

# Nyfunn av mineraler fra Tysfjord-pegmatittene, Nordland

Tomas Husdal

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

## Innledning

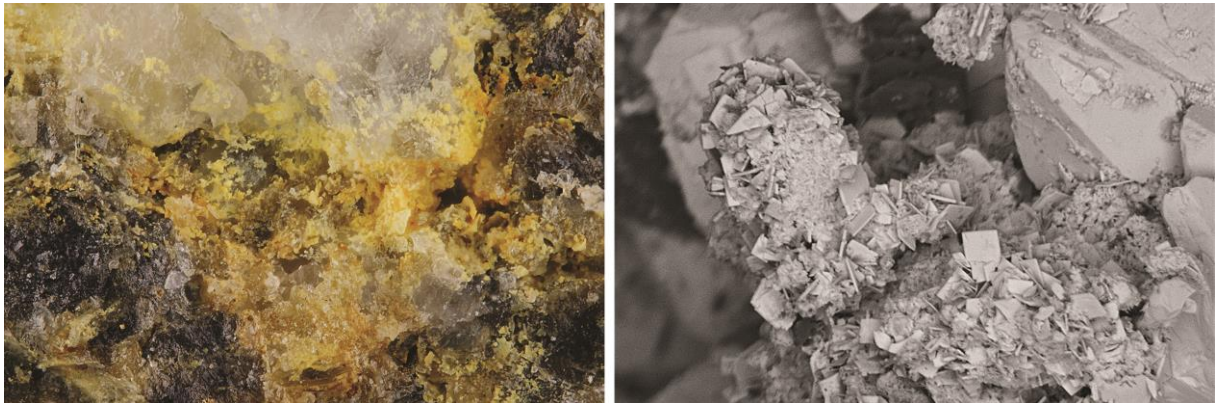
Tysfjordgranitten er en ca. 1800 millioner år gammel, deformert grunnfjellsgranitt som ligger i nordre del av Nordland i kommunene Tysfjord, Hamarøy, Tjeldsund og Sørfold. Den inneholder en rekke granittpegmatitter som kan deles inn i to hovedgrupper: 1) eldre, deformerte, linseformete, store pegmatitter som typisk fører yttriumholdig fluoritt (*yttrofluoritt*) og 2) yngre, udeformerte pegmatitter som danner smale ganger eller små, uregelmessige kroppar 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 tippa 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 tykktaflede 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  $\mu\text{m}$  (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.



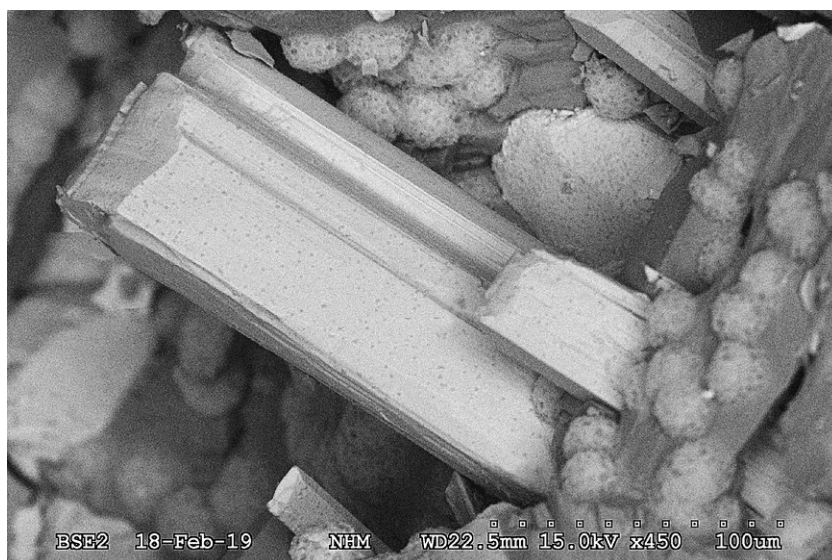
**Fig. 1 (venstre).** Gule skorper av peritt i hulrom rundt oksidert galenitt, Hundholmen. Bildebredde 2 mm. Foto: OT Ljøstad.

