

# **Norsk mineralsymposium 2016**

Redigert av  
Alf Olav Larsen og Torfinn Kjærnet

Stathelle 2016

# Kobberforekomsten i Kirkebukta, Løvøya, Horten, Vestfold

Knut Edvard Larsen

Geminiveien 13, 3213 Sandefjord (knut.edvard.larsen@online.no)

Gode prøver med gedigent kobber fra B<sub>1</sub>-basaltene i den midtre del av Osloriften har vært kjent siden 1700-tallet. Brünnich omtaler i sin bok *Forsøg til Mineralogie for Norge* fra 1777 kobber i kalsitt fra Guldholmen, Moss. Prøver derfra er også listet opp i en auksjonskatalog fra 1788 (over den danske greve og kjente samler av bøker og kuriosa, Otto Thott (1703-1785) sin samling).<sup>1</sup> I nyere tid er også en kobberklump med vekt på 21,5 kg blitt funnet på Jeløya (Olsen 1982). En av de ikoniske stoffene i mineralsamlingen ved Naturhistorisk museum i Oslo er en 11 x 6 cm prøve med kobber funnet på Simradtomta, Horten (Hurum *et al.* 2015). I tillegg er gedigent kobber funnet en rekke steder i Holmestrand- og Horten-basaltene på Vestfold lavaplatå (Larsen & Larsen 2005). Men den forekomsten som har produsert de vakreste prøvene er et lite skjerp i Kirkebukta på Løvøya ved Horten. Dendrittiske aggregater av kobber herfra har f.eks. blitt avbildet to ganger på NAGS (Norske Amatørgeologers Sammenslutning) sine messeplakater; for Barkåtermessa 1992 og Steintreffet 2015. Stedet har lenge vært kjent (Kierulf 1879, Oftedal 1948, Ihlen & Vokes 1978), og det er foretatt flere geologiske ekskursjoner dit, men relativt lite er publisert om forekomsten, mineralene og dannelsen av disse. En turguide er publisert av Andersen (1993) og Larsen & Larsen (2005) beskriver forekomsten summarisk. Den følgende artikkel vil gi et forsøk på en fyldigere beskrivelse av forekomsten og mineralene som er funnet der. Noen resultater av pågående undersøkelser vil også bli presentert og det gis et overblikk over opptreden av gedigent kobber i B<sub>1</sub>-basaltene basert på observasjoner i felt og av innsamlet materiale.

## Lokaliteten

W.C. Brøgger beskriver forekomsten i en av sine feltdagbøker (udatert) som "en vakker liden forekomst med Cu". Den er et lite skjerp drevet på kobber utfelt hydrotermalt i kalsittganger i B<sub>1</sub>-basaltlava. Beliggenheten er helt i vannkanten, på vestsiden av den innerste delen av Kirkebukta på nordsiden av Løvøya, i Horten kommune i Vestfold. Skjerpet er ca. 1,5 meter dyp med den samme omkretsen i åpningen. Det strekker seg så videre mot sydsydvest i en lengde av ca. 3 meter. Det er vannfylt da inngangen ligger tett på havets floppunkt. Foruten i selve skjerpet er også kobber påtruffet i amygduler og kalsittårer nær ved og andre steder på Løvøya, foruten en rekke steder i Horten. Hovedkalsittgangen det er drevet på, synes å ha hatt en tykkelse på 4-17 cm, og går i tilnærmet N-S retning. Det er også flere mindre kalsittganger som inneholder kobbermineraler. I kalsittgangene opptrer gedigent kobber, kobbersulfider og sekundære kobbermineraler, i tillegg til at mindre mengder kvarts, albitt, kloritt og epidot observeres i eller nær kontakten med basalten.

---

<sup>1</sup> Gjenstand nr 550, i katalogens del over *Naturalie-Samling* beskrives slik: "En Stuffle gediget Kobber med Kobbergrönt udi Kalsith og graae Trap, fra Guldholmen ved Moss". *Fortegnelser...* (1788). Trap er et eldre begrep brukt på mørke, tunge, vulkanske bergarter.

## Historikk

Ifølge Alsvik (1982) skal kunstmaleren Christopher von Dram (?-1747) fra Drammen allerede i 1719<sup>2</sup> ha funnet kobber på Løvøya, som han senere skal ha forært til Kong Fredrik IV. I følge den gamle protokollen til lensmannen i Borre har det vært tatt ut flere mutinger på kobber på Løvøya, men også på gull og sølv. Tidsperioden for anleggelsen og driften av selve skjerpet i Kirkebukta er noe usikker, antagelig mot slutten av 1800-tallet. Forekomst av kobber i Kirkebukta er dog nevnt av Kierulf (1879). I samlingene på Naturhistorisk museum (NHM) er det noen kobberprøver i en glassampulle fra "Kirkebugten", merket "Kr. Trapness 1/4-1882" (KNR 583). Prøvene stammer fra lærer ved Hortens kommunale høgere almenskole, senere eier av Jarlsberg brusfabrikk i Horten, Johan Kristofer Trapness (1849/1850-1922). NHM har også prøver innsamlet herfra under en ekskursjon i 1871.

