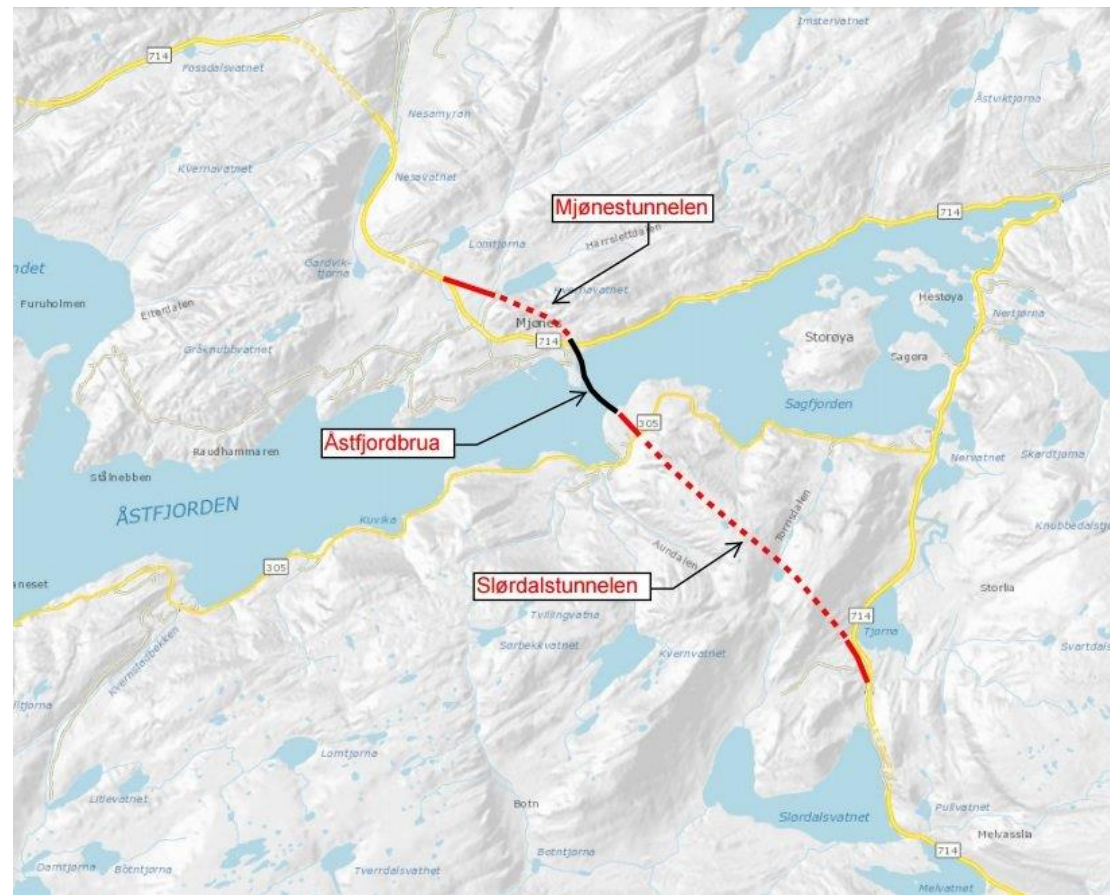


Thulittbergartene i Mjønestunnelen, Snillfjord

Mineralogi og historien, så langt.

Geografi/geologi

- Forekomsten er knytta til nytt veianlegg på Laksevegen, Rv 714 til Hitra. På nordsiden av Åstfjorden, ved Mjønes.
- Dette er nordøst for en tidligere kjent forekomst på en holme i Åstfjorden.
- Veianlegget ferdig 2020.
- I følge geologiske kart befinner området seg i granittisk gneis med soner av muskovittrik gneis. I nytt berggrunnskart 2004 (Tucker, NGU) er bergartene omtalt som Ingdalsgranittgneis.



Starten

- Forekomsten «dukket opp» i tunnelens sørlige ende, ca. september 2018. Underentreprenør Metrostav har tatt dette ikoniske bildet, av en enorm «jordbæris»
- Medlemmer av TAGF ble kjent med dette i oktober/november, og undertegnede hadde sin første tur seint september.
- Store mengder thulittbergart ble lagt på store fyllinger flere steder rundt Mjønestunnellen. Noe lett tilgjengelig, noe i aktive anleggsområder
- Åpen dag april 2019, ved SV.



