

# **Mineralforekomster i den østlige delen av Siljan-Hvarnes plutonkompleks, sørvestre Vestfold**

Knut Edvard Larsen & Frode Andersen

## **Introduksjon**

Osloriftens alkalisyenitter (nordmarkitter) er stedvis rike på miarolittiske hulrom og pegmatittiske partier og ganger. Dette er også tilfellet i området øst for elven Numedalslågen i bygda Hedrum, Larvik kommune, på grensen mot Andebu kommune, i den sørvestre delen av Vestfold. Selv om koller bestående av alkalisyenitter i dette området er relativt godt gjenkjennelige i terrenget pga sin karakteristiske skrinne vegetasjon (furu, lyng, einer) og bare partier, er hovedparten av berggrunnen dekket av morenejord og skog. Utvidelse og anlegging av skogsveier i dette området har dog blottlagt og gjort tilgjengelige noen gode forekomster. Denne artikkelen vil ta for seg to av de viktigste mineralforekomstene og mineralene som er funnet i alkalisyenitt. Mineraler fra forekomster i Oslofjordens alkalisyenitter er tidligere beskrevet av Oftedal & Sæbø (1965), Raade (1972) og Kvamsdal (1998). Forekomstene i Siljan-Hvarnes plutonkompleks er imidlertid ikke tidligere beskrevet, med unntak av en liten notis om funnet av milaritt ved Holtehædde (Berge 1993). I tillegg til disse to forekomstene, beskrives kort to andre forekomster (Rennesik 1 og 2) som opptrer i pegmatitter i en sterkt dypforvitret nefelinsyenitt (lardalitt). Vi ønsker med denne artikkelen å gi et bidrag til Vestfolds topografiske mineralogi.

## **Geologisk setting**

Det er relativt lite som er publisert av detaljerte berggrunnskarter for vårt område. Dette befinner seg midt i skillet mellom de geologiske kartbladene 1: 250.000 Oslo (Berthelsen et al. 1996) og 1: 250 000 Skien (Dons & Jorde 1978). Kartene gir en skjematiske oversikt over berggrunnen i området. Noen små områder er dog kartlagt mer detaljert. Dette gjelder særlig områdene omkring den såkalte kodalmalmen ("jacupirangaitgangen") på grensen av Larvik plutonkompleks (Nielsen 1967; Bergstøl 1972) og Sæteråsen niobforekomst (Jorde 1978; Ihlen 1982, sitert etter Ryghaug 1983).

I henhold til kartblad 1:250 000 Oslo så benevnes de aktuelle bergartene som forekomstene befinner seg i som henholdsvis alkalisyenitt/alkalikvartssyenitt (eg. Farmenrøysa) og syenitt (eg. Holtehædde). Betegnelsen nordmarkitt-pulaskitt er også tidligere blitt brukt som benevnelse på alkalisyenitter i området (Neumann & Bergstøl 1964; Berge 1983). I senere tid har man gått mer over til å bruke bare kortbetegnelsen syenitt på de ulike varianter og typer av syenitt i området (pers. medd. Henrik Heyer april 2009). Nordmarkitt forstås i denne sammenheng som et synonym til kvartsførende alkalisyenitt (alkalikvartssyenitt).

Alkalisyenittene /syenittene i vårt område hører til den yngste (281-240 Ma) intrusjonsfase i det karbon-permiske Vestfold grabensegmentet i den søndre delen av Oslofjorden. Det mer sørlige Larvik plutonkomplekset (297- 292 Ma, Dahlgren et al. 1998) avgrenses mot nord av disse bergartene, og vårt område befinner seg i grenseområdet av dette komplekset og nord for dette (Oftedahl & Petersen 1978; Petersen 1978). Geologisk kan bergartene forekomstene befinner seg i tolkes som tilhørende den østlige