## Geologi

B<sub>1</sub>-basaltene på Løvøya (hortensbasaltene), hører til det eldste nivået av Vestfold lavaplatå i den sentrale delen av Oslo-rikten. De er resultat av riftdannelsen og omfattende magmatisme på slutten av karbon og begynnelsen av perm (305-245 Ma). Bergartene ble avsatt på et peneplan over et lag av sedimenter av Asker-gruppen (Oftedahl & Petersen 1978, Neumann *et al.* 2002). Det har en total tykkelse på 160-190 m og består av 35-40 lavastrømmer ved Horten (Øverli 1985). Kjemisk kan de eldste lavastrømmene karakteriseres som høy Ti-basalter ( $\text{TiO}_2 > 4,2$  vekt-%), ankaramitter med tydelige fenokrystaller av klinopyroksen (Neumann *et al.* 2002). Basaltlavaen ved skjerpet er en plagioklasbasalt med karakteristiske, plateformede fenokrystaller av plagioklas.

Omfattende forkastninger, hovedsakelig i N-S gående retning samt grabendannelse fant sted etter de første lavastrømmene (Ramberg & Larsen 1978). Tektonisk hører både Holmestrand-, Hortens- og Jeløya-basaltene til Vestfoldgraben som er en av fire hovedsoner i Oslo-rikten. Brøgger (1931) tenkte seg en stor skjoldvulkan, den store "Hurum-vulkanen" med sentrum nær Tofteholmen, som opphavet til B<sub>1</sub>-basaltene, men nyere stratigrafiske og geokjemiske studier peker mot at lavaene ikke kan komme fra et felles magmakammer, men muligens tre ulike erupsjonssentra (Neumann *et al.* 2002). Senere erupsjoner og batolittintrusjoner i området har også ført til en lavtemperatur metamorfose av mineralene i basaltene. Lavtemperatur, hydrotermalt dannede mineraler som kloritt, epidot, albitt, kvarts, kalsitt og laumontitt er avsatt i sprekker og i blærerom i basaltene.

## Forekomst og dannelse av kobber i B<sub>1</sub>-basaltene

Gedigent kobber i B<sub>1</sub>-basaltene på Vestfold lavaplatå forekommer på 3 ulike måter:

1. Som avsetninger i kalsittfylte, forkastningssprekker i basaltene. Skjerpet i Kirkebukta er et godt eksempel på dette.
2. I blærerom sammen med prehnitt, kalsitt og kvarts, mindre mengder laumontitt og i enkelte tilfeller også kullblende. For nærmere omtale av forekomster og mineraler, se Larsen & Larsen (2005).

---

<sup>2</sup> Årstallet 1719 som Alsvik (1982) oppgir kan være feil. Han viser til at von Dram skal ha gitt prøven til Kongen som da var på Norgesbesøk. Året Fredrik IV var på norgesbesøk var 1709.

Kobberet opptrer som uregelmessige, grove eller delvis krystallinske masser i prehnitt eller kalsitt som fyller ut hulrommet. I de fleste tilfeller kan kobberet observeres i midtre deler av blærerommene, aldri på sidene. I et tilfelle er en mikrokrySTALL av kobber observert som inneslutning i en kvartskrySTALL (jernbanetunnelutbygging 2014, Holmestrand). Sekundære Cu-mineraler som krysokoll, cupritt og malakitt opptrer ofte rundt eller i tilknytning til kobberet.

3. Som en sjeldenhet som frittstående, velutviklede mikrokrySTALLer i små hulrom. Dette er observert kun en gang i løsblokker fra en tomteutbygging på Falkensten ved Løvøya.

Kobber er også påvist i tynnslip (av E. Sæther) fra Holmestrand-basaltene (Ofte dal 1948).

