

Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 4265	Intern Journal nr 1007/94	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr NGU 93.078	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

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

Forfatter Korneliussen, A. Furuhaug, L.	Dato 16/5 1993	Bedrift NGU
---	-------------------	----------------

Kommune Bamble	Fylke Telemark	Bergdistrikt Østlandske	1: 50 000 kartblad 17124	1: 250 000 kartblad Arendal
-------------------	-------------------	----------------------------	-----------------------------	--------------------------------

Fagområde Geologi	Dokument type Rapport	Forekomster Ødegårdens verk
Råstofftype Industrimineral	Emneord Rutil Ti	

Sammendrag

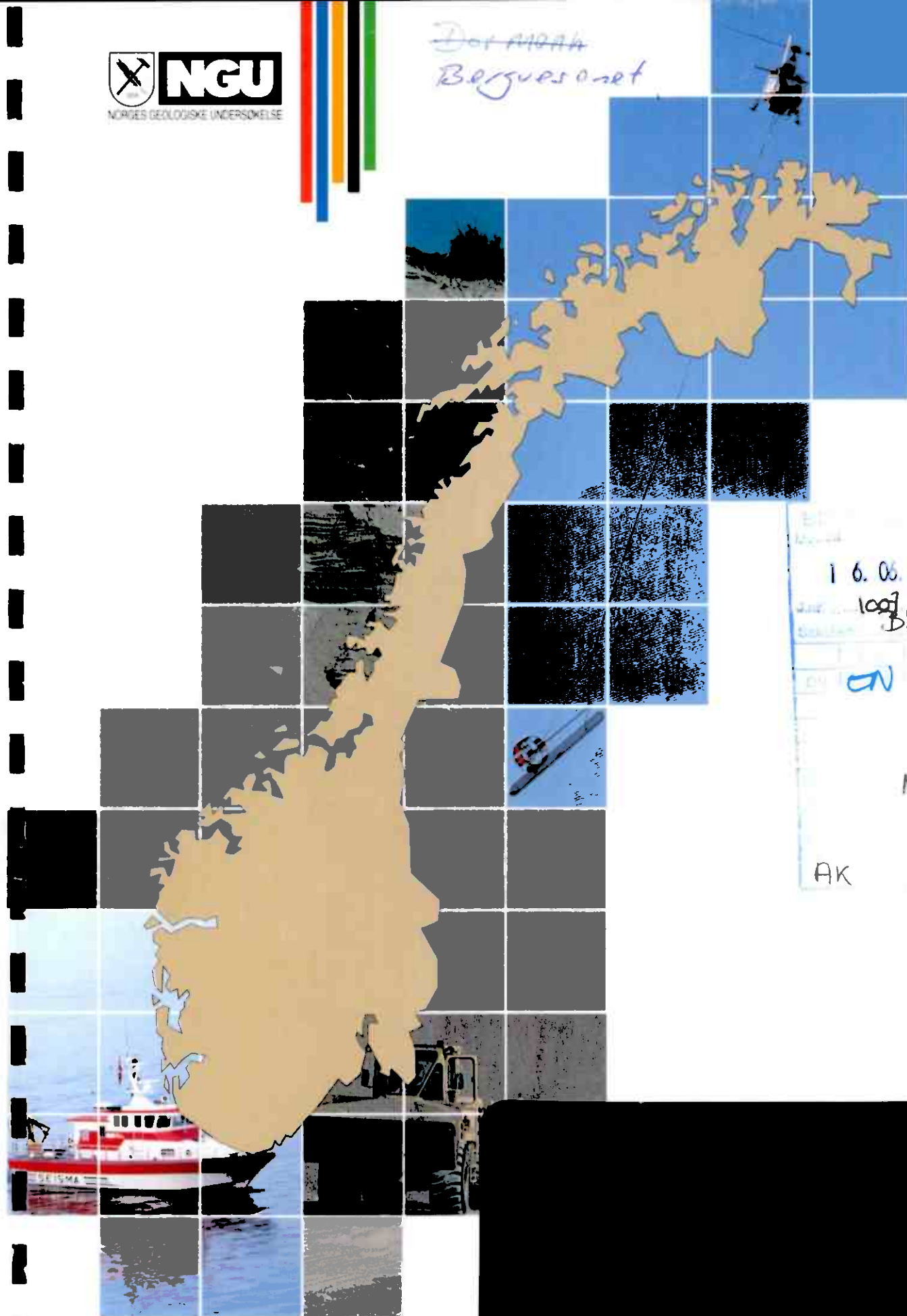
Ødegården rutilforekomst utgjør en langstrakt sone av rutilførende skapolitt-hornblende bergart (ødegårditt) som gjennomsettes av opptil 1 m mektige ganger av en flogopolitt-enstatiitt-apatitt bergart. Forekomsten er 100-150 m bred, steiltsående og minst 1200 m lang. Rutilgehalten varierer stort sett 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.

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 opprinnelige 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.

De påviste rutilgehalter 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 flogopolitt er aktuelle som biprodukter.



*Doranda
Bergueset*

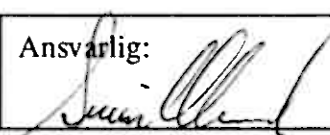


16.06.94	
1007/94	
DL	
DN	ON
Nai	
AK	

NGU rapport 93.078

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

RAPPORT

Rapport nr. 93.078		ISSN 0800-3416 Gradering: Åpen	
Tittel: Ødegården rutilforekomst: En rutilførende skapolittomvandlet gabbro ved Ødegårdens Verk, Bamble			
Forfatter: Korneliussen, A. og Furuhaug, L.		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke: Telemark		Kommune: Bamble	
Kartbladnavn (M=1:250.000) Arendal		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1712.4 Kragerø	
Forekomstens navn og koordinater: Ødegården UTM 5322 65360		Sidetall: 46 Pris: kr 211,- Kartbilag: 6	
Feltarbeid utført: 1989-91	Rapportdato: 16.05.93	Prosjektnr.: 67.1900.06	Ansvarlig: 
Sammendrag 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. 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. De påviste rutilgehalter 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.			
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 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. Lokaltetskart, borkaksprøver 1991.
4. Rutilinnhold i borkaksprøver.
5. Horisontalprojeksjon av gruveanlegget, Ødegården Verk
6. Vertikalprojeksjon av gruveanlegget, Ødegården Verk

1. Innledning

Rutil (TiO_2) og ilmenitt (FeTiO_3) brukes som råvare til produksjon av hvitt pigment (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 råvareleverandør av ilmenitt. Titania's årsproduksjon er i størrelsesorden 800.000 tonn ilmenitt. En forholdsvis ubetydelig andel videreforedles til 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 TiO_2 -pigment produksjon, men inneholder 75% TiO_2 sammenliknet med 45% TiO_2 for Titania's ilmenitt.

Rutil er et vesentlig mere verdifullt mineral enn ilmenitt fordi det er praktisk talt rent TiO_2 . Ved å benytte rutil som råvare unngår 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 intruderer 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-tekttoniske 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 kart 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.

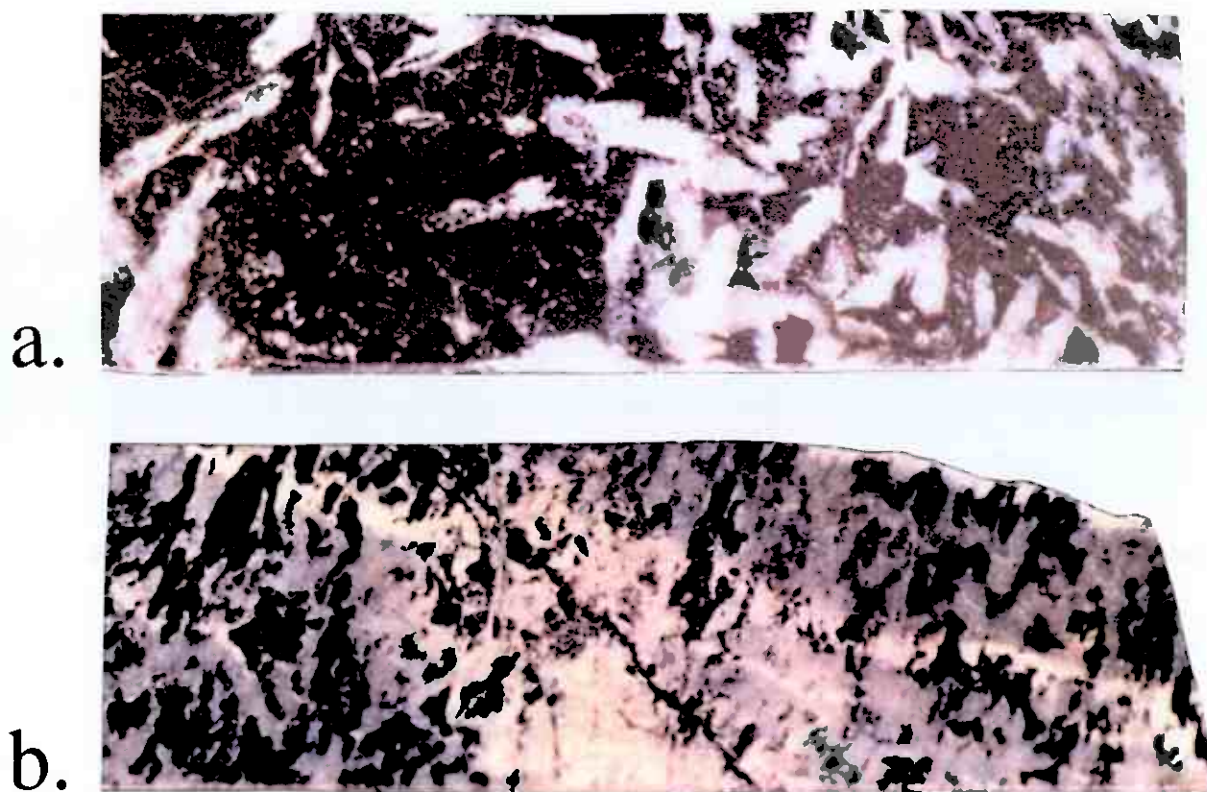


Fig.2: Fotografier av kjerneprøver fra Bhl. (a) Grov skapolitt + hornblende bergart (ødegårditt). De hvite partier består av skapolitt-pseudomorfoser etter plagioklas; de mørke partier er hornblende. (b) Skapolitt-hornblende bergart (mørk) med albittisering i hvite årer og ujevne partier. Kjernetverrsnittet 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 TiO_2 og ICP-bestemt TiO_2 etter oppslutning i saltsyre. XRF-analysen gir bergartens totale 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 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 1066/79 er rutil separert ut fra ødegårditt mellom 56.95 og 67.80m i Bh1. Dette rutilkonsentratet (Fig. 3a) inneholder spredte frikorn av zirkon (ZrSiO_4) som er sterkt påvirket av den metasomatiske prosessen bergarten har gjennomgått. Zirkonene er sterkt oppsprukket, sonerte og inneholder inneslutninger av uraninitt (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 anriket 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).