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

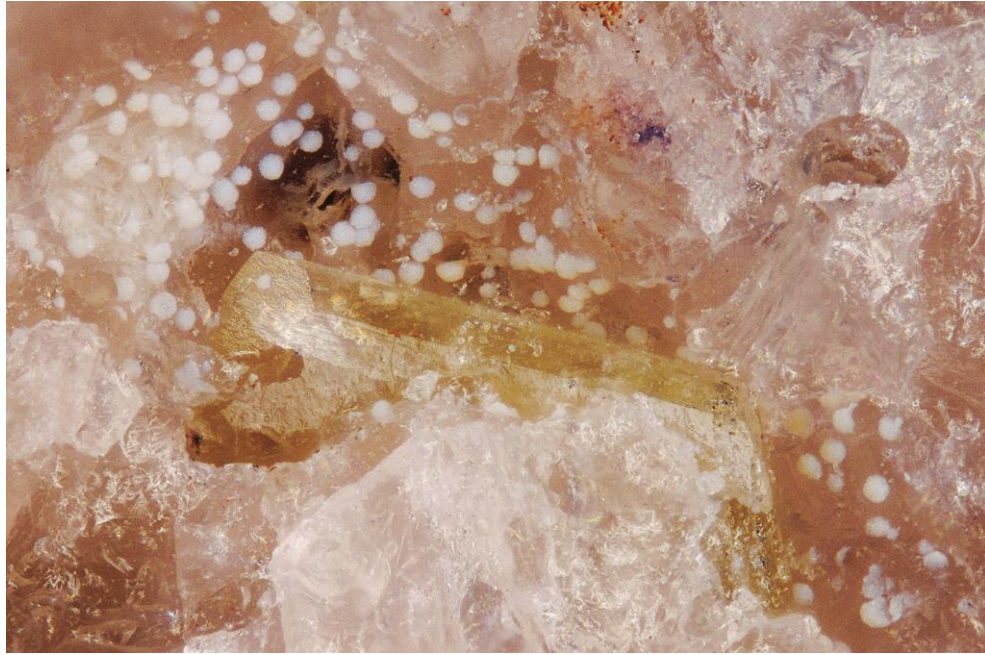
### *Yttrofluoritt*

*Yttrofluoritt* 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 *yttrofluoritt* 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 yttrofluoritt, 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 lusernaite-(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 sprekkeene er adamsitt-(Y), calcioancylitt-(Ce), kamphaugitt-(Y) og lusernaite-(Y).

Fargeløse, radiærstrålige sprekkedyllinger i en krystall av thalenitt-(Y) er identifisert som **kimuraitt-(Y)** (Fig. 8). Mineraler 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)*

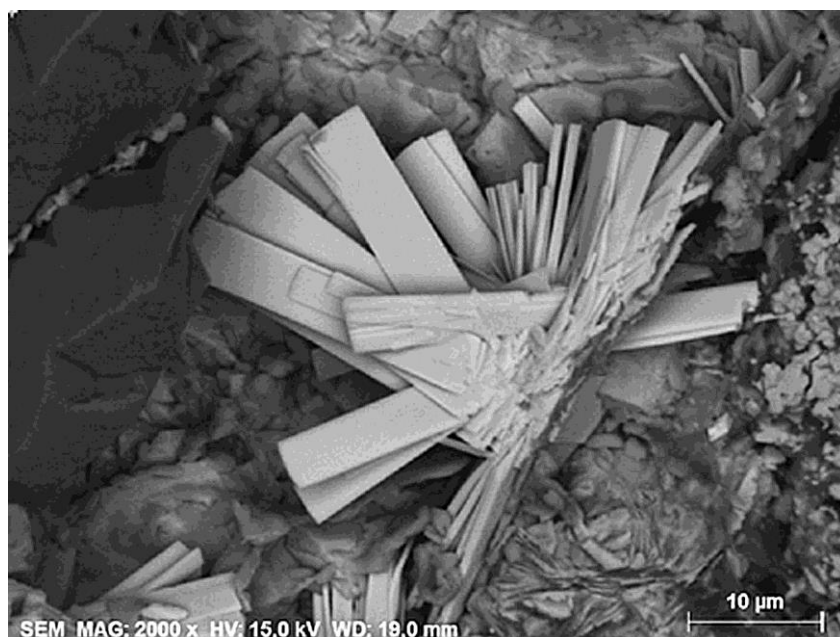
Materiale rikt på arsenopyritt, pyritt og fergusonitt-(Y) dukker innimellom opp i tipphaugen. De tre mineralene danner centimeterstore masser og delvis krystaller i en matriks av kvarts og mikroklin, og materialet er rikt på sprekker med hvite, grå og brune sekundærminerale:

Brune skorper av **beudantitt** er vanlig i materialet. Høy forstørrelse viser at mineralet danner aggregater av prismatiske krystaller i størrelsesorden 10  $\mu\text{m}$ . 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 innesluttet i de andre primære mineralene. Der hvor slike krystaller er i kontakt med hulrom har de en gulbrun skorpe av **fergusonitt-(Y)- $\beta$** .

Et nytt **Th-F-S-O-mineral** danner fargeløse, linjalformete krystaller opp mot 30  $\mu\text{m}$  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 fugleekskremitter.

#### *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

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

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

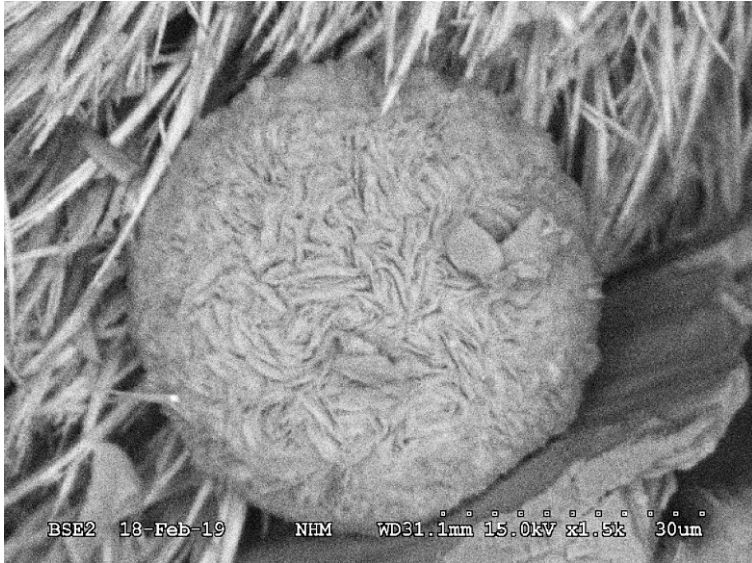
\* = rapportert for første gang for Norge

Utthvert 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 sekundærmineraller 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)	Analyser
<b>Duftitt*</b>	$PbCu(AsO_4)(OH)$	Pow_349
<b>Lusernaitt-(Y)*</b>	$Y_4Al(CO_3)_2(OH,F)_{11} \cdot 6H_2O$	T-34.108
Mimetitt	$Pb_5(AsO_4)_3Cl$	Pow_235; T-21.91
<b>Uricitt*</b>	$C_5H_4N_4O_3$	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 halvmetre 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 <sub>2</sub>	Pow_727; T-38.64
Anglesitt	Pb(SO <sub>4</sub> )	Pow_639
Bertranditt	Be <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (OH) <sub>2</sub>	Pow_656
Bismocclitt/daubréitt	(BiOCl)/(BiO(OH))	Pow_337
Bismutitt	Bi <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )	Pow_658
Goethitt	FeO(OH)	Pow_649
Ilmenitt	Fe <sup>2+</sup> Ti <sup>4+</sup> O <sub>3</sub>	T-39.31
Mimetitt	Pb <sub>5</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Cl	Pow_655
Monazitt-(Ce)	Ce(PO <sub>4</sub> )	Pow_665; T-38.62
<b>Segnititt*</b>	PbFe <sup>3+</sup> <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> )(AsO <sub>3</sub> OH)(OH) <sub>6</sub>	Pow_654; T-39.36
Spessartin	Mn <sup>2+</sup> <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	T-38.56
Thoritt	Th(SiO <sub>4</sub> )	Pow_722; T-23.224
<b>Zavaritskitt*</b>	BiOF	Pow_337; T-38.30
Zirkon	Zr(SiO <sub>4</sub> )	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

