ?              | 4955    | 65084    | 1612.2    |
| Landsverk           | 10577                | -          | albititt       | 5209    | 65323    | 1712.4    |
| Frydenborg          | 10580                | -          | albititt       | 5236    | 65260    | 1712.4    |

\*: Forekomstens nr. i NGU's database for mineralressurser. Manglende nr. betyr at forekomsten ikke tidligere er registrert i NGU's arkiv.

<sup>#</sup>: Fe, Ti, rutil.

#### 4. Andre rutilforekomster i regionen (Jfr. Fig.1 og Tabell 4)

En rekke albittbergarter i Kragerø-Arendal området er rutilførende, men forekomstene er gjennomgående små og uregelmessige og ansees å ha liten økonomisk interesse. Følgende to forekomster er befart:

(1) LINDVIKKOLLEN (Rekevik, Sjøen): En rutilførende albitittforekomst ved Lindvikkollen var gjenstand for gruvedrift i begynnelsen av dette århundret. Forekomsten ble undersøkt av A/S Sydvaranger i 1973, og det ble da konkludert med at den er for liten og for lavgehaltig til å være drivbar (Tor Sverdrup, pers. medd. 1987).

(2) LØFTHAUG: Forekomsten som består av rutilførende albititt, er kartlagt og beskrevet av Halvorsen (1973). Rutilgehalten varierer fra 1 til 3-4%. Det er nødvendig med mere detaljert prøvetaking før det kan gis noen god vurdering av gjennomsnittlig rutilgehalt og mulig forekomststørrelse.

Flere forekomster har anrikninger av relativt grovkornig rutil i lys grønne og relativt jernfattige amfibolitter/hornblenditter. De geologiske relasjoner er komplekse med innslag av albititt og pegmatitt. I visse tilfeller er slike forekomster omgitt av granitoide bergarter. Forekomststypen har liten økonomisk interesse fordi forekomstene synes å være små. Følgende forekomster er befart:

(1) LAGET. Rutilmineraliseringen er tilknyttet dm- til m-store fragmenter og uregelmessige soner av en lys, jernfattig amfibolitt i en granitt. Flere stoller er drevet ovenfor hverandre langs den steiltstående, uregelmessige forekomstsstasjonen som er ca. 5m mektig. Uregelmessige albitittiske til pegmatittiske partier/årer er syn- til epigenetisk i forhold til den rutilførende amfibolitten. Inntrykket fra felt er at granitten har intrudert og delvis absorbert en amfibolittisk bergart. Amfibolitten i forekomsten representerer trolig metasomatisk omvandlede rester av den opprinnelige amfibolittiske/gabbroide bergarten, hvor titanet nå er bundet som rutil. Uregelmessige anrikninger av rutil antyder at titan har vært noe mobilt, men vesentlig mindre mobilt enn jern som i stor grad har gått ut av systemet. Mikrosondeanalyse av rutil (pr. KB10b.91, Tabell 4 i Korneliussen m.fl. 1992) viser at rutilmineraliseringen er utpreget NbO-rik (ca. 1% NbO). En sannsynlig forklaring er at Nb er tilført fra den intruderende granitten ved forekomstdannelsen.

(2) FONE. Forekomsten har visse likhetstrekk med Laget med innslag av en lys grønnlig, rutilmineralisert amfibolitt, en albitittisk til pegmatittisk bergart, og med amfibolitt/metagabbro og granitt i omgivelsene. Rutilmineraliseringene er sannsynligvis dannet ved metasomatiske prosesser.

(3) GRUVETJØNN. Forekomsten er svært lik Fone. "Gruveanlegget" består av flere vannfylte røsker.

Enkelte Na-rike pegmatitter i Bamble-Arendal regionen er rutilførende. Rutilgehalten kan i dm-1/2m store partier komme opp i over 5%, men er gjennomgående lavere. Forekomststypen har liten økonomisk interesse. En forekomst, Haukåsen, er befart. Den består av en apatitt- og rutilførende Na-rik, 2-3m mektig pegmatitt i en glimmergneis. Det er drevet en liten stoll mot øst og røsket i flere mindre pegmatitter i området. Rutil opptrer som opptil flere cm store klyser i en grov pegmatittvariant og som finkornig (<3mm) disseminasjon i en finkornigere variant av pegmatitten.

Rutil opptrer i en rekke cordierittførende metasedimenter (gneiser) i Bamble-Arendal regionen med gehalter på 1-2 vol.%, lokalt forekommer gehalter på 2-5 vol.% rutil (Kihle 1989, pers.medd. 1991). Stedvis opptrer rutil sammen med zirkon, monazitt, ilmenitt og apatitt som bånd i cordieritt-gneisen. Dette indikerer at mineraliseringen representerer en tungmineralanrikning i den

opprinnelige sedimentære bergarten. Denne type forekomst er interessant fordi det er en mulighet for store forekomster. I verdenssammenheng er placer rutilforekomster (umetamorfe) de eneste som er i drift i dag. Slike forekomster kan ha betydelig størrelse (strandsand avsetninger), men er ofte lavgehaltige. Aktuelle biprodukt-mineraler er monazitt, zirkon og apatitt fra det opprinnelige tungmineralselskapet, cordieritt og muligens også ortopyroksen (gedritt) fra det metamorfe mineralselskapet. Prøvetatte lokaliteter er: (1) SANNIDAL. I en ca 200m lang veiskjæring ved E18 opptrer flere varianter av en rutilførende kvarts-cordieritt-flogopitt-ortoamfibol(gedritt) gneis. Forekomsten er påvist av Kihle (1989) og er tolket å være et kvartsittisk til pelittisk sediment som har gjennomgått granulittfacies metamorfose ved relativt lavt trykk, for senere å retrograderes. Forskjellige varianter av denne forekomsttypen en rekke steder i Bamble-Arendal regionen er beskrevet av Kihle (1989). (2) GJERSTADVATNET. I blotninger langs stranden av Gjerstadvatnet opptrer rutilførende metasedimenter av samme type som beskrevet ovenfor. (3) ØDEGÅRDEN (Lok. KB37a.91). En liknende bergart som ved Gjerstadvatnet opptrer som en 5-10m mektig sone noen hundre meter syd for Ødegården rutil-apatitt forekomst. Rutilgehalten er 2-3%.

## 5. Diskusjon og konklusjon

Ødegårdenforekomsten utgjør en langstrakt steiltstående sone som stryker fra et skogsområde i SV mot NØ hvor den fortsetter under jordbruksland og gårder ved Ødegården. Arealet er godt over 100.000 m<sup>2</sup>. Ned til 100m dyp tilsvarer dette en forekomststørrelse på minst 27 millioner tonn. Det er sannsynlig at forekomsten er betydelig større enn dette når en tar hensyn til at den fortsetter under jordbruksland og spredt bebyggelse ved Ødegården samt trolig også strekker seg vesentlig dypere enn 100m.

Rutilgehalten synes gjennomgående å være i størrelsesorden 1-4%. Variasjonen i gehalt er stor innenfor forekomstområdet og det kan ikke gis noe godt estimat av gjennomsnittsgehalten. Den delen av forekomsten som ligger nærmest Ødegården synes imidlertid å ha noe høyere gehalt (2-4% rutil) enn de midtre og sydvestlige deler (1-3% rutil). Apatitt og flogopitt er aktuelle som biprodukt ved en eventuell framtidig gruvedrift. Omfattende diamantboringer er nødvendig før det kan gis noen presis vurdering av forekomststørrelse og rutilgehalt.

Det synes å være enighet om at bruk av TiO<sub>2</sub>-pigment vil øke i årene framover, og at rutil (både naturlig rutil og syntetisk rutil laget fra ilmenitt) vil få større betydning i framtiden. Idag er imidlertid produksjonskapasiteten for rutil større enn etterspørselen, og prisene er lave; dagens rutilpris er ca. kr 2.900,- pr. tonn (mai 1993) som er omtrent 50% under 1990-prisen.

I en tidligere rapport som sammenfatter tilgjengelig informasjon om norske rutilforekomster (Korneliussen m.fl. 1992) konkluderes det med at 2.5-4% rutil er økonomisk interessant hvis (1) forekomsten er av betydelig størrelse, d.v.s. inneholder flere 10-talls millioner tonn malm, (2) at oppredningsegenskapene er gunstige slik at det er mulig å produsere et rutilkonsentrat av tilstrekkelig renhet samtidig som utvinningsgraden er god, og (3) at areal-/miljø konflikten ved en eventuell gruvedrift ikke blir for stor. Ødegården rutilforekomst har gehalter og forekomststørrelse i denne størrelsesorden, men det er ikke gjort noen vurdering av oppredningsegenskaper eller av den mulige areal/miljø-konflikt ved en eventuell gruvedrift. Dette er faktorer som lett kan føre til at

forekomsten ikke kan utnytted.

Ifølge Dormann (1993) er det ovenfor nevnte kravet til rutilgehalt for optimistisk; etter hans vurdering er det nødvendig med i størrelsesorden 6% rutil før en norsk rutilforekomst skal kunne bli drivbar. Korneliussen m.fl. tar imidlertid utgangspunkt i rutilprisen omkring 1990-91 (kr 3.500,- - kr 4.000,- pr. tonn), mens Dormann's utgangspunkt er rutilprisen våren 1993 som er kr 2.900,- pr. tonn. Ødegården vil helt klart ikke kunne tilfredstille Dormann's kravt til rutilgehalt. Dormann forutsetter imidlertid en kompleks og kostbar oppredning og tar ikke med i betraktning verdien av eventuelle biprodukter. Det er mulig, men ikke bevist, at oppredningen for Ødegårdenforekomsten's vedkommende kan bli enklere enn Dormann forutsetter. Grunnen er at ødegårdittbergarten ikke inneholder granat, som er et hovedproblem ved rutilseparasjon fra eklogittforekomster på Vestlandet (som er Dormann's utgangspunkt).

Det er i denne argumentasjonen ikke tatt hensyn til at innhold av skadelige sporelementer i rutilkonsentratet påvirker salgsværdien. Ødegård-rutilen er i så henseende av en type som er rik på sporelementer. Det er ukjent i hvilken grad dette vil påvirke salgsværdien for et eventuelt framtidig rutilkonsentrat fra Ødegården.

Rutilgehalten i Ødegården-forekomsten er, til tross for disse argumenter, sannsynligvis for lav til at forekomsten er drivbar i dagens situasjon, men den er avgjort en ressurs som kan få økonomisk betydning i framtiden når en tar i betraktning at de langsiktige markedsutsikter for rutil er gode.

#### *Vedr. videre undersøkelser:*

(1) Først må en avgjøre om Ødegård-rutilen har kvaliteter som er attraktive for markedet. Det er viktig at dette gjøres av eller i samarbeide med et industriselskap som kjenner markedet for titanmineraler. Aktuelle norske selskaper er Kronos Titan (Fredrikstad), Titania (Hauge i Dalane) og Tinfos Titan & Iron (Kvinesdal/Tyssedal).

(2) Et naturlig neste skritt i forekomstundersøkelsen er å foreta en vurdering av hvilken areal- og miljøkonflikt en eventuell gruvedrift vil forårsake.

(3) Hvis en mener areal/miljø-situasjonen kan håndteres innenfor en rimelig kostnad, bør undersøkelsen videreføres i form av oppredningsforsøk (mineralseparasjonsforsøk) for å skaffe informasjon om kvaliteten av de rutilkonsentrater som kan produseres i industriell skala, utvinningsgraden, og de tilhørende kostnader. På dette stadium bør en ha gjort seg opp en mening om hvilket bidrag til totaløkonomien biprodukt-mineralene kan gi.

(4) Hvis resultatet så langt er positivt bør forekomsten bli gjenstand for omfattende oppboring for å skaffe til veie presis informasjon om malmresserver og gehalter.

## **6. Litteraturreferanser**

Brøgger, W.C. og Reusch, H.H. 1875: Vorkommen des Apatit in Norwegen. Zeitschrift der Deutsche Geologische Gesellschaft 27, 646-702.

Brøgger, W.C. 1934: On several Archaean rocks from the south coast of Norway. II. The south norwegian hyperites and their metamorphism. Skrifter Norske Videnskaps-Akademi i Oslo, Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse 1, 421 s.

- Bugge, C. 1922: Statens apatitdrift i rateringstiden. Norges geol. unders. 111, 34 s.
- de Haas, G.J.L.M. 1992: Source, evolution, and age of coronitic gabbros from the Arendal-Nelaug area, Bamble, Southeast Norway. Dr.gr. avh., Utrecht Univ., Nederland.
- de Haas, G.J.L.M., Nijland, T.G., Huijsmans, J.P.P., Maijer, C. og Dam, B.P. 1992: The magmatic history of a gabbroic intrusion in the Bamble Sector, Vestre Dale, Norway. N.Jb.Mineral.Mh.
- Dormann, P. 1993: Titanium minerals. Market research and profitability of norwegian deposits. Dr. ing. thesis, Norwegian Institute of Technology (NTH), Univ. Trondheim, 295 p.
- Hysingjord, J. 1990: Skapolitt-undersøkelser i Bamble-feltet, Kragerø kommune. NGU rapport nr. 90.042.
- Juve, G. 1988: Malmforekomster. Nasjonalatlas for Norge, Statens Kartverk, 63 s.
- Kihle, 1989: Polymetamorf utvikling av cordieritt-førende metapelitter i Bamble-sektoren, Syd-Norge. Cand.scient-avh., Inst.Geologi, Univ. Oslo, 193 s. + Bilag.
- Korneliussen, A., Geis, H.P., Gierth, E., Krause, H., Robins, B. & Schott, W. 1985a: Titanium ores: an introduction to a review of titaniferous magnetite, ilmenite and rutile deposits in Norway. Nor. geol. unders. Bull. 402, 7-24.
- Korneliussen, A., Geis, H.P., Gierth, E., Krause, H., Robins, B. & Schott, W. 1985b: Registered Fe-Ti and Ti deposits in Norway. NGU-rapport nr. 85.125.
- Korneliussen, A., Dormann, P., Erambert, M., Furuhaug, L. og Mathiesen, C.O. 1992: Rutilforekomster tilknyttet eklogittbergarter på Vestlandet og i metasomatisk omvandlede bergarter og metasedimenter i Bamble-Arendal regionen. NGU-rapport nr. 92.234, 43 s. + 45s. bilag.
- Kullerud, L. og Dahlgren, S. 1990: Timing of the high-grade metamorphism in the Bamble Sector, South Norway. Geonytt 17, 68 (abstract).
- Kullerud, L. & Machado 1991: End of controversy: U-Pb geochronological evidence for significant Grenvillian activity in the Bamble area, Norway. Terra abstracts 3, 504.
- Krause, m.fl. 1985: Ti-Fe deposits in the South Rogaland Igneous Complex, with special reference to the Åna-Sira Anorthosite Massif. Nor. geol. unders. Bull. 402, 25-37.
- Lamb, R.C., Smalley, P.C. and Field, D. 1986: P-T conditions for the Arendal granulites, southern Norway: implications for the roles of P,T and CO<sub>2</sub> in deep crustal LILE-depletion. J. Metam. Geol. 4, 143-160.
- Lieftink, D.J. & Nijland, T.G. 1992: Behaviour of La, Ce, Nd, Dy and Y during the replacement of Cl by OH in apatites from the ancient Ødegårdens Verk Mines (Kragerø, Norway). Volume of abstracts, 1st Netherlands Earth Scientific Congress, Veldhoven 1992, s. 134.
- Lieftink, D.J., Nijland, T.G. og Maijer, C. 1993: Cl-rich scapolite from Ødegårdens Verk, Bamble, Norway. Norsk Geol. Tidskr. 73, 55-57.
- Morton, R.D. 1961: Contribution to the mineralogy of Norway. No. 9. On the occurrence of two rare phosphates in the Ødegården Apatite mines, Bamble, South Norway. Norsk Geol. Tidskr. 41, 233-246.
- Neumann, H., Jøsang, O. & Morton, R.D. 1960: Mineral occurrences in Southern Norway. Norges geol. unders. 212, 13-16.
- Orville, P.M. 1975: Stability of scapolite in the system Ab-An-NaCl-CaCO<sub>3</sub> at 4 kb and 750°C. Geochimica et Cosmochimica Acta 39, 1091-1105.
- Paulsen, O. 1990: Smelting av skapolitt. Sintef-rapport nr. SFT34 F90194, 11 s.



- Sem, G. 1987: *Ødegårdens Verk*. Utarbeidet av Bamble historielag. Alf Jacobsens Boktrykkeri, Brevik, 180 s.
- Smalley, P.C. og Field, D. 1991: REE, Th, Hf and Ta in Bamble gabbros (southern Norway) and their amphibolitized equivalents: implications for gabbro tectonic setting. *Precambrian Res.* 53, 233-242.

Bilag 1: Analyse av borkaksprøver fra Ødegården 1990 (Rutil analyseprosedyre).

| Prøve                          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11     | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 43.53 | 48.26 | 46.93 | 48.99 | 50.58 | 48.22 | 46.35 | 46.39 | 43.67 | 45.72 | 68.77  | 49.66 | 46.70 | 50.98 | 44.00 | 46.23 | 48.51 | 44.08 | 48.14 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 12.25 | 14.85 | 14.50 | 16.49 | 16.46 | 17.35 | 14.83 | 15.71 | 9.53  | 12.93 | 17.35  | 13.39 | 9.67  | 14.09 | 11.48 | 13.02 | 15.53 | 14.01 | 14.24 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14.93 | 3.70  | 7.98  | 3.41  | 2.89  | 3.35  | 7.68  | 6.90  | 11.62 | 11.96 | 1.12   | 4.18  | 5.98  | 3.72  | 18.01 | 13.65 | 3.99  | 12.61 | 4.85  |
| TiO <sub>2</sub>               | 2.67  | 3.86  | 3.23  | 2.81  | 3.31  | 1.84  | 2.45  | 2.18  | 1.66  | 2.45  | 0.27   | 4.46  | 3.43  | 4.08  | 3.94  | 3.94  | 2.53  | 1.83  | 2.81  |
| MgO                            | 5.77  | 7.43  | 6.50  | 6.77  | 7.27  | 6.31  | 7.76  | 6.02  | 9.91  | 5.65  | 0.63   | 8.18  | 12.60 | 6.93  | 4.03  | 5.19  | 6.53  | 5.88  | 6.82  |
| CaO                            | 7.72  | 9.06  | 8.88  | 8.90  | 7.99  | 9.44  | 8.08  | 9.30  | 9.51  | 6.51  | 2.43   | 8.90  | 10.74 | 9.58  | 8.52  | 7.87  | 8.41  | 8.96  | 9.28  |
| Na <sub>2</sub> O              | 3.69  | 6.30  | 5.10  | 5.68  | 5.39  | 6.69  | 4.73  | 5.55  | 2.55  | 3.38  | 11.37  | 6.61  | 3.91  | 7.02  | 3.78  | 4.22  | 6.28  | 3.70  | 5.33  |
| K <sub>2</sub> O               | 0.51  | 0.50  | 0.59  | 0.70  | 0.96  | 0.54  | 0.69  | 0.65  | 1.29  | 1.99  | 0.12   | 0.34  | 0.37  | 0.36  | 0.83  | 0.86  | 0.85  | 0.79  | 1.05  |
| MnO                            | 0.08  | 0.02  | 0.06  | 0.02  | 0.02  | 0.01  | 0.04  | 0.06  | 0.06  | 0.08  | 0.01   | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.17  | 0.15  | 0.02  | 0.11  | 0.03  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.41  | 0.46  | 0.32  | 0.40  | 0.56  | 0.37  | 0.45  | 0.32  | 1.34  | 0.26  | 0.13   | 0.37  | 0.62  | 0.65  | 0.39  | 0.47  | 0.56  | 0.46  | 0.66  |
| Cl                             | 0.77  | 1.98  | 1.87  | 1.00  | 0.13  | 2.23  | 1.18  | 1.89  | 1.14  | 0.88  | 0.10   | 2.11  | 1.06  | 1.86  | 1.16  | 0.77  | 1.96  | 1.07  | 1.72  |
| Sum                            | 92.33 | 96.42 | 95.96 | 95.17 | 95.56 | 96.35 | 94.24 | 94.97 | 92.28 | 91.81 | 102.30 | 98.22 | 95.10 | 99.29 | 96.31 | 96.37 | 95.17 | 93.50 | 94.93 |
| Rutil                          | 0.41  | 3.41  | 0.83  | 2.43  | 3.00  | 1.48  | 1.40  | 1.13  | 0.60  | 0.89  | 0.03   | 4.18  | 2.97  | 3.84  | 0.24  | 0.20  | 2.17  | 0.48  | 2.41  |
| Susc.*10 <sup>-5</sup>         | 1609  | 58    | 140   | 23    | 16    | 26    | 343   | 179   | 398   | 716   | 42     | 24    | 17    | 28    | 1814  | 227   | 21    | 395   | 31    |