Forekomsten

- Thulitt-bergartene var pr. november allerede dekket av sprøytebetong inne i tunnellen, men det har vært hevdet av mektighet av sonen var. ca. 50 meter
- Forekomsten dog også blottlagt på utsiden av sørlig tunnelinngang, alle siden. Til høyre i bildet overgang mot liggbergart
- Pr. mai 2019 var noe mer av blottningene dekket av betong, men utfra anleggsleder SV, skulle ikke alt dekkes til (bl.a. rett under fotografen)



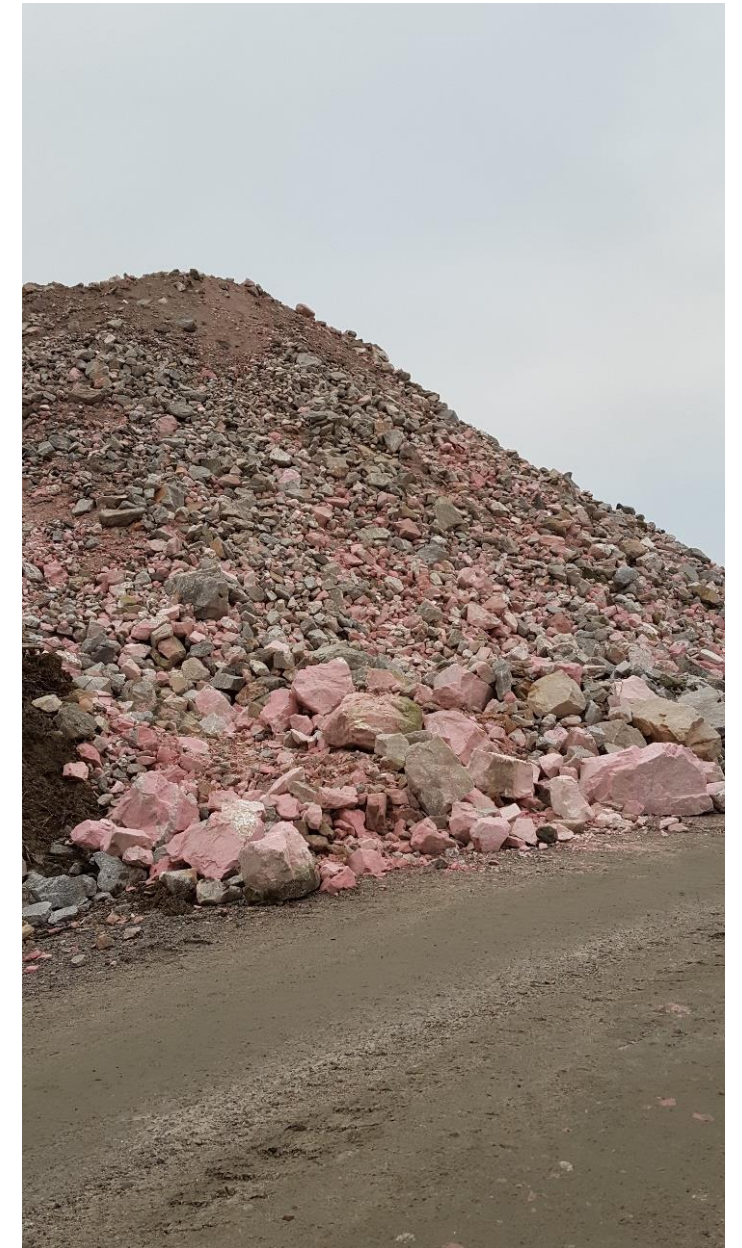
Forekomsten

- På sørsiden av tunnelen sees en antatt liggzone mot en frisk, grålig, mellom/grovkornet gneis. Dog med opptil 1 m bred knusningsone.



Forekomsten

- Store fyllinger finnes flere steder
- Nord og sør for tunnelen
- Ved et verksted ved riksveien
- Større fylling noe lenger nord.



Forekomsten

- Her bilder av fyllingene ved verkstedet og lenger nord – mot Fenes



Bergartene

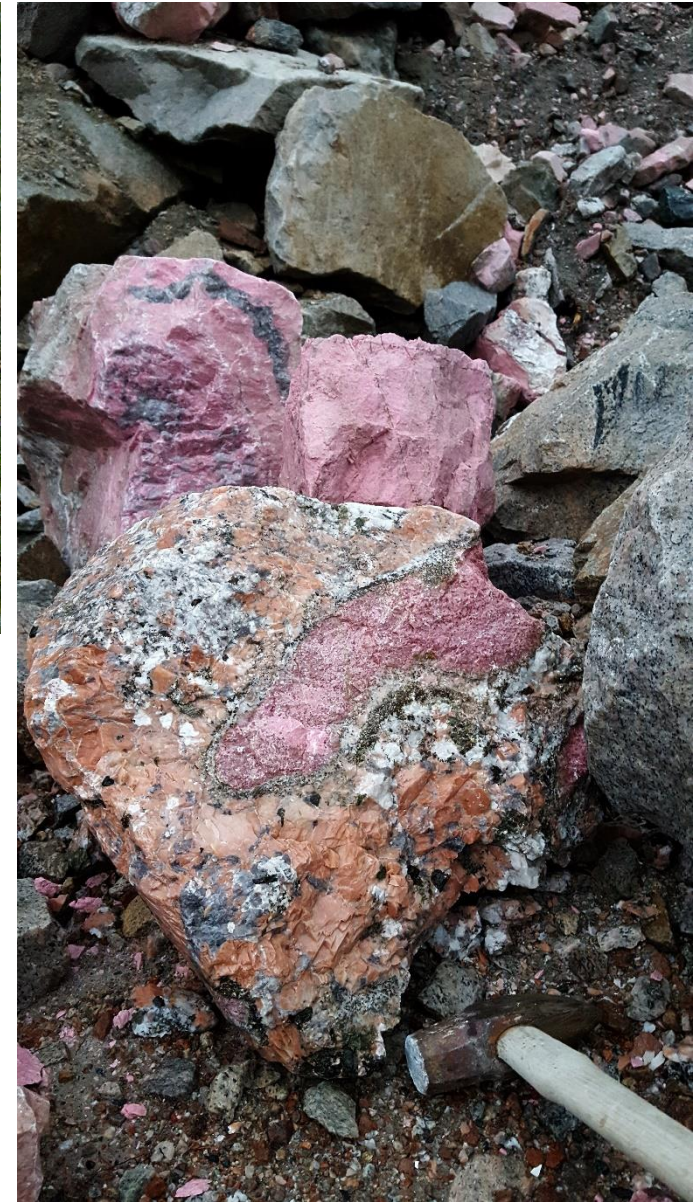
- Fyllingene viser hovedsakelig ulike gneiser
- Samt thulitt-bergarter i mange variasjoner
- Overganger til ymse sidebergarter
- Og ulike pegmatitter med int. mineraler.