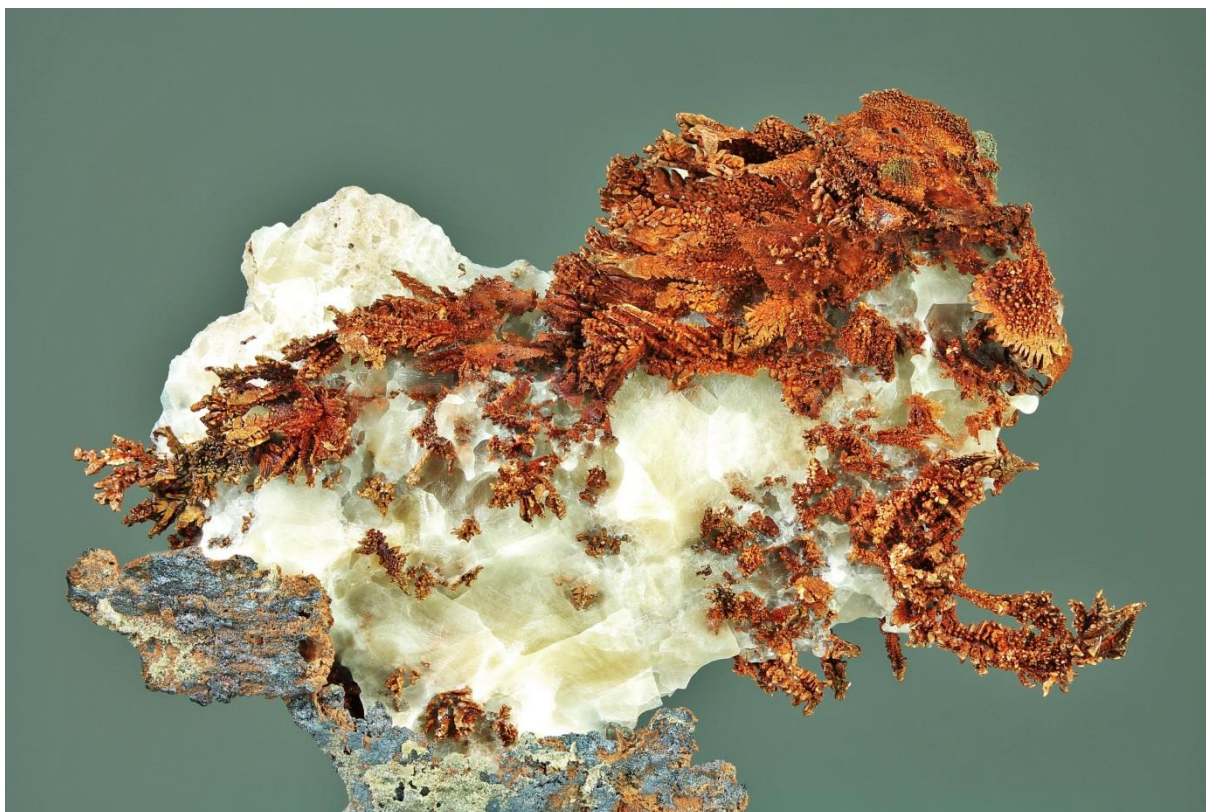
### **Mineralene i Kirkebukta kobberforekomst**

I det følgende beskrives de viktigste mineralene observert i selve kalsittgangene, og ikke i basalten. Kloritt, albitt, kvarts og mindre mengde epidot dannet ved lavtemperatur metamorfose av basalten kan sees i kontakten mellom kalsitten og basalten og nær kontakten, innesluttet i kalsitt.

#### ***Gedigent kobber, Cu***

Forekommer som dendrittiske, treliknende eller plateformede aggregater av parallellvokste krySTALLer innesluttet i kalsitt. Forsiktig utsyring, helst med fortynnet eddiksyre, gjerne med påsmurt vaselin på de partier en ikke ønsker å syre ut, vil få kobberaggregatene frem fra kalsitten. De treliknende aggregatene opptrer som enkelte, små "juletrær" (Andersen 1993) i størrelse fra 0,5 cm til 1 cm lange, eller i større ansamlinger opptil til 3 x 8 cm. De treaktige aggregatene er komplekse tvillingdannelser. Morfologisk kan de prøvene som er studert beskrives som en kompleks serie med parallellvokste krySTALLer som er fortvillinget etter oktaederplanet (111) (spinel-lov tvillinger). Vekstlinjene ligger i dette planet og skjer langs de 3 diagonale linjene i oktaederet i tvillingplanet. KrySTALLene, som ofte er forlenget i vekstretningen, er stablet på hverandre langs en av de diagonale aksene. Tydeligst sees denne stablingen langs "stammen". Grenveksten skjer langs de to resterende diagonalene og gjør at en får grener som da står i 60° ut fra stammen, og dermed et treliknende utseende. Denne vekstformen korresponderer i hovedtrekk med type II i Dana's (1886) klassiske studie av morfologien til kobberkrySTALLer. KrySTALLene langs "grenene" er ofte langstrakte, og "grenene" ender ofte med langstrakte, deformerte krySTALLer med en spydformet avslutning. I et og samme treliknende tvillingaggregat kan grenspissene også ha ulike habitus, fra spydspiss til mer plateformet. En vanlig, gjenkjennbar form er oktaederet {111}, og små, enkeltstående, oktaedriske krySTALLer opptrer hyppig.