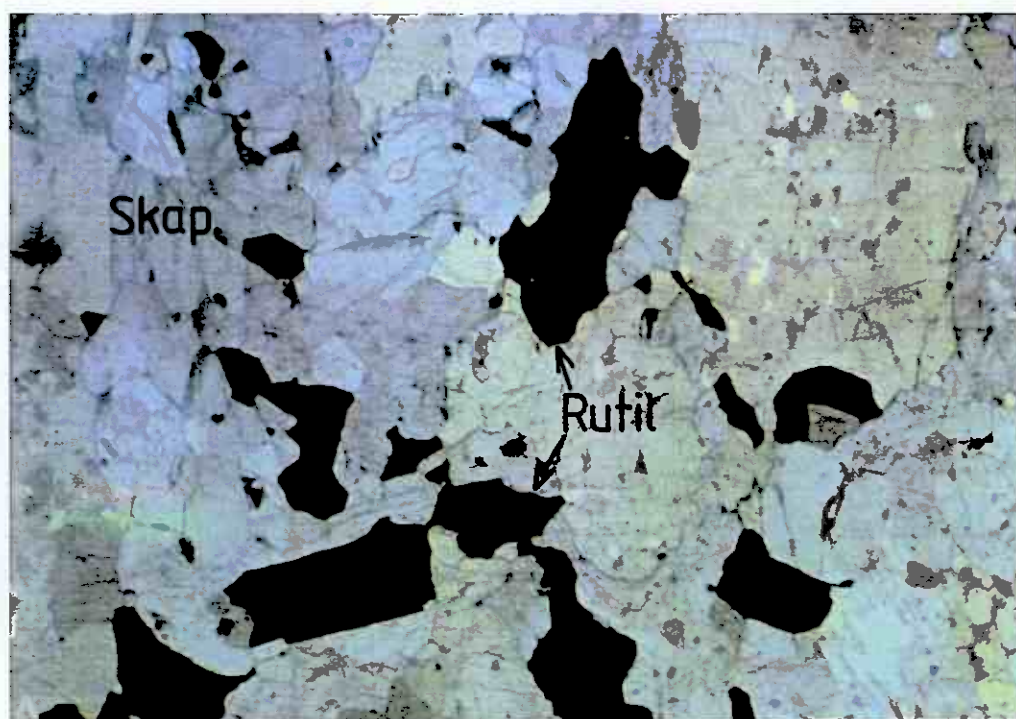
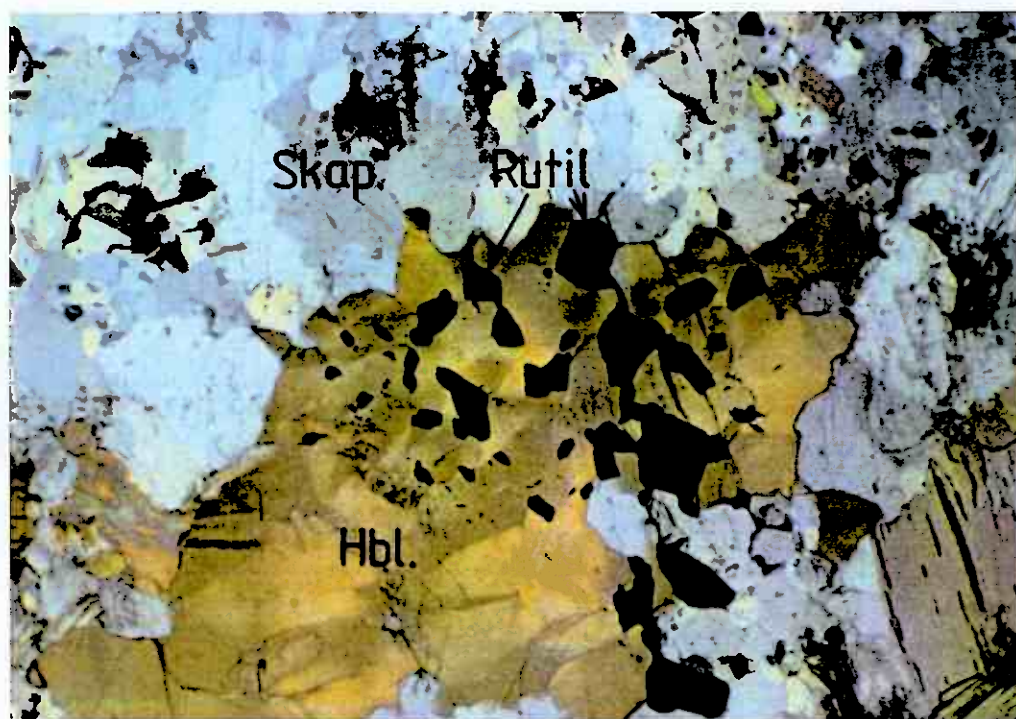
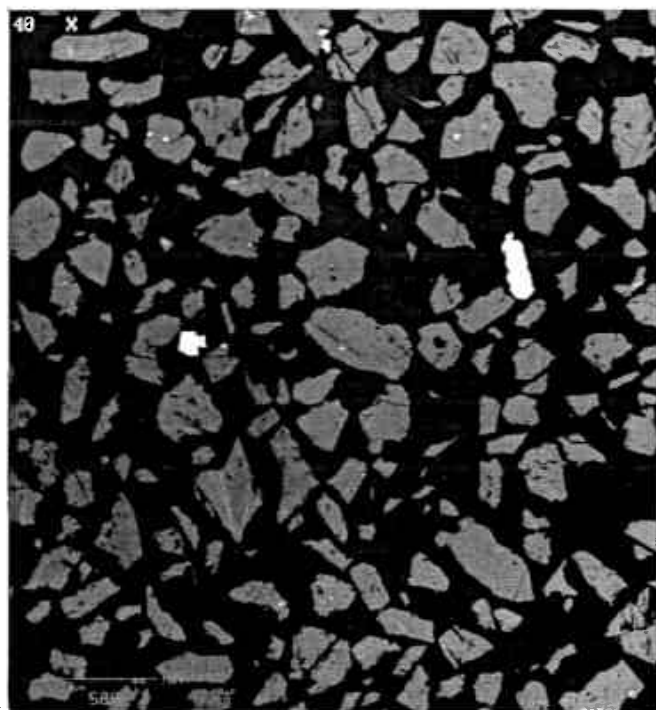
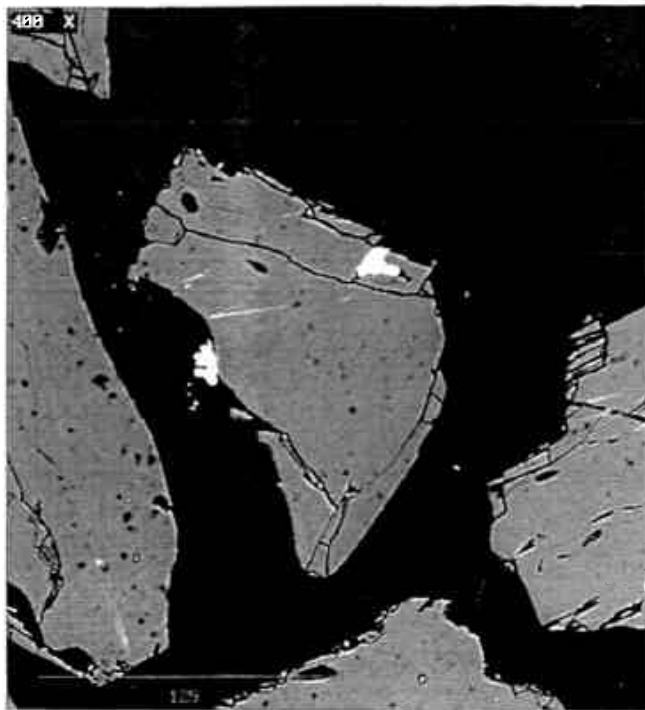


Fig. 3: Mikrofotografier av rutil i skapolittomvandlet gabbro (ødegårditt) fra Bh1. Det øverste bildet viser rutil (sort) omgitt av jernfattig hornblende (brunlig). Mineraler med blålig grå farvenyanser er skapolitt. Det nederste bildet viser rutil omgitt av skapolitt. Begge bilder er tatt med delvis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

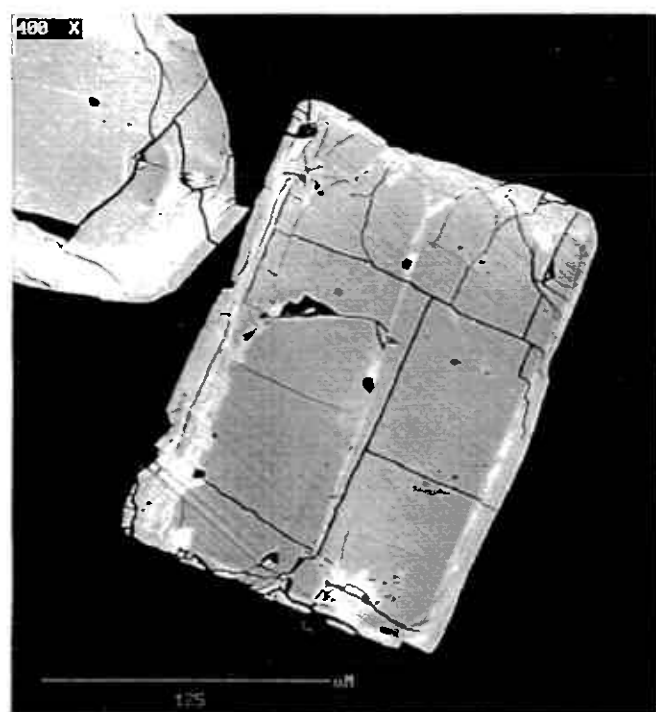
a.