Pegmatitt med meget grov epidot, blokken ca. 1 m høy.

Bergartene

- Thulittbergartene viser en rekke overganger med pegmatitter og årer av kvarts eller feltspat.



Bergartene

- Flere eksempler. Foliert bergart med zoisitt og rød epidot lagdelt med feltspatlag med brungrønn epidot. Samt porøs zoisitt med uregelmessige kvartsårer.



Bergartene

- Ulike strukturer i thulittsteinene
korona, xenolitter, foliært, breksjert, massiv



Bergartene – pegmatittyper 1

- Hvit pegmatitt, med høyt innhold av aksessoriske mineraler
- Blandingspegmatitt, og sjeldent sett skriftgranitt.



Bergartene – pegmatittyper 2

- Rød pegmatitt, mye kalifeltspat, færrer og andre aksessorier



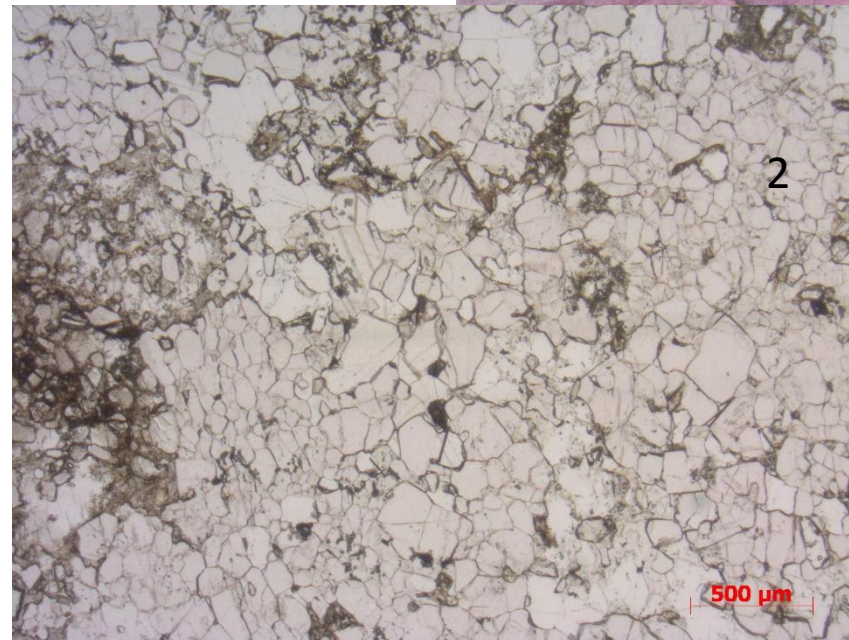
Thulittbergartene 1

- Thulitten er forsøkt omtalt som «thulittbergart» pga. både thulitt = rosa zoisitt sitt meget lave manganinnhold
OG fordi thulitt opptreer nesten alltid i flermineralske parageneser av mange ulike typer.
- Thulittbergatene er derfor forsøkt klassifisert etter både visuelle inntrykk, andelen av rosa zoisitt og strukturer