Kobberet forekommer også i renere plateformede aggregater i sprekkefyllinger. KrySTALLveksten er her ikke så tydelig som i de treliknende aggregatene, og har en mer knudret overflate. Slike plater er observert med en størrelse på opptil 10 x 10 cm (Andersen 1993). Det er tydelig, ut fra forekomstmåten at kobberet i skjerpet har fått utkrySTALLisere seg i åpent rom før dannelsen av kalsitten.



**Fig. 1.** Trelignende aggregat av gedigent kobber delvis utsyret fra kalsitt. Nederst sees et blålig sort kobbersulfid i chalcosittgruppen. Størrelse: 6 x 5 cm. Foto og samling: Trond Owe Bergstrøm.

### **Chalcosittgruppen**

Kierulf (1879) omtaler *kobberglands* fra forekomsten. Det samme gjør Brøgger i sin feltdagbok. Ihlen & Vokes (1978) nevner opptreden av chalcositt uten nærmere beskrivelse, sammen med kobber og prehnitt i sprekker ved kobberforekomsten på Løvøya. Prøver i NHM sine samlinger er merket kobberglands eller chalcositt, men det er så vidt jeg har klart å bringe på det rene, ikke foretatt noen analyser av dette materialet i nyere tid. Andersen (1993) omtaler kobbersulfidet som covellin (kun visuelt bestemt), og beskriver det som "blålige, metalliske millimeter-store masser". Larsen & Larsen (2005) setter imidlertid et spørsmålstegn ved identiteten av covellin, men foretar ingen nærmere undersøkelser. Prøver med plateformede, (pseudo)heksagonal habitus fra denne og andre forekomster i B<sub>1</sub>-basaltene er blant samlere ofte blitt kalt covellin. Det er derfor av interesse å få fastslått identiteten til Cu-sulfidene som opptrer i skjerpet.

Det som Kierulf betegner som *kobberglands* utgjør i dag flere mineraler og blandingsrekker i chalcosittgruppen. Chalcocitt  $\text{Cu}_2\text{S}$ , djurleitt  $\text{Cu}_{31}\text{S}_{16}$ , digenitt  $\text{Cu}_9\text{S}_5$  og anilitt  $\text{Cu}_7\text{S}_4$  er de vanligste. Sammen med disse hører covellin til en serie med kobbersulfider med kjemisk sammensetning som varierer fra covellin,  $\text{CuS}$  til mer Cu-rik, chalcositt,  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Sammenvoksninger mellom de ulike mineralene er også vanlig. Flere er også svært like av utseende slik at en ikke kan sikkert skjelne mellom disse uten ved hjelp av XRD og mikrosonde. De ulike fasene i det binære Cu-S systemet, mellomfasene og forholdet mellom dem er også svært komplekse (se f.eks. Morimoto & Koto 1970). Det er vist at djurleitt (monoklin), som er stabil ved romtemperatur, går over til såkalt høy temperatur

chalcositt (heksagonal) ved temperatur over 93 °C. Fasen lav-temperatur chalcositt (monoklin) gjør det samme ved 103,5 °C. Digenitt er stabil i romtemperatur bare hvis det inneholder små mengder med Fe. Det er også kjent at anilitt går over til digenitt ved knusing (Pósfai & Buseck 1994). Dette er derfor en utfordring ved analyseteknikker som PXRD.

Et eller muligens flere blå-sorter kobbersulfider i chalcosittgruppen opptrer som uregelmessige masser, som tilnærmet plateformede masser eller i plateaktige aggregater med tydelige, (pseudo)heksagonale, plateformede krystaller sammen med gedigent kobber og sekundære kobberminerale i kalsitten:

**A.** Uregelmessige masser av et blåsort, submetallisk sprøtt mineral med muslig brudd, utydelig eller ingen tydelig spaltbarhet. Prøvene har en tynn skorpe av et blek grønt sekundærmineral. Tynne årer av cupritt kan også observeres. Dette materialet ble analysert ved PXRD og identifisert av A. O. Larsen som djurleitt (Fig. 2). Disse er ikke syret ut av kalsitt, men meislet ut av en kalsittgang som delvis var under vann.



**Fig. 2.** En uregelmessig masse av djurleitt med et blek grønt sekundærbelegg som består av en blanding av atacamitt og paratacamitt. Mindre mengder kobber og små, røde flekker av cupritt kan også sees på prøven. Størrelse: 28 x 12 mm. Samling (MM-4924) og foto: KEL

Djurleitt ble først beskrevet av Roseboom (1962), og navngitt etter den svenske kjemiker Seved Djurle (1928-2000) som hadde syntetisert mineralet noen år tidligere. Mineralet ble påvist ved PXRD-undersøkelser av antatte chalcositt prøver fra 7 ulike forekomster. Mange prøver i samlinger merket "chalcositt" er antageligvis djurleitt, også norske (Evans 1979, Neumann 1985). Årsaken er at det er vanskelig å skjelne mellom chalcositt og djurleitt, de har bl.a. like optiske og i praksis like fysiske

egenskaper. De kan også være sammenvokst eller forekomme i blandinger. Mineralene kan kun skjelnes sikkert ved hjelp av XRD.

