

Alf Olav Larsen og Torfinn Kjærnet (red.)

Norsk mineralsymposium 2019



Norsk mineralsymposium

2019

Redigert av

Alf Olav Larsen og Torfinn Kjærnet

Stathelle 2019

Norsk mineralsymposium 2019

Redaksjon: Alf Olav Larsen og Torfinn Kjærnet

ISBN: ISBN 978-82-690027-4-4

Trykk: Atles trykkeri AS, Håndverksvegen 8, 3917 Porsgrunn

Bestilling: Torfinn Kjærnet, Krabberødstrand terrasse 11, 3960 Stathelle (torfinn2@online.no)

Pris: kr. 150 + porto

Forsidebilde:

Uralitt (amfibolpseudomorfose etter diopsid) fra Skjerpemyr, Grua, Lunner, Oppland.
Syret ut av kalsitt. Stoffen er 7 cm bred. Samling og foto: Torfinn Kjærnet.

Forord

Det er med glede vi kan presentere årets publikasjon fra Norsk mineralsymposium, som ble avholdt i Langesund den 1. – 2. juni 2019. Mange forfattere har bidratt med interessante artikler. Det er vår intensjon at denne publikasjonen skal være en aktuell kilde for nyheter om norsk mineralogi.

Vi takker alle bidragsyttere og deltagere for at symposiet blir et vellykket arrangement, og håper at det kan videreføres også i fremtiden. Imidlertid vil det være naturlig etter hvert å justere både form og innhold.

Symposiet i år ble arrangert av Peter Andresen, Svein Arne Berge, Henrik Friis, Torfinn Kjærnet, Alf Olav Larsen, Knut Edvard Larsen og Øivind Thoresen.

Innholdsfortegnelse

<i>Jörgen Langhof</i> Mineralsamlandet i Sverige – en historisk oversikt	5
<i>Leif Roger Størseth</i> Thulittbergarten i Mjønestunnelen, Snillfjord, Trøndelag	16
<i>Tomas Husdal</i> Nyfunn av mineraler fra Tysfjord-pegmatittene, Nordland	31
<i>Tomas Husdal, Fabrice Dal Bo, Henrik Friis, Svein-Arne Berge, Ole-Torstein Ljøstad and Peter Andresen</i> New mineral discoveries from the Larvik Plutonic Complex, southern Norway	47
<i>Harald Oskar Folvik</i> Mineralene fra Skjerpemyr på Grua, Lunner, Oppland	52
<i>Atle Michalsen</i> Mineralene fra Minge blygruve, Sarpsborg, Østfold	71
<i>Vegard Evja</i> Mineraler fra Fikkjebakke industriområde, Sannidal, Kragerø, Telemark	82
<i>Alf Olav Larsen og Arne Åsheim</i> Oberstløytnantskjerpet ved Fjellgardane i Fyresdal, Telemark	86
<i>Alf Olav Larsen, Jörgen Langhof og Andreas Karlsson</i> Fantehullet på Oterøy – lokaliteten for Tellef Dahlls angivelige nye grunnstoff norvegium	93
<i>Knut Edvard Larsen, Massimo Boiocchi, Frank C. Hawthorne and Roberta Oberti</i> F-rich richterite from the Hydro quarry, Fen complex, Southern Norway: crystallographic data and crystal-chemistry	102
<i>Kåre Kullerud, Uwe Altenberger, Tom Andersen, Henrik Friis, Christina Günter and Enrico Ribacki</i> The anthophyllite that wasn't anthophyllite – from the anthophyllite type locality at the Kjennerudvann lake, Kongsberg, Norway	110
<i>Roy Kristiansen and Hans Christian Olsen</i> Pollucite - an old, new mineral to Norway	116
<i>Roy Kristiansen</i> Lithium mineralization in Norway: a review	119
<i>Gunnar Raade</i> Min publikasjonsliste og litt til	132
<i>Knut Edvard Larsen</i> Noen funn av mineraler i Norge 2018-2019	141
<i>Alf Olav Larsen, Knut Edvard Larsen og Roy Kristiansen</i> Mineralogia Norvegica 2018-2019	150

Mineralsamlandet i Sverige – en historisk översikt

Jörgen Langhof

Enheten för Geovetenskaper, Naturhistoriska Riksmuseet, Box 50 007, S-104 05 Stockholm, Sverige
(jorgen.langhof@nrm.se)

Introduktion

”Den som samlar skriver historia” var temat och titeln för katalogen och den stora utställningen i München 1988 i samband med att mineralmässan (München Mineralientage) firade 25-årsjubileum. (Bild 1). Detta stämmer självklart in på mycket av allt samlande som existerar runt om i världen – allt ifrån frimärken, äggkoppar, veteranbilar, böcker och mineral. Samlandet har naturligtvis förändrats över tid men mineralsamlandet tillhör en kategori som pågått i minst fem hundra år. Den nära kopplingen till vetenskapen mineralogi bidrar även till att samlandet kan inkorporeras i den akademiska vetenskapshistorien och därmed bidra till förståelsen av denna vetenskaps framväxt och utveckling.

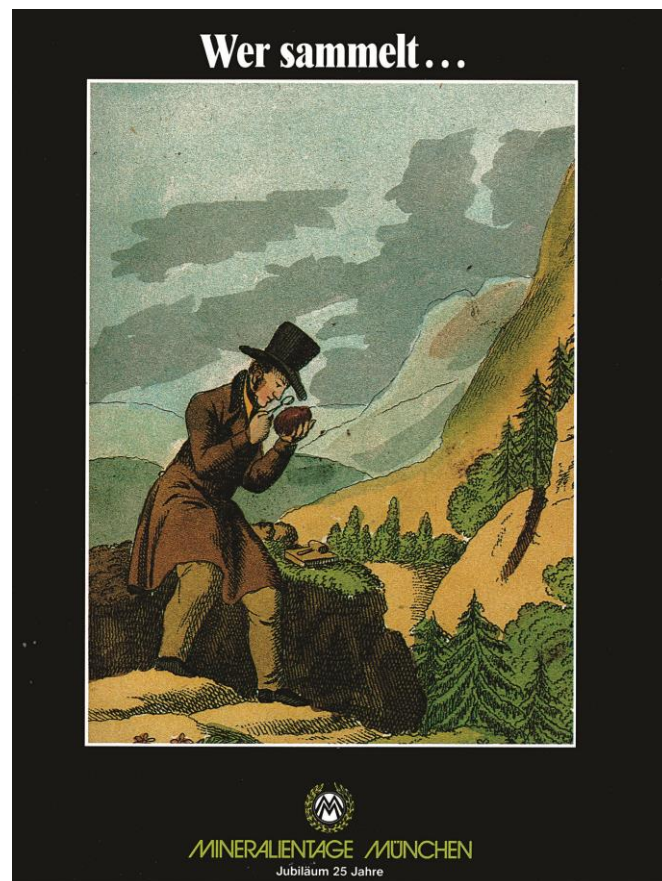


Bild 1. "Wer sammelt macht Geschichte". Framsidan på katalogen till specialutställningen i München i samband med mässans (Mineralientage München) 25-årsjubileum 1988.

Tidigare internationella arbeten

1994 publicerade redaktören för tidskriften *The Mineralogical Record*, Wendell Wilson, en global översikt av mineralsamlandets utveckling 1530 – 1799 (Wilson 1994). Ett sannerligen imponerande arbete som fortfarande utgör den tjockaste utgåvan av något häfte i denna tidskrifts historia. Författaren hade då ända sedan mitten av 1970-talet börjat samla material för en handbok i mineralsamlande med en historisk inledning. Detta ledde så småningom fram till en så stor mängd data som han samlat under årens lopp, förstås med hjälp av en stor mängd internationella kontakter världen över, att tanken på en separat publikation tog form. ”Häftet” på drygt 250 sidor är uppdelat i fyra delar; Ett – De tidiga föregångarna inom samlandet av naturalier, inklusive mineralstuffer. Två – Utvecklingen i tongivande länder runt om i världen. Tre – En census över kända mineralsamlare i världen, aktiva 1530 – 1799. Fyra – En bibliografi över kända tryckta samlingskataloger, där katalogerna förtecknar huvudsakligen mineralprov eller samlingar där delar består av mineralprov. Wilsons arbete avslutas med en omfattande litteratursammanställning över använda tryckta referenser och är en i sin helhet enorm prestation och mycket användbar ingång och översikt i ämnet.

I Österrike hade även en intressant skrift rörande en mindre institutionssamling vid universitetet för Bodenkultur getts ut året innan (Fitz 1993). Samlingen avspeglar förvärven under en längre tidsperiod utifrån framförallt bevarade etiketter. Här figurerar en mängd europeiska mineralhandlare från 1850 till ca 1930, vilka alla varit en mycket viktig länk mellan fyndplats/upphittare och institution/museum/forskare.

I Storbritannien hade Mick Cooper under en lång tid samlat data över brittiska mineralhandlare som agerat mellanhänder i den mycket gamla tradition att köpa och sälja mineral till hugade spekulanter. Detta detaljrika arbete visar på hur mycket information som kan grävas fram med tålmod och långtgående internationella kontakter till museer, arkiv, samlingar och privatpersoner. Arbetet publicerades slutligen av *Mineralogical Record, Inc.* efter John Sampson Whites enträgna arbete att få ihop tillräcklig ekonomiskt stöd för tryckningen av detta unika arbete (Cooper 2006).

Detta är några av de viktigare arbeten som publicerats i ämnet under de senaste 25-30 åren. Det finns ytterligare en rad mer eller mindre omfattande artiklar och skrifter om enskilda samlingar och samlares historia. I framförallt *Mineralogical Record* har det publicerats en rad artiklar under årens lopp med denna inriktning.

I början av 1988 sjuöptes ett mycket trevligt och lovvärt projekt av mineralhandlaren Lawrence Conklin (1933-2016) och mineralsamlaren och förläggaren Jay Lininger (1939-2004), då en ny tidskrift såg dagens ljus, *Matrix – a journal of the history of minerals*. Den nya tidskriften tillägnades helt ett historiskt perspektiv på mineralstuffer, mineralsamlare och deras samlingar, samt de till unika mineralupptäckter kopplade fyndorterna. Från 1994 och framåt drevs tidningen ensamt av Jay Lininger och från att ha varit ett tunnare häfte som utkom varannan månad blev det då ett tjockare häfte, delvis i färg och med färgomslag som utkom med två häften per år. I och med Jays plötsliga frånfälle 2004 upphörde dessvärre utgivningen och tidningen gick i graven. Totalt utkom 48 häften på ca 1200 sidor.

Svenska arbeten

I Sverige har enstaka arbeten med mineralhistorisk anknytning publicerats sedan tidigare. Framförallt är det sammanställningar och kataloger över äldre samlingar, flera gjorda för dödsbon i samband med

försäljning. Den mest omfattande och kanske mest intressanta gjordes över Nils Adam Bielkes (1724-1792) mineralsamling i början av 1890-talet, då Björn Kjellberg på uppdrag av Carl Sahlin vid Stora Kopparbergs AB förtecknade hela hans samling (Kjellberg 1895) (Bild 2). Samlingen som länge förvarats i Falun, är numera uppställd i Ädelfors och tillhör formellt Vetlanda kommun och deras museum.



Bild 2. Omslaget till katalogen över Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolags mineralsamling, sammanställd 1894 av Björn Kjellberg under överinseende av Carl Sahlin. Katalogen upptar till stora delar Nils Adam Bielkes samling från andra halvan av 1700-talet.

Ett centralt och viktigt vetenskapshistoriskt arbete som tar ett större grepp om äldre naturaliehistoriska samlingar i Sverige under 1700-talet, är Yngve Löwegrens doktorsavhandling från 1952. Den behandlar huvudsakligen zoologins utveckling i Sverige med utgångspunkt i de samlingar och samlare som då fanns i Sverige, både i form av bevarade objekt, men huvudsakligen utifrån litteratur och tillgängliga arkivuppgifter (kataloger, brev, manuskript mm). I dessa naturaliekabinett ingår inte så sällan delar med mineral och fossil och arbetet avslutas med en lista på ca 150 namngivna samlare och vad de huvudsakligen samlat på. I denna finns minst 37 stycken personer som har haft mineralprov/prover i sina samlingar.

I samband med den stora och omfattande gymnasireformen i Sverige 1966, då de statliga gymnasierna (läroverken) kommunaliserades, övertog vederbörande kommuner alla tillhörigheter, liksom donationer som tillhört läroverken. Nya läroplaner för många ämnen bl a biologi, medförde att många gymnasier blev tvungna att utveckla sina naturhistoriska museer och större samlingar. På uppdrag av Naturhistoriska Riksmuseet (NRM) fick då Yngve Löwegren uppgiften att besöka och inventera de befintliga läroverken för att sammanställa vad som funnits och fanns kvar av naturhistoriska föremål och även sammanställa historiker över dessa samlingar. Resultatet

publicerades sedermera och utgör än idag den enda och mycket viktiga källan för naturhistoriska samlingar vid de svenska tidigare läroverken, numera gymnasieskolorna (Löwegren 1974).

En svensk pionjär

I den historiska utforskningen av äldre mineralsamlingar och deras bakgrund spelar en svensk forskare något av en internationell pionjärroll. Nils Zenzén (1883-1959) som utbildade sig inom kemi och mineralogi-geologi vid Uppsala universitet, ingick i den grupp av unga geologer som skulle detaljkartera Kirunatraktens berggrund i norra i Sverige 1905-1910, på uppdrag av Hjalmar Lundbohm (geolog och LKAB förste platschef) i samband med den internationella geologkongressen i Stockholm 1910. Efter en fil.lic.-examen 1914 anställdes han vid NRM som amanuens, sedermera museiassistent, fram till sin pension 1950 (Bild 3).



Bild 3. *Museiassistent Nils Zenzén (1883-1959) vid petrografiskt mikroskop på Naturhistoriska Riksmuseet, 1930-talet. Foto okänd. NRMs arkiv.*

Förutom det dagliga arbetet med samlingarna, utställningar och övrigt museiarbete, kom Zenzén att intressera sig för äldre mineralsamlingar i Sverige. Upprinnelsen var det uppdrag som hans förste chef Hjalmar Sjögren (1856-1922) gav honom strax efter inflyttningen i museets nya lokaler ute i Frescati 1916. Det var att utsortera allt material som en gång ingått i den stora samlingen som 1857 hade mottagits av Sjögrens företrädare Adolf Nordenskiöld (1832-1901) 1857, från det då nerlagda statliga

ämbetsverket Bergskollegium. Härvid tändes hans lust och intresse för att dechiffrera äldre handstilar och skrivstilar i kataloger, brev och framförallt på etiketter. Han blev en mästare i att känna igen handstilar och kunde senare i livet lätt känna igen närmare hundralet olika, inom bergsbruket och mineralogin aktiva 17- och 1800-talspersoners skrivstilar. Hans uppsatser om Bergskollegiums (Zenzén 1920), den Bielkeska (Zenzén 1922) och den Cederbaumska (Zenzén 1930) mineralsamlingens bakgrund och innehåll är alla sprängfyllda med information, som Zenzén genom djupgående arkiv- och litteraturstudier kunde spåra upp. Han blev med åren också en flitig biografisk skribent med artiklar rörande allt från 1700-talsmineraloger till nära samtida kollegor inom gebietet. För sina insatser inom speciellt den svenska mineralogins historia utnämndes Nils Zenzén 1954 till hedersdoktor vid Uppsala universitet (Åhman 1961).

Mineralsamlandets ursprung

Ursprunget kan spåras till södra och centrala Europa under 1500-talet då främst rika handelsfamiljer och furstar, kunde avsätta tid och pengar på att samla på sig exotiska föremål från fjärran länder. Detta gav upphov till de första privata naturaliesamlingarna, som sedermera lade grunden till de första publika museerna också. Till Skandinavien spred sig denna sysselsättning under 1600-talet hos rika familjer och enstaka forskare inom universitetsvärlden. Många objekt och samlingar var rena skrytobjekten och ägarna drog sig inte för att kosta på sina samlingar fullödiga beskrivningar som tryckets som praktfulla bokverk med ibland hundratals planscher. Detta gällde även i sällsynta fall samlingar med nästan enbart mineralstuffer, men var huvudsakligen ägnat monterade växter, insekter, fiskar, snäckor (konkylier) och däggdjur. Den kanske mest omtalade 1600-talssamlingen var dansken Ole Worms (1558-1654) *Museum Wormianum*.

Äldre mineralsamlingar i Sverige

Bland de äldsta kända spårbara mineralproverna i Sverige, tillhör ett par prover den i Uppsala verksamme Johannes Schefferus' (1621-1679) *Museum Schefferianum*, som anses vara det första svenska privata naturaliekabinettet, även om det nästan uteslutande innehöll mineral- och bergartsprover. En del av denna samling kom att ingå i den i början av 1700-talet aktive storsamlaren Magnus Bromelius', adlad von Bromells (1679-1731) samlingar, av vilka delar sedermera hamnade i Uppsala universitets ägo, där en mängd mineralprov fortfarande kan spåras (Johan Kjellman muntliga uppgifter).

Under 1700-talet ökade intresset för att samla mineral bland framförallt personer kopplade till bergsbruket, ofta ägare till gruvor, hyttor och bruk. Söner till rikare brukspatroner skickades på resor runt omkring i Europa för att lära sig om bergsbruket och de senaste tekniska landvinningarna som gjorts i framförallt Centraleuropa (Tyskland, Böhmen, Österrike, Frankrike), men även i England. Under dessa resor insamlades inte bara kunskap utan även mineralstuffer, vilka många gånger blev grunden för en fortsatt uppbyggd mineralsamling hemma i Sverige. Inom den centrala statsförvaltningen i Stockholm och då huvudsakligen Bergskollegium (grundat 1637) fanns expertis vilka också privat många gånger hade egna samlarintressen. Dessa samlingar var naturligtvis utpräglade mineral-, malm- och bergartssamlingar, ibland t o m benämnde "Malmkabinett" då endast malmmineral från olika gruvprovinser samlades, medan personer i sfären runt den stora naturvetenskapsmannen i Sverige under 1700-talet, Carl von Linné (1707-1778), samlade naturalier mer generellt i form av växter, djur, fossil och mineral. Detta var oftare personer med koppling till

apoteksväsendet och blivande präster. Sett till samlandet av naturalier fanns två tydliga läger under 1700-talet; dels Linnéanerna som samlade naturalier i vid bemärkelse och dels personer med tydlig koppling till kemin och det svenska bergsbruket, där mineral, malmer och bergarter var i huvudfokus och då med tyngdpunkt på deras kemiska sammansättning. Till de senare kan t ex personer som Nils Adam Bielke (1724-1792), slutligen president i Bergskollegium, Daniel Tilas (1712-1772) mineralog, hovjunkare mm, som var den förste i Sverige som propagerade för att införa gruvgeologiska kartor och som anlade stora samlingar av mineral, mynt och medaljer, men även manuskript och kartor, samt Johan Gottlieb Gahn (1745-1818), kemist, bergsman och uppfinnare med sin bas vid Falu gruva och dess kringverksamhet, räknas.

Den sistnämnde Gahn blev länken mellan 1700-talets blåsrörsbaserade mineralanalytiska metoder och det tidiga 1800-talets nya våtkemiska analyser, framförallt företrädd av den nya stjärnan på den vetenskapliga himmeln i Sverige – Jacob Berzelius (1779-1848). Gahn blev något av Berzelius kemiska biktfader och en viktig stöttepelare i hans första mineralkemiska analyser tillsammans med Gahns vän och kollega på Skinnskatteberg, Wilhelm Hisinger (1766-1852), vilken stod för en del finansiella åtaganden under Berzelius första staplande steg i Stockholm i början av karriären. Både Gahn och Hisinger byggde båda upp lokala mindre imperier och var vetenskapliga och tekniska noder i en annars gles Bergslagsbygd i avseende på naturvetenskapligt-tekniskt intellektuellt kapital. Detta gjorde att utländska resenärer med naturvetenskapliga intressen alltid rekommenderades att ta vägen över Skinnskatteberg till Falun för att besöka dessa herrar i sin rätta hemmiljö. De hade byggt egna privata laboratorier för framförallt mineral- och malmanalyser, men även till omfattningen relativt stora mineralsamlingar. Stora delar av Hisingers privata samling finns idag bevarade på NRM, delvis i de ursprungliga skåpen. Gahns samling och faktiskt hela hans gård med laboratorium mm, blev efter hans död platsen där Falu Bergsskola startades 1819 med en annan av Berzelius lärjungar och nära vän, Nils Gabriel Sefström (1787-1845) som ansvarig ledare.

1800-talets mineralsamlande i Sverige

Första halvan av 1800-talets mineralogi och till viss del mineralsamlande i Sverige kan relativt enkelt centreras kring en person och det är ovan nämnda Jacob Berzelius. Startskottet för hans mineralkemiska intressen var Hisingers uppvaktning av den unge Berzelius med den rödgråa ”Bastnäs tungsten” som gäckat 1700-talets mineraloger och kemister. Men den unge Berzelius som med iver, nyfikenhet och lust, men samtidigt också ny kunskap i analysteknik, kastade sig över detta, lyckades lösa problemet i och med upptäckten av det nya grundämnet cerium i det då unika mineralet cerit. Under Gahns ledning kunde sedan Berzelius under ett antal somrar på 1810-talet spendera många veckor i nejden kring Falun och Falu gruva för att samla in framförallt pegmatitmineral från de numera klassiska lokalerna Finnbo, Broddbo och Kårarvet, vilka sedan undersöktes och analyserades på Gahns laboratorium inne i Falun. Med tiden kom Berzelius att bygga upp en ansenlig mineralsamling som numera finns utspridd i den systematiska mineralsamlingen på NRM. Berzelius gjorde ofta noggranna anteckningar på de bevarade originaletiketterna från vem han erhållit stoffen ifråga. Genom dessa etiketter kan Berzelius stora vetenskapliga nätverk ritas upp och även om mycket av hans korrespondens finns bevarad har hans mineralsamling bidragit med ytterligare en handfull namn som tidigare inte florerat i hans umgängeskrets. Detta är namn på personer som han möjligen bara träffat vid ett tillfälle någonstans på hans talrika resor i Sverige och utomlands (Langhof 2010 & 2012). Hans kontakter med Norge och där verksamma personer har tidigare presenterats (Langhof 2009).

En i Berzelius vänkrets aktiv mineralsamlare var Eric Thomas Swedenstierna (1765-1825). Han utbildade sig inom bergshandlingen och blev en av de viktiga förnyarna av svensk järnindustri, det som redan i England kom att kallas förindustrialiseringen i början av 1800-talet. Hans stora kärlek var dock mineralogin och mineralsamlande, men detta fanns det små möjligheter att få ekonomisk utkomst av i slutet på 1700- och början av 1800-talet. Men det blev Swedenstierna som lanserade de nya svenska mineralfynden runt omkring i det vetenskapligt lärda Europa och till viss del Amerika. Fynden som gjordes av Berzelius och hans lärjungar, samt undersöktes, analyserades och publicerades av dessa, blev förstas eftertraktade på kontinenten. Swedenstierna bytte och förmedlade stuffer till mängder av forskare, samlare och museer och kunde sedan erbjuda sina svenska samlarkollegor, Berzelius, Hisinger, Trolle-Wachtmeister m fl nya utländska mineralprov i utbyte. Han bedrev till viss del även handel på mineral och kan nog anses som den första mer omtalade mineralhandlaren i Sverige. Hans egen stora privata samling inköptes till Uppsala universitet en kort tid efter hans fränfälle och finns än idag kvar där.

Mineralsamlandet fick ett visst uppsving under slutet av 1800-talet, fram till 1870-talet och framåt. Redan innan dess hade dock ett par personer gjort sig bemärkta som mycket aktiva på området. Den ene var apotekaren Carl Wilhelm Anderberg (1827-1871) som förutom att bedriva apotekshandel i Lund och senare Stockholm, även på sidan om sålde mineral i enstaka stuffer, men även undervisningslådor för skolor. Dessutom byggde han upp en mycket stor och påkostad privat samling genom en mycket aktiv bytesverksamhet med samlare, men framförallt handlarkollegor i Europa och USA (Anton Sjögren SE, Johan Fredrik Lundberg SE, Bryce M. Wright GB, Louis Saemann FR, A. Krantz GE, B. Stürtz GE, George J. Brush US). Delar av hans samling finns bevarad på NRM, samt på Luleå Tekniska Universitet. Den andre var Lars Johan Igelström (1822-1897) som efter utbildning på Bergsskolan i Filipstad började arbeta inom den finska Bergsstyrelsen med bl a guldprospektering. Hemkommen därifrån nedslog han sina bopålar i hemtrakterna av Filipstad och började ett intensivt resande för att prospektera, inventera samt kartera mineralfyndigheter, malmuppslag och berggrunden. Tidigt hade han även umgåtts med tanken på att starta en kommersiell mineralhandel. Somrarna ägnades åt dessa resor och vintrarna tillbringade han i laboratoriet för kemiska analyser. Han publicerade sina resultat flitigt och fick en mängd uppdrag av både privat och allmän karaktär. Hans namn är och kommer alltid att vara förknippat med några mycket viktiga upptäckter i Sverige. Dels upptäckten av kyanitkvartsiten vid Horrsjöberg (numera Hålsjöberg) nordost om Torsby i Värmland, där en rad udda och för Sverige nya mineral, framförallt fosfater, påträffades, undersöktes och beskrevs av Igelström. Den andra lokalen som har Igelström att tacka för upptäckten är den minst lika omtalade järn-mangan-mineraliseringen Sjögruvan, strax sydost om Grythyttan i västra Västmanland. Denna fyndort av Långbantyp bröt Igelström på egen bekostnad för att komma åt de sällsynta mineral som han där börjat upptäcka. Han beskrev mer än ett dussin nya mineral från denna lilla gruva och två av dem – arseniopleit och melanostibit är fortfarande giltiga species. Han skickade regelbundet material till NRM i Stockholm och på så sätt har mycket av hans samlarnit bevarats till eftervärlden. Han hade ett skarpt öga som upptäckte många nya mineral om även i mycket små mängder, men hans skärpa i det våtkemiska laboratoriearbetet var inte motsvarande gott. Tyvärr var många gånger mängderna för små och mineralkornen inte alltid rena. Därför har många av hans ”nya” mineral senare visat sig vara blandningar eller omvandlade mineral, men han har uppmärksammat flera mineral som borde vara giltiga species än idag.

Storsamlare och Långbaneran

Den ende mineralsamlaren med riktigt stora ekonomiska resurser bakom sig var Hjalmar Sjögren (1856-1922) (Bild 4), äldste sonen till bergmästaren och mineralogen Anton Sjögren i Persberg utanför Filipstad i östra Värmland. Efter sin utbildning började han arbeta som prospekteringsgeolog i Naftablaget för bröderna Nobel i Baku. Här träffade han sin blivande fru Anna Nobel med vilken han gifte sig och blev på så sätt ekonomiskt helt oberoende. Han fick professuren i mineralogi och geologi vid Uppsala universitet 1889 och lämnade då Baku, men redan efter drygt fem år begärde han avsked från posten för att helt ägna sig åt privata affärer och att bygga upp sin mineralsamling och ett påkostat bibliotek.

1901 fick han dock möjligheten att återinträda i allmän tjänst som efterträdare till intendent Adolf Nordenskiöld vid NRMs mineralogiska avdelning. Han donerade då hela sin privata samling till museet på villkor att den för all framtid skulle förvaras som en separat enhet i de tillhörande skåpen (Bild 5). Under åren 1890 till 1900 spenderade Hjalmar Sjögren närmare 40 000 kronor på mineralstuffer till sin privata samling, dessutom köpte han stora mängder äldre antikvarisk och sällsynt naturvetenskaplig litteratur, med tyngdpunkt på mineralogi, geologi och bergsbruk. Detta storartade bibliotek skänkte hans änka Anna 1928 till Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) i Stockholm, där den idag förvaras i två specialinredda salar.



Bild 4 (vänster). Intendent Hjalmar Sjögren (1856-1922), den svensk som genom tiderna troligen spenderat mest kapital på att bygga upp en privat mineralsamling. Han började sin lyckosamma karriär hos Naftablaget i Baku. Foto okänd. NRMs arkiv.

Bild 5 (höger). Delar av Hjalmar Sjögrens omfattande mineralsamling så som den ser ut idag. Den är placerad i den publika utställningen på Naturhistoriska Riksmuseet. Foto Jörgen Langhof.

Hjalmar Sjögrens mineralsamling som utgör ca 6800 stuffer innehåller hans pappas samling och dennes originalprov, samt hans egna forskningsmaterial i stor utsträckning. I övrigt så handlade han flitigt hos dåtidens kända mineralhandlare världen över speciellt då hos; Gustaf Flink SE, Firma

Krantz GE, Julius Böhm AT, Foote Mineral Co. USA, George English USA. Han hade en tid anställt både en privat kemist för analyser, samt kristallografen Carl Morton (1860-1933) för goniometriska kristallmätningar och kalligrafiskt handskrivna etiketter och katalogen för stofferna. Samlingen avspeglar vad som fanns att tillgå på samlarmarknaden i slutet av 1800-talet och tillhör en av de tio mest värdefulla, ännu i sin helhet bevarade samlingarna, från andra halvan av 1800- och första halvan av 1900-talet.

Professor Waldemar Brögger (1851-1940) på Stockholms Högskola hade lockat till sig en grupp studenter som med stort intresse följde hans undervisning och som så småningom kom att specialisera sig på olika områden inom petrologin, mineralogin och kristallografin. Här ibland fanns två personer som snabbt fattade ett passionerat intresse för mineralsamlande, båda dock med lite olika infallsvinkel. Den äldre – Gustaf Flink (1849-1932) som redan som utbildad folkskolelärare, med stora språkkunskaper och redan gift med barn, hade det tufft rent ekonomiskt att fullfölja sina naturvetenskapliga studier. Han visade sig dock ha ett mycket skarpt mineralöga och blev snabbt omtalad som en duktig insamlare och iakttagare. Han etablerade sig snabbt som mineralhandlare *par excellence* och bedrev det parallellt med sin undervisning och forskning. Han startade firman Nordiska Mineralier och började även sälja internationellt. Hans yngre studiekamrat Axel Hamberg (1863-1933) riktade tidigt in sina studier mot kristallografi och mineral kemi, men hade även andra ambitioner. Under sin studietid började han bygga upp en privat samling av yppersta kvalitet när det gällde kristaller och deras morfologi. Små men mycket välkristalliserade stuffer kan man med fog säga var hans paroll. Hambergs pappa hade samlat på sin tid, så han började inte med tomma händer, men studiekamraten Flink blev hans viktigaste och bästa leverantör. Hamberg hade i slutet av 1880-talet riktigt in sig på den lilla gruvan Harstigen i östra Värmland, vilken just då precis återupptagits, dock endast för ett par år. Gruvan kom att besökas ett flertal gånger av Hamberg, men han och även Flink etablerade kontakter med ett par av de få gruvarbetarna som arbetade där. Det var främst Per Gustaf Björk (1860-1907) som visade sig ha ett gott mineralöga för nyheter som successivt sprängdes fram under arbetets gång. Han skickade mängder av stuffer till Hamberg som betalade för dessa och undersökte och beskrev fynden som gjordes. Flera nya mineral så dagens ljus och än idag är gruvan ett klassiskt tillhåll för samlare och mineraloger.

Gustaf Flink är dock framförallt förknippad med Långban och denna förnäma fyndorts mineralogi. Lagom till sin pension 1916 så kom denna gruva att gå in i en period av osannolika fynd av mineral som nästan saknar motstycke i världen. Detta hänger samman med att nya rika malmkroppar påträffades löpande under 1910- och 1920-talet. Både järn- men framförallt manganmalm kunde brytas i för tiden stora mängder. Men det behövdes ytterligare en komponent i detta lilla pussel för att Långban skulle gå till världshistorien som en enastående mineralfyndort. En person på plats som kunde tillvarata det som uppfordrades ur gruvan dagligen. Gustaf Flink bodde i Stockholm och kunde inte vara på plats i Långban mer än ett par gånger varje säsong, dessutom lär han ha haft svåra problem med att besöka gruvor under jord, han led av gruvskräck d v s någon slags klaustrofobi. Personen ifråga som Gustaf Flink lärt känna vid gruvan och kanske t o m lärt upp i användandet av lupp för identifieringen av små kristaller, hette Karl Johan Finneman (1880-1953). Han var född och uppvuxen i Långban och kom att arbeta där hela sitt liv. Han kan ha börjat som någon slags ”syltbisse” vid sovringen av finkornig malm redan som 6-7-åring vid gruvan, och redan då bekantat sig med den märklige mannen från Stockholm som samlade och sparade på skrotsten som langats på varphögarna som värdelösa!

När så gruvan gick in i något av sin glansperiod (1915-25) under 1:a världskriget kunde denne Finneman lägga undan allt som såg spännande ut redan vid skrädbordet där han arbetade som förman. En bit in på 1920-talet var tempot i nya fynd så högt att Flink inte hann att identifiera alla Finnemans

fynd som kända mineral, utan påbörjade en lång deskriptiv lista med okända eller dåligt undersökta mineral. Denna lista blev sedermera tryckt och återkom i flera tillägg under 1920-talet. Dessa okända mineral har varit och är ännu en källa till beskrivningen av nya species eller för platsen nya mineral. Vid sin död testamenterade Finneman dessutom en stor summa pengar som grundplåt för en fond som enbart skulle användas för forskning på Långbanmineral. Av NRMs ca 30 000 stuffer från Långban har omkring 2/3 passerat Finnemans och Flinks händer. Utan deras gemensamma insatts hade Långban aldrig blivit den världskända fyndort som den är.

Mineralsamlare 1930-1960

Förutom de samlarinsatser som gjordes från NRM och övriga geologisk institutioner vid landets universitet, så var privatsamlandet ganska lite utbrett under tiden före och efter 2:a världskriget. En del personer med koppling till gruvnäringen och denna utbildning vid Bergshögskolan i Stockholm och Filipstads Bergskola framskymtar bland de fåtal namn som hittills kunnat spåras. Två av dem Lars-Olof Martin (1913-1999) och John Stålhed (1910-2003) har undertecknad träffat och helt kort intervjuat och deras bild var också att samlandet av mineral var tämligen oetablerat i Sverige under denna period. En tidig medlem av Långbanssällskapet, Samuel Hansen i Markaryd, Småland, hade samlat sedan 1950-talet och tillhörde då en mycket lite skara aktiva mineralsamlare, vilka i många fall sökte sig utomlands för kontakter med likasinnade. Vid AB Atomenergi i Stockholm fanns en mineralintresserad prospekteringsgeolog och chef, Carl Mårtensson (1909-1994) som samlade för privat bruk. Hans samling som numera till stora delar finns inkorporerad i NRMs systematiska samling innehöll framförallt pegmatitmineral och företrädesvis hans huvudintressen inom prospekteringen, Be-mineral och fosfater. En tämligen okänd herre som dyker upp i NRMs samling av framförallt Långbanmineral hette John Olsson. Hans samling inköptes till NRM av dödsboet 1967 och avspeglar en besatt samlare som flera gånger per säsong och år, passerade Långban och köpte stuffer från Finneman och även mindre kända kollegor till honom. Detta skedde just under de mycket fruktbara åren 1915-25 och flertalet stuffer är bland de bästa representanterna för mineralet ifråga som NRM äger idag. Han har spenderat åtskilliga kronor på dessa förvärv, vilka även inbegrep okända mineral som endast hade ett nummer givet av Flink.

Mineralsamlandet 1960-talet och framåt

Denna period präglas av en kraftig expansion och ett ökat intresse för mineral och mineralsamlande. Impulsen kom framförallt från USA, men även från kontinenten och kanske då främst Tyskland. En del litteratur såg dagens ljus under 1960-talet, t o m med hyfsat bra foton av samlarbara mineralprov. En tydlig trend var också etablerandet av föreningar av amatöргеologisk karaktär där främst mineralsamlande stod högt i kurs. Även slipning och trumling av stenar började etablera sig som hobby. Människor hade mer semester och fritid och bilen gav dem möjlighet att göra resor till framförallt gruvrika områden som t ex Bergslagen under helgerna för mineralsamling. Bland de tidiga profiler kan nämnas personer som Stig Adolfsson, Frej Sandström, Lennart Närlund och Ingemar Johansson, alla med stort intresse att bygga upp egna samlingar genom insamling, byten och köp. Men de flesta av dessa var också drivande i att starta de första föreningarna i slutet av 1960-talet och början av 1970-talet. Bland geologer och bergsingenjörer fanns även ett visst fortsatt intresse och många av dessa hade börjat sina samlingar under studietiden. Dit kan räknas bl a Anders Holmqvist och Lars-Göran Ohlsson.

Amatörgeologeran hade sina största toppar under andra halvan av 1980-talet och första delen av 1990-talet. Antal föreningar har minskat och likaså deras medlemstal. Medelåldern har stigit och det har varit svårt att rekrytera nya yngre förmågor under de senaste 15-20 åren. Framtiden är svår att sia om, men samlarintresset kommer nog att bestå även om det går i vågor. En avgörande fråga är om tillgången på platser där man som privatperson kan samla på egen hand kommer att minska, bestå eller ev. öka.

Referenser

- Cooper, M.P. (2006): *Robbing the sparry garniture – A 200 year history of British mineral dealers 1750 – 1950*. 358 s.
- Fitz, O. (1993): *Eine Sammlung erzählt*. Mitteilungen des Institutes für Bodenforschung und Baugeologie, Abteilung Baugeologie, Universität für Bodenkultur Wien. Sonderheft 1. 80 s.
- Kjellberg, B. (1895): *Förteckning öfver Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolags mineralkabinett. Upprättad år 1894*. Lindesberg. 146 s.
- Langhof, J. (2009): Jacob Berzelius och norsk mineralogi. *Norsk Bergverksmuseum Skrift* **41**, 50 – 53.
- Langhof, J. (2010): Early 19th century scientific networking – a study in Jacob Berzelius' mineral collection. Abstract MH110G. *Mineral museums and historical mineralogy. 20th General meeting of IMA, Budapest*, 761.
- Langhof, J. (2012): The search of Jacob Berzelius' German contacts in his mineral collection. Abstract S2-L09. *7th International conference on mineralogy and museums. Dresden 2012*, 57 – 58.
- Löwegren, Y. (1952): Naturaliekabinett i Sverige under 1700-talet – ett bidrag till zoologiens historia. *Lychnos-bibliotek* **13**. 407 s.
- Löwegren, Y. (1974): Naturaliesamlingar och naturhistoriska undervisning vid läroverken. *Årsböcker i svensk undervisningshistoria* **132**. 319 s.
- Wilson, W. (1994): The history of mineral collecting 1530 – 1799. *The Mineralogical Record* **25**, 264 s.
- Zenzén, N. (1920): Studier i och rörande Bergskollegii mineralsamling I – IV. *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi* **8**, No. 1. 134 s.
- Zenzén, N. (1921): *Några ord rörande den Bielkeska mineralsamlingens historia*. Stora Kopparbergs AB. 16 s.
- Zenzén, N. (1930): Försök till historik över Cederbaumska mineralsamlingen i Oskarshamn. *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi* **10 A**, No. 6. 98 s.
- Åhman, E. (1961): Nils Zenzén 1883-1959. Några minnesord. *Geologiska Föreningens i Stockholms Förhandlingar* **83**, 405 – 411.

Thulittbergarten i Mjønestunnelen, Snillfjord, Trøndelag

Leif Roger Størseth

Lundåsen 54, 7089 Heimdal (lstorset@broadpark.no)

Innledning

I forbindelse med større oppgraderinger av Rv 714 fra Orkdal til Hitra, den såkalte Laksevegen, ble det primo september 2018 gjennomslag for en ny tunnel (Mjønestunnelen) ved Mjønes, Åstfjorden, Snillfjord kommune (Fig 1). Ved søndre påslag (mot Mjønes) ble en 50 meter bred sone av rosa thulittbergart drevet ut (Fig. 2 og 3). Denne bergarten ble sammen med øvrig utsprengt tunnelmasse kjørt på flere fyllinger i nærområdet (Fig. 4). Fyllingene er spredt over området, både ved søndre påslag, nordre påslag (Kverndalsbekken), rett vest for dette ved et mindre industribygg ved riksveien, samt ca. 2 km lenger nord ved Fenes.

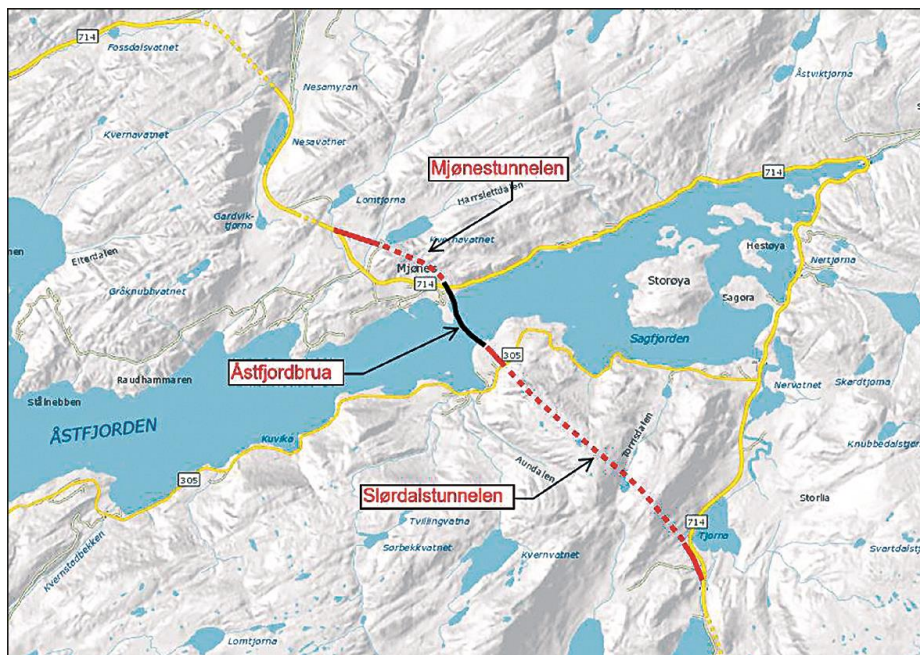


Fig. 1. Kart over området ved Åstfjorden, Snillfjord kommune med trasé for ny vei til Hitra med Mjønestunnelen inntegnet. Statens Vegvesen.

Forekomsten ble nærmere kjent senhøsten 2018 gjennom omtale blant medlemmer i Trøndelag Amatørgeologiske Forening (TAGF). Senere har funnet blitt omtalt både av LRS og andre på Facebook (Norwegian Rockhounds), og videre til media via lokalaviser og NRK Trøndelag. Funnet har dessuten blitt foreløpig presentert av Størseth (2019).

En mer utførlig beskrivelse av thulittbergarten og mineralogien til kvartsganger og pegmatitter i området blir gitt i denne artikkelen. Alle fotografier er tatt av LRS, hvis ikke noe annet er angitt.



Fig. 2. Gjennomslaget i tunnelen. Foto: Metrostav AS.



Fig. 3. Sørlig tunnelpåslag med delvis blottet thulitt i stor mektighet, samt sprøytebetong i tunnelen og rundt inngangen.



Fig. 4. En av mange store fyllinger av tunnelmasse med thulittbergart i blokker dels over 1 m store. Nordsiden av Mjønestunnelen. November 2018.

Forekomsten og vurdering av petrologiske forhold

Forekomsten, og tunnelen, ligger i et område med homogen granittisk gneis, med tynne horisonter av mer muskovittrik gneis (Ramberg 1973). Seinere definert som ingdalsgranittgneis (Tucker 2004) med tynne soner av glimmerskifer.

Det har i praksis ikke vært mulig å gjøre eksakte vurderinger av thulittbergarten sidebergarter, utover «gråberg» som finnes på fyllingene. Her dominerer grå gneiser som de friskeste, men med partier av sterkt omvandlete bergarter fra knusningssoner, som antas å følge hovedstrøkretningen i området (SV-NØ), preget av samme hovedretning som for den regionale Møre-Trøndelag forkastningssonen.

Thulittbergartens grense (ved antatt liggsoner i høyre del ved tunnelåpningen i Fig. 3) er tydelig mot den grå og relativt homogene, mellomkornete gneisen (Fig. 5), dels med en < 1 m bred omvandlingssone. Her opptrer thulittbergarten i klar rosa farge, hyppig gjennomvannet av uregelmessige kvartssårer, og gjerne meterstore linser av pegmatitt. Thulittbergarten er sprø og full av sprekker i dette området.

Thulittbergarten i seg selv er meget inhomogen. Generelt er bergarten her ofte betydelig lysere enn thulittbergarten fra både Søre Lia, Lom, og Hindremsæter, Leksvik, og framstår derfor som mindre attraktiv til smykke- og prydsteinproduksjon.

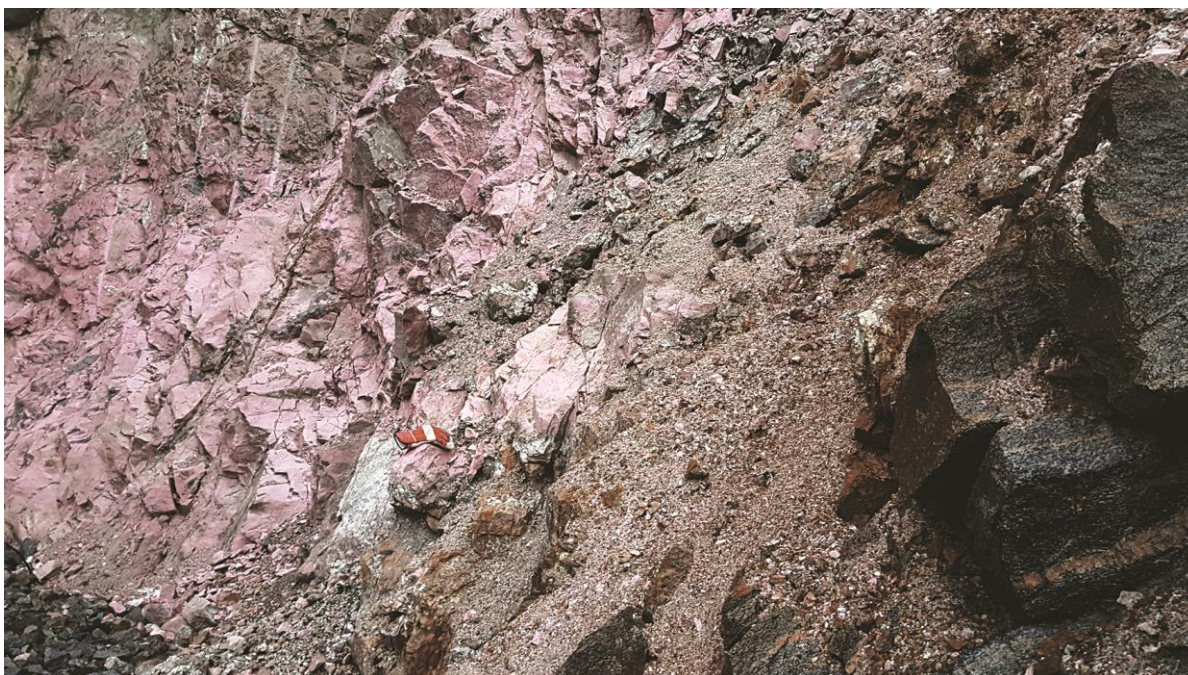


Fig. 5. Antatt liggssone for thulittbergarten med grålig, båndet gneis med rødlige årer til høyre. Overgangen er delvis kamouflert av løsmateriale fra oven og lokal, oppknust omvandlingssone. (målestokk, se hanske).

Visuell og mineralogisk inndeling av thulittbergarten

Det er forsøkt å dele inn thulittbergarten og tilknytt mineraliseringer i fire hovedgrupper, med flere undergrupper av hver. Disse blir beskrevet med noen karakteristiske detaljer, og dels illustrert med typiske prøver. Overgangstyper mellom mange av typene er vanlig.

A. Thulittbergart med >50 % rosa zoisitt

1. Massiv, zoisittrik, fast og relativt homogen, mellomrosa bergart med visuelt mye zoisitt og ellers mest kvarts og feltspat. En representativ prøve av denne typen er preparert til tynnslip og studert i gjennomfallende/polarisert lys. Zoisitten opptrer da som subhedrale korn, stort sett < 0,5 mm store, dels utviklet skumtekstur, dels sonerte korn. Andelen zoisitt vurderes grovt til 50 - 60 %. Videre 15 - 20 % sericittisert plagioklas, relativt mye kalsitt (10 - 15 %) og ditto mengder kvarts og noe underordnet epidot.

2. Massiv, «melen»/sprø type. Bergarten framstår homogen, dels skifrig, og er mer finkornet enn A1, og med lysere rosafarge. Trolig med meget høy andel zoisitt. Tynnslipstudiet av type A1 viser korn grenser i zoisitt som i skumtekstur, og kan forklare hvorfor denne typen drysser så lett (mindre andel mineraler som «binder» steinen). Kan inneholde noen grovere korn/krystaller som binder grunnmassen bedre.

3. Massiv, spettet bergart med bl.a. røde prikker/korn og uregelmessige krystaller av rød epidot/klinozoisitt som dels ligger i lyse årer.

4. Massiv bergart med tallrike, grå, uregelmessige kvartsårer. Kan deles i 4a med rød epidot/klinozoisitt, og 4b uten andre silikater. Zoisittfargen er fra lys- til mellomrosa, og struktur er ofte «melen» og sprø i type 4b
5. Massiv bergart med mest uregelmessige årer av hvit feltspat. Mye rød epidot/klinozoisitt inngår i hovedmassen eller dels som utviklet koronatekstur mellom zoisitt og feltspat.
6. Massiv bergart med rosa zoisittkrystaller i enten 6a, kvartsårer (variant type A4b), eller langt sjeldnere 6b, kalsittårer og klumper. Spesielt i sistnevnte kan fine krystaller opptil 2 cm være utviklet.

B. Thulittbergart med < 50 % rosa zoisitt

1. Med lyse, opptil desimeter-tykke årer av mest hvit feltspat. Dels med brun eller rød epidot/klinozoisitt som spredte korn og krystaller med varierende mengdeforhold, dels med noe granat, sjeldnere titanitt og helt underordnet apatitt. Herunder også overgangstyper fra A5.
2. Med pegmatitt type D1a (se under). Omfatter visuelt finkornet, inhomogene bergart med desimeter-tykke, uregelmessige årer med Mn-holdig epidot som dominerende mineral (Fig. 6).
3. Koronatype. Thulittbergart med enten rød epidot/klinozoisitt eller brunlig Mn-holdig epidot som korona mellom mer massiv thulittbergart (type A1) og lyse årer, som variant av B1, men helt åpenbar koronatekstur. Videre overganger til B4.



Fig. 6. Blokk med ca. 15-18 cm bred «åre» med pegmatitt type D1, dominert av sub-/euhedrale Mn-holdig epidot hvor mange av krystallene har en rød kjerne. Bildebredde ca. 25 cm.



Fig. 7. *Stuff av type B1 med ca. 8-9 cm bred xenolitt av thulittbergart med brunlig epidotkorona. Små, gule titanitter noe rødlig kalifeltspat opptrer i prøven. Bildebredde ca. 20 cm.*

4. Xenolitttype. Knoller, ofte 3-10 cm (men også større), med mest spettet zoisitrik thulittbergart, dels mørkere, rødligere xenolitter med rød epidot/klinozoisitt (videre overganger til C2). Grunnmassen er pegmatitt (mest type D1), relativt mineralrik type thulittbergart. Mange flotte eksemplarer av denne typen er funnet (Fig. 7).

C. Thulittbergart, øvrige blandingstyper

1. Rosa zoisitt-dominert bergart med sidebergart, dels epidotrik bergartstype, dels mer foliert. Finnes kun i moderate mengder og det er uklart hvordan denne opptrer i fast fjell.

3. Uregelmessig thulittbergart med mye zoisitt.

4. Uregelmessig thulittbergart med lite zoisitt (men da gjerne mer rødlig epidot), som foregående. Ymse stuffer som ellers ikke kan grupperes i andre typer. Dels med overganger til pegmatitt eller sidebergart, dels med noe foliasjon (Fig. 8).