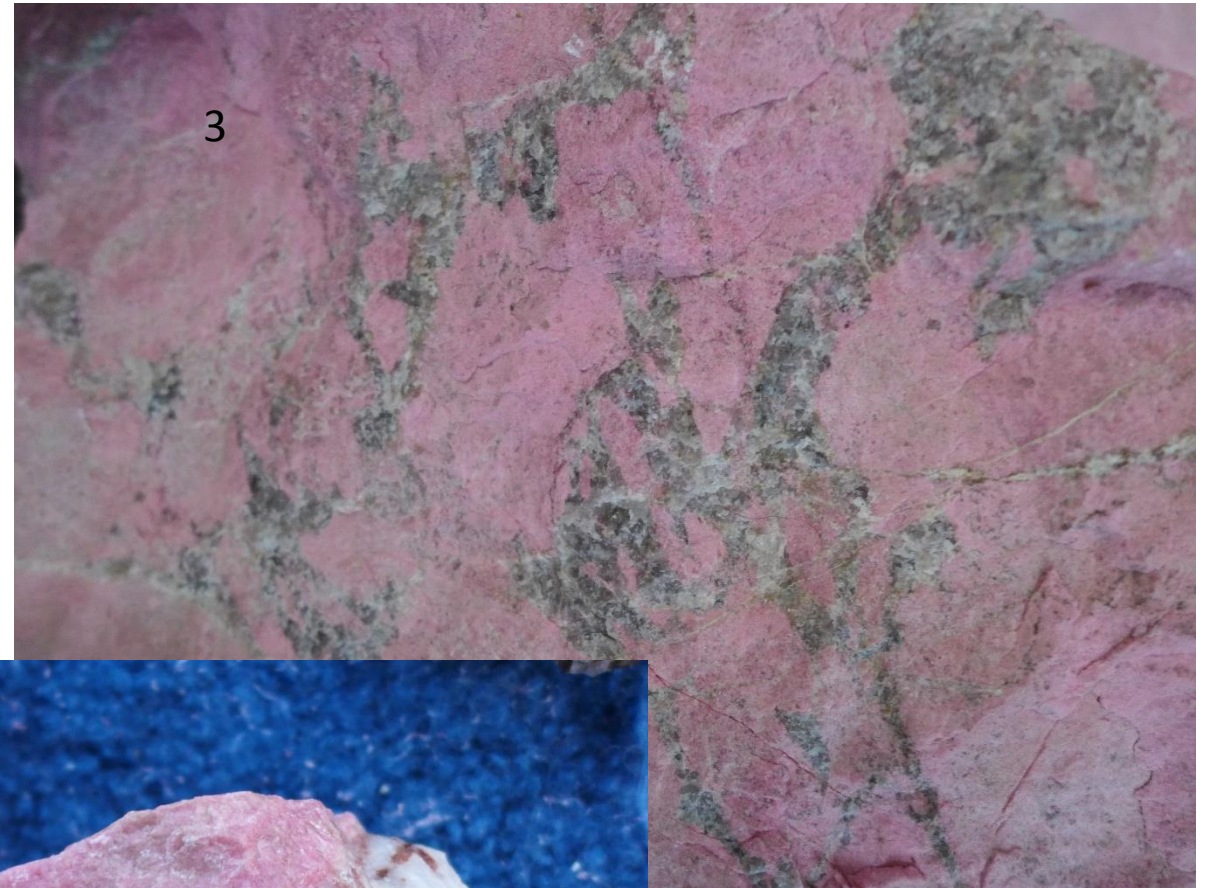
Thulittbergartene 2

- A: Thulittbergart med >50% rosa zoisitt
- 1. Massiv, zoisitt rikt, fast og rel. homogen, mellomrosa type.
- 2. Massiv, men «melen»/sprø, ofte lysere rosa enn andre typer. Tynnslipstudie viser rette og «løse» kornrensere. Har i løpet av mindre enn ett år gått i oppløsninger på fyllingene