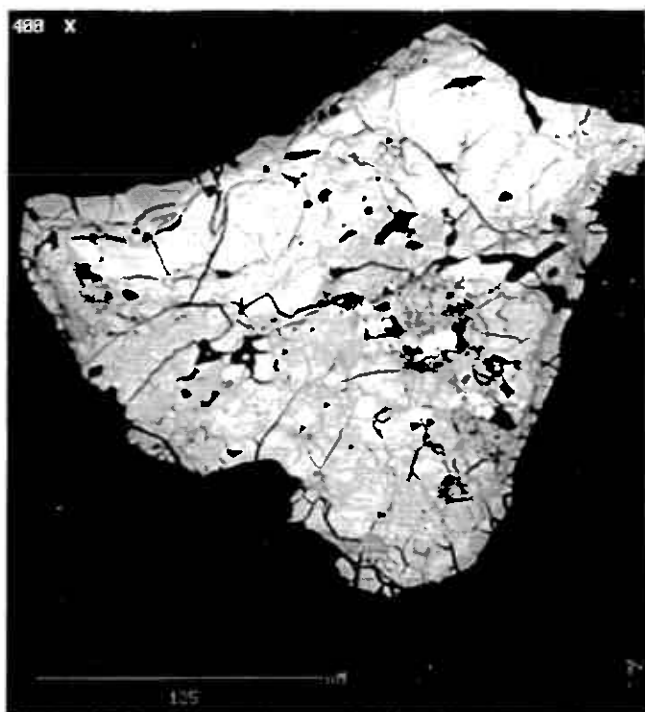
b.



c.



d.



Skala

Fig.3 b-d: 0.125 mmFig.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 uraninitt (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 anriket 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.

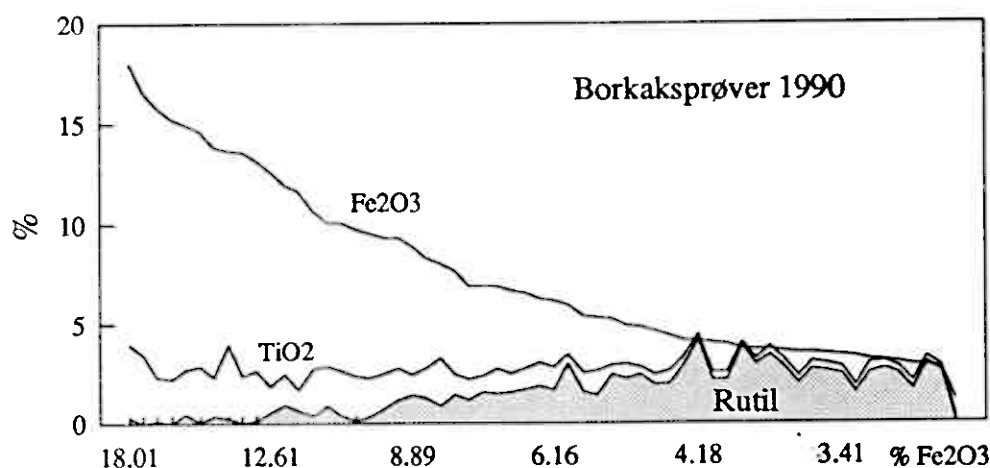


Fig. 5: Variasjonen i Fe_2O_3 -, TiO_2 - og rutilinnhold i borkaksprøver innsamlet høsten 1990. Prøvene representerer 60-70cm dype hull fra blotninger av bergarter som varierer fra metagabbro uten skapolittisering, gjennom forskjellige varianter av gradvis skapolittisert metagabbro til fullstendig skapolittomvandlet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

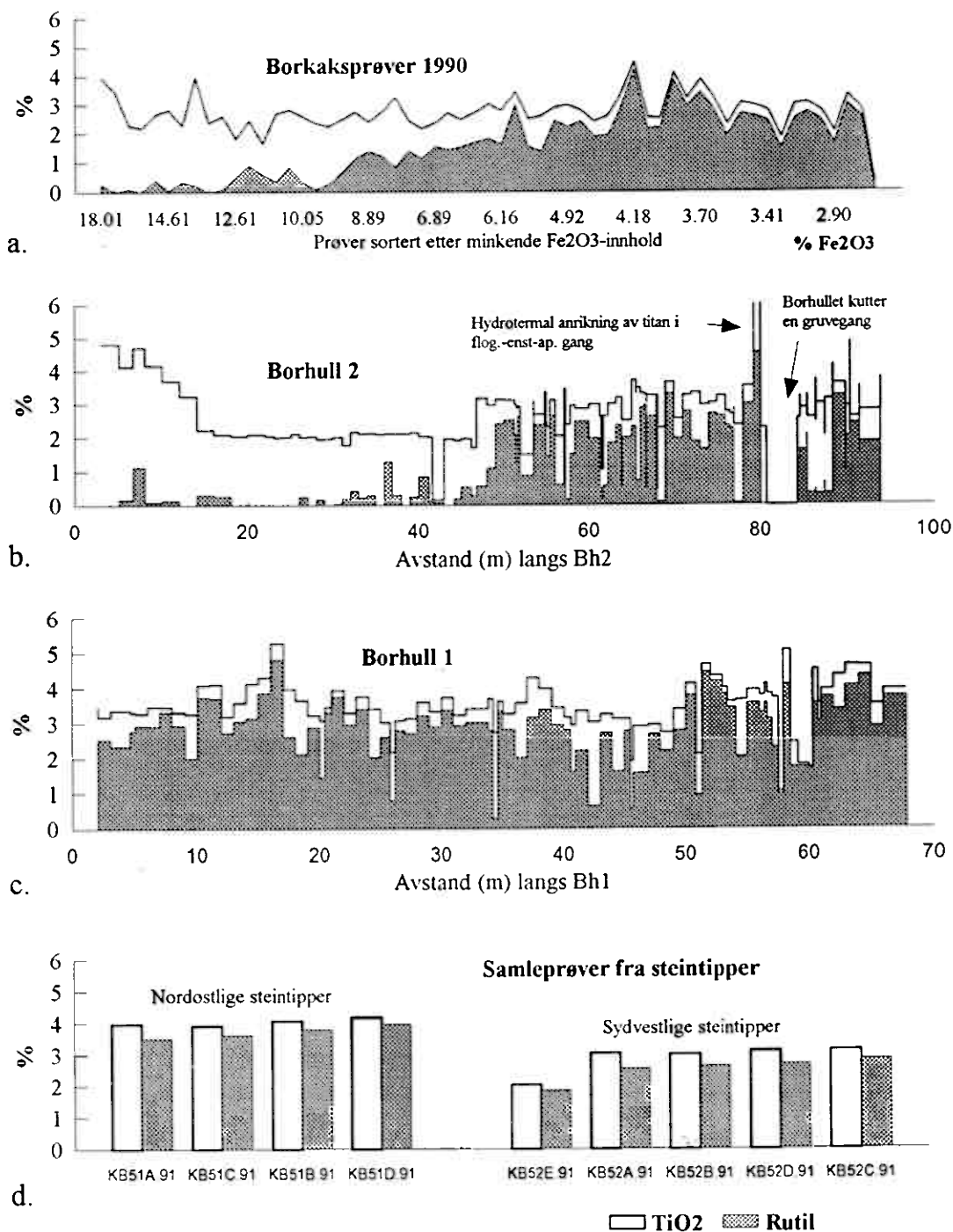


Fig. 6: Sammenstilling av alle rutil-analyseresultater (skravert) sammenliknet med TiO_2 -totalt (heltrukket linje) som foreligger, se teksten.

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), K₂O (inngår i flogopitt) og tildels også P₂O₅ og CaO som begge er anrikt i apatitt. Det er her verdt å legge merke til at kun enkelte av flogopitt-gangene er P₂O₅-anomale (apatittrike); disse er også anomale på Y, Yb, Th og tildels også La. U, og i mindre grad La, er anrikt i silifiserte omvandlingssoner i metagabbroen.

Titan (i likhet med Zr) er øyensynlig lite påvirket av de metasomatiske prosesser; variasjonen i TiO₂-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 metagabbro delen. 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 anrikt 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 Fe₂O₃, 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 anrikt 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.