delen av Siljan-Hvarnes plutonkompleks. Dette komplekset består av en serie påfølgende larvikitt- og syenittintrusjoner hvor de eldste befinner seg i øst og de yngre mot vest (Pedersen et al. 1995). Dateringer av fire prøver av U-Pb isotoper fra dette komplekset ga en alder fra 278,5 +/- 0,8 til 277,3 +/- 0,8 Ma (Pedersen et al. 1995). Dette gir dem en yngre alder enn larvikittene i det mer sørlige Larvik plutonkompleks. Den østlige delen av Siljan-Hvarnes plutonkompleks avgrenses i nord og øst mot rombeporfyrer tilhørende den vestlige delen av Vestfold lavaplatå, og mot sør av Larvik plutonkompleks. Gradvis overganger mellom larvikitt og nordmarkitt kan også observeres i området, for eksempel rundt "jacupirangaitt-gangen" ved Andersbonn, grenseområdet av Larvik plutonkompleks (Bergstøl 1972).

I et lite område rundt gården Rennesik opptrer et felt med nefelinsyenitt (jfr Berthelsen et al. 1996). Dette kan i terrenget observeres som en grusaktig, sterkt dypervirtret bergart, som det lokalt er anlagt små grusuttak i. Liknede forvitring er vanlig av f. eks larvikitt i den søndre delen av Vestfold (Sørensen 1988). Denne oppsmuldringen av bergarten skyldes et høyt innhold av glimmer som postmagmatisk har blitt serittisert med påfølgende volumøkning av glimmeren som igjen har ført til et oppsmuldret berg. I grustakene finnes det rester av pegmatittganger.

### Forekomstene

Området forekomstene befinner seg i dekket av de topografiske kart 1:50 000 1813 III Sandefjord for de sørligste og 1813 IV Holmestrand for de nordligste. "Tur og løypekart over Heia- Svartåa 1:25 000" utgitt av Sandefjord og Oplands Turistforening i 1997 dekker hele området. Forekomstene befinner seg alle i bygda Hedrum i Larvik kommune nær grensen til bygda Kodal i Andebu kommune.

### 1. Farmenrøysa, Hedrum, Larvik kommune

Toppen av kollen Farmenrøysa (306 moh) består av en alkalisyenitt (nordmarkitt) (Bergstøl 1972; Berthelsen 1996). Den er et kjent turmål og et utsiktspunkt i området. En merket turløype fra parkeringsplassen ved Andersbonn (i Kodal, Andebu kommune), kan følges til toppen av Farmenrøysa. 200m SSV for denne parkeringsplassen ble det i begynnelsen av det 21. årh. anlagt en ny tømmervei fra hovedveien (mellom Nome og Nes) til nordsiden av Farmenrøysa. Flere veiskjæringer med larvikitt og nordmarkitt er nå godt blottlagt langs traséen. På nordsiden av toppen av Farmenrøysa, ca. 1, 4 km fra parkeringsplassen, rett NV for der stien opp til toppen av Farmenrøysa tar av, er flere skjæringer blottet langs veiens søndre side. Disse er særlig rike på miarolittiske hulrom, pegmatittiske partier samt en større grovkornet pegmatittgang. Mineralprøver er hovedsakelig innsamlet i det utsprengte materialet som nå delvis er overgrodd. Det er fortsatt gode muligheter for funn, særlig i skjæringene.

Nordmarkitten vest for "jacupirangaitt-gangen" ved Andersbonn i Kodal består ifølge Bergstøl (1972) av en svært liten del plagioklas og er rik på kvartsførende pegmatittganger karakterisert ved at de fører pyrofanitt istedenfor ilmenitt. Neumann & Bergstøl (1964) nevner følgende mineraler i bergarten og i pegmatittgangene: feltspat, kvarts, amfibol, pyrokse, titanitt, pyrofanitt og magnetitt.

Selve feltspaten i bergarten ved Farmenrøysa er en blek rosa mot rødlig kalifeltsapat med partier av grålig plagioklas. Det er spesielt mikromineralene i de miarolittiske hulrommene som er oppstått mellom flatene på feltspatkristaller som er interessante for denne forekomsten, og nedenfor følger en beskrivelse av de viktigste:

*Albit*. Forkommer i de fleste hulrom som fargeløse, klare krystaller og overtrekk som epitaksial vekst på flatene av feltspatkristaller.