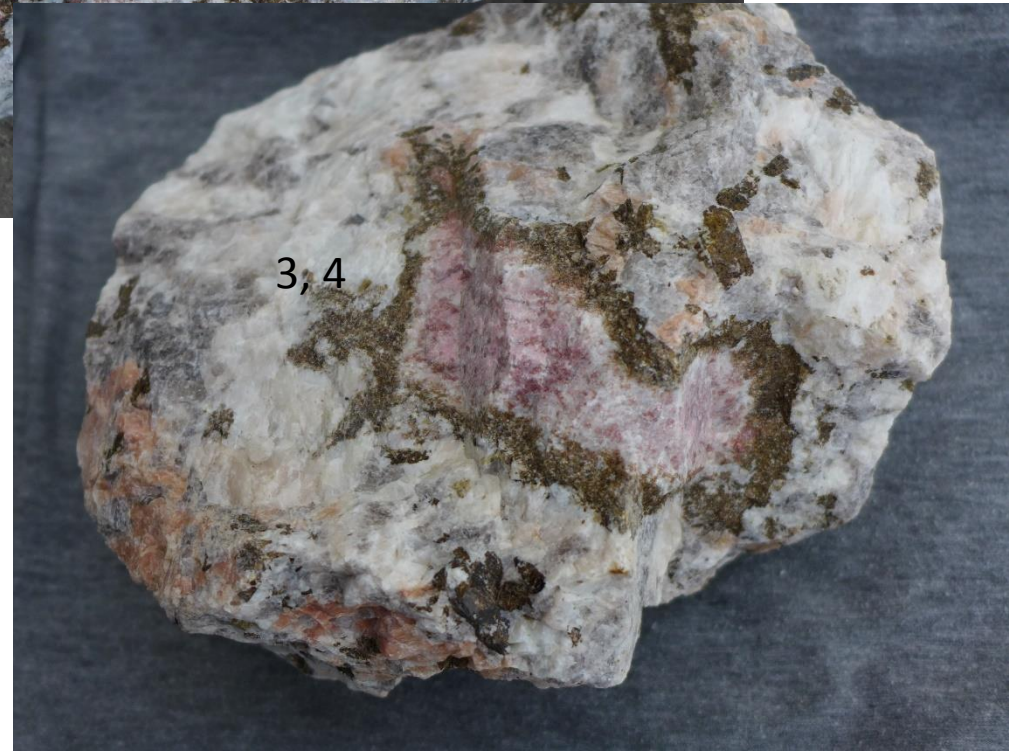
Thulittbergartene 3

- A forts.
- 3. Massiv type spettet med røde korn og krystaller av rød epidot, dels i årer
- 4. Massiv type med uregelmessige årer av kvarts med få aksessorier. Ofte sprø/melen, finnes mye blottet i fjellvegg ved tunnelåpning
- 5. Massiv, solid type med årer av hvit feltspat, med korn/xls av rød epidot
- 6. Massiv type med årer av kvarts eller kalsitt, dels med fine xls av knallrosa zoisitt.



Thulittbergartene 4

- B. Thulittbergart med <50 % rosa zoisitt
- 1. Lyse, dels dm-tykke årer av hvit feltspat, noe innhold av rød epidot dels gul grossular og sporadisk sett blå apatitt.
- 2. Pegmatittiske årer med ofte høyt innhold av grovkornet brun/grønsort epidot, med pyroksen m.m.
- 3. Koronatype
- 4. Xenolittknoller 3-10 cm.



Thulittbergartene

- C. Øvrige blandingstyper og uregelmessige strukturer.
 1. Overgang til/med epidotrike, folierte partier, her epidot av vanlig grønnfarge.
 2. Uregelmessige typer, dels «breksjert» (*), dels med «alle» foregående typer representert.
 3. Forvitrede typer med sekundære/tertiære årer med klinoklor, kalsitt (*), hematittisering