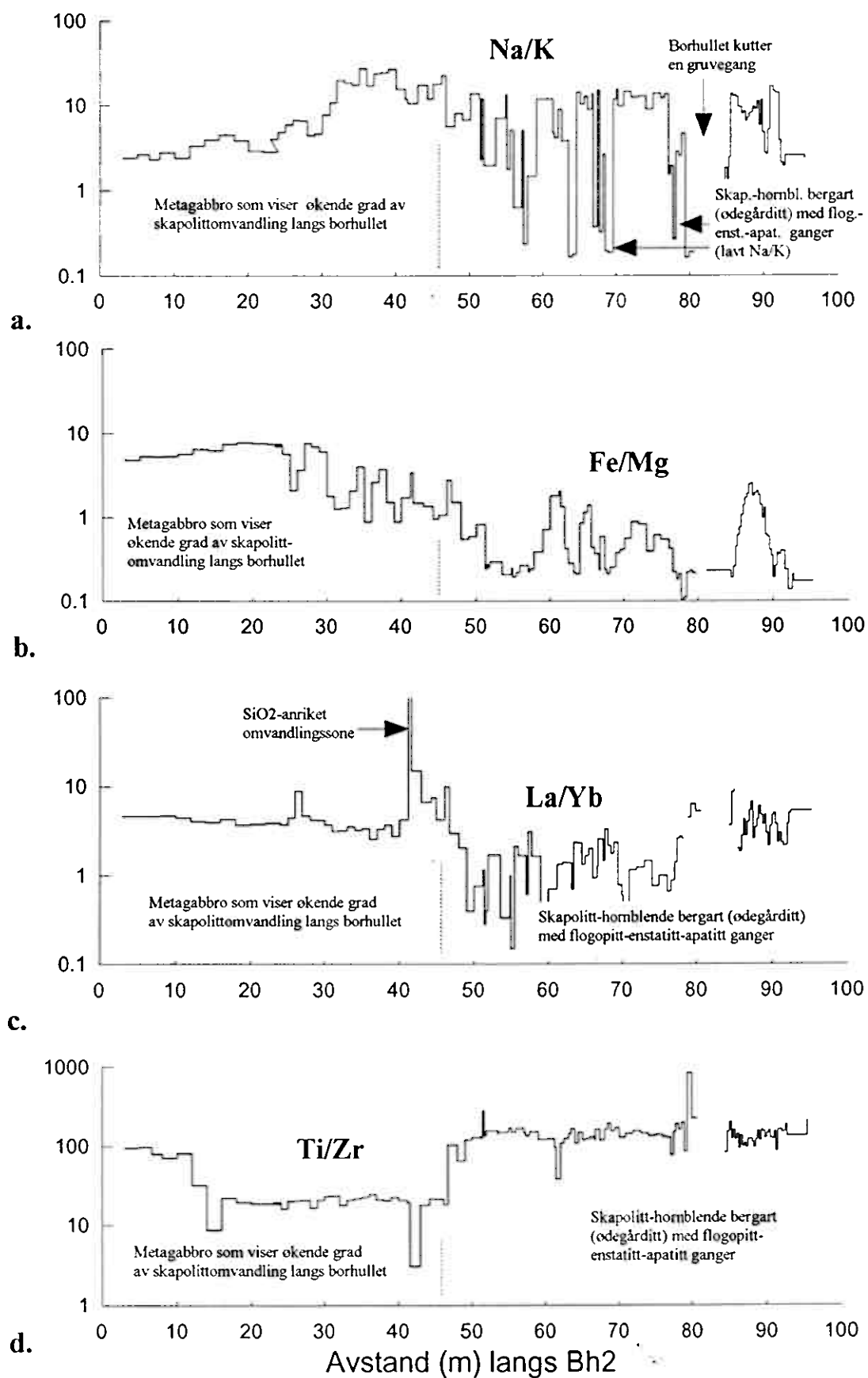


Fig. 7: Variasjonen i (a) Na/K, (b) Fe/Mg, (c) La/Yb og (d) Ti/Zr langs Bh2.

Tabell 1: Representative gjennomsnittsanalyser, Ødegården. Komplette analyseresultater framgår av Bilagene 1-4. XRF hoved- (%) og sporelementer (ppm, merket ^{xf}) og neutronaktiveringsanalyse av sporelementer (ppm; merket ^{naa}).

Prøve	1 Bh2 3-12	2 Bh2 16-25	3 Bh2 25-47	4 Bh2 87-89	5 Bh1	6 Bh2 48-96	7 Bh1	8 Bh2 51-91	9 KB12H.91
Bergart	metag.	metag.	metag.	metag.	ødeg.	ødeg.	flog.	flog.	flog.
Ant.pr.	5	6	23	9	71	65	7	13	1
SiO ₂	41.83	52.19	57.09	46.06	50.43	49.36	41.68	40.71	28.58
Al ₂ O ₃	11.19	13.99	14.19	14.61	15.89	16.48	11.78	11.44	5.43
Fe ₂ O ₃	21.32	15.45	7.59	12.13	3.36	3.81	3.14	4.59	3.20
TiO ₂	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 ₂ O ₃	2.78	4.25	5.67	5.41	6.01	6.32	2.10	1.85	0.25
K ₂ 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 ₂ O ₅	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 ^{xf}	92	79	92	46	-	83	-	438	136
Nb ^{xf}	10	15	14	7	-	7	-	11	400
Zr ^{xf}	309	654	579	153	-	142	-	81	53
Th ^{naa}	2.4	3.9	6.1	1.1	-	0.7	-	8.3	3.6
Hf ^{naa}	7.0	12.8	14.3	4.2	-	4.6	-	3.4	4.0
Ta ^{naa}	0.9	1.3	1.6	0.7	-	0.7	-	1.2	52.9
U ^{naa}	1.0	1.6	2.8	0.4	-	1.3	-	0.8	18.0
Rb ^{xf}	41	19	10	11	-	39	-	171	38
Sr ^{xf}	188	261	197	164	-	94	-	23	8
Ba ^{xf}	351	589	123	124	-	76	-	122	34
Zn ^{xf}	81	56	16	37	-	18	-	17	27
Cu ^{xf}	15	10	8	25	-	8	-	7	5
Co ^{xf}	39	19	24	36	-	15	-	24	18
Sc ^{xf}	45	46	44	36	-	41	-	36	64
Cr ^{xf}	<5	<5	<5	157	-	123	-	80	129
Ni ^{xf}	<5	<5	17	107	-	137	-	297	219
V ^{xf}	124	9	97	268	-	678	-	2585	4000
Cs ^{naa}	1.3	<0.5	<0.2	0.2	-	1.2	-	1.7	1.0
Br ^{naa}	4.3	3.8	25.7	50.7	-	74.8	-	8.3	-
Ga ^{naa}	28	29	27	23	-	26	-	41	33
As ^{naa}	19.6	13.2	17.6	16.2	-	16.0	-	35.6	-
La ^{naa}	45.4	45.5	96.5	16.4	-	15.1	-	69.7	52.0
Ce ^{naa}	116.0	108.3	218.0	60.8	-	60.6	-	242.7	150.0
Nd ^{naa}	117.8	50.3	84.5	37.8	-	65.9	-	179.1	150.0
Sm ^{naa}	21.9	18.4	29.4	9.5	-	15.2	-	63.0	28.9
Eu ^{naa}	5.6	6.3	6.5	3.0	-	2.6	-	6.4	4.0
Tb ^{naa}	2.9	2.5	3.6	1.6	-	2.8	-	12.1	5.8
Yb ^{naa}	9.8	11.7	14.5	3.8	-	10.6	-	44.8	12.0
Lu ^{naa}	1.4	1.8	2.2	1.0	-	1.6	-	6.8	2.1

¹ Gjennomsnitt av 5 prøver metagabbro fra 3.0 til 12.0m langs Bh2.

² Gjennomsnitt av 6 prøvene metagabbro fra 16.0m til 25.0m langs Bh

³ Gjennomsnitt av 23 prøver metagabbro fra 25.0m til 47.0m langs borhull2.

⁴ Gjennomsnitt av 9 prøver metagabbro fra 87.0 til 89.0m langs Bh2.

⁵ Gjennomsnitt av alle 71 ødegårdittprøver fra Bh1.

⁶ Gjennomsnitt av 65 ødegårdittprøver mellom 48.0m og 96.0m i Bh2

⁷ Gjennomsnitt av alle 7 prøver av flogopitt-enstatitt-apatittbergart i Bh1.

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

⁹ 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 ^{xrf}) og neutronaktiveringsanalyse av sporelementer (ppm; merket ^{naa}).

Lok.	1	2	3	4	5	6	7	8
Bergart	Lindvik-kollen albititt	Lofthus albititt	Haukåsen pegmatitt	Fone amfibolitt	Gruvetjønn amfibolitt	Ødegård meta-sed.	Gjerstvatnet meta-sed.	Sannidal meta-sed.
Ant.pr.	4	2	3	1	1	4	3	9
SiO ₂	64.29	59.96	57.11	53.48	39.87	50.79	48.84	81.47
Al ₂ O ₃	19.23	17.53	16.55	5.50	2.48	17.60	16.16	6.22
Fe ₂ O ₃	0.53	2.75	2.54	4.85	8.44	6.99	9.12	1.45
TiO ₂	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 ₂ O ₃	9.99	9.39	5.93	3.71	1.35	0.33	0.53	0.24
K ₂ 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 ₂ O ₅	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 ^{xrf}	12	13	43	54	69	41	44	6
Nb ^{xrf}	7	9	111	38	100	19	14	10
Zr ^{xrf}	85	241	164	192	133	204	241	373
Th ^{naa}	0.6	2.8	3.0	0.3	0.3	4.1	2.1	6.5
Hf ^{naa}	3.5	8.5	7.7	9.0	7.0	5.5	7.0	10.3
Ta ^{naa}	0.9	0.9	15.4	23.0	30.0	1.3	0.7	0.5
U ^{naa}	3.2	2.6	7.5	3.7	11.0	4.1	1.1	2.0
Rb ^{xrf}	16	7	34	6	6	129	73	67
Sr ^{xrf}	35	25	102	18	5	18	63	9
Ba ^{xrf}	16	14	107	23	26	215	173	84
Zn ^{xrf}	6	11	22	25	52	20	22	7
Cu ^{xrf}	8	6	6	5	6	2	7	12
Co ^{xrf}	10	10	11	15	22	18	20	16
Sc ^{xrf}	13	8	29	39	68	30	37	5
Cr ^{xrf}	38	28	142	59	105	32	24	14
Ni ^{xrf}	19	9	25	29	31	35	32	11
V ^{xrf}	281	187	156	172	680	205	219	37
Cs ^{naa}	0.4	0.3	0.5	0.6	0.0	5.0	2.5	2.5
Br ^{naa}	0.7	1.8	16.3	1.8	1.4	0.0	0.0	0.0
Ga ^{naa}	22	21	20	10	18	21	19	4
As ^{naa}	1.3	1.3	1.2	2.3	1.6	1.1	0.6	1.1
La ^{naa}	7.0	9.0	33.0	8.0	8.0	14.8	16.0	10.4
Ce ^{naa}	23.0	21.5	83.7	36.0	22.0	33.5	35.7	19.6
Nd ^{naa}	11.3	22.0	32.7	33.0	37.0	18.8	29.7	4.1
Sm ^{naa}	1.5	3.0	9.4	10.0	11.9	5.4	5.8	2.0
Eu ^{naa}	0.0	0.5	0.7	2.0	2.0	1.0	1.7	0.1
Tb ^{naa}	0.3	0.5	1.4	1.8	2.8	1.0	1.4	0.2
Yb ^{naa}	2.0	2.0	5.7	12.0	17.0	3.8	5.7	0.7
Lu ^{naa}	0.0	0.2	0.8	1.6	2.2	0.9	1.0	0.4