**Amfibolgruppen.** Et sort til blåsort amfibolmineral forekommer hyppig som aksessorisk mineral i bergarten og pegmatittene, og godt utviklede, langprismatiske krystaller er vanlig i hulrommene. Disse er ofte en forlengelse av krystallene som er dannet i primærfasen i selve bergarten. De er ofte sterkt stripet i lengderetningen. Brunlige partier i de indre deler av krystallene kan observeres langs spalteflater, noe som kan tyde på en sonering av krystallene. Krystallene ender enten med en pinakoid {001} eller med en oppfliiset, multipel terminering av parallelvokste nåleformede krystaller. Et blåaktig fibrøst overtrekk kan også observeres på krystallene (riebeckitt?). Fibrig amfibol kan også observeres langs på spalteflatene på noen av krystallene. I enkelte hulrom opptrer også busker av en fibrøst blåaktig, riebeckittlikende amfibol. Det er ikke foretatt noen kjemisk analyse av disse amfibolene for å bestemme hvilke species som foreligger. Arfvedsonitt, riebeckitt, edenitt, hastingsitt m.fl er tidligere observert i nordmarkitter (Kvamsdal 1998), men disse er hovedsakelig bestemt ut fra optiske kriterier og ikke kjemi.

**Apatitt.** Langprismatiske, ofte flaterike, klare til gulhvite 1-3 mm lange apatittkrystaller opptrer relativt vanlig. De er ofte innesluttet i amfibol, feltspat eller ægirin, eller også fritt i hulrommene påvokst krystaller av disse. Det dreier seg antagelig om apatitt-(CaF).

**Bertranditt** er kun funnet i hulrom den grove pegmatitten midt i skjæringene som typiske <1 mm store fargeløse til hvite, tykke langstrakte tavler sammen med feltspat, apatitt, titanitt, zirkon og kvarts. Krystallene opptrer enkeltvis, men også som små parallelvokste grupper. Bertranditt danner ofte kontaktvillinger, enten etter {021} ( $60^\circ$  vinkel) eller {011} ( $120^\circ$  vinkel) og slike er kjent fra en rekke lokaliteter. I denne lokaliteten derimot er det som en sjeldenhets observert kontakttrillingar av bertranditt med {011} som kontaktplan hvor individene er omtrent like store og orientert med  $120^\circ$  vinkel (Fig. 1).

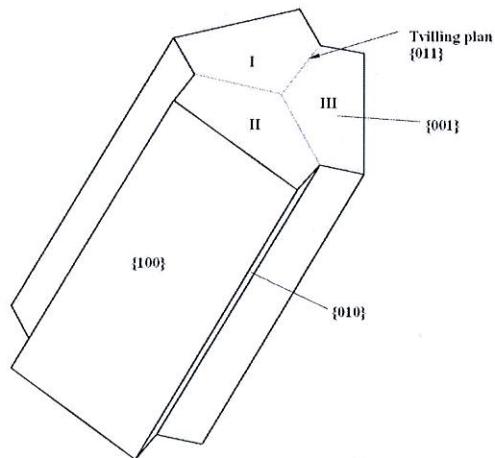


Fig. 1. Idealisert kontakttrilling av bertranditt, Farmenrøysa.

*Ilmenitt.* Forekommer relativt hyppig i miarolittiske hulrom som sorte halvmetalliske, glinsende, tykktavlede, flaterike krystaller. Identiteten er bekreftet ved SEM/EDS av Alf Olav Larsen. Tre prøver innsamlet fra ulike steder i forekomsten ble funnet å være relativt like i kjemisk sammensetning, omtrent  $(Fe_{0,9}Mn_{0,1})TiO_3$ , altså en ilmenitt med 10 mol-% pyrofanitt (pers. medd. A. O. Larsen febr 2009). Avrundede krystaller kan også observeres innesluttet i feltspat og amfiboler. I motsetning til hva Neumann & Bergstøl (1964) konkluderer mht pegmatittene nær Andersbonn så synes ilmenitt å dominere ved Farmenrøysa, og ikke pyrofanitt.