| Prøve                          | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    | 31    | 32    | 33    | 34    | 35    | 36    | 37    | 38    | 39    |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 48.86 | 45.97 | 48.72 | 47.64 | 54.90 | 49.50 | 51.50 | 44.01 | 51.57 | 45.03 | 46.93 | 49.35 | 48.89 | 48.88 | 47.42 | 53.27 | 49.48 | 45.93 | 48.24 | 47.24 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15.91 | 14.62 | 15.60 | 15.01 | 14.91 | 13.94 | 13.61 | 10.79 | 13.39 | 13.49 | 14.89 | 10.80 | 11.94 | 11.26 | 13.97 | 15.33 | 15.90 | 13.75 | 15.23 | 13.62 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3.71  | 6.68  | 3.61  | 5.26  | 5.34  | 13.57 | 9.73  | 16.57 | 9.56  | 10.65 | 6.85  | 15.21 | 13.83 | 15.78 | 6.53  | 2.90  | 3.53  | 13.17 | 4.66  | 8.31  |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.20  | 2.48  | 3.17  | 2.89  | 2.61  | 2.38  | 2.35  | 3.43  | 2.26  | 2.69  | 2.71  | 2.20  | 2.28  | 2.30  | 2.73  | 2.05  | 2.32  | 2.61  | 2.42  | 2.75  |
| MgO                            | 6.32  | 6.73  | 7.09  | 6.68  | 3.38  | 2.65  | 3.47  | 5.41  | 2.29  | 5.16  | 6.06  | 1.97  | 2.26  | 1.90  | 7.30  | 3.97  | 7.08  | 4.79  | 7.21  | 5.90  |
| CaO                            | 9.28  | 9.41  | 9.70  | 9.78  | 8.73  | 7.09  | 8.49  | 8.30  | 10.01 | 9.20  | 9.50  | 6.79  | 9.58  | 6.97  | 8.69  | 7.25  | 7.89  | 8.18  | 9.31  | 7.76  |
| Na <sub>2</sub> O              | 7.03  | 5.42  | 7.06  | 6.05  | 7.47  | 6.07  | 6.53  | 3.34  | 4.90  | 5.04  | 6.10  | 3.56  | 3.73  | 3.55  | 5.58  | 7.85  | 6.46  | 3.76  | 6.42  | 5.34  |
| K <sub>2</sub> O               | 0.42  | 0.60  | 0.39  | 0.45  | 0.44  | 0.48  | 0.18  | 0.87  | 0.76  | 0.55  | 0.44  | 1.37  | 1.15  | 1.37  | 0.77  | 0.76  | 1.13  | 0.94  | 0.50  | 0.46  |
| MnO                            | 0.01  | 0.05  | 0.01  | 0.05  | 0.04  | 0.15  | 0.06  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.05  | 0.17  | 0.11  | 0.27  | 0.03  | 0.02  | 0.02  | 0.15  | 0.02  | 0.06  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.61  | 0.33  | 0.57  | 0.55  | 1.45  | 1.21  | 1.21  | 0.45  | 1.18  | 0.44  | 0.46  | 0.98  | 1.16  | 1.00  | 0.58  | 1.14  | 0.52  | 0.66  | 0.51  | 0.56  |
| Cl                             | 2.31  | 2.01  | 2.36  | 2.24  | 0.16  | 0.14  | 0.13  | 0.92  | 0.44  | 2.07  | 2.29  | 0.91  | 0.72  | 0.54  | 2.02  | 1.54  | 1.89  | 0.69  | 2.18  | 1.29  |
| Sum                            | 97.66 | 94.30 | 98.28 | 96.60 | 99.43 | 97.18 | 97.26 | 94.20 | 96.47 | 94.43 | 96.28 | 93.31 | 95.65 | 93.82 | 95.62 | 96.08 | 96.22 | 94.63 | 96.70 | 93.29 |
| Rutil                          | 2.94  | 1.52  | 2.81  | 2.43  | 1.37  | -0.01 | 0.08  | -0.04 | 0.27  | 0.34  | 1.44  | -0.10 | 0.32  | 0.09  | 1.68  | 1.63  | 1.93  | 0.07  | 1.89  | 1.23  |
| Susc.*10 <sup>-5</sup>         | 23    | 36    | 20    | 42    | 56    | 192   | 3324  | 187   | 63    | 234   | 156   | 562   | 71    | 1342  | 266   | 21    | 30    | 2920  | 66    | 635   |

| Prøve                          | 40    | 41    | 42    | 43    | 44    | 45    | 46    | 47    | 48    | 49    | 50    | 51    | 52    | 53    | 54    | 55    | 56    | 57    | 58    | 59    |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO <sub>2</sub>               | 50.21 | 47.32 | 46.23 | 48.06 | 45.16 | 49.43 | 45.61 | 49.16 | 53.75 | 46.20 | 48.45 | 47.17 | 47.42 | 47.19 | 45.75 | 49.13 | 46.37 | 46.10 | 47.24 | 49.00 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 16.50 | 15.00 | 14.39 | 14.34 | 14.11 | 15.75 | 14.00 | 16.96 | 15.88 | 14.91 | 16.25 | 16.27 | 16.20 | 15.09 | 12.82 | 14.93 | 13.23 | 14.47 | 14.95 | 16.40 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3.12  | 6.16  | 9.31  | 4.18  | 8.89  | 3.53  | 10.05 | 3.19  | 2.70  | 14.61 | 3.04  | 5.40  | 4.05  | 6.26  | 9.31  | 4.41  | 6.89  | 10.09 | 4.92  | 3.47  |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.06  | 2.80  | 2.48  | 3.28  | 2.42  | 3.05  | 2.61  | 2.99  | 2.79  | 2.82  | 2.79  | 2.51  | 2.54  | 3.02  | 2.74  | 2.60  | 2.36  | 2.82  | 2.97  | 2.95  |
| MgO                            | 5.98  | 5.69  | 5.69  | 6.86  | 6.67  | 6.56  | 4.96  | 6.15  | 2.98  | 4.07  | 5.55  | 6.18  | 5.84  | 6.27  | 6.68  | 8.17  | 7.97  | 4.85  | 6.49  | 6.36  |
| CaO                            | 8.97  | 9.07  | 8.87  | 9.40  | 8.52  | 8.94  | 9.12  | 8.53  | 8.62  | 8.24  | 9.41  | 8.57  | 9.80  | 8.94  | 8.88  | 8.68  | 9.68  | 9.36  | 9.38  | 8.99  |
| Na <sub>2</sub> O              | 8.09  | 6.59  | 5.58  | 6.06  | 4.04  | 7.35  | 5.26  | 7.53  | 9.10  | 3.51  | 7.20  | 6.45  | 6.62  | 6.55  | 5.07  | 6.24  | 5.54  | 6.05  | 6.41  | 7.49  |
| K <sub>2</sub> O               | 0.38  | 0.47  | 0.62  | 0.66  | 1.41  | 0.42  | 0.45  | 0.48  | 0.31  | 1.35  | 0.34  | 0.61  | 0.46  | 0.47  | 0.72  | 0.50  | 0.39  | 0.43  | 0.46  | 0.45  |
| MnO                            | 0.02  | 0.05  | 0.05  | 0.02  | 0.06  | 0.01  | 0.12  | 0.02  | 0.01  | 0.19  | 0.01  | 0.02  | 0.01  | 0.03  | 0.08  | 0.02  | 0.03  | 0.06  | 0.03  | 0.01  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.61  | 0.41  | 0.43  | 0.57  | 0.41  | 0.58  | 0.35  | 0.40  | 1.00  | 0.48  | 0.53  | 0.55  | 0.55  | 0.45  | 0.43  | 0.42  | 0.34  | 0.46  | 0.54  | 0.54  |
| Cl                             | 2.59  | 2.39  | 2.12  | 2.05  | 1.41  | 2.43  | 2.32  | 2.38  | 1.51  | 0.42  | 2.44  | 2.14  | 2.34  | 2.24  | 2.00  | 1.39  | 1.93  | 2.37  | 2.32  | 2.51  |
| Sum                            | 99.53 | 95.95 | 95.77 | 95.48 | 93.10 | 98.05 | 94.85 | 97.79 | 98.65 | 96.80 | 96.01 | 95.87 | 95.83 | 96.51 | 94.48 | 96.49 | 94.73 | 97.06 | 95.71 | 98.17 |
| Rutil                          | 2.72  | 1.64  | 0.68  | 2.83  | 1.37  | 2.68  | 0.33  | 2.49  | 2.55  | 0.03  | 2.46  | 1.54  | 2.16  | 1.83  | 1.13  | 1.92  | 1.53  | 0.83  | 2.22  | 2.58  |
| Susc.*10 <sup>-5</sup>         | 31    | 152   | 552   | 25    | 268   | 25    | 1447  | 38    | 65    | 4835  | 62    | 59    | 32    | 145   | 569   | 32    | 101   | 1523  | 71    |       |

Bilag 2: Analyser av samleprøver fra steintipper i den nordøstlige og sydvestlige delen av forekomstområdet (Rutil analyseprosedyre).

| Sample                         | Prøver fra steintipper i NØ |       |       |       | Gj.sn. | Prøver fra steintipper i SV |       |       |       |       | Gj.sn. |
|--------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                | KB51A                       | KB51C | KB51B | KB51D | NØ     | KB52E                       | KB52A | KB52B | KB52D | KB52C | SV     |
| SiO <sub>2</sub>               | 52.33                       | 53.14 | 52.44 | 52.01 | 52.48  | 56.37                       | 50.07 | 49.98 | 49.88 | 49.92 | 51.24  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15.40                       | 17.85 | 17.02 | 17.17 | 16.86  | 15.90                       | 16.81 | 17.39 | 17.08 | 17.01 | 16.84  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.58                        | 1.22  | 1.96  | 1.82  | 1.90   | 2.58                        | 3.19  | 2.82  | 3.21  | 3.12  | 2.98   |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.98                        | 3.92  | 4.08  | 4.19  | 4.04   | 2.05                        | 3.05  | 3.01  | 3.11  | 3.14  | 2.87   |
| MgO                            | 6.30                        | 5.76  | 5.59  | 5.74  | 5.85   | 6.64                        | 7.37  | 7.44  | 7.47  | 7.29  | 7.24   |
| CaO                            | 7.06                        | 4.66  | 6.70  | 6.80  | 6.31   | 5.92                        | 8.53  | 7.62  | 7.79  | 8.18  | 7.61   |
| Na <sub>2</sub> O              | 7.01                        | 7.99  | 7.64  | 7.64  | 7.57   | 6.50                        | 6.57  | 6.59  | 6.53  | 6.60  | 6.56   |
| K <sub>2</sub> O               | 0.63                        | 0.92  | 0.61  | 0.57  | 0.68   | 0.60                        | 0.54  | 0.73  | 0.81  | 0.66  | 0.67   |
| MnO                            | 0.01                        | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01   | 0.01                        | 0.02  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.73                        | 0.40  | 0.51  | 0.35  | 0.50   | 0.34                        | 0.39  | 0.43  | 0.45  | 0.43  | 0.41   |
| Gl.t.                          | 1.85                        | 1.97  | 1.20  | 1.43  | 1.61   | 1.38                        | 0.92  | 1.50  | 1.33  | 1.14  | 1.25   |
| Sum                            | 97.89                       | 97.83 | 97.75 | 97.73 | 97.80  | 98.29                       | 97.46 | 97.52 | 97.67 | 97.49 | 97.69  |
| Rutil                          | 3.51                        | 3.62  | 3.82  | 3.95  | 3.73   | 1.85                        | 2.53  | 2.61  | 2.68  | 2.83  | 2.50   |
| Nb                             | 11                          | 14    | 11    | 11    | 12     | 8                           | 9     | 10    | 10    | 8     | 9      |
| Zr                             | 230                         | 179   | 183   | 179   | 193    | 97                          | 129   | 146   | 132   | 124   | 126    |
| Y                              | 107                         | 46    | 76    | 89    | 80     | 73                          | 109   | 106   | 84    | 112   | 97     |
| Ce                             | 61                          | 37    | 44    | 37    | 45     | 31                          | 40    | 45    | 52    | 45    | 43     |
| La                             | 25                          | 24    | 23    | 20    | 23     | 24                          | 19    | 24    | 22    | 21    | 22     |
| Nd                             | 81                          | 48    | 62    | 61    | 63     | 32                          | 55    | 55    | 66    | 60    | 54     |
| Sr                             | 94                          | 108   | 117   | 75    | 99     | 83                          | 104   | 82    | 94    | 88    | 90     |
| Rb                             | 27                          | 35    | 21    | 20    | 26     | 22                          | 15    | 25    | 25    | 18    | 21     |
| Ba                             | 62                          | 58    | 76    | 43    | 60     | 178                         | 57    | 82    | 75    | 105   | 99     |
| V                              | 642                         | 586   | 553   | 642   | 606    | 383                         | 691   | 575   | 575   | 546   | 554    |
| Zn                             | 9                           | 6     | 7     | 9     | 8      | 14                          | 12    | 13    | 10    | 12    | 12     |
| Cu                             | 0                           | 5     | 5     | 6     | 4      | 7                           | 6     | 0     | 5     | 0     | 4      |
| Ni                             | 110                         | 77    | 107   | 102   | 99     | 96                          | 140   | 142   | 142   | 142   | 132    |
| Cr                             | 30                          | 33    | 35    | 52    | 38     | 54                          | 132   | 90    | 121   | 103   | 100    |
| Co                             | 0                           | 0     | 0     | 0     | 0      | 11                          | 15    | 14    | 14    | 13    | 13     |

## Bilag 3: Analyser av borhull 1, Ødegården (Rutil analyseprosedyre)

| Analyse nr.                    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Avstand                        | 2.00  | 3.00  | 4.60  | 5.00  | 6.00  | 7.00  | 8.00  | 9.00  | 10.00 | 11.00 | 12.00 | 13.00 | 14.00 | 15.00 | 16.00 | 17.00 | 18.00 | 19.00 | 20.00 |       |
| Lengde                         | 1.30  | 1.00  | 1.60  | 0.40  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |       |
| Bergart                        | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  |       |
| SiO <sub>2</sub>               | 48.16 | 51.33 | 49.41 | 50.51 | 53.44 | 46.22 | 49.35 | 47.56 | 48.28 | 50.23 | 50.62 | 50.52 | 51.86 | 50.84 | 50.87 | 52.37 | 51.79 | 48.30 | 51.30 |       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15.86 | 16.37 | 16.28 | 16.42 | 16.54 | 15.77 | 16.57 | 16.49 | 15.98 | 15.89 | 15.76 | 17.60 | 16.61 | 14.99 | 15.42 | 16.65 | 16.29 | 15.56 | 17.12 |       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 8.94  | 3.64  | 5.28  | 3.18  | 2.71  | 3.12  | 1.78  | 4.67  | 9.43  | 2.89  | 3.55  | 2.78  | 2.92  | 4.83  | 3.05  | 2.35  | 4.64  | 7.37  | 2.80  |       |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.47  | 3.19  | 3.38  | 3.32  | 3.29  | 3.49  | 3.47  | 3.32  | 3.27  | 4.10  | 4.14  | 3.22  | 3.60  | 4.15  | 4.32  | 5.29  | 3.99  | 3.66  | 3.25  |       |
| MgO                            | 6.42  | 6.65  | 6.73  | 6.30  | 5.90  | 12.05 | 7.09  | 10.07 | 5.52  | 7.22  | 6.70  | 5.77  | 6.89  | 7.51  | 7.11  | 6.59  | 5.47  | 6.25  | 6.40  |       |
| CaO                            | 5.94  | 6.62  | 6.96  | 7.18  | 5.29  | 5.22  | 7.10  | 5.34  | 8.15  | 8.16  | 7.95  | 8.98  | 7.27  | 7.84  | 8.16  | 5.01  | 7.59  | 8.17  | 7.60  |       |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4.95  | 5.56  | 5.25  | 4.71  | 6.07  | 3.38  | 5.10  | 3.97  | 4.94  | 6.66  | 6.62  | 6.21  | 6.63  | 5.76  | 6.47  | 5.81  | 5.66  | 6.09  | 7.02  |       |
| K <sub>2</sub> O               | 1.04  | 1.32  | 1.15  | 2.18  | 1.04  | 2.22  | 1.48  | 1.45  | 0.84  | 0.56  | 0.49  | 0.61  | 0.56  | 0.40  | 0.34  | 1.96  | 0.74  | 0.57  | 0.46  |       |
| MnO                            | 0.06  | 0.02  | 0.03  | 0.02  | 0.02  | 0.01  | 0.01  | 0.02  | 0.03  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.03  | 0.01  | 0.01  | 0.03  | 0.03  | 0.01  |       |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.45  | 0.45  | 0.44  | 0.47  | 0.32  | 0.55  | 0.53  | 0.81  | 0.40  | 0.62  | 0.56  | 0.47  | 0.35  | 0.46  | 0.70  | 0.42  | 0.59  | 0.41  | 0.40  |       |
| Gl.tap                         | 3.95  | 3.50  | 4.14  | 4.10  | 4.61  | 6.52  | 6.13  | 4.68  | 2.66  | 1.37  | 1.43  | 2.10  | 1.52  | 1.94  | 1.85  | 2.77  | 2.24  | 1.69  | 1.48  |       |
| Sum                            | 99.25 | 98.65 | 99.05 | 98.39 | 99.23 | 98.55 | 98.61 | 98.37 | 99.50 | 97.72 | 97.84 | 98.27 | 98.22 | 98.75 | 98.30 | 99.24 | 99.03 | 98.10 | 97.84 |       |
| RUTIL                          | 2.33  | 2.53  | 2.35  | 2.78  | 2.94  | 2.92  | 3.33  | 2.94  | 2.00  | 3.75  | 3.71  | 2.73  | 3.06  | 3.15  | 3.87  | 4.82  | 2.62  | 2.12  | 2.89  |       |
| Analyse nr.                    | 20    | 21    | 22    | 23    | 24    | 25    | 26    | 27    | 28    | 29    | 30    | 31    | 32    | 33    | 34    | 35    | 36    | 37    | 38    | 39    |
| Avst.                          | 20.39 | 21.00 | 22.00 | 23.00 | 24.00 | 25.00 | 25.75 | 26.18 | 27.00 | 28.00 | 29.00 | 30.00 | 31.00 | 32.00 | 33.76 | 34.17 | 34.56 | 35.00 | 36.00 | 37.00 |
| Lengde                         | 0.39  | 0.61  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.75  | 0.43  | 0.82  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.76  | 0.41  | 0.39  | 0.44  | 1.00  | 1.00  |
| Bergart                        | flog  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | flog  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | flog  | ødeg  | ødeg  | ødeg  |
| SiO <sub>2</sub>               | 46.75 | 52.94 | 52.72 | 50.85 | 51.38 | 49.32 | 50.97 | 45.09 | 50.64 | 50.39 | 51.29 | 51.79 | 51.59 | 51.56 | 50.74 | 47.33 | 38.00 | 51.73 | 52.07 | 50.03 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11.93 | 18.48 | 16.68 | 16.83 | 16.63 | 16.50 | 17.38 | 11.98 | 16.71 | 17.01 | 16.49 | 16.50 | 17.01 | 17.37 | 15.56 | 15.58 | 13.41 | 16.47 | 17.42 | 16.11 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3.34  | 1.33  | 2.08  | 2.42  | 2.19  | 6.70  | 2.03  | 4.43  | 2.44  | 3.10  | 2.45  | 2.76  | 2.61  | 2.67  | 2.93  | 2.42  | 4.64  | 2.44  | 2.98  | 5.17  |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.08  | 3.47  | 3.96  | 3.31  | 3.78  | 3.43  | 3.03  | 2.18  | 3.08  | 3.15  | 3.61  | 3.34  | 3.74  | 3.25  | 3.42  | 3.71  | 2.75  | 3.63  | 3.28  | 3.58  |
| MgO                            | 20.62 | 4.95  | 6.72  | 6.48  | 6.32  | 5.31  | 7.32  | 19.08 | 7.66  | 6.31  | 6.52  | 6.81  | 5.42  | 5.89  | 7.82  | 11.38 | 20.10 | 7.21  | 5.28  | 5.12  |
| CaO                            | 1.59  | 6.25  | 5.53  | 8.64  | 8.15  | 8.81  | 7.63  | 5.08  | 8.47  | 8.69  | 8.09  | 7.74  | 8.07  | 7.89  | 8.72  | 4.93  | 5.31  | 6.65  | 7.59  | 8.53  |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.41  | 8.29  | 7.54  | 7.08  | 7.22  | 5.81  | 6.96  | 2.17  | 6.78  | 6.84  | 7.08  | 6.90  | 7.15  | 7.26  | 5.92  | 5.15  | 1.11  | 5.79  | 6.91  | 6.65  |
| K <sub>2</sub> O               | 3.55  | 0.45  | 0.56  | 0.36  | 0.42  | 0.60  | 0.54  | 2.72  | 0.44  | 0.43  | 0.44  | 0.42  | 0.44  | 0.44  | 0.51  | 2.01  | 5.96  | 1.98  | 0.57  | 0.44  |
| MnO                            | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.04  | 0.01  | 0.02  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.05  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.14  | 0.26  | 0.26  | 0.50  | 0.36  | 0.53  | 0.42  | 0.73  | 0.47  | 0.53  | 0.55  | 0.50  | 0.54  | 0.53  | 0.53  | 0.70  | 3.08  | 0.57  | 0.53  | 0.59  |
| Gl.tap                         | 4.43  | 0.93  | 1.23  | 0.83  | 0.90  | 1.43  | 1.40  | 4.39  | 1.04  | 1.28  | 1.32  | 1.36  | 1.20  | 1.12  | 1.70  | 4.52  | 2.39  | 1.72  | 1.75  | 1.80  |
| Sum                            | 97.86 | 97.36 | 97.29 | 97.32 | 97.37 | 98.48 | 97.69 | 97.86 | 97.73 | 97.75 | 97.85 | 98.13 | 97.79 | 97.99 | 97.86 | 97.73 | 96.75 | 98.18 | 98.40 | 98.08 |
| RUTIL                          | 1.44  | 3.31  | 3.76  | 2.97  | 3.41  | 2.04  | 2.62  | 0.80  | 2.79  | 2.72  | 3.23  | 2.91  | 3.38  | 2.94  | 3.02  | 2.79  | 0.28  | 3.36  | 2.83  | 2.02  |