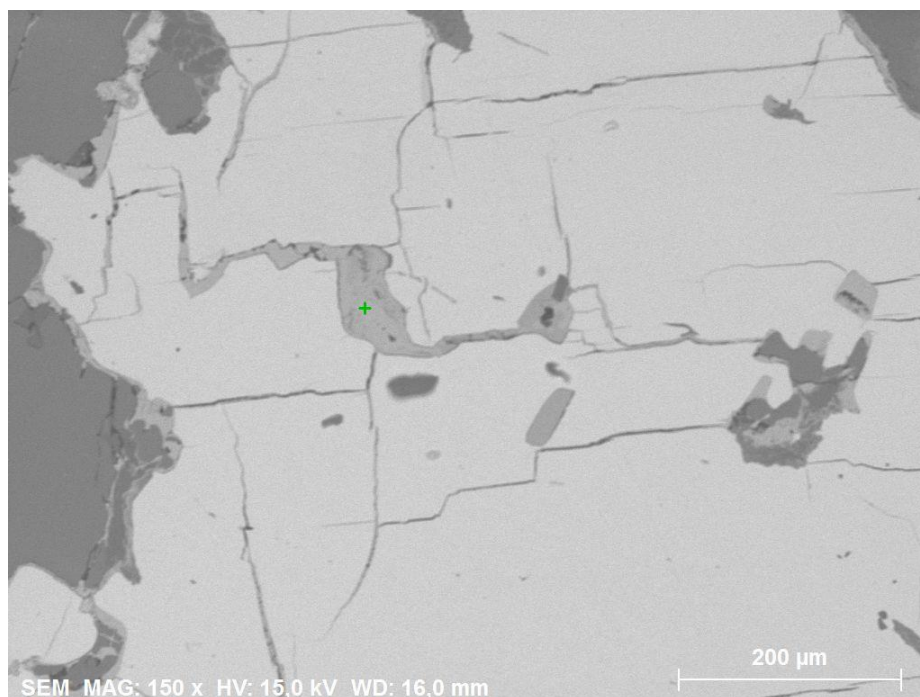
Det ble derfor gjort et forsøk på å fastslå om prøver fra Kirkebukta merket "chalcositt" i Naturhistorisk museum sin samling også kunne være djurleitt:

**B.** En prøve i samlingene til NHM, KNR 4198, merket "Chalcocite, Kirkebugten, Løvøya". Prøven viste tykke, cm-store, plateformede masser av et blåsort, submetallisk mineral i kalsitt. Mineralet viste en tydelig spalting, og mineralet hadde delvis en sotete overflate. Et korn fra en frisk bruddflate ble plukket ut, knust i morter og forsøkt kjørt på PXRD, men de data som ble oppnådd var ikke gode nok til å kunne brukes. Det kan skyldes spaltbarheten på mineralet, måten prøven ble pulverisert på, eller også at mineralet har endret seg under selve knusingen. Det var altså ikke mulig å fastslå om det i denne prøven var chalcositt, djurleitt eller andre Cu-sulfider.