¹ Gjennomsnitt av 4 albitittprøver fra Lindvikkollen.

² Gjennomsnitt av 2 albitittprøver fra Lofthus.

³ Gjennomsnitt av 3 pegmatittprøver fra Haukåsen

⁴ 1 amfibolittprøve fra Fone.

⁵ 1 amfibolittprøve fra Gruvetjønn.

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

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

⁸ Gjennomsnitt av 8 prøver av kvarts-cordieritt-flogopittgneis (metasediment) fra Sannidal.

Tabell 3: Analyser av rutilkonsentrater. XRF hovedelementer (%) og sporelementer (ppm; merket ^{xrf}) og neutronaktiveringsanalyse av sporelementer (ppm; merket ^{naa}).

Lokalitet	1 Ødegård	2 Ødegård	3 Ødegård	4 Ødegård	5 Lindvik kollen	6 Haukåsen	7 Gruvetjønn	8 Fone	9 Ødegård	10 Gjerstad- vatnet
Prøve	1066/79	2098/114	0120	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 ₂	2.37	15.91	0.99	1.71	0.25	0.25	0.20	0.50	0.81	1.11
Al ₂ O ₃	0.38	0.06	0.14	0.00	0.08	0.13	0.00	0.07	0.36	0.32
Fe ₂ O ₃	0.19	11.51	0.35	0.44	0.85	0.10	0.67	1.27	1.04	1.13
TiO ₂	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 ₂ O	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ 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 ₂ O ₅	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 ^{naa}	8.9	32.2	-	1.6	0.6	1.8	0.9	0.9	1.3	1.6
U ^{naa}	61.4	121.0	-	56.0	100.0	93.2	48.8	42.0	184.0	31.4
Hf ^{naa}	155	3130	-	36	42	81	15	49	59	109
Zr ^{xrf}	6143	>150000	2692	338	930	2454	580	1854	1422	4227
Nb ^{xrf}	326	390	686	1311	149	815	936	1775	806	434
Ta ^{naa}	22	24	-	160	18	47	133	359	59	27
Y ^{xrf}	69	869	17	<5	6	<5	<5	<5	<5	26
W ^{naa}	85	13	-	174	300	72	51	30	322	37
Mo ^{naa}	15	13	-	10	14	7	16	17	49	25
Sr ^{xrf}	14	<10	<10	<10	10	<10	11	6	22	7
Rb ^{xrf}	8	13	<5	7	10	<5	16	9	8	14
Pb ^{xrf}	16	32	<10	<10	<10	<10	6	<10	<10	65
Co ^{xrf}	<5	460	-	<5	31	<5	<5	6	<5	23
Cr ^{xrf}	207	92	345	368	920	2323	276	46	345	46
Sc ^{naa}	129.0	44.4	-	108.0	133.0	120.0	67.9	67.2	98.1	76.5
V ^{xrf}	15635	982	10845	14295	8866	3072	1518	843	2290	2477
As ^{naa}	4.7	19.0	-	<0.5	1.2	<0.5	<0.5	2.7	2.0	1.8
Sb ^{naa}	4.5	3.1	-	4.0	11.4	1.6	2.6	5.8	61.3	4.9
La ^{naa}	10	9	-	2	5	2	<2	3	3	4
Ce ^{naa}	35	100	-	<20	<11	<12	<14	<19	<22	<15
Sm ^{naa}	5.1	2.3	-	0.6	<2.5	<2.2	0.4	1.8	<4.5	0.4
Yb ^{naa}	9	154	-	<2	<2	<2	<2	<2	2	3

¹ Rutil utseparert fra prøvene 66 - 79 (56.95m - 67.80m), Ødegårditt, Bh1.

² 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.

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

⁴ Rutil utseparert fra en rutilirik flogopitt-enstatitt-apatitt bergart (prøve KB12H.91) fra steintipp ved Bh1.

⁵ Rutil fra albitittprøve KB11.91, Lindvikollen.

⁶ Rutil utseparert av pegmatittprøve KB9.91, Haukåsen.

⁷ Rutil utseparert fra amfibolittprøve KB6F.91, Gruvetjønn.

⁸ Rutil utseparert fra amfibolittprøve KB5F.91, Fone.

⁹ Rutil utseparert fra prøve KB37.91, cordieritt-ortoamfibol-flogopitt bergart, Ødegården.

¹⁰ 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 m², 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. Fe₂O₃-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 anriket 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, Liefstink m.fl. 1993). Dette antyder at de hydrotermale løsninger har vært klorrike. Brøgger antyder at jernet som ble frigjort ved den metasomatiske prosessen er transportert ut av systemet som 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 opptrer imidlertid spredt og har små mektigheter (1-2 dm til 1m) med gehalter på i størrelsesorden 5-10 % P_2O_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 håndskede den gangen apatittgruvene var i drift, og gruvedriften fulgte de apatittrikeste 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% P_2O_5) over en stor tonnasje (flere millioner tonn apatittrik bergart) før gruvedrift på apatitt kan bli aktuelt. Gjennomsnittlig P_2O_5 -gehalt for Bh1 er 0.9 % P_2O_5 og 1.0 % P_2O_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 anriket 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 % P_2O_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
Lofthaug	-	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
Gruvetjonn	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*	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.

*: 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. Forekomsttypen 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 forekomstsonen 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. Forekomsttypen 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 forekomststypen 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 m². 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 TiO₂-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 utnyttes.

Ifølge Dormann (1993) er det ovenfor nevnte kravet til rutilgehalt for optimistisk; etter hans vurdering er det nødvendig med i størrelsesorden 6% rutil for 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 salgsv verdien. Ødegård-rutilen er i så henseende av en type som er rik på sporelementer. Det er ukjent i hvilken grad dette vil påvirke salgsv verdien 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 rationeringstiden. *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.*
- 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 CO₂ 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-CaCO₃ 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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ 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 ₂ 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 ₂ O ₅	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 ⁻⁵	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ 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 ₂ 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 ₂ O ₅	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 ⁻⁵	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ 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 ₂ 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 ₂ O ₅	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 ⁻⁵	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 ₂	52.33	53.14	52.44	52.01	52.48	56.37	50.07	49.98	49.88	49.92	51.24
Al ₂ O ₃	15.40	17.85	17.02	17.17	16.86	15.90	16.81	17.39	17.08	17.01	16.84
Fe ₂ O ₃	2.58	1.22	1.96	1.82	1.90	2.58	3.19	2.82	3.21	3.12	2.98
TiO ₂	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 ₂ O	7.01	7.99	7.64	7.64	7.57	6.50	6.57	6.59	6.53	6.60	6.56
K ₂ 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 ₂ O ₅	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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 ₂	52.04	50.43	51.33	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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	3.90	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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	5	5	5	5	5	5	5
V	168	140	142	100	72	33	20	10	10	6	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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	-1	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	15	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	0.1

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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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	flogg.	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 ₂	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 ₂ O ₃	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 ₂ O ₃	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 ₂	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 ₂ O	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 ₂ 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 ₂ O ₅	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
Ca	-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	1023.70	2.04	Noe albittisering
26	ødegårditt	25.00-25.75		2.62	
27	flog.vein	25.75-26.18	1026.15	.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	1035.30	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	1050.20	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°/45°, UTM koordinater: 5322 (X), 65360 (Y), Kartblad: 1712.4 (1:50000). Boret av NGU i november 1991.