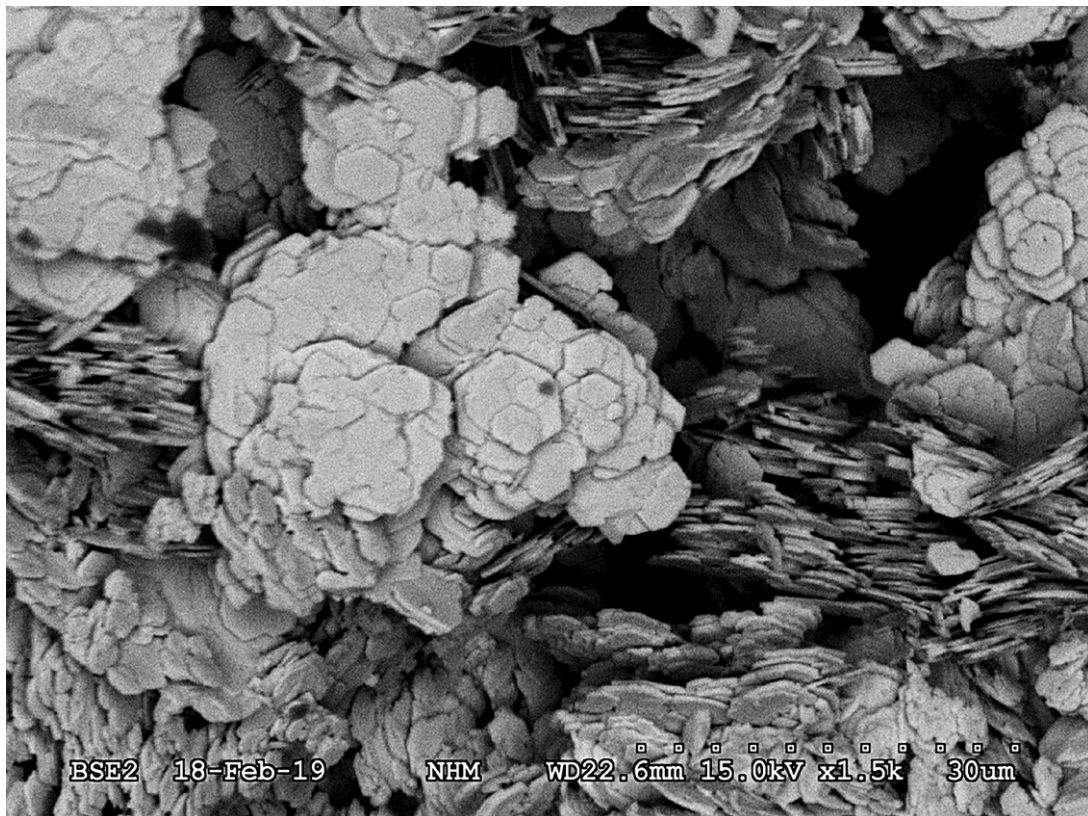
De fleste nyfunnene fra Tennvatn opptrer i forbindelse med aggregater av galenitt og (Cu-)Pb-Bi-sulfosalter. Selv om de indre delene er friske og har de primære mineralene intakte, kjennetegnes disse

aggregatene av betydelig oksidering og en bred sone av fargeløse, hvite, gule, blå og grønne sekundærmineraller, 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  $\text{Cd}_{2,3}\text{Cu}_{4,4}\text{Pb}_{11}\text{Bi}_{13}\text{S}_{30}$ .

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 dannete, 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 ( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ). 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	$\text{PbS}$	-2
Svovel	$\text{S}_8$	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  $\mu\text{m}$ ) av samme type som i Hundholmen.

**Antleritt** opptrer som blekgrønne 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).

#### NH<sub>4</sub>-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 A<sub>2</sub>M(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O hvor A = K<sup>+</sup> eller NH<sub>4</sub><sup>+</sup> og M = Mg<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> eller Ni<sup>2+</sup>. 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 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cu(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O.