*Kalsitt* opptrer relativt sjeldent som hvite plater uten tydelige krystallflater eller som delvis hulromsfyllinger.

*Kloritt.* Små kuleformede aggregater av gyldenbrune, bladformede krystaller opptrer stedvis i hulrommene. Det antas å være et ikke nærmere identifisert mineral i klorittgruppen.

*Kvarts* opptrer som gråaktige masser i pegmatittene og som små krystaller i hulrommene.

*Magnetitt* opptrer som opptil 2 mm store, delvis avrunde krystaller og masser i selve bergarten.

*Monazitt.* Er funnet som en sjeldenhets i et par hulrom som brunrøde, tavleformede, gjennomsiktige, millimeterstore krystaller påsittende amfibol.

*Opal* forekommer som en tynn, fargeløs, glassaktig botryoidale skorpe på mineraler i hulrommene.

*Pyrofanit –ilmenitt serien.* I den grove pegmatitten opptrer sporadisk et halvmetallisk sort, 1 mm tykt og 2-3 cm stort plateformet mineral. Mineralet har mørk rødbrun strekfarge. Det antas å være et mineral i pyrofanitt-ilmenittserien basert på fysiske og visuelle kjennetegn, men kjemisk analyse er nødvendig for å foreta en sikker identifikasjon av mineralet. Et mineral som forekommer i hulrom som svært små, sorte, halvmetalliske, tynne plater, kan også være et mineral i pyrofanitt-ilmenittserien.

*Pyroklor.* Brune oktaedriske, opptil 3 mm store krystaller opptrer frosset i pegmatitten.

*Titanitt* opptrer som et aksessorisk mineral i bergarten. Skarpe, skinnende gulhvite, gulbrune til mørkegrå, gjennomsiktige til gjennomskinnelige, opptil 9 mm lange krystaller, ofte i sammenvokste grupper forekommer relativt vanlig i hulrommene. På en av prøvene er krystallene dekket av et gulhvitt omvandlingsbelegg (anatas?).

*Zirkon.* Gode flaterike, langprismatiske, gjennomsiktige, glassaktig brune opptil 5 mm krystaller opptrer rikelig i selve bergarten og pegmatittene. På hulrom opptrer blek brune, dipyramidale krystaller med formen {112}. Av denne typen er det observert en kontakttvilling, men uten at vi har klart å definere symmetrien til denne. Tvillingkrystallen opptrer som to individer som sitter på hverandre med en viss vinkel.

*Ægirin* opptrer som et vanlig aksessorisk mineral i bergarten og i pegmatittene. I den grove pegmatitten er individer på opptil 4 x 1,3 cm lange krystaller observert. I

hulrommene opptrer ægirin relativt vanlig som busker av nåleformede og/eller håraktige grønne krystaller.

I hulrommene er det også observert et *uidentifisert leirmineral*. Det opptrer relativt hyppig som <1 mm store rustgule eller gulhvite til hvite kuleformede aggregater som kan danne sammenhengende masser påsittende andre mineraler. Et tverrsnitt gjennom kulene viser en konsentrisk sonering og en indre sort kjerne (kloritt?). Av utseende kan de likne på det som er bestemt som saponitt fra Midtmoen-forekomsten i Lunner (Kvamsdal 1998).

## 2. Holtehædde, Hedrum, Larvik kommune

Forekomsten er kort beskrevet av Berge (1993). Den ble oppdaget i 1989 av Bjørn Kåre Stensvold. En utvidelse av skogsveien på nordsiden av kollen Holtehædde (405 moh) mot Uredalen blottla en liten skjæring med alkalisyenitt. Bergarten som er blekt rødlig av utseende, er en alkalisyenitt. Ryghaug (1983) kaller den en nordmarkitt, Berge (1983) nordmarkitt/pulaskitt og Berthelsen et al (1996) en syenitt. Denne er i skjæringen stedvis rik på miarolittiske hulrom som alle er fylt av kalkspat. Materiale fra sprengningen er dumpet i den svært bratte skråningen mot Uredalen. Ved utsyring av kalkspat med fortynnet saltsyre har flere godt krystalliserte mikromineraler blitt oppdaget på hulrommene. Metoden for innsamling av prøver fra denne lokaliteten er å samle kalkspatfylte hulrom for så å etse bort kalkspaten for å se om man har funnet noe interessant.