|                                |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Analyse nr.                    | 40    | 41    | 42     | 43    | 44    | 45    | 46    | 47    | 48    | 49    | 50    | 51    | 52    | 53    | 54    | 55    | 56    | 57    | 58    | 59    |
| Avstand                        | 38.00 | 39.00 | 40.00  | 40.63 | 7.00  | 42.00 | 43.00 | 44.00 | 45.00 | 45.45 | 45.74 | 47.00 | 48.00 | 49.00 | 50.00 | 50.81 | 51.27 | 52.00 | 53.00 | 53.43 |
| Lengde                         | 1.00  | 1.00  | 1.00   | 0.63  | 0.37  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.45  | 0.29  | 1.26  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.81  | 0.46  | 0.73  | 1.00  | 0.43  |
| Bergart                        | ødeg  | ødeg  | ødeg   | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | flog  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | flog  | ødeg  | ødeg  | ødeg  |
| SiO <sub>2</sub>               | 52.04 | 50.43 | 53.33  | 50.06 | 44.63 | 49.10 | 45.77 | 49.79 | 47.16 | 49.87 | 41.05 | 46.59 | 50.41 | 50.25 | 49.16 | 51.56 | 26.69 | 51.21 | 51.71 | 51.53 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14.75 | 15.85 | 16.85  | 17.15 | 14.36 | 16.94 | 16.00 | 17.22 | 16.82 | 17.64 | 9.24  | 16.66 | 17.82 | 15.65 | 15.83 | 15.17 | 7.44  | 15.83 | 16.17 | 15.66 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4.51  | 2.49  | 3.46   | 3.15  | 6.36  | 5.62  | 13.70 | 4.18  | 7.85  | 3.21  | 3.82  | 9.53  | 2.74  | 2.30  | 2.53  | 1.73  | 2.32  | 1.88  | 2.29  | 2.44  |
| TiO <sub>2</sub>               | 4.31  | 4.01  | 3.46   | 3.18  | 2.95  | 3.36  | 3.04  | 3.26  | 3.13  | 3.14  | 1.90  | 2.92  | 2.98  | 2.74  | 3.41  | 4.15  | 2.12  | 4.68  | 4.36  | 4.02  |
| MgO                            | 6.60  | 8.64  | 7.10   | 6.59  | 13.16 | 5.62  | 4.82  | 6.15  | 5.28  | 6.06  | 21.24 | 5.51  | 5.97  | 10.58 | 9.99  | 9.97  | 13.86 | 8.05  | 6.82  | 8.33  |
| CaO                            | 7.72  | 6.36  | 7.88   | 8.36  | 7.17  | 8.57  | 8.01  | 8.40  | 8.39  | 8.51  | 7.04  | 8.28  | 8.48  | 6.36  | 6.78  | 4.77  | 19.68 | 5.84  | 6.29  | 5.53  |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6.21  | 6.23  | 6.53   | 6.81  | 3.74  | 6.61  | 4.63  | 6.34  | 6.06  | 6.80  | 0.62  | 5.81  | 7.04  | 5.23  | 5.32  | 5.93  | 0.58  | 6.43  | 6.83  | 6.59  |
| K <sub>2</sub> O               | 0.66  | 0.74  | 0.71   | 0.58  | 2.27  | 0.50  | 1.25  | 0.81  | 0.53  | 0.52  | 4.08  | 0.86  | 0.50  | 1.43  | 1.52  | 0.95  | 3.02  | 0.49  | 0.42  | 0.47  |
| MnO                            | 0.04  | 0.01  | 0.01   | 0.01  | 0.03  | 0.04  | 0.13  | 0.03  | 0.06  | 0.01  | 0.01  | 0.08  | 0.01  | 0.02  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.72  | 0.82  | 0.52   | 1.00  | 0.89  | 0.51  | 0.45  | 0.49  | 0.42  | 0.48  | 4.27  | 0.45  | 0.46  | 0.74  | 0.59  | 0.91  | 14.88 | 0.63  | 0.62  | 0.78  |
| Gl.tap                         | 2.13  | 2.24  | 1.07   | 0.98  | 2.04  | 0.85  | 0.77  | 1.48  | 1.87  | 1.14  | 3.53  | 1.07  | 1.17  | 2.50  | 2.43  | 3.10  | 2.17  | 2.67  | 2.16  | 2.23  |
| Sum                            | 99.70 | 97.83 | 100.92 | 97.88 | 97.60 | 97.72 | 98.58 | 98.14 | 97.57 | 97.38 | 96.79 | 97.76 | 97.58 | 97.80 | 97.57 | 98.25 | 92.77 | 97.71 | 97.69 | 97.61 |
| RUTIL                          | 3.16  | 3.40  | 2.96   | 2.82  | 1.60  | 2.22  | 0.63  | 2.72  | 1.62  | 2.78  | 0.54  | 1.57  | 2.68  | 2.22  | 2.80  | 3.80  | 0.94  | 4.45  | 4.20  | 3.83  |
| Analyse nr.                    | 60    | 61    | 62     | 63    | 64    | 65    | 66    | 67    | 68    | 69    | 70    | 71    | 72    | 73    | 74    | 75    | 76    | 77    | 78    |       |
| Avstand                        | 54.12 | 55.00 | 56.00  | 56.36 | 56.64 | 56.95 | 57.52 | 57.85 | 58.47 | 59.10 | 60.00 | 60.31 | 60.70 | 61.00 | 62.00 | 63.00 | 64.00 | 65.00 | 66.00 |       |
| Lengde                         | 0.69  | 0.88  | 1.00   | 0.36  | 0.28  | 0.31  | 0.57  | 0.33  | 0.62  | 0.63  | 0.90  | 0.31  | 0.39  | 0.30  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |       |
| Bergart                        | flog  | ødeg  | ødeg   | ødeg  | ødeg  | flog  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  |       |
| SiO <sub>2</sub>               | 44.27 | 44.31 | 50.53  | 50.58 | 50.35 | 49.91 | 46.37 | 55.29 | 46.93 | 51.00 | 55.27 | 56.82 | 47.02 | 50.42 | 51.70 | 51.08 | 51.30 | 52.52 | 51.82 |       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13.40 | 13.48 | 15.50  | 15.29 | 16.15 | 15.09 | 11.79 | 17.94 | 12.86 | 14.81 | 15.86 | 15.32 | 11.01 | 14.76 | 14.47 | 13.84 | 13.57 | 14.48 | 13.64 |       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.18  | 2.12  | 0.85   | 0.94  | 0.75  | 1.27  | 3.22  | 0.87  | 1.94  | 1.23  | 1.00  | 0.98  | 1.99  | 1.25  | 1.93  | 3.69  | 4.01  | 3.15  | 2.13  |       |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.62  | 3.66  | 3.96   | 3.80  | 4.13  | 3.84  | 3.73  | 1.05  | 5.09  | 2.46  | 1.81  | 1.72  | 4.54  | 3.56  | 3.97  | 4.37  | 4.66  | 4.65  | 3.54  |       |
| MgO                            | 20.34 | 20.31 | 10.11  | 11.35 | 10.44 | 12.89 | 20.65 | 5.96  | 16.13 | 13.33 | 8.38  | 8.72  | 19.65 | 11.82 | 9.93  | 7.32  | 6.86  | 6.78  | 5.11  |       |
| CaO                            | 2.70  | 2.71  | 4.46   | 4.28  | 4.07  | 3.50  | 1.71  | 5.01  | 3.25  | 3.28  | 4.14  | 3.55  | 2.75  | 4.16  | 5.61  | 8.25  | 8.15  | 6.57  | 8.20  |       |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.23  | 2.21  | 5.92   | 6.09  | 6.51  | 5.59  | 2.28  | 8.40  | 3.80  | 5.18  | 7.52  | 7.52  | 2.81  | 5.80  | 6.28  | 5.77  | 6.10  | 6.60  | 6.18  |       |
| K <sub>2</sub> O               | 4.43  | 4.44  | 1.48   | 1.46  | 1.70  | 2.02  | 3.73  | 0.59  | 2.61  | 2.24  | 0.58  | 0.38  | 2.64  | 1.60  | 0.71  | 0.82  | 0.60  | 0.72  | 0.71  |       |
| MnO                            | 0.01  | 0.01  | 0.01   | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.02  | 0.03  | 0.02  | 0.01  |       |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.85  | 0.85  | 0.86   | 1.00  | 0.85  | 0.68  | 0.38  | 0.78  | 1.03  | 0.39  | 0.64  | 0.55  | 0.78  | 0.84  | 1.10  | 0.71  | 0.70  | 0.83  | 0.77  |       |
| Gl.tap                         | 3.13  | 3.13  | 3.77   | 2.96  | 2.48  | 2.71  | 3.77  | 2.36  | 3.95  | 4.36  | 2.90  | 2.90  | 4.52  | 3.58  | 1.93  | 1.75  | 1.72  | 1.80  | 6.23  |       |
| Sum                            | 97.16 | 97.22 | 97.45  | 97.77 | 97.44 | 97.51 | 97.64 | 98.24 | 97.59 | 98.28 | 98.10 | 98.47 | 97.72 | 97.82 | 97.64 | 97.62 | 97.72 | 98.12 | 98.35 |       |
| RUTIL                          | 3.44  | 2.04  | 3.57   | 3.30  | 3.56  | 3.12  | 2.30  | 0.95  | 4.11  | 1.73  | 1.73  | 1.69  | 3.55  | 3.03  | 3.75  | 3.40  | 4.07  | 4.36  | 2.89  |       |

## Bilag 4: Analyser av borhull 2, Ødegården (Rutil analyseprosedyre)

| Anal.nr.                       | 80    | 81    | 82    | 83    | 84    | 85    | 86    | 87    | 88    | 89    | 90    | 91    | 92    | 93    | 94    | 95    | 96    | 97    | 98    | 99    | 100   |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bergart                        | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  |
| Avstand                        | 3.00  | 5.00  | 6.60  | 8.00  | 10.00 | 12.00 | 14.00 | 16.00 | 18.00 | 20.00 | 22.00 | 23.00 | 24.00 | 25.00 | 26.00 | 27.00 | 28.00 | 29.00 | 30.00 | 31.00 | 32.00 |
| Lengde                         | 1.95  | 2.00  | 1.60  | 1.40  | 2.00  | 2.00  | 2.00  | 2.00  | 2.00  | 2.00  | 2.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| SiO <sub>2</sub>               | 40.64 | 43.09 | 39.86 | 41.73 | 43.82 | 48.02 | 52.47 | 51.36 | 51.30 | 51.47 | 52.82 | 52.83 | 53.38 | 54.41 | 54.46 | 54.94 | 52.53 | 52.74 | 52.77 | 54.47 | 55.33 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11.14 | 11.72 | 10.58 | 11.22 | 11.31 | 11.86 | 13.46 | 14.09 | 14.07 | 13.92 | 13.99 | 13.95 | 13.89 | 14.16 | 14.17 | 14.61 | 14.03 | 13.72 | 13.86 | 13.24 | 14.70 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 21.39 | 20.11 | 22.21 | 21.56 | 21.32 | 18.25 | 14.35 | 14.55 | 15.87 | 16.71 | 15.72 | 15.04 | 14.82 | 13.05 | 8.78  | 10.21 | 14.34 | 14.30 | 12.48 | 8.25  | 6.97  |
| TiO <sub>2</sub>               | 4.82  | 4.14  | 4.71  | 4.17  | 3.71  | 3.25  | 2.23  | 2.09  | 2.05  | 2.09  | 2.04  | 1.99  | 2.02  | 2.11  | 2.02  | 2.03  | 1.95  | 1.97  | 2.01  | 1.78  | 2.17  |
| MgO                            | 4.31  | 4.19  | 4.11  | 4.06  | 4.00  | 3.21  | 2.19  | 2.33  | 2.13  | 2.14  | 2.07  | 2.01  | 2.09  | 2.31  | 4.20  | 2.80  | 1.90  | 2.04  | 2.05  | 4.63  | 5.52  |
| CaO                            | 8.91  | 8.67  | 8.01  | 9.15  | 8.07  | 8.02  | 8.12  | 8.51  | 7.05  | 6.45  | 6.61  | 6.56  | 6.62  | 6.98  | 8.71  | 8.07  | 8.07  | 8.43  | 8.96  | 8.85  | 5.53  |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.80  | 3.08  | 2.18  | 2.95  | 2.89  | 3.30  | 3.88  | 4.16  | 4.20  | 4.12  | 4.15  | 4.40  | 4.45  | 4.66  | 4.91  | 4.94  | 4.17  | 4.22  | 4.93  | 5.11  | 5.86  |
| K <sub>2</sub> O               | 1.16  | 1.15  | 0.94  | 1.05  | 1.20  | 0.99  | 0.98  | 0.92  | 1.09  | 1.40  | 1.46  | 1.10  | 0.92  | 0.78  | 0.73  | 0.74  | 0.93  | 0.91  | 0.63  | 0.47  | 0.29  |
| MnO                            | 0.19  | 0.18  | 0.16  | 0.23  | 0.26  | 0.18  | 0.10  | 0.12  | 0.18  | 0.23  | 0.24  | 0.19  | 0.10  | 0.07  | 0.07  | 0.07  | 0.08  | 0.07  | 0.05  | 0.04  | 0.03  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 2.42  | 2.09  | 2.29  | 2.40  | 1.80  | 1.55  | 0.83  | 0.70  | 0.71  | 0.72  | 0.72  | 0.69  | 0.72  | 0.74  | 0.74  | 0.75  | 0.73  | 0.71  | 0.72  | 0.70  | 0.53  |
| Gl.tap                         | 0.14  | 0.14  | 2.94  | 0.18  | 0.16  | 0.09  | 0.17  | 0.25  | 0.06  | 0.03  | 0.00  | 0.45  | 0.25  | 0.05  | 0.49  | 0.42  | 0.11  | 0.08  | 0.23  | 1.06  | 2.50  |
| Sum                            | 97.91 | 98.55 | 97.99 | 98.70 | 98.53 | 98.72 | 98.78 | 99.08 | 98.72 | 99.27 | 99.82 | 99.21 | 99.25 | 99.33 | 99.28 | 99.59 | 98.82 | 99.19 | 98.69 | 98.61 | 99.43 |
| Rut                            | -0.06 | 0.15  | 1.12  | 0.09  | 0.12  | -0.02 | 0.31  | 0.26  | -0.03 | -0.08 | -0.05 | -0.10 | -0.10 | -0.03 | 0.25  | 0.00  | 0.15  | 0.01  | 0.03  | 0.18  | 0.42  |
| Y                              | 92    | 86    | 99    | 91    | 91    | 104   | 99    | 79    | 76    | 80    | 79    | 79    | 82    | 73    | 134   | 89    | 84    | 86    | 84    | 109   | 64    |
| Nb                             | 9     | 9     | 10    | 10    | 11    | 14    | 17    | 16    | 14    | 15    | 15    | 15    | 14    | 13    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 16    | 17    |
| Zr                             | 305   | 254   | 356   | 353   | 275   | 612   | 1542  | 578   | 635   | 678   | 665   | 615   | 755   | 633   | 603   | 589   | 705   | 576   | 519   | 457   | 735   |
| Mo                             | 3     | 2     | 3     | 3     | 3     | 4     | 4     | 2     | 3     | 3     | 2     | 1     | 1     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | -1    |
| Th                             | 2.1   | 2.1   | 3.4   | 2.0   | 2.5   | 3.7   | 5.0   | 3.6   | 3.2   | 3.4   | 4.4   | 4.2   | 4.6   | 4.0   | 5.7   | 4.7   | 5.2   | 5.1   | 5.6   | 6.1   | 2.2   |
| Hf                             | 8     | 7     | 8     | 7     | 5     | 12    | 27    | 11    | 12    | 13    | 14    | 12    | 15    | 14    | 14    | 12    | 14    | 12    | 12    | 11    | 16    |
| Ta                             | 0.7   | 1.1   | 1.2   | 0.6   | 0.7   | 1.2   | 0.9   | 1.0   | 1.2   | 1.4   | 1.5   | 1.2   | 1.2   | 1.4   | 1.6   | 1.6   | 1.2   | 0.9   | 1.3   | 1.7   | 2.3   |
| U                              | 0.9   | 1.0   | 1.1   | 1.2   | 1.0   | 1.3   | 2.9   | 1.4   | 1.7   | 1.5   | 1.7   | 1.6   | 1.9   | 1.3   | 4.6   | 2.5   | 2.1   | 2.0   | 1.9   | 2.7   | 1.3   |
| Rb                             | 50    | 41    | 38    | 35    | 43    | 26    | 19    | 16    | 21    | 23    | 23    | 16    | 16    | 13    | 12    | 10    | 13    | 14    | 10    | 9     | 10    |
| Sr                             | 188   | 187   | 149   | 209   | 209   | 184   | 227   | 309   | 266   | 243   | 264   | 241   | 243   | 261   | 271   | 269   | 221   | 203   | 229   | 135   | 116   |
| Ba                             | 394   | 336   | 250   | 288   | 486   | 378   | 294   | 373   | 539   | 812   | 903   | 577   | 332   | 289   | 228   | 272   | 316   | 253   | 158   | 79    | 64    |
| Zn                             | 70    | 71    | 73    | 94    | 97    | 75    | 48    | 52    | 65    | 70    | 62    | 48    | 36    | 26    | 23    | 22    | 29    | 27    | 20    | 15    | 19    |
| Cu                             | 13    | 18    | 15    | 16    | 15    | 19    | 16    | 11    | 9     | 13    | 8     | 9     | 7     | 8     | 5     | 26    | 12    | 12    | 12    | 5     | 5     |
| Co                             | 50    | 37    | 38    | 35    | 33    | 28    | 20    | 19    | 18    | 20    | 16    | 18    | 25    | 37    | 52    | 63    | 43    | 28    | 22    | 17    | 16    |
| Sc                             | 42    | 45    | 48    | 46    | 46    | 48    | 44    | 46    | 46    | 47    | 48    | 44    | 47    | 46    | 50    | 43    | 42    | 44    | 46    | 48    | 38    |
| Cr                             | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Ni                             | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 8     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 36    |
| V                              | 168   | 140   | 142   | 100   | 72    | 33    | 20    | 10    | 10    | 6     | 11    | 12    | 14    | 43    | 11    | 14    | 9     | 9     | 289   | 348   |       |
| Cs                             | 1.0   | 1.1   | 1.8   | 1.1   | 1.3   | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | 0.8   | 0.9   | -0.5  |
| Br                             | 5.4   | 4.7   | 2.9   | 3.9   | 4.5   | 4.1   | 5.0   | 5.4   | 4.5   | 4.7   | 3.3   | 2.1   | 2.8   | 1.7   | 0.8   | 1.7   | 47.0  | 83.0  | 65.0  | 63.0  | 3.8   |
| Ga                             | 26    | 29    | 26    | 30    | 29    | 26    | 29    | 30    | 28    | 30    | 29    | 31    | 27    | 28    | 24    | 27    | 30    | 27    | 27    | 23    | 32    |
| As                             | 13    | 17    | 31    | 27    | 10    | 23    | 11    | 15    | 12    | 10    | 16    | 16    | 10    | 10    | 11    | 29    | 10    | 18    | 25    | 10    | 16    |
| La                             | 42    | 42    | 51    | 47    | 45    | 57    | 56    | 47    | 41    | 46    | 47    | 43    | 49    | 54    | 160   | 66    | 51    | 50    | 49    | 51    | 32    |
| Ce                             | 110   | 110   | 130   | 120   | 110   | 150   | 150   | 110   | 100   | 110   | 120   | 100   | 110   | 130   | 330   | 140   | 120   | 130   | 130   | 160   | 87    |
| Nd                             | 136   | 108   | 139   | 110   | 96    | 104   | 56    | 45    | 50    | 54    | 54    | 46    | 53    | 62    | 112   | 56    | 40    | 51    | 53    | 73    | 48    |
| Sm                             | 20.6  | 21.2  | 24.2  | 22.3  | 21.1  | 25.0  | 22.4  | 18.9  | 17.1  | 18.4  | 19.5  | 17.4  | 19.1  | 18.6  | 43.4  | 21.6  | 18.6  | 20.1  | 21.4  | 31.0  | 18.0  |
| Eu                             | 6     | 5     | 6     | 6     | 5     | 4     | 7     | 8     | 7     | 6     | 6     | 6     | 5     | 5     | 10    | 6     | 6     | 5     | 5     | 8     | 3     |
| Tb                             | 2.9   | 2.8   | 3.1   | 2.9   | 2.7   | 3.3   | 3.3   | 2.4   | 2.4   | 2.2   | 2.6   | 2.7   | 2.4   | 2.5   | 5.3   | 2.8   | 2.8   | 2.7   | 3.1   | 4.1   | 1.8   |
| Yb                             | 9     | 9     | 11    | 10    | 10    | 14    | 14    | 11    | 11    | 12    | 12    | 11    | 13    | 12    | 18    | 14    | 12    | 12    | 13    | 16    | 10    |
| Lu                             | 1.3   | 1.3   | 1.5   | 1.3   | 1.6   | 2.0   | 2.1   | 1.7   | 1.7   | 1.7   | 2.0   | 1.7   | 2.0   | 1.6   | 2.7   | 2.1   | 1.9   | 1.8   | 2.0   | 2.3   | 1.5   |