5. Thulittbergart med tertiære årer og sprekkefyllinger. Kan dels i 5a: kalsitt/blå klinoklor (spadisk), eller 5b: prehnittdannelse (relativt sjelden), gjerne med en del hvit feltspat.



Fig. 8. *Stoff med foliert thulittbergart. Zoisittrikt parti oppe, og ulike soner og lag med mer epidotrike partier i ulike farger samt spetter av grovere korn og krystaller av Mn-holdig epidot. Bildebredde ca. 30 cm.*

D. Pegmatitt og andre sekundære mineraliseringer

- 1a. Dominert av feltspat og Mn-holdig epidot med en del aksessoriske mineraler, mest titanitt og diopsid.
- 1b. Dominert av feltspat og Mn-holdig epidot med lite aksessoriske mineraler.
2. Mikroklin-kvarts-dominert bergart med færre aksessoriske mineraler. Opptrer vanligvis uten tilknyttet thulittbergart, men inhomogen type med overganger til både type D1 og ymse thulittbergarter.
3. Omvandlete bergarter med bl.a. slirer og årer av hematitt, opptrer tilfeldig på fyllingene, og det er som oftest umulig å si om dette representerer separate svakhetsoner i tunnellopet, eller om det er tilknyttet thulittbergart.

Mineralene

Thulittbergarten inneholder flere ulike mineraler, dels knyttet til selve thulittbergarten og lyse årer i denne, og dels knyttet til pegmatittene som opptrer som uregelmessige linser og små kropper tilfeldig distribuert i hele thulittbergartsmassen.

Identifikasjoner av mineralene er foretatt vha pulver røntgendiffraksjon (PXRD)¹ og elektronmikroskop med tilknyttet energidispersivt røntgenspektrometer (SEM/EDS)².

Etter at den rosa bergarten i Mjønestunnelen ble blottlagt har det undertiden blitt operert med navn som thulitt, piemontitt og klinozoisitt på de mest iøynefallende mineralene. Analyser ved hjelp av PXRD og SEM/EDS viser at tidligere antatt piemontitt og klinozoisitt er epidot/Mn-førende epidot både når det gjelder de grønnlige, brune og flere av de røde variantene.

PXRD-analyse viser at hovedmineralet i den rosa bergarten er zoisitt. SEM/EDS-analyser viser 0,1 vekt-% Mn_2O_3 (Tabell 1). Til tross for det relativt lave innholdet av mangan, så liten tvil om at manganinnholdet er årsaken til den rosa fargen. Mineral et omtales heretter som rosa zoisitt. Denne har tidligere vært benevnt thulitt, som i dag ikke er et eget, definert mineral. Man har likevel valgt å kalle den rosa bergarten for en thulittbergart for nettopp å antyde at det er snakk om en rosa, zoisittrik bergart.

Zoisitt

Thulittbergartens hovedkomponent er zoisitt, som i området varierer fra blass rosa til mellomrosa. Noen steder relativt monomineralsk i visse parageneser, ofte meget finkornet, men også i krystaller fra noen millimeter til 3-4 cm lange (Fig. 9). Sporadisk finnes velutviklede, vakre krystaller i kalsitt. Thulittbergarten er ofte «melen»/sukkeraktig og smuldrer lett, spesielt i paragenesen med centimeter-til desimeterbrede, uregelmessige kvartsårer. Kornstørrelse, farge og tekstur kan variere mye bare over noen centimeter.



Fig. 9. *Stoff med store, grovere krystaller av rosa zoisitt opptil 4 cm lange i kvarts fra årer i lysere, «melen» thulittbergart. Bredden på stoffen er ca. 8 cm.*

¹ Utført ved hjelp av Rigaku MiniFlex+ diffraktometer (T. Kjærnet) og Panalytical X'pert diffraktometer (A.O. Larsen) med 0-bakgrunns Si-prøveholder og $CuK\alpha$ -stråling. Opptakene er identifisert opp mot publiserte data.

² Utført ved hjelp av Jeol JSM-5600 LV elektronmikroskop med tilknyttet Noran System 7 energidispersivt XRF-spektrometer (A.O. Larsen).

Epidot

Dette er et hovedmineral i den ene, uvanlig pegmatittparagenesen i forekomsten, dels som velutviklede krystaller, ofte opptil 3 - 7 cm lange, dels opptil 10 cm an- til euhedrale krystaller (Fig. 10). Mineraliet er fargemessig meget inhomogent, og varierer fra brunlige til mer grønnlige typer, dels med soneringer (Fig. 11). Trippelsonering er også sett helt sporadisk. Det er tatt flere prøver av ulike farger av denne, og analyser både vha PXRD og SEM/EDS viser at samtlige er epidot, dog med noe overgang mot klinozoisitt.

Tabell 1. Kjemisk sammensetning av epidotgruppemineraler, zoisitt og diopsid fra Mjønestunnelen.
refererer til LRS samling.

	#1328 rødbrun	#1331 brun	#1332G grønn fra sonert krystall	#1332R rød fra sonert krystall	#1335 rosa zoisitt	#1332P diopsid
SiO ₂	38,9	37,3	37,3	37,7	40,1	52,6
Al ₂ O ₃	27,2	21,3	23,2	24,8	31,9	1,0
Mn ₂ O ₃	0,4	0,9	0,6	0,5	0,1	2,6
Fe ₂ O ₃	7,4	15,8	13,5	11,2	2,7	3,1
MgO	0,1	-	-	-	-	15,8
CaO	23,7	22,6	23,4	23,8	23,3	23,8
Na ₂ O	-	-	-	-	-	0,7
K ₂ O	-	-	-	-	-	0,1
H ₂ O*	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	-
Total	99,6	99,8	99,9	99,9	100,0	99,7

* Angitt ihh til støkiometrisk sammensetning for epidotgruppemineraler.



Fig. 10. Stuff med en 6 cm lang og 2 cm bred euhedral epidotkrystall.



Fig. 11. En ca. 4x5 cm krystall av sonert epidot med en klar rødlig midtsone og mørkegrønn ytre sone.



Fig. 12 Tynnslip (polarisert lys) av pegmatittisk materiale med <2,5 cm store korn/krystaller av sonert epidot. Denne røde kjernen framstår med kun grålige interferensfarger (bildets øvre/høyre del), med en skarp overgang mot gul interferensfarge på den ytre, mørkegrønne sonen. Nedre/venstre sees en del inntil 1 mm store, euhedrale titanittkrystaller. Billedbredde ca. 4 mm.

Det er laget tynnslip av én prøve med sonert epidot (Fig. 12). Epidoten opptrer som inntil 2,5 cm store korn/krystaller (med klare optiske ulikheter over soneringen) sammen med nær like grovkornet kalifeltspat og sterkt sericittisert plagioklas. Underordnet finnes noe kvarts, en del små titanittkrystaller og spor av diopsid.

Videre finnes en meget spesiell type av en noe skiftig sidebergart som består av ca. 80 % epidot med «vanlig» grønnfarge og ca. 20 % biotitt/kloritt som ligger velorientert i lagdelingen av denne bergarten. Det er ikke kjent hvor eller hvordan denne opptrer i forhold til hovedkroppen av thulittbergarten, men overganger fra en type thulittbergart til epidotrike bergarter er funnet.

Klinozoisitt

En SEM/EDS-analyse (Tabell 1, #1328) (Fig. 13) indikerer en sammensetning nær 50/50 klinozoisitt/epidot (på mol-basis). Dette er en prøve av mørkerøde krystaller i pegmatitt og fra det som i felt tidligere har vært benevnt piemontitt. Dette mineralet fordrer imidlertid et langt høyere Mn-innhold (> 8,2 vekt-% Mn_2O_3).

Det opptrer også mye slik rød, antatt klinozoisitt i små og store feltspatrike årer i thulittbergarten. Mineralet opptrer dels i veldefinerte krystaller opptil 2 cm i lengde/bredde, dels som uregelmessige masser, og dels med en koronatekstur mellom feltspat og rosa zoisitt. Det er behov for flere analyser for å se om Mn-innholdet kan variere mer enn epidot/klinozoisitt-prøvene så langt har vist.

Et tynnslip av en prøve av et uregelmessig, opptil 1 cm stort korn av en rød, antatt klinozoisitt (tilsvarende som i Fig. 13) viser vanlige, sterke interferensfarger for epidot i en grunnmasse av zoisitt.



Fig. 13. Krystaller av rødlig epidotmineral, med analyse viser overgang mellom epidot og klinozoisitt. Bildebredde ca. 7 cm.

Diopsid

Fortrinnsvis i pegmatitt med hvit matriks opptrer ofte opptil 4 cm store, mest subhedrale krystaller av mørk gressgrønn farge, og ofte noe matte krystaller og korn. Analyser både vha PXRD og SEM/EDS (Tabell 1, #1328P) viser at dette er diopsid. Det er interessant å bemerke at denne prøven har et relativt

høyt innhold av mangan. Noen få observasjoner viser at titanitt eller epidot ligger inni diopsiden. Diffuse, grønnliggrå aggregater viste seg også å være diopsid (PXRD). Diopsidinnholdet i pegmatitten kan variere fra ofte langt under 5 % til nærmere 10-20 %.

Titanitt

Mineralet opptrer oftest i sennepsgule korn og dels meget velutviklede, mest plateformete, fra noen millimeter til 1 - 2 cm store krystaller i pegmatitt av type 1. Identifikasjonen er bekreftet vha PXRD. Titanitt kan også opptre som mere uregelmessige aggregater i hvite årer i ymse thulittbergarter og kan da i noen tilfeller forveksles med den lysere granaten.

Kvarts

Kvarts opptrer bergartsdannende i ulike typer thulittbergart. En hovedopptreden er som grålige, uregelmessige årer i en bergart av vesentlig zoisitt i fast fjell over mange kvadratmeter på høyre side av tunnelåpningen. Mineralet opptrer også som en kornete, ofte «melen» og sprø masse. Kvarts finnes også mer aksessorisk i andre parageneser og er vanlig i pegmatitter av begge typer. I de tre studerte tynnslipene er kvartsandelen 10 - 15 %. Kvarts kan også inneholde enkeltkrystaller av zoisitt.

Feltspat

En plagioklas opptrer både dels bergartsdannende i ulike thulittbergarter og dels i hvite, uregelmessige årer med tykkelse fra noen millimeter til centimeter. Thulittbergart med en viss mengde hvit feltspat er ofte tettere og fastere enn typer med mye kvarts. Videre er plagioklas hovedmineralet i pegmatitt av type 1. Denne hvite feltspaten er i tynnslip å regne som en oftest sterkt sericittisert plagioklas uten dens ellers vanlige, lamellære tekstur.

Mikroclin opptrer som hovedmineral i pegmatitt av type 2 og danner 1 - 5 cm store individer av oransjerød farge. Mineralet inngår også i overgangsbergarter mot sideberg og i omvandlingssoner.

Prehnitt

Mineralet opptrer som en sjeldenhet i blassgrønne aggregater sammen med hvit feltspat i en type thulittbergart. Prehnitt er også observert på tynne årer med zoisitt, kloritt og feltspat i sidebergart. Identifikasjonen er bekreftet vha PXRD.

Granat

En granat i andraditt-grossular-rekken opptrer uregelmessig, men ikke uvanlig, som lysere gule til sitrongule korn og aggregater fra noen få millimeter til 1-2 cm store klumper, helst i hvite, feltspatrike årer. Krystallflater er sjelden observert. En kjemisk analyse vha SEM/EDS viser at granaten er nær endeledet for grossular ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$) med kun 0,3 vekt-% MgO, 1,0 vekt-% MnO og 2,7 vekt-%

FeO. Titanitt kan i noen tilfeller ligne fargemessig, men opptrer oftest som mer velutviklete, enkeltkrystaller.

Klinoklor

Opptrer som flere desimeter lange, blassblå årer med tykkelse 1 - 2 cm. Framstår visuelt som kalsedonaktig, meget finkornet, ripes meget lett og virker derav nesten talkaktig. Mineralet har en frisk blåfarge når steinen er fuktet. Identifikasjonen er bekreftet vha PXR.

Et uspesifisert klorittmineral er observert sporadisk, dels sammen med prehnitt i hvit feltspatåre, dels som sidebergartmineralisering, bl.a. sammen med hematitt. Denne kloritten har mer glimmerlignende utseende.

Kalsitt

Mineralet er sporadisk observert som gulaktig til hvit, relativ grovkrystallin sprekkefylling i thulittbergart, da gjerne med noe grove, dels velutviklete rosa zoisittkrystaller. Finnes videre sekundært i tynne årer og sprekker, dels mer utviklete aggregater i omvandlet thulittbergart (type D3). Studier av tynnslip viste et betydelig innhold i grunnmassen av thulittbergart type A1.

Apatitt

Det er helt sporadisk funnet opptil 7 mm store krystaller og aggregater av frisk, nesten turkisblå apatitt i hvite feltspatårer. Identifikasjonen er bekreftet vha PXR.

Hematitt

Hematitt er funnet som centimeterstore aggregater og klumper i omvandlet, pegmatittisk materiale og trolig overgangsbergart. Dette er det eneste opake mineralet fra området,

Uranpyroklor

I en større blokk som ble delt opp under feltarbeidet sent 2018 ble det funnet noen 3 - 5 mm store, mørkebrune korn med glass- til fettaktig glans. Disse viste noen steder en 1 - 2 mm tykk, gul, ytre omvandlingssone (Fig. 14). Det gule mineralet er også sett i et par større aggregater. En analyse vha SEM/EDS indikerer at mineralet kan ha likheter med *uranpyroklor* (Tabell 2), som imidlertid er diskreditert av IMA uten at det er angitt et tilsvarende godkjent mineral. Noe hematitt finnes assosiert med mineralet.

Tabell 2. Kjemisk sammensetning av uranpyroklor fra Mjønestunnelen.

	Uran- pyroklor
Nb ₂ O ₅	29,5
Ta ₂ O ₅	2,3
SiO ₂	2,6
TiO ₂	18,1
UO ₂	36,9
Al ₂ O ₃	0,3
Fe ₂ O ₃	2,3
CaO	7,3
F	0,7
Total	100,0

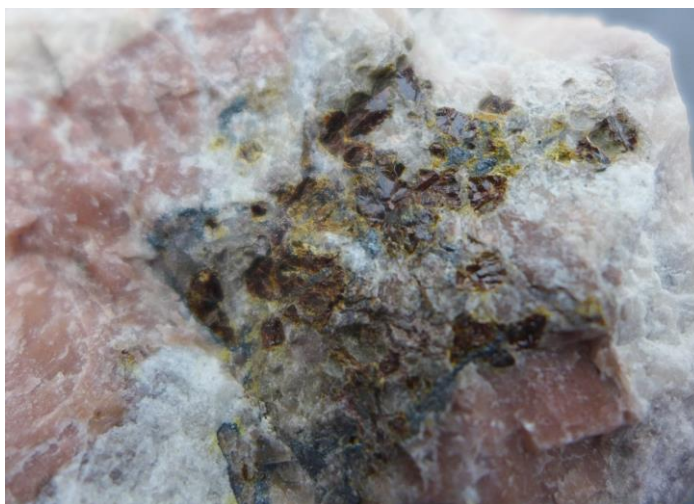


Fig. 14: Uranpyroklor som 3-5 mm store korn, ofte med gul forvittringshud, i pegmatitttype D2. Billedbredde 6 cm.

Diskusjon

Det antas at totalmineraliseringen av og rundt thulittbergarten kan deles inn i fire faser:

1. Thulittbergart.
2. Pegmatitt med xenolitter og dels koronatekstur.
3. Årer av kvarts og/eller feltspat.
4. Sene årer og sprekkefyllinger med dels blålig klinoklor. Trolig tilhører prehnitt og kalsittdannelse også denne fasen.

Mineraliseringen med thulittbergart og pegmatitt framstår på fyllingene som veldig inhomogen og er åpenbart utviklingsmessig meget kompleks. I diskusjon med Gisle Rø og hans tolkninger på bakgrunn av Ramberg (1973) kan forekomsten være dannet på grensen mellom den regionale, granittiske gneisen og en mer lokal, muskovittrik gneis. Dog må seinere vurderinger av sidebergarter i fastfjellblotningen rundt gjøres før vi kan antyde noe mer enn dette.

Manganinnholdet i thulittbergarten er som vist meget lav, og det er heller ikke noen åpenbar forklaring på hvordan (den beskjedne) mangantilførelsen til denne formasjonen har skjedd, men det har åpenbart vært bevegelser og nydannelser av pegmatitt, kvarts/feltspat-årer i området. Ved fremtidige undersøkelser vil det være ønskelig med flere analyser av zoisitt og manganholdig epidot for å få et begrep om kjemiske variasjoner i disse mineralene.

Tektoniske bevegelser er helt åpenbare. Dette er understøttet av funn av sterkt omvandlede bergarter i de samme fyllmassene som thulittbergarten og i følge observasjoner fra anleggspersonalet. Forekomsten ligger sentralt i den regionale Møre-Trøndelags forkastningssone, og foliasjon og strøkretning i sidebergarter ligger i henhold til regionalgeologien.

Forekomsten antas helt klart å være landets største, med et estimert volum på 2000-2500 m³, basert på angitt mektighet på 50 meter, og Statens Vegvesens plantegninger for tunnelprofilene. Dette er f.eks.

15 - 18 ganger større enn volumet av thulittforekomsten i Leksvik på 140 m³ (Gautneb 1990). Og dette er da kun utsprengt masse! Som diskutert ovenfor er mye av thulittbergarten så finkornet, sukkeraktig og «melen» at den er av begrenset praktisk og visuell verdi, og da av helt marginal nytte til slipemateriale og smykkeproduksjon. På den annen side er omfanget av fast og «bedre» thulittbergart likevel så høyt, at forekomsten kunne hatt et kommersielt potensiale. Det anbefales derfor sterkt at rette personer og fagmiljøer får mulighet til å gjøre en mer detaljert kartlegging for om mulig finne andre utgående partier av denne meget spesielle forekomsten.

Status som samlersted

På grunn av tiltagende mediaomtale og ikke minst valfart av mineralsamlere gjennom desember 2018 innførte Statens Vegvesen begrensninger på tilgangene til noen av fyllingene nærmest veianlegget, men informerte at de skulle ha en åpen dag for samlere og interesserte våren 2019.

Funnstedet er fortsatt et aktivt veianlegg som skal stå ferdig 2020. Thulittbergarten som pr. januar 2019 var blottet i flere skjæringer rundt søndre påslag (Fig. 3) skulle etter hvert tildekkes av sprøytebetong pga. rasfare og sikkerhet. Dog kan noen mer perifere blotninger bli bevart. Det er ikke avklart endelig hva som skjer med fyllingene med bl.a. thulittbergart, men utfra vanlige prosedyrer vil nok det meste bli planert ut, tildekket og tilsådd, som ved andre veianlegg. Vi kan bare håpe at noe kan bli tatt vare på som ekskursjonsmål. Artikkelforfatteren vil i hvert fall fortsatt forsøke å holde dialogen med Statens Vegvesen om dette.

Takk

Takk til Torfinn Kjærnet for analyser vha PXRD og Alf Olav Larsen for analyser vha PXRD og SEM/EDS. Jan Egil Wanvik, NGU har gitt velvillig bistand med produksjon av tynnslip og vært behjelpelig med studier av disse. Takk til Jostein Karlsen og Olaf Duesten ved Statens Vegvesen for godkjenning av kart. Metrostav AS har velvillig gitt tillatelse til bildebruk. En hjertelig takk til Gisle Rø og Elin Birgitte Sagvold for samarbeidet til denne artikkelen. En spesiell takk til min gode kjæreste Anita Svec som kom ut til Snillfjord en hustrig vinterdag med ny bilnøkkel da jeg rota vekk den første.

Referanser

- Gautneb, H. (1990): Kjerneboring ved thulitt-forekomsten ved Hindremseter, Leksvik, Nord-Trøndelag. *Norges Geologiske Undersøkelse, Rapport 90.118*. 13 s + 2 kart.
- Ramberg, H. (1973): Beskrivelse til berggrunnsgeologisk kart over strøket Agdenes-Hemnefjorden. *Norges Geologiske Undersøkelse (Skrifter 9) 299*. 1-11.
- Størseth, L.R. (1989): *En mineralogisk og geologisk undersøkelse av thulitt-forekomsten ved Øvre Grandalsdam, Leksvik kommune*. Diplomoppgave NTH Bergavdelingen, Trondheim. 90 s.
- Størseth, L.R. (2019): Nytt thulittfunn i Åstfjorden, Trøndelag. *Stein* **46** (1), 9-17.
- Tucker, R.D. (2004): *Berggrunnskart Snillfjord 15214, 1:50.000*. Norges Geologiske Undersøkelse.

Nyfunn av mineraler fra Tysfjord-pegmatittene, Nordland

Tomas Husdal

Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172, Blindern, 0318 Oslo
(asamot@gmail.com)

Innledning

Tysfjordgranitten er en ca. 1800 millioner år gammel, deformert grunnfjellsgranitt som ligger i nordre del av Nordland i kommunene Tysfjord, Hamarøy, Tjeldsund og Sørfold. Den inneholder en rekke granittpegmatitter som kan deles inn i to hovedgrupper: 1) eldre, deformerte, linseformete, store pegmatitter som typisk fører yttriumholdig fluoritt (*yttrofluoritt*) og 2) yngre, udeformerte pegmatitter som danner smale ganger eller små, uregelmessige kropper og karakteriseres av mikroklin (var. *amazonitt*) og albitt (var. *cleavelanditt*). Begge disse typene inneholder en lang rekke aksessoriske mineraler. Husdal *et al.* (2017) lister opp 157 forskjellige mineraler hvorav ni er førstegangsbeskrevet fra området.

Anskaffelse av et enkrystalldiffraktometer ved Naturhistorisk Museum (NHM) i Oslo (Februar 2018) har muliggjort identifisering av en lang rekke tidligere uidentifiserte mineraler, og denne artikkelen presenterer disse nyfunnene. Av mineralene er 29 nye for Tysfjord-pegmatittene (uthevet skrift i tabellene), hvorav 20 rapporteres for første gang fra Norge (med stjerne bak mineralnavnet i tabellene). Totalt antall mineraler fra disse pegmatittene er nå oppe i 186.

Hundholmen

Sekundært etter galenitt

- En prøve rik på galenitt ble for noen år siden funnet på den delen av tippet som ligger i tidevannssonen. Galenitt danner her subhedrale krystaller opp mot noen centimeter store avsatt i sprekker og hulrom i mikroklin og albitt. Overflaten av krystallene er tydelig korrodert og materialet er rikt på sekundærmineraler, enten som skorper på galenitt, i hulrom i feltspatmatriksen eller langs oktaedriske sprekker i selve galenitten. Aller vanligst av sekundærmineralene er **cerussitt** (fargeløst til grålig massivt eller som tavleformete krystaller) og **wulfenitt** (gule, tetragonale prismer). **Fosgenitt** er også utbredt, og danner tykke, fargeløse skorper eller i sjeldne tilfeller tykktavlede krystaller opp mot 1 millimeter direkte på galenitt. **Cumengeitt** opptrer sjeldent som blågrønne inneslutninger i fosgenittskorper, assosiert med små korn av **tetrahedritt**. **Peritt** er ikke uvanlig som gule skorper (Fig. 1) høy forstørrelse viser at mineralet danner kvadratiske tavler opp mot 10 μm (Fig. 2). **Caracolitt**, **hydrocerussitt** og **laurionitt** opptrer sammen med peritt og flere uidentifiserte mineraler blandet i hvite til brune skorper direkte på galenitt. **Thenarditt** (hvite, porøse, pulveraktige skorper) er det aller yngste mineralet i denne paragenesen. Mange av disse mineralene (se Tabell 1) inneholder Na og Cl og er med overveiende sannsynlighet dannet gjennom reaksjoner mellom sjøvann og galenitt. Cu i cumengeitt stammer fra tetrahedritt. Det er ikke funnet noen primære mineraler med Bi men da peritt er vanlig som skorper langs oktaedriske kløvplan i galenitt kan det tenkes at lameller av et mineral med Bi ble avblandet langs disse planene og deretter omdannet av sjøvann.

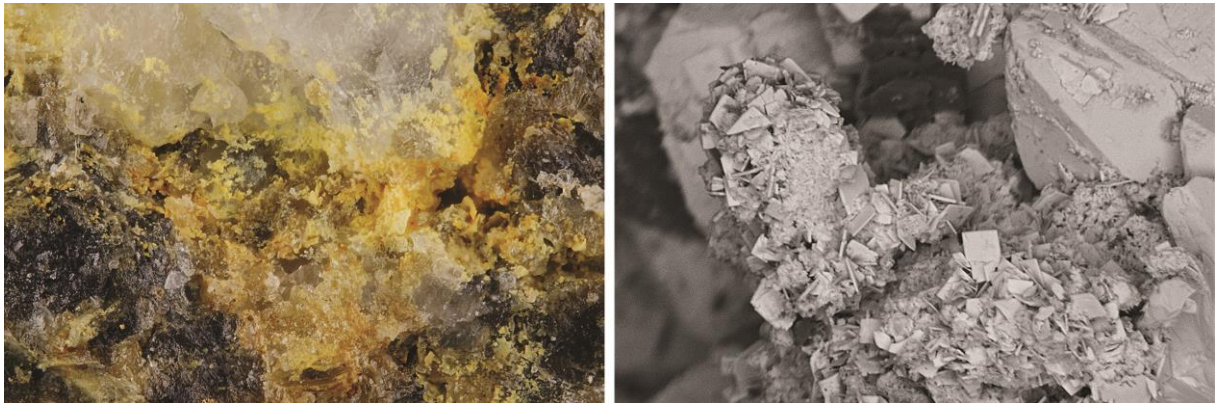


Fig. 1 (venstre). Gule skorper av peritt i hulrom rundt oksidert galenitt, Hundholmen. Bildebredde 2 mm. Foto: OT Ljøstad.

Fig. 2 (høyre). Tetragonale plater av peritt i hulrom rundt oksidert galenitt, Hundholmen.

I ytтроfluoritt

Ytтроfluoritt er ikke uvanlig i tippaugene på Hundholmen (det anslås at den samlede mengde er i størrelsesorden flere tonn), og flere typer med karakteristisk mineralinnhold opptrer (se Husdal 2008) for detaljer):

- I en type *ytтроfluoritt* rik på hundholmenitt-(Y) og allanitt-(Ce) og til dels perbøeitt-(Ce) (typematerialet for både hundholmenitt-(Y) og perbøeitt-(Ce) stammer fra denne typen) finner man i enkelte soner små hulrom med følgende mineraler:
 - o **Cayalsitt-(Y)** danner gjennomsiktige, rosa, tavleformete til prismatiske krystaller (Fig. 3) mens **rowlanditt-(Y)** (med Fe:Mg = 3:1) opptrer som blekt grågrønne prismer (Fig. 4), begge opp mot 1 mm i lengste dimensjon. Kun et fåtall krystaller av hvert av disse mineralene er funnet.



Fig. 3. Prismatiske krystaller av cayalsitt-(Y) med globulære aggregater av lusernaitt-(Y) i hulrom i ytтроfluoritt, Hundholmen.

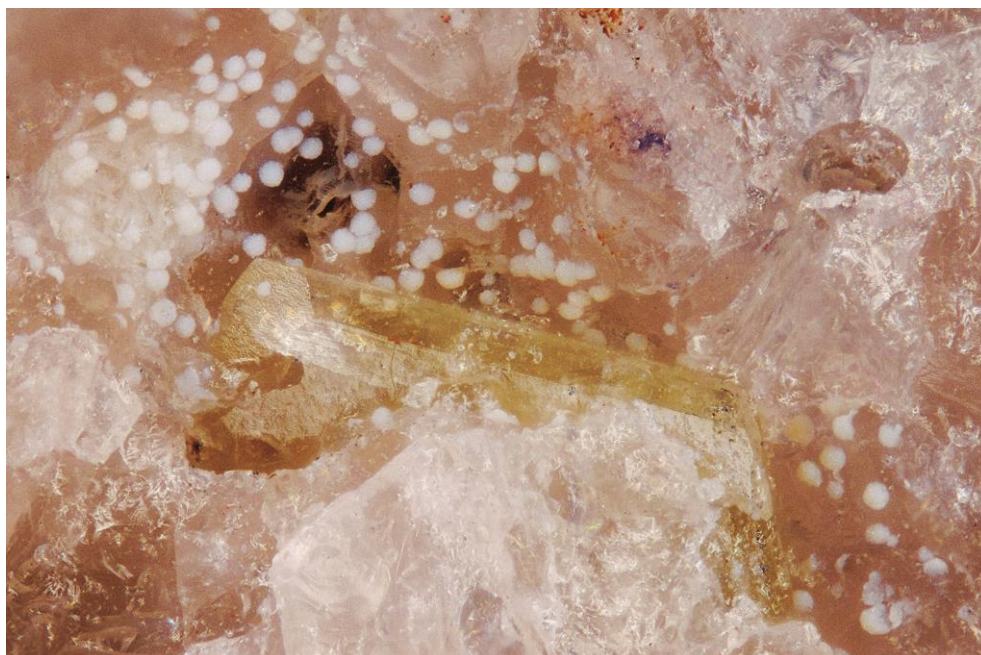


Fig. 4. Grågrønn krystall av rowlanditt-(Y) med hvite aggregater av lusernaite-(Y) i hulrom i yttrifluoritt, Hundholmen. Bildebredde 1,39 mm. Foto: OT Ljøstad.

- **Thomasclarkitt-(Y)** er vanligere i disse hulrommene, og danner fargeløse, pseudotetragonale, tavleformede krystaller opp mot 0,4 mm (Fig. 5). Mineraliet er også funnet som hvite skorper av små plater i sprekker i andre typer yttrifluoritt og kan da være vanskelig å skille visuelt fra den langt vanligere adamsitt-(Y). Analyse vha SEM/EDS gir $\text{Na}_{4,3}\text{Y}_{3,2}\text{Ce}_{1,7}\text{La}_{0,8}\text{Nd}_{0,8}\text{Dy}_{0,3}\text{Yb}_{0,3}\text{Sm}_{0,2}\text{Gd}_{0,2}\text{Er}_{0,2}$. Dette imidlertid usikre data, spesielt for lantanoidene. Det er tydelig at thomasclarkitt-(Y) er mer mottakelig for LREE enn adamsitt-(Y), som typisk har lavere innhold av disse. Dette mønsteret ser man også i typematerialet for de to mineralene (Grice & Gault 1998; Grice *et al.* 2000) og kan sannsynligvis brukes til å skille disse mineralene fra hverandre basert på kun SEM/EDS-data.



Fig. 5. fargeløse krystaller av thomasclarkitt-(Y) med hvit lusernaite-(Y), fra hulrom i yttrifluoritt, Hundholmen. Bildebredde 0,62 mm. Foto: OT Ljøstad.

- **Peritt** i dette materialet danner små, gule prismer med sammensetning $\text{Bi}_{11,6}\text{Sb}_{2,6}\text{Pb}_{15,0}\text{Cl}_{12,9}$ (SEM/EDS) og skiller seg fra peritt assosiert med galenitt ved å inneholde en del Sb. Det er sannsynlig at det er snakk om pseudomorfoser etter et prismatisk Pb-Bi-Sb-sulfosalt.
 - **Synchysitt-(Y)** (blekrosa til gule plater), **calcioancylitt-(Ce)** (rosa, gjennomsiktige, kuleformede aggregater) og **lusernaitt-(Y)** (små, hvite aggregater og skorper) er utbredt i hulrommene.
- Grensesoner mellom *yttrofluoritt* og kvarts/feltspat er ofte definert av små prismer av allanitt-(Ce). I deler av disse sonene er allanittkrystallene helt eller delvis omdannet til grålige til brune pseudomorfoser av muskovitt og **lanthanitt-(Ce)** (Fig. 6).



Fig. 6. Allanitt-(Ce) (svart, til venstre i bildet) delvis omdannet til brunlige pseudomorfoser av muskovitt og lanthanitt-(Ce) (til høyre i bildet), Hundholmen. Bildebredde 5,26 mm. Foto: OT Ljøstad.

- Et utbredt, hvitt mineral, tidligere omtalt som et ukjent Y-Al-F-mineral (Husdal 2011), danner hvite, kuleformete aggregater og skorper av disse i sprekker og på overflaten av mineraler i hulrom i flere typer *yttrofluoritt* (Fig. 4). En XRD-analyse gir god overensstemmelse med data publisert for **lusernaitt-(Y)**, et forholdsvis nylig beskrevet mineral som hittil er kjent fra kun to lokaliteter i Italia. Aggregatene fra Hundholmen når en størrelse på 0,3 mm og viser en konsentrisk sonering av vekselvis hvite og fargeløse soner (Fig. 7). Det antas at soneringen ikke skyldes kjemiske variasjoner, men heller teksturelle forskjeller som gir forskjeller i lysbrytning.

Små mengder av en type *yttrofluoritt* nesten helt uten inneslutninger (kun litt glimmer) inneholder hulrom med rosa masser og krystaller av **iimoriitt-(Y)** på rundt 1 mm. Assosierte mineraler i hulrommene er aggregater av sent dannet, blekrosa bastnäsitt med varierende REE-innhold (SEM/EDS-analyser gir punkter med dominans av både Ce og Y, men analysene er for usikre for en definitiv identifisering) og små, fargeløse kuler av et uidentifisert REE-mineral som gir ukjent røntgendiagram (Pow_767).



Fig. 7. Konsentrisk sonerte aggregater av lusernaitt-(Y) i sprekk i yttrofluoritt, Hundholmen. Bildebredde 1,2 mm. Foto: OT Ljøstad.

Av og til er små korn av chalkopyritt innesluttet i *yttrofluoritt*, og der hvor disse inneslutningene kommer i nærheten av sprekker dannes det blågrønne sekundærmineraler. Svært små, grønne, kuleformete aggregater av **klinoatacamitt** er assosiert med et blått mineral som består av Cu, Cl og F (T-34.32) og som gir ukjent røntgendiagram (Pow_239). Andre mineraler i disse sprekke er adamsitt-(Y), calcioancylitt-(Ce), kamphaugitt-(Y) og lusernaite-(Y).

Fargeløse, radiærstrålige sprekkefyllinger i en krystall av thalenitt-(Y) er identifisert som **kimuraitt-(Y)** (Fig. 8). Minerallet er assosiert med hvit, finfibrig adamsitt-(Y).



Fig. 8. Fargeløse, radiærstrålige aggregater av kimuraitt-(Y) assosiert med hvit, finfibrig adamsitt-(Y) i sprekk i en rosa krystall av thalenitt-(Y), Hundholmen. Bildebredde 12 mm. Foto: OT Ljøstad.

Sekundærminerale etter arsenopyritt og fergusonitt-(Y)

Materiale rikt på arsenopyritt, pyritt og fergusonitt-(Y) dukker innimellom opp i tipphaugen. De tre mineralene danner centimeterstore masser og delvis krystaller i en matriks av kvarts og mikroklin, og materialet er rikt på sprekker med hvite, grå og brune sekundærminerale:

Brune skorper av **beudantitt** er vanlig i materialet. Høy forstørrelse viser at mineralet danner aggregater av prismatiske krystaller i størrelsesorden 10 µm. SEM/EDS-analyser av flere slike aggregater gir Pb:(Fe,Al):As omtrent lik 1:3:1. S-innholdet varierer fra omtrent samme mengde som As til rundt en fjerdedel av As-innholdet, men siden analysene med lite S ikke har tilsvarende økt innhold av As antas det noe lave S-innholdet å skyldes kvantifiseringsproblemer pga. overlapp mellom S og Pb i EDS-spekteret.

Metazeuneritt opptrer som hvite aggregater av tynne plater i meget begrenset mengde i sprekker i fergusonitt-(Y). Ingen primære uranminerale er funnet i dette materialet, men i akkurat disse sprekkefinnes små, hvite pseudomorfoser av et hvitt, amorf Th-oksidd etter thoritt. Det er ikke usannsynlig at thorittkornene opprinnelig hadde noe U som ble mobilisert under omdanningen.

Fergusonitt-(Y) danner både cm-store masser og veldefinerte, prismatiske krystaller opp til noen millimeter inne sluttet i de andre primære mineralene. Der hvor slike krystaller er i kontakt med hulrom har de en gulbrun skorpe av **fergusonitt-(Y)-β**.

Et nytt **Th-F-S-O-mineral** danner fargeløse, linjalformete krystaller opp mot 30 µm lengde (Fig. 9). Mineralet er funnet i svært små mengder på kun en prøve, og sitter rundt et fluorittkorn i en sprekke i fergusonitt-(Y). SEM/EDS-analyser av flere krystaller gir konsistent en sammensetning med Th:F:S = 2:3:1 i tillegg til oksygen, en kombinasjon av grunnstoffer som ingen kjente minerale har. Siden mineralet er assosiert med anglesitt og beudantitt er det sannsynlig at det er et sulfat.

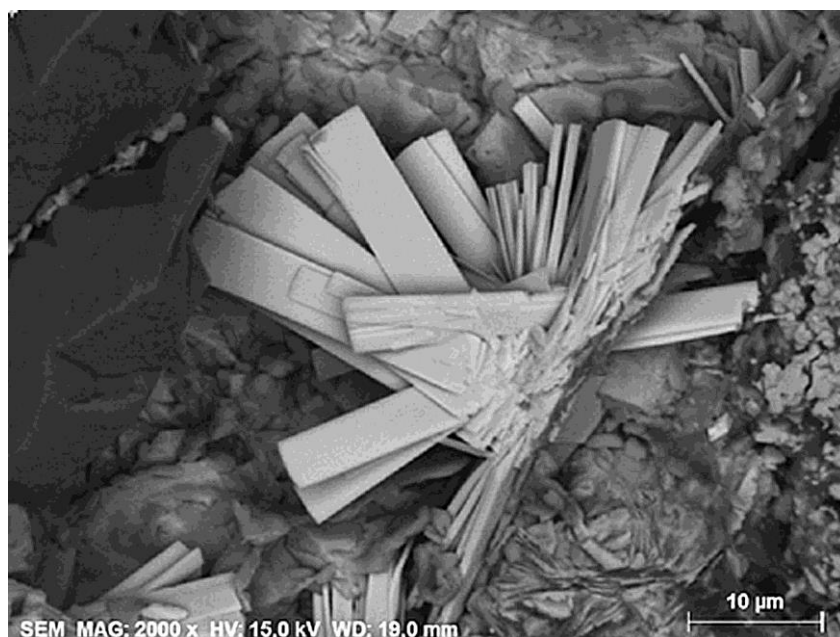


Fig. 9. Aggregat av et nytt Th-F-S-mineral i sprekke i fergusonitt-(Y), Hundholmen.

Andre mineraler i dette materialet er **anglesitt** (små fargeløse, plateformete krystaller) (**covellin** (blåsvart, metallisk skorpe), **mimetitt** (små prismer i hulrom), **sfaleritt** (små, gule korn) og **chernovitt-(Y)** (tynn, hvit skorpe i hulrom).

Uricitt danner et lite område med hvitt pulver og aggregater av fargeløse prismer på overflaten av en bit fra denne paragenesen. Det er meget sannsynlig at den er dannet gjennom utfelling fra fugleekskremerter.

Andre parageneser

Natrojarositt (oransje, globulære aggregater) og **rozenitt** (meget tynn, hvit skorpe) opptrer som sekundærmineraler i sprekker i en bit med massiv pyritt.

Kainositt-(Y) er ikke alt for sjeldent i materialet fra Hundholmen, og opptrer stort sett som unnselige, skorper og sprekkefyllinger. Et unntak er en bit hvor kainositt-(Y) danner gjennomsiktige, fargeløse prismatiske krystaller opp mot 7 mm i hulrom i en matriks rik på synchysitt-(Y), muskovitt, chamositt og mørkt fiolett fluoritt.

Sideritt opptrer som centimeterstore spaltestykker i prøver som ellers består av kalsitt, synchysitt-(Y) og gadolinit.

Anatas danner små, svarte dipyamider i hulrom med schörl, luinaitt-(OH) og chamositt.

Bismutitt danner, sammen med peritt, gule, pulveraktige pseudomorfoser etter et ubestemt mineral i feltspat.

Reaksjoner med sjøvann

Mange av disse mineralene inneholder Na og/eller Cl, og det er liten tvil om at i alle fall de fleste av disse mineralene har oppstått under påvirkning av sjøvann. Pegmatittbruddet er rundt 60 meter dypt og starter kun noen få meter over høyvannsnivået. Minste avstand mellom pegmatitten og høyvannsnivå er kun 10 meter. En kartskisse er vist i Foslie (1941, s. 237). I tillegg har havet stått betydelig høyere i tiden etter siste istid. Den marine grense ligger rundt 100 moh i dette området. Berggrunnen i området er også betydelig oppsprukket, noe som bevitnes av den utstrakte benkingen i åssiden like sør for bruddet. Siden Hundholmen ligger på nordsiden av en fjellrygg og altså på lesiden av hovedretningen for isbevegelsen kan det tenkes at både frostsprengning og flakdannelse pga. trykkavlastning har ført til dannelse av disse sprekke. Det er ikke utenkelig at sjøvann har klart å trenge inn langs disse sprekke og reagere med pegmatittmineralene. På den annen side er det et faktum at tippmaterialet som inneholder disse mineralene ble dumpet i tidevannssonen og blir dekket av sjøvann noen timer to ganger i døgnet, så det er heller ikke utenkelig at mineraldannelsen har skjedd etter driften. Noen av mineralene danner pulveraktige skorper av svært små krystaller (som peritt og laurionitt) som kan tyde på en rask dannelse, mens andre igjen (adamsitt og fosgenitt) danner millimeterstore, velformete krystaller som indikerer mer stabile dannelsesforhold over lengre tid. Mengden adamsitt-(Y) varierer veldig fra prøve til prøve. På noen prøver forekommer mineralet rikelig (spesielt i forbindelse med porøs og delvis oppløst *ytrofluoritt*), mens andre prøver er helt uten. Det er lettere å se for seg at slike variasjoner skyldes lokale forskjeller i pegmatitten enn lokale forskjeller i tippaugen.

Tabell 1. Nyfunn fra Hundholmen

Mineral	Kjemisk formel (IMA)	Analysar
Anatas	TiO ₂	SXRD U. Kolitsch
Anglesitt	PbSO ₄	T-32.58
Beudantitt	PbFe ³⁺ ₃ (AsO ₄)(SO ₄)(OH) ₆	Pow_552; T-32.63
Bismutitt	Bi ₂ O ₂ (CO ₃)	Pow_381
Caracolit*	Na ₂ (Pb ₂ Na)(SO ₄) ₃ Cl	Pow_355
Cayalsitt-(Y)	CaY ₆ Al ₂ Si ₄ O ₁₈ F ₆	Pow_98; T-36.4
Cerussitt	PbCO ₃	Pow_718
Chernovitt-(Y)	YAsO ₄	Pow_507
Cumengeitt*	Pb ₂₁ Cu ₂₀ Cl ₄₂ (OH) ₄₀ ·6H ₂ O	Pow_479; T-38.5
Fergusonitt-(Y)-β	YNbO ₄	Pow_506; T-21.3
Fosgenitt	Pb ₂ (CO ₃)Cl ₂	Pow_160; T-38.7
Hydrocerussitt	Pb ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	Pow_716
Iimoriitt-(Y)	Y ₂ (SiO ₄)(CO ₃)	Pow_761; T-36.35
Kainositt-(Y)	Ca ₂ Y ₂ (SiO ₃) ₄ (CO ₃)·H ₂ O	Pow_129; T-31.30
Kimuraitt-(Y)	CaY ₂ (CO ₃) ₄ ·6H ₂ O	Pow_298; T-35.27
Klinoatacamitt*	Cu ₂ Cl(OH) ₃	Pow_240; T-34.33
Lanthanitt-(Ce)*	Ce ₂ (CO ₃) ₃ ·8H ₂ O	Pow_290; T-23.110
Laurionitt*	PbCl(OH)	Pow_160
Lusernaitt-(Y)*	Y ₄ Al(CO ₃) ₂ (OH,F) ₁₁ ·6H ₂ O	Pow_127; T-23.313
Metazeuneritt*	Cu(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ ·8H ₂ O	Pow_90; T-36.21
Mimetitt	Pb ₅ (AsO ₄) ₃ Cl	Pow_505; T-37.21
Natrojarositt	NaFe ³⁺ ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	Pow_627; T-36.100
Peritt*	PbBiO ₂ Cl	Pow_110; T-36.97
Rowlanditt-(Y)	Fe ²⁺ Y ₄ (Si ₂ O ₇) ₂ F ₂	Pow_101; T-36.3
Rozenitt	Fe ²⁺ (SO ₄)·4H ₂ O	Pow_628; T-38.123
Sfaleritt	ZnS	Pow_357
Tetrahedritt	Cu ₆ [Cu ₄ (Fe,Zn) ₂]Sb ₄ S ₁₃	T-38.5
Thenarditt	Na ₂ (SO ₄)	Pow_201; T-19.1
Thomasclarkitt-(Y)*	NaY(HCO ₃)(OH) ₃ ·4H ₂ O	Pow_291; T-39.3
Uricitt*	C ₅ H ₄ N ₄ O ₃	T-9.73; SXRD U. Kolitsch

Pow = røntgendiffraksjonsanalyser med Gandolfi-metoden. T = analyser vha SEM/EDS

* = rapportert for første gang for Norge

Utthevet skrift = nyfunn for Tysfjord-pegmatittene

Stetind

Stetindpegmatitten har gjort seg bemerket med å være typelokalitet for hele syv mineraler, alle funnet i bemerkelsesverdig mineralrik *yttrofluoritt*. Det eneste nyfunnet nå fra *yttrofluoritt* er **lusernaitt-(Y)**, som på samme måte som i Hundholmen danner små, hvite, kuleformete aggregater på andre mineraler i hulrom i *yttrofluoritt* (Fig. 11). Synchronitt-(Y) opptrer på samme måte, men danner gjerne større aggregater og mer sammenhengende skorper. I tillegg er det ved høy forstørrelse mulig å se plateformete enkeltkrystaller av synchronitt-(Y). Hvis hulrommene i materialet inneholder så mye lusernaitt-(Y) at det dekker over de andre mineralene er det mulig å fjerne det med litt fortynnet saltsyre.

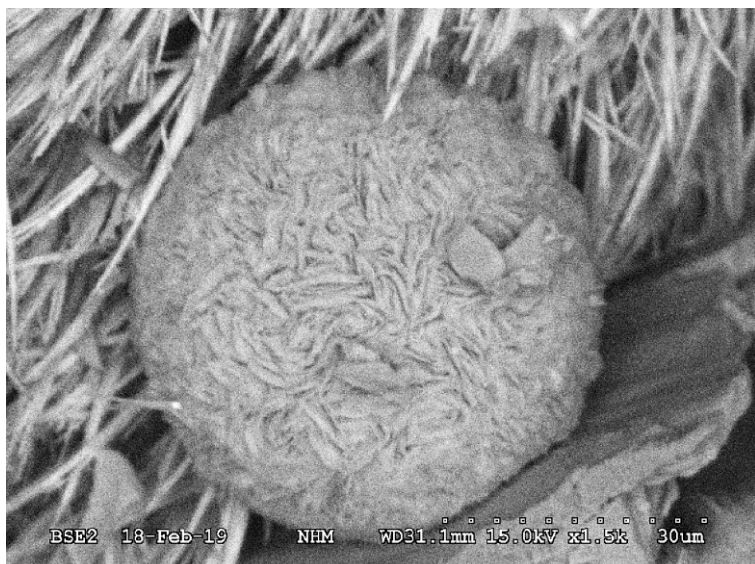


Fig. 11. Kuleformet aggregat av lusernaitt-(Y) fra hulrom i ytтроfluoritt fra Stetind. Det fibrige mineralet er et nytt Y-REE-F-silikat

Grønn **duftitt** og hvit til blekbrun **mimetitt** opptrer i små mengder som massive eller pulveraktige sekundærmineraler rundt korn av tetrahedritt i feltspat.

Uricitt danner en skorpe av små, hvite, ugjennomsiktige prismer i en sprekk og delvis i hulrom i ytтроfluoritt. Krystallene danner radiærstrålige aggregater og dekker et område på 2 x 5 mm. Det er helt klart at mineralet har krystallisert i en sprekk og ikke på overflaten av biten. Selve ytтроfluoritt-biten er 4 x 3 x 1 cm stor, og alle overflatene er forholdsvis friske og gir ingen indikasjoner på å ha vært eksponert før oppknusing under innsamling. Uricittskorpen virker ren, og inneholder ingenting annet enn enkelte mineralfragmenter fra ytтроfluoritt-matriksen. Dette er et organisk mineral som i mange tilfeller dannes gjennom utfelling fra fugleekskremitter; sannsynligvis er det samme dannelsesmekanisme som har dannet mineralet i Stetind selv om det ikke er noe ved selve prøven som indikerer dette.

Tabell 2. Nyfunn fra Stetind.

Mineral	Kjemisk formel (IMA)	Analysen
Duftitt*	$PbCu(AsO_4)(OH)$	Pow_349
Lusernaitt-(Y)*	$Y_4Al(CO_3)_2(OH,F)_{11} \cdot 6H_2O$	T-34.108
Mimetitt	$Pb_5(AsO_4)_3Cl$	Pow_235; T-21.91
Uricitt*	$C_5H_4N_4O_3$	Pow_368; T-22.87

Pow = røntgendiffraksjonsanalyser med Gandolfi-metoden. T = analyser vha SEM/EDS

* = rapportert for første gang for Norge

Uthevet skrift = nyfunn for Tysfjord-pegmatittene

Hellemobotn

Denne pegmatitten ligger ikke i selve Hellemobotn, men omtrent 600 moh, på kanten der fjellområdet vest for Hellemobotn stuper ned i Hellemofjorden. Beliggenheten er spektakulær, men selve pegmatitten kan ikke påstås å være det samme. Det er en smal gang, rundt en halv meter på det

bredeste, som kan følges noen titalls meter før den kiler ut. De bergartsdannende mineralene er de samme som i tennvatnpegmatitten: kvarts, mikroklin (var. *amazonitt*), «biotitt» og albitt (var. *cleavelanditt*), men med en dårligere utviklet sonering og tekstur. De aksessoriske mineralene er stort sett assosiert med *cleavelanditt*, og finnes i hulrom mellom *cleavelanditt*-individene (Tabell 3):

Opp mot 1 cm store korn av gedigent vismut er ofte delvis omdannet til hvite og gråbrune, pulveraktige sekundærmineraler som **anglesitt**, **bismutitt** og **zavaritskitt**. I tillegg gir XRD-opptaket et røntgendiffraktogram som passer med både bismocclitt (BiOCl) og daubréitt (BiO(OH)). Disse to medlemmene i matlockittgruppen er vanskelige å skille fra strukturdata alene, og siden disse sekundærmineralene i hellemobotnpegmatitten opptrer sammenblandet med andre mineraler er det vanskelig å få gode analyser av klorinnholdet. Zavaritskitt (BiOF), F-analogen til bismocclitt og daubréitt, har et unikt røntgendigram og lar seg lett identifisere fra Pow_337. I tillegg gir T-38.30 et Bi:F:Cl-forhold på 6:4:1.

Segnititt danner meget tynne, hvite skorper i hulrom i en porøs krystall av **spessartin**. Mineralen gir et røntgendiffraksjonsopptak som passer med mineralene i alunittsupergruppen, og en SEM/EDS-analyse gir $Pb_{4,3}Fe_{12,5}Al_{1,3}As_{7,7}S_{0,3}$. Andre mineraler i denne paragenesen er gule skorper av **mimetitt** og fargeløse, gjennomsiktige, millimeterstore plater av **bertranditt**.

Andre nyfunn fra Hellemobotn er grågrønn **anatas**, gråsvart **ilmenitt** og gulbrun **monazitt-(Ce)**, alle som millimeterstore krystaller i hulrom. **Thoritt** og **zirkon** danner henholdsvis gule og brune, små korn mens et brunt, pulveraktig mineral er identifisert som **goethitt**.