**Tabell 5.** Nyfunn fra Tennvatn.

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

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

\* = rapportert for første gang for Norge

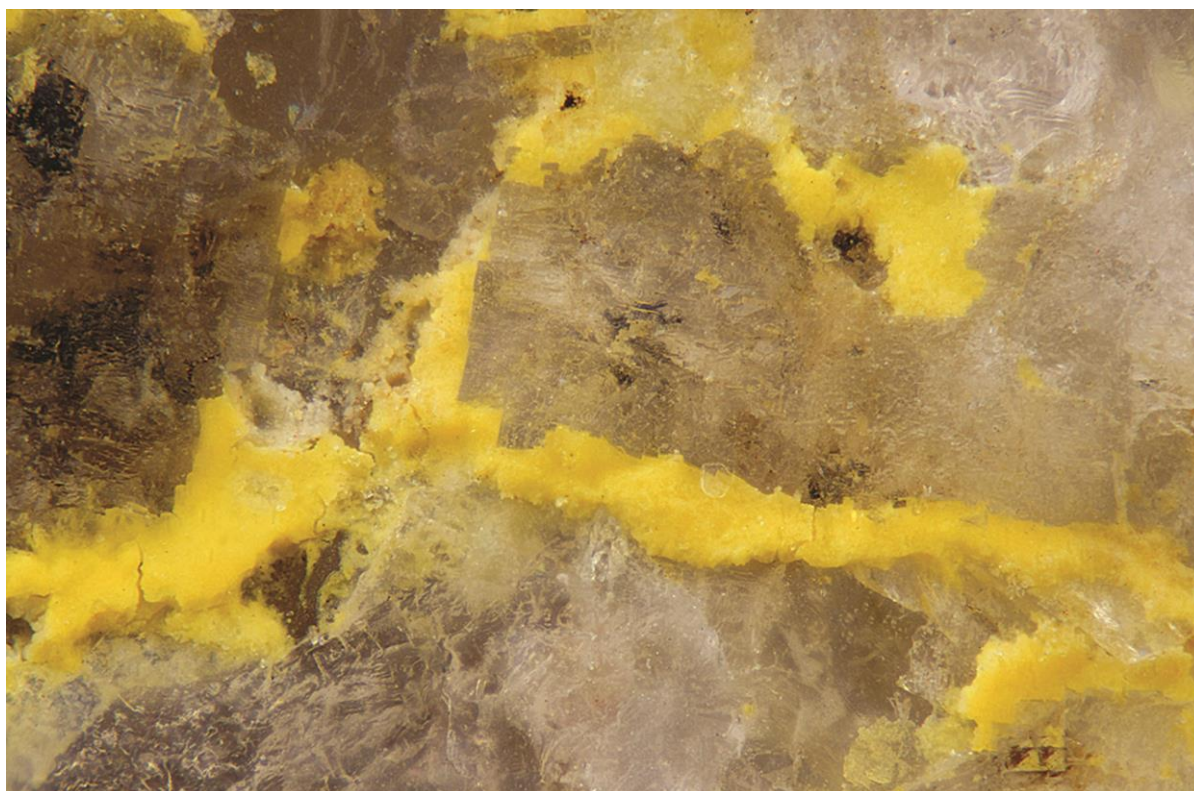
Uthevet skrift = nyfunn for Tysfjord-pegmatittene

### 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
<b>Apłowitt*</b>	$\text{Co}(\text{SO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Pow_247; T-37.24
<b>Bohseitt</b>	$\text{Ca}_4\text{Be}_4\text{Si}_9\text{O}_{24}(\text{OH})_4$	T-34.24
<b>Fourmarieritt</b>	$\text{Pb}_{1-x}\text{O}_{3-2x}(\text{UO}_2)_4(\text{OH})_{4+2x} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Pow_203
<b>Metastudtitt*</b>	$\text{UO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Pow_203; T-21.194
<b>Rozenitt</b>	$\text{Fe}^{2+}(\text{SO}_4) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Pow_247; T-37.28
<b>Studtitt</b>	$(\text{UO}_2)(\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Pow_203; T-21.194
<b>Vigezzitt*</b>	$(\text{Ca}, \text{Ce})(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2\text{O}_6$	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.