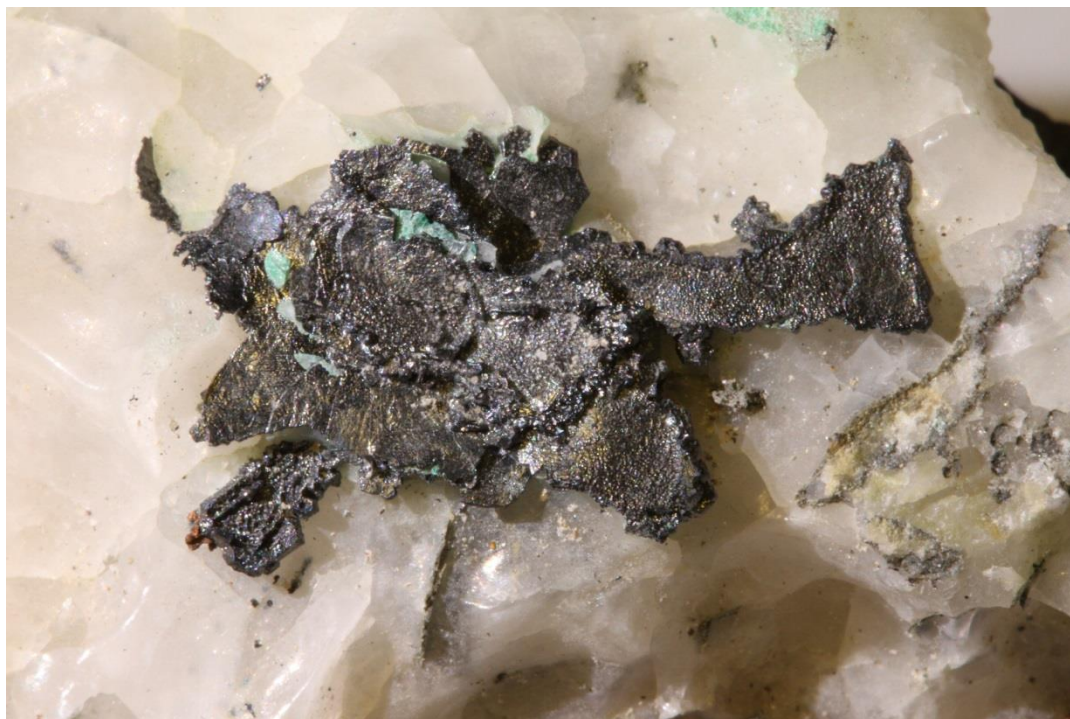


**Fig. 3.** *Prøve merket kobberglans, Kirkebukta, Løvøya. Ca. 8 x 5,5 cm. Samling: Naturhistorisk museum, KNR 585. Prøven viser typiske irregulære, blåsorte masser i kalsitt. En del av høyre side er saget av for polerslip, biter av denne er støpt i epoksy og befinner seg sammen med prøven. Foto: KEL.*

**C.** En prøve i samlingene til NHM, KNR 585, merket i kartoteket med "Kobberglans, Kirkebukten, Løvøya" (Fig 3). "Kobberglansen" opptrådte som godt synlige, opptil ca. 6 mm store, irregulære masser av et blåsort mineral spredt i kalsitt. Dette passer til den beskrivelsen Andersen (1993) gir av covellin. Rundt noen av massene kunne en visuelt observere et blekt grønnlig til svakt blågrønt sekundærmineral. Sammen med prøven var det også et polerslipppreparat av denne. Det er ikke registrert i kartoteket eller på prøven når denne prepareringen var blitt utført eller av hvem. Partier av prøvene som lå inne i epoksyen viste også tegn til å ha reagert med denne, en brun jordliknende substans kunne sees (mulig reaksjon med S i epoksyen?). Den polerte overflaten til mineralet visste en høy glans, noe som litteraturen angir som vanlig for bl.a. chalcositt. En SEM/EDS-analyse av mineralet indikerte et typisk kobbersulfid med tilnærmet forhold 2:1 av Cu:S. Dette peker mot chalcositt eller djurleitt, men er ikke konkluderende. Et SEM bilde av polerslipet prøven (Fig 4) viser tydelige sprekker grunnet mineralets spalting. En SEM/EDS-analyse av de ulike sprekkefylningene ga som resultat et kobberoksyd (cupritt ?) og et kobber-klorid-(hydr)oksid.



**Fig. 4.** SEM-foto av et polerslip fra prøven avbildet i fig 3. KNR 585, Naturhistorisk museum. Lys grå er et kobbersulfid. Mørkt grått mineral på venstre side er kalsitt. Et Cu-Cl-(hydr)oksid opptrer i randsonen mellom kalsitt og kobber-sulfidet (grå), samt i sprekke-fyllingene (grønt kryss). Et kobberoksid ble også påvist i sprekkefyllingen i sentrum av bildet. Det mørkere, rektangulære feltet i sprekkefyllingen i sentrum er et Na-Al silikat, mest sannsynlig albitt. Foto: Henrik Friis.



**Fig. 5.** Plateformet aggregat av et uidentifisert Cu-sulfid, delvis utsyret fra kalsitt. Krystallflater og tydelige heksagonale omriss av krystaller sees i kantene av aggregatet. Størrelsen på aggregatet: 19 x 12 mm. Samling Stig Larsen. Foto: KEL

**D.** Som vist i fig. 5 ovenfor opptrer det også i skjerpet noen blåsorte, tynne, plateformede aggregater som viser plateformede, (pseudo)heksagonale krystaller, særlig i kantene av aggregatet. Platene viser et mulig brudd på sidene. Det er i denne omgangen ikke gjort analyse av dette materialet da prøvene befinner seg i en privat samling, og ikke var tilgjengelige for undersøkelse når dette skrives.

Chalcositt, djurleitt og covellin opptrer i slike, flate, (pseudo)heksagonale krystaller. Det er i litteraturen blitt beskrevet chalcositt med denne morfologien. Evans (1979) peker imidlertid på at nettopp morfologien kan være en pekepinn for å skjelne mellom chalcositt og djurleitt.

Ut fra hans erfaring med analyserte prøver fra Bristol, Connecticut og Redruth, Cornwall har han observert at krystaller med langstrakt, prismatisk habitus er chalcositt (lav-chalcositt), mens flate, sekskantete krystaller, avgrenset av prisme er djurleitt. Det er dog ikke gjort noe sammenlignende studie over morfologien fra flere lokaliteter slik at en kan bruke dette som et sikkert grunnlag for skjelning mellom disse.