Tabell 3. Nyfunn fra Hellemobotn.

Mineral	Kjemisk formel (IMA)	Analyser
Anatas	TiO ₂	Pow_727; T-38.64
Anglesitt	Pb(SO ₄)	Pow_639
Bertranditt	Be ₄ Si ₂ O ₇ (OH) ₂	Pow_656
Bismocclitt/daubréitt	(BiOCl)/(BiO(OH))	Pow_337
Bismutitt	Bi ₂ O ₂ (CO ₃)	Pow_658
Goethitt	FeO(OH)	Pow_649
Ilmenitt	Fe ²⁺ Ti ⁴⁺ O ₃	T-39.31
Mimetitt	Pb ₅ (AsO ₄) ₃ Cl	Pow_655
Monazitt-(Ce)	Ce(PO ₄)	Pow_665; T-38.62
Segnititt*	PbFe ³⁺ ₃ (AsO ₄)(AsO ₃ OH)(OH) ₆	Pow_654; T-39.36
Spessartin	Mn ²⁺ ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	T-38.56
Thoritt	Th(SiO ₄)	Pow_722; T-23.224
Zavaritskitt*	BiOF	Pow_337; T-38.30
Zirkon	Zr(SiO ₄)	T-38.57

Pow = røntgendiffraksjonsanalyser med Gandolfi-metoden. T = analyser vha SEM/EDS

* = rapportert for første gang for Norge

Uthevet skrift = nyfunn for Tysfjord-pegmatittene

Tennvatn

De fleste nyfunnene fra Tennvatn opptrer i forbindelse med aggregater av galenitt og (Cu-)Pb-Bi-sulfosalter. Selv om de indre delene er friske og har de primære mineralene intakte, kjennetegnes disse

aggregatene av betydelig oksidering og en bred sone av fargeløse, hvite, gule, blå og grønne sekundærmineraler, hovedsakelig cerussitt, anglesitt og bismutitt, men også wulfenitt, hydrocerussitt, svovel, bismoclit, mimetitt og fosgenitt. Nyfunnene fra Tennvatn er vist i Tabell 5.

Cu- og Cd-holdig **cannizzaritt** danner tynne, krystallografisk orienterte avblandingslameller i galenitt og gir denne oktaedrisk spaltning. En SEM/EDS-analyse gir $Cd_{2,3}Cu_{4,4}Pb_{11}Bi_{13}S_{30}$.

Lyst grå, metalliske, grovfibrige masser gir røntgendiagrammer likt **aikinitt-bismutinittserien**, og SEM/EDS-analyser av forskjellige korn gir betydelig variasjon i innholdet av Cu, Pb og Bi. Det er ikke mulig å med sikkerhet si hvilke av medlemmene i serien som finnes i Tennvatnpegmatitten uten mer nøyaktige kjemiske analyser.

Sent dannede, hvite pulveraktige masser og skorper er vanlig i materialet. XRD av en skorpe på anglesitt i et hulrom i galenitt gir et røntgendiagram som passer meget bra med **susannitt**. Det bør bemerkes at leadhillitt, som strukturmessig skiller seg fra susannitt kun ved forskjellig orientering av sulfatgrupper, har et meget likt røntgendiffraktogram, og kun små detaljer skiller disse to. Høy forstørrelse (Fig. 12) viser at skorpen består av aggregater av små, heksagonale plater. XRD-analyse av en tykk, hvit, pulveraktig skorpe (Pow_316) viser at denne består av en blanding av hydrocerussitt og susannitt.

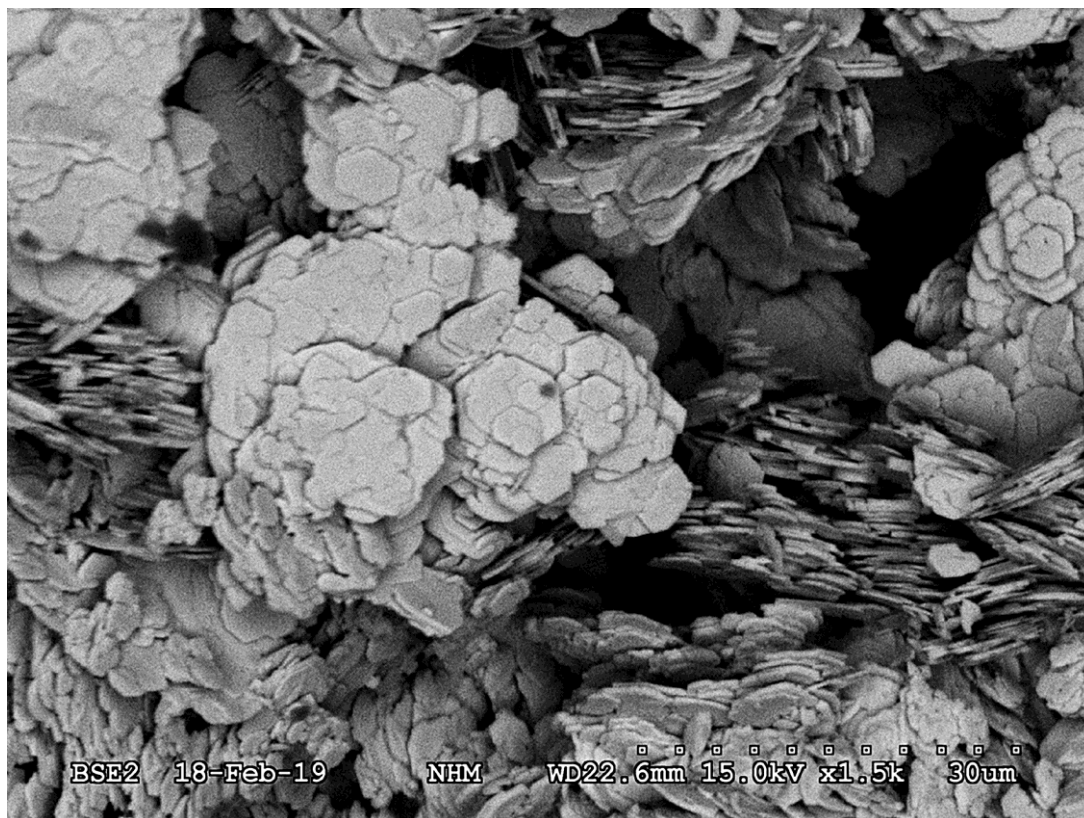


Fig. 12. Aggregat av plateformet susannitt fra hulrom i oksidert galenitt, Tennvatn.

Det kanskje mest overraskende sekundærmineralet blant nyfunnene er **fassinitt**, et av få mineraler med tiosulfationer ($S_2O_3^{2-}$). Det danner fargeløse, gjennomsiktige prismer i oppløsningshulrom i galenitt, og er assosiert med eldre, avrundete, krystaller av svovel og små krystaller av yngre susannitt

(Fig. 13). Denne paragenesen er dannet gjennom gradvis oksidasjon av S i galenitt, hvor oksidasjonstallet til S trinnvis øker fra galenitt via svovel og fassinaitt til susannitt (Tabell 4). Fassinaitt er likt anglesitt både i utseende og kjemi og vil nok med røntgenundersøkelser kunne påvises i flere forekomster, spesielt der svovel opptrer sekundært etter galenitt.

Tabell 4. Oksidasjonstall for S i utvalgte mineraler fra Tennvatn.

Mineral	Kjemisk formel (IMA)	Oksidasjonstall for S
Fassinaitt	$\text{Pb}_2(\text{CO}_3)(\text{S}_2\text{O}_3)$	+2 (gjennomsnitt)
Galenitt	PbS	-2
Svovel	S_8	0
Susannitt	$\text{Pb}_4(\text{SO}_4)(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	+6

Peritt danner, sammen med bismutitt og anglesitt, grønnlige pseudomorfoser etter sulfosalter, og i tillegg små, kvadratiske plater (< 10 μm) av samme type som i Hundholmen.

Antleritt opptrer som blekgroenne skorper på Cu-holdige sulfosalter.

Gips danner, sammen med anglesitt, hvite skorper på galenitt.



Fig. 13. Prismatiske krystaller av fassinaitt i hulrom i oksidert galenitt, Tennvatn. Bildebredde 1,2 mm. Foto: OT Ljøstad.

Andre parageneser

Bertranditt danner fargeløse sprekkefyllinger i massiv, blekgrønn beryll. **Anatas** danner små, brungule vifter og er dannet ved omvandling av asbecasitt. Andre sekundærmineraller i denne paragenesen er chernovitt-(Y), hingganitt-(Y) og titanitt. Hvite skorper på et metamikt (Mn,Fe)-Y-(Sb,As)-(Nb,Ti)-oksid (Raade & Husdal 2010) består av **rutil** blandet med noen uidentifiserte mineraler.

Mulig nye mineraler

Gibbsitt-lignende mineral

Hvite, pulveraktige masser og skorper sent avsatt i hulrom mellom *cleavelanditt*-plater gir ved SEM/EDS-analyser kun Al, O og F (Al:F omtrent lik 3:1). XRD gir et pattern som ligner mye på det ubeskrevne mineralet «UM-1990-28-OHF:Al», også omtalt som et F-holdig, gibbsitt-lignende mineral av Jambor *et al.* (1990).

NH₄-Cu-endeledd i picromerittgruppen

Et mineral som sammen med antleritt danner blekgrønne skorper på Cu-Pb-Bi-sulfosalter gir et røntgendiffraktogram ikke ulikt mineralene i picromerittgruppen, en gruppe sulfater med generell formel A₂M(SO₄)₂·6H₂O hvor A = K⁺ eller NH₄⁺ og M = Mg²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺ eller Ni²⁺. SEM/EDS-analyser av materialet fra Tennvatn gir Cu, S og O og en liten topp for N (som er vanskelig å detektere med SEM/EDS), og indikerer at det er det hittil ubeskrevne endeledet (NH₄)₂Cu(SO₄)₂·6H₂O.

Tabell 5. Nyfunn fra Tennvatn.

Mineral	Kjemisk formel (IMA)	Analyser
Anatas	TiO ₂	Pow_191; T-9.34
Antleritt*	Cu ²⁺ ₃ (SO ₄)(OH) ₄	Pow_320; T-38.1
Bertranditt	Be ₄ Si ₂ O ₇ (OH) ₂	Pow_466
Cannizzaritt*	Pb ₈ Bi ₁₀ S ₂₃	Pow_170; T-38.51
Chalkantitt	Cu(SO ₄)·5H ₂ O	Pow_109
Fassinaitt*	Pb ₂ (CO ₃)(S ₂ O ₃)	Pow_192
Gips	Ca(SO ₄)·2H ₂ O	Pow_463
Peritt*	PbBiO ₂ Cl	Pow_315; T-38.36
Rutil	TiO ₂	Pow_325
Susannitt*	Pb ₄ (SO ₄)(CO ₃) ₂ (OH) ₂	Pow_638
«UM-1990-28-OHF:Al»	Al(OH,F) ₃	Pow_332; T-38.27
«NH ₄ -Cu-picromeritt»	(NH ₄) ₂ Cu(SO ₄) ₂ ·6H ₂ O	Pow_193; T-38.1

Pow = røntgendiffraksjonsanalyser med Gandolfi-metoden. T = analyser vha SEM/EDS

* = rapportert for første gang for Norge

Uthevet skrift = nyfunn for Tysfjord-pegmatittene

Drag

Områdebetegnelsen Drag omfatter rundt 20 pegmatittbrudd i et område på ca. 6 kvadratkilometer mellom Tysfjorden og E6. Et oversiktskart over bruddene finnes i Husdal (2008). Nyfunn fra Drag er vist i Tabell 6.

Aplowitt og **rozenitt** opptrer i tippmateriale fra Nedre Lapplægeret, og danner hvite til rosa, kuleformede aggregater på overflaten av prøver med ufrisk arsenopyritt og gråhvite skorper av skoroditt. Mineralene er vannløselige og sent dannet, sannsynligvis etter driften. Det er som forventet en klar sammenheng mellom farge og Co-innhold; de mest rosa aggregatene er ren aplowitt, mens de blekrosa har lite Co og er rozenitt. Noen aggregater har farger og sammensetninger mellom ytterpunktene, men omtrent like celledimensjoner og røntgendiagrammer gjør det umulig å avgjøre om det er blandbarhet eller bare veldig finkornete blandinger. Aggregatene er ofte noe dårlig definerte og oppsprukket og av og til omdannet til et porøst pulver. Aplowitt er kjent som et dehydreringsprodukt av mer hydrerte faser som moorhouseitt (Jambor & Boyle 1965) så det kan tenkes at dette opprinnelig og i en fuktig periode krystalliserte som en mer hydrert fase som senere tørket ut til aplowitt og rozenitt. En SEM/EDS-analyse (T-38.50) av et tilfeldig arsenopyrittfragment fra materialet ga ca. 5 at.% Co (som gir Co:Fe = 1:6).

Gule, pulveraktige sprekkefyllinger i en prøve med kvarts samlet fra fast fjell nært grensesonen av Nedre Eivollen består av **metastudtitt** med mindre mengder **fourmarieritt** og **studtitt** (Fig. 14). Andre mineraler i disse sprekkefyllingene er små aggregater av gul til blekgrønn **uranofan** og fargeløse prismer av **stilbitt-Ca**. Prøven inneholder ingen primære mineraler som kan være kilden til U.

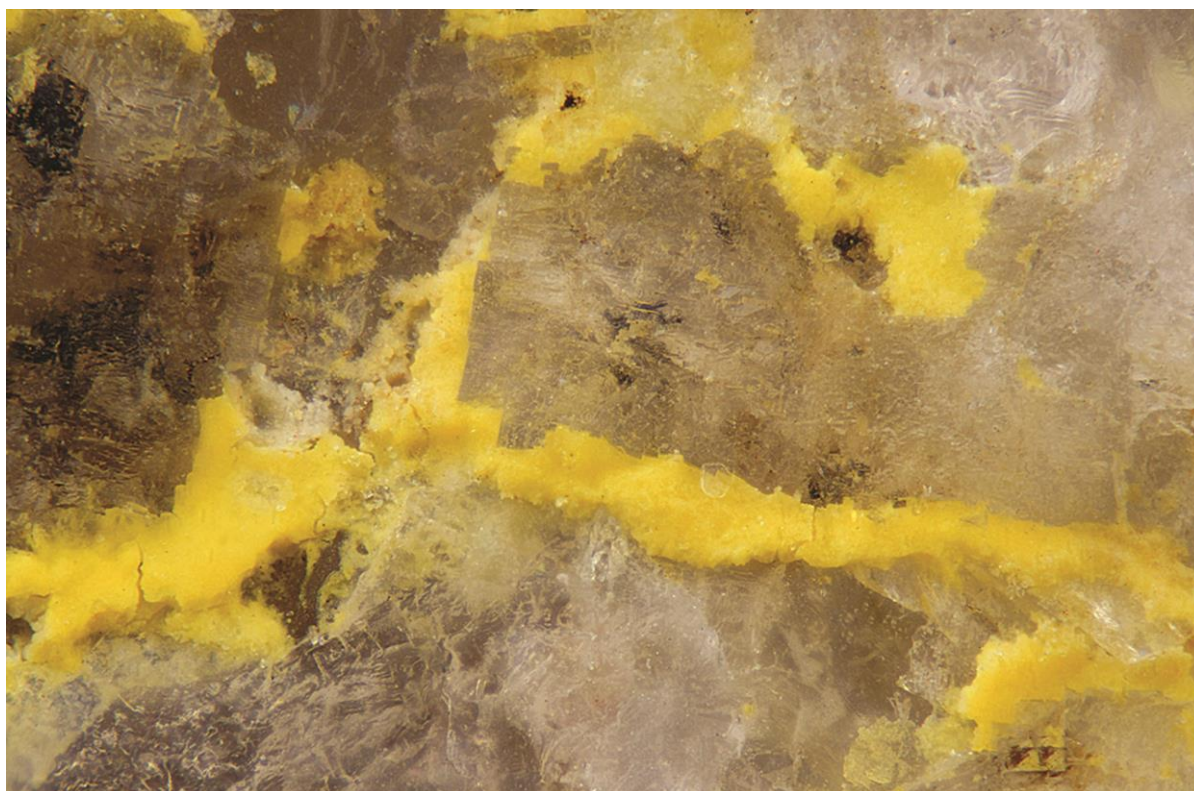


Fig. 14. Gule skorper av metastudtitt og mindre mengder studtitt og fourmarieritt i sprekke i kvarts, Nedre Eivollen, Drag. Bildebredde 1,1 mm. Foto: OT Ljøstad.

Vigezzitt danner hvite sprekkefyllinger i desimeterstore aggregater av columbitt-Fe fra Erlinggruva. Assosierte mineraler i sprekkefyllingene er Y-rik milaritt og et uidentifisert Ca-Y-silikat.

I 1970 ble bavenitt identifisert av Petr Černý på en prøve med blå beryll fra Nedre Lapplægeret (Roy Kristiansen, pers. medd. 2008) men det er ikke kjent hvilke analysemetoder som ble brukt. SEM/EDS-analyse av en fargeløs sprekkefylling i blekgrønn beryll fra Nedre Lapplægeret gir sammensetningen $\text{Ca}_{8,3}\text{Al}_{1,2}\text{Si}_{19}$ som er godt innenfor definisjonen av **bohseitt** (grensen mellom bavenitt og bohseitt er satt ved $\text{Ca}:\text{Al} = 4:1$). Det er sannsynlig at det opprinnelige funnet ble identifisert kun gjennom røntgendiffraksjon og at det også var bohseitt (som ikke var beskrevet i 1970). Det er dermed usikkert om bavenitt opptrer i pegmatittene i Tysfjordområdet.

Aluminoceritt-(Ce) danner små, rosa, kuleformede aggregater i hulrom i en matriks rik på allanitt-(Ce), gadolinit-(Y) og britholitt-(Y)/fluorbritholitt-(Y) funnet i et lite pegmatittbrudd like ved Treldebakkgruva, nord for Øvre Lapplægeret. Assosierte mineraler i hulrommene er hvit kainositt-(Y) og et hvitt Y-karbonat som sannsynligvis er teneritt-(Y). Denne paragenesen er svært lik den man finner i pegmatitten i Lagmannsvik.

Tabell 6. Nyfunn fra Drag.

Mineral	Kjemisk formel (IMA)	Analyser
Aluminoceritt-(Ce)	$(\text{Ce}, \text{REE}, \text{Ca})_9(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})(\text{SiO}_4)_3[\text{SiO}_3(\text{OH})]_4(\text{OH})_3$	Pow_114; T-34.80
Apłowitt*	$\text{Co}(\text{SO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Pow_247; T-37.24
Bohseitt	$\text{Ca}_4\text{Be}_4\text{Si}_9\text{O}_{24}(\text{OH})_4$	T-34.24
Fourmarieritt	$\text{Pb}_{1-x}\text{O}_{3-2x}(\text{UO}_2)_4(\text{OH})_{4+2x} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Pow_203
Metastudtitt*	$\text{UO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Pow_203; T-21.194
Rozenitt	$\text{Fe}^{2+}(\text{SO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Pow_247; T-37.28
Studtitt	$(\text{UO}_2)(\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Pow_203; T-21.194
Vigezzitt*	$(\text{Ca}, \text{Ce})(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2\text{O}_6$	Pow_370; T-38.22

Pow = røntgendiffraksjonsanalyser med Gandolfi-metoden. T = analyser vha SEM/EDS

* = rapportert for første gang for Norge

Uthevet skrift = nyfunn for Tysfjord-pegmatittene

Takk

Følgende personer har bidratt til denne artikkelen og fortjener en stor takk: OT Ljøstad har tatt fargebildene, mens Henrik Friis og Eirini Zacharaki ved NHM i Oslo har vært til stor hjelp under analysearbeidet. Astrid Haugen og Peter Andresen har latt meg undersøke noen av prøvene de har samlet i forekomstene, og Roy Kristiansen har meddelt opplysninger om bavenitt fra Nedre Lapplægeret. Uwe Kolitsch analyserte anatas og uricitt fra Hundholmen.

Referanser

- Foslie, S. (1941): Tysfjords geologi. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart Tysfjord. Norges Geologiske Undersøkelse **149**, 298 s. + 16 plansjer + geologisk kart.
- Grice, J. D., Gault, R.A., Roberts, A.C. & Cooper, M.A. (2000): Adamsite-(Y), a new sodium-yttrium carbonate mineral species from Mont Saint-Hilaire, Quebec. *The Canadian Mineralogist* **38**, 1457-1466.

- Grice, J.D. & Gault, R.A. (1998): Thomasclarkite-(Y), a new sodium-rare-earth-element bicarbonate mineral species from Mont Saint-Hilaire, Quebec. *The Canadian Mineralogist* **36**, 1295-1301.
- Husdal, T. (2008): The minerals of the pegmatites within the Tysfjord granite, northern Norway. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **38**, 5-28.
- Husdal, T. (2011): På jakt etter nye mineraler. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **46**, 88-98.
- Husdal, T., Müller, A., Olerud, S. & Thorsen, Ø. (2017): Pegmatites of the Tysfjord-Hamarøy area, northern Norway. In Müller *et. al.* (2017): Norwegian pegmatites. Tysfjord-Hamarøy, Evje-Iveland, Langesundsfjord. *Geological Society of Norway, Geological Guides* **6-2017**, 3-47.
- Jambor, J.L. & Boyle, R.W. (1965): Moorhousite and aplowite, new cobalt minerals from Walton, Nova Scotia. *The Canadian Mineralogist* **8**, 166-171.
- Jambor, J.L., Sabina, A.P., Ramik, R.A. & Sturman, B.D. (1990): A fluorine-bearing gibbsite-like mineral from the Francon quarry, Montreal, Quebec. *The Canadian Mineralogist* **28**, 147-153.
- Raade, G. & Husdal, T. (2010): Chemical composition of a metamict (Mn,Fe)-Y-(Sb,As)-(Nb,Ti) oxide mineral from the Tennvatn amazonite pegmatite, Sørfold, Nordland, north Norway. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **43**, 81-87.

New mineral discoveries from the Larvik Plutonic Complex, southern Norway

Tomas Husdal¹, Fabrice Dal Bo¹, Henrik Friis¹, Svein-Arne Berge²,
Ole-Torstein Ljøstad³ and Peter Andresen⁴

¹Natural History Museum, University of Oslo, PO Box 1172 Blindern, N-0318 Oslo, Norway

²Hegnaveien 57, N-3235 Sandefjord, Norway

³Elgveien 30, N-2406 Elverum, Norway

⁴Solumgata 7, N-3733 Skien, Norway

Introduction

The Larvik Plutonic Complex (LPC) in Norway comprises a series of plutons mainly of monzonitic composition, formed during Permian rifting in the Oslo area in southern Norway. The monzonites host a large number of syenitic pegmatites known for their mineral diversity and in particular the many Be minerals (Larsen 2010). The most recent list has 226 unique mineral species including 26 Be-minerals (Larsen 2018). We here present seven additional species including trimerite, the 27th Be-mineral from the area, as well as chabazite-Na, chernovite-(Y), desclozite, ferriallanite-(Ce), segnitite and vanadinite.

Data were collected at NHM in Oslo and is stored on their computers and can be sent on request. “Pow_...” refers to X-ray powder patterns collected with the Gandolfi method on the single crystal diffractometer. EDS spectra were collected on unpolished material using SEM, and quantified without external standards. The analysed sample of chabazite-Na is in the collection of TH (sample number S-6.53); the three TH/SAB micromounts are in the collection of SAB.

Trimerite, $\text{CaMn}^{2+}_2\text{Be}_3(\text{SiO}_4)_3$

Trimerite was found in a single micromount specimen (sample TH/SAB 20), collected by SAB in the large pegmatite in the Saga I quarry, Mørje, Porsgrunn, in June 1982. It forms massive aggregates of pale yellowish brown plates covering an area of almost 1 x 1 cm in a porous matrix between crystals of analcime (Figs. 1a,b). Individual plates are up to 1 mm in largest dimension and display no external crystal forms. Associated and younger minerals are bertrandite, natrolite and some unidentified, black and white, powdery phases.

Trimerite was identified by EDS (T-38 9) giving (at.%): Si 11.5, Mn 7.6, Ca 3.36, Sr 1.21, Na 0.71. Its XRD pattern (Pow_285) is in good agreement with PDF 00-017-0477 (trimerite). Single-crystal data were collected from a small fragment using $\text{CuK}\alpha$ radiation and refined to $R_1 = 5.6\%$ in the monoclinic space group $P2_1/n$ with $a = 8.1033(1) \text{ \AA}$, $b = 7.6383(1) \text{ \AA}$, $c = 14.0761(1) \text{ \AA}$ and $\beta = 90.002(1)^\circ$. The refinement of the Ca site occupancy indicates a mixed occupancy between Ca, Sr and Na resulting in a site occupancy of $(\text{Ca}_{0.6}\text{Sr}_{0.3}\text{Na}_{0.1})$. The Saga I pegmatite is the first locality of trimerite outside the Filipstad area, Sweden, and the material from Saga differs from the Swedish material in having a significant amount of Sr and Na replacing Ca, giving slightly larger unit-cell dimensions.



Fig. 1a (left). The sample “TH/SAB 20” from the Saga 1 pegmatite. FOV 10.2 mm.

Fig 1b (right). Aggregates of brownish trimerite in sample “TH/SAB 20”. FOV 3.53 mm.

Both photos: OT Ljøstad.

Chabazite-Na, $(\text{Na}_3\text{K})[\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24}] \cdot 11\text{H}_2\text{O}$

The late Jens Andreas Larsen made a significant find of sphaerobrandite in the Johs Nilsen quarry on 1 June 2014. Sphaerobrandite forms white to beige, globular aggregates up to around 0.1 mm in size on rhombohedral calcite and acicular aegirine in cavities in analcime. Chabazite-Na, discovered by OTL, forms colourless pseudorhombohedral up to 0.03 mm in size on the surface of these aggregates (Fig. 2a), directly on the aegirine needles (Fig. 2b) or, in rare cases, on natrolite. Other minerals in this material are analcime, annite, a feldspar, fluorite, hambergite, and stilpnomelane. EDS of chabazite-Na (T-37 1) gives $\text{Na} \gg \text{Ca} > \text{K}$, and an XRD powder pattern (Pow_759), although rather weak due to the small crystal size, is of the chabazite type. This is the first member of the chabazite group found in the LPC. Larsen made a smaller find of sphaerobrandite in the Johs Nilsen quarry in February 2015, here associated with aegirine, analcime, arsenopyrite, calcite, chiavennite, epididymite, a feldspar, and zircon. Chabazite-Na does not occur in this material.

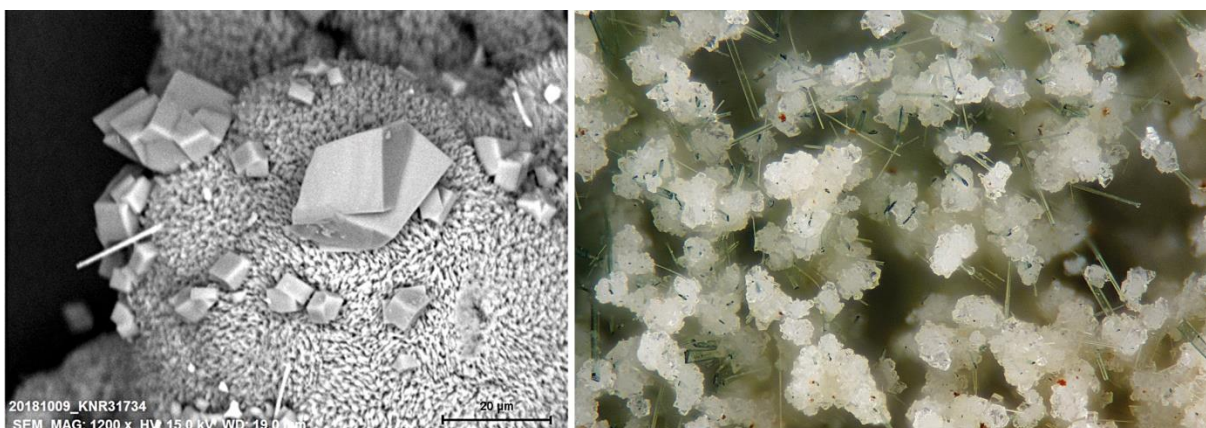


Fig. 2a (left). SEM-photo of pseudorhombohedral chabazite-Na on globular sphaerobrandite. Johs Nilsen quarry.

Fig. 2b (right). Aggregates of colourless chabazite-Na on acicular aegirine, Johs Nilsen quarry. FOV 0.97 mm. Photo: OT Ljøstad.

Descloizite, $\text{PbZn}(\text{VO}_4)(\text{OH})$

Descloizite was discovered by PA in AS Granit quarry, Tvedalen, Larvik, in 2005. The mineral forms aggregates (0.5 mm across) consisting of platy crystals. The colour is orange yellow and the aggregates are found on a feldspar fracture surface. On the same surface, but not in direct contact with the descloizite, is a zone rich in wulfenite. Associated with the descloizite are small fibres of vanadinite. The identification is based on the XRD pattern (Pow_790) and EDS, which gives an almost perfect stoichiometry for descloizite. This is the first find of descloizite in Norway. The sample is in the collection of the Natural History Museum in Oslo (k. nr. 44122).

Ferriallanite-(Ce), $\text{CaCe}(\text{Fe}^{3+}\text{AlFe}^{2+})[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]\text{O}(\text{OH})$

A small micromount (TH/SAB34), collected by SAB in 1990 together with a small number of additional samples from pegmatite material at the Buer dump in Bjørkedalen, Porsgrunn, has aggregates of dark brown to black, prismatic crystals of ferriallanite-(Ce) up to 0.3 mm in size occurring in a cavity in microcline (Figs. 3a,b). Associated minerals in the cavity are albite, fluorapatite, two generations of zircon and a yellow helvine group mineral. Observed crystallization sequence is albite \rightarrow zircon and “helvine” \rightarrow ferriallanite-(Ce) \rightarrow zircon \rightarrow fluorapatite. EDS (T-38 27) of ferriallanite-(Ce) gives a rough composition of $\text{LREE}_{0.7}\text{Ca}_{1.2}\text{Fe}_{1.7}\text{Mn}_{0.3}\text{Al}_{1.1}\text{Si}_{3.0}\text{O}_{14}$, with Ce being the dominant LREE. The mineral can be classified as a manganian ferriallanite-(Ce). The identity was confirmed by single-crystal XRD data using $\text{MoK}\alpha$ radiation. The unit-cell parameters are: $a = 8.9594(7)$, $b = 5.7729(3)$, $c = 10.2240(8)$, $\beta = 114.72(1)$, $P2_1/m$, $Z = 2$. The refinement of the crystal structure ($R_1 = 4.7\%$) indicates the following cationic repartition: $A1 = \text{Ca}$, $A2 = \text{Ce}_{0.63}\text{Ca}_{0.37}$, $M1 = \text{Fe}_{0.62}\text{Al}_{0.38}$, $M2 = \text{Al}$, and $M3 = \text{Fe}$, thus giving the ideal structural formula $\text{CaCe}(\text{FeAlFe})[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]\text{O}(\text{OH})$. These data are in agreement with the description of ferriallanite-(Ce) (Kartashov *et al.* 2002).

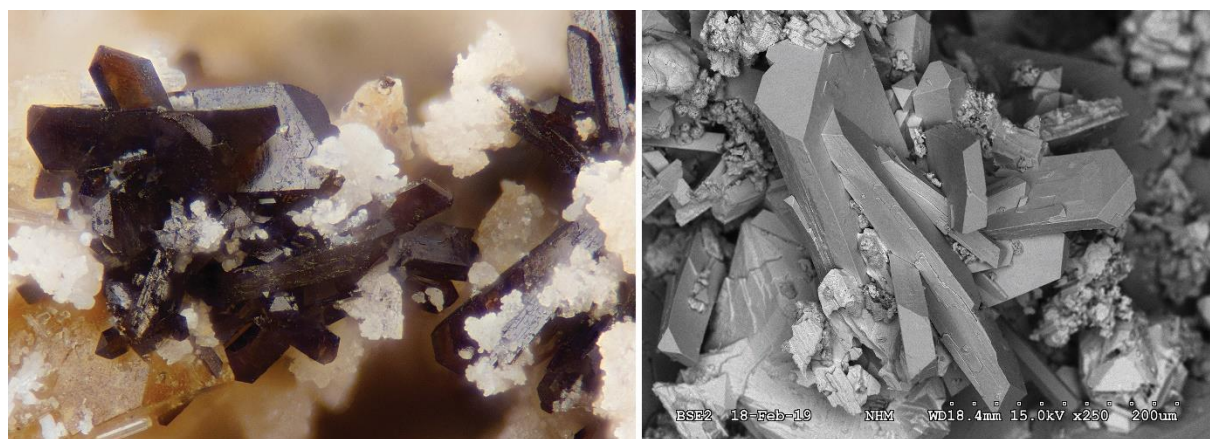


Fig. 3a (left). Dark brown crystals of ferriallanite-(Ce) with colourless prisms of fluorapatite, white zircon and a yellow crystal of a helvine group mineral. Sample “TH/SAB 34” from Buer, Bjørkedalen, Porsgrunn. FOV 0.88 mm. Photo: OT Ljøstad.

Fig. 3b (right). SEM-photo of ferriallanite-(Ce) from Buer, Bjørkedalen. This is the same aggregate as in Fig. 3a.

Segnitite, $\text{PbFe}^{3+}_3(\text{AsO}_4)(\text{AsO}_3\text{OH})(\text{OH})_6$, and chernovite-(Y), $\text{Y}(\text{AsO}_4)$

Both minerals occur intimately intergrown, associated with altered arsenopyrite in the Jähren pegmatite at Jährehagen cottage grounds, Stavern, Larvik, in material collected by PA. They form crystalline crusts up to 0.5 mm^2 that are white to yellowish in colour and have been identified by their XRD patterns (Pow_811+812). Segnitite is closely related to beudantite, but the EDS analyses gave $\text{Pb}:\text{As}:\text{Fe} = 0.87:2.15:2.98$ and no S, confirming the identification. This is the second Norwegian find of segnitite, after the Hellemobotn pegmatite (Husdal 2019). There are other secondary minerals occurring on the altered arsenopyrite, but only wulfenite has so far been identified. Arsenopyrite is not an abundant mineral in the pegmatite, and in this part it is always partly to completely altered. Other yttrium bearing minerals in this part of the pegmatite are xenotime-(Y) and a mineral probably related to or belonging to the rhabdophane group. These minerals are of secondary origin and related to hydrothermal alteration of the pegmatite. The primary source of yttrium is not known. Other associated minerals are eudidymite, epididymite, zektzerite, zircon, aenigmatite, brookite and aspedamite or an aspedamite-like mineral (Andresen *et al.* 2018). The analysed micromount sample is in the collection of PA.

Vanadinite, $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$

A small micromount (TH/SAB 26), collected by SAB in the Tuften quarry, Tvedalen. Larvik, in 1985/86, has a cavity with a small area of radiating aggregates of yellow needles up to 0.1 mm in length (Fig. 4). EDS (T-35 136) gives $\text{Pb}:\text{V}:\text{Cl} = 4.94:3.00:0.69$ which, combined with the hexagonal cross section of the crystals, supports the conclusion that the mineral is vanadinite. This is the first mineral with significant V found in the LPC. Associated minerals are analcime and greyish, tetragonal bipyramids visually identified as wulfenite. Some small fragments of galena are present in the sample, seemingly remnants of a larger crystal and most likely the source of Pb in vanadinite and wulfenite. The pegmatites in the LPC are known for abundant molybdenite, which is believed to be the source of Mo in wulfenite. The source of V in vanadinite is uncertain. Vanadinite has also been found associated with descloizite from AS Granit (see descloizite description above for details). At AS Granit the vanadinite forms faint yellow fibres with a hexagonal cross section and EDS revealed approximately 10 % As substituting for V.



Fig. 4). Vanadinite with analcime from the Tuften quarry, sample "TH/SAB 26". FOV 0.62 mm. Photo: OT Ljøstad.

References

- Andresen, P., Friis, H., Kjærnet, T. & Larsen, A.O. (2018): The minerals of the Jahren pegmatite, one of the major pegmatites in the Larvik Plutonic Complex. *Norsk Mineralsymposium 2018*, 5-22.
- Husdal, T. (2019): Nyfunn av mineraler fra Tysfjord-pegmatittene, Nordland. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 31-46.
- Kartashov, P.M., Ferraris, G., Ivaldi, G., Sokolova, E. & McCammon, C.A. (2002): Ferriallanite-(Ce), $\text{CaCeFe}^{3+}\text{AlFe}^{2+}(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$, a new member of the epidote group: description, X-ray and Mössbauer study. *The Canadian Mineralogist* **40**, 1641-1648.
- Larsen, A.O. (ed.) (2010): *The Langesundsford. History, geology, pegmatites, minerals*. Bode Verlag GmbH, Salzhemmendorf, Germany, 240 pp.
- Larsen, K.E. (2018): *List of minerals found in the Larvik Plutonic Complex*, Mindat, accessed 26 March 2019, www.mindat.org/article.php/1747/List-of-minerals-found-in-the-Larvik-Plutonic-Complex

Mineralene fra Skjerpemyr på Grua, Lunner, Oppland

Harald Oskar Folvik

Hagakroken 5, 2090 Hurdal (h-o-f@online.no)

Innledning

Når jeg nå skriver en artikkel om mineralene fra Skjerpemyr på Grua, Lunner, Oppland skal dere vite at dette har vært kanskje det stedet som har betydd mest i mitt forhold til mineralogi som hobby. Det var etter sterk påvirkning av Ingemar Johansson i Kopparberg, og vår felles interesse for Långban.

Beliggenhet og status

Skjerpemyr ligger i Lunner kommune i Oppland, ca. 2 km vest for Grua stasjon. Stedet ble fredet i 1984 som Skjerpemyr naturminne, over et areal på 48 dekar, og det har siden kun vært lov å plukke løsmateriale. Fredningsbestemmelsene (Forskrift om fredning for Skjerpemyr naturminne, Lunner kommune, Oppland) opplyser at «hammerbruk, kiling, boring og sprengning er ikke tillatt. Innsamling av prøver fra fast fjell er forbudt».

Landskapet fortoner seg som en flate, delvis skogbevakst, delvis myrlendt (Skjerpemyra), som går inn mot en høy ås. De fleste skjerpene ligger i overgangen mellom flaten og åsen.

For å komme inn til Skjerpemyr, er det i de senere årene opparbeidet en adkomstvei inn til en parkeringsplass og en opplysningstavle. Den går sydvover fra fylkesveien (FV13, Sveavegen), like vest for Østre Småtjernet.

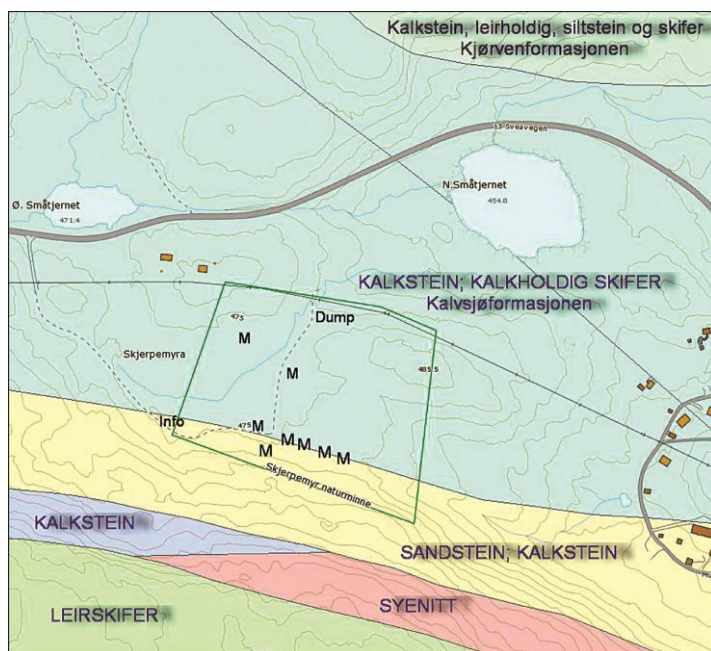


Fig. 1. Berggrunnskart over Grua området med grense for Skjerpemyr naturminne og gruver/skjerp merket med M. Basert på NGU berggrunnskart Norge N50.

Geologiske og mineralogiske forhold

Skjerpemyr ligger i den nordlige delen av Oslofeltet, i en kontaktsone mellom sand- og kalkavsetninger (skøyensandsteinsformasjonen, etg. 5b-6 og kalvsjøformasjonen, gastropode kalkstein, etg. 5a) og magmatiske bergarter (syenitt (nordmarkitt, pulaskitt etc.)) (Fig. 1). Kontaktmetamorfose har ført til at de sedimentære bergartene har blitt omdannet til marmor og hornfels.

Skjerpemyrforekomsten er en kontaktskarnforekomst med impregnasjonssmalm av sfaleritt og galenitt. Etter ertsdannelsen har området blitt påvirket av en ny prosess med tilførsel av silika. Dette viser seg ved små kvartsganger som gjennomskjærer forekomsten og ved at sfaleritt stedvis har blitt omdannet til hemimorfitt (Goldschmidt 1911).

Historien og dagens situasjon

Skjerpemyr er et gruvefelt som det finnes lite opplysninger om. Berg (2013) gir et inntrykk av driften og tidsbildet, men sier lite om den tekniske driften på området. Det finnes noen store skjerp i den sørlige enden av feltet, og noen mindre skjerp i sentrale deler.

Et unntak er et skjerp i åsen rett syd for veien som fører inn på feltet. Her går det en 11 cm bred galenittgang sammen med en del andre mineraler (Fig. 2). Langs vegen på vestsiden er det en grøft som ikke bærer noe spor av mineralisering. I sørenden av denne finner vi et par gjenfylte synker. Det er ukjent hvor dype disse er.



Fig. 2. Et av bruddene ved Skjerpemyr. Massene skjuler en galenittgang med 11 cm mektighet.

Mineralfunn på Skjerpemyr i dag gjøres stort sett i løse blokker hovedsakelig på to områder. Det viktigste området var en tippaug i nordenden av den «veien» som går tvers igjennom feltet. Denne ble fjernet og brukt til veifyll ca. 1979, men det finnes fortsatt noe igjen. Det andre området er i motsatt ende av veien, også på østsiden. Her har det åpenbart stått et skeidehus og en grunnmur kan fortsatt sees. Det er her wolframmineralene kan finnes. I dette området har det trolig vært noen synker og det er nevnt at en pumpe var installert for å lense gruven (Aasen & Günther 1995). Utover dette finnes det en del mindre skjerp spredt utover hele området. De store skjerpene befinner seg i kontakten mellom skøyensandsteinsformasjon og syenitten. Lykkens prøve, som ikke omfattes av denne artikkelen, ligger i rytteråkerformasjonen mot syenitten, og har en noe annerledes mineralisering.

Driften etter bly og sink kan spores tilbake til 1600-tallet. I historisk sammenheng er vi nødt til å se på Skjerpemyr som en del av et større område, som i denne delen av Gruaområdet omfatter Muttagruvene og Skjerpemyr sammen med Lykkens Prøve, Ristirevskjerpene og Kalstjernet gruver.

Så tidlig som 1632 var Kongsberg Sølvverk interessert i galenittdrift her på grunn av sølvgehalten. Goldschmidt (1911, s. 247) nevner et sølvinnhold på 0,15 % Ag i galenitten. Egne analyser (SEM/EDS) på enkelte stuffer viser opp imot 1,3 % Ag. Driften etter sink er mer usikker, men det antas at denne ikke var interessant før Nyseter, som lå på den andre siden av Grua, kom i drift. Senere var det drift i blygruvene fra 1734 til 1741 og fra 1790 til 1805.

Galenittmalmen ble i den siste driftsperioden ført til Blyverket ved Myllselva, nordvest for Harestua. Her ble malmen behandlet og smeltet. Stedet har fortsatt (2003) store hauger med slagg fra denne virksomheten og det finnes fortsatt grunnmurer etter bygningene.

Et utvalg av mineralene

Mineralene som omtales i denne artikkelen utgjør bare omkring halvparten av de 54 mineralene som er identifisert fra Skjerpemyr (Tabell 1). En tidligere oversikt over mineralene fra Skjerpemyr ble publisert av Folvik (2005). Som det fremgår av bildene, er mineralene stort sett svært små, og SEM/EDS har vært et nødvendig instrument for å identifisere de aller fleste. Unntakene er de mineralene som har vært kjent lenge, som sfaleritt, galenitt, kvarts, hemimorfitt, kalkspat og pyritt. *Limonitt* er ikke et godkjent mineral, men vil bli brukt som samlebetegnelse på jernoksider/hydroksider.

Akantitt Ag₂S, sølv Ag

Som en kuriositet fra Skjerpemyr opptrer sølvkrystaller med akantitt som et sulfidbelegg på overflaten (Fig. 3). På grunn av påveksten av akantitt ser krystallene helt matt svarte ut. Krystallene opptrer i en lomme bestående vesentlig av limonitt. Det antas at sølvet er et resultat etter omvandling av sølvholdig galenitt (Folvik 2012).



Fig. 3. Sølv med akantitt i limonitt.

Alamositt PbSiO_3

Mineralet danner fargeløse, gjennomsiktige krystaller i en sprekk mellom galenitt og kvarts (Fig. 4). Alamositt ble funnet første gang på Skjerpemyr i 2013 og bestemt med SEM/EDS (Folvik 2013).

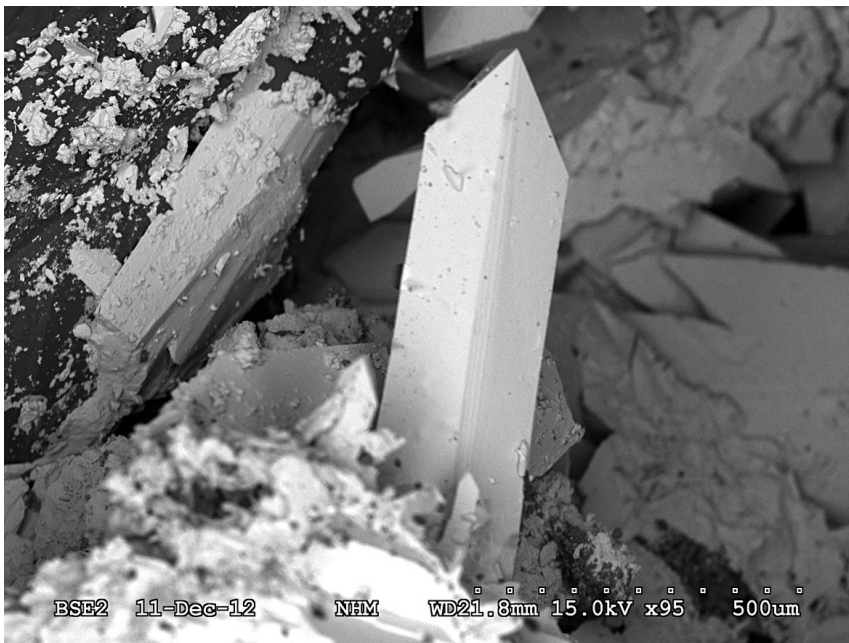


Fig. 4. Alamositt i kvarts.

Anglesitt PbSO_4

Anglesitt er funnet som små, gulorange krystaller i en kvartsdruse, men også som gråhvite masser i samme paragenese. Mineralet er bekreftet vha SEM/EDS og PXRD.

Brochantitt $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$

Brochantitt finnes som et smaragdgrønt belegg på sfaleritt sammen med kvarts og limonitt. Identifikasjonen er bekreftet vha PXR. D.

Cerussitt PbCO_3

Cerussitt er forholdsvis vanlig på Skjerpemyr. Mineralet opptrer vanligst i druse i limonitt eller kvarts. Fargen varierer fra hvit til nesten orange, og viser ofte en begynnende omvandling. Krystallene kan være nesten perfekte, dobbelterminerte prismer, men forekommer også som plateformede krystaller (Fig. 5a,b). Tvillingdannelser er vanlig. Noen av krystallene viser gul fluorescens i langbølget UV-lys. Mineralet er bekreftet vha SEM/EDS og PXR. D.



Fig. 5a (venstre). Cerussitt tvillingkrystaller. Bildebredde 2 mm. 5b (høyre). Cerussittkrystall i kvarts og limonitt. Bildebredde 4,5 mm.

Chalkofanitt $(\text{Zn},\text{Fe}^{2+},\text{Mn}^{2+})\text{Mn}^{3+}_4\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Chalkofanitt ble funnet første gang 1989, og påvist ved hjelp av PXR. D. og elektronmikroskop. Den forekommer som regel i sammenheng med kvarts druser. Senere er den funnet flere ganger, enten som ujevne masser eller som kuler med knudrete overflate. Forekommer også sammen med coronaditt (GMV 1993, s. 168-169).

Coronaditt $\text{Pb}(\text{Mn}_6^{4+}\text{Mn}_2^{2+})_8\text{O}_{17}$

Coronaditt ble først funnet sammen med chalkofanitt som skorper i en kvartsdruse. Mest spektakulært er funnet av coronaditt som erstatter en brachiopode (Fig. 6). Det har ikke lyktes å artsbestemme brachiopoden, men kilder ved Tromsø Museum fastsetter at det er en type som er vanlig i den lagtypen som er representert ved Skjerpemyr. Senere er coronaditt funnet som skiveformede krystaller i en slags parallell/vifteform i en matriks av limonitt (Folvik 2010; GMV 1993, s.168-169).



Fig. 6. En fossil brachiopode erstattet av coronaditt. Bildebredde 3,5mm.

Devillin $\text{CaCu}_4(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Devillin et av de siste mineralene som er endelig identifisert fra Skjerpemyr. Minerallet ble først bestemt vha SEM/EDS som serpieritt, men senere bekreftet å være devillin vha enkrystall røntgendiffraksjons (SXR) (pers. medd. Lars O. Kvamsdal 14.03.2019) (Fig. 7a og 7b).



Fig. 7a, venstre. Devillin på matriks. Bildebredde ca. 5 mm. Foto: Lars Kvamsdal.

Fig. 7b, høyre. Listeformede krystaller av devillin.

Fluorfosfohedyfan $\text{Ca}_2\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, fosfohedyfan $\text{Ca}_2\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$,

Fluorfosfohedyfan ble bekrevet som et nytt mineral fra Blue Bell Mine, San Bernardino Co., California, USA (Kampf & Housley 2011). Allerede i 2010 viste en analyse av tilsvarende materiale fra Skjerpemyr (Fig. 8a) at det her forelå en fluoranalog til fosfohedyfan.

Fosfohedyfan opptrer som grålige til gulhvite, tynne nåler opptil 20 μm lange. Det eksisterer blandbarhetsrekker mellom fluorapatitt - klorapatitt – fosfohedyfan, og det er kun en kjemisk analyse som kan skille disse fra hverandre. Analyse vha SEM/EDS viser at den avbildede prøven (Fig. 8b) har syv ganger så mye klor som fluor og et kalsium-bly-forhold på 1,4 til 3,6. Derved faller en del av dette mineralet innenfor det som kan betegnes som fosfohedyfan.

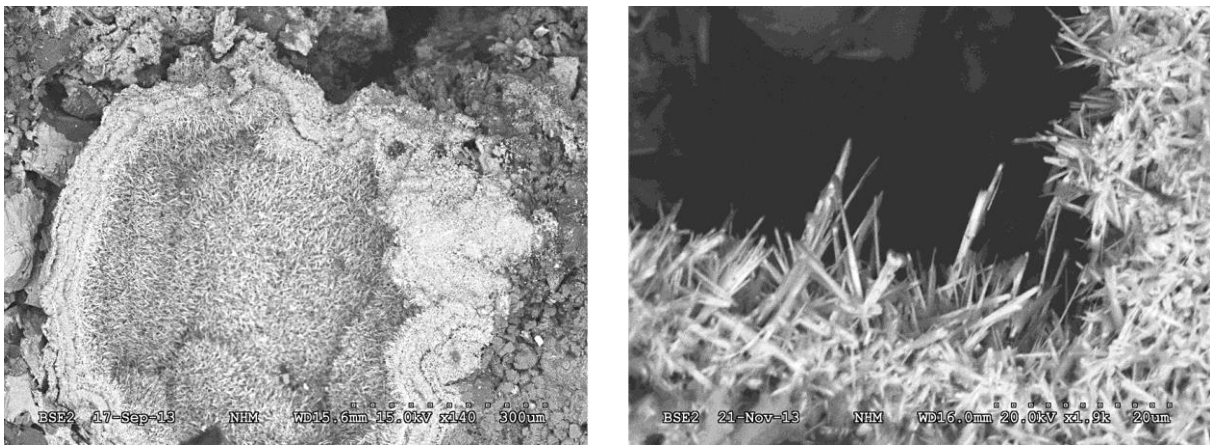


Fig. 8a venstre. Fluorfosfohedyfan i en druse. **Fig. 8b høyre.** Nåleformede krystaller av fosfohedyfan.