| Anal.nr.                       | 101   | 102   | 103   | 104   | 105   | 106   | 107   | 108   | 109   | 110   | 111   | 112   | 113   | 114   | 115   | 116   | 117   | 118   | 119   | 120    | 121   |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Bergart                        | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | amf   | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | flogg. | ødeg  |
| Avstand                        | 33.00 | 34.00 | 35.00 | 36.00 | 37.00 | 38.00 | 39.00 | 40.00 | 41.25 | 41.59 | 43.00 | 44.25 | 45.00 | 46.16 | 46.75 | 48.00 | 49.00 | 50.00 | 51.22 | 51.40  | 51.70 |
| Lengde                         | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.25  | 0.34  | 1.41  | 1.25  | 0.75  | 1.16  | 0.59  | 1.25  | 1.00  | 1.00  | 1.22  | 0.18   | 0.30  |
| SiO <sub>2</sub>               | 56.95 | 57.46 | 55.95 | 59.09 | 57.33 | 57.59 | 58.48 | 59.29 | 59.29 | 74.47 | 62.01 | 57.62 | 57.82 | 50.93 | 44.90 | 50.47 | 49.03 | 49.14 | 48.17 | 47.67  | 49.60 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15.18 | 15.15 | 14.43 | 16.31 | 14.96 | 14.84 | 15.94 | 12.05 | 12.11 | 13.30 | 13.43 | 14.40 | 14.66 | 12.99 | 14.34 | 14.91 | 15.45 | 16.53 | 16.58 | 12.18  | 16.77 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6.51  | 6.54  | 10.10 | 3.33  | 7.37  | 8.54  | 4.73  | 5.34  | 6.72  | 1.22  | 4.41  | 5.39  | 4.42  | 4.01  | 14.75 | 8.80  | 4.95  | 4.56  | 5.88  | 3.90   | 2.54  |
| TiO <sub>2</sub>               | 2.12  | 2.13  | 2.09  | 2.11  | 2.12  | 2.12  | 2.15  | 2.03  | 2.02  | 0.16  | 1.94  | 1.91  | 1.97  | 1.69  | 3.18  | 2.97  | 3.15  | 3.12  | 2.99  | 2.88   | 2.92  |
| MgO                            | 4.99  | 3.16  | 2.53  | 3.71  | 2.83  | 2.28  | 3.12  | 5.98  | 3.91  | 0.36  | 2.96  | 3.98  | 4.59  | 3.74  | 5.34  | 5.82  | 9.03  | 7.68  | 6.99  | 16.15  | 9.17  |
| CaO                            | 5.29  | 6.60  | 6.79  | 6.09  | 6.76  | 6.63  | 6.45  | 7.24  | 10.51 | 2.66  | 7.23  | 8.12  | 7.81  | 6.64  | 8.29  | 7.31  | 7.58  | 8.59  | 8.33  | 6.92   | 7.38  |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6.60  | 6.71  | 6.33  | 7.26  | 6.50  | 6.46  | 7.06  | 4.96  | 4.16  | 5.91  | 5.84  | 5.99  | 6.51  | 5.71  | 5.06  | 5.85  | 5.46  | 6.59  | 6.40  | 3.76   | 6.56  |
| K <sub>2</sub> O               | 0.35  | 0.38  | 0.23  | 0.42  | 0.27  | 0.26  | 0.26  | 0.31  | 0.34  | 0.55  | 0.33  | 0.49  | 0.36  | 0.25  | 0.88  | 0.72  | 0.80  | 0.47  | 0.52  | 1.64   | 0.54  |
| MnO                            | 0.04  | 0.02  | 0.02  | 0.01  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.02  | 0.03  | 0.01  | 0.02  | 0.03  | 0.03  | 0.02  | 0.10  | 0.07  | 0.03  | 0.02  | 0.03  | 0.01   | 0.01  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.58  | 0.75  | 0.73  | 0.66  | 0.76  | 0.69  | 0.49  | 0.64  | 0.68  | 0.06  | 0.67  | 0.69  | 0.66  | 0.58  | 0.29  | 0.46  | 0.53  | 0.47  | 0.45  | 0.36   | 0.40  |
| Gl.tap                         | 0.82  | 0.42  | 0.12  | 0.66  | 0.40  | 0.24  | 0.86  | 0.65  | 0.71  | 0.79  | 0.31  | 0.40  | 0.37  | 12.80 | 0.69  | 1.15  | 1.69  | 0.77  | 0.79  | 1.66   | 1.28  |
| Sum                            | 99.43 | 99.30 | 99.33 | 99.64 | 99.33 | 99.66 | 99.57 | 98.52 | 97.25 | 99.49 | 99.16 | 99.03 | 99.21 | 99.37 | 97.83 | 98.52 | 97.70 | 97.93 | 97.12 | 97.12  | 97.16 |
| Rut                            | 0.21  | 0.28  | -0.05 | 1.27  | 0.29  | -0.12 | 0.24  | 0.83  | 0.10  | 0.07  | -0.01 | 0.17  | 0.53  | 0.28  | 0.57  | 1.09  | 2.40  | 2.50  | 2.08  | 1.26   | 2.61  |
| Y                              | 60    | 68    | 82    | 84    | 78    | 67    | 74    | 100   | 209   | 36    | 109   | 117   | 101   | 107   | 57    | 89    | 226   | 121   | 85    | 501    | 179   |
| Nb                             | 15    | 14    | 15    | 17    | 15    | 12    | 12    | 13    | 17    | 7     | 15    | 15    | 15    | 15    | 9     | 11    | 8     | 6     | 9     | 6      | 9     |
| Zr                             | 620   | 596   | 556   | 514   | 612   | 625   | 574   | 591   | 627   | 313   | 643   | 533   | 556   | 559   | 184   | 276   | 157   | 145   | 142   | 62     | 130   |
| Mo                             | 2     | 1     | 1     | 2     | 2     | 1     | -1    | 3     | -1    | 2     | 2     | -1    | 2     | 2     | 1     | 1     | 2     | 2     | 2     | 2      | 2     |
| Th                             | 3.4   | 5.1   | 5.1   | 3.3   | 5.0   | 5.9   | 4.3   | 4.8   | 11.0  | 23.9  | 6.7   | 6.4   | 5.5   | 5.3   | 0.9   | 2.8   | 0.9   | 0.9   | 1.2   | 27.5   | 0.7   |
| Hf                             | 14    | 16    | 16    | 14    | 16    | 15    | 14    | 14    | 18    | 12    | 17    | 13    | 15    | 15    | 5     | 7     | 5     | 5     | 5     | 2      | 4     |
| Ta                             | 1.7   | 1.6   | 1.3   | 1.1   | 1.5   | 1.6   | 1.8   | 1.8   | 1.8   | 1.6   | 1.9   | 1.5   | 1.6   | 2.4   | 1.0   | 1.1   | 0.6   | 0.5   | 1.2   | -0.5   | 1.5   |
| U                              | 1.7   | 2.2   | 1.2   | 2.6   | 2.0   | 1.6   | 1.7   | 3.4   | 8.0   | 4.5   | 3.6   | 4.3   | 3.4   | 3.4   | 0.9   | 1.8   | 1.7   | 1.3   | 0.8   | 0.6    | 1.1   |
| Rb                             | 10    | 8     | 10    | 12    | 7     | 9     | 9     | 9     | 9     | 16    | 10    | 11    | 10    | 9     | 21    | 14    | 20    | 9     | 11    | 62     | 12    |
| Sr                             | 142   | 150   | 180   | 120   | 164   | 175   | 156   | 125   | 157   | 146   | 260   | 284   | 326   | 252   | 207   | 174   | 78    | 71    | 104   | 5      | 39    |
| Ba                             | 88    | 78    | 55    | 72    | 58    | 63    | 66    | 61    | 66    | 87    | 65    | 107   | 103   | 81    | 50    | 63    | 38    | 15    | 24    | 86     | 47    |
| Zn                             | 15    | 12    | 9     | 10    | 11    | 10    | 10    | 12    | 15    | 9     | 11    | 16    | 16    | 15    | 13    | 12    | 12    | 14    | 10    | 16     | 7     |
| Cu                             | 5     | 15    | 7     | 5     | 5     | 6     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 9     | 11    | 10    | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5      | 6     |
| Co                             | 15    | 19    | 20    | 11    | 15    | 17    | 13    | 17    | 21    | 10    | 14    | 29    | 25    | 20    | 11    | 21    | 10    | 24    | 10    | 24     | 10    |
| Sc                             | 39    | 47    | 51    | 48    | 50    | 47    | 50    | 51    | 44    | 5     | 49    | 45    | 48    | 46    | 40    | 44    | 52    | 41    | 35    | 54     | 40    |
| Cr                             | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 59    | 49    | 87    | 87    | 78    | 102    | 74    |
| Ni                             | 20    | 34    | 19    | 35    | 23    | 13    | 14    | 35    | 24    | 5     | 7     | 13    | 13    | 15    | 137   | 224   | 132   | 180   | 135   | 224    | 87    |
| V                              | 244   | 135   | 67    | 196   | 128   | 56    | 67    | 243   | 107   | 13    | 25    | 33    | 20    | 68    | 204   | 306   | 1158  | 673   | 491   | 3450   | 1072  |
| Cs                             | 0.7   | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | 1.7   | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | 0.9   | -0.5  | 1.3   | 1.5   | 1.0   | -0.5   | 0.8   |
| Br                             | 14.0  | 2.7   | 0.9   | 1.1   | 2.7   | 0.9   | 2.4   | 55.0  | 135.0 | 27.0  | 1.6   | 38.0  | 4.0   | 13.0  | 76.0  | 39.0  | 54.0  | 86.0  | 76.0  | 1.0    | 91.0  |
| Ga                             | 29    | 26    | 31    | 31    | 30    | 34    | 29    | 24    | 30    | 23    | 18    | 26    | 23    | 24    | 30    | 44    | 23    | 58    | 21    | 56     | 20    |
| As                             | 22    | 15    | 10    | 10    | 25    | 24    | 20    | 23    | 11    | 16    | 23    | 15    | 24    | 20    | 15    | 18    | 16    | 14    | 17    | 18     | 16    |
| La                             | 32    | 36    | 44    | 36    | 47    | 41    | 36    | 72    | 629   | 120   | 140   | 150   | 68    | 160   | 27    | 29    | 15    | 15    | 15    | 22     | 12    |
| Ce                             | 98    | 110   | 120   | 120   | 140   | 110   | 100   | 190   | 1250  | 240   | 300   | 310   | 160   | 320   | 59    | 76    | 56    | 53    | 61    | 64     | 36    |
| Nd                             | 46    | 62    | 69    | 69    | 66    | 65    | 60    | 84    | 391   | 40    | 106   | 113   | 74    | 118   | 62    | 421   | 54    | 156   | 64    | 81     | 50    |
| Sm                             | 15.4  | 18.8  | 19.7  | 22.7  | 21.4  | 18.4  | 20.7  | 28.9  | 132.0 | 17.2  | 38.1  | 38.0  | 24.8  | 38.9  | 11.6  | 18.3  | 28.8  | 20.8  | 17.5  | 41.4   | 22.8  |
| Eu                             | 4     | 5     | 6     | 7     | 6     | 5     | 6     | 5     | 15    | 3     | 9     | 10    | 7     | 7     | 4     | 6     | 4     | 3     | 3     | 3      | 3     |
| Tb                             | 1.9   | 2.7   | 3.4   | 3     | 2.9   | 2.7   | 3.2   | 4     | 12    | 1.5   | 4.5   | 4.5   | 3.7   | 4.9   | 2     | 3.2   | 6.6   | 3.9   | 3.3   | 12     | 5.5   |
| Yb                             | 9     | 11    | 13    | 14    | 14    | 11    | 13    | 17    | 29    | 8     | 21    | 20    | 16    | 16    | 9     | 14    | 38    | 20    | 13    | 78     | 30    |
| Lu                             | 1.5   | 1.6   | 2.3   | 1.9   | 2.1   | 1.7   | 1.9   | 2.5   | 4.5   | 1.2   | 3.0   | 2.8   | 2.2   | 2.3   | 1.1   | 1.9   | 5.3   | 2.9   | 1.9   | 11.0   | 4.2   |

| Anal.nr.                       | 122    | 123   | 124    | 125   | 126    | 127   | 128    | 129   | 130    | 131   | 132   | 133   | 134   | 135   | 136   | 137   | 138   | 139    | 140   | 141   | 142   |
|--------------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Bergart                        | flogg. | ødeg  | flogg. | ødeg  | flogg. | ødeg  | flogg. | ødeg  | flogg. | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | flogg. | ødeg  | ødeg  | ødeg  |
| Avstand                        | 52.22  | 53.51 | 53.64  | 54.81 | 54.94  | 55.42 | 55.95  | 57.05 | 57.26  | 57.80 | 59.00 | 60.00 | 61.25 | 61.45 | 62.00 | 62.50 | 63.20 | 63.45  | 64.00 | 64.50 | 65.00 |
| Lengde                         | 0.52   | 1.29  | 0.13   | 1.17  | 0.13   | 0.48  | 0.53   | 1.10  | 0.21   | 0.54  | 1.20  | 1.00  | 1.25  | 0.20  | 0.55  | 0.50  | 0.70  | 0.25   | 0.55  | 0.50  | 0.50  |
| SiO <sub>2</sub>               | 32.78  | 50.79 | 44.35  | 50.91 | 46.53  | 51.50 | 35.43  | 48.82 | 41.95  | 47.27 | 49.82 | 48.54 | 47.33 | 53.71 | 48.23 | 48.05 | 48.77 | 42.96  | 43.55 | 49.31 | 48.90 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 8.62   | 17.54 | 10.24  | 17.24 | 10.91  | 17.89 | 11.44  | 16.73 | 13.41  | 16.45 | 16.86 | 16.73 | 15.74 | 13.93 | 16.30 | 16.39 | 16.88 | 12.29  | 12.42 | 16.30 | 16.28 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 3.29   | 2.18  | 4.82   | 1.52  | 4.91   | 1.41  | 3.47   | 2.48  | 4.81   | 3.08  | 3.05  | 4.98  | 10.37 | 10.28 | 8.19  | 3.99  | 2.63  | 4.92   | 4.81  | 5.17  | 6.81  |
| TiO <sub>2</sub>               | 1.51   | 3.09  | 2.69   | 3.36  | 2.32   | 3.13  | 2.05   | 3.45  | 2.39   | 2.95  | 2.85  | 2.99  | 2.62  | 1.03  | 2.63  | 3.00  | 3.19  | 2.48   | 2.50  | 3.72  | 3.31  |
| MgO                            | 12.97  | 7.36  | 17.40  | 7.24  | 19.66  | 7.26  | 15.84  | 9.24  | 21.66  | 12.73 | 7.87  | 6.97  | 5.79  | 5.08  | 6.12  | 9.45  | 9.31  | 22.39  | 22.68 | 6.02  | 5.93  |
| CaO                            | 19.06  | 6.49  | 10.30  | 7.92  | 6.51   | 5.13  | 12.67  | 7.20  | 2.08   | 3.94  | 8.16  | 8.67  | 7.95  | 6.80  | 8.22  | 7.00  | 6.87  | 1.55   | 1.57  | 8.83  | 8.60  |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.15   | 7.19  | 2.95   | 7.14  | 2.80   | 7.44  | 2.13   | 6.33  | 1.42   | 5.10  | 6.92  | 6.55  | 5.55  | 5.19  | 6.22  | 5.59  | 6.13  | 0.94   | 0.99  | 6.80  | 6.70  |
| K <sub>2</sub> O               | 1.09   | 1.08  | 0.41   | 0.53  | 1.58   | 1.43  | 3.35   | 1.23  | 6.00   | 3.44  | 0.57  | 0.54  | 1.17  | 1.25  | 0.68  | 1.48  | 1.60  | 5.61   | 5.54  | 0.47  | 0.64  |
| MnO                            | 0.01   | 0.01  | 0.01   | 0.01  | 0.02   | 0.01  | 0.01   | 0.01  | 0.01   | 0.01  | 0.01  | 0.04  | 0.09  | 0.08  | 0.08  | 0.02  | 0.01  | 0.01   | 0.01  | 0.02  | 0.04  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 10.84  | 0.47  | 1.77   | 0.47  | 0.50   | 0.55  | 7.22   | 0.54  | 1.10   | 0.68  | 0.48  | 0.45  | 0.22  | 0.04  | 0.39  | 0.68  | 0.48  | 0.66   | 0.66  | 0.44  | 0.45  |
| Gl.tap                         | 1.04   | 0.91  | 1.75   | 0.89  | 1.54   | 1.26  | 1.38   | 0.91  | 2.22   | 1.59  | 0.81  | 0.65  | 0.84  | 1.73  | 0.87  | 1.90  | 1.15  | 3.14   | 3.14  | 0.34  | 0.72  |
| Sum                            | 93.34  | 97.11 | 96.70  | 97.23 | 97.27  | 97.00 | 94.99  | 96.94 | 97.05  | 97.24 | 97.40 | 97.10 | 97.68 | 99.11 | 97.92 | 97.54 | 97.02 | 96.94  | 97.87 | 97.43 | 98.37 |
| Rut                            | 0.86   | 2.61  | 2.36   | 3.13  | 1.44   | 2.64  | 0.59   | 2.86  | 0.15   | 1.51  | 2.46  | 1.96  | 0.47  | 0.14  | 0.57  | 1.82  | 2.35  | 0.57   | 1.99  | 2.31  | 0.86  |
| Y                              | 1266   | 65    | 846    | 81    | 610    | 54    | 975    | 161   | 99     | 68    | 195   | 134   | 62    | 53    | 64    | 84    | 105   | 59     | 187   | 74    | 63    |
| Nb                             | 5      | 7     | 10     | 7     | 7      | 11    | 6      | 6     | 7      | 9     | 11    | 9     | 7     | 6     | 8     | 7     | 8     | 12     | 13    | 7     | 7     |
| Zr                             | 58     | 135   | 107    | 135   | 82     | 125   | 73     | 139   | 105    | 116   | 140   | 145   | 160   | 161   | 144   | 142   | 133   | 89     | 138   | 149   | 165   |
| Mo                             | 4      | 2     | 2      | 1     | 3      | 2     | 4      | 3     | -1     | -1    | 1     | -1    | -1    | -1    | 1     | 1     | 1     | -1     | 2     | 2     | -1    |
| Th                             | 17.0   | 0.9   | 44.0   | 0.7   | 0.7    | 1.1   | 13.0   | 0.8   | 1.0    | 0.5   | 0.6   | 0.3   | 0.5   | -0.2  | -0.2  | 0.6   | -0.2  | 0.7    | 2.3   | 1.2   | 1.7   |
| Hf                             | 5      | 5     | 5      | 5     | 3      | 4     | 2      | 4     | 4      | 4     | 3     | 3     | 4     | 5     | 4     | 5     | 4     | 4      | 5     | 5     | 5     |
| Ta                             | -0.5   | 0.9   | -0.5   | 0.7   | -0.5   | 1.2   | -0.5   | 1.1   | 0.6    | 1.1   | 1.3   | -0.5  | 0.9   | -0.5  | 0.5   | 0.9   | -0.5  | 1.6    | 1.6   | 1.0   | 0.7   |
| U                              | 1.7    | 1.4   | 1.3    | 1.6   | 0.5    | 1.4   | 1.1    | 1.5   | 0.4    | 1.2   | 1.4   | 1.5   | 0.6   | 0.8   | 0.6   | 1.2   | 1.4   | 0.3    | 1.8   | 1.4   | 0.3   |
| Rb                             | 36     | 42    | 11     | 13    | 60     | 51    | 124    | 41    | 275    | 155   | 13    | 10    | 23    | 37    | 11    | 80    | 68    | 260    | 40    | 9     | 15    |
| Sr                             | 52     | 68    | 13     | 60    | 6      | 64    | 68     | 49    | 8      | 51    | 56    | 84    | 160   | 88    | 157   | 79    | 64    | 6      | 75    | 87    | 92    |
| Ba                             | 194    | 52    | 141    | 246   | 176    | 223   | 70     | 92    | 92     | 84    | 58    | 70    | 283   | 467   | 132   | 227   | 88    | 150    | 52    | 35    | 60    |
| Zn                             | 12     | 10    | 18     | 40    | 38     | 33    | 15     | 19    | 18     | 12    | 13    | 22    | 43    | 61    | 38    | 27    | 17    | 18     | 9     | 16    | 19    |
| Cu                             | 5      | 5     | 5      | 28    | 29     | 5     | 5      | 5     | 5      | 5     | 5     | 8     | 44    | 25    | 104   | 6     | 5     | 5      | 5     | 5     | 7     |
| Co                             | 22     | 10    | 26     | 43    | 31     | 18    | 16     | 20    | 22     | 16    | 12    | 15    | 31    | 28    | 25    | 15    | 13    | 24     | 12    | 17    | 19    |
| Sc                             | 40     | 34    | 71     | 46    | 56     | 24    | 28     | 54    | 32     | 44    | 44    | 37    | 34    | 34    | 34    | 50    | 50    | 34     | 36    | 45    | 40    |
| Cr                             | 63     | 75    | 113    | 75    | 88     | 67    | 65     | 87    | 83     | 81    | 76    | 86    | 72    | 65    | 74    | 82    | 86    | 70     | 55    | 66    | 66    |
| Ni                             | 283    | 160   | 320    | 43    | 94     | 161   | 139    | 135   | 289    | 237   | 139   | 130   | 96    | 65    | 139   | 268   | 192   | 287    | 111   | 101   | 109   |
| V                              | 2522   | 496   | 3627   | 431   | 3138   | 478   | 2563   | 1056  | 2482   | 1371  | 1054  | 742   | 307   | 252   | 339   | 743   | 912   | 2858   | 664   | 401   | 381   |
| Cs                             | -0.5   | 1.0   | -0.5   | 1.0   | 0.7    | 0.8   | 1.4    | 0.7   | 3.0    | 2.3   | 1.1   | 1.4   | 1.5   | -0.5  | 1.1   | 2.5   | 1.0   | 3.2    | -0.5  | 0.7   | 4.7   |
| Br                             | 8.9    | 107.0 | 13.0   | 94.0  | 17.0   | 130.0 | 16.0   | 88.0  | 9.5    | 78.0  | 91.0  | 81.0  | 53.0  | 13.0  | 73.0  | 58.0  | 80.0  | 6.6    | 88.0  | 73.0  | 61.0  |
| Ga                             | 43     | 33    | 47     | 24    | 23     | 35    | 21     | 23    | 58     | 28    | 26    | 27    | 20    | 15    | 25    | 31    | 29    | 44     | 22    | 26    | 24    |
| As                             | 149    | 19    | 11     | 16    | 16     | 14    | 76     | 20    | 10     | 10    | 15    | 15    | 18    | 15    | 16    | 16    | 12    | 20     | 13    | 15    | 15    |
| La                             | 231    | 13    | 45     | 14    | 13     | 15    | 160    | 16    | 22     | 15    | 15    | 16    | 12    | 12    | 14    | 18    | 11    | 14     | 46    | 16    | 15    |
| Ce                             | 677    | 48    | 120    | 46    | 49     | 58    | 490    | 59    | 70     | 47    | 51    | 48    | 34    | 32    | 45    | 54    | 41    | 51     | 150   | 51    | 49    |
| Nd                             | 458    | 78    | 84     | 45    | 63     | 77    | 65     | 54    | 106    | 65    | 79    | 70    | 39    | 19    | 41    | 63    | 61    | 58     | 149   | 61    | 59    |
| Sm                             | 220.0  | 13.0  | 75.9   | 16.8  | 39.9   | 12.2  | 147.0  | 22.6  | 17.7   | 12.6  | 27.7  | 22.8  | 12.4  | 11.6  | 14.2  | 16.4  | 19.2  | 11.1   | 38.6  | 15.8  | 14.6  |
| Eu                             | 21     | -1    | 6      | 3     | 4      | 2     | 11     | 3     | 1      | -1    | 4     | 4     | 3     | 3     | 3     | 4     | 3     | 1      | 5     | 3     | 2     |
| Tb                             | 40     | 2.2   | 21     | 3     | 14     | 2     | 26     | 4.9   | 2.6    | 2     | 5.6   | 4.2   | 2.2   | 1.8   | 2.3   | 2.7   | 3.8   | 1.6    | 6     | 2.4   | 2.2   |
| Yb                             | 136    | 9     | 134    | 14    | 87     | 7     | 95     | 26    | 7      | 9     | 32    | 23    | 9     | 9     | 10    | 13    | 16    | 6      | 20    | 12    | 9     |
| Lu                             | 19.0   | 1.3   | 19.0   | 1.8   | 12.0   | 1.1   | 13.0   | 3.7   | 1.1    | 1.1   | 4.4   | 3.2   | 1.4   | 1.2   | 1.4   | 1.7   | 2.1   | 0.7    | 2.7   | 1.7   | 1.3   |