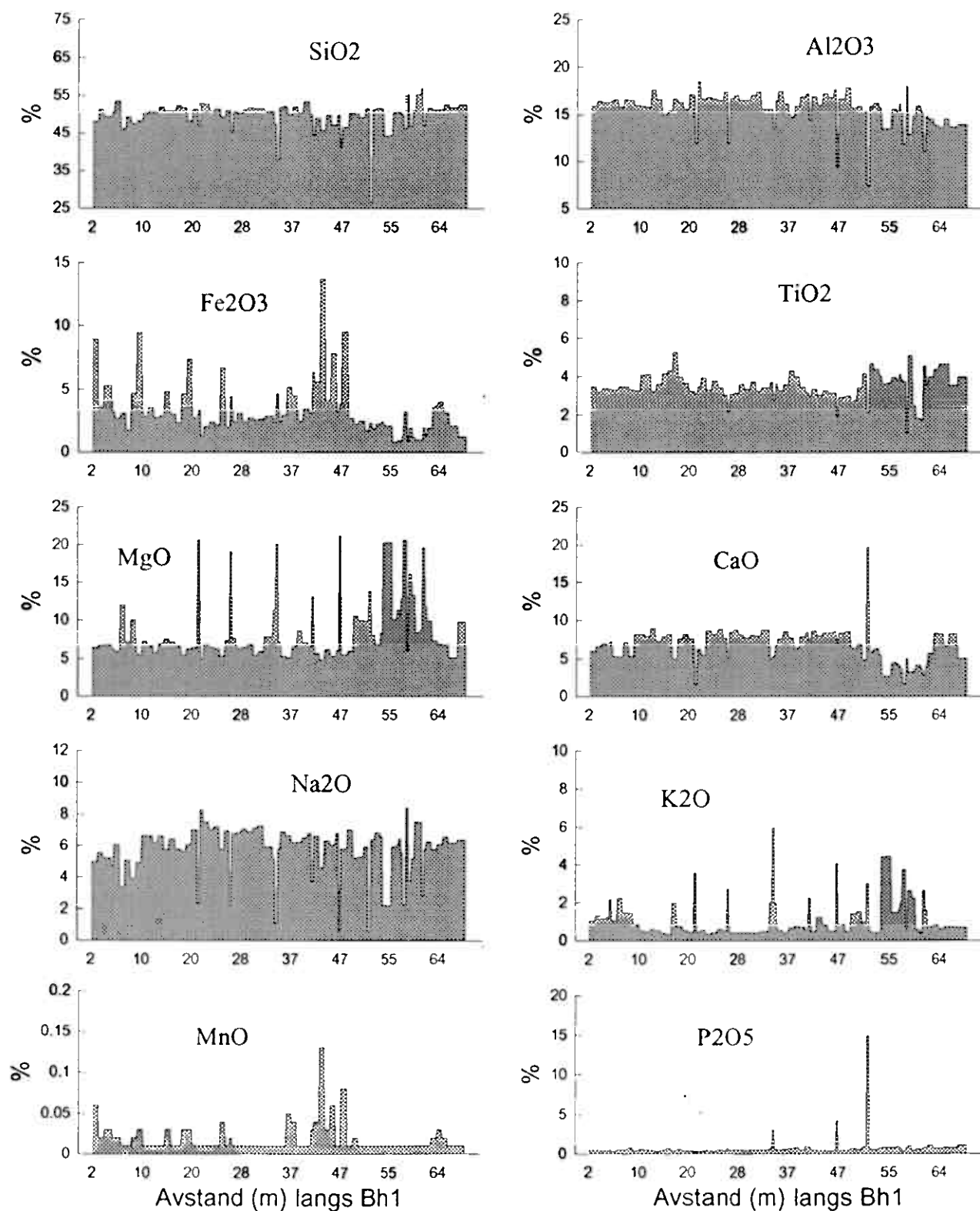
Anal. nr.	Bergarts-type	Prøve-lengde	Tynn-slip	% Rutil	Kommentarer
80	metagabbro	1.05-3.00		<.01	Rel. homogen metagabbro.
81	metagabbro	3.00-5.00		.15	Rel. homogen metagabbro.
82	metagabbro	5.00-6.60		1.12	Noe deformasjon med epidotomvandling
83	metagabbro	6.60-8.00	206.20	.09	Relativt homogen metagabbro
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	2026.60	<.01	Gradvis økende omvandling
96	metagabbro	27.00-28.00		.15	Gradvis økende omvandling
97	metagabbro	28.00-29.00	2028.70	.01	Gradvis økende omvandling
98	metagabbro	29.00-30.00	2029.30 2029.90	.03	Gradvis økende omvandling
99	metagabbro	30.00-31.00	2030.45	.18	Gradvis økende omvandling
100	metagabbro	31.00-32.00	2032.15	.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	2034.55	<.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	2037.40	<.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	2041.45	.07	SiO ₂ = 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	2044.45	.53	
114	metagabbro	45.00-46.16		.28	
115	amfibolitt	46.16-46.75		.57	
116	ødegårditt	46.75-48.00	2048.10	1.09	
117	ødegårditt	48.00-49.00	2049.75	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	2051.35	1.26	Th-anrikt
121	ødegårditt	51.40-51.70	2051.55	2.61	
122	flog.gang	51.70-52.22	2052.10	.86	Th-anrikt
123	ødegårditt	52.22-53.51		2.61	
124	flog.gang	53.51-53.64		2.36	Th-anrikt
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	2057.60	1.51	
132	ødegårditt	57.80-59.00	2058.45	2.46	
133	ødegårditt	59.00-60.00		1.96	
134	ødegårditt	60.00-61.25		.47	
135	ødegårditt	61.25-61.45	2061.35	.14	2 cm mektig albititt (?) gang/åre ved 61.35

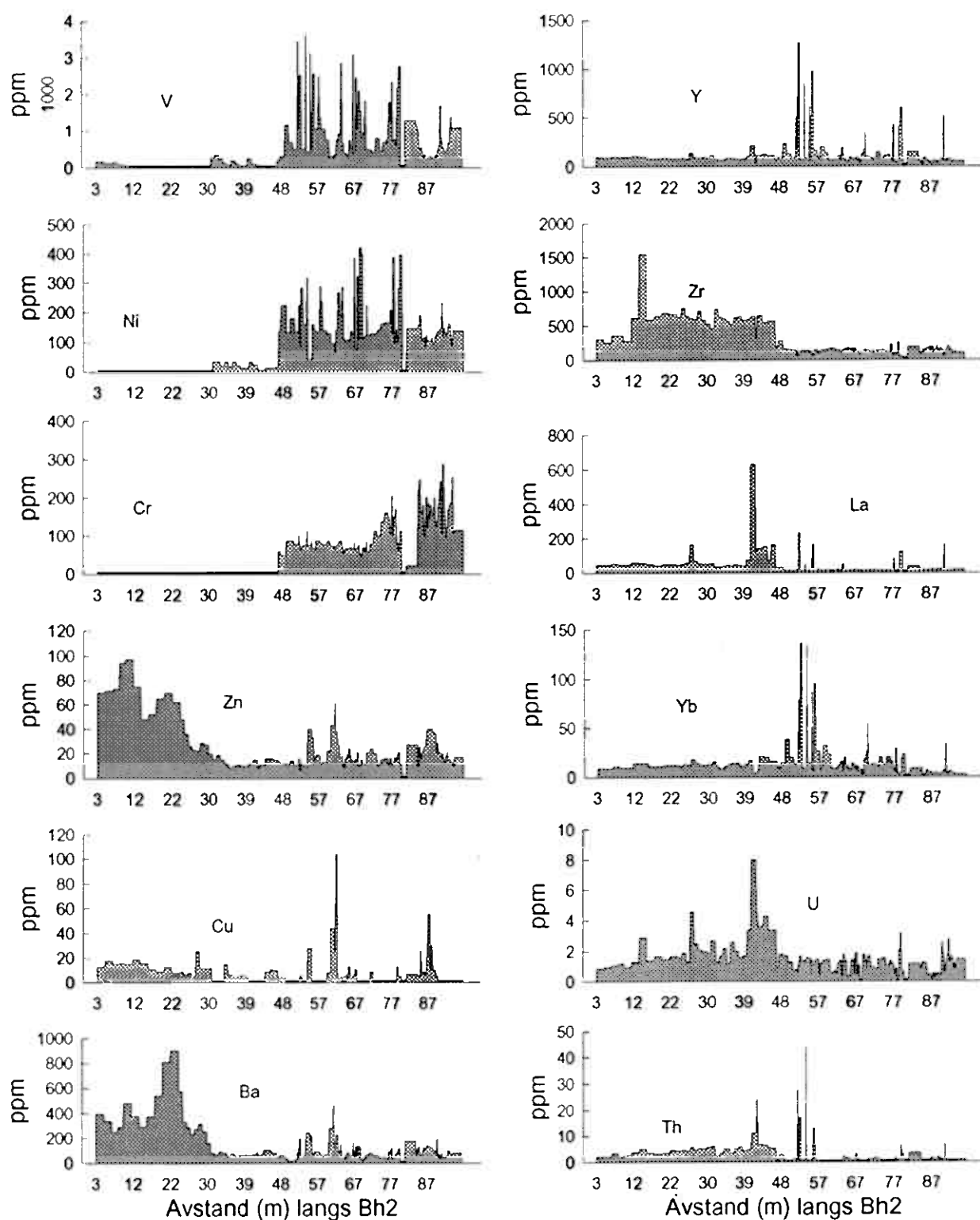
169	flog.gang	79.27-79.90		<.01	Markant Nb-anrikning. Kunne vært i rutil hvis prøven hadde vært rutilrik.
170	gruvegang	79.90-80.70			
171	gruvegang	80.70-81.10			
172	ødegårditt	81.10-84.35		1.31	
173	ødegårditt	84.35-84.70		1.47	
174	ødegårditt	84.70-85.00		1.64	
175	ødegårditt	85.00-85.25		1.60	
176	ødegårditt	85.25-85.50	2Ø85.45	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	2Ø87.40	.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	2Ø91.45	2.41	
200	ødegårditt	91.25-91.50		3.29	