Goslaritt $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

På en matriks av sfaleritt, kvarts og chalkositt, i druse i kvarts, opptrer goslaritt som nåleformede masser med fibrig preg (Fig. 9). Fargen er lys gulgrå. Mineraler er analysert vha SEM/EDS, som bekreftet en nær støkiometrisk sammensetning.



Fig. 9. Nåleformede krystaller av goslaritt. Bildebredde 2 mm.

Hetærolitt $\text{ZnMn}_2^{3+}\text{O}_4$, hydrohetærolitt $\text{HZnMn}_{1.7}^{3+}\text{O}_4$

Hetærolitt ble funnet da jeg var innom Skjerpemyr engang sent på 80-tallet. Det lignet mest en jordklump, men virket hard, så jeg tok den med meg. En analyse vha SEM/EDS viste en sammensetning som tilsvarte hetærolitt. Ettersom jeg samtidig var under opplæring på PXRD ble det kjørt en prøve, og dette avslørte ikke bare hetærolitt, men også hydrohetærolitt og hydrotungstitt (Folvik 2008).

Hydrotungstitt $\text{H}_2\text{WO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Hydrotungstitt er påvist vha PXRD ved undersøkelse av hetærolitt, mens wolfram er bekreftet ved SEM/EDS (Folvik 2008).

Hydrosinkitt $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$

Hydrosinkitt er funnet som pulveraktig belegg flere steder og er mest karakteristisk som belegg på cerussittkrystaller.

Kentrolitt $\text{Pb}_2\text{Mn}_2^{3+}\text{Si}_2\text{O}_9$

Kentrolitt ble funnet første gang på Skjerpemyr i 1974, og bestemt vha elektronmikroskop. Det var første gang mineralet ble bestemt fra en norsk forekomst. Mineralet opptrådte som et utall glatte, svarte kuler, delvis overvokst med finkrystallinsk kvarts, i et druse i en kvartskrystall (GMV 1991, s. 92-93). Senere er mineralet funnet med flere typer av utseende (Fig. 10a og b).

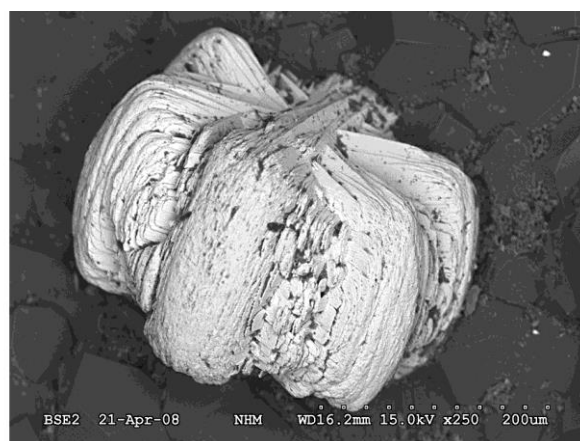


Fig. 10a venstre. Kentrolitt som stavformede krystaller. **Fig. 10b høyre.** Kentrolitt som trillingvekst av plateformede krystaller.

Linaritt $\text{PbCu}(\text{SO}_4)(\text{OH})_2$

Mineralet opptrer som lyseblå, plateformede krystaller med god terminering i en matriks av kvarts, galenitt og cerussitt. Det er ikke mulig å se enkelkrystaller uten svært høy forstørrelse.

Malakitt $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$

Malakitt forekommer i flere varianter, fra rene belegg til velutviklede krystaller. Den vanligste habitusen er nåleformede krystaller enten i vifteform (Fig. 11) eller samlet til små kuler.



Fig. 11. Stråleformede aggregater av malakitt.

Melanotekitt $\text{Pb}_2\text{Fe}_2^{3+}\text{Si}_2\text{O}_9$

Melanotekitt har hittil bare blitt funnet som grålig gule, pulveraktige masser (Fig. 12). SEM-bilde viser at dette er oppbygd som krystallaggregater av skiver i kuleform (Folvik 2015).

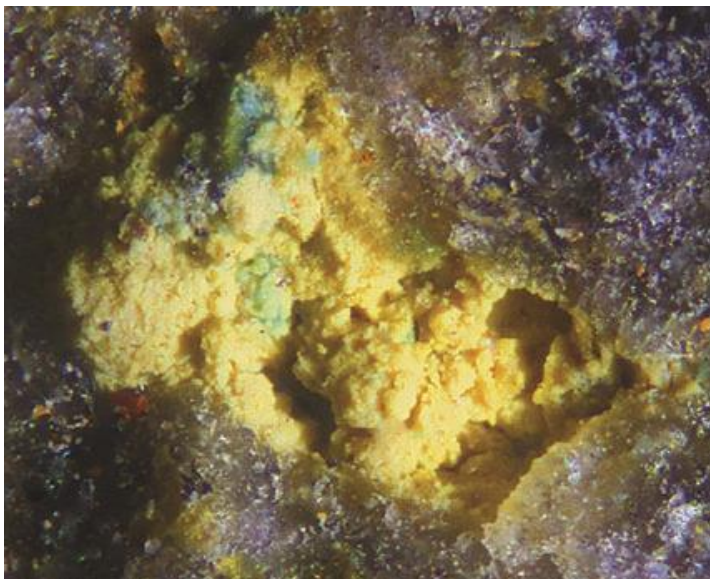


Fig. 12. Grågule masser av melanotekitt. Bildebredde 1,1 mm.

Mottramitt/descloizitt $\text{Pb}(\text{Cu,Zn})(\text{VO}_4)(\text{OH})$

Mottramitt og descloizitt danner en blandingsrekke mellom henholdsvis dominans av kobber eller sink. Mineralene forekommer som tynne belegg eller i enkelte tilfeller som uregelmessige korn. Analyser vha SEM/EDS viser at begge mineralene forekommer på Skjerpemyr, men de rene endeledene er ikke påvist. Desclozitt er identifisert vha PXR. D.

Posnjakitt $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Posnjakitt er nylig påvist fra Skjerpemyr. Mineralet opptrer som et lyseblått belegg eller som blå, prismatiske krystaller på chalkopyritt (Fig. 13) (pers. medd. Lars O. Kvamsdal 14.03.2019). Posnjakitt kan ligne på brochantitt, men fargen er litt renere blå.

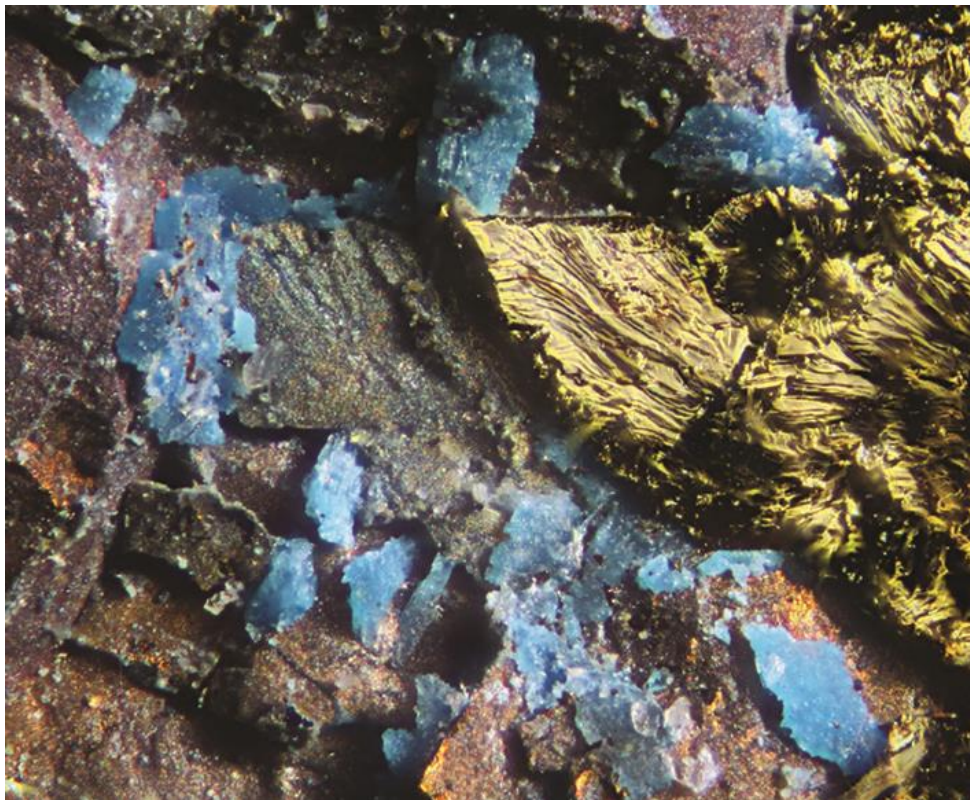


Fig. 13. Blått belegg av posnjakitt. Den fibrige strukturen i chalkopyritten skyldes fotometoden. Bildebredde 1,2 mm. Samling: Naturhistorisk museum, Oslo.

Pyritt FeS_2

Pyritt opptrer med flere krystallformer og i ulik grad av omdanning til limonitt (Fig. 14 og 15). Etter hvert går pyritt over til tilnærmet pulverform (limonitt, goethitt) med druser hvor det kan krystallisere andre mineraler (f. eks. sølv, cerussitt, coronaditt).



Fig. 14. Pyrittkrystall med oksidert overflate, sannsynligvis en begynnende omdanning til limonitt. Bildebredde 3,5 mm.

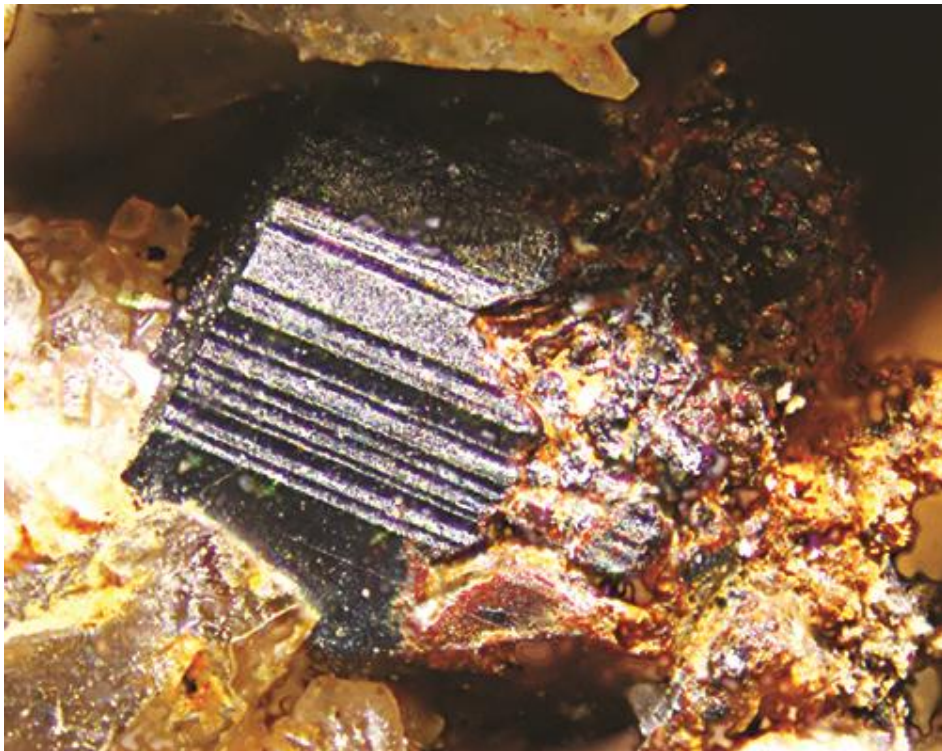


Fig. 15. Pseudomorfose av goethitt etter pyritt i ferd med å gå over til løsere jernoksider og jernhydroksider (limonitt). Bildebredde 1,5 mm.

Pyromorfitt $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$

Pyromorfitt er funnet som lys grågule, langstrakte, prismatiske krystaller opptil 20 μm lange med gode termineringer (Fig. 16). Mineraliet har krystallisert i en druse av kvarts. I likhet med de øvrige fosfatene fra Skjerpemyr inneholder mineraliet litt kalsium.

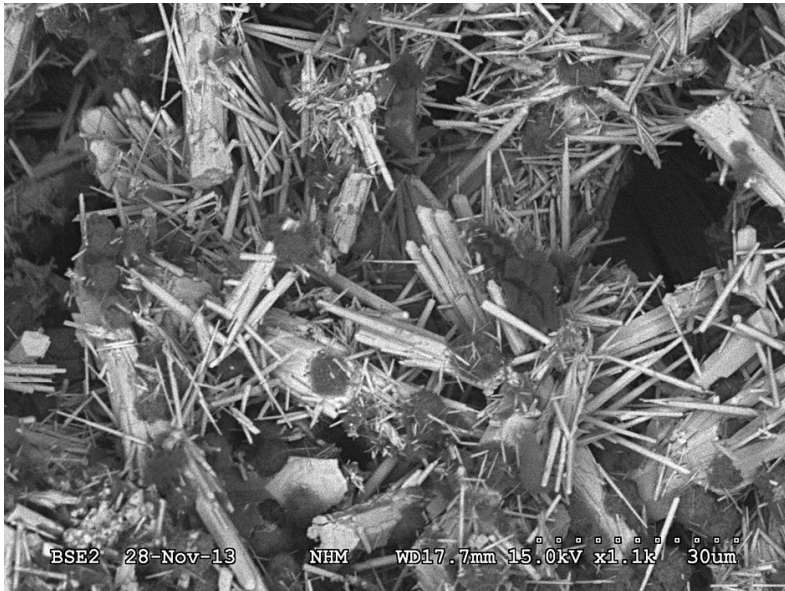


Fig. 16. Pyromorfittkrystaller.

Rodokrositt MnCO_3

Rodokrositt fra Skjerpemyr består stort sett av små, lys rødlig grå, lodne klumper. Et av de bedre funnene er som små krystaller som omkranser kalsittplater som igjen sitter sammen med hemimorfittkrystaller (Fig. 17).

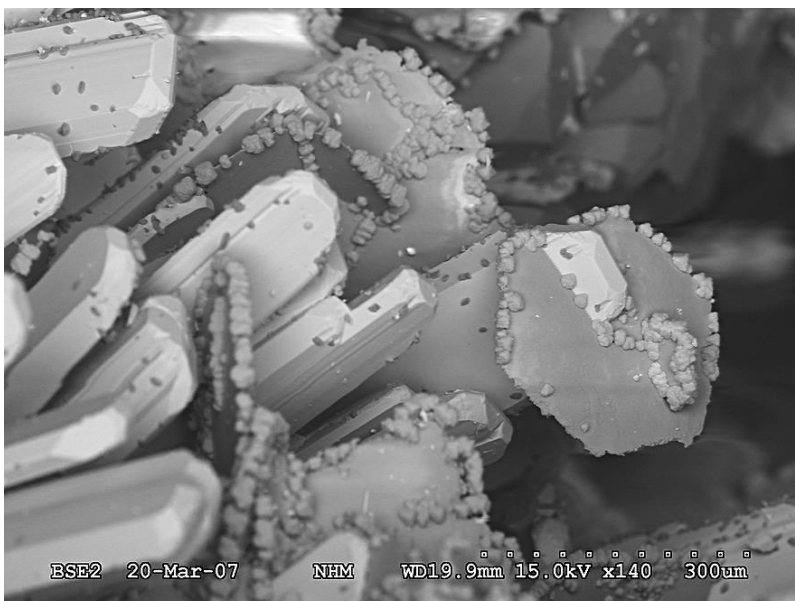


Fig. 17. Listeformede krystaller av hemimorfitt sammen med tynne plater av kalsitt, som igjen er omkranset av rodokrosittkrystaller.

Rosasitt $(\text{Cu,Zn})_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$

Undersøkelse av malakittkuler fra Skjerpemyr førte til at det ble funnet noen som hadde nok Zn til at mineralet kunne karakteriseres som rosasitt (Fig. 18). Nesten all malakitt fra Skjerpemyr inneholder litt Zn (GMV 1991).



Fig. 18. Kuleformet aggregat av rosasitt i en matriks av limonitt. Bildebredde 0,7 mm.

Scheelitt CaWO_4

Scheelitt forekommer sparsomt ved Skjerpemyr og er funnet nær det gamle skeidehuset. Mineralet forekommer som lysegule krystaller og fragmenter av krystaller i forbindelse med kalsitt (Fig. 19). Scheelitt fluorescerer blålig hvitt i kortbølget UV-lys. Som wolframmineral er det ikke unikt, da hydrotungstitt er påvist vha PXRD sammen med hetærolitt.



Fig. 19. Scheelittkrystall på kalsitt. Bildebredde 37,5 mm. Foto Øyvind Thoresen.

Smithsonitt $ZnCO_3$

På Skjerpemyr forekommer smithsonitt stort sett som et kuleformet, gråhvitt belegg med perlemorglans. En annen sjeldnere form er som små, matt glassaktige kuler (Fig.20).

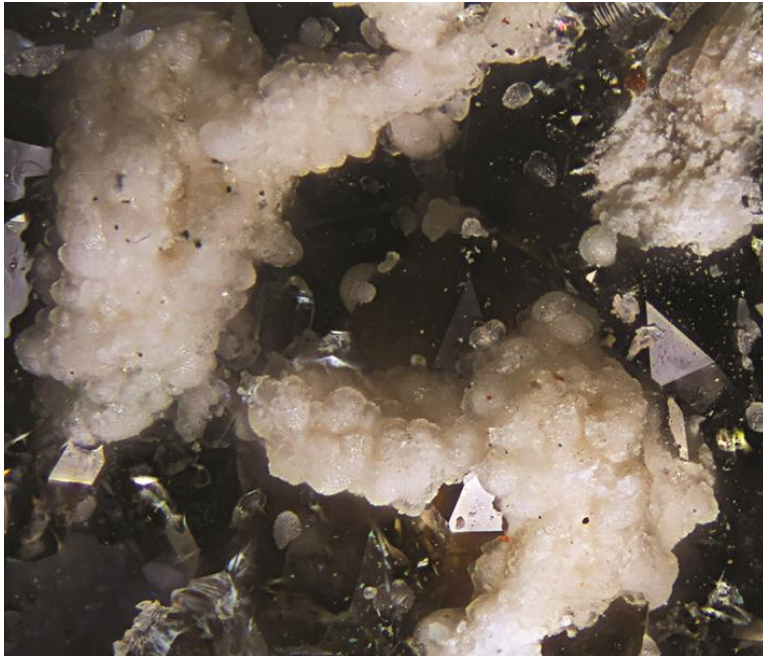


Fig. 20. Glassaktige kuler av smithsonitt. Bildebredde 1,65 mm.

Wulfenitt $PbMoO_4$

Wulfenitt opptrer i mange ulike habitus, fra enkeltkrystaller til mer kompliserte tvillinger (Fig. 21 og 22). Mineraliet forekommer også som uregelmessige korn, trolig som resultat av forvitring. Wulfenitt forekommer ofte i druse i limonitt.



Fig. 21. Enkeltkrystall av wulfenitt.



Fig. 22. Wulfenitt som korsformet trillingkrystall. Bildebredde 0,5 mm.

Noen ukjente mineraler (UK)

Det foreligger ganske mange mineralprøver som ikke er identifisert på det nåværende tidspunkt. Man kan anta at de fleste er ukjente habitus av allerede kjente mineraler. Her er tre av de mest kuriøse.

UK55 (Zn-Cu mineral)

Et blålig mineral som ligger på et lag av goslaritt. Etter analyse vha SEM/EDS kan det være en av flere ulike kandidater, hvorav den sterkeste er christelitt, $Zn_3Cu_2(SO_4)_2(OH)_6 \cdot 4H_2O$.

UK58 (Co-holdig mineral)

Analysene (SEM/EDS) viser et koboltinnhold på ca. 5 % Co_2O_3 . Den kjemiske sammensetningen forøvrig stemmer nær med hetærolitt, men Mn-verdiene er litt lave (selv når man tar hensyn til Co). Minerallet forekommer som sorte kuler, enten med ruglete overflate, altså svært lik hetærolitt, eller med glatt overflate.

UK64 (Cu-Zn-mineral)

Mineralet består av lys blågrønne til fargeløse, linjalformede krystaller som ligger på en krystall av sfaleritt (Fig. 23). En analyse vha SEM/EDS gir en sammensetning som kan samsvare med minohlitt, $(\text{Cu,Zn})_7(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_{10}\cdot 8\text{H}_2\text{O}$, eller schulenbergitt, $(\text{Cu,Zn})_7(\text{SO}_4,\text{CO}_3)_2(\text{OH})_{10}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$.



Fig. 23. UK64, et mulig nytt mineral fra Skjerpemyr. Bildebredde 0,9 mm.

Litt om usikkerheter ved analyser

Mye av grunnlaget for bestemmelsen av mineralene på Skjerpemyr er blitt lagt ved elektronmikroskop- og røntgen-laboratoriet ved Naturhistorisk Museum (NHM) på Tøyen i Oslo, hvor jeg hadde den glede å arbeide som frivillig i 12 år. SEM/EDS er en usikker metode å bestemme mineraler med. Metoden må kombineres med alt det andre man kan finne ut av fra en stoff: Hvilke mineraler (kjente) den sitter sammen med, lignende forekomster andre steder, og ikke minst sammenligning med detaljene i den opprinnelige beskrivelsen av det mineralet man tror det er. Noen ganger har man materiale til en PXRD-analyse, andre ganger ikke.

I svært mange tilfeller gir de kjemiske data det endelige svaret, selv om det er elementer (H, Li, Be, B) man ikke kan bestemme med SEM/EDS. Det finnes imidlertid flere teknikker å bruke, f.eks. variasjon i aksellerasjonsspennning for å se hvor dypt de enkelte elementene befinner seg, kartlegge variasjon i elementfordelingen i en flate (mapping) eller se på variasjonene langs en linje.

En sikrere identifikasjon får man først ved bruk av røntgendiffraksjon; pulver røntgendiffraksjon (PXRD) eller enkrystall røntgendiffraksjon (SXRD). Imidlertid kan det være vanskelig å skille mellom mineraler innen en blandingsrekke. SEM/EDS kan da være et nødvendig hjelpemiddel. Bruk av elektronmikroskop vil gi en nøyaktigere kvantitativ analyse.

Våtkjemiske reaksjoner og kvalitative analyser er alltid et godt utgangspunkt for bestemmelse av mineraler. Personlig kjøpte jeg Vogels «*A Textbook of Macro and Semimacro Qualitative Inorganic Analysis*» på 664 sider, og gjennomførte de aller fleste kjemiske testene denne boken beskriver. Dette var i 1967-69, mens det fortsatt var mulig å få kjøpt en halvliter konsentrert svovelsyre, sendt med posten fra Hammerfest til Karasjok, hvor jeg bodde den gang.

Bildematerialet

Alle bilder til artikkelen er, med noen få unntak, tatt av artikkelforfatteren, noen vha SEM (skanningelektronmikroskop) ved laboratoriet til NHM på Tøyen, og de øvrige som vanlige fotografier. SEM-bildene har en lengdeskala (μm) angitt på bildet. Fotografiene har bildebredde angitt i teksten. Disse bildene er tatt med stackingteknikk på eget utstyr (Nikon mikroskop med planobjektiv 10x/0,25 montert på en telelinse 70-210 mm med fast lengde, kamera Canon 7D. Belysning fra 1 til 50 lysdioder, utstyrt med diffusor). Kameraet styres via PC og kan beveges fra 1/1000 mm og oppover mellom hvert opptak.

Takk

Denne artikkelen kunne aldri blitt noe av uten at Gunnar Raade ved NHM lot meg få lov til å bruke elektronmikroskopet ved museet. Og uten at Tor Belstad i 1971 tok meg med til Skjerpemyr på Grua og viste meg alle skjerpene, gruvene og tippene, hadde jeg ikke hatt noe materiale å jobbe med. Ikke minst er jeg takknemlig til Jorun og våre tre barn, som alle bidro sterkt til at geologi (definert ved pene steiner, mineralogi og paleontologi) bidro til å prege våre liv og vårt hjem helt fram til i dag.



Undertegnede med sønn Lars Stian på Skjerpemyr i 1975.

Referanser

- Aasen, E. & Günther, L.H. (1995): *Gruvene på Grua. Geologi og gruvedrift*. Privat forlag. 56 s.
- Back, M.E. (2014): *Fleischers's glossary of minerals species 2014*. The Mineralogical Record Inc., Tucson, USA. 420 s.
- Berg, R.A. (2013): *Bergverk på Hadeland – en glemt historie om mennesker og malm*. Randsfjord-museene. 380 s.
- Folvik, H.O. (2005): Mineralene på Skjerpemyr. *Stein* **33** (1), 4-9.
- Folvik, H.O. (2008): Nytt om mineraler: Tre nye mineraler fra Skjerpemyr, Grua. *Stein* **35** (1), 16.
- Folvik, H.O. (2010): En brachiopode fra Skjerpemyr. *Stein* **37** (3), 30-31.
- Folvik, H.O. (2012): Sølv fra Skjerpemyr. *Stein* **39** (3), 31+36.
- Folvik, H.O. (2013): Alamositt fra Skjerpemyr, Grua, Oppland. *Stein* **40** (1), 13.
- Folvik, H.O. (2015): Melanotekitt fra Skjerpemyr, Grua. *Stein* **42** (2), 11.
- GMV (1991): *Interne notater 1961-1990*. Geologisk Museums Venner, Naturhistorisk Museum, Oslo.
- GMV (1993): *Interne notater 1990-1993*. Geologisk Museums Venner, Naturhistorisk Museum, Oslo.
- Goldschmidt, V.M. (1911): Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. *Videnskapsselskapets Skrifter. I. Mat.-Naturv. Klasse 1911. No. 1. Kristiania*. 484 s.
- Kampf, A.R. & Housley, R.M. (2011): Fluorophosphohedyphane, $\text{Ca}_2\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_3\text{F}$, the first apatite supergroup mineral with essential Pb and F. *American Mineralogist* **96**, 423-429.

Tabell 1. Mineraler fra Skjerpemyr på Grua, Lunner, Oppland. Kjemiske formler i henhold til Back (2014).

(Amfibol) (<i>uralitt</i>)	Uralittisert diopsid
(Kloritt)	Uspesifisert mineral
(<i>Limonitt</i>)	Jernoksider/hydroksider
Akantitt	Ag_2S
Anglesitt	PbSO_4
Alamositt	PbSiO_3
Andraditt	$\text{Ca}_3\text{Fe}_2^{3+}\text{Si}_3\text{O}_{12}$
Ankeritt	$\text{CaFe}^{2+}(\text{CO}_3)_2$
Aurichalkitt	$(\text{Zn}, \text{Cu}^{2+})_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$
Azuritt	$\text{Cu}_3^{2+}(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$
Braunitt	$\text{Mn}^{2+}\text{Mn}_6^{3+}\text{SiO}_{12}$
Brochantitt	$\text{Cu}_4^{2+}(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$
Cerussitt	PbCO_3
Chalkositt (kobberglans)	Cu_2S

Chalkofanitt	$(\text{Zn}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+})\text{Mn}_3^{4+}\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Chalkopyritt (kobberkis)	CuFeS_2
Coronaditt	$\text{Pb}(\text{Mn}_6^{4+}, \text{Mn}_2^{2+})_8\text{O}_{17}$
Descloizitt	$\text{PbZn}(\text{VO}_4)(\text{OH})$
Devillin	$\text{CaCu}_4^{2+}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Fluorapatitt	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$
Fluorfosfohedyphan	$\text{Ca}_2\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_3\text{F}$
Fosfohedyfan	$\text{Ca}_2\text{Pb}_3\text{PO}_4)_3\text{Cl}$
Galenitt (blyglans)	PbS
Goethitt	$\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$
Goslaritt	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Greenockitt	CdS
Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Hematitt	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$
Hemimorfitt	$\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Hetærolitt	$\text{ZnMn}_2^{3+}\text{O}_4$
Hydrohetærolitt	$\text{HZnMn}_{1.7}^{3+}\text{O}_4$
Hydrotungstitt	$\text{H}_2\text{WO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Hydrosinkitt	$\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$
Ilvitt	$\text{CaFe}^{3+}(\text{Fe}^{2+})_2\text{O}(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})$
Kalsitt	CaCO_3
Kentrolitt	$\text{Pb}_2\text{Mn}_2^{3+}\text{Si}_2\text{O}_9$
Kvarts	SiO_2
Linaritt	$\text{PbCu}^{2+}(\text{SO}_4)(\text{OH})_2$
Magnetitt	$\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_4$
Malakitt	$\text{Cu}_2^{2+}(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$
Melanotekitt	$\text{Pb}_2\text{Fe}_2^{3+}\text{Si}_2\text{O}_9$
Mottramitt	$\text{PbCu}(\text{VO}_4)(\text{OH})$
Muskovitt	$\text{KAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Posnjakitt	$\text{Cu}_4^{2+}(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Pyritt (svovelkis)	FeS_2
Pyromorfitt	$\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$
Rodokrositt	$\text{Mn}^{2+}\text{CO}_3$
Romanèchitt	$(\text{Ba}, \text{H}_2\text{O})_2(\text{Mn}^{4+}, \text{Mn}^{3+})_5\text{O}_{10}$
Rosasitt	$(\text{Cu}, \text{Zn})_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$
Scheelitt	CaWO_4
Sideritt	$\text{Fe}^{2+}\text{CO}_3$
Smithsonitt	ZnCO_3
Sfaleritt (sinkblende)	ZnS
Stilpnomelan	$\text{K}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_8(\text{Si}, \text{Al})_{12}(\text{O}, \text{OH})_{36} \cdot \text{H}_2\text{O}$
Sølv	Ag
Tenoritt	Cu^{2+}O
Wulfenitt	PbMoO_4

Mineralene fra Minge blygruve, Sarpsborg, Østfold

Atle Michalsen

Kardemommekroken 2, 1622 Gressvik (atmi@fredrikstad.kommune.no)

Innledning

Ved gården Mingeødegård (Minge-Ødegård) i Mingeagenda, Tune, nordvest i Sarpsborg kommune, finner vi en gammel nedlagt blygruve. Her opptrer en malmgang som hovedsakelig består av galenitt (blyglans). En vannfylt sjakt og noen små tippauger minner oss om driften som en gang var her. Gruveområdet er ikke stort, men på tippene finner vi noen mineraler som ellers er fraværende i fylket, noen også i Norge. Gruva står derfor frem som en liten kuriositet blant mineralforekomstene i Østfold. Det er nå påvist 26 mineraler fra Minge blygruve, og noen flere vil det trolig bli i nær framtid. Nedenfor følger en presentasjon av gruva og mineralene som hittil er funnet.

I den sparsomme litteraturen som finnes om gruva brukes det ulike navn, men *Minge blygruve* står fram som det navnet som beskriver forekomsten best.

Man kommer til Mingeødegård ved å følge fylkesvei 114, tar inn på Mingeveien og følger denne i ca. 3 km. Gruva ligger i skogkanten ca. 85 m øst for en lagerbygning ved gården. Mellom gården og gruveområdet er det et jorde, og gruveområdet er derfor mulig å se fra veien.

Pb-forekomster i Østfold

Østfold er først og fremst kjent for sine granittpegmatitter med drift på feltspat, glimmer og kvarts. Av og til er disse forekomstene krydret med mer sjeldne mineraler. Det som er mindre kjent for mange, er at det også er en del malmbforekomster i dette fylket. Vi finner forekomster av vismut, nikkel, molybden, jern, kobber og bly.

Ser vi på blyforekomster, så viser det seg at det ikke er så mange av dem. I Sarpsborg kommune finner vi også Sande skjerp ved Solli, ca. 13 km sørvest for Minge. Foslie (1925) nevner denne lokaliteten i sin oversikt over gruver og malmbforekomster i Sør-Norge og beskriver den som en Pb-forekomst. Noen andre forekomster som er nevnt i NGU sin database over mineralressurser i Norge er Molle i Spydeberg, Nysterud i Marker og Rasmuskleven og Aren i Aremark. Det foreligger lite informasjon i databasen om disse når det gjelder utbredelse og type forekomst. Galenitt fra Østfold er ellers rapportert i litteraturen fra et par pegmatittbrudd ved gården Gammelsrud i Degernes (Broch 1934).

Driftsperioder og undersøkelser

Driften ved Minge blygruve ble startet opp omkring 1914. Malmen ble fraktet med kjerre eller slede til Mingevannet, som ligger mindre enn 1 km unna og er tilknyttet Glomma. På den måten klarte de å frakte malmen til Glengshølen ved Sarpsborg med båt om sommeren og om vinteren på isen. Fra Sarpsborg ble malmen fraktet videre med tog og eksportert til England og Tyskland (Bakken 1993).

Minge blyglansskjerp nevnes i Norges Bergverksdrift (1918, s. 12). Her står det at det var 4 ansatte og at driften dette året gikk over 41 uker. Det ble brutt ut 120 kubikkmeter fast fjell og produksjonsmengden av skeidet malm var 3 tonn med 44,3 % blyinnhold. I oversiktene for årene før og etter 1918 er det ingen informasjon om gruva ved Minge.

Under andre verdenskrig ble det igjen tatt ut noe malm fra gruva av tyske interessenter. Denne gangen ble det brukt hest og kjerre og lastebiler for å få fraktet bort malmen.

Borregaard eide Folldal verk A/S, som viste interesse for wolframmineraliseringer i områder ved Minge på 1970-80-tallet. Ved feltarbeid i området ble det gjort funn av scheelitt i sprekkesoner blant annet i området rundt Minge. Gruva ble også besøkt og forekomsten omtales som interessant.

Resultatet av gruve drift og undersøkelser er en ca. 13 m dyp gruvesjakt som i dag er vannfylt. Diameteren på sjakta er ca. 4,5 meter. Rundt denne er det flere meter høye skjæringer mot nordvest, nordøst og sørøst. En stoll går i malmgangens retning noen meter inn i skjæringen mot nordvest. Det er mulig å gå inn i denne mellom den vannfylte sjakten og skjæringen. Området inn til sjakten er sperret av med et gjerde. Mot sørvest ligger noen tipper i skråninger ned mot innmark til Mingeødegård.

Malmgangen i Minge

Minge ligger innenfor et bergartsområde som kalles Østfold-komplekset. Her finner vi bergarter som er opptil 1300 millioner år gamle. Dette er gneiser av sedimentær opprinnelse, biotittgneis, amfibolitt og granittisk øyegneis. Malmgangen ligger i en bergart som blir omtalt som en skifrig gneis, og bergartene ved Minge beskrives som et foldet, skifrig kompleks som er delvis granittisert. En augittporfyrgang skjærer den eldre gneisen og malmgangen på tvers like ved gruvesjakta. Denne gangen er mye yngre og er trolig en intrusjon i forbindelse med Oslofeltets dannelse (Dietrichson 1954).

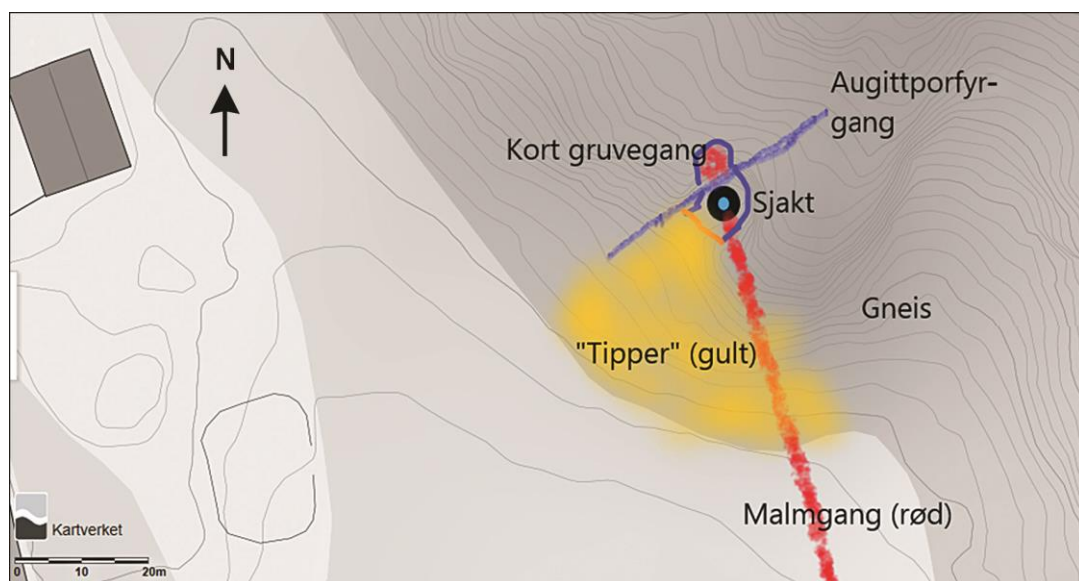


Fig. 1. Kartskisse over Minge blygruve. Kartunderlaget er skjermdump fra www.hoydedata.no.
© Kartverket.

Dietrichson (1954) nevner at malmgangen følger gneisens strøkretning NNV-SSØ og at gangen med galenitt sannsynligvis er over 1 km lang. Bredden på malmgangen oppgis å være 4-5 meter (Fig. 1). Like sør for gruva forsvinner malmgangen under innmark, og det er derfor ikke mulig å følge den.

Dietrichson nevner at den kommer frem igjen lenger sør og det er et lite skjerp ca. 350 m lenger sørøst. Ved en bekk like nord for en skogsbilvei er det fremdeles tydelige spor etter noen inngrep. Det er rimelig overgrodd i dag, men et par blokker med noe galenitt ble observert i 2019. Det skal også ha vært gjort noen undersøkelser lenger sør. Noe klart svar på hvordan malmgangen er dannet kommer ikke tydelig frem i den litteraturen som foreligger. Det nevnes at den er yngre enn gneisen i området, og det kan tenkes at den er av hydrotermal opprinnelse.

Malmgangen er rik på galenitt og inneholder også en del pyritt. Galenitt finnes ofte som linser i en grå finkornet bergart som hovedsakelig består av feltspat og glimmer. Kalsitt, fluoritt og kvarts er også synlig på tippene. Noen steinblokker ved gruva inneholder ganske mye fluoritt mens sfaleritt er mer sjeldent.

Mineralsamlere oppdager gruva

Da noen lokale samlere ble nysgjerrige på tippaugene på 1980-tallet, resulterte det i flere spennende funn. Siden det er en blygruve vi snakker om, kunne man håpe på funn av sekundærmineraler etter bly, kobber og sink. Noe som viste seg å stemme. Kegelitt og caledonitt er fremdeles ikke funnet andre steder i Norge. Vi finner ofte små feltspatkrystaller, men også anatas, klinozoisitt og flere andre i små druser.

Da jeg besøkte gruva for første gang, møtte jeg en forekomst som var lite besøkt av samlere. Det var ingen spor etter aktivitet av noe slag. Mitt mål var å finne caledonitt og kegelitt, to mineral jeg gjerne ville innlemme i min samling over norske mineraler. Jeg besøkte derfor forekomsten flere ganger for å prøve å finne disse. Det dukket opp mange ulike krystaller i drusene og etter hvert økte interessen for gruvens mineralogi. Noen kjente jeg igjen, men andre ble merket med spørsmålsteget.

Senere, etter flere turer til forekomsten, har jeg blitt en del klokere på forekomstens mineraler. Det var en tankevekkende erfaring og et eksempel på hvor viktig det er at vi deler informasjonen vi tilegner oss om en forekomst. For meg var det som å vandre *på gjengrodde stier*, både når jeg besøkte forekomsten og da jeg skulle prøve å finne ut hva jeg hadde funnet. Selv om det bare var noen tiår siden det var «stor» aktivitet ved Minge blant samlerne lå kunnskapen om mineralene dessverre hos personer som allerede hadde gitt seg som aktive aktører i miljøet. Det var også svært lite som hadde blitt publisert om mineralene ved Minge. Noen hadde gjort en stor jobb med å samle inn prøver og få disse undersøkt for noen tiår siden, men kunnskapen disse hadde tilegnet seg var dessverre på vei til å gå tapt.

Etter hvert dukket det opp et ønske om å prøve å identifisere alle mineralene ved Minge, og lage en oversikt over disse både i tekst og bilder. I utgangspunktet trodde jeg det skulle by på store utfordringer, men heldigvis tok jeg feil. Bjørn Kjiholt stilte sin samling fra Minge til disposisjon, både til gjennomsyn og fotografering. Kjiholt var en av de første som fattet interesse for Minge, og han har fått analysert flere prøver, bl.a. av caledonitt. Et hefte med tittelen «*Minge blygruve – Tune i Østfold*», redigert og skrevet av Kjiholt tidlig på 1990-tallet, har også vært en viktig kilde. I dette heftet finnes en beskrivelse av 22 av mineralene funnet ved gruva. Hftet ble nok laget for å være en turguide og

har aldri blitt publisert. Ved siden av egne funn og observasjoner har også Roy Kristiansen bidratt med viktig informasjon.

Nedenfor følger resultatet - en alfabetisk oversikt over mineralene som til nå er identifisert fra Minge blygruve. Et begrenset antall prøver har vært tilgjengelige, så noen av beskrivelsene kan derfor være mangelfulle i forhold til å beskrive variasjon i f.eks. farge og krystallform.

Mineralene fra Minge blygruve

Allanitt-(Ce), $(\text{CaCe})(\text{Al}_2\text{Fe}^{2+})(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O}(\text{OH})$

En stråleformet vifte, ca. 0,3 mm lang, som består av avlange søyleformete transparente krystaller av lillabrunlig farge, er identifisert som allanitt-(Ce). Viften sitter i et druserom i kvarts. Analysen er gjort ved Institute for Solid State Physics, University of Tokyo. De sjeldne jordartene domineres av Ce > La, samt ca. 5 vekt-% Nd_2O_3 . Den analyserte prøven er funnet av Roy Kristiansen i 2008, og foreløpig er bare denne ene prøven kjent fra Minge.

Anatas, TiO_2

Krystaller av anatas er ganske vanlig i forekomsten, og mineralet opptrer på to måter i små druser. Noen opptrer som tynne, firkantede, tavleformede krystaller. Disse er delvis til helt fargeløse og transparente, men har ofte delvis en grålig til grønnlig fargetone. Enkelte hjørner kan være avkuttete. Andre krystaller er mer bipyramidale, og har en mer kompleks krystallform. Disse er også delvis fargeløse, og har en grønn til blå fargetone i enkelte soner. Krystallene har en fin glassglans. Anatas er et sent dannet mineral, og vi finner ofte krystallene på små krystaller av feltspat. Krystallene er mindre enn 1 mm.

Anglesitt, PbSO_4

Dette er et mineral som blir dannet ved omvandling av galenitt. Det er et blyulfat som er vanlig å finne i oksydasjonssoner i blyforekomster. Anglesitt finnes likevel sjeldent i gode krystaller i Norge. Ved Minge finner vi mineralet oftest som hvite eller fargeløse krystaller i små druser. Krystallene er mindre enn 1 mm og har en fin glassglans. Krystaller kan opptre enkeltvis eller i aggregater. De er tavleformede og har en spiss terminering. Flere krystallformer er observert. Mest vanlig er krystaller med formene {101}, {210}. Da ser krystallene ofte ut som konvolutter når man ser dem i mikroskopet. De kan også ha formene {001}, {211}. Krystallene kan ha striper på enkelte flater.

Aragonitt, CaCO_3

Raade (1993) oppgir at aragonitt er analysert på en prøve fra Minge blygruve. Det er ikke gitt en nærmere beskrivelse av hvordan mineralet opptrer.

Brochantitt, $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$

Et grønt mineral som ofte danner belegg og skorper er identifisert vha PXRD (v/ A.O. Larsen) og viser seg å være brochantitt. Den analyserte prøven er samlet av Roy Kristiansen i 2008. Brochantitt opptrer sammen med galenitt, linaritt og fluoritt, og er ofte intimt sammenvokst med galenitt. Det største området med brochantitt som er observert er ca. 2 x 1 cm. Brochantitt har ofte en litt matt overflate. Minerallet kan av og til minne om malakitt, men reagerer annerledes enn malakitt på syrer. Malakitt, som er et karbonat, bruser og løser seg fort opp i alle syrer. Brochantitt er et sulfat og løser seg ikke opp i fortynnet saltsyre.

Caledonitt, $\text{Pb}_5\text{Cu}_2(\text{SO}_4)_3(\text{CO}_3)(\text{OH})_6$

Caledonitt ble påvist ved Mineralogisk-Geologisk museum fra en prøve innsendt av Bjørn Kjiholt i 1989. Minerallet opptrer som krystallaggregater bestående av veldig små, avlange, prismatiske krystaller med en lys blågrønn farge. Mest vanlig finner vi caledonitt som belegg eller korn. Minerallet er relativt sjeldent på forekomsten. Dette er eneste funnsted for caledonitt i Norge.

Cerussitt, PbCO_3

Cerussitt er et sekundært blymineral og opptrer som krystaller opptil 2 mm i små hulrom, gjerne assosiert med galenitt, pyritt, feltspat og kvarts. På tipphaugene finnes minerallet ofte som godt utviklede krystaller. Vanligvis er krystallene fargeløse eller hvite, men av og til har de en oransjebrun farge på grunn av forurensing trolig av jernoksyd. Minerallet danner ofte avlange, prismatiske krystaller med en definert terminering. Noen krystaller blir noe avsmalnende mot toppen (Fig. 2). Det kan være mange enkeltkrystaller i samme hulrom, og vokser der på kryss og tvers. Cerussitt danner også mer komplekse og tykkere krystaller. Sammen med galenitt har cerussitt av og til en mer gulgrønn farge. Cerussitt er relativt vanlig på forekomsten.



Fig. 2. Cerussitt fra Minge blygruve. Bildebredde 2,8 mm. Samling: Bjørn Kjiholt. Foto: O.T. Ljøstad.

Chalkositt (kobberglans), Cu_2S

Det opptrer i mindre mengder i malmen. Ofte ser vi mineralet som blåsorte bruddflater. Malakitt finnes ofte i nærheten av chalkositt.

Fluoritt (fluspat), CaF_2

I små hulrom finner vi fluoritt som godt utviklede krystaller. De krystallene som er funnet er oftest oktaedre og kuber med avrundede kanter. Fargen på disse krystallene varierer mellom lilla, gul og grønn. De er ofte delvis fargeløse, og bare en del av krystallen har en av de overnevnte fargene. Fluoritt finnes også som linser opptil flere centimeter store og har da ofte lys til mørk lilla farge.

Galenitt (blyglans), PbS

Mineralet finnes stort sett som massive linser i bergarten og er relativt vanlig å finne på tippaugene. Dietrichson (1954) beskriver knyttenevestore klumper og massive parti opp til 6 x 3 cm er innsamlet de senere årene. På tippene opptrer mineralet ofte i blokker hvor man også finner pyritt. Galenitt som har vært utsatt for vær og vind har en oksidert overflate og kan være vanskelig å se. På friske brudd viser galenitt sin karakteristiske sølvgrå farge. I små hulrom finner man av og til godt utviklede enkeltkrystaller. Krystaller er da bare noen millimeter store.

Gips, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Gips opptrer som fargeløse til hvite, avlange, flate krystaller med spiss terminering. Krystallene danner ofte fine rosetter og finnes ofte i store mengder inne i stollen som går inn i skjæringen like ved sjakten. Taket her er ofte dekket av gips og enkelte andre sekundære mineraler, hovedsakelig dårlig utviklet malakitt. Aggregater av gips danner av og til tepper på flere cm. Enkeltkrystaller kan være flere millimeter store (Fig. 3).



Fig. 3. Gips fra Minge blygruve. Bildebredde 3,1 mm. Samling: Bjørn Kjøholt. Foto: O.T. Ljøstad.

Grafit, C

Et svart metallisk mineral, som vi finner i små druser sammen med kvarts, er grafit. Det opptrer som flate, heksagonale enkeltkrystaller eller som aggregater av tynne flak. Krystallene er mindre enn en millimeter og finnes ofte på kvartskrystaller.

Goethitt, $\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O(OH)}$

Dette mineralet finner vi stort sett som rustbrune pseudomorfoser etter pyritt. Pyrittkrystallene er ofte bare delvis omvandlet. I små hulrom finnes også som en sjeldenhet goethitt som botryoidale eller kuleformede aggregater.

Hydrosinkitt, $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$

Finnes som et tynt hvitt belegg på sfaleritt. Dette er sannsynligvis det samme mineralet som et belegg med silkeaktig glans på steiner ved gruva. Slike områder kan være flere centimeter store.

Kalsitt (kalkspat), CaCO_3

Hvite til delvis fargeløse krystaller av kalsitt opptil 1 cm store opptrer i drusene. Kalsitt kan også fylle drusene helt. Fine krystaller av kalsitt som er pepret med små, avlange krystaller av pyritt er funnet.

Kegelitt, $\text{Pb}_8\text{Al}_4(\text{Si}_8\text{O}_{20})(\text{SO}_4)_2(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_8$

Dette er et meget sjeldent, sekundært blymineral. Mineralet er foreløpig bare påvist fire steder i verden. Typelokalitet er Tsumeb i Namibia. I 1986 ble kegelitt bestemt fra Minge, på en prøve funnet og sendt til Mineralogisk-Geologisk museum av Liv S. Askelien (tidl. Hansen). Da var dette andre funn i verden av dette mineralet. På den analyserte prøven finner vi kegelitt som ørsmå, hvite nåler. Mineralet ble funnet i en noen millimeter stor druse i en smal åre med galenitt. Det som i utgangspunktet så ut som et litt pulveraktig matt stoff, skulle vise seg å være et utrolig interessant funn. Kalsitt var også tilstede i den analyserte prøven. Prøven er dessverre blitt borte.

Klinoklor, $\text{Mg}_5\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$

Klinoklor finnes som mørkegrønne, avlange aggregater bestående av glimmeraktige, heksagonale krystaller som ligger på hverandre og danner tårn. Aggregatene er ofte ikke større enn et par millimeter og opptrer i små druser.

Klinozoisitt, $(\text{Ca}_2)(\text{Al}_3)(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{SiO}_4)\text{O(OH)}$

Lysebrune, listeformede krystaller av klinozoisitt opptrer i enkelte druser. Mineralet danner ofte vakre stråleformede vifter opptil 1 mm store.

Kvarts, SiO₂

Fargeløse til hvite krystaller av kvarts er vanlig i drusene. Krystaller kan være opptil flere cm lange, men vanligvis mye mindre. I små hulrom finner vi ofte kvarts som ser ut til å være en pseudomorfose etter kalsitt skalenoedere.

Linaritt, PbCu(SO₄)(OH)₂

Et sekundærmineral med en dyp blå farge og glassglans er linaritt. Dette mineralet finner vi stort sett massivt eller som belegg. Områder med linaritt opp til flere centimeter i utstrekning er funnet. Krystaller er observert i enkelte små druser. Mineralet opptrer ofte sammen med fluoritt, galenitt og brochantitt. Linaritt må sies å være et relativt uvanlig forekommende mineral i Norge. Ved siden av Minge er mineralet fremdeles bare funnet på noen forekomster ved Grua i Lunner og Konnerud ved Drammen.

Malakitt, Cu₂(CO₃)(OH)₂

Grønne belegg og skorper er vanlig på forekomsten, men gode krystaller er ikke funnet. Malakitt er et sekundært kobbermineral, og er sannsynligvis dannet etter chalkositt. Malakitt er et karbonat og bruser i syre.