| Anal.nr.                       | 143   | 144   | 145   | 146    | 147   | 148    | 149   | 150    | 151    | 152   | 153   | 154     | 155   | 156   | 157   | 158   | 159   | 160   | 161   | 162   | 163   |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bergart                        | ødeg  | ødeg  | ødeg  | flogg. | ødeg  | flogg. | ødeg  | flogg. | flogg. | ødeg  | ødeg  | enståre | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  |
| Avstand                        | 65.50 | 66.00 | 66.61 | 66.75  | 67.38 | 67.66  | 68.08 | 68.45  | 68.86  | 69.50 | 70.00 | 70.12   | 71.00 | 72.00 | 73.00 | 74.00 | 75.00 | 76.00 | 76.50 | 77.00 | 77.32 |
| Lengde                         | 0.50  | 0.50  | 0.61  | 0.14   | 0.63  | 0.28   | 0.42  | 0.37   | 0.41   | 0.64  | 0.50  | 0.12    | 0.88  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 0.50  | 0.50  | 0.32  |
| SiO <sub>2</sub>               | 48.03 | 49.56 | 50.50 | 41.66  | 52.45 | 43.58  | 49.66 | 42.78  | 44.37  | 50.23 | 50.38 | 46.66   | 50.26 | 48.27 | 48.56 | 50.05 | 48.86 | 48.71 | 49.43 | 47.15 | 48.89 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 16.05 | 16.58 | 16.95 | 14.59  | 16.10 | 13.12  | 17.00 | 12.33  | 10.72  | 16.87 | 17.41 | 13.97   | 17.25 | 16.46 | 16.84 | 16.94 | 16.10 | 16.91 | 17.03 | 15.94 | 17.53 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7.92  | 3.28  | 2.48  | 4.52   | 3.50  | 4.90   | 2.11  | 5.94   | 6.09   | 2.81  | 2.75  | 5.32    | 3.52  | 5.71  | 5.41  | 2.85  | 4.58  | 4.14  | 3.25  | 2.95  | 2.03  |
| TiO <sub>2</sub>               | 3.48  | 3.33  | 3.30  | 3.04   | 3.27  | 2.37   | 3.27  | 2.56   | 2.29   | 3.66  | 3.26  | 2.56    | 3.26  | 3.34  | 2.97  | 3.04  | 3.24  | 2.77  | 2.68  | 2.85  | 2.61  |
| MgO                            | 5.69  | 7.49  | 6.76  | 19.19  | 5.92  | 20.47  | 10.03 | 23.32  | 24.14  | 7.46  | 6.68  | 12.79   | 6.30  | 6.48  | 6.46  | 7.19  | 7.48  | 7.63  | 7.70  | 13.20 | 11.07 |
| CaO                            | 8.86  | 8.34  | 8.79  | 3.00   | 7.68  | 2.40   | 4.11  | 1.67   | 0.94   | 7.60  | 8.30  | 9.86    | 8.32  | 8.80  | 9.06  | 7.97  | 8.92  | 9.11  | 9.02  | 4.84  | 3.99  |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6.43  | 6.72  | 6.98  | 2.21   | 7.23  | 1.75   | 6.44  | 1.14   | 0.98   | 7.03  | 7.22  | 4.74    | 7.04  | 6.44  | 6.47  | 6.88  | 6.38  | 6.37  | 6.57  | 4.74  | 6.03  |
| K <sub>2</sub> O               | 0.50  | 0.74  | 0.50  | 5.87   | 0.47  | 5.35   | 2.43  | 5.81   | 5.13   | 0.59  | 0.46  | 0.47    | 0.48  | 0.51  | 0.50  | 0.76  | 0.46  | 0.52  | 0.48  | 3.07  | 3.11  |
| MnO                            | 0.04  | 0.01  | 0.01  | 0.01   | 0.02  | 0.01   | 0.01  | 0.01   | 0.01   | 0.01  | 0.01  | 0.01    | 0.01  | 0.04  | 0.04  | 0.01  | 0.01  | 0.02  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.46  | 0.54  | 0.56  | 1.01   | 0.43  | 1.08   | 0.61  | 0.70   | 0.35   | 0.43  | 0.46  | 0.36    | 0.43  | 0.44  | 0.42  | 0.49  | 0.40  | 0.43  | 0.44  | 0.68  | 0.60  |
| Gl.tap                         | 0.35  | 0.82  | 0.85  | 1.76   | 1.20  | 2.42   | 1.40  | 1.50   | 2.78   | 0.84  | 0.80  | 0.87    | 0.85  | 0.72  | 0.61  | 0.88  | 0.72  | 0.67  | 0.63  | 1.85  | 1.14  |
| Sum                            | 97.81 | 97.42 | 97.69 | 96.86  | 98.28 | 97.44  | 97.06 | 97.76  | 97.81  | 97.54 | 97.72 | 97.61   | 97.72 | 97.22 | 97.36 | 97.05 | 97.15 | 97.27 | 97.24 | 97.27 | 97.01 |
| Rut                            | 0.72  | 2.87  | 2.96  | 0.47   | 2.62  | 0.44   | 2.25  | 0.08   | 0.09   | 3.32  | 2.82  | 1.96    | 2.78  | 1.86  | 1.64  | 2.70  | 2.64  | 2.35  | 2.25  | 1.47  | 1.32  |
| Y                              | 52    | 90    | 78    | 82     | 68    | 90     | 54    | 79     | 35     | 122   | 163   | 349     | 95    | 87    | 73    | 140   | 82    | 103   | 118   | 76    | 50    |
| Nb                             | 6     | 7     | 5     | 8      | 7     | 7      | 9     | 5      | 5      | 6     | 8     | 7       | 6     | 7     | 6     | 10    | 5     | 5     | 6     | 9     | 8     |
| Zr                             | 169   | 151   | 164   | 111    | 164   | 118    | 120   | 78     | 88     | 128   | 144   | 118     | 136   | 128   | 122   | 135   | 139   | 126   | 124   | 220   | 104   |
| Mo                             | 1     | 2     | 1     | 1      | 1     | -1     | -1    | -1     | -1     | 1     | 2     | 2       | 2     | -1    | -1    | 2     | 2     | 2     | 1     | 1     | -1    |
| Th                             | 1.3   | 0.7   | 0.8   | 0.9    | 3.1   | 1.5    | -0.2  | 0.8    | 0.4    | 0.8   | 0.9   | -0.2    | 1.1   | 1.1   | 1.7   | 1.0   | 0.5   | -0.2  | -0.2  | 0.8   | -0.2  |
| Hf                             | 5     | 5     | 5     | 4      | 5     | 4      | 4     | 3      | 3      | 4     | 5     | 4       | 5     | 4     | 3     | 5     | 5     | 4     | 4     | 9     | 4     |
| Ta                             | 1.1   | 0.7   | -0.5  | 0.8    | 0.8   | 0.9    | 1.1   | 0.7    | -0.5   | 0.9   | 1.2   | 1.1     | -0.5  | 0.8   | -0.5  | 0.9   | 0.7   | 0.8   | 0.7   | 0.9   | 0.6   |
| U                              | 0.4   | 1.4   | 1.5   | 0.5    | 1.9   | 0.5    | 1.1   | -0.2   | -0.2   | 1.8   | 1.4   | 0.8     | 1.7   | 1.0   | 0.9   | 1.5   | 1.6   | 1.1   | 1.4   | 1.2   | 1.0   |
| Rb                             | 13    | 20    | 10    | 277    | 13    | 239    | 102   | 276    | 246    | 16    | 9     | 8       | 9     | 10    | 12    | 16    | 8     | 9     | 9     | 129   | 131   |
| Sr                             | 130   | 81    | 107   | 20     | 109   | 16     | 52    | 5      | 8      | 55    | 70    | 39      | 90    | 98    | 102   | 65    | 72    | 103   | 76    | 52    | 63    |
| Ba                             | 81    | 59    | 59    | 168    | 54    | 135    | 55    | 137    | 128    | 27    | 38    | 56      | 65    | 77    | 67    | 59    | 41    | 51    | 32    | 91    | 79    |
| Zn                             | 24    | 15    | 14    | 13     | 15    | 21     | 10    | 11     | 15     | 12    | 12    | 21      | 21    | 24    | 20    | 11    | 15    | 16    | 11    | 16    | 10    |
| Cu                             | 13    | 5     | 5     | 5      | 11    | 5      | 5     | 5      | 5      | 5     | 5     | 5       | 5     | 9     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Co                             | 24    | 13    | 10    | 22     | 13    | 25     | 10    | 28     | 32     | 11    | 11    | 21      | 14    | 20    | 18    | 12    | 18    | 17    | 15    | 13    | 10    |
| Sc                             | 40    | 55    | 41    | 38     | 41    | 33     | 35    | 23     | 11     | 44    | 40    | 53      | 38    | 41    | 32    | 40    | 42    | 45    | 36    | 48    | 30    |
| Cr                             | 67    | 69    | 65    | 82     | 64    | 67     | 75    | 53     | 44     | 69    | 59    | 84      | 58    | 78    | 112   | 100   | 138   | 162   | 149   | 107   | 207   |
| Ni                             | 104   | 136   | 126   | 386    | 77    | 323    | 116   | 422    | 399    | 115   | 122   | 225     | 125   | 129   | 129   | 142   | 163   | 165   | 165   | 208   | 127   |
| V                              | 320   | 737   | 501   | 3090   | 398   | 2458   | 1048  | 2096   | 1540   | 817   | 935   | 1813    | 498   | 465   | 394   | 794   | 438   | 683   | 763   | 1779  | 1249  |
| Cs                             | 1.5   | 2.8   | 1.9   | 3.9    | 4.3   | 2.4    | 1.5   | 2.8    | 2.4    | 0.7   | 1.4   | -0.5    | 2.2   | 1.0   | -0.5  | 0.7   | 0.8   | -0.5  | 1.4   | 1.7   | 1.5   |
| Br                             | 61.0  | 73.0  | 70.0  | 15.0   | 74.0  | 13.0   | 86.0  | 0.8    | 0.8    | 92.0  | 93.0  | 39.0    | 82.0  | 66.0  | 68.0  | 76.0  | 74.0  | 80.0  | 69.0  | 63.0  | 81.0  |
| Ga                             | 25    | 25    | 23    | 44     | 27    | 44     | 20    | 46     | 41     | 21    | 28    | 39      | 26    | 23    | 24    | 23    | 23    | 28    | 28    | 28    | 20    |
| As                             | 17    | 16    | 11    | 14     | 16    | 25     | 10    | 18     | 15     | 15    | 16    | 19      | 16    | 22    | 15    | 12    | 19    | 16    | 12    | 18    | 18    |
| La                             | 16    | 13    | 15    | 18     | 16    | 20     | 13    | 14     | 7      | 14    | 15    | 13      | 15    | 16    | 16    | 15    | 13    | 13    | 14    | 14    | 13    |
| Ce                             | 53    | 55    | 47    | 67     | 54    | 72     | 47    | 52     | 23     | 46    | 51    | 51      | 57    | 55    | 53    | 52    | 53    | 42    | 55    | 45    | 42    |
| Nd                             | 52    | 65    | 69    | 86     | 58    | 75     | 60    | 65     | 33     | 74    | 76    | 87      | 67    | 63    | 54    | 64    | 66    | 54    | 59    | 53    | 48    |
| Sm                             | 12.3  | 18.7  | 17.6  | 16.4   | 17.2  | 15.6   | 12.4  | 12.4   | 5.8    | 18.5  | 24.4  | 43.5    | 18.8  | 17.3  | 17.8  | 22.1  | 19.3  | 20.6  | 17.8  | 14.4  | 10.7  |
| Eu                             | 4     | 4     | 3     | 2      | 2     | 2      | -1    | 1      | -1     | 3     | 3     | 5       | 3     | 3     | 3     | 3     | 4     | 3     | 3     | 2     | -1    |
| Tb                             | 1.9   | 3.4   | 3.4   | 2.4    | 2.9   | 2.2    | 2     | 1.8    | 1.1    | 3.7   | 4.9   | 10      | 3.3   | 2.8   | 2.9   | 4.6   | 3.4   | 4.3   | 3.4   | 2.5   | 1.7   |
| Yb                             | 8     | 14    | 12    | 7      | 11    | 6      | 6     | 8      | 3      | 18    | 25    | 55      | 13    | 13    | 11    | 20    | 13    | 20    | 16    | 10    | 5     |
| Lu                             | 1.0   | 1.8   | 1.5   | 1.0    | 1.6   | 0.9    | 0.9   | 1.0    | 0.4    | 2.4   | 3.5   | 7.6     | 2.0   | 1.9   | 1.5   | 2.9   | 1.9   | 2.9   | 2.4   | 1.3   | 0.6   |

| Anal.nr.                       | 164    | 165   | 166   | 167   | 168    | 169    | 170    | 171    | 172   | 173   | 174   | 175   | 176   | 177   | 178   | 179   | 180   | 181   | 182   | 183   | 184   |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bergart                        | flogg. | ødeg  | ødeg  | ødeg  | flogg. | flogg. | gruveg | gruveg | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  |
| Avstand                        | 77.63  | 78.00 | 78.40 | 78.83 | 79.27  | 79.90  | 80.70  | 81.10  | 84.35 | 84.70 | 85.00 | 85.25 | 85.50 | 85.75 | 86.00 | 86.25 | 86.50 | 86.75 | 87.00 | 87.25 | 87.50 |
| Lengde                         | 0.31   | 0.37  | 0.40  | 0.43  | 0.44   | 0.63   | 0.80   | 0.40   | 3.25  | 0.35  | 0.30  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  |
| SiO <sub>2</sub>               | 37.40  | 49.93 | 49.81 | 51.64 | 36.20  | 36.10  |        |        | 47.84 | 49.10 | 47.01 | 47.95 | 49.21 | 48.16 | 48.08 | 49.64 | 46.09 | 47.69 | 44.15 | 44.85 | 45.09 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 12.74  | 16.90 | 16.86 | 15.81 | 7.45   | 12.65  |        |        | 13.03 | 16.16 | 16.03 | 15.46 | 17.05 | 15.50 | 15.71 | 17.73 | 13.47 | 14.24 | 14.68 | 14.56 | 13.77 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4.01   | 1.04  | 1.26  | 1.97  | 4.60   | 4.34   |        |        | 3.79  | 2.37  | 3.33  | 4.95  | 4.45  | 6.08  | 7.57  | 6.62  | 12.16 | 11.85 | 15.31 | 14.06 | 14.19 |
| TiO <sub>2</sub>               | 2.37   | 2.81  | 3.03  | 3.54  | 6.22   | 2.29   |        |        | 2.55  | 2.66  | 3.21  | 2.88  | 2.65  | 3.16  | 3.26  | 2.59  | 3.72  | 3.20  | 2.45  | 3.00  | 2.05  |
| MgO                            | 18.97  | 10.45 | 11.40 | 8.97  | 19.68  | 20.10  |        |        | 16.42 | 12.60 | 13.03 | 11.14 | 7.29  | 8.10  | 7.12  | 4.80  | 7.29  | 6.36  | 6.26  | 5.63  | 8.02  |
| CaO                            | 6.56   | 4.84  | 4.15  | 4.21  | 7.92   | 6.40   |        |        | 3.74  | 3.58  | 3.74  | 5.30  | 8.70  | 8.63  | 8.54  | 8.31  | 8.22  | 7.41  | 8.39  | 8.12  | 9.17  |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.54   | 6.24  | 5.96  | 6.75  | 0.60   | 1.17   |        |        | 3.68  | 5.46  | 4.81  | 5.20  | 6.58  | 6.00  | 5.98  | 6.55  | 5.14  | 5.49  | 5.16  | 5.52  | 4.71  |
| K <sub>2</sub> O               | 5.67   | 2.18  | 2.35  | 1.45  | 3.64   | 6.07   |        |        | 2.88  | 3.00  | 3.62  | 2.16  | 0.48  | 0.47  | 0.45  | 0.52  | 0.53  | 0.57  | 0.65  | 0.65  | 0.73  |
| MnO                            | 0.01   | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01   | 0.01   |        |        | 0.03  | 0.01  | 0.01  | 0.02  | 0.02  | 0.03  | 0.04  | 0.04  | 0.07  | 0.08  | 0.08  | 0.09  | 0.09  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 4.55   | 0.59  | 0.51  | 0.69  | 5.58   | 4.73   |        |        | 1.34  | 0.67  | 0.80  | 0.66  | 0.37  | 0.40  | 0.41  | 0.51  | 0.39  | 0.45  | 0.32  | 0.50  | 0.16  |
| Gl.tap                         | 1.62   | 2.39  | 1.76  | 1.93  | 3.15   | 1.84   |        |        | 2.58  | 1.77  | 1.71  | 1.75  | 0.67  | 0.75  | 0.53  | 0.45  | 0.73  | 0.77  | 0.49  | 0.56  | 0.53  |
| Sum                            | 95.44  | 97.37 | 97.10 | 96.97 | 95.05  | 95.69  |        |        | 97.88 | 97.37 | 97.30 | 97.47 | 97.47 | 97.26 | 97.68 | 97.74 | 97.82 | 98.10 | 97.95 | 97.54 | 98.53 |
| Rut                            | 0.05   | 2.03  | 2.12  | 3.01  | 4.54   | -0.07  |        |        | 1.31  | 1.47  | 1.64  | 1.60  | 2.08  | 1.57  | 0.73  | 0.32  | 0.45  | 0.30  | 0.43  | 0.31  | 0.65  |
| Y                              | 417    | 47    | 33    | 51    | 401    | 597    |        |        | 145   | 61    | 53    | 27    | 80    | 89    | 66    | 43    | 55    | 45    | 32    | 41    | 62    |
| Nb                             | 6      | 6     | 6     | 14    | 69     | 8      |        |        | 12    | 10    | 7     | 7     | 7     | 7     | 6     | 6     | 5     | 7     | 7     | 8     | 6     |
| Zr                             | 75     | 103   | 92    | 248   | 45     | 60     |        |        | 183   | 104   | 95    | 139   | 100   | 155   | 137   | 169   | 164   | 194   | 136   | 187   | 100   |
| Mo                             | 2      | 2     | -1    | 14    | -1     | -1     |        |        | -1    | 6     | 5     | 8     | 8     | 8     | 9     | 13    | 9     | 10    | 10    | 11    | 7     |
| Th                             | 1.8    | -0.2  | -0.2  | 1.1   | 6.3    | 3.0    |        |        | 3.3   | 0.8   | -0.2  | -0.2  | -0.2  | 0.7   | 0.4   | 0.8   | 0.6   | 1.5   | 1.6   | 0.9   | 0.5   |
| Hf                             | 3      | 4     | -1    | 10    | 4      | 2      |        |        | 8     | 5     | 4     | 5     | -1    | 4     | 5     | 5     | 4     | 6     | 4     | 5     | 3     |
| Ta                             | 0.6    | 0.7   | -0.5  | 2.3   | 13.0   | 1.6    |        |        | 1.9   | 2.4   | 1.3   | 0.8   | 0.6   | 0.8   | 0.8   | 1.0   | 1.1   | 1.4   | 1.1   | -0.5  | 0.6   |
| U                              | 0.5    | 0.9   | -0.2  | 2.1   | 3.2    | 0.7    |        |        | 1.2   | 0.9   | 1.3   | 1.2   | 1.2   | 1.2   | 0.4   | 0.4   | 0.5   | 0.5   | -0.2  | 0.6   | 0.3   |
| Rb                             | 243    | 77    | 90    | 59    | 159    | 267    |        |        | 123   | 123   | 145   | 88    | 11    | 10    | 10    | 11    | 12    | 8     | 10    | 11    | 11    |
| Sr                             | 34     | 66    | 55    | 92    | 35     | 25     |        |        | 97    | 63    | 77    | 123   | 145   | 120   | 148   | 228   | 145   | 199   | 189   | 201   | 140   |
| Ba                             | 123    | 38    | 44    | 71    | 81     | 114    |        |        | 179   | 57    | 121   | 129   | 57    | 63    | 78    | 127   | 102   | 124   | 145   | 134   | 135   |
| Zn                             | 12     | 17    | 15    | 19    | 21     | 12     |        |        | 27    | 10    | 25    | 16    | 19    | 22    | 25    | 26    | 38    | 40    | 40    | 39    | 40    |
| Cu                             | 5      | 5     | 5     | 13    | 5      | 5      |        |        | 7     | 5     | 5     | 26    | 8     | 8     | 9     | 6     | 12    | 31    | 56    | 55    | 11    |
| Co                             | 24     | 10    | 10    | 10    | 23     | 27     |        |        | 14    | 12    | 17    | 21    | 17    | 21    | 21    | 21    | 32    | 33    | 45    | 43    | 43    |
| Sc                             | 22     | 49    | 10    | 21    | 27     | 25     |        |        | 37    | 30    | 41    | 29    | 54    | 43    | 49    | 31    | 54    | 43    | 35    | 30    | 30    |
| Cr                             | 100    | 149   | 171   | 80    | 59     | 112    |        |        | 21    | 220   | 248   | 165   | 160   | 180   | 104   | 97    | 201   | 122   | 187   | 143   | 181   |
| Ni                             | 389    | 99    | 144   | 102   | 281    | 395    |        |        | 147   | 158   | 192   | 178   | 103   | 108   | 118   | 87    | 124   | 106   | 105   | 103   | 103   |
| V                              | 2328   | 731   | 761   | 600   | 2168   | 2768   |        |        | 1281  | 1112  | 970   | 510   | 505   | 539   | 375   | 231   | 353   | 273   | 257   | 247   | 280   |
| Cs                             | 2.3    | 1.7   | -0.5  | -1.4  | 1.8    | 4.8    |        |        | 3.7   | 2.0   | 2.4   | 1.5   | -0.5  | -1.0  | -1.0  | -1.0  | -0.5  | 1.2   | -0.5  | -0.5  | -0.5  |
| Br                             | 11.0   | 96.0  | 19.0  | 88.0  | 1.1    | 3.5    |        |        | 38.0  | 79.0  | 70.0  | 67.0  | 68.0  | 59.0  | 55.0  | 50.0  | 44.0  | 45.0  | 43.0  | 53.0  | 40.0  |
| Ga                             | 43     | 22    | 26    | 27    | 35     | 46     |        |        | 37    | 25    | 25    | 24    | 26    | 25    | 25    | 23    | 27    | 25    | 20    | 27    | 22    |
| As                             | 26     | 21    | 18    | 18    | 52     | 24     |        |        | 10    | 20    | 19    | 18    | 17    | 17    | 18    | 12    | 16    | 19    | 15    | 13    | 18    |
| La                             | 80     | 13    | 3     | 18    | 120    | 120    |        |        | 33    | 17    | 18    | 17    | 14    | 13    | 14    | 17    | 14    | 16    | 16    | 20    | 13    |
| Ce                             | 280    | 45    | -5    | 84    | 500    | 507    |        |        | 160   | 84    | 90    | 67    | 74    | 79    | 62    | 65    | 59    | 51    | 54    | 57    | 57    |
| Nd                             | 310    | 45    | 42    | 57    | 547    | 410    |        |        | 90    | 55    | 57    | 43    | 48    | 58    | 53    | 41    | 40    | 31    | 28    | 38    | 29    |
| Sm                             | 72.5   | 11.8  | 0.9   | 10.6  | 78.3   | 86.6   |        |        | 21.4  | 10.6  | 10.1  | 7.6   | 13.5  | 14.6  | 11.6  | 9.3   | 10.6  | 8.6   | 7.8   | 8.2   | 11.3  |
| Eu                             | 7      | 1     | -1    | 3     | 11     | 9      |        |        | -2    | 4     | -1    | -2    | 3     | 5     | 5     | 3     | 4     | 3     | 6     | 4     | 5     |
| Tb                             | 12     | 2     | -0.5  | 1.6   | 13     | 15     |        |        | 3.8   | 2.1   | 2.2   | 1     | 2.7   | 3.2   | 2.5   | 1.5   | 2.1   | 1.1   | 1     | 1.3   | 2.3   |
| Yb                             | 29     | 5     | -2    | 4     | 19     | 23     |        |        | 9     | 2     | 2     | -2    | 7     | 7     | 5     | 4     | 5     | 4     | 3     | 3     | 5     |
| Lu                             | 3.7    | 0.5   | -0.2  | 0.7   | 4.6    | 5.7    |        |        | 2.0   | 0.8   | 0.4   | 0.3   | 1.6   | 1.8   | 1.3   | 0.7   | 1.3   | 1.1   | 0.8   | 1.1   | 1.2   |