*Konklusjon:* Djurleitt er påvist i prøver fra skjerpet. Det er derimot fortsatt usikkert om chalcositt og andre kobbersulfider også opptrer. Covellin er indigoblå i fargen og bløtere enn de fleste andre kobbersulfider. Den synes også svært uvanlig i denne type forekomster. Det virker derfor mindre sannsynlig at covellin opptrer her. Funn av Cu-oksyd og Cu-Cl-(hydr)oksyd som omvandlingsprodukt av kobbersulfidet korresponderer med andre observasjoner og analyser av prøver fra denne forekomsten:

### **Cupritt, $\text{Cu}_2\text{O}$**

Opptil 0,3 mm store, skarpe, oktaedriske krystaller, dominert av {111}, opptrer enkeltvis eller oftest i klynger i årer i kobbersulfid, og på gedigent kobber. Separate krystaller som sitter i kalsitt er også observert. Identiteten er bekreftet ved PXRD (A. O. Larsen). En rødlig patina på noen usyrede kobberprøver antas også å bestå av cupritt.

### **Atacamitt, $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ / Paratacamitt $\text{Cu}_3(\text{Cu,Zn})(\text{OH})_6\text{Cl}_2$**

En tynn, blek grønn til myntegrønn skorpe som opptrer som sekundærprodukt på djurleitt (se Fig. 2) er blitt analysert ved PXRD og identifisert av A. O. Larsen som bestående av en blanding av atacamitt og paratacamitt. Mineralene antas å ha blitt dannet ved kontakt mellom de primære kobbermineralene og sjøvann. En liknende dannelselse er kjent bl.a. fra Botallack Mine i Cornwall, som også befinner seg rett ved havet. Her har sjøvann har trengt inn og reagert med kobbersulfider og dannet bl.a. atacamitt og paratacamitt (Tindle 2008). Atacamitt ble først beskrevet fra tørre ørkenstrøk i Atacama regionen i Chile. Det er tidligere kun kjent i Norge fra tørre innlandsstrøk: fra Lom (Neumann 2015) og Olevatn, Valdres (PXRD, pers. med. Sigurd Stordal).

Mørkegrønne, kortprismatiske krystaller ( $> 0.1\text{mm}$ ) opptrer sammen med cupritt og malakitt (?) på et par prøver i Stig Larsen sin samling. De er ikke undersøkt nærmere, men de viser en morfologi som kan peke mot et mineral i atacamittgruppen.

En sekundærdannelse med tilnærmet lik farge og utseende er også blitt observert på noen eldre kobberprøver som er utsyret med HCl. Det synes som dette er dannet etter at prøvene er innsamlet og som følge av syrebadet.

### ***Tenoritt?* CuO**

En tynn, sort film er også observert på kobbersulfid og gedigent kobber på innsamlede prøver. Det antas at dette er tenoritt og at det er dannet etter innsamling.

### ***Malakitt?* Cu<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)(OH)<sub>2</sub>**

Malakitt antas å opptre i skjerpet (Andersen 1993) men er foreløpig ikke sikkert påvist på prøver herfra. Irrgrønne striper på kalsitt, en indikator på tilstedeværelsen av kobber i denne, har vært omtalt av samlere som malakitt. Malakitt er også kjent fra andre forekomster i B<sub>1</sub>-basaltene (Larsen & Larsen 2005). På en mikrostuff med cupritt og de ukjente, mørkegrønne krystallene nevnt ovenfor, opptrer også noen bittesmå kuler med frisk, løvgrønn farge som morfologisk kan ligne malakitt. I tverrsnitt består kulene av tynne nåler. Prøven er foreløpig ikke nærmere undersøkt.

## **Diskusjon**

Kobber forekommer som gedigent kobber og kobbersulfider i kalsittfylte sprekker og blærerom i B<sub>1</sub>-basaltene ved Løvøya. Den utviklede krystallveksten av gedigent kobber viser at det har blitt avsatt i hulrom før det ble innesluttet i kalsitt. På basalten, i kontakt mot kalsittgangen er kvarts, kloritt og albitt observert, dannet som resultat av lavtemperatur metamorfose av mineralene i basalten. En generell observasjon av kobberforekomstene i B<sub>1</sub>-basaltene på Vestfold lavaplatå er at kobberet vanligvis forekommer i sentrum av blærerommene innesluttet i kalsitt sammen med lavtemperaturdannede (<150 °C) mineraler som kloritt, kvarts, laumontitt, prehnitt, mm. Kobberet synes å ha blitt avsatt i forkant eller samtidig med disse. Dette peker på at dannelsen av kobberet og kobbersulfidene er et resultat av lavtemperatur, hydrotermal, sen aktivitet som antagelig har funnet sted mot slutten av den tektoniske aktiviteten i området i perm. Kobberet er blitt utfelt fra sirkulerende hydrotermale løsninger som har gått langs sprekker og gjennom porøse spalter i basaltene. Som en fase to før kalsitten som siste fase har fylt hulrommene, har cupritt blitt dannet. Etter siste istid har sjøvann reagert med kobbersulfidene og mineralene atacamitt og paratacamitt er blitt dannet.