Muskovitt, KAl₂(AlSi₃O₁₀)(OH)₂

Muskovitt opptrer i den lyse finkornete bergarten i malmgangen. Mineralet opptrer ikke i drusene i bergarten, og godt utviklede krystaller er derfor ikke funnet.

Pyritt (svovelkis), FeS₂

Pyritt er et vanlig mineral ved Minge og finnes av og til i gode krystaller opptil 1 cm. Noen fine prøver er syret ut fra kalsitt. Både kuber og dodekaedere opptrer på forekomsten. Av og til finner man avlange krystaller av pyritt på kalsitt. Pyritt er av og til delvis eller helt omvandlet til goethitt.

Sfaleritt (sinkblende), ZnS

I malmgangen finnes sfaleritt i mindre mengder. Mineralet er oftest massivt og har en brun til gulbrun farge som indikerer lavt jerninnhold. Sfaleritt opptrer gjerne sammen med galenitt, og av og til finnes mineralet som små, delvis utviklede krystaller i drusene. Sammen med sfaleritt finner vi ofte hydrosinkitt og smithsonitt.

Smithsonitt, ZnCO₃

Dette mineralet dannes sekundært etter sfaleritt og finnes som krystaller med en modifisert romboedrisk krystallform, ofte med avrundete kanter. Krystallene er veldig små, men områder opp mot 1 x 1 cm er funnet pepret med slike krystaller. Fargen er ofte brun til gulbrun (Fig 4). Kjiholt nevner også krystaller som er hvite i midten og lys brun mot kanten. Et mineral som finnes som mer botryoidale aggregater med hvit til blåaktig fargetone nær sfaleritt kan også være smithsonitt, men det må sjekkes nærmere.



*Fig. 4. Smithsonitt fra Minge blygruve. Bildebredde 1,8 mm. Samling: Bjørn Kjiholt.
Foto: O.T. Ljøstad.*

Svovel, S₈

Svovel opptrer som spredte, lysegule, ørsmå krystaller på galenitt (Fig. 5). Mineralet er et omvandlingsprodukt etter sulfidmineraler som galenitt og sfaleritt. Svovel opptrer i sparsomme mengder og er relativt sjeldent å finne.

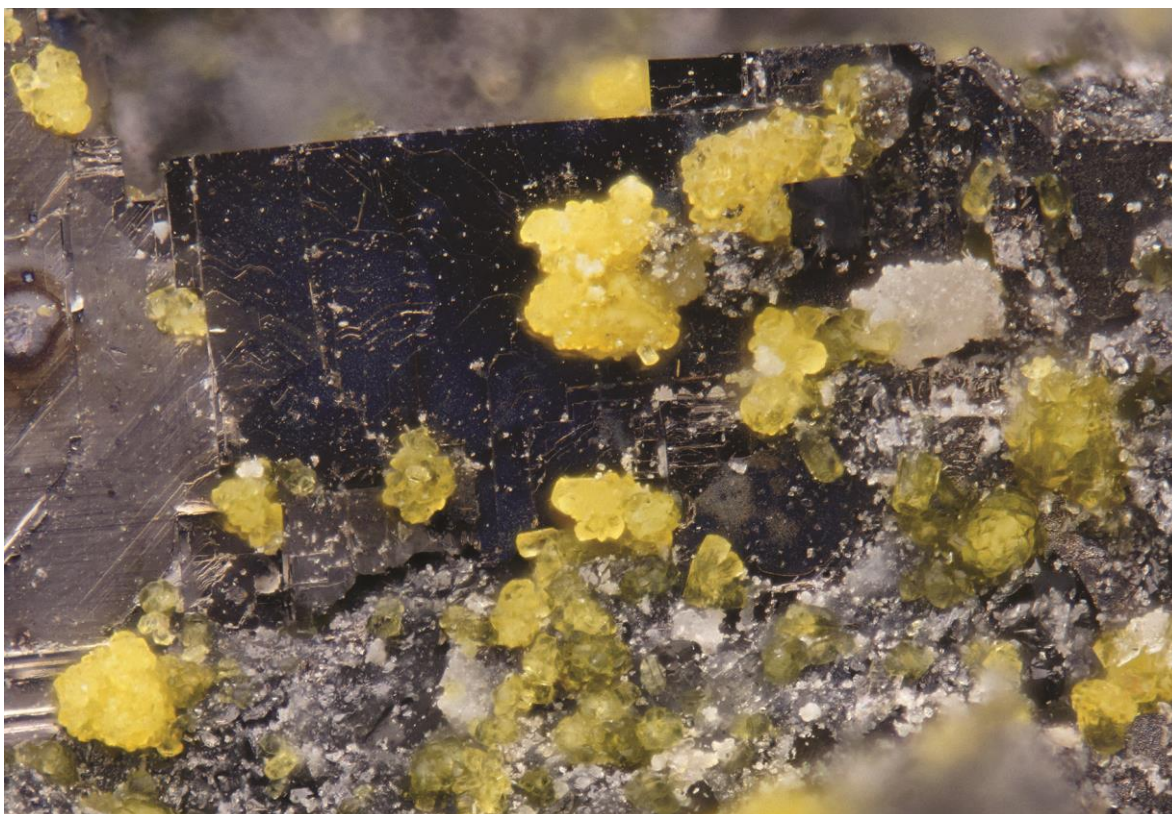


Fig. 5. Svovelkrystaller på galenitt fra Minge blygruve. Bildebredde 1,15 mm. Samling: Bjørn Kjeholt. Foto: O.T. Ljøstad.

Analyserte mineraler

To mineraler er analysert i senere tid, allanitt-(Ce) og brochantitt. Disse analysene er det referert til i beskrivelsen av disse mineralene. Fra tidligere er disse mineralene analysert ved Naturhistorisk museum (Mineralogisk-Geologisk museum v/ G. Raade):

Mineral:	Røntgenfilm:
Anglesitt	27706 og 28627
Aragonitt	28504
Caledonitt	28523
Cerrussitt	28384, 28524 og 28877
Hydrosinkitt	27686
Kegelitt	27690
Linaritt	27695
Smithsonitt	28294 og 28628

Konklusjon

Lista over mineralene funnet ved Minge blygruve består nå av 26 mineraler. Ved gjennomgang av prøver fra forekomsten den siste tiden har det dukket opp to nye mineral for forekomsten, allanitt-(Ce) og brochantitt. Potensielt andre nye mineraler for forekomsten er funnet. Visuelt er dette mineraler som kan minne om brookitt, bastnäsitt, hemimorfitt og titanitt. Feltspatkrystaller som ligner adular (ortoklas) opptrer i drusene, men noen analyse av disse er ikke utført. Det er også mulig det er flere sekundære mineraler, spesielt knyttet til bly. Lista vil derfor med stor sannsynlighet øke i fremtiden.

Takk

Denne artikkelen hadde ikke blitt en realitet uten hjelp fra flere personer. En spesiell takk til Bjørn Kjiholt som har stilt sin samling fra Minge til rådighet for gjennomsyn og fotografering og O. T. Ljøstad som har tatt bilder av mange av mikromineralene. Takk også til Roy Kristiansen for bilder og informasjon. Analysene av allanitt-(Ce) og brochantitt er også formidlet gjennom han.

Referanser

- Bakken, E. (1993): *Lokalhistorisk veiviser for Sarpsborg-distriktet*. Valdisholm forlag, 120 s.
- Broch, O.A. (1934): Feltspat IV. Forekomster i Akershus og Østfold øst for Glomma. *Norges Geologiske Undersøkelse* **141**, 119 s.
- Det Statistiske Centralbyrå (1921): *Norges bergverksdrift 1918*. 96 s.
- Dietrichson, B. (1954): Minge-Ødegård blyglansgang, Øvre Tune. *Norges Geologisk Undersøkelse Fagrapport* **3234**. 8 s.
- Foslie, S. (1925): Syd-Norges gruber og malmbforekomster. *Norges Geologiske Undersøkelse* **126**, 89 s
- Kjiholt, B. (199?): *Minge blygruve, Tune i Østfold. Turguide*. Upublisert hefte. 21 s.
- Raade, G. (1993): *Interne notater 1990 - 1993*. Geologisk Museums Venner, Oslo, 164-165.

Mineraler fra Fikkjebakke industriområde, Sannidal, Kragerø, Telemark

Vegard Evja

Kolonien 4, 3772 Kragerø (vegard.evja@live.no)

Introduksjon

Fikkjebakke industriområde er forholdsvis nyetablert og ligger ved FV 256 (Krokenveien), ca. 2 - 2,5 km fra E-18 kryss 55 (Tangenkrysset). Det er foretatt en del sprengningsarbeider og terrenginngrep for å tilpasse tomtene til bedriftene. I den forbindelse er det på industriområdet gjort noen gode mineralfunn som dokumenteres i denne artikkelen. Identifikasjonene er kun foretatt visuelt.

Bergartene i området består for det meste av båndgneis/migmatitt med noen få soner med amfibolitt. Gneisen er i seg selv fattig på mineraler for samlere, men nær amfibolitt kan det være interessante mineraler å finne. Gneisen inneholder stedvis en del granater med varierende farger, mest rød og rosa (Fig. 1).



Fig. 1. Almandinkrystaller opptil 1,2 cm i gneis fra Fikkjebakke. Stoffen er 9 x 7 cm. Samling og foto: V. Evja.

Funn 1

På industriområdet på syd/vest-siden av Krokenveien ble det i juni 2007 avdekket en kvartsgang med grov feltspat og biotitt. Gangen krysset båndgneisens strøkretning og inneholdt et druserom som gikk ca. 6 m innover og var opptil 1,5 meter i diameter. Hoveddelen av drusen var kollapset og derved var mye av materialet inni ødelagt. Etter et omfattende arbeid med graving og sortering ble det frigjort kvartskrystaller med tessinerhabitus (Fig. 2).



Fig. 2. Kvartskrystaller (16 x 12 cm) med tessinerhabitus fra Fikkjebakke. Samling og foto: V. Evja.

Disse var opptil 35 cm lange, helt vannklare inni og egnet seg svært godt til sliping (Fig. 3). I drusen ble det også funnet opptil 20 cm store mikroklinkrystaller overvokst med albitt. Alt drusematerialet hadde et brunt belegg av Fe/Mn-oksider.



Fig. 3. Fasettslipt kvarts fra Fikkjebakke. Vekt 93 karat. Sliping er utført av Tor Eivind Mykland. Samling og foto: V. Evja.

Funn 2

Det første funnet gjorde at området ble tettere fulgt opp, og i 2011 dukket det opp et nytt druseområde i en amfibolittkropp i den nordøstre delen av industriområdet på nordsiden av Krokenveien. Ved sprengning ble det avdekket en 20-30 cm bred linse med sort amfibol og albitt som hovedminerale. I hulrom var feltspatkrystaller ofte dekket med hvite til vannklare, tynne, plateformede prehnittkrystaller opptil 5 mm brede. Det ble også funnet en ikke nærmere identifisert asbestaktig amfibol som opptil 1 cm lange nek. I drusene ble det observert 8-10 mm store, grønne apatittkrystaller.

Funn 3

Sommeren 2018 ble det på nytt avdekket et interessant mineralfunn ved etablering av en ny industritomt i den nordvestre delen av Fikkjebakke. Her opptrådte en opptil 1 meter bred, nord-sydgående, nærmest vertikal sone på tvers av båndgneisens strøk. Denne sonen besto av kloritt og linser av kalsitt med små druser med skalenødre av kalsitt. Mellom kalsittkrystallene opptrådte nålformete pyrittkrystaller opptil 20 mm i lengde og med perfekt terminering (Fig. 4). I kalsittlinsene opptrådte opptil 10 cm store masser av sammenvokste pyrittkrystaller med høy glans på overflaten (Fig. 5). Masser av pyrittkrystaller er lett å frigjøre fra omgivende bergart og kan karakteriseres som flytere.



Fig. 4. Nålformete pyritt-krystaller sammen med kalsittkrystaller. Den lengste nålen er 11 mm lang. Samling: V. Evja. Foto: Ø. Thoresen



Fig. 5. Et aggregat av pyritt-krystaller. Stoffen er ca. 4 cm bred. Samling: V. Evja.
Foto: Ø. Thoresen

Konklusjon

Hittil er det påvist omkring 15 ulike mineraler fra Fikkjebakke industriområde (Tabell 1). Noen av disse er absolutt samleverdige. Området er under stadig utvidelse og det er grunn til å anta at nye mineralforekomster kan bli avdekket i fremtiden. Det må nevnes at all ferdsel i industriområdet er forbudt, og mineralleting må klareres med grunneiere.

Tabell 1. Mineraler fra Fikkjebakke. Mineraler i kursiv er ikke bestemt mhp nøyaktig mineral.

Kvarts/røykkvarts	Vanlige krystaller og med tessinerhabitus. Opptil 35 cm i lengde.
Mikroclin	Opptil 20 cm store krystaller med albitt på overflaten.
Almandin	I gneis som røde/rosa krystaller opptil 3-4 cm. I amfibolitt som masser opptil 10 cm i diameter.
<i>Hornblende</i>	Opptil 3 cm lange krystaller.
<i>Asbest (aktinolit?)</i>	Nek opptil 1 cm sammen med albitt og prehnitt. Opptil 0,5 cm brede, klare til hvite krystaller som dekker feltspat.
Prehnitt	Hvite til fargeløse tynne tavler opptil 5 mm brede.
Allanitt	I pegmatittganger som opptil 20 cm lange krystaller.
<i>Kloritt</i>	Lysgrønn til mørkegrønn som inneslutninger i kvarts- og feltspatkrystaller.
Biotitt	Opptrer som flak og krystaller i pegmatitt.
Palygorskitt	Berglær. Vanlig inne i drusene.
Kalsitt	Druser med gule skalenoedre opptil 6 cm. Hvit, massiv i linser og ganger.
Pyritt	Opptil 2 cm lange nåler sammen med kalsitt. Klumper/masser av krystaller opptil 10 cm.
Hematitt	Belegg eller inneslutning i kvartskrystaller.
Rutil	Opptil 1 cm nåler i kvarts.
<i>Fe/Mn-oxid</i>	Opptrer som et brunt belegg på mange av drusemineralene.

Takk

Takk til Øyvind Thoresen for gode mineralfotos. Alf Olav Larsen og Torfinn Kjærnet har gitt gode innspill til forbedring av artikkelen.

Oberstløytnantskjerpet ved Fjellgardane i Fyresdal, Telemark

Alf Olav Larsen¹ og Arne Åsheim²

¹Bamseveien 5, 3960 Stathelle (alf.olav.larsen@online.no)

²Glimmerveien 28, 3931 Porsgrunn (ar-aash@online.no)

Innledning

Det har vært utstrakt prospektering og gruvedrift på mineraliserte ganger i Telemark. Noen av de eldste gravene ble drevet allerede for nærmere 500 år siden. Under siste halvdel av 1800-tallet ble det en kraftig økning i letevirksomheten, og hundrevis av lokaliteter ble skjerpet og forsøkt drevet, gjerne av lokale personer som hadde et ønske om å tjene noe ekstra. En av disse forekomstene var det såkalte Oberstløytnantskjerpet ved Fjellgardane i Fyresdal (Fig. 1). Dette foretaket er et typisk eksempel på en forekomst som har vært gjenstand for interesse ved flere anledninger gjennom tidene. Her gis en oversikt over skjerpets historie, geologi og mineralogi.



Fig. 1. Kartskisse over deler av Fyresdal og Tokke. Beliggenheten til Oberstløytnantskjerpet er angitt med rødt punkt nær senter av kartet.

Historien

Oberstløytnantskjerpet er den nordligste forekomsten i den malmprovinsen hvor renessansebergverket Moisesberg ble anlagt allerede år 1541 (Berg 2006). Det er ukjent, men ikke utenkelig, at forekomsten ble forsøksdrevet allerede på den tiden. Det er ikke mer enn 500 m til nærmeste registrerte og dokumenterte 1540-talls skjerp. Eventuelle spor etter den eldste brytningen er imidlertid trolig borte på grunn av senere drift i forekomsten.

Navnet Oberstløytnantskjerpet har sin opprinnelse med henvisning til oberstløytnant Christian von Koss¹ som i 1745 gjenopptok drift av flere av de gamle gruvene etter Moisesberg kobberverk. Ved at navnet er knyttet til oberstløytnanten, så er det all grunn til å anta at skjerpet slik det framstår i dag ble drevet under hans driftstid 1745-1758. Dette er omstendighetsbevist ved borhullene som foreligger på stedet, se nedenfor.

Oberstløytnantskjerpet ble mutet av brødrene Ivar og Andreas Rindebakken² både i 1911 og 1915 (Fig. 2). Mutingene ble tinglyst på kirkebakken av lensmannen i Fyresdal, K. Moghus. «Løitnantskjerpet», som det ble kalt i noen av mutningsbrevene, ble dessuten anmeldt sammen med Aslestad kobberskjerp (beliggende 1400 m mot sydøst) i 1904, 1905, 1906, 1907, 1911, 1913 og 1916. Ved befaring i 2018 var det ikke mulig å få noe inntrykk av arbeidet de eventuelt har utført i Oberstløytnantskjerpet, om noe i det hele tatt.

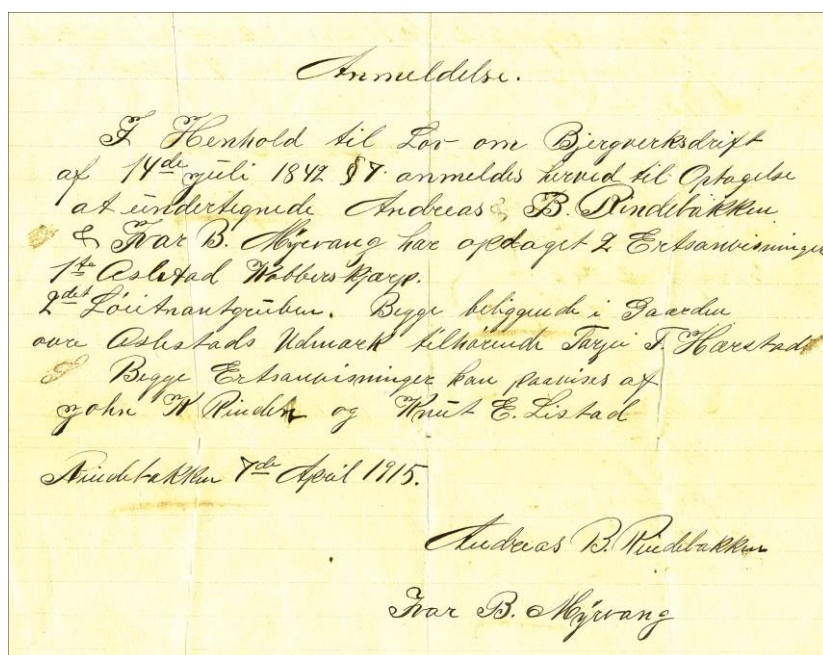


Fig. 2. Anmeldelse av Aslestadgruben og Løytantgruben (Oberstløytnantskjerpet) 7. april 1915.

¹ von Koss er en opprinnelig mecklenburgsk adelsslekt som stammer fra ridderen Hermann von Koss (nevnt 1276). Slekten kom til Norge da den militære offiseren Johan Christoph von Koss (f. 1668) flyttet til Norge i 1683. En av hans fem sønner var Christian von Koss som ble født på Solberg gård, Skedsmo, Akershus i 1698. Han fulgte i sin fars militære fotspor. Johan Christoph døde under et utfall ved Karl 12s beleiring av Akershus festning våren 1716. Da kapteinens sønn, fenrik Christian, fikk høre at farens lik lå igjen utenfor festningsmuren, ville han hente det. Sammen med tre venner tok han seg ut. Alle vennene ble drept eller tatt til fange, men Christian kom seg hardt såret tilbake med farens lik på ryggen. For den modige gjerningen ble Christian utnevnt til sekondløytnant, senere oberstløytnant. I tillegg til militær var han en gründer og overtok i 1745, sammen med medinteressenter, blant annet fra Kongsberg, flere av gruvene ved Fjellgardane (det tidligere Moisesberg kobberverk) og startet i tillegg drift på Åmdals Verk. Det gikk mange gjetord om Christian von Koss. På grunn av hans strie karakteregenskaper og mørke hår fikk han på folkemunne navnet Svartekås. Han druknet under en tjenestereise idet hans båt kantret i Byglandsfjorden i Setesdal den 1. november 1758 (Engelstad 1958). Gruvedriften i Vest-Telemark ble deretter midlertidig avsluttet.

² Ivar (1866-1939) og Andreas (1873-1953) Rindebakken var to brødre i en søskenflokk med ni barn. Den eldste i søskenflokken var 24 år eldre enn yngstemann, Andreas. Etter hvert som de eldre etablerte seg, ble det slik at Ivar og Andreas ble på gården i Hauggrend, som de etter hvert overtok, og hvor de dessuten drev skysstasjon. Som ungdom ble skjerpeinteressen vakt, noe som startet med muting på en mulig thorittforekomst nær Myrvang i Veum (1899). På begynnelsen av 1900-tallet hadde de flere mutinger i Vest-Telemark; på Myrsendfjellet i Røyningdalen i Hauggrend, ved Gullnesjuvet på sydsiden av Bandak og på Heknefjellet ved Fjellgardane i Fyresdal. Andreas Rindebakken er morfar til en av forfatterne (AA).

Geologiske forhold

Telemarksektoren består av proterozoiske, overflatebergarter som utgjør en opptil 7000 m tykk sekvens av felsiske og mafiske vulkanitter, kvartsitt, konglomerat, skifer og marmor. Fire hovedsekvenser er definert (Laajoki *et al.* 2002; Bingen *et al.* 2008, og referanser deri). Den siste, store geologiske hendelse var en serie av granittintrusjoner i perioden 1050-930 millioner år siden. I overflatebergartene i den sentrale Telemarksektoren, særlig i den øvre, vulkanske sekvensen opptrer et stort antall mineraliserte ganger, vesentlig kvartsganger ± karbonater, sulfider og aksessoriske mineraler (Dons 1963; Nordrum 1972a; Nordrum & van der Wel 1981; Sandstad *et al.* 2012). Oberstløytnantskjerpet befinner seg på østflanken av en antiklinal hvor området ved Hægevatn er dominert av amfibolitt og sandstein med lag av grønnstein (Sigmond *et al.* 2015). Bergartene tilhører bandakgruppen innen telemaksuprakrustalene. Den mineraliserte gangen i Oberstløytnantskjerpet ligger i sandstein i umiddelbar nærhet til et lag av grønnstein (Fig. 3).

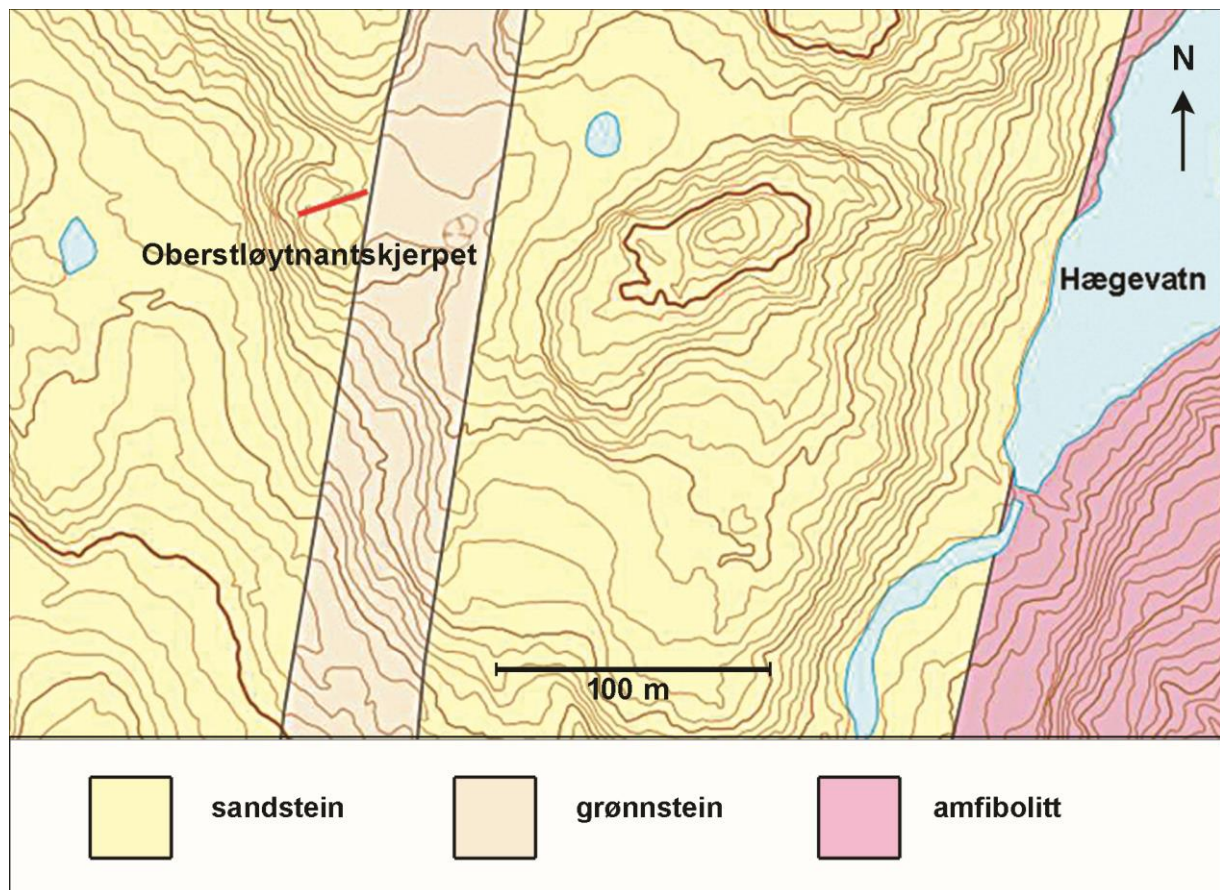


Fig. 3. Geologisk kart over området vest for Hægevatn med Oberstløytnantskjerpet inntegnet (rød). Fra Sigmond *et al.* (2015), nedlastet fra www.ngu.no.

Forekomsten

Oberstløytnantskjerpet ligger på en kolle ca. 275 m nordvest for dammen ved utløpet av Hægevatn (EU89 N59,3341°, Ø7.8739°). Den mineraliserte gangen stryker ca. 70° N og faller ca. 80° mot nord. Det er en sonert kvarts/karbonatgang med kobbermineraler vesentlig konsentrert i senter, men også på

tynne sprekker i sidebergarten i umiddelbar nærhet til hovedgangen. Den opprinnelige mektigheten til hovedgangen er vanskelig å bestemme på grunn av overdekning og vann, samt det faktum at mye er sprengt vekk. I den vestre delen av skjærpet er kvartsgangen kun ca. 10 cm tykk.

Hovedskjærpet er en ca. 12 m lang og 1,8 – 2 m bred skjæring som skråner relativt bratt nedover mot øst. I den vestre, halve delen av skjæringen er sideveggene opptil 2 m høye, mens den østre delen er vannfylt med omtrent 2 m vanddyb (Fig. 4). Fra den østre enden av skjæringen går det en grøft mot nordvest, gravd i løsmasser/myr, for å drenere vannet vekk fra arbeidsstedet.

Vestover fra hovedskjæringen er det fire grunne flåsprengninger med 2-5 meters mellomrom langs gangen over en strekning på 13 m. Den totale lengden av forekomsten kan spores ca. 25 m.

I den søndre vegg i skjæringen er det tydelige borhull. Diameteren på borhullene er ca. 3 cm (Fig. 5). Den grove dimensjonen indikerer ganske klart at dette er håndboret 1700-talls borhull beregnet for kruttsprengning (Berg 1994, s. 77), og bekrefter derved at skjæringen som utgjør Oberstløytnant-skjærpet med stor sannsynlighet er utført i von Koss' driftstid.



Fig. 4. Oberstløytnant-skjærpet, sett mot vest.



Fig. 5. Halvdelen av et håndboret 1700-talls borhull i søndre sidevegg i Oberstløytnantskjerpet. Bemerk den relativt grove diameteren.

Mineralene

Kvarts (SiO_2) er hovedmineralet i forekomsten og er utviklet som grovkornet melkekvarts. Det er eldst av de hydrotermale mineralene. På sprekker i kvartsen og mellom kvartskornene er det fylt med kobbererts.

Karbonat opptrer som soner i veksling med kvarts. En kjemisk analyse vha SEM/EDS viser at karbonatfasen er en **ankeritt** med omtrentlig sammensetning $\text{Ca}_{1,1}\text{Mg}_{0,6}\text{Fe}_{0,3}(\text{CO}_3)_2$.

Bornitt (Cu_5FeS_4) og **djurleitt** (Cu_2S) utgjør kobberertsen i forekomsten. Bornitt er utfelt først og deretter delvis erstattet av djurleitt. Kobberertsen er vesentlig konsentrert langs senter av kvarts/karbonatgangen. Identiteten til djurleitt er identifisert ved hjelp av PXRD.

Wittichenitt (Cu_3BiS_3) er observert som opptil 1-2 mm store individer i djurleitt (Fig. 6). Mineraler er for øvrig vanlig forekommende i mange av ertsforkomstene i Telemark (Nordrum 1972b). En kjemisk analyse vha SEM/EDS viser at wittichenitt fra Oberstløytnantskjerpet inneholder 0,7 vekt-% Ag.

Vismut (Bi) opptrer som opptil 0,1 mm store, separate individer inne i ankeritt i nær tilknytning til wittichenitt (Fig. 6).

Malakitt ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$) og mindre mengder **azuritt** ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) opptrer som overflatedannelser på skjerpets vegger, i sprekker i bergarten nærmest ertsgangen og på ertsførende stein på tippaugen.

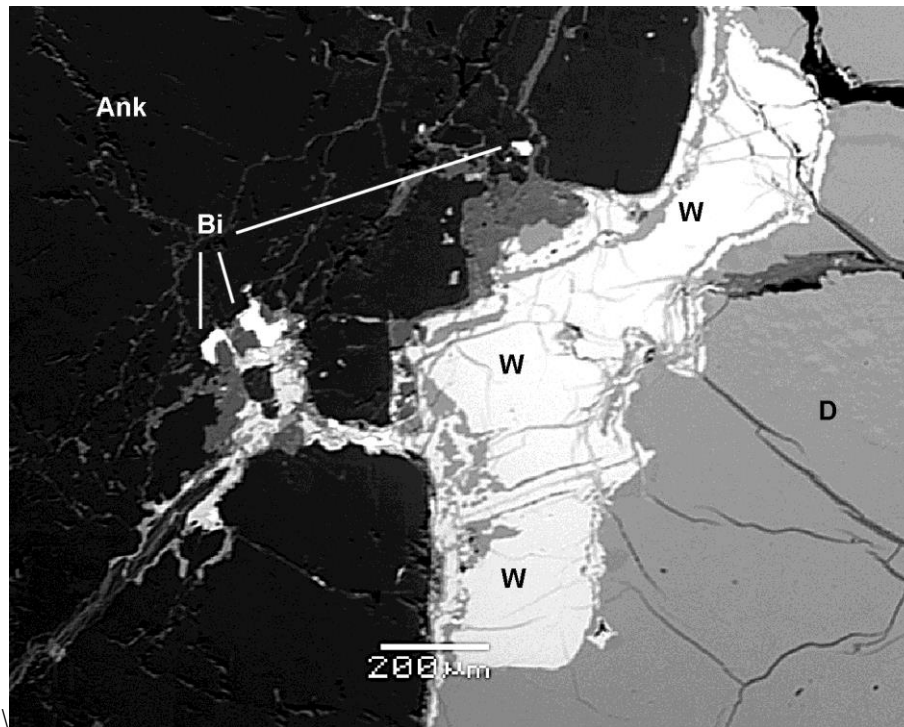


Fig. 6. Et ca. 1,2 mm langt individ av wittichenitt (W) i djurleitt (D) nær grensen mot ankeritt (Ank). Wittichenitt har en «rev»-lignende, frynsete yttersone intimt sammenvokst med bornitt. Vismut (Bi) opptrer som små individer inne i ankeritt. Back-scatter SEM-foto.

Referanser

- Berg, B.I. (1994): *Gruveteknikk ved Kongsberg Sølvverk 1623-1914. Bind 2.* Norsk Bergverksmuseum, Kongsberg. 446 s.
- Berg, B.I. (2006): *Moisesberg i Fyresdal 1541-1549.* Novus forlag, Oslo og Norsk Bergverksmuseum, Kongsberg. 400 s.
- Bingen, B., Nordgulen, Ø. & Viola, G. (2008): A four-phase model for the Sveconorwegian orogeny, SW Scandinavia. *Norwegian Journal of Geology* **88**, 43-72.
- Dons, J.A. (1963): Gruber og skjerp innen gradteigskart E36V Kviteseid. *Norges Geologiske Undersøkelse* **216**. 80 s.
- Engelstad, S. (1958): *Ætten von Koss.* Oslo. 135 s.
- Laajoki, K., Corfu, F. & Andersen, T. (2002): Lithostratigraphy and U-Pb geochronology of the Telemark supracrustals in the Bandak-Sauland area, Telemark, South Norway. *Norwegian Journal of Geology* **82**, 119-138.
- Nordrum, F.S. (1972a): En malmgeologisk undersøkelse av området Bandakvann - Åmdalsverk - Slystøl, Vest Telemark. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo *Bergvesenet Rapport* **335**. 167 s.

- Nordrum, F.S. (1972b): Wittichenite, Cu_3BiS_3 , from Tokke and Fyresdal in west Telemark. Contribution to the mineralogy of Norway, No. 49. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **52**, 257-272.
- Nordrum, F.S. & van der Wel, D. (1981): Mineral-, stein-, og ertsforekomster innen kartblad Sauda (1:250 000). *Norges Geologiske Undersøkelse* **366**. 58 s.
- Sandstad, J.S., Bjerkgård, T., Boyd, R., Ihlen, A., Korneliussen, A., Nilsson, L.P., Often, M., Eilu, P. & Hallberg, A. (2012): Metallogenic areas in Norway. In Eilu, P. (ed.): *Mineral deposits and metallogeny of Fennoscandia. Geological Survey of Finland, Special Paper* **53**, 35-138.
- Sigmond, E.M.O., Jorde, K., Gyøry, E. & Gjelle, S. (2015): *Berggrunnskart Borsæ 1513-4, 1:50 000*. Norges geologiske undersøkelse, Trondheim.

Fantehullet på Oterøy – lokaliteten for Tellef Dahlls angivelige nye grunnstoff norvegium

Alf Olav Larsen¹, Jörgen Langhof² og Andreas Karlsson²

¹ Bamseveien 5, 3960 Stathelle

² Naturhistoriska riksmuseet, Box 50007, S-104 05 Stockholm, Sverige

Introduksjon

Dahll (1879) beskrev et nytt grunnstoff som han kalte norvegium, oppkalt etter Norge. Det angivelige nye grunnstoffet ble isolert fra en malm av «Kobbernikkel og Nikkelglans» fra Oterøy ved Kragerø. En nærmere angivelse av lokaliteten forelå ikke i publikasjonen, og eventuell samtidig kunnskap om stedet har senere gått i glemselen. Under gjennomgang av eldre mutingsbrev ved Norsk Bergverksmuseum kom AOL over en muting av en forekomst av «nikkelglans» ved Fantehullet på Oterøy. Mutingen ble foretatt i 1879 av gårdbruker og skipsfører Johan Christian Sørensen på Oterøy gård. Det var samme år som Tellef Dahll beskrev norvegium og det er sannsynlig at denne mutingen gjaldt stedet hvorfra han skaffet malmen som var utgangspunkt for metallframstillingen. Trolig kjente Sørensen og Dahll hverandre godt da de begge hadde vært medlemmer av Sannidal og Skåtøy herredsstyre, og det er grunn til å anta at de hadde gjensidig interesse av forekomsten på Oterøy. En kortfattet biografi om Tellef Dahll er gitt i etterskriftet.

Stedet Fantehullet (Fantehola) befinner seg på sydsiden av Oterøy (Fig. 1). Nå som lokaliteten nylig ble «gjenoppgadet» vil det være av interesse å dokumentere forekomsten. Denne artikkelen gir en oppsummering av tidligere publisert informasjon samt nye mineralanalyser og stedlige observasjoner.

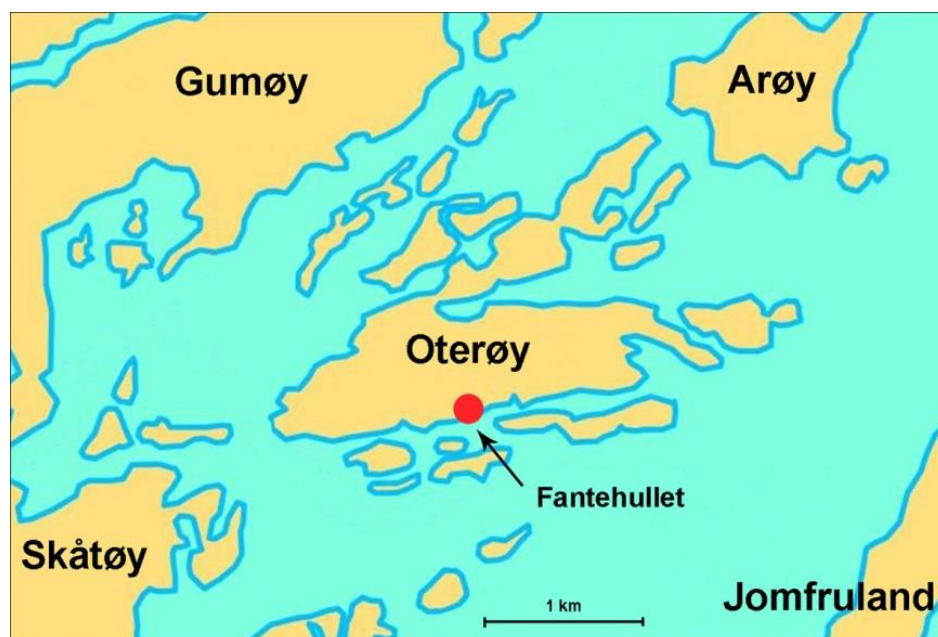


Fig. 1. Beliggenheten av Oterøy med angivelse av Fantehullet.

Lokaliteten

Fantehullet er en 3-4 m bred, relativt flatbunnet kløft som strekker seg fra sjømålet og omkring 30 m i nordvestlig retning (Fig. 2). Sideveggene i kløften er svært bratte, stedvis vertikale, og opptil 5-8 m høye. Tilkomst kan foretas fra sjøen (selv om det her er langgrunt) eller fra østsiden av innerste del av kløften hvor det under nedbørrike perioder renner en bekk ned mot skjerpets og videre ut kløften.

Skjerpets fra 1870-årene befinner seg omkring 25 m fra sjøen, innerst i kløften (Fig. 3). Det er i dag en vann- og gjørmefyllt synk, ca. 3x3 m i diameter og med et vanddyp på nærmere 2 m. Tiphhaugen er plassert ytterst i kløften, til dels ut i sjøen.

LIDAR-kart over Oterøy (Kartverkets nettsted hoidedata.no) vises en forkastning i terrenget gjennom Fantehullet og skrått over øya i retning SØ-NV over en lengde på omkring 800 m. I kløften Fantehullet, som følger forkastningen, opptrer flere, mer eller mindre parallelle kvarts-karbonatganger med steilt fall mot SV og med tykkelser varierende fra 1-10 cm. Dahll (1879) nevnte imidlertid at det i forekomsten var en 6-12 tommer mektig kalkspatgang. Den synlige bredden på sonen med kvarts-karbonatganger er nærmere 1 m, men den totale bredden kan ikke bestemmes på grunn av overdekning. Bergarten i området er hovedsakelig en foliert amfibolitt med strøk omtrent Ø-V og steilt fall (Fig. 4). I sprekkesonen er bergarten til dels klorittisert. Umiddelbart Ø for forkastningen opptrer en ca. 2,5 m mektig, vertikal, permisk diabasgang som stryker omtrent N-S og krysser muligens kvarts-karbonatgangene. Krysningspunktet er imidlertid overdekket og derved ikke tilgjengelig.



Fig. 2. Kløften Fantehullet på sydsiden av Oterøy.



Fig. 3. Det vannfylte skjerpet innerst i Fantehullet. Sikt mot sjøen.

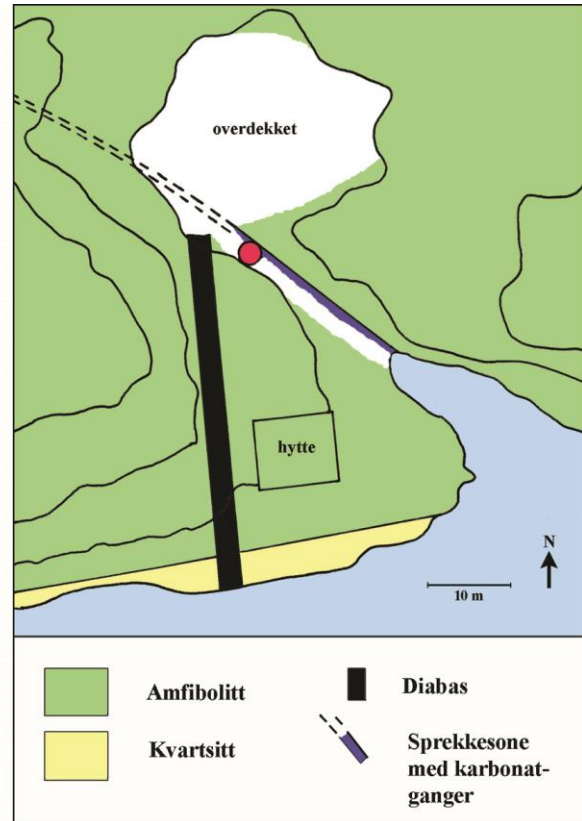


Fig. 4. Geologisk kartskisse over området ved Fantehullet. Skjerpet er angitt med rød sirkel. Koter med ekvidistanse 5 m.

Mineralogi

Gersdorffitt

For å separere norvegium forklarte Dahll (1879) at han tok utgangspunkt i 10 kg malm som besto av mineralene *kobbernikkel* og *nikkelglands*. Dette var etter datidens terminologi trolig henholdsvis nikkelin (niccolitt) (NiAs) og gersdorffitt ((Ni,Co)AsS). Han rapporterte en analyse av *nikkelglands* med 18,6 % Ni og 15,8 % Co. Dette kan tyde på et mineral i rekken gersdorffitt-koboltitt. Imidlertid anga han resten «63,4 %» som «As med litt S», men dette var kun basert på «tab» (muligens glødetap). Dahll rapporterte at mineralet ble observert som kuber, oktaedre og pyrittoedre. Gersdorffitt er i nyere tid er funnet på Valberg, Kragerø (Nordrum *et al.* 2000, 2003). Der sammen med pentlanditt, koboltitt, siegenitt og milleritt.

I samlingene ved Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm finnes to stuffer (NRM-GEO #g03702), angivelig fra Oterøy, hvor gersdorffitt (NiAsS) er hovedmineralet. Mineralet utgjør det meste av prøvene, men med endel gulhvitt karbonatmineral, særlig på den ene stuffen (Fig. 5). Gersdorffitten er massiv, grå, halvmetallisk og mineralet viser ingen synlige krystallflater. Mineralprøven er allerede for lenge siden identifisert som gersdorffitt og det foreligger en etikett som antyder at dette er prøver fra forekomsten hvorfra Tellef Dahll påviste norvegium (Fig. 6).



Fig. 5. Den ene av de to stoffene med gersdorffitt som befinner seg på Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm (NRM-GEO #g03702), angivelig fra forekomsten hvorfra Tellef Dahll påviste norvegium. Stoffen er 6 cm bred.

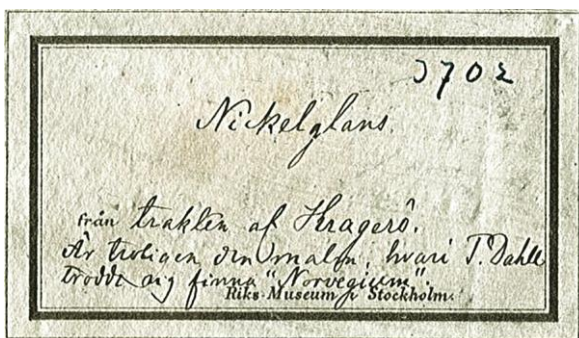


Fig 6. Etiketten til prøve NRM-GEO #g03702 (gersdorffitt). Teksten lyder: «Nikkelglans från trakten af Kragerö. Är troligen den malms, hvori T. Dahll trodde sig finna "Norvegium".» Etiketten er sannsynligvis skrevet av Gustav Lindström, som var assistent ved Riksmuseet fra 1861 til 1905.

Et uttak av prøven ble analysert med hensyn på kjemisk sammensetning ved hjelp av elektronmikroskop (SEM) med tilkoblet energidispersivt spektrometer (EDS). (Fig. 7). Analysene (5 analysepunkter) viser at prøvematerialet består av gersdorffitt med omkring 15 mol-% koboltitt (Tabell 1). Mineralen inneholder underordnede mengder Fe, Sb og Bi.

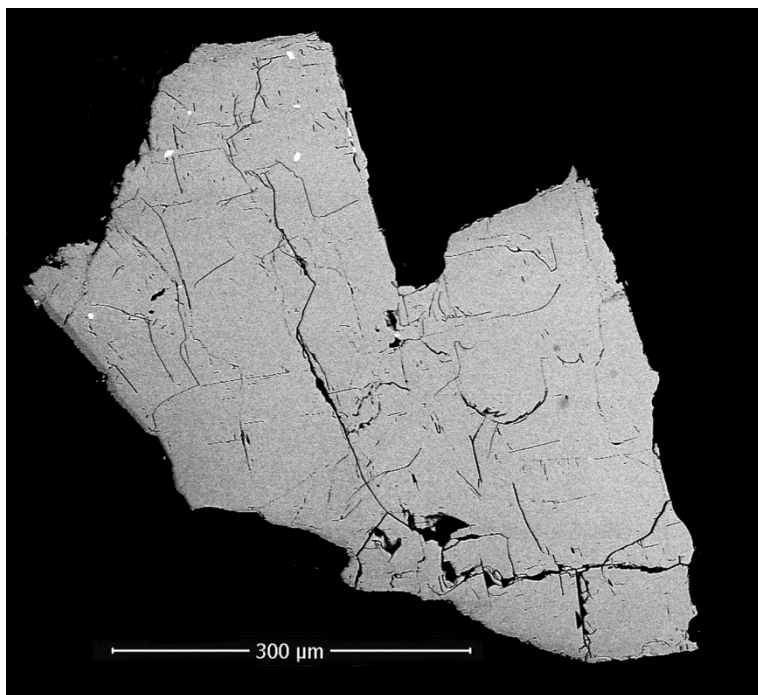


Fig. 7. Et fragment av prøve NRM-GEO #g03702 (gersdorffitt) hvorfra de kjemiske analysene er foretatt. Gull vises som små, hvite flekker i øvre del av fragmentet.

Tabell 1. Kjemisk sammensetning (vekt-%) av gersdorffitt (NRM-GEO #g03702).

	GER1	GER2	GER3	GER4	GER5
S	18,60	18,39	18,31	18,88	18,53
Fe	0,18	0,18	0,16	0,16	0,16
Co	5,66	5,90	4,97	4,86	5,75
Ni	29,57	29,17	29,63	30,83	29,41
As	43,57	43,47	42,87	44,18	43,56
Sb	1,88	1,80	2,03	2,28	2,01
Bi	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00
Total	99,45	98,90	98,86	101,19	99,41

Atomproporsjoner basert på 3 atomer per formelenhet

S	0,97	0,96	0,97	0,97	0,97
Fe	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Co	0,16	0,17	0,14	0,14	0,16
Ni	0,87	0,86	0,88	0,89	0,87
As	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Sb	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Bi	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

Nikkelin (niccolitt)

Dahll (1879) nevnte at forekomsten på Oterøy inneholdt *kobbernikkel* (= nikkelin, niccolitt), men uten å gi nærmere informasjon om dette mineralet. Fra Kragerø-området er nikkelin tidligere rapportert fra jerngruvene på Langøy (Scheerer 1845, 1848; Kjerulf & Dahll 1861).

Gull

Gull med ca. 30-33 % sølv opptrer som opptil 10 µm store, spredte partikler i gersdorffitt (Fig. 7). Analyser av partiklene viser at metallet inneholder underordnede mengder Fe, Co, Ni og As (Tabell 2).

Tabell 2. Kjemisk sammensetning (vekt-%) av gullpartikler i gersdorffitt (NRM-GEO #g03702).

	AU1	AU2	AU3
Fe	0,00	0,00	0,24
Co	0,35	0,33	0,35
Ni	2,44	2,37	2,51
As	0,12	0,14	0,01
Ag	32,80	30,15	32,46
Au	64,29	65,51	64,67
Total	99,99	98,50	100,23

Pyritt

Pyritt er relativt uvanlig i forekomsten og funnet som opptil et par millimeter store krystaller i nylig innsamlet materiale.

Ankeritt

Ankeritt er hovedmineralet i forekomsten i Fantehullet. En kjemisk analyse vha SEM/EDS viser at mineralet har omtrentlig sammensetning $\text{Ca}_{1,0}\text{Mg}_{0,6}\text{Fe}_{0,4}(\text{CO}_3)_2$.

Kvarts

Hvit melkekvarts sammen med ankeritt er hovedmineralene i den malmførende gangen i Fantehullet.

Kloritt

En mørk kloritt er utbredt i forekomsten i Fantehullet og opptrer som sprekkefyllinger i kvarts og karbonat.

Konklusjon

Det eksisterer ikke en prøve av Tellef Dahlls norvegium. Dahll opplyste heller ikke hvor mye norvegium han klarte å isolere. For å finne ut hva dette angivelig nye elementet var, må man sammenligne hans opplysninger med data for potensielle kandidater. Som det framgår av tabellen nedenfor, er det mange data for norvegium (Ng) som stemmer med vismut (Bi). Man kan uansett utelukke andre elementer som foreligger i forekomsten (Ni, Co, Fe) da disse har smeltepunkt langt over 1000 °C. Det er derfor god grunn til å anta at norvegium egentlig var vismut. Dette er tidligere antydning og omtalt av Fontani *et al.* (2015). Det kan ikke utelukkes at metallet kan ha vært forurenset (legert) med Sb.

Tabell 3. Fysiske data for norvegium (Ng) i henhold til Dahll (1879) og sammenlignende elementer (Bi, Sb, As).

	Ng	Bi	Sb	As
Atomvekt	218,9*	208,98	121,75	74,92
Smeltepunkt (°C)	350-500	271	630	613
Densitet (g/cm ³)	9,44	9,80	6,69	5,72
Farge på oksid	Grønn**	Gul (Bi ₂ O ₃)	Gul (Sb ₂ O ₃)	Hvit (As ₂ O ₃)
Farge på sulfid	Brun	Mørk brun	Oransjerød	Grå
Farge på metall	Sølvhvit	Sølvhvit	Blålig sølvhvit	Grå

* Basert på Dahlls angitte innhold av O og antatt Ng₂O₃ som oksid.

** Sannsynligvis farget pga underordnede mengder Ni.

Hvis man antar at norvegium var vismut, så må det ha vært et vismutmineral i forekomsten i Fantehullet eller at Bi opptrer som et substitusjonselement i de eksisterende mineralene. Det sistnevnte er tilfelle, da det er påvist små mengder Bi i gersdorfitten.

Man kan anta at Fantehullet er en subtype av en fem-element-forekomst som er typisk kvarts-kalsitt-dolomittganger dominert av ertsmineraler av Ag, Bi, Co, Ni og As. I en slik forekomsttype kan vismut være tilstede som elementært vismut (Bi) eller vismutglans (Bi₂S₃). Dessverre eksisterer det ikke et utvalg prøver fra dette stedet og det er derfor et alt for spinkelt grunnlag for en nøyere vurdering av forekomsten og dens mineralogi. Et fremtidig prosjekt vil kunne være å tømme synken for vann og slam, og undersøke kvarts-karbonatgangen i skjerpet. Det skal imidlertid bemerkes at Dahll skrev at det er liten utsikt til å finne mer malm.