| Anal.nr.                       | 185   | 186   | 187   | 188   | 189   | 190   | 191   | 192   | 193   | 194     | 195   | 196   | 197   | 198   | 199   | 200   | 201   | 202   | 203   | 204   | 205   |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bergart                        | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | mgab  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | floggg. | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  | ødeg  |
| Avstand                        | 87.75 | 88.00 | 88.25 | 88.50 | 88.75 | 89.00 | 89.25 | 89.50 | 89.75 | 90.00   | 90.25 | 90.50 | 90.75 | 91.00 | 91.25 | 91.50 | 92.00 | 92.25 | 92.50 | 92.75 | 95.40 |
| Lengde                         | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25    | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.50  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 2.65  |
| SiO <sub>2</sub>               | 44.78 | 45.65 | 46.16 | 47.37 | 48.84 | 47.64 | 49.35 | 48.86 | 48.83 | 36.90   | 48.96 | 50.75 | 50.47 | 51.24 | 50.72 | 50.09 | 48.71 | 49.39 | 48.89 | 49.80 | 48.62 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13.87 | 14.67 | 13.97 | 14.94 | 16.80 | 15.48 | 15.66 | 15.65 | 17.03 | 8.88    | 16.94 | 16.73 | 16.83 | 15.14 | 15.58 | 16.19 | 15.92 | 16.92 | 16.83 | 16.76 | 15.92 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13.70 | 12.62 | 11.90 | 9.48  | 6.04  | 8.38  | 4.49  | 4.64  | 3.58  | 4.39    | 2.00  | 2.38  | 2.53  | 3.07  | 3.20  | 2.93  | 2.53  | 1.63  | 1.67  | 2.25  | 2.06  |
| TiO <sub>2</sub>               | 2.93  | 2.96  | 3.14  | 2.93  | 2.98  | 3.35  | 4.16  | 3.61  | 2.89  | 1.62    | 2.92  | 3.07  | 3.24  | 4.87  | 2.61  | 3.51  | 3.46  | 2.51  | 2.96  | 2.80  | 3.79  |
| MgO                            | 7.11  | 6.19  | 6.54  | 6.81  | 6.25  | 6.53  | 7.29  | 7.94  | 8.86  | 12.83   | 10.55 | 9.13  | 6.75  | 8.62  | 7.98  | 7.43  | 10.64 | 11.99 | 12.23 | 10.90 | 11.95 |
| CaO                            | 8.75  | 8.57  | 8.92  | 9.34  | 8.18  | 8.76  | 7.95  | 8.54  | 6.68  | 17.77   | 4.45  | 6.05  | 8.34  | 6.73  | 7.97  | 8.57  | 5.99  | 4.07  | 3.56  | 3.97  | 3.86  |
| Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5.01  | 5.44  | 5.24  | 5.64  | 6.46  | 6.06  | 6.07  | 6.21  | 6.31  | 2.26    | 6.02  | 6.44  | 7.01  | 6.19  | 6.34  | 6.65  | 5.76  | 5.69  | 5.73  | 6.09  | 5.40  |
| K <sub>2</sub> O               | 0.70  | 0.67  | 0.63  | 0.59  | 0.72  | 0.54  | 1.05  | 0.53  | 1.31  | 0.83    | 2.28  | 1.26  | 0.40  | 0.37  | 0.43  | 0.47  | 1.49  | 2.73  | 3.03  | 2.38  | 2.36  |
| MnO                            | 0.10  | 0.09  | 0.09  | 0.08  | 0.05  | 0.08  | 0.02  | 0.02  | 0.01  | 0.01    | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.30  | 0.44  | 0.47  | 0.50  | 0.35  | 0.56  | 0.52  | 0.49  | 0.55  | 6.97    | 0.56  | 0.64  | 0.54  | 0.70  | 0.50  | 0.46  | 0.66  | 0.66  | 0.59  | 0.61  | 0.63  |
| Gl.tap                         | 0.53  | 0.54  | 0.66  | 0.51  | 0.94  | 0.51  | 1.13  | 0.86  | 1.64  | 2.82    | 2.26  | 1.65  | 1.07  | 1.94  | 1.93  | 1.03  | 1.81  | 1.98  | 2.06  | 1.94  | 2.42  |
| Sum                            | 97.77 | 97.86 | 97.72 | 98.19 | 97.61 | 97.90 | 97.69 | 97.36 | 97.67 | 95.27   | 96.95 | 98.11 | 97.19 | 98.88 | 97.28 | 97.33 | 96.98 | 97.56 | 97.56 | 97.52 | 97.04 |
| Rut                            | 0.58  | 0.38  | 0.32  | 0.51  | 1.19  | 0.65  | 3.63  | 3.22  | 2.19  | 0.95    | 2.02  | 2.58  | 3.05  | 4.71  | 2.41  | 3.29  | 2.83  | 1.46  | 1.76  | 1.84  | 2.84  |
| Y                              | 56    | 50    | 34    | 49    | 49    | 48    | 71    | 79    | 58    | 513     | 54    | 50    | 78    | 52    | 70    | 75    | 48    | 57    | 59    | 52    | 52    |
| Nb                             | 8     | 5     | 7     | 5     | 6     | 6     | 8     | 8     | 7     | 6       | 5     | 6     | 7     | 7     | 7     | 6     | 7     | 7     | 6     | 9     | 10    |
| Zr                             | 142   | 157   | 196   | 146   | 116   | 169   | 157   | 139   | 136   | 67      | 112   | 145   | 157   | 190   | 181   | 131   | 137   | 98    | 94    | 124   | 106   |
| Mo                             | 9     | 10    | 10    | 8     | 10    | 7     | 6     | 5     | 7     | -1      | 7     | 4     | 4     | 6     | 6     | 7     | 7     | 7     | 7     | 9     | 6     |
| Th                             | -0.2  | 1.5   | 2.0   | 1.4   | 0.7   | 1.4   | -0.2  | 0.7   | 1.3   | 6.6     | -0.2  | 1.0   | 0.8   | 0.6   | 0.9   | 0.4   | 0.6   | -0.2  | -0.2  | 0.9   | 0.9   |
| Hf                             | 4     | 3     | 5     | 5     | 3     | 6     | 5     | 4     | 5     | 3       | 4     | 5     | 5     | 6     | 6     | 4     | 5     | 4     | 4     | 4     | 3     |
| Ta                             | 0.6   | 1.1   | 1.1   | -0.5  | 1.0   | 1.0   | 0.9   | 1.2   | -0.5  | 1.0     | -0.5  | -0.5  | 0.9   | 1.0   | 0.8   | 1.0   | 0.7   | 1.0   | -0.5  | 0.8   | 0.6   |
| U                              | 0.5   | 0.4   | 0.6   | 0.4   | 0.5   | 0.5   | 2.6   | 1.9   | 1.5   | 0.6     | 1.1   | 1.7   | 1.8   | 2.8   | 1.3   | 1.7   | 1.6   | 0.9   | 1.2   | 0.9   | 1.5   |
| Rb                             | 9     | 12    | 13    | 9     | 18    | 11    | 20    | 13    | 48    | 30      | 86    | 47    | 7     | 11    | 11    | 10    | 58    | 105   | 114   | 98    | 96    |
| Sr                             | 153   | 181   | 163   | 140   | 112   | 122   | 78    | 77    | 75    | 48      | 89    | 124   | 130   | 139   | 134   | 122   | 117   | 113   | 82    | 49    | 90    |
| Ba                             | 129   | 126   | 121   | 102   | 98    | 78    | 197   | 51    | 71    | 37      | 79    | 65    | 44    | 48    | 51    | 47    | 99    | 95    | 70    | 57    | 83    |
| Zn                             | 40    | 37    | 37    | 36    | 21    | 29    | 20    | 21    | 20    | 16      | 20    | 13    | 14    | 18    | 21    | 15    | 15    | 13    | 13    | 10    | 17    |
| Cu                             | 31    | 14    | 9     | 10    | 6     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5       | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Co                             | 42    | 35    | 38    | 24    | 17    | 22    | 16    | 16    | 15    | 18      | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 12    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| Sc                             | 37    | 34    | 43    | 38    | 33    | 33    | 39    | 44    | 52    | 49      | 36    | 46    | 45    | 50    | 44    | 40    | 37    | 47    | 38    | 40    | 41    |
| Cr                             | 161   | 153   | 200   | 139   | 126   | 143   | 178   | 221   | 242   | 105     | 287   | 168   | 146   | 92    | 123   | 168   | 180   | 186   | 254   | 107   | 114   |
| Ni                             | 115   | 92    | 95    | 118   | 129   | 136   | 133   | 141   | 147   | 231     | 117   | 146   | 133   | 119   | 144   | 162   | 159   | 101   | 88    | 142   | 138   |
| V                              | 296   | 260   | 243   | 255   | 300   | 302   | 428   | 507   | 594   | 1681    | 786   | 555   | 505   | 423   | 398   | 436   | 655   | 1085  | 1376  | 997   | 1086  |
| Cs                             | -0.5  | -0.5  | -0.5  | -0.5  | 4.2   | 1.6   | 3.6   | 1.3   | 1.7   | -1.0    | 3.9   | -0.5  | -0.5  | -0.5  | 0.9   | 1.4   | 0.9   | 2.3   | 2.1   | 2.5   | 1.9   |
| Br                             | 45.0  | 52.0  | 52.0  | 55.0  | 71.0  | 63.0  | 68.0  | 75.0  | 92.0  | 7.8     | 90.0  | 85.0  | 79.0  | 66.0  | 66.0  | 71.0  | 71.0  | 70.0  | 76.0  | 85.0  | 74.0  |
| Ga                             | 24    | 23    | 20    | 25    | 24    | 27    | 24    | 23    | 20    | 30      | 27    | 23    | 26    | 22    | 27    | 30    | 27    | 22    | 22    | 25    | 27    |
| As                             | 16    | 14    | 17    | 14    | 20    | 14    | 15    | 17    | 18    | 60      | 15    | 16    | 14    | 18    | 14    | 16    | 13    | 10    | 14    | 19    | 14    |
| La                             | 14    | 17    | 18    | 19    | 15    | 19    | 18    | 15    | 18    | 160     | 15    | 15    | 14    | 15    | 14    | 13    | 15    | 15    | 16    | 16    | 16    |
| Ce                             | 61    | 67    | 60    | 75    | 65    | 74    | 93    | 89    | 80    | 619     | 79    | 74    | 80    | 69    | 78    | 81    | 79    | 72    | 72    | 67    | 71    |
| Nd                             | 41    | 35    | 43    | 49    | 46    | 57    | 67    | 68    | 58    | 245     | 46    | 49    | 50    | 74    | 45    | 58    | 57    | 50    | 58    | 45    | 56    |
| Sm                             | 10.0  | 9.0   | 8.6   | 11.5  | 10.9  | 11.8  | 14.1  | 15.3  | 11.8  | 105.0   | 10.4  | 10.6  | 13.3  | 10.9  | 12.7  | 14.3  | 11.6  | 10.7  | 11.3  | 10.0  | 10.7  |
| Eu                             | 4     | -2    | 4     | -1    | 4     | 5     | 3     | 3     | 3     | 18      | -1    | -3    | 5     | 4     | 3     | 6     | 2     | 2     | 2     | -1    | 3     |
| Tb                             | 1.6   | 1.9   | 1.6   | 1.4   | 1.9   | 2.7   | 2.6   | 3     | 1.6   | 17      | 1.8   | 1.1   | 2.7   | 2     | 2.3   | 3.3   | 2.4   | 1.6   | 2     | 1.2   | 1.7   |
| Yb                             | 4     | 4     | 3     | 4     | 4     | 4     | 6     | 7     | 5     | 34      | 3     | 4     | 6     | 5     | 6     | 6     | 4     | 3     | 3     | 3     | 3     |
| Lu                             | 1.0   | 1.0   | 0.8   | 0.9   | 0.9   | 1.1   | 1.3   | 1.6   | 1.1   | 8.7     | 0.8   | 0.9   | 1.4   | 0.9   | 1.3   | 1.5   | 0.8   | 0.7   | 0.7   | 0.6   | 0.6   |

## Bilag 5: Borlogg for borhull 1 og 2, Ødegården

### Bh1

Retning: N350°/45°, UTM koordinater: 5322 (X), 65360 (Y), Kartblad: 1712.4 (1:50000). Boret av NGU i november 1991.

| Prøve nr. | Bergarts-type | Prøve-lengde | Tynnslip | % Rutil | Kommentarer  |
|-----------|---------------|--------------|----------|---------|--|
| 1         | ødegårditt    | .70-2.00     | 1Ø2.60   | 2.33    |  |
| 2         | ødegårditt    | 2.00-3.00    |          | 2.55    |  |
| 3         | ødegårditt    | 3.00-4.60    |          | 2.35    |  |
| 4         | ødegårditt    | 4.60-5.00    |          | 2.78    |  |
| 5         | ødegårditt    | 5.00-6.00    |          | 2.94    |  |
| 6         | ødegårditt    | 6.00-7.00    |          | 2.92    |  |
| 7         | ødegårditt    | 7.00-8.00    |          | 3.33    |  |
| 8         | ødegårditt    | 8.00-9.00    |          | 2.94    |  |
| 9         | ødegårditt    | 9.00-10.00   | 1Ø9.40   | 2.00    |  |
| 10        | ødegårditt    | 10.00-11.00  |          | 3.75    | Prøve 10 til 1: Albittisering i uregelmessige 1-3 dm brede partier |
| 11        | ødegårditt    | 11.00-12.00  |          | 3.71    |  |
| 12        | ødegårditt    | 12.00-13.00  |          | 2.73    |  |
| 13        | ødegårditt    | 13.00-14.00  |          | 3.06    |  |
| 14        | ødegårditt    | 16.00-15.00  |          | 3.15    |  |
| 15        | ødegårditt    | 15.00-16.00  | 1Ø15.40  | 3.87    |  |
| 16        | ødegårditt    | 16.00-17.00  |          | 4.82    |  |
| 17        | ødegårditt    | 17.00-18.00  |          | 2.62    |  |
| 18        | ødegårditt    | 18.00-19.00  |          | 2.12    |  |
| 19        | ødegårditt    | 19.00-20.00  |          | 2.89    |  |
| 20        | flog.gang     | 20.00-20.39  |          | 1.44    |  |
| 21        | ødegårditt    | 20.39-21.00  |          | 3.31    |  |
| 22        | ødegårditt    | 21.00-22.00  |          | 3.76    |  |
| 23        | ødegårditt    | 22.00-23.00  |          | 2.97    |  |
| 24        | ødegårditt    | 23.00-24.0   |          | 3.41    |  |

|    |             |             |         |      |                   |
|----|-------------|-------------|---------|------|-------------------|
| 25 | ødegårditt  | 24.00-25.00 | 1Ø23.70 | 2.04 | Noe albittisering |
| 26 | ødegårditt  | 25.00-25.75 |         | 2.62 |                   |
| 27 | flog.vein   | 25.75-26.18 | 1Ø26.15 | .80  |                   |
| 28 | ødegårditt  | 26.18-27.00 |         | 2.79 |                   |
| 29 | ødegårditt  | 27.00-28.00 |         | 2.72 |                   |
| 30 | ødegårditt  | 28.00-29.00 |         | 3.23 |                   |
| 31 | ødegårditt  | 29.00-30.00 |         | 2.91 |                   |
| 32 | ødegårditt  | 30.00-31.00 |         | 3.38 |                   |
| 33 | ødegårditt  | 31.00-32.00 |         | 2.94 |                   |
| 34 | ødegårditt  | 32.00-33.76 |         | 3.02 | Noe albittisering |
| 35 | ødegårditt  | 33.76-34.17 |         | 2.79 |                   |
| 36 | flog.vein   | 34.17-34.56 |         | .28  |                   |
| 37 | ødegårditt  | 34.56-35.00 |         | 3.36 |                   |
| 38 | ødegårditt  | 35.00-36.00 | 1Ø35.30 | 2.83 | Noe albittisering |
| 39 | ødegårditt  | 36.00-37.00 |         | 2.02 |                   |
| 40 | ødegårditt  | 37.00-38.00 |         | 3.16 |                   |
| 41 | ødegårditt  | 38.00-39.00 |         | 3.40 |                   |
| 42 | ødegårditt  | 39.00-40.00 |         | 2.96 |                   |
| 43 | ødegårditt  | 40.00-40.63 |         | 2.82 |                   |
| 44 | ødegårditt  | 40.63-41.00 |         | 1.60 |                   |
| 45 | ødegårditt  | 41.00-42.00 |         | 2.22 |                   |
| 46 | ødegårditt  | 42.00-43.00 |         | .63  |                   |
| 47 | ødegårditt  | 43.00-44.00 |         | 2.72 |                   |
| 48 | ødegårditt  | 44.00-45.00 |         | 1.62 |                   |
| 49 | ødegårditt  | 45.00-45.45 |         | 2.78 |                   |
| 50 | phlog. vein | 45.45-45.74 |         | .54  |                   |
| 51 | ødegårditt  | 45.74-47.00 |         | 1.57 |                   |
| 52 | ødegårditt  | 47.00-48.00 |         | 2.68 |                   |
| 53 | ødegårditt  | 48.00-49.00 |         | 2.22 |                   |
| 54 | ødegårditt  | 49.00-50.00 |         | 2.80 |                   |
| 55 | ødegårditt  | 50.00-50.81 | 1Ø50.20 | 3.80 |                   |
| 56 | flog.gang   | 50.81-51.27 |         | .94  |                   |
| 57 | ødegårditt  | 51.27-52.00 |         | 4.45 |                   |
| 58 | ødegårditt  | 52.00-53.00 |         | 4.20 |                   |
| 59 | ødegårditt  | 53.00-53.43 |         | 3.83 |                   |

|    |             |             |         |      |  |
|----|-------------|-------------|---------|------|--|
| 60 | flog.gang   | 53.43-54.12 |         | 3.44 |  |
| 61 | ødegårditt  | 54.12-55.00 |         | 2.04 |  |
| 62 | ødegårditt  | 55.00-56.00 |         | 3.57 |  |
| 63 | ødegårditt  | 56.00-56.35 |         | 3.30 |  |
| 64 | ødegårditt  | 56.35-56.64 |         | 3.56 |  |
| 65 | phlog. vein | 56.64-56.95 |         | 3.12 |  |
| 66 | ødegårditt  | 56.95-57.52 |         | 2.30 |  |
| 67 | ødegårditt  | 57.52-57.85 |         | .95  |  |
| 68 | ødegårditt  | 57.85-58.47 |         | 4.11 |  |
| 69 | ødegårditt  | 58.47-59.10 |         | 1.73 |  |
| 70 | ødegårditt  | 59.10-60.00 | 1Ø59.30 | 1.73 |  |
| 71 | ødegårditt  | 60.00-60.31 |         | 1.69 |  |
| 72 | ødegårditt  | 60.31-60.70 | 1Ø60.60 | 3.55 |  |
| 73 | ødegårditt  | 60.70-61.00 |         | 3.03 |  |
| 74 | ødegårditt  | 61.00-62.00 |         | 3.75 |  |
| 75 | ødegårditt  | 62.00-63.00 |         | 3.40 |  |
| 76 | ødegårditt  | 63.00-64.00 |         | 4.07 |  |
| 77 | ødegårditt  | 64.00-65.00 |         | 4.36 |  |
| 78 | ødegårditt  | 65.00-66.00 |         | 2.89 |  |
| 79 | ødegårditt  | 66.00-67.80 | 1Ø67.25 | 3.76 |  |
|    |             |             |         |      |  |
|    |             |             |         |      |  |

**Bh2**

Retning: N325<sup>8</sup>/45°, UTM koordinater: 5322 (X), 65360 (Y), Kartblad: 1712.4 (1:50000). Boret av NGU i november 1991.