## **Takk**

En stor takk til Henrik Friis ved Naturhistorisk Museum for velvillig tilgang til å granske museets prøver og for analysearbeid, Alf Olav Larsen for analysearbeid og til Stig Larsen og Trond O. Bergstrøm og andre som i årenes løp har latt meg granske prøver fra deres samlinger og bidratt med opplysninger.

## Litteratur

- Alsvik, H. (1982): Dram, Christopher Christopherssøn von. I *Norsk kunstnerleksikon: Bildende kunstnere, arkitekter, kunsthåndverkere. B. 1: A-G*. Oslo: Universitetsforlaget 1982, s. 496.
- Andersen, F. (1993): Tur-tips. Løvøya ved Horten. *Stein* **20**, 240-241.
- Brøgger, W.C. (1931): Die Eruptivgesteine des Oslogbietes. V. Der Grosse Hurumvulkan. *Skrifter utgitt av Det Norske Videnskapsakademi i Oslo, I. Mat.-Naturv. Klasse 1930*, nr 6.
- Evans, H.T. (1979): The crystal structures of low chalcocite and djurleite. *Zeitschrift für Kristallographie* **150**, 299-320.
- Fortegnelse paa Hans Höigrevelige Excellences S.T. Herr Geheimsraad og Stats-Minister Otto Greve af Thott efterladte store Samling af kunstsager etc. N. Möller og Søn, Kiöbenhavn 1788. 219s.
- Hurum, J.H., Selbekk, R.S., Nakrem, H.A., Friis, H. & Hammer, Ø. (2015): *Fossiler og mineraler. Høydepunkter fra samlingene ved Naturhistorisk museum*. Kunstbokforlaget DGB, 2015. 168s.
- Ihlen, P.M. & Vokes, F.M. (1978): Metallogeny. *Norges Geologiske undersøkelse* **337**, 75-90.
- Kierulf, T. (1879): Udsigt over det sydlige Norges geologi. Fabritius, Christiania 1879, 262s.
- Larsen, K.E. & Larsen, S. (2005): Mineralforekomster på Vestfold lavaplatå. Del 2: I B<sub>1</sub>-nivåets basalter. *Norsk Bergverksmuseum Skrift* **30**, 41-57.
- Neumann, E.-R., Dunworth, E.A., Sundvoll, B.A. & Tollefsrud, J. I. (2002): B1 basaltic lavas in Vestfold-Jeløya area, central Oslo rift: derivation from initial melts formed by progressive partial melting of an enriched mantle source. *Lithos* **61**, 21-53.
- Neumann, H. (1985): Norges Mineraler. *Norges Geologiske Undersøkelse Skrifter* **68**, 278 pp.
- Morimoto, N. & Koto K. (1970): Phase relations of the CU-S system at low temperatures: Stability of anilite. *American Mineralogist* **55**, 106-177.
- Oftedahl, C. & Petersen, J.S. (1978): Excursion 6. Southern part of the Oslo Rift. *Norges Geologiske Undersøkelse* **337**, 163-182.
- Oftedal, I. (1948): Oversikt over Norges mineraler. *Norges Geologiske Undersøkelse* **170**, 48s.p.
- Olsen, T.B. (1982): Kobberstenen fra Moss, *NAGS-nytt* **9** (4), 28-29.
- Pinto, V.M., Hartmann, L.A and Wildner, W. (2010): Epigenetic hydrothermal origin of native copper and supergene enrichment in the Vista Alegre district, Paraná basaltic province, southernmost Brazil. *International Geology Review* **53**, 1163-1179

- Pósfai M., Buseck P.R. (1994): Djurleite, digenite, and chalcocite: Intergrowths and transformations. *American Mineralogist* 79, 308-315.
- Ramberg, I.B. & Larsen, B. T. (1978): Tectonomagmatic Evolution. *Norges Geologiske Undersøkelse* 337, 55-73.
- Roseboom, E.H. (1962): Djurleite  $\text{Cu}_{1.96}\text{S}$ , a new mineral. *American Mineralogist* 47, 1181-1184.
- Tindle, A.G. (2008): Minerals of Britain and Ireland. Harpenden, Terra Publishing 2008. 616s.
- Øverli, P. E. (1985): En stratigrafisk og petrologisk undersøkelse av Horten-basalten, B1-nivået, det sørlige Oslofeltet. *Hovedoppgave i geologi, Universitetet i Oslo*. 108 s