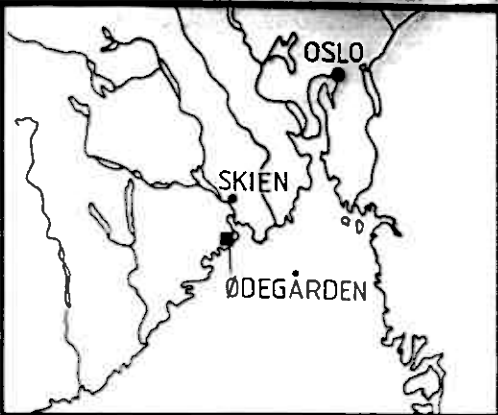
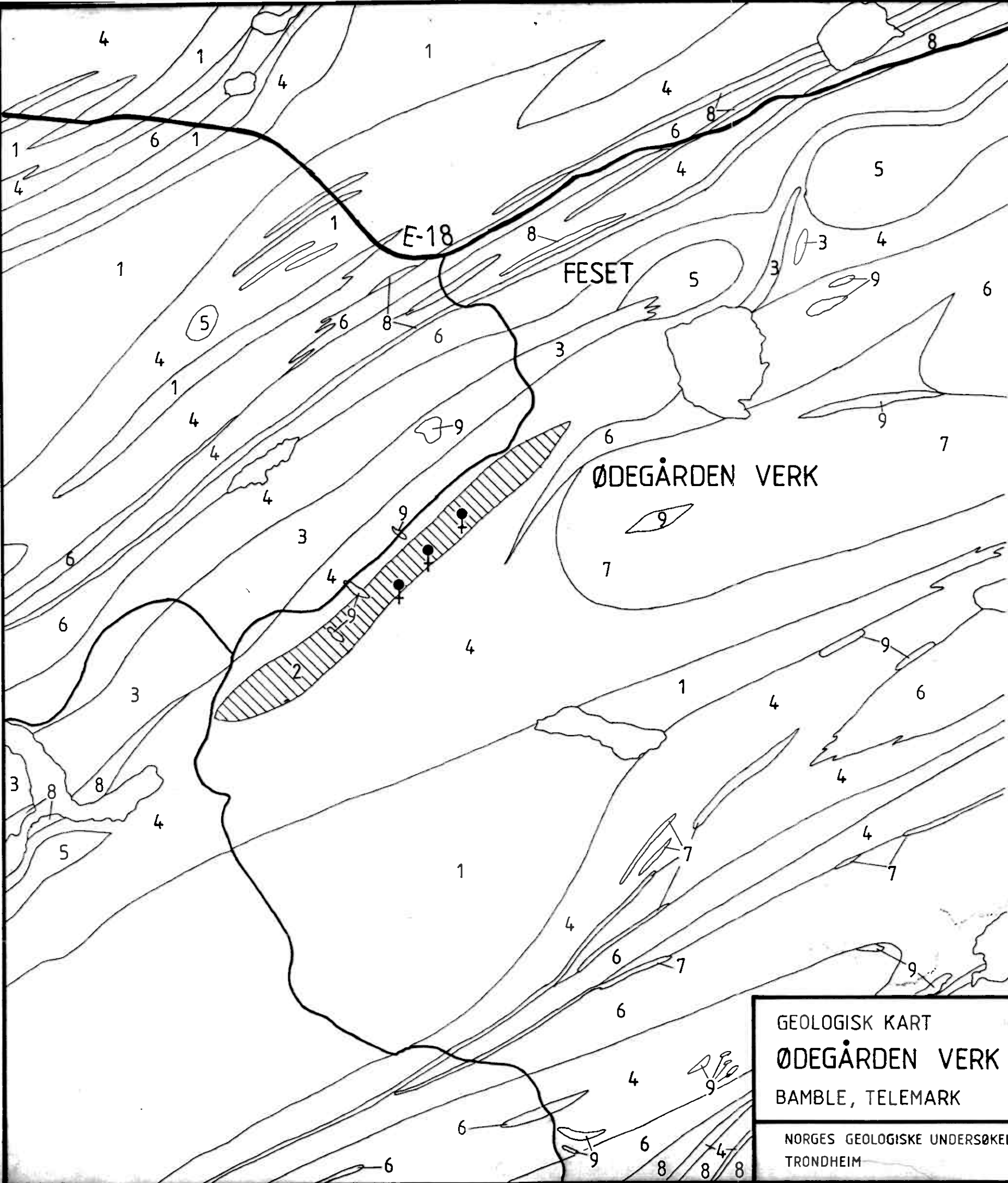
201	ødegårditt	91.50-92.00		2.83	Noen epidot-stikk
202	ødegårditt	92.00-92.25		1.46	
203	ødegårditt	92.25-92.50		1.76	
204	ødegårditt	92.50-92.75		1.84	
205	ødegårditt	92.75-95.40		2.84	

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 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
- ~ Ve

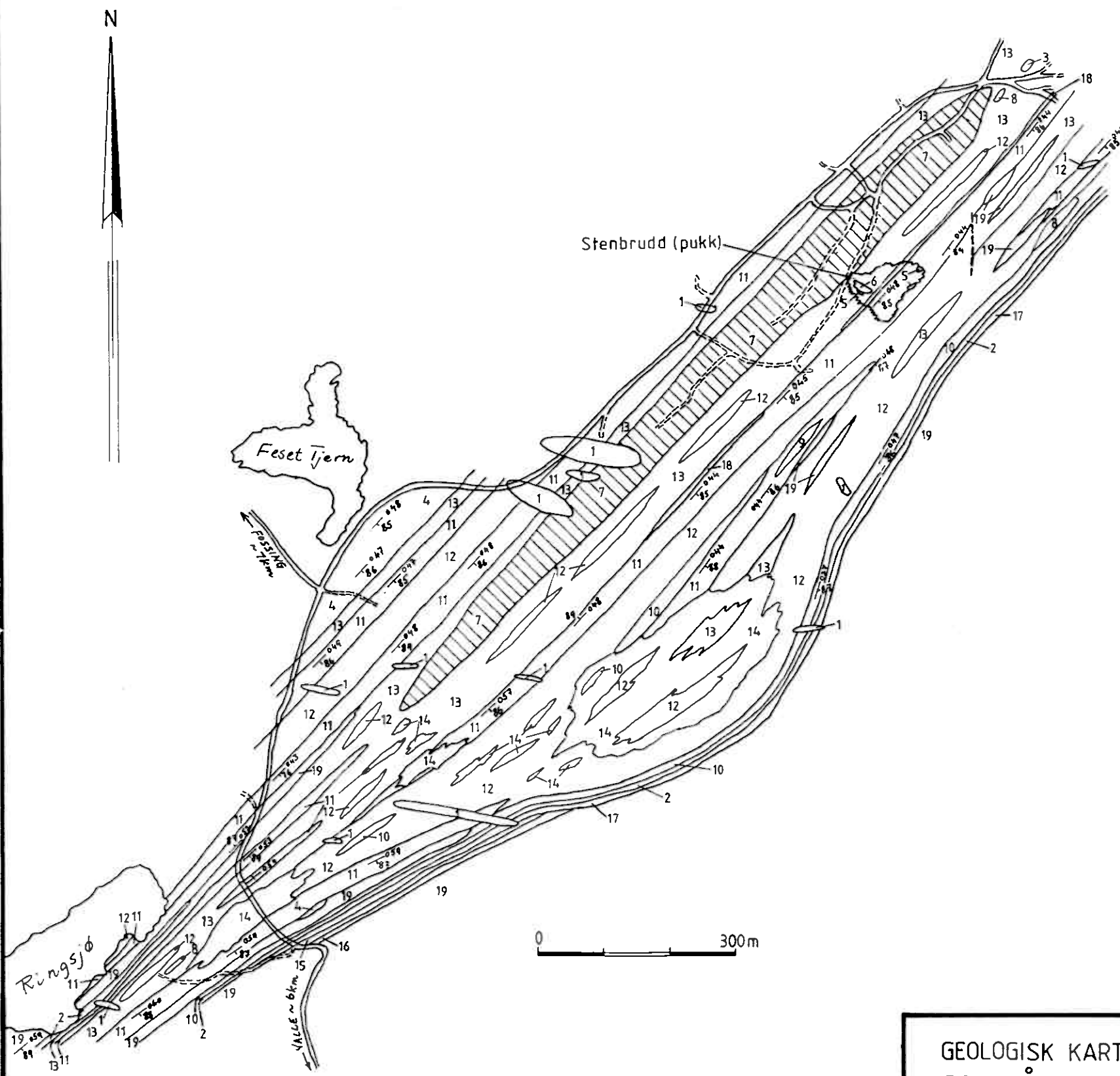
Fra manuskart av
M. J. Ryan 1964-66.
NGU-arkiv.

1km

GEOLOGISK KART
ØDEGÅRDEN VERK
BAMBLE, TELEMAR

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK Ca. 1:15 400	MÅLT	
	TEGN	
	TRAC	L. F. FEB. -90
	KFR.	
TEGNING NR. 93.078-01	KARTBLAD NR. 1712 IV	



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

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

Polygenetisk
metam. bergarter

Metasedimenter

TEGNFORKLARING:

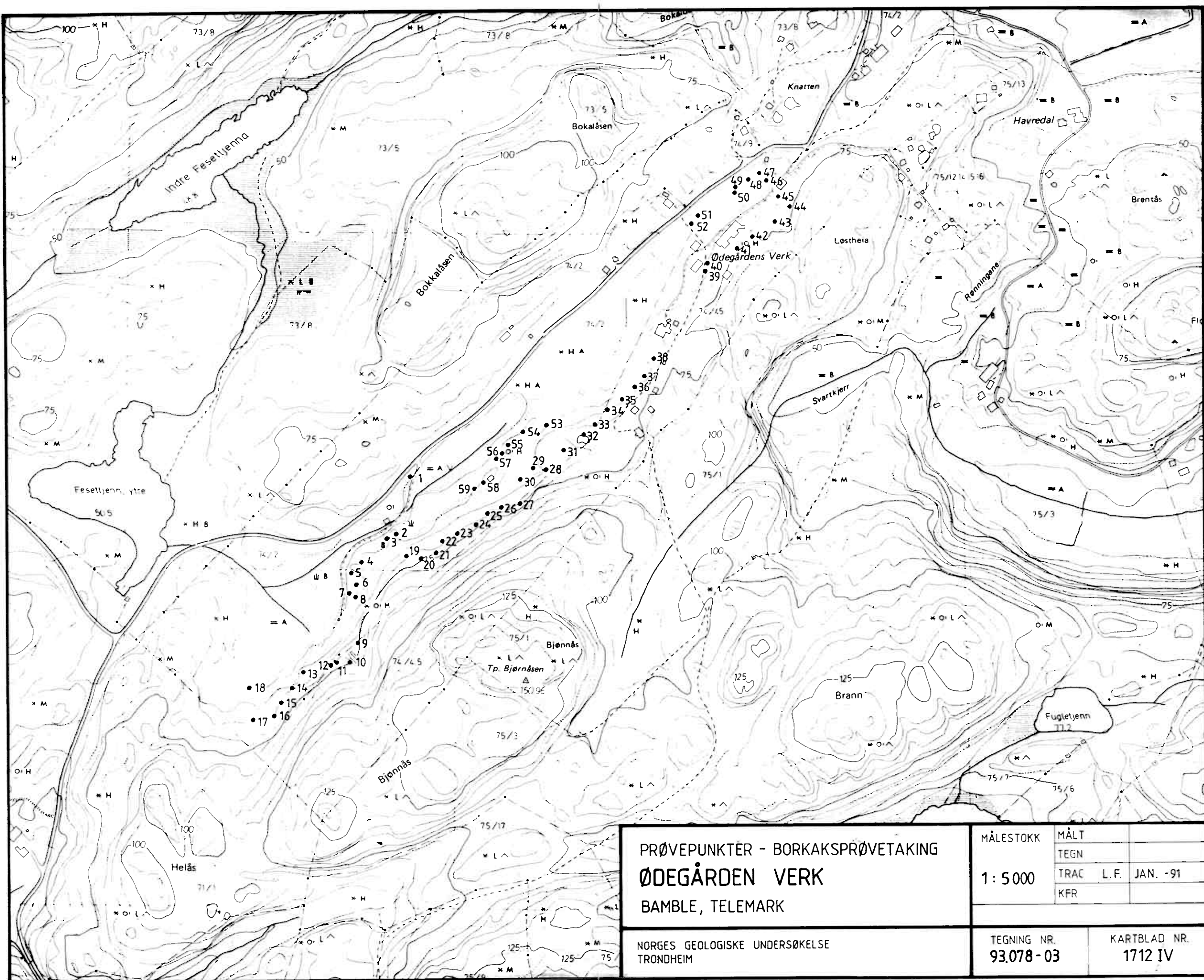
- 1 K-feltspat pegmatitt
- 2 Antofyllitt-bergart
- 3 Kragerøitt
- 4 Albititt
- 5 Oligoklas-bergart
- 6 Intermediær bergart
- 7 Ødegårditt
- 8 Plagioklas-pegmatitt
- 9 Granatholdig hornblenditt
- 10 Granatholdig foliert hornblenditt
- 11 Foliert amfibolitt
- 12 Granatholdig massiv amfibolitt
- 13 Massiv 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		MÅLT	
	1 : 7500		TEGN	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.		KARTBLAD NR.	
	93.078 - 02		1712 IV	



PRØVEPUNKTER - BORKAKSPRØVETAKING
ØDEGÅRDEN VERK
BAMBLE, TELEMARK

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1 : 5 000

MÅLT

TEGN

TRAC L.F. JAN. -91

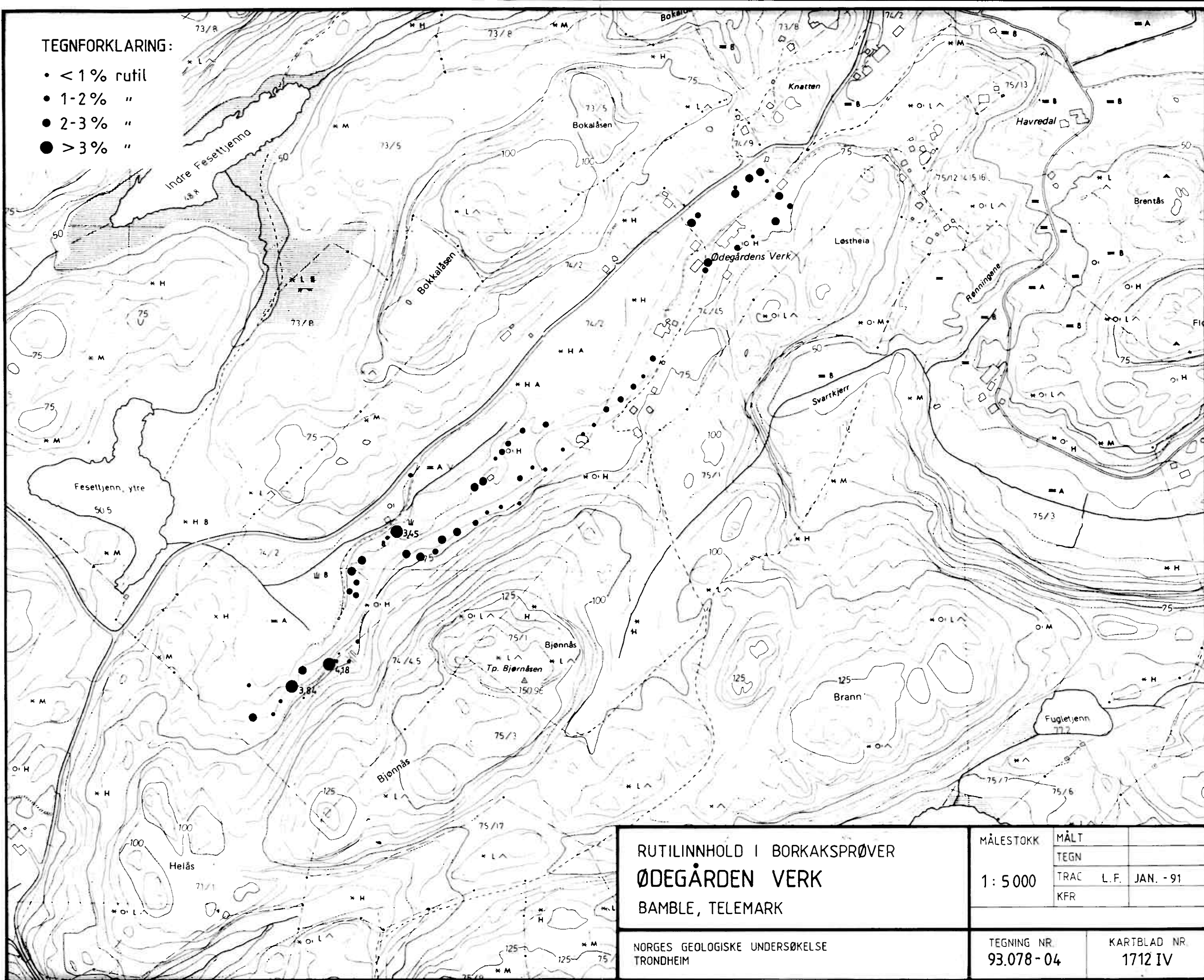
KFR

TEGNING NR.
93.078-03

KARTBLAD NR.
1712 IV

TEGNFORKLARING:

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



RUTILINNHold I BORKAKSPRØVER
ØDEGÅRDEN VERK
BAMBLE, TELEMARK

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT

TEGN

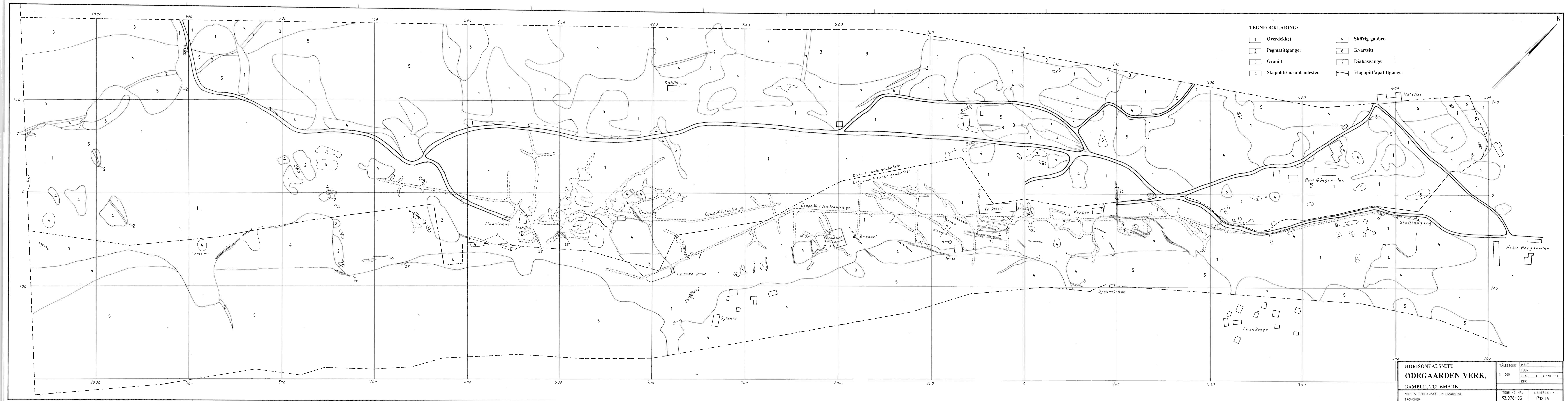
TRAC

KFR

L.F. JAN. - 91

TEGNING NR.
93.078-04

KARTBLAD NR.
1712 IV



TEGNFORKLARING:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1 Overdekket | 5 Skifrig gabbro |
| 2 Pegmatittganger | 6 Kvartsitt |
| 3 Granitt | 7 Diabasganger |
| 4 Skapolitt/hornblendesten | Flogopitt/apatittganger |

HORIZONTALSNITT
ØDEGAARDEN VERK,
BAMBLE, TELEMARK

MÅLESTOKK 1 1000	MÅLT TEGN TRAC L.F. KFR
TEGNING NR. 93,078-05	KARTBLAD NR. 1712 IV