Ved siden av albitt, apatitt (apatitt-(CaF)?), biotitt, kloritt, kalifeltspat, kalsitt, kvarts, pyritt, ægirin foruten uidentifiserte leirmineraler er følgende mineraler observert:

*Aktinolitt*? Et fibrig asbestaktig grågrønt *amfibolmineral* (aktinolitt?) er observert i noen hulrom som hårete og nåleformede tuster.

*Allanitt*-(Ce) opptrer som små vifter av parallelvokste, mørkebrune, plateformede krystaller.

Identiteten er ikke bekreftet.

*Chevkinite*-(Ce) forekommer sporadisk som et aksessorisk mineral i feltspat i selve bergarten. Det opptrer som langprismatiske, sorte, metamikte, opptil 4 x 0,6 mm store krystaller med en ytre gulvit omvandlingssone (bastnäsitt-(Ce)?).

*Magnetitt* opptrer i hulrommene som veldefinerte, skinnende, halvmetalliske opptil 3 mm store krystaller. Krystallene er dominert av oktaederet {111} og modifisert av rombedodekaedret {110}. Trappevekst på oktaederflatene og/eller striping på rombedodekaderflatene er vanlig.

*Milaritt* herfra ble først beskrevet av Berge (1993), og er identifisert ved XRD på Mineralogisk-Geologisk Museum, Oslo (film 28708). Mineralet opptrer som langstrakte (langs c-aksen), prismatiske, fargeløse til meget lyst grønnlige krystaller. Observerte flater er vanligvis et heksagonalt prisme {10̄10}, pinakoid {0001} og i noen tilfeller også små heksagonale bipyramider {01̄23} (Fig. 2). Pinakoid- og prismeflatene er som regel blanke, mens bipyramideflatene som oftest er tydelig etset og matte. De største observerte milarittkrystallene har målt opp til 5 x 2 mm. De fleste er imidlertid langt

mindre. Det er ikke uvanlig at milaritten opptrer som parallellsammenvoksninger med to separate termineringer.

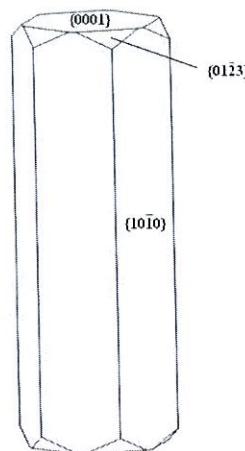


Fig. 2. Idealisert milarittkrystall, Holtehædde

*Titanitt.* Lys brune til mørkebrune, gjennomsiktige til gjennomskinnelige, kileformede 1-3 mm store krystaller opptrer enkeltvis og i sammenvokste aggregater. Titanitt kan også observeres som et aksessorisk mineral i selve bergarten.

*Zirkon.* Glassaktige langstrakte etter c-aksen, flaterike, gjennomsiktige til gjennomskinnelige, brune, opptil 3 mm lange krystaller er relativ vanlig i forekomsten.

I tillegg til disse mineralene nevner Berge (1993) også arsenopyritt, epidot, blyglans og hematitt.

### 3. Rennesik 1, Hedrum, Larvik kommune

Rett ved parkeringen for STIF-hytta ved Rennesik var det tidligere anlagt et grustak i dypforvitret lardalitt. Dette er nå helt gjengrodd av krattskog. Midt i denne krattskogen kan man se en liten tilgrodd haug på et par meter i lengde. Dette er restene av en pegmatitt som ikke er like forvitret som vertsbergarten. Pegmatitten som i liten grad er utforsket, er delvis hydrotermalt omdannet. Følgende mineraler foruten hovedmineralene kalifeltspat, albitt, kvarts og amfibol er observert:

*Blyglans* opptrer som opptil 0,5 cm store masser sammen med kvarts og amfibolmineral i hulrom. Mineralet er delvis omvandlet til en kremhvitt jordaktig masse med glassaktige, grålige årer av uidentifiserte sekundærmineraler, muligens anglesitt eller cerussitt.