| Anal. nr. | Bergarts-type | Prøve-lengde | Tynn-slip          | % Rutil | Kommentarer                          |
|-----------|---------------|--------------|--------------------|---------|--------------------------------------|
| 80        | metagabbro    | 1.05-3.00    |                    | <.01    | Rel. homogen metagabbro.             |
| 81        | metagabbro    | 3.00-5.00    |                    | .15     | Rel. homogen metagabbro.             |
| 82        | metagabbro    | 5.00-6.60    |                    | 1.12    | Noe deformasjon med epidotomvandling |
| 83        | metagabbro    | 6.60-8.00    | 2Ø6.20             | .09     | Relativt homogen metagabbro          |
| 84        | metagabbro    | 8.00-10.00   |                    | .12     | Relativt homogen metagabbro          |
| 85        | metagabbro    | 10.00-12.00  |                    | <.01    | Relativt homogen metagabbro          |
| 86        | metagabbro    | 12.00-14.00  |                    | .31     | Relativt homogen metagabbro          |
| 87        | metagabbro    | 14.00-16.00  |                    | .26     | Relativt homogen metagabbro          |
| 88        | metagabbro    | 16.00-18.00  |                    | <.01    | Relativt homogen metagabbro          |
| 89        | metagabbro    | 18.00-20.00  |                    | <.01    | Relativt homogen metagabbro          |
| 90        | metagabbro    | 20.00-22.00  |                    | <.01    | Relativt homogen metagabbro          |
| 91        | metagabbro    | 22.00-23.00  |                    | <.01    | Relativt homogen metagabbro          |
| 92        | metagabbro    | 23.00-24.00  |                    | <.01    | Relativt homogen metagabbro          |
| 93        | metagabbro    | 24.00-25.00  |                    | <.01    | Relativt homogen metagabbro          |
| 94        | metagabbro    | 25.00-26.00  |                    | .25     | Gradvis økende omvandling            |
| 95        | metagabbro    | 26.00-27.00  | 2Ø26.60            | <.01    | Gradvis økende omvandling            |
| 96        | metagabbro    | 27.00-28.00  |                    | .15     | Gradvis økende omvandling            |
| 97        | metagabbro    | 28.00-29.00  | 2Ø28.70            | .01     | Gradvis økende omvandling            |
| 98        | metagabbro    | 29.00-30.00  | 2Ø29.30<br>2Ø29.90 | .03     | Gradvis økende omvandling            |
| 99        | metagabbro    | 30.00-31.00  | 2Ø30.45            | .18     | Gradvis økende omvandling            |
| 100       | metagabbro    | 31.00-32.00  | 2Ø32.15            | .42     | Markant omvandlet                    |
| 101       | metagabbro    | 32.00-33.00  |                    | .21     | Markant omvandlet                    |
| 102       | metagabbro    | 33.00-34.00  |                    | .28     | Markant omvandlet                    |
| 103       | metagabbro    | 34.00-35.00  | 2Ø34.55            | <.01    | Markant omvandlet                    |
| 104       | metagabbro    | 35.00-36.00  |                    | 1.27    | Markant omvandlet                    |

|     |            |             |         |      |  |
|-----|------------|-------------|---------|------|--|
| 105 | metagabbro | 36.00-37.00 |         | .29  | Markant omvandlet  |
| 106 | metagabbro | 37.00-38.00 | 2Ø37.40 | <.01 | Markant omvandlet  |
| 107 | metagabbro | 38.00-39.00 |         | .24  |  |
| 108 | metagabbro | 39.00-40.00 |         | .83  |  |
| 109 | metagabbro | 40.00-41.25 |         | .10  |  |
| 110 | metagabbro | 41.25-41.59 | 2Ø41.45 | .07  | SiO <sub>2</sub> = 74.47. Silifisering tildels assosiert med en markant rødlig omvandling. Markant anrikning på U, La, m.fl. |
| 111 | metagabbro | 41.59-43.00 |         | <.01 | 111-113: Omvandlet metagabbro med et varierende røsspettet preg, stedvis svakt deformert.                                    |
| 112 | metagabbro | 43.00-44.25 |         | .17  |  |
| 113 | metagabbro | 44.25-45.00 | 2Ø44.45 | .53  |  |
| 114 | metagabbro | 45.00-46.16 |         | .28  |  |
| 115 | amfibolitt | 46.16-46.75 |         | .57  |  |
| 116 | ødegårditt | 46.75-48.00 | 2Ø48.10 | 1.09 |  |
| 117 | ødegårditt | 48.00-49.00 | 2Ø49.75 | 2.4  |  |
| 118 | ødegårditt | 49.00-50.00 |         | 2.5  |  |
| 119 | ødegårditt | 50.00-51.22 |         | 2.08 |  |
| 120 | flog.gang  | 51.22-51.40 | 2Ø51.35 | 1.26 | Th-anriket   |
| 121 | ødegårditt | 51.40-51.70 | 2Ø51.55 | 2.61 |  |
| 122 | flog.gang  | 51.70-52.22 | 2Ø52.10 | .86  | Th-anriket   |
| 123 | ødegårditt | 52.22-53.51 |         | 2.61 |  |
| 124 | flog.gang  | 53.51-53.64 |         | 2.36 | Th-anriket   |
| 125 | ødegårditt | 53.64-54.81 |         | 3.13 |  |
| 126 | flog.gang  | 54.81-54.94 |         | 1.44 |  |
| 127 | ødegårditt | 54.94-55.42 |         | 2.64 |  |
| 128 | flog.gang  | 55.42-55.95 |         | .59  |  |
| 129 | ødegårditt | 55.95-57.05 |         | 2.86 |  |
| 130 | flog.gang  | 57.05-57.26 |         | .15  |  |
| 131 | ødegårditt | 57.26-57.80 | 2Ø57.60 | 1.51 |  |
| 132 | ødegårditt | 57.80-59.00 | 2Ø58.45 | 2.46 |  |
| 133 | ødegårditt | 59.00-60.00 |         | 1.96 |  |
| 134 | ødegårditt | 60.00-61.25 |         | .47  |  |
| 135 | ødegårditt | 61.25-61.45 | 2Ø61.35 | .14  | 2 cm mektig albititt (?) gang/åre ved 61.35  |

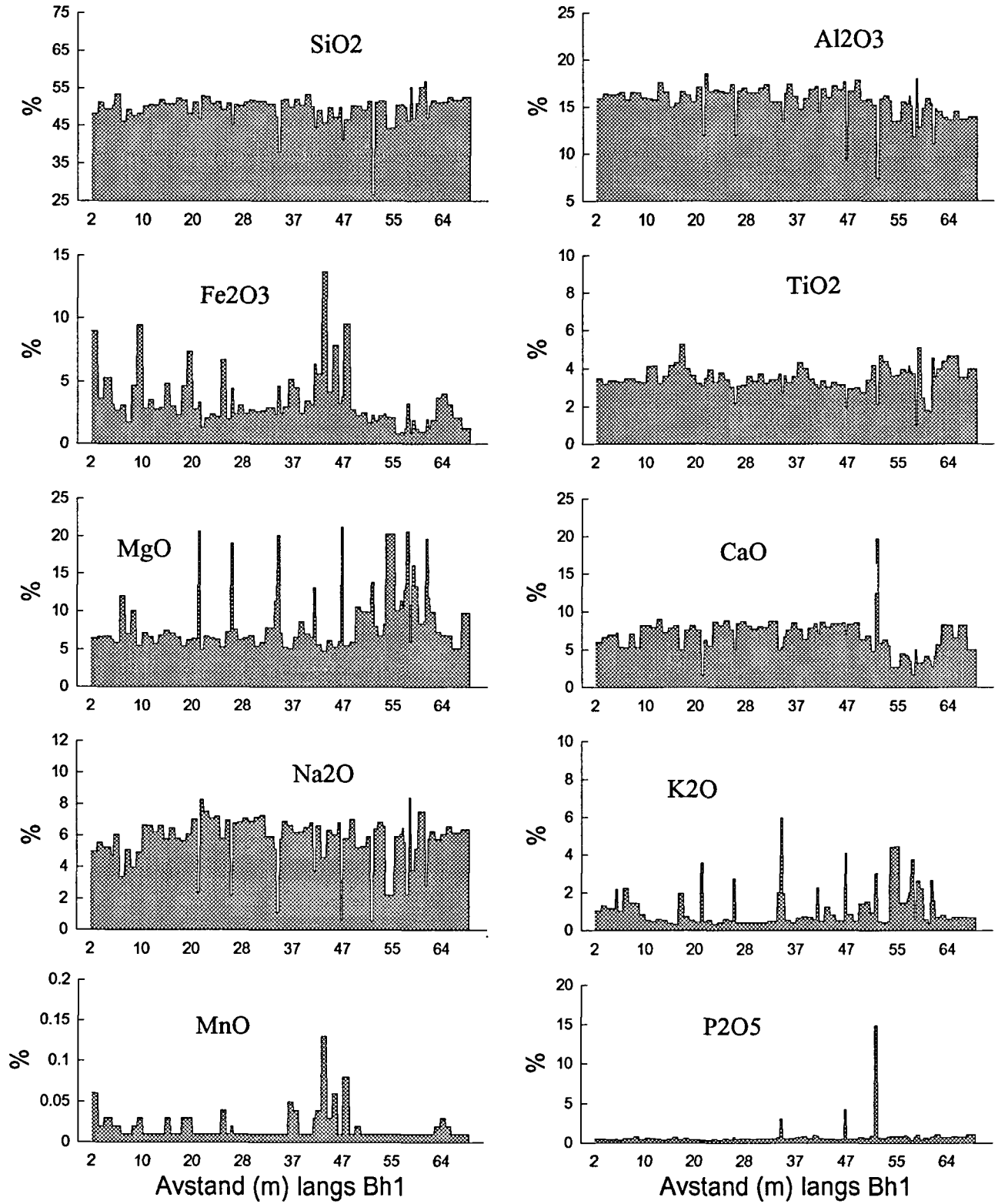


|     |            |             |         |      |   |
|-----|------------|-------------|---------|------|---|
| 136 | ødegårditt | 61.45-62.00 |         | .57  |   |
| 137 | ødegårditt | 62.00-62.50 |         | 1.82 |   |
| 138 | ødegårditt | 62.50-63.20 |         | 2.35 |   |
| 139 | flog.gang  | 63.20-63.45 |         | .57  |   |
| 140 | ødegårditt | 63.45-64.00 |         | 1.99 |   |
| 141 | ødegårditt | 64.00-64.50 |         | 2.31 |   |
| 142 | ødegårditt | 64.50-65.00 |         | .86  |   |
| 143 | ødegårditt | 65.00-65.50 |         | .72  |   |
| 144 | ødegårditt | 65.50-66.00 |         | 2.87 |   |
| 145 | ødegårditt | 66.00-66.61 |         | 2.96 |   |
| 146 | flog.gang  | 66.61-66.75 |         | .47  |   |
| 147 | ødegårditt | 66.75-67.38 |         | 2.62 |   |
| 148 | flog.gang  | 67.38-67.66 |         | .44  |   |
| 149 | ødegårditt | 67.66-68.08 | 2Ø67.90 | 2.25 |   |
| 150 | flog.gang  | 68.08-68.45 | 2Ø68.30 | .08  |   |
| 151 | flog.gang  | 68.45-68.86 |         | .09  |   |
| 152 | ødegårditt | 68.86-69.50 |         | 3.32 |   |
| 153 | ødegårditt | 69.50-70.00 |         | 2.82 |   |
| 154 | enst.åre   | 70.00-70.12 |         | 1.96 |   |
| 155 | ødegårditt | 70.12-71.00 |         | 2.78 |   |
| 156 | ødegårditt | 71.00-72.00 |         | 1.86 |   |
| 157 | ødegårditt | 72.00-73.00 |         | 1.64 |   |
| 158 | ødegårditt | 73.00-74.00 | 2Ø73.40 | 2.70 |   |
| 159 | ødegårditt | 74.00-75.00 |         | 2.64 |   |
| 160 | ødegårditt | 75.00-76.00 |         | 2.35 |   |
| 161 | ødegårditt | 76.00-76.50 |         | 2.25 |   |
| 162 | ødegårditt | 76.50-77.00 |         | 1.47 |   |
| 163 | ødegårditt | 77.00-77.32 |         | 1.32 |   |
| 164 | flog.gang  | 77.32-77.63 | 2Ø77.55 | .05  |   |
| 165 | ødegårditt | 77.63-78.00 | 2Ø77.90 | 2.03 |   |
| 166 | ødegårditt | 78.00-78.40 |         | 2.12 |   |
| 167 | ødegårditt | 78.40-78.83 |         | 3.01 |   |
| 168 | flog.gang  | 78.83-79.27 |         | 4.54 | Markant rutilanrikning inntil apatitt (hydrotermalt anriket rutil?) |

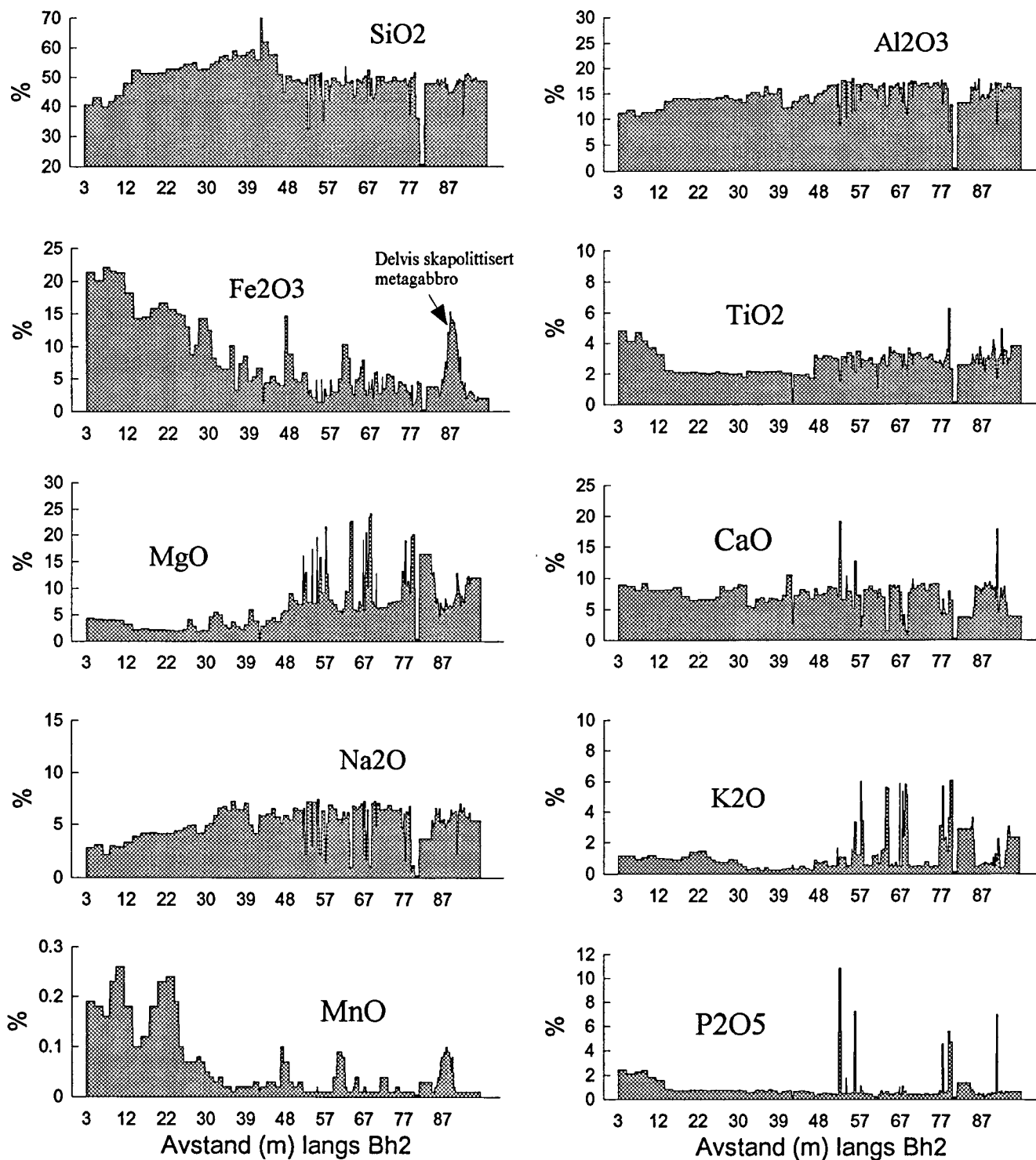
|     |            |             |         |      |   |
|-----|------------|-------------|---------|------|---|
| 169 | flog.gang  | 79.27-79.90 |         | <.01 | Markant Nb-anrikning. Kunne vært i rutil hvis prøven hadde vært rutilrik. |
| 170 | gruvegang  | 79.90-80.70 |         |      |   |
| 171 | gruvegang  | 80.70-81.10 |         |      |   |
| 172 | ødegårditt | 81.10-84.35 |         | 1.31 |   |
| 173 | ødegårditt | 84.35-84.70 |         | 1.47 |   |
| 174 | ødegårditt | 84.70-85.00 |         | 1.64 |   |
| 175 | ødegårditt | 85.00-85.25 |         | 1.60 |   |
| 176 | ødegårditt | 85.25-85.50 | 2085.45 | 2.08 |   |
| 177 | ødegårditt | 85.50-85.75 |         | 1.57 |   |
| 178 | ødegårditt | 85.75-86.00 |         | .73  |   |
| 179 | ødegårditt | 86.00-86.25 |         | .32  |   |
| 180 | ødegårditt | 86.25-86.50 |         | .45  |   |
| 181 | metagabbro | 86.50-86.75 |         | .3   |   |
| 182 | metagabbro | 86.75-87.00 |         | .43  |   |
| 183 | metagabbro | 87.00-87.25 |         | .31  |   |
| 184 | metagabbro | 87.25-87.50 | 2087.40 | .65  |   |
| 185 | metagabbro | 87.50-87.75 |         | .58  |   |
| 186 | metagabbro | 87.75-88.00 |         | .38  |   |
| 187 | metagabbro | 88.00-88.25 |         | .32  |   |
| 188 | metagabbro | 88.25-88.50 |         | .51  |   |
| 189 | metagabbro | 88.50-88.75 |         | 1.19 |   |
| 190 | ødegårditt | 88.75-89.00 |         | .65  |   |
| 191 | ødegårditt | 89.00-89.25 |         | 3.63 |   |
| 192 | ødegårditt | 89.25-89.50 |         | 3.22 |   |
| 193 | ødegårditt | 89.50-89.75 |         | 2.19 |   |
| 194 | flog.gang  | 89.75-90.00 |         | .95  |   |
| 195 | ødegårditt | 90.00-90.25 |         | 2.02 |   |
| 196 | ødegårditt | 90.25-90.50 |         | 2.58 |   |
| 197 | ødegårditt | 90.50-90.75 |         | 3.05 |   |
| 198 | ødegårditt | 90.75-91.00 |         | 4.71 | Muligens hydrotermalt anriket rutil i sterkt omvandlet bergart            |
| 199 | ødegårditt | 91.00-91.25 | 2091.45 | 2.41 |   |
| 200 | ødegårditt | 91.25-91.50 |         | 3.29 |   |

|     |            |             |  |      |                   |
|-----|------------|-------------|--|------|-------------------|
| 201 | ødegårditt | 91.50-92.00 |  | 2.83 | Noen epidot-stikk |
| 202 | ødegårditt | 92.00-92.25 |  | 1.46 |                   |
| 203 | ødegårditt | 92.25-92.50 |  | 1.76 |                   |
| 204 | ødegårditt | 92.50-92.75 |  | 1.84 |                   |
| 205 | ødegårditt | 92.75-95.40 |  | 2.84 |                   |
|     |            |             |  |      |                   |

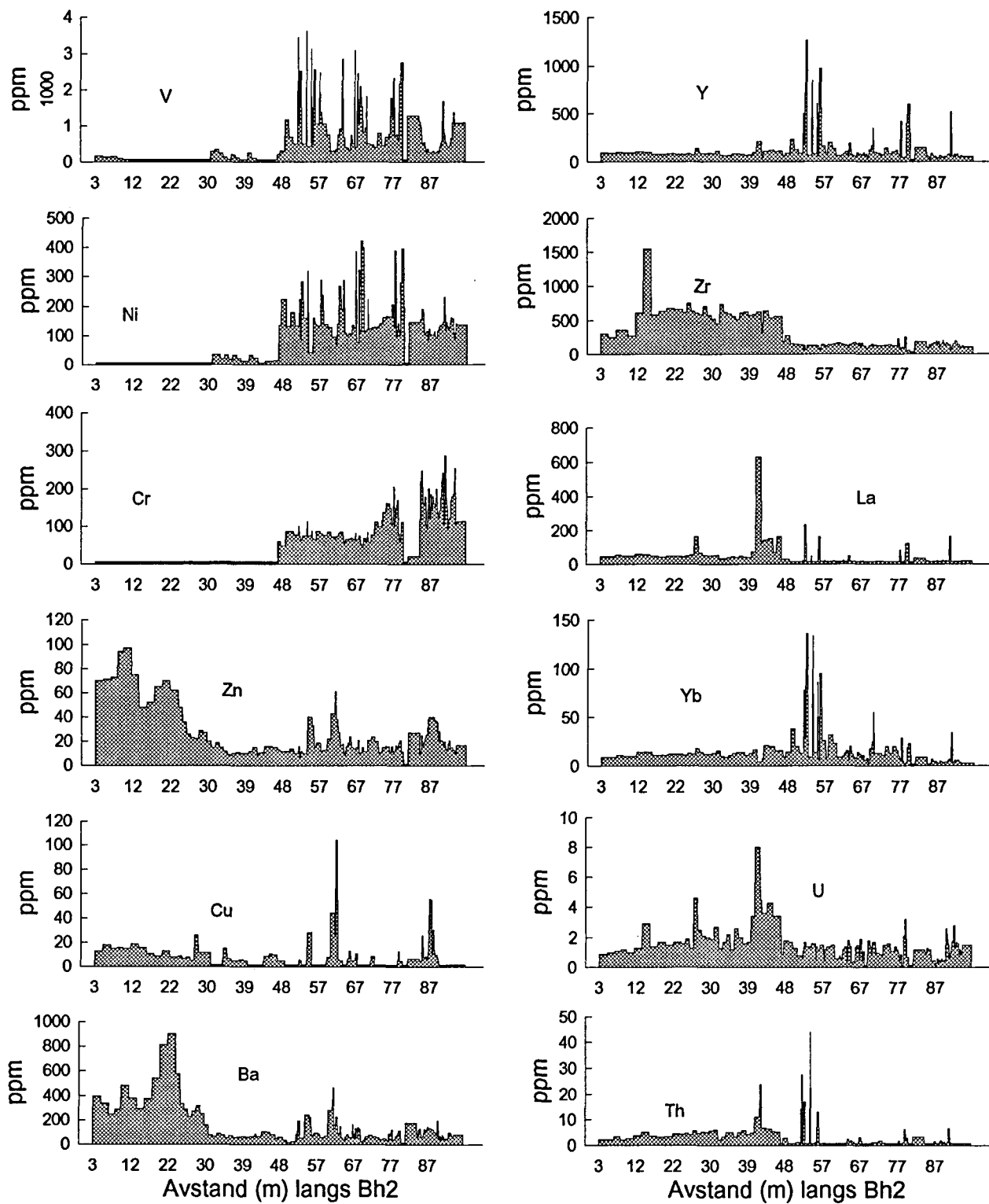
Bilag 6: Variasjonen i hovedelementsammensetning langs borhull 1. Borhullet går igjennom skapolittomvandlet gabbro (ødegårditt) som inneholder enkelte flogopitt-rike soner med varierende innhold av enstatitt og apatitt.