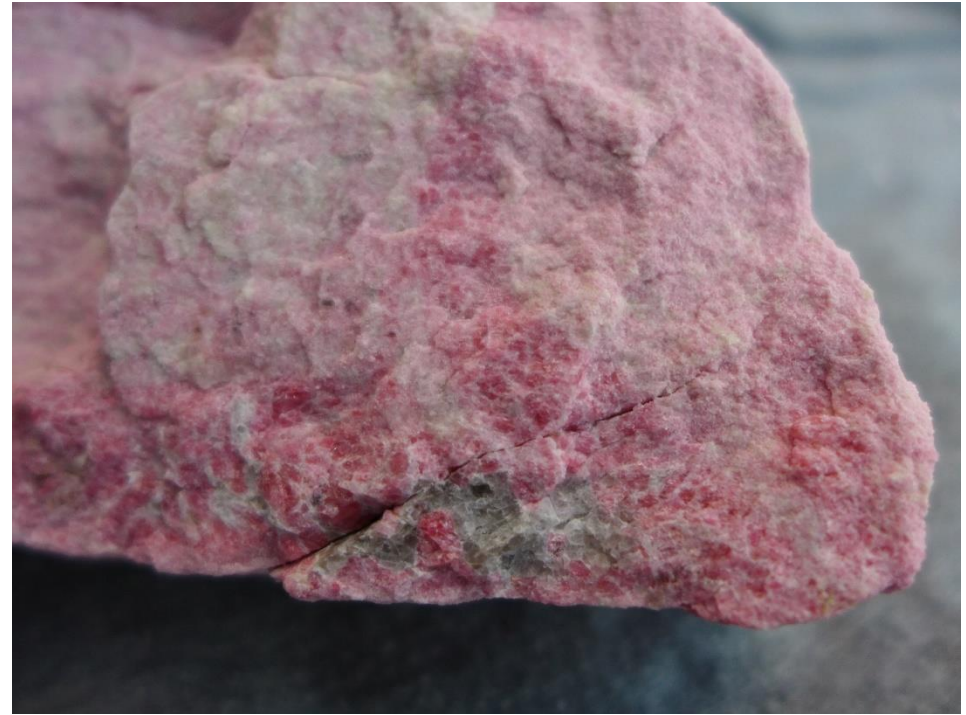


Mineraler

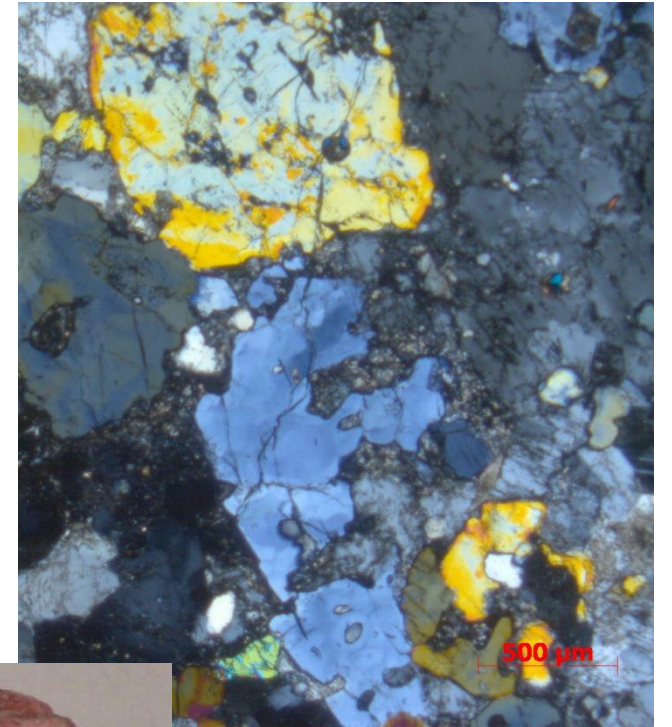
- Oversikten viser ca. 20 ulike mineraler så langt. Det meste er analysert, bl.a. pulver røntdiffraksjon (PXR) og/eller SEM/EDS elektronmikroskop. Vesentlig utført av Alf Olav Larsen.
- Zoisitt, epidot og mulig clinozoisitt
- Diopsid, hornblende ?, titanitt
- Kvarts, kalifeltspat, plagioklas (disse ikke analyserte)
- Prehnitt, kalsitt, klinoklor
- Grossular, apatitt
- Hematitt, mulig ilmenitt, uranpyroklor (+ ikke-analysert sekundærfase)
- Zeolitter
- Vesuvian

Mineraler zoisitt 1

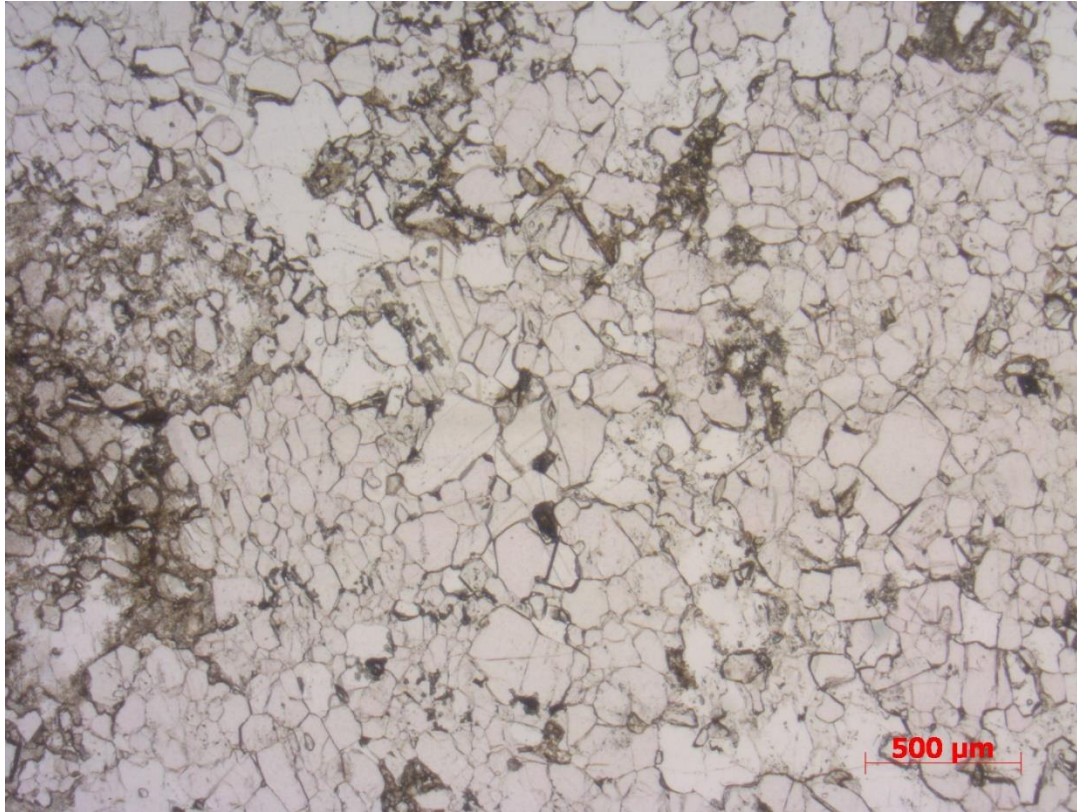
- Zoisitt, rosa. Omtalt som thulitt, men analyser viste kun 0.1% Mn_2O_3 .
- Opptrer i variable nyanser, krystaller og massiv, kornete og fast.