*Pyrofanitt-ilmenittserien.* Et sort, halvmetallisk, 1,5 mm tykt, opptil 3 cm stort plateformet mineral forekommer i pegmatitten. Dette antas å være et mineral i pyrofanitt-ilmenittserien basert på fysiske og visuelle kjennetegn, men kjemisk analyse er nødvendig for å foreta en sikker identifikasjon. Mineralet har mørkebrun strekfarge som kan indikere en ilmenitt.

*Sfaleritt* er funnet som 4 mm store, sterkt tærede, gulgrønne masser.

*Ægirin.* Rosetter opptil 5 cm i diameter av ufriske, nåleformede, grønnsorte ægirinkrystaller opptrer relativt hyppig. Tynne langprismatiske mikrokrystaller forekommer også i hulrom mellom feltspattindivider.

#### 4. Rennesik 2, Hedrum, Larvik kommune

På vei opp til Holtehæddeforekomsten, rett sørvest for Lindevannet fant en av forfatterne (KEL) i 1992 noen knyttnevestore prøver med pegmattitmateriale bestående av gråhvit feltspat rik på gyldengule mikrokrystaller av titanitt i hulrom. Prøvene var brukt som fyllingsmatriale for utbedring av skogsveien. Undersøkelser brakte på det rene at disse stammet fra et nedlagt grustak rett i nærheten. Grustaket, som nå er nedlagt og delvis gjengrodd, befinner seg på nordsiden av skogsveien midt mellom mellom STIF-hytta, Rennesik og Lindevannet (rett etter bommen). Grustaket var som Rennesik 1 anlagt på sterkt dypvitre og oppsmuldret nefelinsyenitt, og prøver fra pegmattittske ganger i denne kunne observeres i løsmassene i dette grustaket. Prøver identisk med materialet funnet på vei mot Holtehædde ble også funnet, dog i liten kantitet. Grustaket er i dag nesten helt overgrodd, og det har ikke lyktes å finne ut hvor i selve grustaket materialet stammer fra.

Foruten gode sorte amfibolkrystaller, gråhvit kalifeltsplat, ægirin, kloritt og leirmineraler er følgende mineraler observert i miarolittiske hulrom i dette materialet.

*Albit* opptrer som vannklare, flaterike opp til 2 mm store krystaller på mikroklinkrystaller.

*Apatitt* er observert som langstrakte, prismatiske, vannklare til gulhvite gjennomskinnelege, ofte flaterike krystaller opptil 0,5 cm lange. Det antas å være en apatitt-(CaF).

*Elpiditt* opptrer som en sjeldenhets som lys gulbrune, fibrige masser og små langprismatiske, krystaller sammen med titanitt og albitt. Identifikasjonen er bekreftet ved XRD (A. O. Larsen febr.2009)

*Titanitt.* Særlig vakre, gylden gulbrune, langstrakte, kileformede opptil 6 mm lange krystaller opptrer enkeltvis og i samenvokste grupper.

*Uidentifisert TiO<sub>2</sub> mineral.* På et par av de innsamlede prøvene fra 1992 er det observert et tynt sukkeraktig belegg på noen av sideflatene av titanittkrystallene. På en av disse opptrer det et buskformet aggregat (ca. 0,2-0,3 mm) av noen nåleformede, langstrakte krystaller av samme materiale. Disse nålene viser en meget spesiell morfologi. De er bygd opp av stabler av plateformede, vinklede krystaller (penetrasjonstvillinger) (Fig. 4). En SEM/EDS-analyse viser overveiende Ti, samt mindre mengder Fe og Nb. (pers. medd. A.O. Larsen febr 2009). Kjemisk sammensetning antyder en TiO<sub>2</sub> modifikasjon (anatas, brookitt eller rutil), men materialet er for lite til videre analyser. Anatas og brookitt er vanlige omvandlingsprodukter av titanitt, men den spesielle morfologien synes ikke å gi noen holdepunkter for identifikasjon.