Takk

En stor takk til Torfinn Kjærnet for innspill til forbedring av innhold og tekst. Takk også til collection manager Paul W. Pohwat ved National Museum of Natural History, Washington DC for informasjon vedrørende historien til Tellef Dahlls mineralsamling.

Referanser

Dahll, T. (1879): Om norvegium, et nyt tungt metal. *Videnskapsselskapet i Kristiania Forhandlinger* **1879, No. 5**, 1-4.

Fontani, M., Costa, M. & Orna, M.V. (2015): *The lost elements: The periodic table's shadow side*. Oxford University Press, New York. 531 s.

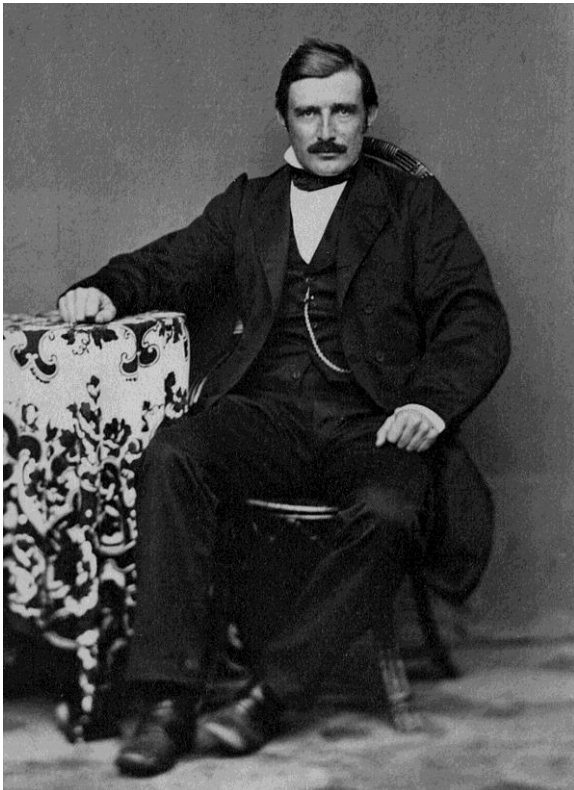
Kjerulf, T. & Dahll, T. (1861): Om Jernertsernes Forekomst ved Arendal, Næs og Kragerø. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* **11**, 293-359.

- Nordrum, F.S., Larsen, A.O. & Austrheim, H. (2000): Ni,Co-mineralizations in the Valberg quarry, Kragerø, South Norway: a progress report. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **17**, 64-70.
- Nordrum, F.S., Larsen, A.O. & Austrheim, H. (2003): Nickel-Kobalt-Mineralisationen im Steinbruch Valberg bei Kragerø, Telemark, Norwegen. *MineralienWelt* **14 (2)**, 42-48.
- Scheerer, T. (1845): Einiges über das Vorkommen und die Benutzung norwegischer Nickelerze. *Berg- und hüttenmännische Zeitung* **4**, 802.
- Scheerer, T. (1848): Andet Bidrag til Kundskab om norske Mineralier. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* **5**, 299-318.

Tellef Dahll

Tellef Dahll ble født den 10. april 1825 i Kragerø. Faren døde da Tellef var 12 år gammel, og hans mor satt igjen med fem barn, hvorav Tellef var den nest eldste. Etter borgerskole og preliminæreksamen tok han mineralogisk embetseksamen i Christiania 1846 og praktisk bergesamen i Kongsberg 1847. Han foretok en studiereise til England og deretter mineralstudier på hjemstedet. I 1850 ble han ansatt som bestyrer av Neskilen jerngruver, og kom i denne stilling også med i ledelsen av Fossum Verk, der han var engasjert inntil 1858. I 1861 ble han utnevnt til geschwornen i Vestre Søndenfjeldske Bergdistrikt, og 1872 overtok han embetet som bergmester for samme distrikt. Da Norges geologiske undersøkelse ble opprettet i 1858, med professor Th. Kjerulf som bestyrer, valgte han Tellef Dahll som sin faste assistent og medarbeider. De to utførte i de følgende årene et pionerarbeid med geologisk kartlegging av landet. En rekke oppdagelser innen norsk geologi og mineralogi er knyttet til Dahlls navn: apatitten i Bamble, det alluviale gull i Finnmark, kobberforekomstene på Vigsnes, nikkelforekomstene på Senja, kullet på Andøya og jernmalmen i Sør-Varanger. Dahll var medlem av Sannidal og Skåtøy herredsstyre i fire perioder, derav ordfører i to, og han representerte Bratsberg amt på Stortinget 1865–66. Han var medlem av mange vitenskapelige selskaper og ble tildelt flere æresmedaljer for sin geologiske virksomhet. Dahll forble ugift, men tok seg faderlig av sine nevøer, som han hentet hjem fra London etter at deres far døde. I 1866 overtok han sin mors gård Frydensborg i Kragerø, og med sin store interesse for jordbruk gjorde han mye for å utvikle den til et mønsterbruk. I de senere årene interesserte han seg også for slektshistorie, og hans store familiearkiv la senere grunn til en slektsbok. Tellef Dahll døde den 17. juni 1893 i Morgedal der han var på befaring og pådro seg lungebetennelse. Han hviler på den private kirkegården Dahlls Grefter i Kragerø.

Tellef Dahlls mineralsamling forble i familien fram til 1933 da nevøen George Dahll solgte den til National Museum of Natural History (Smithsonian Institution, Washington DC). William Foshag var på den tiden kurator ved museet. Det var den norske geologen/mineralogen Olaf Andersen, som på den tiden bodde i Westfield, New Jersey, som var mellommann. Samlingen som omfattet 420 prøver ble sendt fra Norge, mottatt og pakket opp i New York og betalt i oktober 1933. Sjekken ble utstedt i norske kroner og prisen var 9000 kroner, som i dag ville tilsvare ca. 350 000 kroner. Samlingen er katalogisert under numrene NMNH R6809 - NMNH R7229.



*Tellef Dahll (1825-1893).
Foto: Telemark museum BKM.F.000250.
Gjengitt med tillatelse.*

F-rich richterite from the Hydro quarry, Fen complex, Southern Norway: crystallographic data and crystal-chemistry

Knut Edvard Larsen¹, Massimo Boiocchi², Frank C. Hawthorne³ and Roberta Oberti⁴

¹Geminiveien 13, N-3213 Sandefjord, Norway (behierit@online.no)

²Centro Grandi Strumenti, Università di Pavia, via Bassi 21, I-27100 Pavia, Italy (massimo.boiocchi@unipv.it)

³Department of Geological Sciences, University of Manitoba, Winnipeg, MB, R3T 2N2, Canada (frank.hawthorne@umanitoba.ca)

⁴Istituto di Geoscienze e Georisorse, Sede secondaria di Pavia, via Ferrata 9, I-27100 Pavia, Italy (oberti@crystal.unipv.it)

Introduction

Sodium and sodium-calcium amphiboles are described from the contact metasomatic zones in the northwestern part of the alkaline Fen carbonatite complex, Telemark, Norway (Andersen 1989). In the fenites, amphiboles are a characteristic mineral formed as a result of fenitization (an alteration process) of country rock caused by several progressive metasomatic events related to alkali-rich fluids originating from alkaline and carbonatitic intrusions. Amphiboles are also found in the alkaline biotite-amphibole-søvite, a calcite carbonatite, found in this area of the Fen complex, and at the contact zones between the fenite wall rock and søvite, as a result of late-stage metasomatic processes (Brøgger 1921; Sæther 1957; Kresten & Morogan 1986; Kresten 1988; Andersen 1989). In these rocks, amphibole colour varies from colorless to pale greenish to blue. A systematic study of these sodium to sodium-calcium amphiboles would be relevant to understand the petrogenesis of the carbonatites in the Fen complex. However, only a few chemical analyses of amphiboles from the contact zones between the fenite and the biotite-amphibole-søvite have been published so far. In his petrographic study, Andersen (1989) provides two chemical analyses of amphiboles found at the Cappelen quarry, and concludes that amphiboles in the contact metasomatic zones range from richterite to magnesio-arfvedsonite (*sensu lato*) in composition. He does not provide any description of the amphiboles analysed.

We present in this paper the crystal-chemical (EMP analysis and single-crystal structure refinement, SREF) description of a sample of blue amphibole collected in 2012 in the Hydro quarry (neighbour to the Cappelen quarry) by one of the authors (KEL). According to the current IMA amphibole nomenclature (Hawthorne *et al.* 2012), it is classified as F-rich richterite.

Geological setting

The Fen carbonatite complex is situated near lake Norsjø in the Nome municipality in Telemark county, southeast Norway. It consists of a circular 5 km² core with various carbonatites and alkaline igneous rocks (mainly of the melteigite-ijolite-urtite series), intruded 583 +/- 10 Ma ago into Mesoproterozoic granitic Telemark Gneiss (ca. 1105 Ma). The intrusion was followed by intense

faulting and brecciation, producing several phases through metasomatic alteration and fenitization of the country rock (Brøgger 1921; Sæther 1957; Andersen 1989; Verschure & Maijer 2005). The original minerals of the gneiss, quartz, biotite and amphibole (hornblende), were altered or replaced by aegirine-augite and sodium amphiboles. Microcline and oligoclase were also replaced by mesoperthite and chessboard albite (Verschure & Maijer 2005). A fenite aureole surrounds the western and southern parts of the complex, as well as metasomatic alteration of the fenite at the contact with the carbonatite (Kresten & Morogan 1986; Andersen 1989). Andersen (1989) observed four phases of contact metasomatism associated with different carbonatites. In the largest of these in extent, labelled the C₂-phase, fenite wall-rock alteration was caused by intrusion of biotite-amphibole-søvite and dolomite carbonatite. As a result, minerals of the fenite at the contact with dykes or smaller veins of carbonatite have been altered to phlogopite, amphibole, calcite and apatite.

Location and sample description

The Hydro quarry (in Norwegian: Hydrobruddet) is located in the northwestern part of the complex, close to the shore of lake Norsjø (59°16'53"N, 9°16'59"). A large irregular dyke of biotite-amphibole-søvite, the so-called Hydro vein, was mined for niobium in 1953-1965, mainly in the Cappelen quarry and Tufte adit nearby. The Hydro quarry is now abandoned and partly overgrown, but veins and swarms of smaller veins of white søvite intruded along fissures in darker fenite can be observed in the quarry. Extensive phlogopitization around fractured pieces of fenite along the contacts of the søvite has been described by Kresten (1988).

A visit to the quarry in 2012 revealed that large boulders had recently fallen from the old quarry wall (Fig. 1) and exposed fresh surfaces of søvite and the contact with fenite. In one of the larger boulders, along the contact surfaces of fenite, which consist mostly of søvite, clusters of blue amphiboles are embedded in phlogopite.



Fig. 1. The quarry wall at the Hydro quarry. The specimen described in this work was found in one of the larger boulders to the right in the photo.

A few centimeters away from the amphiboles in the søvite, euhedral crystals of plogopite, apatite (probably fluorapatite) and an altered pyrochlore group mineral (referred to as "koppite" in earlier literature) were observed embedded in the white calcite. A few samples of the amphiboles were collected. One was given to Roy Kristiansen, who later forwarded it to Roberta Oberti for analysis. This specimen (Fig. 2) is about 4 x 10 cm in size, and shows a felt-like mass consisting of aggregates of radiating, acicular, pale-blue amphibole crystals embedded in brownish plogopite.



Fig. 2. The specimen studied in this work. *F*-rich richterite occurs as bluish acicular crystals.
Photo: Roy Kristiansen.

X-ray diffraction and crystal-structure refinement

A few crystals were analysed, and they turned out to be quite homogeneous in composition. We report in this paper the best data set, obtained on a crystal which was given the code 1318 in the amphibole database at the CNR-IGG in Pavia, Italy. Data collection was done on a Bruker-AXS Smart-Apex CCD-based diffractometer with graphite-monochromatized MoK α X-radiation ($\lambda = 0.7107 \text{ \AA}$). We report Omega-rotation frames (scan width 0.3° , scan time 20 s, sample-to detector distance 50 mm) were processed with the SAINT software (©Bruker, 2003) and intensities were corrected for Lorentz and polarization effects; absorption effects were empirically evaluated by the SADABS software (Krause *et al.* 2015) and an absorption correction was applied to the data. Accurate unit-cell dimensions were calculated by least-squares refinement of the positions of 2129 reflections with $I_o > 10 \sigma(I)$ in the θ range $2\text{-}30^\circ$. Reflections with $I_o > 3 \sigma(I)$ within the same θ range were considered as observed during unweighted full-matrix least-squares refinement on *F* using a program written at CNR-IGG-PV to deal with complex solid-solutions (Cannillo *et al.* 1983). Scattering curves for fully ionized chemical species were used at sites where chemical substitutions occur; neutral vs. ionized scattering curves were used at the *T* and anion sites [except O(3)] according to the procedures described in Hawthorne *et al.* (1995). The unit-cell dimensions and details of the crystallographic study are reported in Table 1. Table 2 reports refined site-scattering values (in electrons per formula

unit, epfu; Hawthorne *et al.* 1995), atom coordinates and equivalent-isotropic-displacement parameters, and Table 3 reports selected interatomic distances and parameters related to the conformation of the double-chain of tetrahedra.

A sketch of the amphibole structure is provided in Fig. 3 in order to make the following discussion easier to follow.

Table 1. Unit-cell parameters and crystallographic details for crystal 1318.

a (Å)	9.8705(6)	Scan width (°)	0.3
b (Å)	17.9702(11)	Scan speed (°s ⁻¹)	20
c (Å)	5.2764(3)	Sample to detector distance (mm)	50
β (°)	104.1580(10)	R_{sym} %	2.30
V (Å ³)	907.47(9)	R_{obs} %	2.97
θ range (°)	2-30	R_{all} %	3.55
Space group ($Z = 2$)	$C2/m$	# all reflections	1372
Size (μm)	$220 \times 70 \times 30$	# obs reflections	1159

Table 2. Atom coordinates, refined site-scattering values* (ss , epfu), and equivalent atom-displacement parameters (B_{eq} , Å²) for crystal 1318.

Site	ss	x/a	y/b	z/c	B_{eq}
O(1)		0.1123(2)	0.08570(8)	0.2168(3)	0.70(3)
O(2)		0.1188(2)	0.16914(8)	0.7271(3)	0.77(3)
O(3)	16.76(6)	0.1068(2)	0	0.7126(6)	0.91(5)
O(4)		0.3623(2)	0.24875(9)	0.7939(3)	1.01(3)
O(5)		0.3474(2)	0.13014(9)	0.0890(3)	0.95(3)
O(6)		0.3428(2)	0.11705(9)	0.5883(3)	0.98(3)
O(7)		0.3393(2)	0	0.2896(5)	1.00(5)
$T(1)$		0.27937(6)	0.08494(3)	0.29444(11)	0.63(2)
$T(2)$		0.28655(6)	0.17149(3)	0.80082(11)	0.67(2)
$M(1)$	24.36(6)	0	0.08888(6)	½	0.69(2)
$M(2)$	28.43(14)	0	0.17995(5)	0	0.90(2)
$M(3)$	12.31(4)	0	0	0	0.78(3)
$M(4)$	29.7(2)	0	0.27591(5)	½	1.24(2)
A	2.24(4)	0	½	0	2.1(2)
$A(m)$	6.62(11)	0.0377(7)	½	0.0891(13)	3.3(2)
$A(2)$	2.05(9)	0	0.4687(9)	0	1.2(2)
H	1.1(2)	0.184(9)	0	0.75(2)	1.0

*Hawthorne *et al.* (1995)

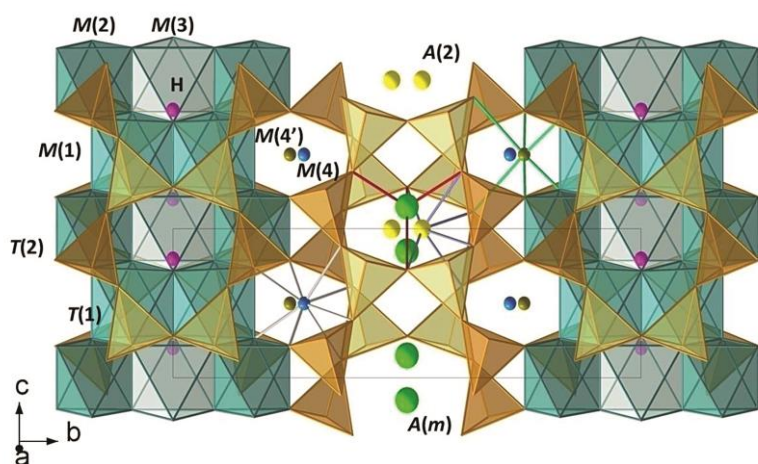


Fig. 3. The amphibole structure projected onto (100).

Table 3. Selected interatomic distances (\AA), polyhedral volumes (V , \AA^3), angles ($^\circ$), bond angle variances ($^\circ^2$) and quadratic elongations (AV and QE; Robinson et al., 1971) refined for crystal 1318.

$T(1)-O(1)$	1.599(2)	$T(2)-O(2)$	1.606(2)	$M(4)-O(2) \times 2$	2.409(2)
$T(1)-O(5)$	1.625(2)	$T(2)-O(4)$	1.582(2)	$M(4)-O(4) \times 2$	2.340(2)
$T(1)-O(6)$	1.629(2)	$T(2)-O(5)$	1.667(2)	$M(4)-O(5) \times 2$	2.868(2)
$T(1)-O(7)$	1.6394(10)	$T(2)-O(6)$	1.682(2)	$M(4)-O(6) \times 2$	2.584(2)
$\langle T(1)-O \rangle$	1.623	$\langle T(2)-O \rangle$	1.634	$\langle M(4)-O \rangle$	2.550
V	2.186	V	2.220	V	27.373
TAV	11.34	TAV	27.55		
TQE	1.0026	TQE	1.0064		
$M(1)-O(1) \times 2$	2.0676(14)	$M(2)-O(1) \times 2$	2.188(2)	$M(3)-O(1) \times 4$	2.071(2)
$M(1)-O(2) \times 2$	2.050(2)	$M(2)-O(2) \times 2$	2.077(2)	$M(3)-O(3) \times 2$	2.048(3)
$M(1)-O(3) \times 2$	2.084(2)	$M(2)-O(4) \times 2$	1.987(2)	$\langle M(3)-O \rangle$	2.063
$\langle M(1)-O \rangle$	2.067	$\langle M(2)-O \rangle$	2.084	V	11.495
V	11.588	V	11.865	OAV	40.46
OAV	36.12	OAV	38.84	OQE	1.0124
OQE	1.0109	OQE	1.0127	O(3)-H	0.74(9)
$A-O(5) \times 4$	2.882(2)	$A(m)-O(5) \times 2$	2.999(4)	$A(2)-O(5) \times 2$	2.448(12)
$A-O(6) \times 4$	3.147(2)	$A(m)-O(5) \times 2$	2.857(4)	$A(2)-O(6) \times 2$	2.803(9)
$A-O(7) \times 2$	2.457(2)	$A(m)-O(6) \times 2$	2.781(5)	$A(2)-O(7) \times 2$	2.521(4)
$\langle A-O \rangle$	2.903	$A(m)-O(7)$	2.443(7)	$\langle A(2)-O \rangle$	2.590
V	45.506	$A(m)-O(7)$	3.205(7)		
		$A(m)-O(7)$	2.580(6)	$M(1)-M(2)$	3.1047(7)
$T(1)-O(5)-T(2)$	135.69(10)	$\langle A(m)-O \rangle$	2.833		
$T(1)-O(6)-T(2)$	136.72(10)			O(6)-O(7)-O(6)	106.61(11)
$T(1)-O(7)-T(1)$	137.20(10)			O(5)-O(6)-O(5)	169.63(10)

Chemical composition

The crystal used for the crystallographic study was analysed by electron microprobe at the Department of Geological Sciences of the University of Manitoba in Winnipeg using a Cameca SX-100 operating in wavelength-dispersive mode with excitation voltage 15 kV, specimen current 10 nA, beam diameter 5 μm , peak-count time 20 s and background-count time 10 s. The following standards and crystals were used for $K\alpha$ X-ray lines: Si: diopside, TAP; Ca: diopside, LPET; Ti: titanite, LPET; Fe: fayalite, LLiF; Mn: spessartite, LLiF; Cr: chromite, LLiF; Mg: forsterite, LTAP; Al, andalusite, TAP; K: orthoclase, LPET; Na: albite, TAP; F: fluoro-riebeckite, LTAP; Zn: gahnite, LLiF; Ni: pentlandite, LLiF. Data reduction was done using the $\phi(\rho Z)$ procedure of Pouchou & Pichoir (1985). Cl, Cr and V were below detection. The average of 10 analyses is given in Table 4, together with a formula (in atoms per formula unit, apfu) based on stoichiometric constraints and SREF results (see below for a detailed discussion).

Table 4. Chemical composition and unit formula (based on 24 anions) for crystal 1318.

Oxide	wt.%		apfu
SiO ₂	58.42(27)	Si	7.967
TiO ₂	0.02(1)	Al	0.016
Al ₂ O ₃	0.10(2)	Ti ⁴⁺	0.002
FeO _{TOT}	1.86(9)	Sum T	7.985
FeO*	0.90	Fe ³⁺	0.110
Fe ₂ O ₃ *	1.07	Fe ²⁺	0.102
MnO	0.13(4)	Mg	4.771
ZnO	0.02(2)	Mn ²⁺	0.014
NiO	0.01(2)	Zn	0.002
MgO	23.86(19)	Ni	0.001
CaO	5.96(7)	Sum C	5.000
Na ₂ O	7.46(16)	Ca	0.872
K ₂ O	0.56(2)	Na	1.053
H ₂ O**	1.54	Mg	0.075
F	1.40(52)	Sum B	2.000
-O=F	-0.59	K	0.097
Total	100.86	Na	0.918
Calculated site scattering (epfu)		Sum A	1.015
C cations	63.20	F	0.600
B cations	29.92	OH	1.400
A cations	11.94	Sum W	2.000

* FeO:Fe₂O₃ ratio calculated from single-crystal structure-refinement results.

** calculated based on 24 (O,OH,F) with (OH + F) = 2 apfu.

Crystal chemistry and discussion

Based on the nomenclature rules in force (Hawthorne *et al.* 2012), the amphibole of this work is richterite, quite close to the end-member composition but for the enrichment in F. The results of the SREF procedure were interpreted in light of the present knowledge of amphibole crystal-chemistry (Oberti *et al.* 2007). In particular, the refined $\langle T(1)-O \rangle$ distance (1.623 Å) shows that the small amount of Al is a T cation. The refined site-scattering value at the $M(4)$ site suggest that Mg and not $(Fe,Mn)^{2+}$ enter this site; those refined at the $M(1-3)$ sites suggest that any C cations other than Mg order at the $M(2)$ site.

The results of the structure refinement in terms of refined site-scattering values are in close agreement with those of the EMP analysis: ΣC cations = 65.10 epfu, ΣB cations = 29.70 epfu, ΣA cations = 10.91 epfu, total = 105.71 epfu (Table 2), to be compared with 63.20, 29.92, 11.94 and 106.06 epfu, respectively, calculated from the unit formula reported in Table 4.

The refined $\langle M(2)-O \rangle$ distance is somewhat longer than that calculated based on the site populations (2.084 vs. 2.075 Å), a pattern which has been already observed for richterites and especially for F-rich richterites (Oberti *et al.* 1992). The refined $\langle M(1)-O \rangle$ and $\langle M(3)-O \rangle$ are in agreement with full Mg occupancy and the analysed F content. Preferential ordering of A cations at the $A(m)$ subsite is also in accord with the presence of a significant amount of F at the O(3) site (Hawthorne *et al.* 1996).

Acknowledgments

Roy Kristiansen is gratefully acknowledged for acting as a trait d'union between the authors, thus making this investigation possible.

References

- Andersen, T. (1989): Carbonatite-related contact metasomatism in the Fen complex, Norway: effects and petrogenetic implications. *Mineralogical Magazine* **53**, 395-414.
- Bruker (2003): SAINT-NT Software Reference Manual. Version 6. Bruker AXS Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Brøgger, W.C. (1921): Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. IV. Das Fengebiet in Telemark, Norwegen. *Skrifter udgit av Videnskabselskabet i Kristiania. I. Math. Nat. Klasse No. 9*, 1-408.
- Cannillo, E., Germani, G. & Mazzi, F. (1983): New crystallographic software for Philips PW1100 single crystal diffractometer. *CNR Centro di Studio per la Cristallografia, Internal Report 2*, Pavia, Italy.
- Hawthorne, F.C., Ungaretti, L. & Oberti, R. (1995): Site populations in minerals: terminology and presentation of results. *The Canadian Mineralogist*, **33**, 907-911.
- Hawthorne, F.C., Oberti, R. & Sardone, N. (1996): Sodium at the A site in clinoamphiboles: the effects of composition on patterns of order. *The Canadian Mineralogist* **34**, 577-593.

- Hawthorne, F.C., Oberti, R. (Co-Chairs), Harlow, G.E., Maresch, W.V., Martin, R.F., Schumacher, J.C. & Welch, M.D. (2012): Nomenclature of the amphibole supergroup. *American Mineralogist* **97**, 2031-2048.
- Krause, L., Herbst-Irmer, R., Sheldrick, G.M. & Stalke, D. (2015): Comparison of silver and molybdenum microfocus X-ray sources for single-crystal structure determination. *Journal of Applied Crystallography* **48**, 3-10.
- Kresten, P. (1988): The chemistry of fenitization: Examples from Fen, Norway. *Chemical Geology* **68**, 329-349.
- Kresten, P. & Morogan, V. (1986): Fenitization at the Fen complex, southern Norway *Lithos* **19**, 27-42.
- Oberti, R., Ungaretti, L., Cannillo, E. & Hawthorne, F.C. (1992): The behaviour of Ti in amphiboles: I. Four- and six-coordinated Ti in richterites. *European Journal of Mineralogy* **4**, 425-439.
- Oberti, R., Hawthorne, F.C., Cannillo, E. & Cámara, F. (2007): Long-range order in amphiboles. Pp. 125–171 in: *Amphiboles: Crystal Chemistry, Occurrence and Health Issues* (F.C. Hawthorne, R. Oberti, G. Della Ventura and A. Mottana, editors). Reviews in Mineralogy and Geochemistry, **67**, Mineralogical Society of America, Washington, D.C., and the Geochemical Society, St. Louis, Missouri, USA.
- Pouchou, J.L. & Pichoir, F. (1985): 'PAP' $\phi(\rho Z)$ procedure for improved quantitative microanalysis, p. 104-0160. *Microbeam analysis – 1985*. San Francisco Press, San Francisco.
- Sæther, E. (1957): The alkaline rock province of the Fen area in southern Norway. *Det Konglige Norske Videnskabselskaps Skrifter* **1957** (1), 1-150.
- Verschure, R.H. & Maijer, C. (2005): A new Rb-Sr isotropic parameter for metasomatism, Δt , and its application in a study of pluri-fenitized gneisses around the Fen ring complex, south Norway. *Norges Geologiske Undersøkelse Bulletin* **445**, 45-71.

The anthophyllite that wasn't anthophyllite – from the anthophyllite type locality at the Kjennerudvann lake, Kongsberg, Norway

Kåre Kullerud¹, Uwe Altenberger², Tom Andersen³, Henrik Friis⁴, Christina Günter² and Enrico Ribacki²

¹Norwegian Mining Museum, Hyttegata 3, N-3616 Kongsberg, Norway (kk@bvm.no)

²Institute of Geosciences, University of Potsdam, Germany

³Department of Geosciences, University of Oslo, Norway

⁴Natural Historical Museum, University of Oslo, Norway

Introduction

The Kjennerudvann Anthophyllite Prospect along the shore of the Kjennerudvann lake near Kongsberg (Fig. 1) is considered to be the type locality of the orthoamphibole anthophyllite (*e.g.* <https://www.mindat.org/loc-32596.html>). To our knowledge, however, no modern mineralogical or petrological data exist from the locality. The only data we have found in the literature concerning anthophyllite from Kongsberg are two analyses listed as “modern” (from 1917 and 1930, Table 1) and four analyses listed as “poor and incomplete analyses of anthophyllite” in Rabbitt (1948). In the present contribution, we present the first results from a modern reconnaissance study of a sample from this locality.

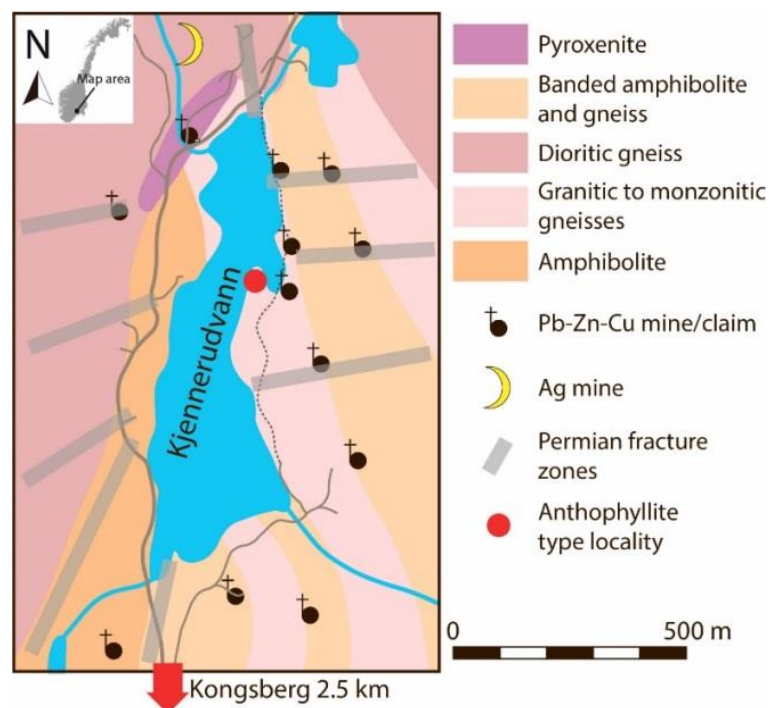


Fig. 1. Geological map of the area around the Kjennerudvann lake, showing the anthophyllite type locality. Modified from Nilsen and Siedlecka (2003).

Orthoamphiboles

Anthophyllite ($\text{Mg}_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$) and gedrite ($\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$) are orthoamphiboles, *i.e.* they have an orthorhombic crystal structure. Following Leake *et al.* (1997) (see Fig. 2), Mg-rich orthoamphibole can be classified as anthophyllite when the number of atoms of Si in the formula is > 7 , and as gedrite when Si is < 7 . There is complete solid solution between anthophyllite and gedrite, and their Fe^{2+} -analogues ferro-anthophyllite and ferrogedrite. These amphiboles may also incorporate significant amounts of Na, and when the number of atoms of Na in the formula is > 0.5 , they are given the prefix sodic (e.g. sodic-ferro-anthophyllite, see Leake *et al.* 1997).

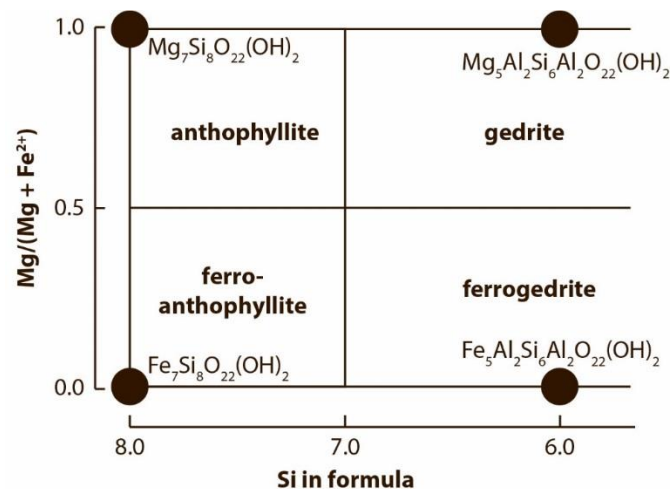


Fig. 2. Classification scheme for Mg-Fe^{2+} orthoamphiboles, modified after Leake *et al.* (1997).

The discovery of anthophyllite

Anthophyllite was first described by Schumacher (1801), who was a Danish surgeon, botanist and professor of anatomy at the University of Copenhagen. However, Schumacher (1801) did not give any exact locality of the finding, he only mentioned that it was found somewhere in the Kongsberg area (“in der Gegend von Kongsberg”). More than 20 years later, anthophyllite was reported from old mine tailings at the Kjennerudvann lake near Kongsberg by Möller (1825), and this locality has later been considered as the type locality of anthophyllite (e.g. <https://www.mindat.org/loc-32596.html>).

Gedrite was first described from Gèdre in the French part of the Pyrenees by Dufrénoy (1836).

The Kjennerudvann locality

The Kjennerudvann lake and the anthophyllite type locality is situated about 3.5 km NE of the city center of Kongsberg (Fig. 1). The orthoamphibole occurs in an ultramafic lens-shaped body, approximately 50 m x 20 m in size. According to the geological map, the ultramafic lens is hosted in granitic to monzonitic gneisses, however, no clear contact relationships between the ultramafic body and the host rock have been observed. The area is characterized by many old Pb-Zn-Cu mines/claims,

of which many are associated with Permian fracture zones. To the north of the lake, the Kjennerudvann Silver Mine is located, which was operated through several periods between 1727 and 1782.

The orthoamphibole-bearing rock

The orthoamphibole-bearing rock is characterized by up to 1 cm thick and several cm long laths of light green-brown orthoamphibole in a darker green matrix (Fig. 3). Preliminary studies have shown that the matrix mineralogy includes calcic amphibole (ferrian-tschermakitic hornblende), phlogopite, chlorite, orthopyroxene and K-feldspar.



Fig. 3. The studied orthoamphibole-bearing rock at Kjennerudvann lake.

Early analyses of anthophyllite

Schumacher (1801) did not provide any chemical composition of the anthophyllite he discovered. A few years after Schumacher's discovery, however, the German professor in chemistry and pharmacology Johann Friedrich John published a comprehensive study on the physical and chemical properties of anthophyllite (John 1806). Unfortunately, John (1806) did not give any information about how he got hold of the material he studied and where it came from. In a short note where he provides an improved chemical analysis of anthophyllite (Table 1), John (1810) mention that it is Nordic. According to Rabbit (1948), the anthophyllite studied by John (1806, 1810) was from Kongsberg, presumably from the anthophyllite locality at the Kjennerudvann lake.

Important to notice for the anthophyllite analyses provided by John (1810) is its high content of Al₂O₃. This contrasts with the two analyses of anthophyllite from Kongsberg from Ishyul (1917) and Kunitz (1930), which are listed as “modern” in Rabbitt (1948), and show Al₂O₃ in the range of 2-3 wt.%.

Table 1. Historical analyses of orthoamphibole, presumably from the Kjennerudvann type locality, and an average analysis from the present study.

Locality given in Rabbitt (1948):		Kongsberg	Kongsberg	Kjernerud	
		John (1810)	Ishyul (1917)	Kunitz (1930)	Present study ²⁾
SiO ₂	Kieselerde ¹⁾	56.00	56.27	55.34	43.45
TiO ₂					0.06
Al ₂ O ₃	Alaunerde ¹⁾	13.30	2.07	2.56	20.72
Cr ₂ O ₃					0.06
FeO	Eisenoxyd ¹⁾	6.00	14.17	15.29	10.46
MnO	Manganoxyd ¹⁾	3.00	0.59	0.51	0.20
MgO	Bittererde ¹⁾	14.00	23.99	22.80	20.10
CaO	Kalk ¹⁾	3.33	1.15	0.63	0.56
Na ₂ O				0.19	1.87
K ₂ O				0.12	0.01
H ₂ O	Wasser ¹⁾	1.43	1.83	2.34	
Structural formulas based on ΣCations – Na,K = 15					
Si			7.811	7.813	6.067
Al ^{IV}			0.189	0.187	1.933
Al ^{VI}			0.150	0.239	1.477
Ti					0.006
Cr					0.003
Fe			1.645	1.805	1.221
Mn			0.069	0.061	0.024
Mg			4.965	4.799	4.184
Ca			0.171	0.095	0.084
Na				0.052	0.506
K				0.022	0.002

¹⁾Chemical components after John (1810).

²⁾Average of 20 analyses.

New analyses of orthoamphibole from the Kjennerudvann locality

Chemical analyses of orthoamphibole from Kjennerudvann have been collected from one thin section at the University of Potsdam, Germany, using a Jeol JXA-8200 electron microprobe analyser (EMPA) equipped with five wavelength-dispersive spectrometers. The EMPA was operated with a 15 kV acceleration voltage, 15 nA current and a beam diameter of 2 μm . The variations in the contents of Si and Na in A position (Na^{A}), and Mg/(Mg+Fe)-ratios are shown in Fig. 4. All analyses show Si < 6.5 atoms per formula unit and Mg/(Mg+Fe) in the range of 0.76-0.79, suggesting that the analysed orthoamphibole is gedrite, and not anthophyllite. Na^{A} varies in the range of 0.36-0.56 atoms per formula unit. The analyses show that the gedrite rims have $\text{Na}^{\text{A}} > 0.5$ atoms per formula unit, classifying them as sodic gedrite, while the cores have lower Na^{A} and classify as gedrite according to Leake (1997).

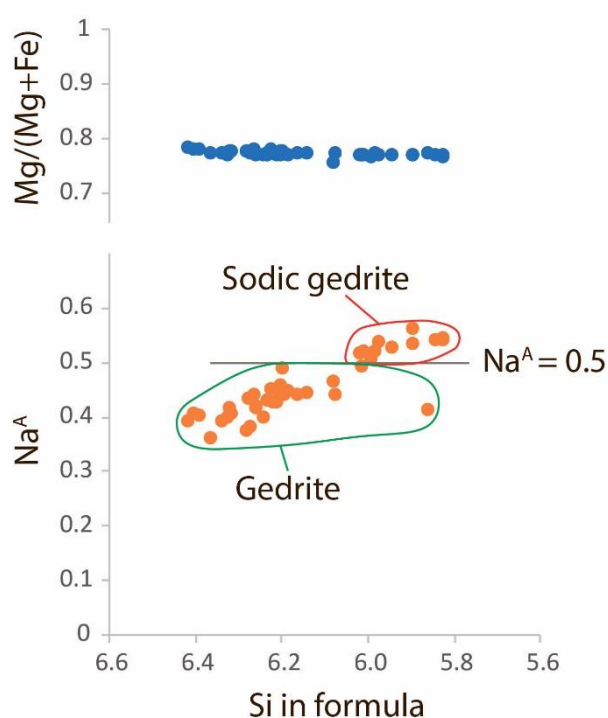


Fig. 4. Compositional variations of orthoamphibole from the Kjennerudvann locality.

Conclusions

The present study suggests that orthoamphibole from the type locality of anthophyllite at Kjennerudvann near Kongsberg, is not anthophyllite, but gedrite/sodic gedrite. The high content of Al_2O_3 of the incomplete anthophyllite analysis given by John (1810), may suggest that the material he analysed also was gedrite. However, the analyses from Ishyul (1917) and Kunitz (1930) show similar contents of Al^{IV} (1.19 atoms per formula unit) and Si^{IV} (7.81 atoms per formula unit) and classify as anthophyllite. Thus, the composition of orthoamphibole from the Kjennerudvann locality might be more variable than previously recognized.

References

- Dufrénoy, A. (1836): Description de la gédrite, nouvelle espèce minérale. *Annales des mines*, 3d. ser. **10**, 582-584.
- Ishyul, V. (1917): *Experimental investigations in the province of the chemical composition of the silicates. The chlorites*. Petrograd (in Russian).
- John, J.F. (1806): Chemische Untersuchung des Anthophyllits. *Journal für die Chemie und Physik* **2**, 496-503.
- John, J.F. (1810): Untersuchung des Anthophyllit. *Chemische Untersuchungen mineralischer, vegetabilischer und animalischer Substanzen* **1**, 200-201.
- Kunitz, W. (1930): Die Isomorphieverhältniss in der Hornblende-gruppe. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beilage-Band 60, Abt. A*, 171-250.
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J.A., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W. & Youzhi, G. (1997): Nomenclature of amphiboles: report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. *The Canadian Mineralogist* **35**, 219-246.
- Möller, N.B. (1825): Achmit fra Eger. *Magazin for Naturvidenskaberne* **6**, 174-181.
- Nilsen, K.S. & Siedlecka, A. (2003): Berggrunnskart Kongsberg 1714 II, 1:50 000. Geological Survey of Norway.
- Rabbitt, J.C. (1948): A new study of the anthophyllite series. *American Mineralogist* **33**, 263-323.
- Schumacher, C.F. (1801): *Versuch eines Verzeichnisses der in den Dänish-Nordischen Staaten sich findenden einfachen Mineralien mit Tabellen der einfachen Fossilien nach ihren vorwaltenden Bestandtheilen*. Kopenhagen.

Pollucite - an old, new mineral to Norway

Roy Kristiansen¹ and Hans Christian Olsen²

¹Postboks 32, N-1650 Sellebakk, Norway (mykosof@online.no)

²Skustadgt. 9, N-1395 Hvalstad, Norway

Introduction

Pollucite, $(\text{Cs,Na})_2(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12})\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, is the caesium analogue of analcime, and the first and only caesium mineral found in Norway. The mineral was collected in the Ågskardet lithium pegmatite, Meløy, Nordland, by one of us (HCO) together with Per Chr. Sæbø in 1971, but never officially reported from the locality. The present paper gives general information about pollucite, a compilation on the Cs-content in Norwegian minerals and a brief description on pollucite from the Ågskardet pegmatite.

Pollucite

The type locality of pollucite is one of the LCT (Li-Cs-Ta) type pegmatites at Elba, and described by Breithaupt (1846). Pollucite is widely distributed in LCT pegmatites worldwide, not the least in Sweden (Teertstra *et al.* 1996) and Finland (Teertstra *et al.* 1993). The mineral is often associated with lithium minerals like spodumene, petalite and amblygonite-montebrazite.

Pollucite is cubic. Well developed crystals are rare, but well known from pegmatites in Afganistan and Pakistan. Usually the mineral has a rather inconspicuous appearance, being massive with irregular cleavage, vitreous lustre and turbid, white or colorless. Pollucite reminds of quartz ($D = 2.65 \text{ g/cm}^3$), but with a higher density ($D = 2.9 \text{ g/cm}^3$). There are about 20 different caesium minerals in the world, most of them found in only one or two localities. Pollucite, however, may occur in large massiv bodies up to several tons in weight, and is an important industrial source for caesium.

Cs content of Norwegian minerals

Caesium is a trace element in many minerals, especially micas. Oftedal (1942) analysed different types of micas for Cs, Rb and Li from the Høydalen pegmatite in Tørdal. They mostly contained <0.1 % Cs, but a light red muscovite contained 0.5 % Cs. Oftedal (1970) analysed Cs in Norwegian beryls and reported Cs in the range 0.05 - 0.5 % Cs. Juve & Bergstøl (1990) described a cesian bazzite from Heftetjern in Tørdal with 3 % Cs_2O , while Raade *et al.* (2004) analysed another sample of bazzite with more than 8 % Cs_2O . Raade & Kristiansen (2004) performed neutron activation analyses on approximately twenty different minerals from Heftetjern, Tørdal, primarily for Sc, but also including Cs and Rb. Most of the minerals contained less than 100 ppm Cs, while the dark micas contained 2000 - 4000 ppm Cs, and yellow and colorless beryls 1900 - 3400 ppm Cs. This does not quite conforms with the results of Rosing-Schow *et al.* (2018) as their results on micas from Høydalen, Skardsfjell and Heftetjern are in the range 100 to 1000 ppm Cs. Analyses on different micas from Evje-Iveland shows large variations, from 60 to 13 000 ppm Cs. Pinkish beryls from Høydalen in Tørdal and Ågskardet in Meløy contain approximately 1 % Cs_2O (pers. comm. Ivar Oftedal 1972). In the Larvik Plutonic

complex (LPC) eirikite contains up to 2 % Cs_2O (Larsen *et al.* 2010). Ihlen (2004) prospected for pollucite at Ågskardet and collected a large number of samples, which were tested by a chemical reaction method without finding indication of pollucite.

Pollucite from Ågskardet

Oftedal (1950) mentioned that it is unlikely that a mineral such as pollucite will be found in the Ågskardet pegmatite. However, a sample of pollucite was collected about 50 years ago from the locality. It is a massive, irregular piece (Fig. 1), about 6 x 8 cm in size, greyish white, turbid, but transparent in small fragments. There is no sign of alteration. It was originally identified by the late Per Chr. Sæbø. He probably identified the mineral by its optical properties, because there are no X-ray diffraction films in the archives at the Natural History Museum, University of Oslo. To confirm the true identity Alf Olav Larsen performed a SEM/EDS-analysis, which showed 1.7 wt.% Na_2O , 17.8 wt.% Al_2O_3 , 42.3 wt.% SiO_2 , and 37.1 wt.% Cs_2O , which harmonizes perfectly with chemical analyses of pollucites from both Sweden and Finland.



Fig. 1. Pollucite (6 x 8 cm) from the Ågskardet pegmatite, Meløy, Nordland. Photo: A. Haugen.

Acknowledgement

We are indebted to Alf Olav Larsen for verification of the pollucite from Ågskardet.

References

- Breithaupt, J.F.A. (1846): Pollux. *Annalen der Physik und Chemie (Poggendorff's)* **69**, 439-439.
- Ihlen, P. (2004): *Undersøkelser av Li-pegmatitter i Nord-Helgeland*. NGU Rapport 2004-061. 42 pp.
- Juve, G. & Bergstøl, S. (1990): Caesian bazzite in granite pegmatite in Tørdal, Telemark, Norway. *Mineralogy and Petrology* **43**, 131-136.
- Larsen, A.O., Kolitsch, U., Gault, R.A. & Giester, G. (2010): Eirikite, a new mineral species of the leifite group from the Langesundsfjord district, Norway. *European Journal of Mineralogy* **22**, 875-880.
- Oftedal, I. (1942): Lepidolit- og tinnstenførende pegmatit i Tørdal, Telemark. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **22**, 1-14.
- Oftedal, I. (1950): En litiumførende granittpegmatitt i Nordland. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **28**, 234-237.
- Oftedal, I. (1970): Lithium contents of Norwegian beryls. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **50**, 245-247.
- Raade, G. & Kristiansen, R. (2003): Scandium as a trace element in the Heftetjern pegmatite minerals. *International Symposium on the Mineralogy and Geochemistry of Scandium, University of Oslo, Abstracts and Proceedings* **2**, 36-37.
- Raade, G., Bernhard, F. & Ottolini, L. (2004): Replacement textures involving four scandium silicate minerals in the Heftetjern granitic pegmatite, Norway. *European Journal of Mineralogy* **16**, 945-950.
- Teertstra, D.K., Černý, P., Langhof, J., Smeds, S.A. & Grensman, F. (1996): Pollucite in Sweden: occurrences, crystal chemistry, petrology and subsolidus history. *GFF* **118**, 141-149.
- Teertstra, D.K., Lahti, S.L., Alviola, R. & Černý, P. (1993): Pollucite and its alteration in Finnish pegmatites. *Geological Survey of Finland, Bulletin* **368**, 1-39.

Lithium mineralization in Norway: a review

Roy Kristiansen

Postboks 32, N-1650 Sellebakk, Norway (mykosof@online.no)

Introduction

Today lithium comprises 118 minerals world-wide containing essential lithium (Grew *et al.* 2018), while we only have 16 in Norway. Oftedal (1940) wrote "Minerals containing appreciable amounts of lithium appear to be particularly rare in Norway". However, he pointed out that a real lithium mica was described by Brøgger (1890) from Vesle Arøy in Langesundsfjord, but it was not analysed due to lack of material. Oftedal (1940) concluded that this must be polyolithionite. Shortly after he analysed a number of differently colored micas from Høydalen and found a reddish violet lepidolite with 5.0 % Li₂O (Oftedal 1943). Oftedal (1950) briefly described multi-colored Li-tourmalines and spodumene from a pegmatite at Ågskardet in Holandsfjord, Nordland. Frigstad (1968) described small blue-green elbaite crystals from Iveland.

The diversity of lithium minerals in Norway are much less advanced than in Sweden and Finland. Generally, lithium occurs in tourmalines and micas in granitic pegmatites in Norway, with a few exceptions of some rare lithium bearing minerals in the syenite pegmatites in the Larvik Plutonic Complex (LPC) (Larsen 2010).

Lithium bearing tourmalines are restricted to a few occurrences in granitic pegmatites in northern Norway, in Iveland, southern Norway, and from Stord, western Norway. Lithium bearing micas are present in a few localities in southern Norway (Tørdal and Iveland), but rarely present in northern Norway. Rosing-Schow *et al.* (2018a, 2018b) have recently analysed the lithium content and classified a large number of micas from different granitic pegmatites in southern Norway.

The pegmatites in Høydalen are mixed LCT + NYF type pegmatite (Černý 1992) and not pure LCT pegmatites. There are two pegmatites with a modest evolvement of LCT-type pegmatite in northern Norway. One large pegmatite is situated at Ågskardet, close to the Svartisen glacier (Oftedal 1950), with abundant, multicolored fluor-elbaite and spodumene. Cookeite is rarely met with as an alteration product of tourmalines. Lithiophilite and ferrisicklerite are extremely rare (Kristiansen 1972), along with pollucite as the single Norwegian occurrence of this mineral (Kristiansen & Olsen 2019). In a small LCT pegmatite at Sandnessjøen, Nordland, fluor-liddicoatite and rossmanite occur, the former even of gem quality (Nordrum *et al.* 1999, 2003; Kolitsch *et al.* 2013). The rare beryllium mica bityite has been found in a granitic pegmatite in Iveland as an alteration product of beryl (Larsen /Corneliussen 2008).

The five lithium minerals in the syenite pegmatites in the LPC region are all very rare, except for the more common polyolithionite, which have been found in several of the pegmatites both on the islands in the Langesundsfjord and on the mainland (Larsen 2010).

Lithium bearing micas

Rieder *et al.* (1998) defined true micas with end-members and species name, and with permissible ranges of composition. They also included series names intended to designate incompletely investigated micas that are used by field geologists, petrographers and mineral collectors. The series names *lepidolite* and *zinnwaldite* are used in the present paper. More in-depth discussion has recently been published in an extensive paper on the lithium content of a number of micas from many pegmatites in southern Norway (Rosing-Schow *et al.* 2018a).

***Lepidolite*, $K(\text{Li,Al})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{F,OH})_2$**

Lepidolite is a series name on trioctahedral, light, lithium rich micas on, or close to, the polyolithionite – trilithionite join (Tischendorf *et al.* 1997; Rieder *et al.* 1998). The first Norwegian *lepidolite* was described by Oftedal (1943) from the granitic pegmatites in the Høydalen quarries in Tørdal. The mineral occurs in rather large blocks attaining 15 -20 cm wide of bright reddish violet color in the upper quarry, and more greyish violet in the lower quarry. Rosing-Schow *et al.* (2018a) have classified the *lepidolite* from Høydalen as siderophyllite-polyolithionite and polyolithionite with up to 7.7 wt.% Li_2O . Other micas from Høydalen are less enriched in lithium and classified as trilithiolite or lithian ferroan muscovite.

Micas from Iveland in Setesdal have less lithium than the micas from the Tørdal pegmatites. They vary in their compositions and are classified as lithian muscovite - polyolithionite (Rosing-Schow *et al.* 2018a). Most Li is found in mica from Skripeland (erroneously written as Skipeland by Rosing-Schow *et al.* 2018) with 2.75 wt.% Li_2O and classified as a trilithionite. Larsen & Erambert (2007), however, described *lepidolite* from Litjern in Iveland with 5.49 wt.% Li_2O . The mineral occurs as pale brownish «books» up to 8 cm across and 2 cm thick. As pointed out by Larsen & Erambert (2007) this may be the locality where Olaf Andersen collected a mica more than 100 years ago, and the same mica that Oftedal (1943) later analysed and described. It is strange that Rosing-Schow *et al.* (2018a) did not include this locality in their work on lithium in micas in southern Norway, but they did so in their summary paper (Rosing-Schow *et al.* 2018b).