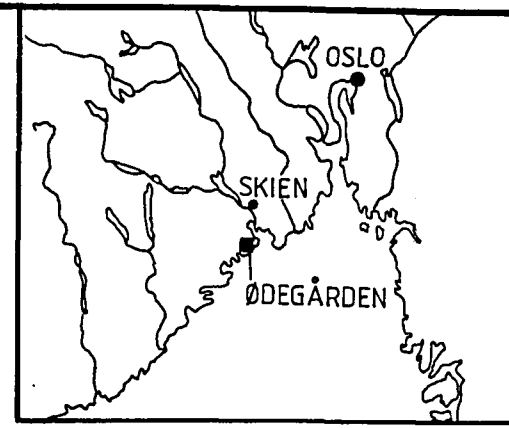
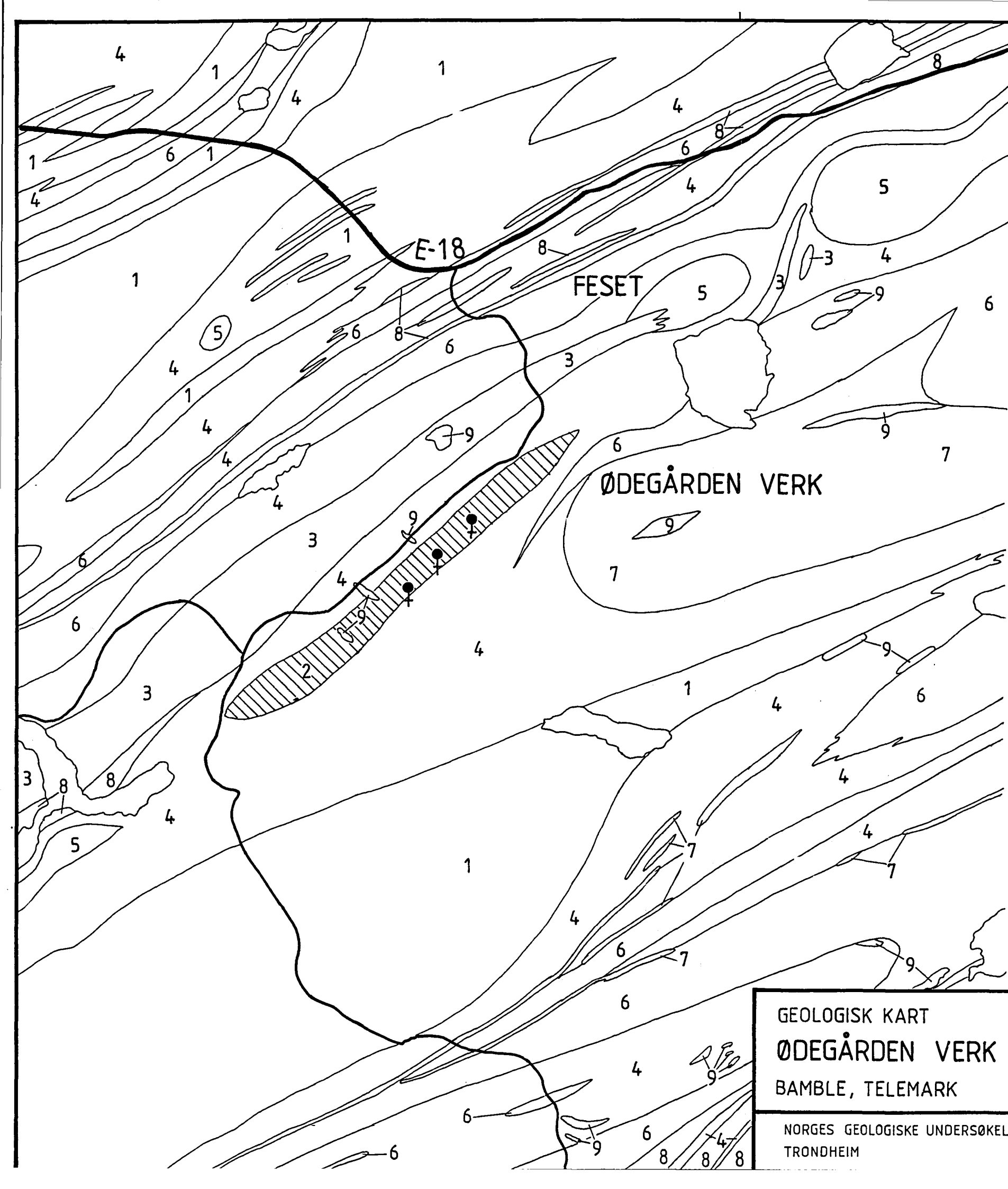


Bilag 7: Variasjonen i hovedelementsammensetning langs borhull 2. Borhullet starter i middelskornig, homogen metagabbro som gjennomgår en gradvis større grad av omvandling, og som ved 47m er fullstendig omvandlet til skapolitt-hornblendebergart (ødegårditt). Borhullet passerer en gruvegang mellom 79.9 og 81.1m. Fra 86.5 til 88.8m er metagabbroen bare delvis metasomatisk omvandlet.



Bilag 8: Innhold av utvalgte sporelementer langs borhull 2.

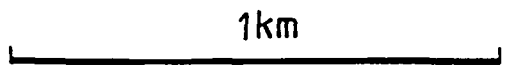




TEGNFORKLARING:

- 1 GRANITOIDE GNEISER
- 2 ØDEGÅRDITT (skapolitt + hornblende + apatitt + rutil)
- 3 ALBITITT
- 4 AMFIBOLITT
- 5 BASISKE INTRUSIVER
- 6 Kvarts + plagioklas + biotittskifre
- 7 Kordieritt + flogopittskifre
- 8 KVARTSITT
- 9 PEGMATITT
- ♀ Apatittgruve
- ⌒ Vei

Fra manuskart av  
M. J. Ryan 1964-66.  
NGU-arkiv.



|  |                          |                         |               |
|--|--------------------------|-------------------------|---------------|
| GEOLOGISK KART<br>ØDEGÅRDEN VERK<br>BAMBLE, TELEMARK | MÅLESTOKK                | MÅLT                    |               |
|  | Ca.<br>1:15400           | TEGN                    |               |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE<br>TRONDHEIM          |                          | TRAC                    | L.F. FEB. -90 |
|  |                          | KFR.                    |               |
|  | TEGNING NR.<br>93.078-01 | KARTBLAD NR.<br>1712 IV |               |



Sen-proterozoiske (1100-1170 mill. år)  
metasomatisk bergarter

Sen-proterozoiske (1120-1220 mill. år)  
metamorfe bergarter

Polygenetisk  
metam. bergarter

Metasedimenter

**TEGNFORKLARING:**

- 1 K-feltpat pegmatitt
- 2 Antofyllitt-bergart
- 3 Kragerøitt
- 4 Albititt
- 5 Oligoklas-bergart
- 6 Intermediær bergart
- 7 Ødegårditt
- 8 Plagioklas-pegmatitt
- 9 Granatholdig hornblenditt
- 10 Granatholdig foliert hornblenditt
- 11 Foliert amfibolitt
- 12 Granatholdig massiv amfibolitt
- 13 Massiv amfibolitt
- 14 Metagabbro
- 15 Metakvartsitt
- 16 Sillimanitt-flogopitt-kvarts skifer
- 17 Biotitt-almandin skifer
- 18 Biotitt-skifer
- 19 Udifferensierte skifre og gneiser

- - - Forkastning
- Strøk og fall

Kartlagt av  
John Brickwood (1980)

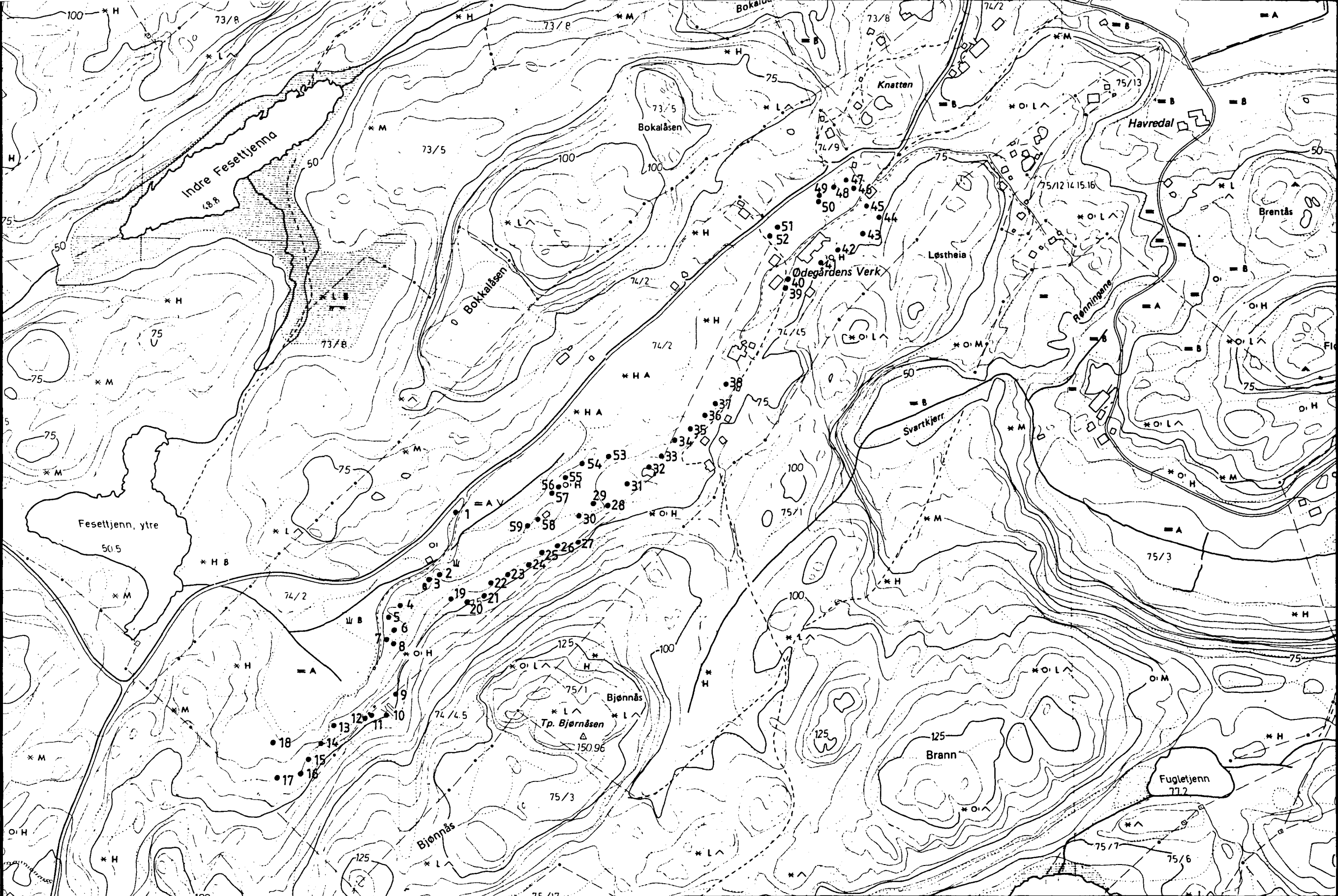
GEOLOGISK KART  
ØDEGÅRDEN VERK  
BAMBLE, TELEMARK

|                       |      |               |
|-----------------------|------|---------------|
| MÅLESTOKK<br>1 : 7500 | MÅLT |               |
|                       | TEGN |               |
|                       | TRAC | L.F. JAN. -92 |
|                       | KFR  |               |

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| TEGNING NR.<br>93.078 - 02 | KARTBLAD NR.<br>1712 IV |
|----------------------------|-------------------------|





PRØVEPUNKTER - BORKAKSPRØVETAKING  
 ØDEGÅRDEN VERK  
 BAMBLE, TELEMARK

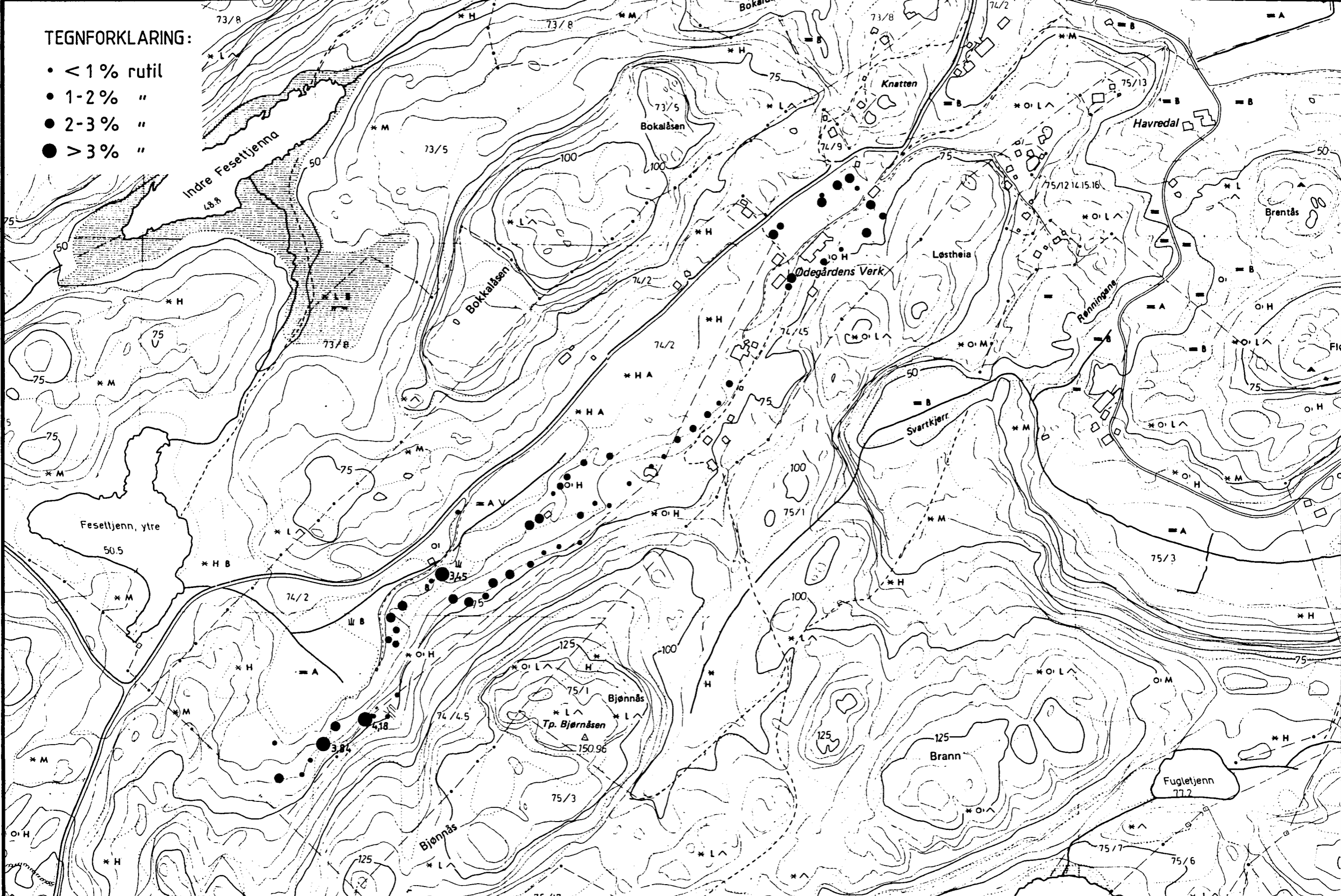
|                     |      |      |          |
|---------------------|------|------|----------|
| MÅLESTOKK<br>1:5000 | MÅLT |      |          |
|                     | TEGN |      |          |
|                     | TRAC | L.F. | JAN. -91 |
|                     | KFR  |      |          |

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

|                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| TEGNING NR.<br>93.078-03 | KARTBLAD NR.<br>1712 IV |
|--------------------------|-------------------------|

TEGNFORKLARING:

- < 1% rutil
- 1-2% "
- 2-3% "
- > 3% "



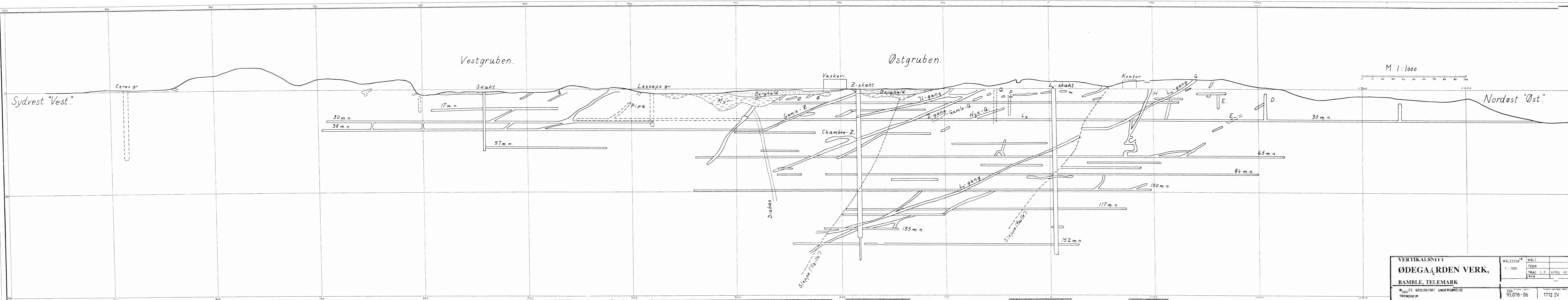
RUTILINNHOLD I BORKAKSPRØVER  
 ØDEGÅRDEN VERK  
 BAMBLE, TELEMAR

|                           |      |                |
|---------------------------|------|----------------|
| MÅLESTOKK<br><br>1: 5 000 | MÅLT |                |
|                           | TEGN |                |
|                           | TRAC | L.F. JAN. - 91 |
|                           | KFR  |                |

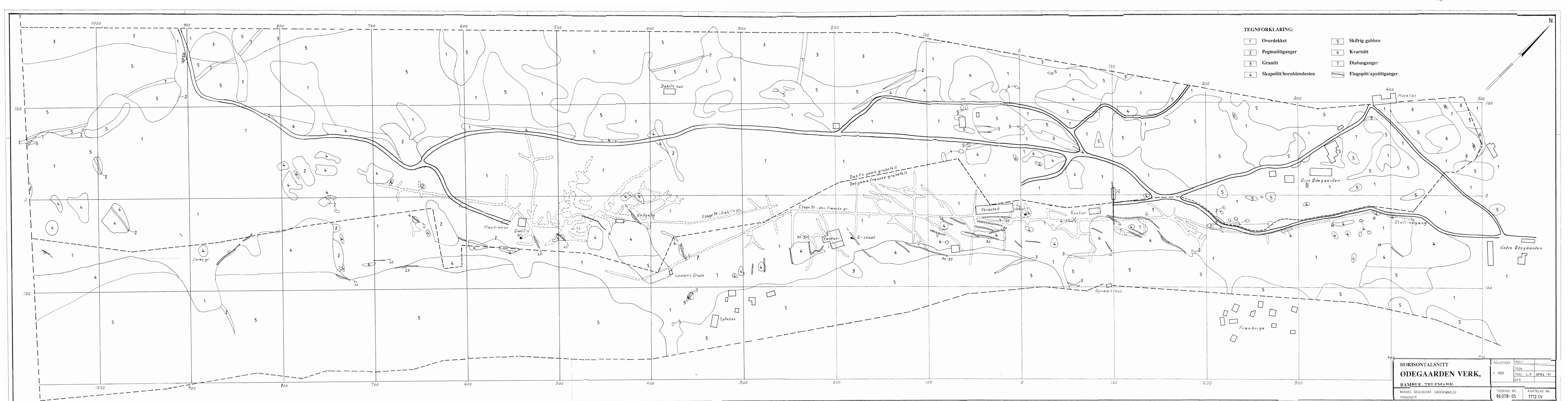
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR.  
 93.078-04

KARTBLAD NR.  
 1712 IV



|   |  |                          |  |
|---|--|--------------------------|--|
| <b>VERTIKALSNIIT</b><br><b>ØDEGAARDEN VERK,</b><br><b>BAMBLE, TELEMAR</b> |  | MÅLESTOKK<br>1 : 1000    | MÅLT<br>TEGN<br>TRAC L.F. APRIL -91<br>KFK |
| Norges Geologiske Undersøkelse<br>TRONDHEIM                               |  | TEGNING NR.<br>93.078-06 | ARBEID NR.<br>1712 IV                      |



|                                |  |             |                |
|--------------------------------|--|-------------|----------------|
| <b>HORISONTALSNITT</b>         |  | MÅLESTOKK   | MÅLT           |
| <b>ØDEGAARDEN VERK,</b>        |  | 1:1000      | TEGN           |
| <b>BAMBLE TEIEMADK</b>         |  | TRAC        | L.F. APRIL -91 |
| NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE |  | KFR         |                |
| TRONDHEIM                      |  | TEGNING NR. | KARTBLAD NR.   |
|                                |  | 93.078-05   | 1712 IV        |