#### Takk.

Takk til Alf Olav Larsen som velvillig identifiserte og verifiserte prøver og fremskaffet et SEM- bilde. Takk også for konstruktive innspill til forbedring av språket i artikkelen. En takk til Svein Arne Berge som også leste gjennom manus.

## Litteraturliste

- BERGE, S.A. (1993): Milaritt fra Himberg og Holtehædde. Interne notater 1990-1993, Mineralogisk-Geologisk Museum, Universitetet i Oslo, s 197-198.
- BERGSTØL, S. (1972): The jacupirangite at Kodal, Vestfold, Norway. *Mineralium Deposita* **7**, 233-246.
- BERTHELSEN, A., OLERUD, S. & SIGMOND, E.M.O. (1996): Berggrunnskart Oslo 1:250 000. Norges Geologiske Undersøkelse.
- DAHLGREN, S, CORFU, F. & HEAMAN, L. (1998): Datering av plutoner og pegmatitter i Larvik pluton-kompleks, sydlige Oslo Graben, ved hjelp av U-Pb isotoper i zircon og baddeleyitt. *Norsk Bergverksmuseum Skrift* **14**, 32-39.
- DONS, J.A. & JORDE, K. (1978): Berggrunnskart Skien 1: 250 000. Norges Geologiske Undersøkelse
- IHLEN (1982): Sæteråsen Niob-forekomst. Upublisert NGU Rapport nr 1800/761. Norges Geologiske Undersøkelse
- JORDE (1978): Berggrunnsgeologiske forhold i Sæteråsen. Upublisert NGU rapport. Norges Geologiske Undersøkelse kartarkiv nr 126/78
- KVAMSDAL, L. O. (1998): Mineralene fra nordmarkitt og grefsensyenitt i Oslofeltet. Oslo, eget forlag. 72s
- NEUMANN, H. & BERGSTØL, S. (1964): Contribution to the mineralogy of Norway, No.25. Pyrophanite in the southern part of the Oslo Area. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **44**, 39-42.
- OFTEDAL, I. & SÆBØ, P. CHR. (1965): Contributions of the mineralogy of Norway, No. 30. Minerals from nordmarkite druses. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **45**, 171-175.
- PEDERSEN, L.E., HEAMAN, L.M. & HOLM, P.M. (1995): Further constraints on the temporal evolution of the Oslo Rift from precise U-Pb zircon dating in the Siljan-Skrim area. *Lithos* **34**, 301-315.
- PETERSEN, J. S (1978): Structure of the larvikite-lardalite complex, Oslo-region, Norway, and its revolution. *Geologische Rundschau* **67**, 330-342.
- RYGHAUG, P. (1983): Geochemical exploration methods for niobium and rare earth elements at Sæteråsen, Vestfold volcanic area, Oslo Graben. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **63**, 1-13.
- RAADE, G. (1972): Mineralogy of the miarolitic cavities of the plutonic rocks of the Oslo Region, Norway. *Mineralogical Record* **3 (1)**, 7-11.
- SØRENSEN, R. (1988): Dypforvitring i monzonittiske bergarter i Vestfold - forekomst og dannelses. *Geologinytt* **22**, 69.

**Karter:**

Topografisk kart 1:50 000 Sandefjord blad 1813 III

Topografisk kart 1:50 000 Holmestrand blad 1813 IV

Tur og løypekart over Heia- Svartåa 1:25000. Utgitt av Sandefjord og Opland turistforening 1997



*Fig 3. Milaritt krystaller, Holtehædde. Lengden på krystallen til høyre: 1, 5mm. Foto: Frode Andersen.*