Lepidolite of silvery-white color has been identified from the locality called "Tunnelen" (Birkeland 3) in Iveland (pers. comm. Larsen & Åsheim 1981). The mineral has 4.89 wt.% Li_2O . The sample was collected by the late Orest Landsverk. *Lepidolite* from Sandnesjøen occurs as pale violet, fine-grained masses. Singel flakes are less than 1 cm. *Lepidolite* is listed by Ihlen (2004) from the Ågskardet pegmatite, but with no further details. A flame test on a greyish violet mica was used on a sample collected by the author, and it indicated a lithium content. The mineral is associated with ferrisicklerite.

Polyolithionite, $\text{KLi}_2\text{Al}(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{F,OH})_2$

Polyolithionite is an end-member within the true micas and has the highest content of lithium. The mineral was first confirmed by Raade & Larsen (1980) from syenite pegmatite locations in the LPC; at Vesle Arøy and on the island Låven in the Langesundsfjord, and at Vøra, Vesterøya near Sandefjord. The mineral from the latter locality was fully analysed and contained 7.07 wt.% Li_2O . The Vøra polyolithionite occurs as thick, irregular crystal blocks or aggregates with a pale yellowish green color.

Individual plates may attain 5- 6 cm across. Several other locations have been reported by Larsen (2010): Jahren, Buer, Vesle Arøya, Siktesøya, Sagåsen and Bratthagen. Li-bearing micas have later been recorded from approximately 30 localities in the LPC, but not all of them are confirmed by analyses (pers. comm. Svein Arne Berge 2018).

Zinnwaldite, $\text{KLiFe}^{2+}\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$

Zinnwaldite is a series name on trioctahedral, dark, lithium containing micas on, or close to, the siderophyllite – trilithionite join (Tischendorf *et al.* 1997; Rieder *et al.* 1998). At Sandnessjøen, Nordland *zinnwaldite* occurs as aggregates to 7 - 8 cm very much alike biotite, but with a reddish tint (Nordrum *et al.* 1999). At Skarsfjell, Tørdal, *zinnwaldite* occurs as greyish brown to dark brown individuals up to 10-15 cm across. Complete chemical analyses were performed on these two *zinnwaldites* and showed 2.48 wt.% and 4.18 wt.% Li_2O , respectively (pers. comm. Larsen & Åsheim 1982). *Zinnwaldite* is also identified from the Heftejern pegmatite, Tørdal (Juve & Bergstøl 1997).

Lithium bearing tourmalines.

The first lithium bearing multicolored tourmalines in Norway were discovered in the Ågskardet lithium-pegmatite close to the Svartisen glacier, Nordland, briefly described by Oftedal (1950). He distinguished between three color types: black, yellowish brown, and colorless to pale red. Most of the tourmalines show zonation with a characteristic outer thin shell of greenish brown color.

He also performed spectrographic analyses of the tourmalines, all characterized by a high lithium content except for the black type. They all have significant Na and Mn, while the brownish type contains considerably more Ca and Ti.

Almost 50 years later Larsen *et al.* (1999) published a large number of mostly partial analyses of tourmalines, which covered a large number of Norwegian localities, including tourmalines from the LCT-pegmatites at Ågskardet and Sandnessjøen. Their analysis no. 43 (from Sandnessjøen) was complete and showed that this is fluor-liddicoatite, see below.

Fluor-liddicoatite, $\text{Ca}(\text{Li}_2\text{Al})\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_3\text{F}$

Besides dull blackish and brownish schorl, the most common tourmaline at the Sandnessjøen locality is olive green, well-developed crystals of liddicoatite. Many crystals are zoned and the purest part have 70 mol-% liddicoatite and 30 mol-% elbaite. The largest crystals were up to 13-14 cm in length, and often bent or fractured (Fig. 1). Nordrum *et al.* (1999) explained that the possible reason for the occurrence of fluor-liddicoatite may be caused by the surrounding calcium-rich skarn rocks. Some parts of the fluor-liddicoatite, up to 3.5 cm, were suitable for faceting and is illustrated by Nordrum *et al.* (2003). Zoned crystals of tourmalines from Ågskardet have a dark yellowish rim of fluor-liddicoatite.



Fig. 1. Fluor-liddicoatite from Sandnessjøen. Fov 6 cm.

Fluor-elbaite, $\text{Na}(\text{Li}_{1.5}\text{Al}_{1.5})\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_3\text{F}$

More than 60 years after Oftedal (1950) described the multicolored tourmalines from the Ågskardet Li-pegmatite, Kolitsch *et al.* (2013) finally investigated these tourmalines. The color zonation can be divided into the following: 1) a thin brown yellow outer rim of fluor-liddicoatite, and 2) grading into a Ca-rich fluor-elbaite on a pale pink to almost colorless core of 3) fluor-elbaite. Sections of the outermost very thin rim (20-50 μm) is Na-rich and seems to correspond to **rossmanite**, ideally $\square(\text{LiAl}_2)\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_3(\text{OH})$, along with Ca-rich fluor-elbaite, fluor-liddicoatite and Fe-rich fluor-elbaite.

Frigstad (1968) reported up to 5 mm long, blue-green, probably elbaite crystals from cleavelandite zoned pegmatites at Skripeland and Lauvland in Iveland. The few crystals were growing into beryl. The identification was based solely on the refractive indices.

From the Høydalen pegmatite in Tørdal two types of tourmalines were described and analysed by Raade & Kolitsch (2016). The two types are dark olive brown and bluish green and contains 0.19 wt.% and 0.47 wt.% Li_2O , respectively. They are rather poor in lithium, probably because the major part of lithium was consumed in the formation of *lepidolite*.

Significant amounts of a pink elbaite was found at Tindane, Fitjar, Stord, Hordaland, and first analysed by Larsen *et al.* (1999), and then briefly described by Raunholm & Bjugn (2000). The locality and minerals were further described Breivik (2018). The color varies from bright reddish pink to pale pink, while others are colorless, light yellow green, dark green, bluish violet and dark blackish

green. The aggregates of light pink elbaite attain a size of 10-15 cm in length, exceptions up to 20 cm, and are usually broken and bent. Most crystals are 4 - 6 mm in diameter (Breivik 2018). Based on the analyses by Larsen *et al.* (1999) the mineral is a OH-elbaite. Preliminary analyses and a structural refinement (R=1.76 %) of a pink elbaite from the present author showed that it is either a OH-rich fluor-elbaite (F:OH = 0.6:0.4) or possibly a Li-rich olenite (pers. comm. Uwe Kolitsch 2016). The conclusion is still pending. Breivik (2018) recognized a number of color varieties and we can not exclude that other true tourmalines may exist in the locality.

Lithiophilite, $\text{LiMn}^{2+}\text{PO}_4$

Lithiophilite is a typical mineral in LCT type pegmatites in many localities worldwide, often in very nice crystals. On his first visit in 1971 the author found the mineral in the Ågskardet pegmatite as an irregular crystalline, 2 cm nodule of pinkish salmon color (Fig. 2). The nodule is surrounded by colorless transparent aggregates of hureaulite $(\text{Mn,Fe})_5(\text{PO}_4)_2(\text{HPO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, partly stained by Mn-oxides. The sample contains very small amounts of a brown unidentified mineral, perhaps bermanite, which use to be an altraction product of hureaulite. Lithiophilite and hureaulite are still the only findings in Norway.



Fig. 2. Lithiophilite from the Ågskardet, Meløy, Nordland. Fov 3 cm.

Ferrisicklerite, $\text{Li}_{1-x}(\text{Fe}^{3+}_x\text{Fe}^{2+}_{1-x})\text{PO}_4$

This was a new mineral to Norway, and found together with lithiophilite in 1971 in the Ågskardet Li-pegmatite. It occurs in a 4 x 6 cm sample of feldspar, and ferrisicklerite appears as a 3 x 7 mm large, irregular, prismatic, altered crystal of rusty brown color associated with heavily altered spodumene, cookeite, apatite, and dull greyish violet flakes of lepidolite. Ferrisicklerite could well be an alteration product of triphylite.

Spodumene, $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$

The very first finding of spodumene in Norway was reported by Oftedal (1950) from the Ågskardet pegmatite. The mineral occurs as incomplete platy crystals, 4-5 cm in length and 5 mm thick (Fig. 3). Most of the material is turbid and only partially transparent. The mineral is dull whitish to pale brownish in color. It shows a dull, very pale orange fluorescence in SW-UV light. Many crystals shows a pinkish or rose color which indicate an incipient alteration towards cookeite/montmorillonite. Oftedal (1950) analysed the mineral with a quartz-spectrograph combined with optical examination and thereby verified the mineral as spodumene. Besides the main components he also found small amounts of Mg, Fe, Mn, Ca, Na, and traces of Sn. A white crust or rarely some lath-like crystals, sometimes covering the altered surfaces, turned out to be laumontite, previously reported by Ihlen (2004).



Fig. 3. Spodumene from Ågskardet. Fov 3 cm.

Spodumene was identified from the lithium-pegmatite at Sandnessjøen, in Nordland, where the mineral occurs as transparent, pale violet cleavage plates to 2 cm with no trace of alteration. The

mineral shows a red fluorescence in SW-UV light. The spodumenes from Ågskardet and Sandnessjøen have not been examined for inclusions.

Gunnar Raade (pers. comm. 1981) visited the collections of École de Mines in Paris in 1980, and observed on exhibition a sample labelled "*Pegmatite & tourmaline à triphane, Bamble, Norvège*". *Triphane* is an old synonym for spodumene, and the mineral occurs as centimeter large areas in quartz associated with black tourmaline. Later, he obtained a small, sawn piece from the sample. PXRD analysis confirmed the identity. Unfortunately, we do not know the exact locality.

Cookeite, $(\text{Al}_2\text{Li})\text{Al}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_8$

Neumann (1959) first reported the identification of cookeite from Holandsfjord, but without any description. The precise locality is the Ågskardet pegmatite, Meløy, Nordland where the mineral occurs in two main varieties:

- As colorless or yellowish globules in aggregates to several centimetre (Fig. 4a). Single globules are less than 1 mm in size, and composed of hexagonal flakes projecting out of a flaky matrix of the same material (Fig. 4b). It is either found together with well-developed albite crystals as a replacement of muscovite plates or together with quartz crystals replacing multicolored tourmaline. The crystal shape of tourmaline is often well preserved.
- As violet to rose colored dense masses mixed with quartz and clay minerals occurring as fracture fillings or coatings on feldspar.

Optical spectrography of the first variety showed ~0.3 wt.% B_2O_3 , minor amounts of Fe, Mn, Mg, and traces of Be, probably ~0.1 wt. %, as well as a few hundred ppm of Ti and Sn (pers. comm. Ivar Oftedal 1972). The mineral was briefly mentioned and pictured by Kristiansen (1994).

Most cookeites contain very little or no boron, but shows large variations in chemistry (Černý 1970). Boron-containing cookeites occur in some pegmatites abroad, and the new mineral borocookeite was described from boron-rich pegmatites in Russia (Zagorsky *et al.* 2003).



Fig. 4a (left). Cookeite from the Ågskardet pegmatite, Meløy, Nordland. Fov 3 cm.

Fig.4b (right). SEM photo of crystal aggregates of cookeite from Ågskardet. Fov 1 mm.

Bityite, $\text{Li Ca Al}_2(\text{AlBeSi}_2\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

The Li-Be-mica bityite was identified from Tveit 3 in Iveland by Alf Olav Larsen in 2008 by PXRD analysis. The sample was supplied by the late Andreas Corneliussen. It is a rather massive sample with no distinct crystals. Associated minerals include muscovite-2M₁, quartz, bertrandite, and beryl. Bityite seems to be an alteration product of beryl. This is the first record of the rare mineral bityite in Norway. Lahti & Saikkonen (1985) gives a detailed description of bityite from Eräjärvi, southern Finland, where it occurs in pseudomorphs after beryl or in cavities with bertrandite.

Lithium minerals in the Larvik Plutonic Complex

Zektzerite, $\text{NaLiZrSi}_6\text{O}_{15}$

The mineral was first found at Virikkollen, Sandefjord, in a small syenite pegmatite, as the first finding in Norway (Larsen & Kolitsch 2012). It occurs as vitreous, strongly hydrothermally etched crystals, up to 1 cm in size (Fig. 5). The mineral is colorless, transparent with a slightly pinkish hue and shows a light yellow fluorescence in SW UV light. Zektzerite occurs in vugs in quartz together with zircon, opal, bertrandite and aegirine.



Fig. 5. Zektzerite from Virikkollen, Sandefjord, showing the etched surface. Fov 1 cm.

In 2017 zektzerite was found in the Jahren pegmatite, Stavern, Larvik (Kjærnet 2018). The mineral occurs as a rather common mineral in the locality as irregular masses of colorless to pale brownish color up to several centimetres in size. Crystals up to 1 cm are rare. The mineral shows yellowish to whitish bluish fluorescence in SW UV light (Fig. 6). A third locality was discovered at Fuglevik feldspar quarry, about 1 km SW of Jahren, where it occurs as sugary aggregates up to 1 cm. All findings occur in the Stavern-type of pegmatites. (Kjærnet 2018) pointed out that further findings could be expected in other locations in the LPC, especially in pegmatites carrying Li-minerals as polyolithionite.

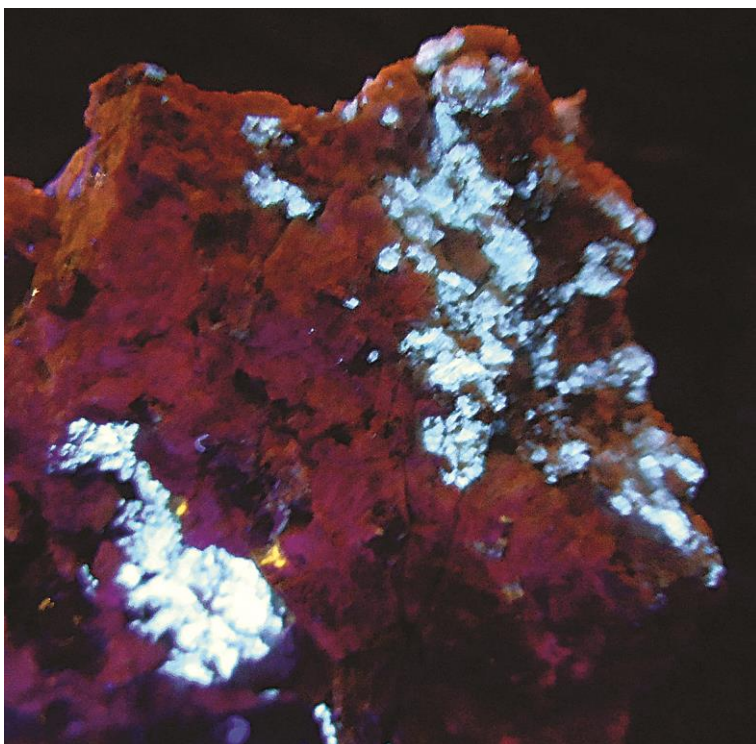


Fig. 6. Zektzerite from Jahren, Larvik, showing bluish white fluorescence in short-wave UV light. The feldspar fluoresces dark red. Fov 6 cm.

Ephesite, $\text{LiNaAl}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

The rare mica group mineral ephesite was first reported from LPC by Andersen *et al.* (1996) after the mineral was identified by Uwe Kolitsch. The mineral occurs as colorless to white, thin, pseudo-hexagonal platy crystals to 1 mm across in vugs in natrolite associated with böhmite, diaspore, amesite and berborite at Saga I quarry, Mørje, Porsgrunn. SEM photos are shown by Larsen (2010).

Tainiolite, $\text{KLiMg}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})\text{F}_2$

Tainiolite was first found by Frode Andersen in 1998 in a syenite pegmatite at Tangane on the southern part of Siktesøya in the Langesundsfjord. The mineral occurs very sparingly as a late hydrothermal mineral in vugs associated with aegirine, astrophyllite and analcime. It appears as pseudo-hexagonal, thin tabular crystals up to 0.2 mm across, but also as intergrown masses up to 1 cm. The mineral is also found as colorless flakes to 1 cm across in syenite pegmatite material at Valleråsen, Porsgrunn (Larsen 2010).

Ferri-fluoro-leakeite, $\{\text{Na}\}\{\text{Na}_2\}\{\text{Mg}_2\text{Fe}^{3+}_2\text{Li}\}(\text{Si}_8\text{O}_{22})\text{F}_2$

This is a very rare amphibole originally described from Kazakhstan by Camara *et al.* (2010). Norwegian material was collected by the author in 1978 at the Bratthagen nepheline syenite pegmatite in Lågendalen, Larvik (Larsen 2010). The sample containing ferri-fluoro-leakeite is 6 x 5 x 4 cm in size, and contains anorthoclase and broken crystals of aegirine as major constituents, with minor catapleiite, a pyrochlore group mineral, pyrophanite and zircon (Fig. 7). Ferri-fluoro-leakeite, about 8 x 4 mm in size, occurs as an elongated striated crystal of mustard yellow to brownish yellow color,

growing parallel to a broken aegirine crystal. The mineral has a relatively high content of Zn. A tiny crystal fragment was selected for data collection and structure analysis, and was fully characterized by Oberti *et al.* (2014). The Norwegian material is even closer to the ideal composition than the type material from Kazakhstan (Camara *et al.* 2010).

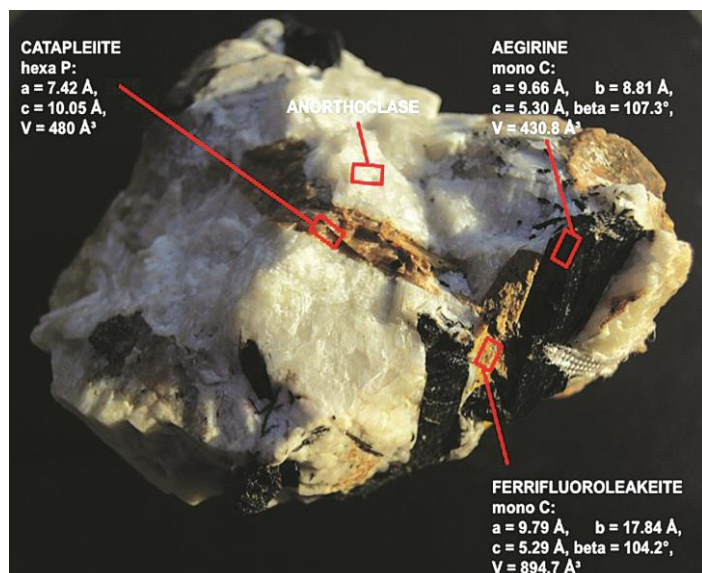


Fig. 7. The sample from Bratthagen from which ferri-fluoro-leakeite was identified. Fov 6 cm.

Discussion and comments

Why are lithium minerals so rare in Norway? The explanation may be the different geological settings in Norway compared to the wide distribution of LCT-pegmatites in Sweden and Finland. Looking at a simplified geological map of the Fennoscandian peninsula (the Baltic shield) one observes that the geology is of Paleoproterozoic origin in large part of Sweden and Finland, or so-called Svecofennian origin, 1750 - 2500 Ma. This has favored the evolution of several LCT pegmatites with petalite, amblygonite-montebrazite, spodumene, eucryptite, pollucite, holmquistite, and extensive assemblages of secondary phosphates, including beryllium phosphates. The latter is completely absent in Norwegian pegmatites (Kristiansen 2016). We can not exclude that amblygonite and petalite may have escaped attention, because of the difficulty to visually distinguish these minerals from feldspar or quartz.

Ihlen (2004) listed 54 different minerals from the Ågskardet pegmatite, including the Li-minerals amblygonite, petalite and triphylite. We have not been able to confirm these three minerals. Pollucite were also listed, although more than 200 samples had been tested with negative results using a chemical reaction. However, pollucite was in fact collected by Hans Chr. Olsen already late in the 1960's and identified by Per Chr. Sæbø, confirmed by Alf Olav Larsen (pers. comm. 2018), and briefly described by Kristiansen & Olsen (2019).

The granitic pegmatites with lithium mineralization in southern Norway are of Proterozoic origin, 900 - 1700 Ma, while the LPC region are dated to < 300 Ma.

In northern Norway all locations with lithium mineralization are within the Caledonian belt, and the Ågskardet pegmatite are of Devonian age, dated to 402 - 409 Ma (pers. comm. Peter Ihlen 2018).

A short, summarized version of the present paper was presented by the author in Stockholm 2018 during the anniversary conference "Lithium 200 years" (Kristiansen 2018).

Acknowledgements

Thanks are due to Alf Olav Larsen, and Henrik Friis at the Natural History Museum, UiO for mineral identifications and analyses. Thanks also to Peter Ihlen for informations on age dating.

References

- Andersen, F., Berge, S.A. & Burvald, I. (1996): Die Mineralien des Langesundsfjords und des umgebenden Larvikit-Gebietes, Oslo-Region, Norwegen. *Mineralien-Welt* **7** (4), 21-100.
- Breivik, H. (2018): En elbaittførende pegmatittgang på Tindane, Fitjar, Hordaland. *Norsk Mineralsymposium 2018*, 99-104.
- Brøgger, W.C. (1890): Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite. *Zeitschrift für Kristallographie* **16**, 1-663.
- Camara, F., Hawthorne, F.C., Ball, N.A., Bekenova, G., Stepanov, A.V. & Kotel'nikov, P. (2010): Fluorleakite, $\text{NaNa}_2(\text{Mg}_2\text{Fe}^{3+}_2\text{Li})\text{Si}_8\text{O}_{22}\text{F}_2$, a new mineral of the amphibole group from Verkhnee Espe deposit, Akjailyautas Mountains, Eastern Kazakhstan district, Kazakhstan: description and crystal structure. *Mineralogical Magazine* **74**, 521-528.
- Černý, P. (1970): Compositional variations in cookeite. *The Canadian Mineralogist* **10**, 636-647.
- Černý, P. (1992): Geochemical and petrogenetic features of mineralization in rare element granitic pegmatites in the light of current research. *Applied Geochemistry* **7**, 393-416.
- Frigstad, O.F. (1968): *En undersøkelse av cleavelanditsonerte pegmatitganger i Iveland-Evje. Nedre Setesdal*. Unpublished cand. real. thesis. University of Oslo. 190 pp.
- Grew, E.S., Hystad, G., Toapanta, M.P.C., Ostroverkhova, A., Golden, J. & Hazen, R.M. (2018): Lithium mineral evolution and ecology. In "Lithium 200 years". Meeting proceedings and field-trip guide. (Ed. Joakim Mansfeld). Mineralogical Society of Sweden. 3-4.
- Ihlen, P. (2004): Undersøkelse av Li-pegmatitter i Nord-Helgeland. *NGU Rapport* **2004.061**. 42 pp.
- Juve, G. & Bergstøl, S. (1997): Granittpegmatitter i Tørdal, Telemark. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **12**, 56-57.
- Kolitsch, U., Andresen, P., Husdal, T.A., Ertl, A., Haugen, A., Ellingsen, H.V. & Larsen, A.O. (2013): Tourmaline-group minerals from Norway, part II: Occurrences of luinaite-(OH) in Tvedalen, Larvik and Porsgrunn, and fluor-liddicoatite, fluor-elbaite and fluor-schorl at Ågskardet, Nordland. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **50**, 23-41
- Kjærnet, T. (2018): Zektzeritt - mer utbredt i Larvik plutonkomplekset enn man skulle tro? *Norsk Mineralsymposium 2018*, 23 - 28.

- Kristiansen, R. (1972): Contribution to the mineralogy of the Li-pegmatite at Ågskardet. *Interne Notater, Mineralogisk-Geologisk Museum*, 38-39.
- Kristiansen, R. (1994): To nye mineraler for Norge - manganokolumbitt og hingganitt-(Yb). *Stein* **21**, 88- 93.
- Kristiansen, R. (1998): Høydalen litium-pegmatitt - Tørdal i Telemark. *Stein* **25** (4), 21-30.
- Kristiansen, R. (2016): Hvorfor finner vi ikke beryllium-fosfater i Norge? *Stein* **43** (2), 24-26.
- Kristiansen, R. (2018): Lithium-mineralization in Norway. In "Lithium 200 years". Meeting proceedings and field-trip guide. (Ed. Joakim Mansfeld). Mineralogical Society of Sweden, 7 - 8.
- Kristiansen, R. & Olsen, H.C. (2019): Pollucite – an old, new mineral to Norway. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 116-118.
- Lahti, S.L. & Saikonen, R. (1986): Bityite $2M_1$ from Eräjärvi compared with related Li-Be brittle micas. *Bulletin of the Geological Society of Finland* **57** (2), 207- 215.
- Larsen, A.O. ed. (2010): *The Langesundsfjord - history, geology, pegmatites, minerals*. Bode Verlag, Salzhemmendorf, Germany. 240 pp.
- Larsen, A.O. & Erambert, M. (2007): Lepidolite from the Litjern pegmatite, Iveland. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **38**, 21-24.
- Larsen, A.O., Nordrum, F.S. & Austrheim, H. (1999): Turmaliner i Norge. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **15**, 21-30.
- Neumann, H. (1959): Contributions to the mineralogy of Norway. An introduction. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **39**, 231- 236.
- Nordrum, F.S., Vestvik, J. & Larsen, A.O. (1999): Li-granittpegmatitten i Sandnessjøen. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **15**, 31-33.
- Nordrum, F.S., Larsen, A.O., Vestvik, J. & Austrheim, H. (2003): Liddicoatit von Sandnessjøen, Nord-Norwegen. *Mineralien-Welt* **1**, 50-52.
- Oberti, R., Boiocchi, M., Hawthorne, F.C. & Kristiansen, R. (2014): Ferri-fluoro-leakeite: a second occurrence at Bratthagen (Norway), with new data on Zn partitioning and the oxo component in Na amphiboles. *Mineralogical Magazine* **78**, 861-869.
- Oftedal, I. (1940): Enrichment of lithium in Norwegian cleavelandite-quartz-pegmatites. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **20**, 193-198.
- Oftedal, I. (1942): Lepidolit- og tinnstenførende pegmatit i Tørdal, Telemark. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **22**, 1-14.
- Oftedal, I. (1950): En litiumførende granittpegmatitt i Nordland. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **28**, 234-237.
- Oftedal, I. (1970): Lithium contents of Norwegian beryls. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **50**, 245-247.

- Raunholm, S. & Bjugn, G. (2000): Rosa turmalin på Stord. *Norsk Bergverksmuseum Skrifter* **17**, 32-34.
- Rieder, M., Cavazzini, G., D'yakov, Y.S., Frank-Kamenetskii, V.A., Gottardi, S., Koval, P.v., Müller, G., Neiva, A.M.R., Radoslovich, E.W., Robert, J.-L., Sassi, F.P., Takeda, H., Weiss, Z. & Wones, D.R. (1998): Nomenclature of the micas. *The Canadian Mineralogist* **52**, 905-912.
- Rosing-Schow, N., Müller, A. & Friis, H. (2018a): A comparison of the mica geochemistry of the pegmatite fields in southern Norway. *The Canadian Mineralogist* **56**, 463-488.
- Rosing-Schow, N., Müller, A. & Friis, H. (2018b): Glimmere i norske pegmatitter. *Norsk Mineralsymposium 2018*, 57-62.
- Raade, G. & Larsen, A.O. (1980): Polyolithionite from syenite pegmatite at Vøra, Sandefjord, Oslo region, Norway. Contributions to the mineralogy of Norway, No. 65. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **60**, 117-124.
- Tischendorf, G., Gottesmann, B., Förster, H.-J. & Trumbull, R.B. (1997): On Li-bearing micas: estimating Li from electron microprobe analyses and an improved diagram for graphical presentation. *Mineralogical Magazine* **61**, 809-834.
- Zagorsky, V.Y., Peretyazhko, I.S., Sapozhinikov, A.N., Zhukhlistov, A.P. & Zvyagin, B.B. (2003): Borocookeite, a new member of the chlorite group from the Malkhan gem tourmaline deposit, Central Transbaikalia, Russia. *American Mineralogist* **88**, 830-836.

Min publikasjonsliste og litt til

Gunnar Raade

Østbyfaret 6 D, 0687 Oslo (gunn-ra@online.no)

Oversikten er laget i anledning min 75-årsdag 6. mai 2019.

Publikasjoner

- Raade, G. (1962): On the occurrence of 1M muscovite crystals, from Nedre Eiker Church. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **42**, 389.
- Raade, G. (1965): The minerals of the granite pegmatite at Spro, Nesodden, near Oslo. *Norges Geologiske Undersøkelse* **234**, 160-166.
- Raade, G. (1966): Note on powellite (CaMoO₄), a new mineral for Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **46**, 121-122.
- Raade, G. (1966): A new Norwegian occurrence of milarite. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **46**, 122-123.
- Raade, G. (1967): Ramsayite as an alteration product of mosandrite. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **47**, 249-250.
- Raade, G. (1968): Bavenite from druses in the biotite granite of the Oslo Region. Contributions to the mineralogy of Norway, No. 39. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **48**, 259.
- Raade, G. (1969): Cavity minerals from the Permian biotite granite at Nedre Eiker Church. Contributions to the mineralogy of Norway, No. 40. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **49**, 227-239.
- Raade, G. (1970): Dypingite, a new hydrous basic carbonate of magnesium, from Norway. *American Mineralogist* **55**, 1457-1465.
- Raade, G. (1970): Perrierite from the Sogndal anorthosite. Contributions to the mineralogy of Norway, No. 43. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **50**, 241-243.
- Raade, G. (1971): On natrojarosite in Norway. Contributions to the mineralogy of Norway, No. 44. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **51**, 195-197.
- Raade, G. (1971): Om druserom i drammensgranitten. *Nytt fra Oslofeltgruppen* **No. 1 (1971)**, 10-13.
- Raade, G. (1972): Mineralogy of the miarolitic cavities in the plutonic rocks of the Oslo Region, Norway. *The Mineralogical Record* **3**, 7-11.
- Nilssen, B. & Raade, G. (1973): On chromian montmorillonite (volkonskoite) in Norway. Contributions to the mineralogy of Norway, No. 54. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **53**, 329-331.
- Raade, G. & Tysseland, M. (1975): Althausite, a new mineral from Modum, Norway. *Lithos* **8**, 215-219.
- Jacobsen, S.B. & Raade, G. (1975): Rb-Sr whole rock dating of the Nordagutu granite, Oslo Region, Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **55**, 171-178.
- Raade, G., Elliott, C.J. & Fejer, E.E. (1977): New data on ktenasite. *Mineralogical Magazine* **41**, 65-70.
- Raade, G. & Mladeck, M.H. (1977): Parakeldyshite from Norway. *The Canadian Mineralogist* **15**, 102-107.
- Jacobsen, S. & Raade, G. (1977): Geochemical anomalies in the Drammen granite. *Nytt fra Oslofeltgruppen* **No. 4 (1972)**, 30-35.
- Raade, G. (1978): Distribution of Th, U, K in the plutonic rocks of the Oslo Region, Norway. In: Neumann, E.-R. & Ramberg, I.B. (Editors), *Petrology and Geochemistry of Continental Rifts*, 185-192. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.
- Ormaasen, D.E. & Raade, G. (1978): Heat generation versus depth of crystallization for Norwegian monzonitic rocks. *Earth and Planetary Science Letters* **39**, 145-150.
- Raade, G. & Mladeck, M.H. (1979): Haltedahlite, a new magnesium phosphate from Modum Norway. *Lithos* **12**, 283-287.
- Raade, G. (1979): Althausite, a new mineral from Modum, Norway: Addendum. *Lithos* **12**, 288.
- Raade, G. & Haug, J. (1980): Rare fluorides from a soda granite in the Oslo Region, Norway. *The Mineralogical Record* **11**, 83-91.

- Rømming, C. & Raade, G. (1980): The crystal structure of althausite, $Mg_4(PO_4)_2(OH,O)(F,\square)$. *American Mineralogist* **65**, 488-498.
- Raade, G. & Larsen, A.O. (1980): Polyolithionite from syenite pegmatite at Vøra, Sandefjord, Oslo Region, Norway. Contributions to the mineralogy of Norway, No. 65. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **60**, 117-124.
- Raade, G., Haug, J., Kristiansen, R. & Larsen, A.O. (1980): Langesundsfjord. *Lapis* **5**(10), 22-28.
- Raade, G. & Haug, J. (1981): Morphology and twinning of sellaite from Gjerdingen, Norway. *The Mineralogical Record* **12**, 231-232.
- Raade, G. & Haug, J. (1982): Gjerdingen – Fundstelle seltener Mineralien in Norwegen. *Lapis* **7**(6), 9-15.
- Raade, G. (1982): Die sogenannten «Martite» von Snarum, Norwegen. *Der Aufschluss* **33**, 405-407.
- Raade, G., Åmli, R., Mladeck, M.H., Din, V.K., Larsen A.O. & Åsheim, A. (1983): Chiavennite from syenite pegmatites in the Oslo region, Norway. *American Mineralogist* **68**, 628-633.
- Raade, G. & Mladeck, M.H. (1983): Janhaugite, $Na_3Mn_3Ti_2Si_4O_{15}(OH,F,O)_3$, a new mineral from Norway. *American Mineralogist* **68**, 1216-1219.
- Raade, G., Mladeck, M.H., Kristiansen, R. & Din, V.K. (1984): Kaatialaite, a new ferric arsenate mineral from Finland. *American Mineralogist* **69**, 383-387.
- Annehed, H., Fälth, L. & Raade, G. (1985): The crystal structure of janhaugite, a sorosilicate of the cuspidine family. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 7-18.
- Raade, G., Elliott, C.J. & Din, V.K. (1985): New data on glaucocerinite. *Mineralogical Magazine* **49**, 583-590.
- Raade, G., Mladeck, M.H. & Din, V.K. (1986): Heneuite, $CaMg_5(CO_3)(PO_4)_3(OH)$, a new mineral from Modum, Norway. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 343-350.
- Rømming, C. & Raade, G. (1986): The crystal structure of heneuite, $CaMg_5(CO_3)(PO_4)_3(OH)$. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 351-359.
- Raade, G. (1986): Petrogenesis of serpentine-magnesite deposits at Modum, South Norway: A progress report. In: *Metallogeny of basic and ultrabasic rocks (regional presentations)*, 451-479. Theophrastus Publications S.A., Athens.
- Raade, G. & Rømming, C. (1986): The crystal structure of ϵ - Mg_2PO_4OH , a synthetic high-temperature polymorph. *Zeitschrift für Kristallographie* **177**, 1-13.
- Raade, G. & Rømming, C. (1986): The crystal structure of β - Mg_2PO_4OH , a synthetic hydroxyl analogue of wagnerite. *Zeitschrift für Kristallographie* **177**, 15-26.
- Raade, G. (1987): Davanite, $K_2TiSi_6O_{15}$, in the Smoky Butte (Montana) lamproites: Discussion of X-ray powder data. *American Mineralogist* **72**, 1014-1015.
- Raade, G., Mladeck, M.H., Din, V.K., Criddle, A.J. & Stanley, C.J. (1988): Blatterite, a new Sb-bearing Mn^{2+} – Mn^{3+} member of the pinakiolite group, from Nordmark, Sweden. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 121-136.
- Rømming, C. & Raade, G. (1989): The crystal structure of natural and synthetic holtedahllite. *Mineralogy and Petrology* **40**, 91-100.
- Raade, G. (1990): Hydrothermal syntheses of Mg_2PO_4OH polymorphs. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 289-300.
- Giuseppetti, G., Mazzi, F., Tadini, C., Larsen, A.O., Åsheim, A. & Raade, G. (1990): Berborite polytypes. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen* **162**, 101-116.
- Larsen, A.O. & Raade, G. (1991): Gaidonnayite from nepheline syenite pegmatite on Siktesøya in the southern part of the Oslo Region, Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **71**, 303-306.
- Larsen, A.O., Åsheim, A., Raade, G. & Taftø, J. (1992): Tvedalite, $(Ca,Mn)_4Be_3Si_6O_{17}(OH)_4 \cdot 3H_2O$, a new mineral from syenite pegmatite in the Oslo Region, Norway. *American Mineralogist* **77**, 438-443.
- Larsen, A.O., Raade, G. & Sæbø, P.C. (1992): Lorenzenite from the Bratthagen nepheline syenite pegmatites, Lågendalen, Oslo Region, Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **72**, 381-384.
- Raade, G. & Brastad, K. (1993): Kamphaugite-(Y), a new hydrous Ca-(Y,REE)-carbonate mineral. *European Journal of Mineralogy* **5**, 679-683.
- Rømming, C., Kocharian, A.K. & Raade, G. (1993): The crystal structure of kamphaugite-(Y). *European Journal of Mineralogy* **5**, 685-690.
- Raade, G., Sæbø, P.C., Austrheim, H. & Kristiansen, R. (1993): Kuliokite-(Y) and its alteration products kainosite-(Y) and kamphaugite-(Y) from granite pegmatite in Tørdal, Norway. *European Journal of Mineralogy* **5**, 691-698.

- Raade, G. (1995): Secondary Zn and Cu minerals from contact deposits of the Oslo region, Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **9**, 18-26.
- Ellingsen, H.V., Haugen, A., Raade, G., Eldjarn, K. & Berg, H.-J. (1995): Sjeldne mineraler i en amazonittpegmatitt ved Tennvatn i Nordland. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **9**, 35-37.
- Raade, G. (1996): Minerals originally described from Norway. Including notes on type material. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **11**, 107 pp. (+ 7 Plates).
- Raade, G. (1997): Secondary Zn and Cu minerals from the Oslo region, Norway: Addendum. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **12**, 12-13.
- Raade, G. & Kristiansen, R. (1997): (Nb,Fe)-substituted anatase from Herrebøkasa, Østfold, Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **12**, 14-15. [Also published in *Stein* **24**(3), 122-123, 1997.]
- Larsen, A.O. & Raade, G. (1997): Pyroksener fra Oslofeltets syenittpegmatitter. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **12**, 16-21.
- Raade, G., Rømming, C. & Medenbach, O. (1998): Carbonate-substituted phosphoellenbergerite from Modum, Norway: Description and crystal structure. *Mineralogy and Petrology* **62**, 89-101.
- Raade, G. (1999): Et unikt mineralselskap av magnesiumfosfater fra magnesitt-serpentin-forekomster på Modum. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **15**, 11-14.
- Raade, G. & Erambert, M. (1999): An intergrowth of scandiobabingtonite and cascandite from the Heftetjern granite pegmatite, Norway. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 545-550.
- Raade, G. & Berg, H.-J. (2000): Powder X-ray diffraction data for innelite. *Powder Diffraction* **15**, 62-64.
- Raade, G. & Kristiansen, R. (2000): Mineralogy and geochemistry of the Heftetjern granite pegmatite, Tørdal: a progress report. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **17**, 19-25.
- Witzke, T. & Raade, G. (2000): Zincowoodwardite, $[Zn_{1-x}Al_x(OH)_2] \cdot [(SO_4)_{x/2}(H_2O)_n]$, a new mineral of the hydrotalcite group. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 455-465.
- Ferraris, G., Gula, A., Ivaldi, G., Nespolo, M. & Raade, G. (2001): Crystal structure of kristiansenite: a case of class IIB twinning by metric merohedry. *Zeitschrift für Kristallographie* **216**, 442-448.
- Raade, G., Ferraris, G., Gula, A., Ivaldi, G. & Bernhard, F. (2002): Kristiansenite, a new calcium-scandium-tin sorosilicate from granite pegmatite in Tørdal, Telemark, Norway. *Mineralogy and Petrology* **75**, 89-99.
- Raade, G. & Berg, H.-J. (2002): Powder X-ray diffraction data for goosecreekite $[CaAl_2Si_6O_{16} \cdot 5H_2O]$. *Powder Diffraction* **17**, 247-249.
- Raade, G., Ferraris, G., Gula, A. & Ivaldi, G. (2002): Gjerdingenite-Fe from Norway, a new mineral species in the labuntsovite group: description, crystal structure and twinning. *The Canadian Mineralogist* **40**, 1583-1594.
- Segalstad, T.V. & Raade, G. (2003): Scandium mineralizations in southern Norway – geological background for the field trip. *Abstracts and Proceedings of the Geological Society of Norway* **2(2003)**, 57-85 (+ 2 Plates).
- Tomašić, N., Raade, G. & Bermanec, V. (2004): REE-bearing petscheckite from Tiltvika, Nordland, Norway, and its heating products. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 163-175.
- Raade, G. (2004): Labuntsovitt-gruppens mineraler. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **28**, 19-22.
- Raade, G., Bernhard, F. & Ottolini, L. (2004): Replacement textures involving four scandium silicate minerals in the Heftetjern granitic pegmatite, Norway. *European Journal of Mineralogy* **16**, 945-950.
- Raade, G., Chukanov, N.V., Kolitsch, U., Möckel, S., Zadov, A.E. & Pekov, I.V. (2004): Gjerdingenite-Mn from Norway – a new mineral species in the labuntsovite group: descriptive data and crystal structure. *European Journal of Mineralogy* **16**, 979-987.
- Raade, G. (2005): Gjerdingen-ekeritten, en unik mineralforekomst. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **30**, 14-20.
- Raade, G. (2005): Ca-reicher und zonierter Pyromorphit vom Berg Aukas, Namibia. *Mineralien-Welt* **16**(6), 58-59.
- Pischedda, V., Ferraris, G. & Raade, G. (2005): Single-crystal X-ray diffraction study on neighborite (NaMgF₃) from Gjerdingenselva, Norway. *Neues Jahrbuch für Mineralogi, Abhandlungen* **182**, 23-29.
- Raade, G., Kolitsch, U. & Husdal, T.A. (2006): Si-rich bergslagite from a granitic pegmatite at Tennvatn, north Norway. *GFF* **128**, 65-68.
- Nordrum, F.S. & Raade, G. (2006): The emerald deposit at Byrud, Eidsvoll, South Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **33**, 9-16.

- Nordrum, F.S. & Raade, G. (2006): Das Smaragd-Vorkommen von Byrud (Eidsvoll) in Süd-Norwegen. *Mineralien-Welt* **17**(4), 52-64.
- Raade, G. & Balić-Žunić, T. (2006): The crystal structure of $(\text{Be},\square)(\text{V},\text{Ti})_3\text{O}_6$, a mineral related to kyzylkumite. *The Canadian Mineralogist* **44**, 1147-1158.
- Raade, G. (2007): Minerals of Norway – the (almost) complete inventory. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **35**, 69-96.
- Raade, G., Johnsen, O., Erambert, M. & Petersen, O.V. (2007): Hundholmenite-(Y) from Norway – a new mineral species in the vicanite group: descriptive data and crystal structure. *Mineralogical Magazine* **71**, 179-192.
- Raade, G. (2008): Beryllium in alkaline rocks and syenitic pegmatites. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **37**, 69 pp.
- Raade, G., Grice, J.D., Erambert, M., Kristiansson, P. & Witzke, T. (2008): Proshchenkoite-(Y) from Russia – a new mineral species in the vicanite group: descriptive data and crystal structure. *Mineralogical Magazine* **72**, 1071-1082.
- Raade, G. & Kristiansen, R. (2009): Fluorthalénite-(Y) from Hundholmen, Tysfjord, north Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **41**, 21-24.
- Raade, G. (2009): Plumbopyrochlore, ceriopyrochlore-(Ce), wulfenite and andradite from the Gjerdingen ekerite. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **41**, 25-30.
- Raade, G., Grice, J.D. & Cooper, M.A. (2009): Alflarsenite, a new beryllium-silicate zeolite from a syenitic pegmatite in the Larvik plutonic complex, Oslo Region, Norway. *European Journal of Mineralogy* **21**, 893-900.
- Kolitsch, U., Kristiansen, R., Raade, G. & Tillmanns, E. (2010): Heftetjernite, a new scandium mineral from the Heftetjern pegmatite, Tørdal, Norway. *European Journal of Mineralogy* **22**, 309-316.
- Raade, G. (2010): Plumbomicrolite from the Heftetjern granitic pegmatite, Tørdal, Telemark, south Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **43**, 21-28.
- Raade, G. (2010): Chemical composition of acmite/aegirine intergrowths from Rundemyr, Eiker. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **43**, 29-34.
- Raade, G. & Husdal, T. (2010): Chemical composition of a metamict (Mn,Fe)-Y-(Sb,As)-(Nb,Ti) oxide mineral from the Tennvatn amazonite pegmatite, Sørfold, Nordland, north Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **43**, 81-87.
- Grice, J.D., Raade, G. & Cooper, M.A. (2010): Alflarsenite: structure and relationship to other Be-Si and zeolite framework structures. *The Canadian Mineralogist* **48**, 255-266.
- Bellezza, M., Merlino, S., Perchiazzi, N. & Raade, G. (2009): “Johnstrupite”: A chemical and structural study. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Serie A* **114**, 1-3. [Printed 2010.]
- Kolitsch, U. & Raade, G. (2011): Uric acid dihydrate: occurrences in Austria and Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **46**, 25-29.
- Raade, G. (2011): A new nomenclature for the pyrochlore supergroup: Consequences for the naming of some Norwegian pyrochlore minerals. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **46**, 30-32.
- Raade, G. (2011): A metamict, thorium-rich magnesium phosphate from Overntjern, Modum, Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **46**, 33-36.
- Raade, G. (2011): Chemistry of aenigmatite from Vesterøya, Larvik plutonic complex, Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **46**, 37-40.
- Raade, G. (2012): Dypingite, my first new mineral – forty-two years later. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **49**, 53-63.
- Raade, G. & Folvik, H. (2013): On an unnamed Mg-Mn-Sb oxyborate from the blatterite locality of the Kitteln mine, Nordmark, Filipstad, Värmland, Sweden. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **50**, 49-54.
- Raade, G. (2013): Hydrotalcite and quintinite from Dypingdal, Snarum, Buskerud, Norway. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **50**, 55-57.
- Raade, G., Balić-Žunić, T. & Stanley, C.J. (2015): Byrudite, $(\text{Be},\square)(\text{V}^{3+},\text{Ti})_3\text{O}_6$, a new mineral from the Byrud emerald mine, South Norway. *Mineralogical Magazine* **79**, 261-268.
- Raade, G. (2015): Blue, octahedral-substituted beryl from Norway: A case study of beryl and associated phenakite from Nedre Lapplægret, Drag i Tysfjord, Nordland. *Norsk Mineralsymposium 2015*, 27-36.
- Raade, G., Grice, J.D., & Rowe, R. (2016): Ferrivauxite, a new phosphate mineral from Llallagua, Bolivia. *Mineralogical Magazine* **80**, 311-324.

- Raade, G. & Kolitsch, U. (2016): Crystal chemistry of two tourmalines from Høydalen, Tørdal, Telemark, Norway. *Norsk Mineralsymposium 2016*, 21-31.
- Raade, G. (2017): Magnesite deposits at Modum – how did they form? *Norsk Mineralsymposium 2017*, 37-55.
- Raade, G. (2018): Albite granite – an exotic rock of the Oslo Rift. *Norsk Mineralsymposium 2018*, 45-56.
- Cooper, M.A., Raade, G., Ball, N.A., Abdu, Y.A., Hawthorne, F.C. & Rowe, R. (2018): Folvikite, $\text{Sb}^{5+}\text{Mn}^{3+}(\text{Mg},\text{Mn}^{2+})_{10}\text{O}_8(\text{BO}_3)_4$, a new oxyborate mineral from the Kitteln mine, Nordmark ore district, Värmland, Sweden: description and crystal structure. *Mineralogical Magazine* **82**, 821-836.

Foredragsreferater

- Raade, G. (1977): *Distribution of Th, U, K in the plutonic rocks of the Oslo Region, Norway*. Abstracts, Paleorift Systems with Emphasis on the Permian Oslo Rift. Nytt fra Oslofelt-gruppen 6, 54-55.
- Raade, G. (1978): *Three new magnesium phosphates from Modum, Norway*. Abstracts, XIII. Nordisk Geologisk Vintermøte (Copenhagen), 25.
- Raade, G. & Rømming, C. (1980): *Non-stoichiometry and ordering in the hydroxyl/halogen positions of althausite and apatite: a structural comparison*. Abstracts, 26^e Congrès Géologique International (Paris), 141.
- Raade, G. (1980): *Hydrothermal-Synthesen von Wagnerit, Althausit und Holvedahlit (das System $\text{Mg}_2\text{PO}_4\text{F}$ - $\text{Mg}_2\text{PO}_4\text{OH}$)*. Fortschritte der Mineralogie 58 (Beiheft 1), 107-108.
- Olsen, A. & Raade, G. (1987): *Crystal structure determination of blatterite using analytical electron microscopy*. Abstracts, 14th International Congress IUC (Perth, Australia). Acta Crystallographica A 43 (Supplement), C-253.
- Dahlgren, S., Bogoch, R., Magaritz, M., Michard, A. & Raade, G. (1988): *Petrogenesis of the Proterozoic high grade metamorphic Kragerø dolomites, Bamble Sector, southern Norway*. Program with Abstracts, 13th Joint Annual Meeting (St. John's), A28.
- Raade, G. (1993): *Syenitpegmatittene i Oslofeltet - 103 år etter Brøgger*. Svenska Mineralogiska Sällskapet. Föredragsreferat vid pegmatitmöte 1 oktober 1993 (Stockholm), 1-2.
- Raade, G. (1996): *Minerals originally described from Norway - a historical review*. Mineralogy and Museums, 3rd International Conference (Budapest). Acta Mineralogica-Petrographica, Szeged 37 (Supplementum), 104.
- Raade, G. (1997): *A unique assembly of Mg-phosphates from the Modum (Norway) serpentine-magnesite rocks*. Meeting 18 March 1997 in London. Phosphates: Biogenic to exotic. Mineralogical Society of Great Britain and Ireland, Applied Mineralogy Group, unpaginated.
- Raade, G. (1998): *On the future of mineralogy and the CNMMN*. Abstracts, 17th General Meeting, International Mineralogical Association (Toronto, Canada), A155.
- Raade, G. (1999): *Hvorfor ta vare på mineralfunn*. Fjellsprengningsteknikk. Bergmekanikk. Geoteknikk 1999. 15.1-15.2.
- Ferraris, G., Gula, A., Ivaldi, G., Nespolo, M. & Raade, G. (2000): *Solving the structure of a new Ca-Sc-Sn disilicate twinned by metric merohedry*. Abstracts, 19th European Crystallographic Meeting (Nancy). Acta Crystallographica A 56 (Supplement), 392.
- Ferraris, G., Gula, A., Ivaldi, G., Khomyakov, A. P. & Raade, G. (2000): *Crystal structures of three new members of the labuntsovite group*. Plinius 24, 107 (Supplemento italiano all'European Journal of Mineralogy).
- Raade, G. & Kristiansen, R. (2000): *Scandium enrichment in the Heftetjern granite pegmatite, Telemark, Norway*. Program and Abstract Volume, 4th International Conference Mineralogy and Museums (Melbourne, Australia), 83.
- Nespolo, M., Ferraris, G., Gula, A., Ivaldi, G. & Raade, G. (2001): *Unusual merohedric twinning in kristiansenite*. Program and Abstracts, Mineralogical Society of Japan, Annual Meeting 2001 (Akita, Japan), 154 [in Japanese with English abstract].
- Tomašić, N., Raade, G. & Bermanec, V. (2001): *Columbite-tantalite, petscheckite and a columbite-tantalite group related mineral from Tiltvika, Nordland, Norway*. Book of Abstracts, Tenth Croatian – Slovenian Crystallographic Meeting (Lovran, Croatia), 55.