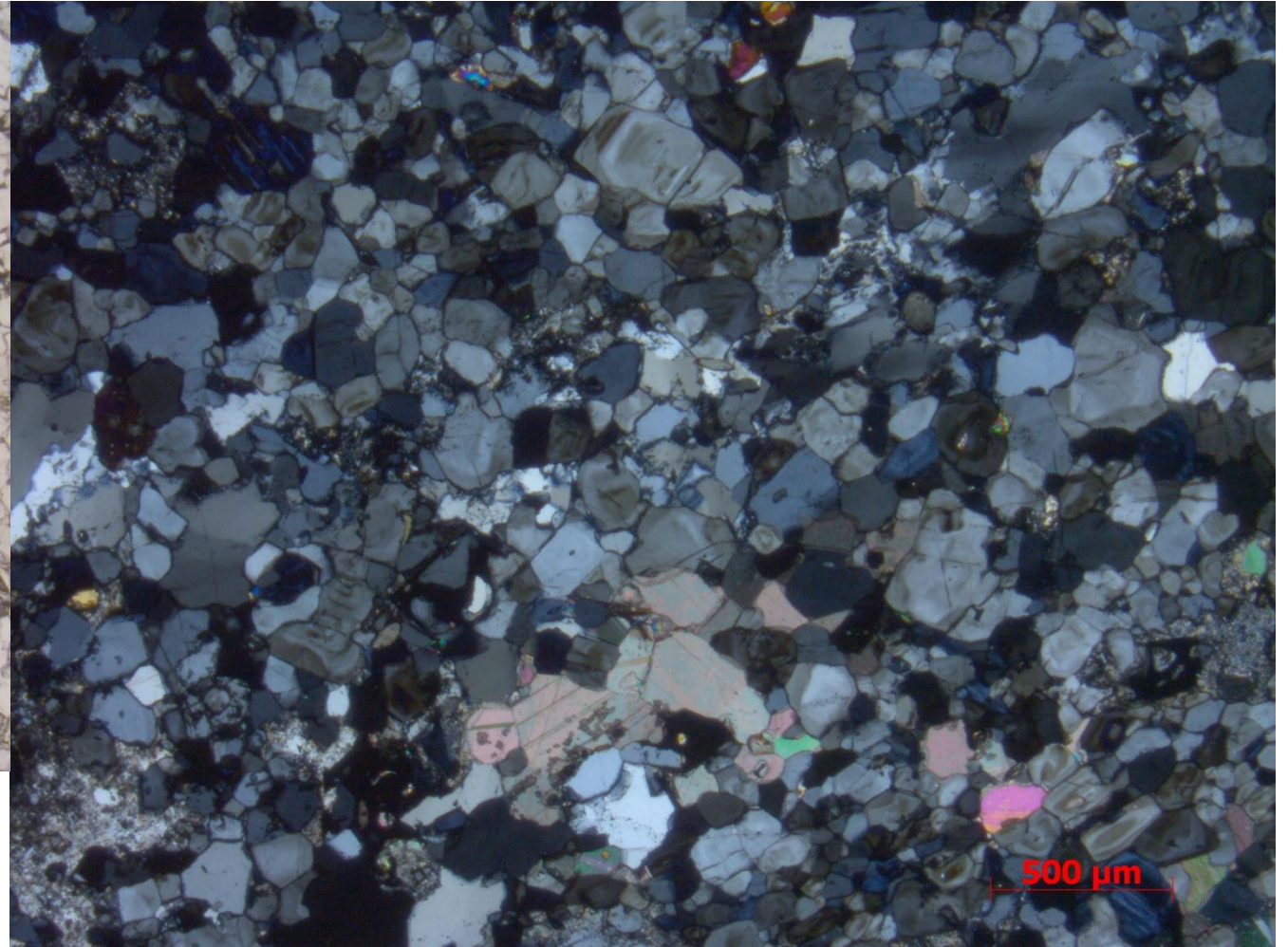
Mineraler zoisitt 2



Mineraler zoisitt 3



Slip av lys rosa thulittbergart, rik på zoisitt med svake kornrensener, god andel kalsitt og feltspat.



Mineraler epidot 1

- Epidot opptrer i en rekke farger, fra vanlig grønn i sidebergarter, til brun, brungrønn og brunrød og rød i pegmatittene i thulittbergartene.



Epidotens røde varianter var opprinnelig trodd å være piemontitt, basert på tilsvarende fargetyper fra bl.a. Leksvik.

Mn₂O₃ (evt. også MnO) var kun 0.5-0.9% i materialet, mot ideelt rundt 15%.

Mineraler epidot 2

- Analyseresultater mars 2019

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

*Ikke analysert. Angitt ihh til støkiometrisk sammensetning for epidotgruppemineraler.

Mineraler epidot 3

- Epidoten viser ofte betydelig sonering med brunsort til brungrønn ytre sone, og en sterkt rød sentralsone. Største observerte ca. 15 cm lang.
- Stuffer med trippelsonering er også sett.