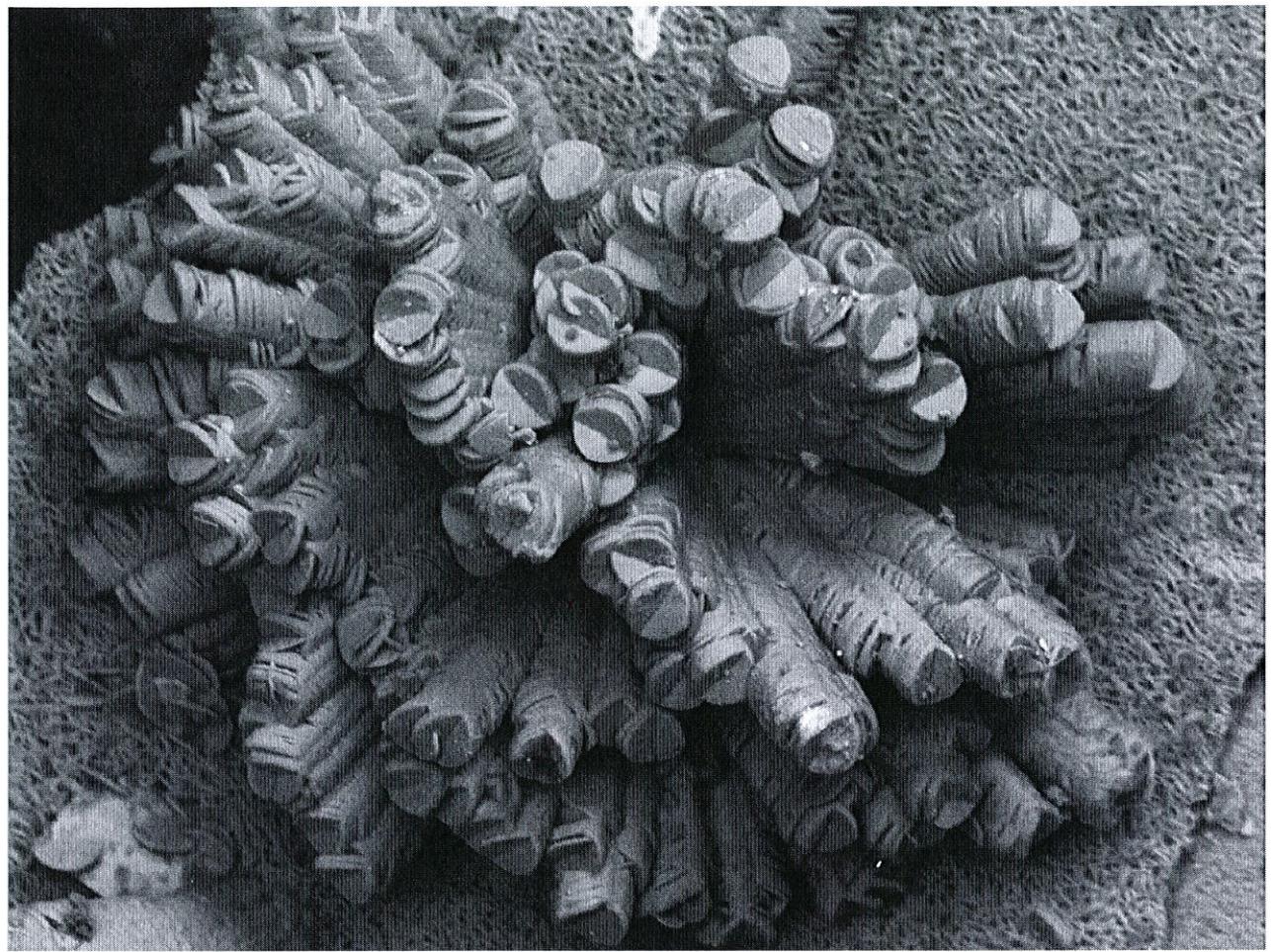


Fig 4. SEM bilde av et buskformet aggregat og skorpe av et uidentifisert  $TiO_2$  mineral sittende på overflaten av en titanittkristall fra Rennesik 2. Aggregatet er 0,2-0,3 mm i tverrsnitt og består av stabler med plateformede, vinklede krystaller (penetrasjonstvillinger). SEM-bilde: Alf Olav Larsen