- Raade, G., Ferraris, G., Gula, A. & Ivaldi, G. (2002): *Gjerdingenite-Fe, another new mineral of the labuntsovitte group*. Programme with Abstracts, 18th General Meeting, International Mineralogical Association (Edinburgh, Scotland), 137-138.
- Balić-Žunić, T. & Raade, G. (2003): *The crystal structure of kyzylkumite, BeV₂TiO₆*. Abstracts, 21st European Crystallographic Meeting (Durban, South Africa), 145.
- Ferraris, G., Raade, G., Gula, A. & Ivaldi, G. (2003): *Incorporation of scandium and other structural aspects in kristiansenite*. Abstracts and Proceedings of the Geological Society of Norway 2(2003), 16-17.
- Raade, G. (2003): *An introduction to scandium: mineralogy and crystal chemistry*. Abstracts and Proceedings of the Geological Society of Norway 2(2003), 31-33.
- Raade, G. & Bernhard, F. (2003): *Coexisting scandium minerals in the Heftejern granite pegmatite*. Abstracts and Proceedings of the Geological Society of Norway 2(2003), 34-35.
- Raade, G. & Kristiansen, R. (2003): *Scandium as a trace element in the Heftejern pegmatite minerals*. Abstracts and Proceedings of the Geological Society of Norway 2(2003), 36-37.
- Raade, G. & Williams, C.T. (2004): *(Y+REE)-dominated analogues of petscheckite from the Tysfjord area, north Norway*. Abstract volume and excursion guide, CER200 – Rare Earth Elements in Minerals (Stockholm, 24-26 September 2004), unpaginated.
- Raade, G. & Williams, C.T. (2005): *(Y+REE)-dominated analogues of petscheckite from the Tysfjord area, north Norway*. Meeting proceedings, CER200 – Rare earth minerals. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 127, 39.
- Tomašić, N., Gajović, A., Bermanec, V., Su, D., Schlögl, R. & Raade, G. (2006): *Incomplete recovery of euxenite structure from a heavily metamictized mineral*. Abstracts, 2nd Croatian Congress on Microscopy, 18-21 May 2006 (Topusko, Croatia).
- Tomašić, N., Gajović, A., Bermanec, V., Rajić Linarić, M., Su, D., Ntaflos, T. & Raade, G. (2006): *Relics of samarskite structure in a metamict ABO₄ mineral and its high-temperature transformations*. Program & Abstracts, 19th General Meeting, International Mineralogical Association, July 23-28, 2006 (Kobe, Japan), 151.
- Raade, G. & Johnsen, O. (2006): *Crystal chemistry of the vicanite group*. Program & Abstracts, 19th General Meeting, International Mineralogical Association, July 23-28, 2006 (Kobe, Japan), 298.
- Pearson, V.K., Greenwood, R.C., Morgan, G.H., Turner, D., Raade, G., Roaldset, E. & Gilmour, I. (2007): *Organic constitution of the CO₃ chondrites and implications for asteroidal processes*. Lunar and Planetary Science Conference 27.
- Greenwood, R.C., Pearson, V.K., Verchovsky, A.B., Johnson, D., Franchi, I.A., Roaldset, E., Raade, G. & Bartoschewitz, R. (2007): *The Moss (CO₃) meteorite: An integrated isotopic, organic and mineralogical study*. Lunar and Planetary Science Conference 27.

Bokomtaler

Doe, B.R. *Lead Isotopes*. Berlin (Springer-Verlag), 1970, 137 pp.

Norsk Geologisk Tidsskrift **51**, 208 (1971).

Jones, A.P., Wall, F. & Williams, C.T. (Editors). *Rare Earth Minerals. Chemistry, Origin and Ore Deposits*. London (Chapman & Hall), 1996, xvi + 372 pp.

Mineralogical Magazine **60**, 853 (1996).

Holtstam, D. & Langhof, J. (Editors). *Långban. The mines, their minerals, geology and explorers*. Stockholm (Raster Förlag and Swedish Museum of Natural History), 1999, 215 pp.

The Canadian Mineralogist **38**, 774-775 (2000).

Diverse (publisert)

- [Raade, G.] (1980): Mer om "Gneistar under vatn". *Naturen* **1980**(5), 240.
- Raade, G. (1984): Geologiske samlinger. *Museumsnytt* **33**, 5-8.
- Raade, G. (1998): Til minne [Jan Haug]. *Stein* **25**(4), 4-5.
- [Raade, G.] (2002): Viksdalen. In: Russell, S.S., Zipfel, J., Grossman, J.N. & Grady, M.M. The Meteoritical Bulletin, No. 86, 2002 July. *Meteoritics and Planetary Science* **37**, A177.
- Raade, G. (2003): In memoriam: Mineralogisk-Geologisk Museum 1915-2001. *Norsk Bergverksmuseum, Skrift* **25**, 63-68.
- Raade, G. & Segalstad, T.V. (Editors) (2003): Scandium 2003. An international symposium on the mineralogy and geochemistry of scandium. *Abstracts and Proceedings of the Geological Society of Norway* **2(2003)**, 91 pp.
- Raade, G. (2003): Scandium. *Chemical & Engineering News* **81**(36), 68.
- Raade, G. (2006): Per Chr. Sæbø 80 år. *Stein* **33**(1), 6-7.
- Raade, G. (2006): Pensjonistkurs for dem som trenger det? *Uniforum* **4/2006**, 12.
- Raade, G. (2013): Nye IMA-godkjente mineraler fra Norge 1982-2012. *Stein* (Særhefte 1), 20-22.

Diverse (upublisert)

Raade, G. (1973): *Distribution of radioactive elements in the plutonic rocks of the Oslo Region*, 162 pp. (cand.real. thesis).

Medarbeider 1999-2004 i *International Encyclopedia of Minerals*, et prosjekt startet av J.A. Mandarino, men dessverre ikke fullført etter hans bortgang. Et verk på flere bind var nesten klart til trykking. Så sent som i 2018 var det planer om å legge alt ut på nettsidene til IMA. Bidro med 66 mineralbeskrivelser.

Raade, G. (2007): *Catalogue of meteorites and tektites. Katalog over meteoritter og tektitter*. Natural History Museum, University of Oslo. 63 pp. + 9 separate plates in colour (tekst på engelsk og norsk).

Interne notater (Geologisk Museum, Oslo)

1970. Bianchite from Glomsrudkollen, Modum, 30.
1970. Hydromagnesite from Tingelstadvann, Modum, 30.
1970. Aragonite and psilomelane from Fen, Ulefoss, 30.
1970. Amethyst from Pålshaugen, Feiring, 30.
1971. Fibroferrite, $\text{Fe}(\text{OH})(\text{SO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, from Krekling, 33.
1971. Corundum from Almklovdalen, Sunnmøre, 34.
1971. Kainosite from Tangen, Kragerø, 34.
1971. Metamict minerals from Tvedalen, 35.
1971. Nickelhexahydrite from Bruvassfeltet, Råna, 36.
1971. Surface alteration products on löllingite, 36 (R. Kristiansen & G. Raade).
1972. Kainosite from Grytting, Gjerstad, 40 (R. Kristiansen & G. Raade).
1972. Pharmacosiderite from Jennyhaugen, Drag i Tysfjord, 40 (R. Kristiansen & G. Raade).
1972. Bismutite from Ågskardet, Holandsfjord, 40 (R. Kristiansen & G. Raade).
1972. REE minerals from Hundholmen, Tysfjord, 40.
1972. On the alteration of wöhlerite, 40.
1972. Manganotantalite from Jennyhaugen, Drag i Tysfjord, 40.
1972. New secondary copper sulphates from the Oslo Region, 41.
1972. Xenotime from Høydalen, Tørdal, 41.
1972. Anhydrite from Søftestad, Nissedal, 41.

1972. Liebigite from Bjertnes, Krøderen, 41.
1972. Atacamite - $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ - from Lom, 42.
1972. Piemontite from Lom, 42.
1972. Cuprite from Buttedal, 42.
1972. Langite from Konnerudkollen, 42.
1973. A preliminary note on ktenasite from Glomsrudkollen, Modum, 45.
1973. New localities for brochantite, clinohumite, hydromagnesite, rhodonite and thaumasite, 46.
1973. The first occurrence of slavikite in Norway, 46.
1973. Hexahydrite from Gamlebyen, Oslo, 46.
1973. The first occurrences of aluminocopiapite $(\text{Mg,Fe})(\text{Fe,Al})_4(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$, in Norway, 46.
1981. To nye forekomster av bertranditt, 86.
1981. Bustamitt fra Brandsnuten, Botnedal, Telemark, 87.
1981. Spodumen fra Bamble, 88.
1981. Allofan fra Gjerdingen, Nordmarka, 88-89.
1981. Kupletskitt fra Gjerdingen, Nordmarka, 89-91.
1982. Columbitt og niob-holdig rutil fra druserom i ekeritt, 92.
1982. Kentrolitt fra Skjerpemyr, Grua, 92-93.
1982. Lanthanitt fra Solumsåsen, Holmestrand, 97.
1982. Behoitt fra Saga, Tvedalen, 98.
1982. Svabitt fra Hellemfjorden, 99.
1982. Alvitt fra Spro, Nesodden, 99.
1983. Anatas, et nytt mineral fra Spro-pegmatitten, Nesodden, 114.
1983. Tobermoritt fra Buer, Bjørkedalen, 114.
1983. Lindgrenitt, $\text{Cu}_3(\text{MoO}_4)_2(\text{OH})_2$, fra Åmdals verk, Telemark, 115.
1983. Brucitt og pyroauritt fra Ytre Arna, 115.
1983. Rhodonitt og to uidentifiserte, ledsagende mineraler fra Gjerdingen, 116-117 (G. Raade & J. Haug).
1983. Thorianitt og gersdorffitt, to nye mineraler fra Byrud, Minnesund, 118 (G. Raade & J. Haug).
1983. Inneslutninger av wodginitt i kassiteritt fra Høyaldalen, Tørdal, 119-123 (G. Raade & R. Kristiansen).
1988. Om feilidentifikasjoner ved røntgenbestemmelse av mineraler, og kontroll av filmer av sulfat-hydrater, 134-138.
1988. Keiviitt-(Y) og abhuritt, to mineraler som aldri ble originalbeskrevet fra norske forekomster, 139-140.
1990. New secondary copper minerals from Norway, 145-148 (G. Raade & P.C. Sæbø).
1990. Pentahydrite, $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, from Dragehullet, Porsgrunn, 149 (G. Raade & P.C. Sæbø).
1990. Epsomite, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, from Tessefaret, Lom, 149 (G. Raade & P.C. Sæbø).
1990. Doyleite from Gjerdingen, Nordmarka, 149 (G. Raade & P.C. Sæbø).
1990. Boltwoodite from Rygge, Østfold, 149 (G. Raade & P.C. Sæbø).
1990. Rapidcreekite from Kongsberg, 149-150 (G. Raade & P.C. Sæbø).
1990. Lepidolite- $2M_2$ and thorite from Byrud, 150 (G. Raade & P.C. Sæbø).
1990. Hawleyite, cubic CdS, from Konnerudkollen, 150 (G. Raade & P.C. Sæbø).
1990. Jordanite from Bleikvassli, 151-152 (G. Raade, H. Austrheim & P.C. Sæbø).
1990. Cerite-(Ce) from Lagmannsvik, Hamarøy, 153-154 (G. Raade, H. Austrheim & P.C. Sæbø).
1993. Hydrocerussite from Konnerud, 163.
1993. Bastnäsite and hydrocerussite from Spro, Nesodden, 163.
1993. Greenockite from Konnerudkollen, 163-164.
1993. Caledonite and kegelite from Minge, Tune, Østfold, 164-165.
1993. Okanoganite from Lagmannsvik, Hamarøy, Nordland, 165.
1993. Warning I: Treatment of specimens with oxalic acid, 165-166.
1993. Warning II: Vaseline lines on powder films, 166.
1993. Pharmacosiderite from Øvre Arøy, Langesundsfjorden, 166-167.
1993. Ephesite from the Saga quarry, Tvedalen, 167.
1993. Meneghinite from Svenningdalen, Nordland, 168.
1993. Chalcophanite and coronadite from Skjerpemyr, Grua, 168-170.
1993. Schulenbergite, a new Cu mineral from the Oslo Region, 170-171.

1993. Pitticite and yukonite from Kolsvika, Bindalen, 171-173.
 1993. Cu-poor aurichalcite from Konnerud, 173-174.
 1993. Zn-rich malachite from Skjerpemyr, Grua, 174-175.
 1993. On the occurrence of parasymphesite in Norway, 175-176.
 1993. Beudantite from Blyabekken, Nedre Eiker, 176.
 1993. Acanthite and tetrahedrite from Svenningdalen, 176.
 1993. Two new localities of cosalite, 177.
 1993. Microprobe analyses of clinopyroxene and garnet from Harstigen, Sweden, 177-179.
 1993. Alleghanyite, manganhumite and sonolite from Nordmark, Sweden, 179-180.
 1993. Microprobe analyses of some Gjerdingen minerals, 181-184.
 1993. Zoned spinels from Haugesund, 184-186.
 1993. Fersmite from Skarsfjell, Tørdal, 186-187.
 1993. Giorgiosite, dypingite and nesquehonite from Sunnfjord, 188-189.
 1993. Warning III: Cerianite-(Ce) versus "yttrofluorite", 189-190.
 1993. Warning IV: Contaminated patterns, 191 (G. Raade & E. Wulff-Pedersen).
 1993. Variations in triplite and zwieselite powder patterns, 191-192 (E. Wulff-Pedersen & G. Raade).
 1993. Warning V: Barrerite versus stilbite, 193 (E. Wulff-Pedersen & G. Raade).
 1993. Berlinite shown to be trolleite, 193-194 (E. Wulff-Pedersen & G. Raade).

Og litt til ...

Hovedmedarbeider i *Aschehoug og Gyldendals Store Norske Leksikon* (Kunnskapsforlaget)

1. utgave 1978-1981 (12 bind)
2. utgave 1986-1989 (15 bind)
3. utgave 1995-1998 (16 bind)

Ca. 1.000 oppslagsord innen mineralogi, krystallografi, petrologi og meteoritter.

Faglig medarbeider i

Spektrum – Kunnskap med glede. Vol. 1. Universet og Jorden. Kunnskapsforlaget 1979, 512 pp.

Fagkonsulent for

O'Donoghue, M. (1982): *Mineral- og edelstensleksikon*. Chr. Schibsteds Forlag, 304 pp.

Abstractor for *Mineralogical Abstracts* (Lithos, Norsk Geologisk Tidsskrift, Norges Geologiske Undersøkelse) 1976-2003: totalt 1.780 abstracts.

Medlem av IMA-kommisjonen CNMMN/CNMNC 1982-2013. Har stemt over i alt 2.155 forslag til nye mineraler pluss en rekke nomenklaturspørsmål.

Sammen med medarbeidere ble det i årene 1962 til 1980 produsert 383 geologiske samlinger til norske skoler. Samlingene besto opprinnelig av 19 mineraler, 22 bergarter, 6 fossiler og 3 løsavleiringer, til sammen 50 prøver, samt 13 klassesett med 15 mindre prøver av et utvalg mineraler, bergarter og fossiler. Senere omfattet samlingene 24 mineraler og 26 bergarter med tillegg av 14 klassesett. Det ble dessuten levert en del specialsamlinger. Hovedprøvene av mineraler og bergarter var i håndsykkeformat. Den totale vekten av steinprøvene er beregnet til ca. 12-13 tonn.

Noen funn av mineraler i Norge 2018-2019

Knut Edvard Larsen

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

Innledning

Artikkelen oppsummerer mineralfunn gjort i 2018-2019, hovedsakelig i tiden etter Mineralsymposiumet i 2018. Det er som tidligere i denne årlige artikkelserien, lagt vekt på mineralfunn og lokaliteter som *ikke* tidligere er blitt registrerte eller har vært kjent, og i mindre grad på nyfunn gjort i samme periode i velkjente forekomster. Av den grunn er oppsummeringen ikke komplett. Et par funn som har blitt gjort tidligere, men som først ble offentlig kjent i denne tidsperioden, eller som jeg ikke hadde registrert tidligere, er også tatt med. Det er også tatt med en diskreditering. Funnene er listet opp fylkesvis, sortert etter den enkelte kommune.

Andre nyfunn for Norge er omhandlet av Husdal (2019) og Husdal *et al.* (2019).

AUST-AGDER

Bykle

Ryfylke, Blåsjø. En estetisk stuff med rødbrune stilbittkrystaller på bladaktige, hvite kvartspseudomorfoser etter kalsittkrystaller er funnet i en veiskjøring ved Blåsjø i Ryfylke.

Evje og Hornes

Undeland, Undeland 2 feltspatbrudd (Beryllbruddet). Dumortieritt har blitt påvist ved PXRD (Naturhistoriska riksmuseet, Stockholm) på en prøve innsamlet av den svenske samleren Bertil Otter. Mineralet opptrer i < 2 mm store, blå aggregater sammen med muskovitt i plagioklas.

Iveland

På Facebookgruppen *Norske Mineraler og bergarter* er det publisert en rekke foto av flere gode prøver innsamlet i 2018 av krysoberyll, titanitt, monazitt og topas, uten nærmere opplysninger om lokaliteter.

Arendal

Ny trasé E18 mellom Tvedestrand og Arendal. I juni 2018 ble det gjort noen få funn av granatkrystaller i pegmatitt. Forekomststedet er oppgitt som Langand, men det er antagelig feil. Langand ligger ikke langs den nye traséen (rett lokalitet er muligens Longum?).

Froland

Heståsen. En stuff på ca. 4 x 10 cm med flere lysebrune, opake, titanittkrystaller opptil 1 cm er syret ut av kalsitt.

Gjerstad

Brokelandsheia. I et relativt nysprengt tomteområde lengst i nordøst på Brokelandsheia ble det i september 2018 gjort et funn av røde granater, såkalt "*rodolitt*" i en amfibolittisk gneis. Granatene opptrådte med en vakker lilla/rosa farge, vanligvis i dårlig utviklede krystaller, som lett sprekker opp i biter. I enkelte feltspatrike ganger opptrådte dog krystaller med utviklede flater og med en liten dyprød kjerne, dessverre for liten til fasettsliping (Garmo 2018).

TELEMARK

Sauherad

Breiset. Ved et bekkeleie er det åpnet en kvartsdruse (sprekkfylling). Det ble funnet flere plater opptil 42 x 28 x 21 cm med hvite, kortprismatiske krystaller av kvarts.

Hjartdal

Møleffjelltunnelen E 134 Gvammen-Århus. Funn av epidot, chalcopyritt, pyritt, pyrrhotitt mm. er rapportert fra tippene med det utsprengt materialet fra tunnelen mellom Gvammen i Hjartdal og Århus i Seljord. Tunnelen krysset flere malmførende kvartsganger (info, Knut Eldjarn). En god prøve med gule, kortprismatiske, dobbelterminerte kalsittkrystaller med flat, rombohedral terminering, var et av objektene på auksjonen på Mineralsymposiumet i 2018 (bilde publiseres i STEIN nr 3, 2019).

Nome

Fensfeltet, Ulefoss, Hydrobruddet. En blå amfibol er analysert (EMPA + SREF) og bestemt som en fluor-rik richteritt. Den opptrer i den metasomatiske kontaktsonen mellom fenitt og biotitt-amfibolsøvitt som radiale aggregater av blå, nålformede krystaller sittende i flogopitt (Larsen *et al.* 2019).

Siljan

Bilder av et funn gjort i august 2018 av opptil 5,8 cm lange, brungule kvartskrystaller, er delt på Facebookgruppen *Norwegian Rockhounds*. Toppen av krystallene er klare til gjennomsiktige med inneslutninger av et grønt, langprismatisk mineral. Forekomsten er hemmeligholdt.

Porsgrunn

Mørje, Eikevegsåsen larvikittbrudd. I november 2018 ble det gjort et funn av helvin i en ca. 30-40 cm bred nefelinsyenittpegmatitt. Helvinen opptrådte som opptil 5 mm store, stedvis sonerte krystaller "frosset" i analcim. Fargen varierte fra gul til rødlig og brun.

VESTFOLD

Sandefjord

Østerøya, Bellavitaåsen S. Et mineral i heulanditt-subgruppen opptrer i små mengder i en syenittpegmatittgang i larvikitt på sørenden av Bellavitaåsen, nær Sunde gård. Det er funnet kun en prøve med opptil 2 mm lange, transparente blekgule krystaller. Mineralet forekom i hulrom i en masse bestående av feltspat, klinopyroksen (ægirin?), biotitt, zirkon, fluoritt mm. Massen er antagelig en pseudomorfose etter et ukjent mineral (nefelin?).

Stokke, Borgeskogen industriområde. Under utbygging av et nytt lager for Bipleiekongen AS ble det gjort en rekke funn av kvarts, kalsitt, goethitt, fluoritt fra irregulære druser i rombeporfyr.

Larvik

Tvedalen, AS Granit (Tuften) larvikittbrudd. En druse med natrolitt kom frem på plan 5 i april 2018. I mai ble det gjort et godt funn av melifanitt, små hambergittkrystaller, ankylitt-(Ce) og bastnäsitt-(Ce). En blokk med «spreustein» funnet på en av tippene i juni viste seg å inneholde berboritt, foruten behoitt i nettverksfomede tvillingaggregater. Tilsammen 15 prøver med berboritt ble innsamlet. Senere, i november, ble det gjort et funn av turmalin på plan 4. Den lengste krystallen målte ca. 1 cm, avsluttet med trigonale romboederflater {101} i den ende enden og basal pedion i den andre. Turmalinen forekom sammen med natrolitt, apofyllit, kalsitt og kloritt. De minste turmalinene var transparente og brunlige av farge. I november ble en pegmatitt særlig rik på zirkon, thoritt og pyroklor blottlagt. Flere mindre natrolittdruser kom også frem i april 2019.

Tjølling, Håkestad larvikittbrudd. Et funn av svakt grønnlige apopfyllitkrystaller opptil 1,1 cm ble gjort i mars 2019.

Sande

Selvik. En druse i drammensgranitt ble åpnet i november 2018, og et par gode, 20 cm store stuffer med grupper av røykkvarts ble tatt ut. Det som særpreget disse var fargen på selve termineringen; de var hvite med ametystfarge i spissen.

BUSKERUD

Kongsberg

Funkelia, Kongsberg Skisenter. På en mineralauksjon i Stokke i april 2018 ble det lagt frem for salg noen stuffer med 2 mm store, lilla, oktaedriske krystaller av fluoritt. De satt spredt på små kvartskrystaller i en druse fra en kvartsgang. Stoffene kom fra et funn gjort i juni 2017 ved den nye barnebakken nedenfor bakkene Turisten og Experten.

Drammen

Strømsø. I høyden ovenfor Strømsø er det gjort et funn av skarpe magnetittkrystaller opptil 2,5 cm.

Konnerudkollen gruver. Schulenbergitt er blitt påvist ved PXRD og SEM/EDS (NHM) på en prøve innsamlet av Astrid Haugen. Mineralet opptrer som blå mikrokrytaller sammen med cerussitt og sfaleritt.

Modum

Åmot, Glomsrudkollen gruver. Et funn av scheelitt fra januar 2015 ble lagt frem for salg på mineralauksjonen i Stokke i april 2018. Scheelitten opptrer som en gulhvitt, velformet, 3 mm stor bipyramidal krystall på matriks sammen med kloritt, fluoritt, kvarts og granat. Den gir en karakteristisk hvit fluorescens i kortbølget UV lys. Scheelitt er ikke tidligere rapportert fra Glomsrudkollen.

Ringerike

Heradsbygda. Sprekkfyllinger med heldekkende skorper av små, klare kvartskrystaller er funnet i skogen ved Heradsbygda. Et liknende funn er også gjort ved Væleren, Tyristrand.

Lier

Det ble i april 2018 gjort et funn av 4-6 cm lange kvartskrystaller med inneslutninger av grønne, langprismatiske, uidentifiserte mineraler og små, væskefylte hulrom. Funnstedet er foreløpig hemmeligholdt.

Eggekollen. Gode prøver av ametystseptere ble funnet for en tid tilbake, men flere prøver ble vist frem på Steintreffet på Eidsfoss i juli 2018.

AKERSHUS

Lørenskog

Feiring bruk. Det er gjort et funn av goloransje stilbitt i vifteformede, tette aggregater, heulanditt i klare, skarpe mikrokrytaller samt kalsitt og epidot.

Nittedal

Bjønndalen bruk. Det er gjort funn av beraunitt og plimeritt i små druser i magnetitt (Fig. 1). Beraunitt opptrer som stråleformede aggregater opptil 1,5 mm bestående av nåleformede, sorte krystaller. Plimeritt danner blomkål-lignende, turkisfarget kappe over aggregater av beraunitt. Mineralene er identifisert vha PXRD (A.O. Larsen). Begge mineralene er nye for Norge. Det var Per Lid Adamsen som gjorde funnet 2017/2018.



Fig. 1. Radiære aggregater av sort beraunitt, hvorav den ene har et turkisfarget kappe av plimeritt. Funnet i Bjønndalen bruk, Nittedal. Bildebredde 2,4 mm. Samling: P.L. Adamsen. Foto: O.T. Ljøstad.

OPPLAND

Lunner

Skjerpemyr, Grua. Desclozitt er påvist ved SEM/EDS (Harald Folvik). Mineralet er ikke tidligere funnet i Norge (Folvik 2019).

Østre Toten

Skreia. En 10 cm stoff med blanke pyrittkrystaller (pentagondodekaedre) ble funnet i mai 2018 nær Mjøsa. En 2,5 cm bred, pyrittisert ammonitt (fossilt blekksprutskall) er også funnet i blåleire under husbygging på Skreia.

Vestre Slidre

Området mellom Kvavlin i Storfjorden/Flyvatnet i Trollklantane. To svenske samlere har funnet en kvartsdruse der de har tatt ut flere stuffer, dels klare kvartskrystaller opptil 10 cm, de fleste 3-5 cm, samt enkelte grupper med små klare krystaller sittende på kvartsitt. Flere dobbelterminerte krystaller, enkelte med små anatiser, samt enkelte med grønn kloritt omkring klare fantomkrystaller ble observert i det innsamlede materialet (Garmo 2018).

MØRE OG ROMSDAL

Vanylven

Ringeteigsvegen (Fra Husnes til 420 m.o.h.). Det er gjort funn av *thulitt* langs en nyskutt del av veien der en 17 m bred horisont av en lys gneis(?) kutter traséen. Ca. 18 parallelle striper av *thulitt*/epidot opptrer i den lyse bergarten sammen med mindre mengder av lys grossular, litt glimmer, kalsitt og små prikker/masser av et uidentifisert mørkt mineral, muligens allanitt (Garmo 2018).

Åheim. En ung steinsamler åpnet en ny druse på kaia i Åheim og fant bl.a. en klar bergkrystall på 8 kg. I drusa forekom også kalsitt, klinoklor og muskovitt (Garmo 2018).

Surnadal

Trollheimen, Gråsjøen. Det ble i juni 2018 innsamlet materiale av muskovittvarianten *alurgitt*. Glimmeren forekommer i flere øst-vest strykende horisonter (Garmo 2018).

Smøla

Smøla, Dyrnes, Smøla vindpark, navnløst skjerp. I et lite skjerp i en skarnforekomst nær vindmølleparken ble det i juni 2018 gjort et funn av et par stuffer med pen epidot og litt andraditt (Garmo 2018).

Smøla, Straumen. Det er gjort flere funn av hvite analcimkrystaller opptil 1,5 cm store. De fleste er imidlertid kun 3-5 mm.

Stranda

Geirangerfjellet, Djupvatnet. T. T. Garmo melder om diverse funn gjort under en tur i september 2018 i et morenelandskap sør for Djupvatnet i retning mot et juv som går langs ryggen mot Strynsfjellet. I løsblokker ble det funnet retrograd eklogitt, rutil, diopsidvarianten *diallag* og en blekrosa glimmer. I fastfjell over ura ble det funnet en rekke linser og knoller med eklogitt. Sprekkene i eklogitten var dekket med feltspatkrystaller, antagelig kalifeltspat (mikroklin?). Det ble også gjort funn av klinoklor, epidot og zeolitter (Garmo 2018).

Aure

Ertvågsøya, Åneset. Ametyst ble funnet ca. 600-800 m fra ferjeleiet på 1990-tallet av samleren August Røv. En av stoffene som ble innsamlet viser et 6 cm stort komplekst aggregat av parallellvokste, ametyster på en 10 cm matriks av parallellvokste, hvite til fargeløse kvartskrystaller.

Aukra

Rinderøya. En druse med små ametystkrystaller ble funnet i 2017.

TRØNDELAG

Hitra

Melandsjø. Stibnitt er identifisert ved NHM i en prøve funnet av Hans Chr. Olsen, antagelig fra en av Melandgruvene. Berthieritt fra samme forekomst er også identifisert ved NMH (PXRD og SEM/EDS).

Oppdal

Gråurdffjellet. Det nye mineralet millsitt er beskrevet fra en løsblokk som antagelig er istransportert. Mineralet opptrer som lys cyan til kongeblå, transparente, opptil 2 cm store krystaller, ofte sammen med teineitt, i sprekker, i hulrom, samt mellom kvartskorn i en kvarts-rik granitt. Det opptrer sammen med sekundære kobbermineraler, hessitt, digenitt/chalkositt og gull. Det er også påvist en uran-rik mcalpineitt og schmitteritt i de undersøkte prøvene (Rumsey *et al.* 2018). Begge disse tellurmineralene er nye for Norge. Et røntgenamorft Cu-Te-Bi -oksyd er også påvist i en prøve tilhørende forfatteren. Mineralet som senere ble beskrevet ved navnet millsitt ble funnet i 1991 av Kjell Arve Isbrekken, og har vært kjent under det ikke godkjente navnet "*isbrekkenitt*". Historien om oppdagelsen og veien frem mot beskrivelsen av det nye mineralet er behandlet av Taagvold og Kristiansen (2019).

Trondheim

Lia pukkverk (Franzefoss AS). Prøver med epidot, pyritt og kvarts ble samlet under Trøndelag Amatørgeologiske Forening sin tur dit i mai 2018 (Rø 2018).

Melhus

Nytt veianlegg Fv 704, fra Røddekrysset til Tanem. Det er rapport funn av opptil 1,5 cm lange epidotkrystaller i kvarts-kalsitt årer (Leif Roger Størseth).

Meldal

Svinsåsen jaspisbrudd. Noen små druser med kvarts ble funnet i juli 2018. *Løkken Verk, i nærheten av Astrup sjakt.* Det er funnet en 12 cm stor prøve med skarpe, lillabrune, axinittkrystaller.

Røros

Gråberget kromgruve. Det ble gjort funn av hydromagnesitt og antigoritt under en tur arrangert av Trøndelag Amatørgeologiske Forening i juni 2018 (Rø 2018).

Meråker

Lillefjell gruver, Dronningens gruve. Utfellinger av malakitt ble observert inne i gruva under en tur arrangert av Trøndelag Amatørgeologiske Forening i september 2018 (Rø 2018).

Snillfjord

Mjønestunnelen ved Åstfjorden. En 50 meter bred sone med en *thulitt*-rik bergart ble blottlagt høsten 2018 under driften av ny tunnel langs riksvei 714 fra Orkdal til Hitra. Store mengder med rosafarget *thulitt*-bergart var tilgjengelig på tippene. Størseth (2019a,b) beskriver funnet, forekomsten og mineralene der. Området ble i en periode svært populært sted for samlere, ikke minst pga oppslag i pressen og reportasjer i NRK. I april ble det arrangert en åpen dag i anleggsområdet.

NORDLAND

Grane

Svenningdalen gruver. Cerussitt (mikrokrystaller) er identifisert ved NHM (SEM/EDS) fra materiale innsamlet av Astrid Haugen.

Narvik

Øst for Bjerkvik, i området mellom Nygårdsfjellet vindpark og Nedre jernvatnet ble det i 2016 gjort gode funn av røykkvarts med typisk dauphine-habitus. Flere er blitt fasettslipt.

Skjomen, Gautelifjell. Bournonitt, arsenolampritt og arsenolitt er identifisert ved NHM, Oslo på en prøve innsamlet av Hans Chr. Olsen. Mineralene sitter i et druserom i kvarts. Bournonitt opptrer i opptil 1cm store krystaller, og er identifisert ved PXRD og SEM/EDS. På flater av bournonitt sitter små, grå halvkuler, ca. 0,5 mm i diameter, bestående av arsenolampritt med litt arsenolitt (Fig. 2). Begge er bestemt ved XRD (gandolfimetoden) og SEM/EDS. Arsenolampritt er tidligere ikke rapportert funnet i Norge. Enargitt er også påvist fra Gautelifjell.

Hamarøy

Håkonhals steinbrudd, Finnøya. Ferriallanitt-(Ce) er påvist ved hjelp av mikrosonde og IR spektrum. Det opptrer som et sort korn sammen med allanitt-(Ce), kvarts og feltspat (Chukanov & Chervonnyi 2016, cfr. Chukanov *et al.*, 2018). Mineralet er nytt for Norge.

Lødingen

Vestpolltinden. I en prøve innsamlet av Hans Vidar Ellingsen og Astrid Haugen i 1997, er det nå blitt påvist turmalin. SEM/EDS indikerer at det muligens kan dreie seg om en dravitt (NHM).

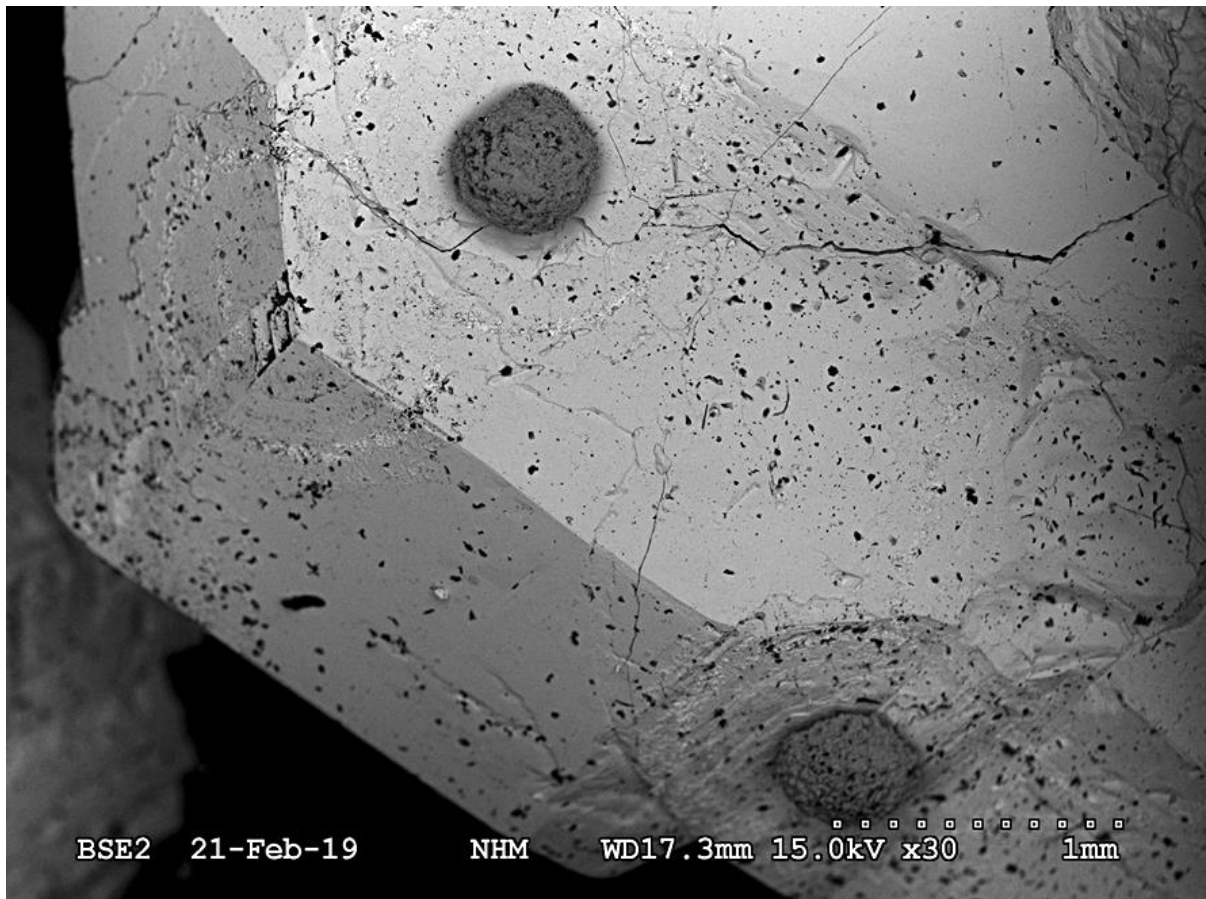


Fig. 2. Halvkuler av arsenolampritt på bournonitt, Gauteliffjell, Skjomen, Narvik, Nordland. Haloen rundt kulene er et jernsulfid (pyritt eller markasitt, ikke identifisert). Samling: NHM Oslo. SEM-foto: Eirini Zacharaki og Lars O. Kvamsdal.

Norskehavet, Midthavsryggen

Lokeslottet. Isocubanitt forekommer i finkornete sulfidlinser og sulfidaggregater i sulfidskorsteinene (de såkalte "black smokers") i det hydrotermale feltet på havbunnen. Mineralet forekommer som < 200 µm isolerte korn sammen med chalkopyritt, sfaleritt og pyritt/markasitt. Isocubanitt er i Norge tidligere bare beskrevet fra tysnesmeteoritten, og som avblandingsfase i pyrittkorn i osumilitt-førende granulitt facies gneis i Vikeså, Rogaland (Laurent 2016).

Diskrediteringer og annet

Tombarthitt-(Y) er formelt diskreditert av IMA. Nye undersøkelser av originalmaterialet viser at materialet som er blitt beskrevet som *tombarthitt-(Y)*, er en blanding bestående av varierende mengder ulike faser: thalénitt-(Y), xenotim-(Y) og kainositt-(Y) (Friis 2018).

Et nytt mineral i pinakiolittgruppen, *folvikitt*, fra Kittelgruvan, Nordmark, Värmland, Sverige er oppkalt etter den norske samleren Harald Oskar Folvik (1941-) (Cooper *et. al* 2018).

Takk

En stor takk til de som har bidratt med rapporter og opplysninger: Per Lid Adamsen, Peter Andresen, Jarle Andre Bakken, Trond Owe Bergstrøm, Morten Bilet, Jarle Brevik, Vidar Brænd, Knut Eldjarn, Astrid Haugen, Geir Opdal, Roy Kristiansen, Lars Olav Kvamsdal, Alf Olav Larsen, Stig Larsen, Sage Lost, Roy Male, Jan Roger Moe, Glenn Martin Næss, Henrik Sundland, Bjørn Kåre Stensvold, Leif Roger Størseth, og Øyvind Thoresen. En takk også til dem som har delt foto og opplysninger på ulike Facebookgrupper o.l. Torgeir T. Garmo takkes også for at han velvillig delte sine upubliserte "Mineralnotat 2018".

Litteratur

- Chukanov N.V. & Chervonnyi, A.D. (2016): *Infrared Spectroscopy of Minerals and Related Compounds*. Springer, Cham–Heidelberg–Dordrecht–New York–London, 1109 p. [p.386].
- Chukanov, N.V., Zubkova, N.V., Schäfer, C., Varlamov, D.A., Ermolaeva, V.N., Polekhovskiy, Y.S., Jančev, S, Pekov, I.V. & Pushcharovskiy, D.Y. (2018): New data on ferriakasakaite-(La) and related minerals extending the compositional field of the epidote supergroup. *European Journal of Mineralogy* **30**, 323-332.
- Cooper, M.A., Raade, G., Ball, N.A., Abdu, Y.A., Hawthorne, F.C. & Rowe, R. (2018): Folvikite, $\text{Sb}^{5+}_9 \text{Mn}^{3+}(\text{Mg}, \text{Mn}^{2+})_{10}\text{O}_8(\text{BO}_3)_4$, a new oxyborate mineral from the Kitteln mine, Nordmark ore district, Värmland, Sweden: description and crystal structure. *Mineralogical Magazine* **82**, 821-836.
- Folvik, H. (2019): Mineralene fra Skjerpemyr på Grua, Lunner, Oppland. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 52-70.
- Friis, H. (2018): Discreditation of tombarthite-(Y). *Mineralogical Magazine* **82**, 1131-1139.
- Garmo, T.T. (2018): *Mineralnotat 2018*. Upublisert manuskript, 5 s.
- Husdal, T. (2019): Nyfunn av mineraler fra Tysfjord-pegmatittene, Nordland. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 31-46.
- Husdal, T., Dal Bol, F., Friis, H., Berge, S.A., Ljøstad, O.T. & Andresen, P. (2019): New mineral discoveries from the Larvik Plutonic Complex, southern Norway. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 47-51.
- Kowalczyk, P.B., Manaig, D.O., Drivenes, K., Snook, B., Aasly, K. & Kleiv, R.A. (2018): Galvanic Leaching of Seafloor Massive Sulphides Using MnO_2 in H_2SO_4 -NaCl Media. *Minerals* **8**, 235. <https://doi.org/10.3390/min8060235>
- Larsen, K.E., Boiocchi, M., Hawthorne, F.C. & Oberti, R. (2019): F-rich richterite from the Hydro quarry, Fen complex, Southern Norway: crystallographic data and crystal-chemistry. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 102-109.
- Laurent, A. (2016): *Petrochronology of monazite and zircon in ultra-high temperature granulite from Rogaland, Norway*. Earth Sciences. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2016. [Ph.D. avhandling]

Rumsey, M.S., Welch, M.D., Mo, F., Kleppe, A.K., Spratt, J., Kampf, A.R. & Raanes, M.P. (2018): Millsite $\text{CuTeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: a new polymorph of teineite from Gråurdfjellet, Oppdal kommune, Norway. *Mineralogical Magazine* **82**, 433-444.

Rø, T. B. (2018): Besøk i Lia Pukkverk onsdag 2. mai. *Stein i Trøndelag* **19 (2)**, 9-10.

Rø, T. B. (2018): Besøk til Kromberget kromgruve lørdag 23. juni. *Stein i Trøndelag* **19 (2)**, 18-20.

Rø, T.B. (2018): Besøk til Dronningens gruve i Meråker onsdag 29. august. *Stein i Trøndelag* **19 (2)**, 29-30.

Størseth, L.R. (2019a) Nytt thulittfunn i Åstfjorden, Trøndelag. *Stein* **46 (1)**, 9-17.

Størseth, L.R. (2019b) Thulittbergarten i Mjønestunnelen, Snillfjord, Trøndelag. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 16-30.

Taagvold, H. & Kristiansen, R. (2019): Historien om millsitt. *Stein* **46 (1)**, 4-8.

www.mindat.org

<https://www.nrk.no/trondelag/stort-funn-av-det-rosa-mineralet-thulitt-far-norske-hobbygeologer-til-a-juble-1.14324283> [sett 18.04.2018]

<https://www.nrk.no/trondelag/300-mennesker-reiste-til-snillfjord-i-trondelag-for-a-plukke-thulitt-1.14507726> [sett 18.04.2018]

Mineralogia Norvegica 2018-2019

Sammenstilt av Alf Olav Larsen, Knut Edvard Larsen og Roy Kristiansen

Anonym (2018): Baryttgalleri. *Stein* **45** (2), 8-9.

Breivik, H. (2018): Heskestad (Elle) baryttforekomst, Farsund. *Stein* **45** (2), 10-14.

Breivik, H. (2018): Sølvforekomsten Hagen ved Kristiansand. *Stein* **45** (4), 18-22.

Burvald, I. (2018): *Trachenbergk Bergwerck, Kongens seigerhytte og Traag Mines Ltd. i Bamble, og Mynten i Skien. Telemark 1542-1908*. Eget forlag. 315 s.

Cooper, M.A., Hawthorne, F.C., Miyawaki, R. & Kristiansen, R. (2019): Cation order in the crystal structure of 'Ca-hingganite-(Y)'. *The Canadian Mineralogist* **57**, 371-382.

Cooper, M.A., Raade, G., Ball, N.A. & Abdu, Y.A. (2018): Folvikite, $\text{Sb}^{5+}\text{Mn}^{3+}(\text{Mg},\text{Mn}^{2+})_{10}\text{O}_8(\text{BO}_3)_4$, a new oxyborate mineral from the Kitteln mine, Nordmark ore district, Värmland, Sweden: description and crystal structure. *Mineralogical Magazine* **82**, 821-836.
[Navngitt etter Harald Folvik]

Evja, V. (2019): Mineraler fra Fikkjebakke industriområde, Sannidal, Kragerø, Telemark *Norsk Mineralsymposium 2019*, 82-85.

Folvik, H.O. (2018): Folvikitt – et nytt mineral fra Kittelgruvan i Nordmark. *Stein* **45** (3), 32-34.

Folvik, H.O. (2019): Mineralene fra Skjerpemyr på Grua, Lunner, Oppland. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 52-70.

Friis, H. (2018): Discreditation of tombarthite-(Y). *Mineralogical Magazine* **82**, 1131-1139.

Friis, H. & Casey, W.H. (2018): Niobium is highly mobile as a polyoxometalate ion during natural weathering. *The Canadian Mineralogist* **56**, 905-912.

Garmo, T.T. (2018): Jan Holt til minne (1946-2018). *Stein* **45** (4), 6-7.

Husdal, T. (2019): Nyfunn av mineraler fra Tysfjord-pegmatittene, Nordland. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 31-46.

Husdal, T., Dal Bo1, F., Friis, H., Berge, S.A., Ljøstad, O.T. & Andresen, P. (2019): New mineral discoveries from the Larvik Plutonic Complex, southern Norway. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 47-51.

Karstensen, T. (2018): Sølvtape og ametyst i Brynsåsen, Stange. *Stein* **45** (2), 32-33.

Kotková, J., Kullerud, K., Šrein, V., Drábek, M. & Škoda, R. (2018): The Kongsberg silver deposits, Norway: Ag-Hg-Sb mineralization and constraints for the formation of the deposits. *Mineralium Deposita* **53**, 531–545.

Kristiansen, R. (2018): Lithium mineralization in Norway. *Lithium 200 years. Meeting proceedings and field trip guide Stockholm-Utö, June 14-16, 2018, Mineralogical Society of Sweden*, 7-8.

- Kristiansen, R. (2019): Lithium mineralization in Norway: a review. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 119-131.
- Kristiansen, R. & Olsen, H.C. (2019): Pollucite - an old, new mineral to Norway. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 116-118.
- Kullerud, K., Kotková, J., Šrein, V. & Berg, B.I. (2018): Electrum from the Kongsberg silver district. *XXII Meeting of the International Mineralogical Association, Book of Abstracts*, 79.
- Kullerud, K., Kotková, J., Šrein, V., Drábek, M. & Škoda, R. (2018): Solid solutions in the system acanthite (Ag₂S) – naumannite (Ag₂Se) and the relationships between Ag-sulfoselenides and Se-bearing polybasite from the Kongsberg silver district, Norway, with implications for sulfur–selenium fractionation. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **173**, 71-88.
- Kullerud, K., Altenberger, U., Andersen, T., Friis, H., Günter, C. & Ribacki, E. (2019): The anthophyllite that wasn't anthophyllite – from the anthophyllite type locality at the Kjennerudvann lake, Kongsberg, Norway. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 110-115.
- Larsen, A.O., Langhof, J. & Karlsson, A. (2019): Fantehullet på Oterøy – lokaliteten for Tellef Dahlls angivelige nye grunnstoff norvegium. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 93-101.
- Larsen, A.O. & Åsheim, A. (2019): Oberstløytnantskjerpet ved Fjellgardane i Fyresdal, Telemark. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 86-92.
- Larsen, K.E. (2018): Barytt fra Styggedalsgangen, Tråk, Bamble. *Stein* **45** (2), 15-18.
- Larsen, K.E. (2018): Noen funn av mineraler i Norge 2017-2018. *Stein* **45** (3), 6-17.
- Larsen, K.E. (2018): Noen funn av mineraler i Norge 2018-2019. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 141-149.
- Larsen, K.E., Boiocchi, M., Hawthorne, F.C. & Oberti, R. (2019): F-rich richterite from the Hydro quarry, Fen complex, Southern Norway: crystallographic data and crystal-chemistry. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 102-109.
- Malczewski, D., Dziurawicz, M., Krzykowski, T. & Grabias, A. (2018): Spectroscopic characterization and thermal recrystallization study of an unknown metamict phase from Tuften quarry, southern Norway. *The Canadian Mineralogist* **56**, 365-373.
- Marien, C., Dijkstra, A. & Wilkins, C. (2018): The hydrothermal alteration of carbonatite in the Fen Complex, Norway: Mineralogy, geochemistry, and implications for rare-earth element resource formation. *Mineralogical Magazine* **82**, Supplement S1, 115-131.
- Michalsen, A. (2019): Mineralene fra Minge blygruve, Sarpsborg, Østfold. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 71-81.
- Müller, A., Ganerød, M., Wiedenbeck, M., Spjelkavik, S.O.S. & Selbekk, R. (2018): The hydrothermal breccia of Berglia-Glassberget, Trøndelag, Norway: Snapshot of a Triassic earthquake. *Minerals* **8** (11), 5 pp.
www.mdpi.com/journal/minerals. <https://doi.org/10.3390/min8050175>.

- Müller, A., Spratt, J., Thomas, R., Williamson, B.J. & Seltmann, R. (2018): Alkali-F-rich albite zones in evolved NYF pegmatites: The product of melt–melt immiscibility. *The Canadian Mineralogist* **56**, 657-687.
- Nielsen, J.S. (2019): Litt om thulittforekomsten i Leksvik. *Stein* **46** (1), 31-32.
- Nordrum, F.S., Thoresen, Ø., Evja, V. & Bergstrøm, T.O. (2019): Titanit-, Epidot- und Amphibol-Kristalle vom Steinbruch Ravneberget bei Risør in Südnorwegen. *Mineralien-Welt* **30**, 60-67.
- Rosing-Schow, N., Müller, A. & Friis, H. (2018): A comparison of the mica geochemistry of the pegmatite fields in the southern Norway. *The Canadian Mineralogist* **56**, 463-488.
- Rumsey, M.S., Welch, M.D., Mo, F., Kleppe, A.K., Spratt, J., Kampf, A.R. & Raanes, M.P. (2018): Millsite, $\text{CuTeO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: a new polymorph of teineite from Gråurd fjellet, Oppdal, Norway. *Mineralogical Magazine* **82**, 433-444.
- Rø, G. (2018): Myrmalm. *Stein* **45** (3), 27-29.
- Raade, G. (2019): Min publikasjonsliste og litt til. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 132-140.
- Størseth, L.R. (2019): Nytt thulittfunn i Åstfjorden, Trøndelag. *Stein* **46** (1), 9-17.
- Størseth, L.R. (2019): Thulittbergarten i Mjønestunnelen, Snillfjord, Trøndelag. *Norsk Mineralsymposium 2019*, 16-30.
- Sunde, Ø., Friis, H. & Andersen, T. (2018): Variation in major and trace elements of primary wöhlerite as an indicator of the origin of pegmatites in the Larvik Plutonic Complex, Norway. *The Canadian Mineralogist* **56**, 529-542.
- Sørli, T. (2018): En sølvstuf vender hjem. *Stein* **45** (4), 15-17.
- Taagvold, H. & Kristiansen, R. (2019): Historien om millsitt. *Stein* **46** (1), 4-8.
- Vickers, M., Watkinson, M., Price, G.D. & Jerret, R. (2018): An improved model for the ikaite-glendonite transformation: Evidence from the lower Cretaceous of Spitsbergen, Svalbard. *Norwegian Journal of Geology* **98**, 1-15.
- Werner, R. (2018): Ny metode til registrering av gruver. *Stein* **45** (3), 35-37.
- Williams-Jones, A.E. & Vasyukova, O.V. (2019): The economic geology of scandium, the runt of the rare earth element litter. *Economic Geology* **113**, 973-988.
[Norske lokaliteter er omtalt]
- Zozulya, D.R., Kullerud, K., Ravna, E.K., Savchenko, Y.E., Selivanova, E.A. & Timofeeva, M.G. (2018): Mineralogical and geochemical constraints on magma evolution and late-stage crystallization history of the Breivikbotn silicocarbonatite, Seiland igneous province in Northern Norway: Prerequisites for zeolite deposits in carbonatite complexes. *Minerals* **8** (11), 12 pp. www.mdpi.com/journal/minerals. <https://doi.org/10.3390/min8110537>