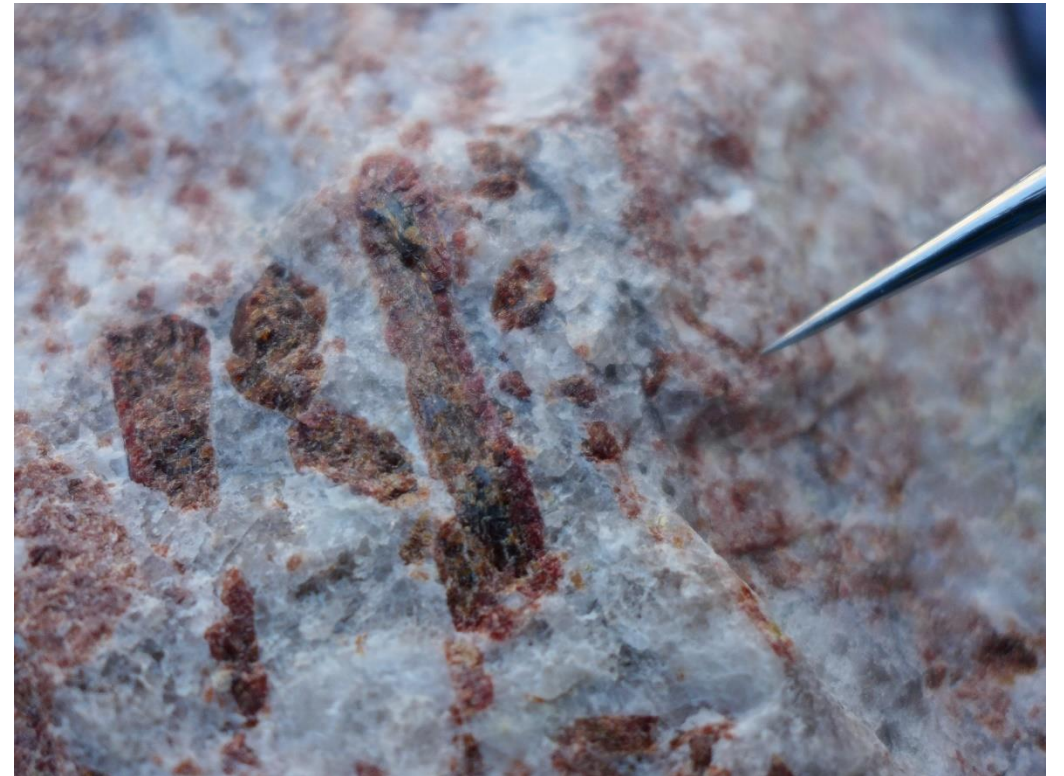
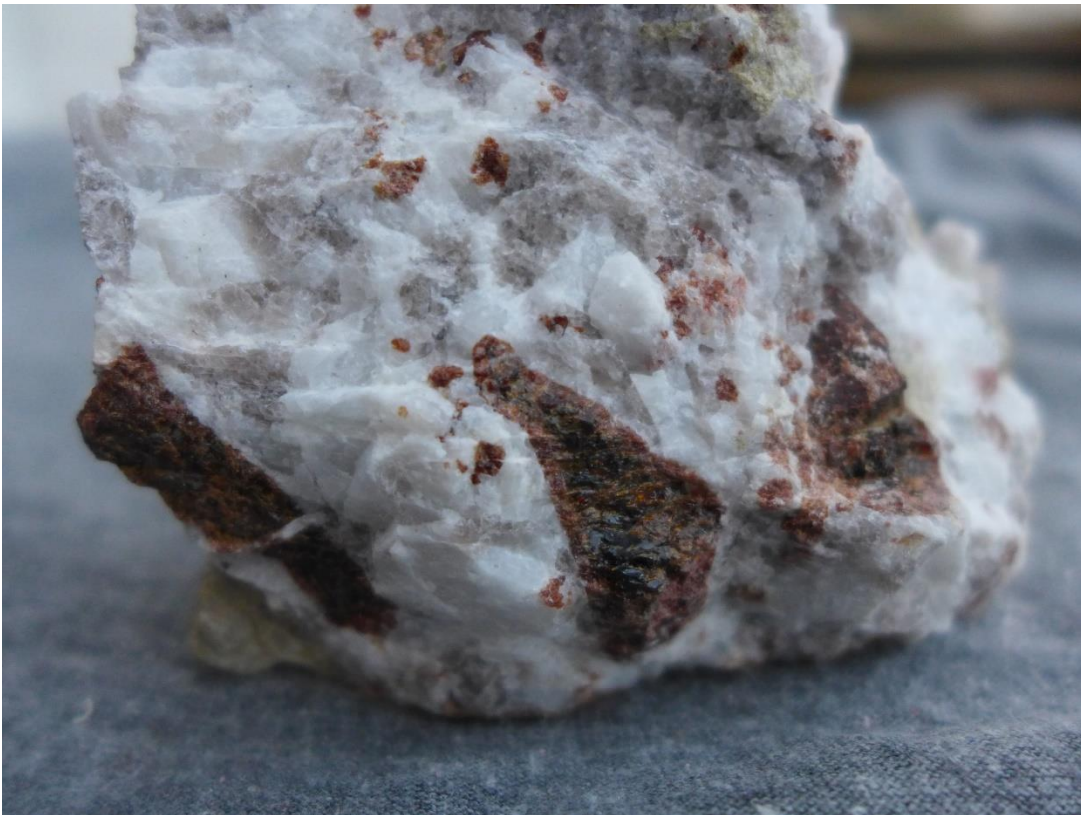
Analysert, sonert xl,
prøvenummer 1332



Sonert epidotkrystall med gul farge ved X nicols i mikroskop (polarisert lys), rød kjerne gir grålige farger, brun randsone sterkt gule farger.

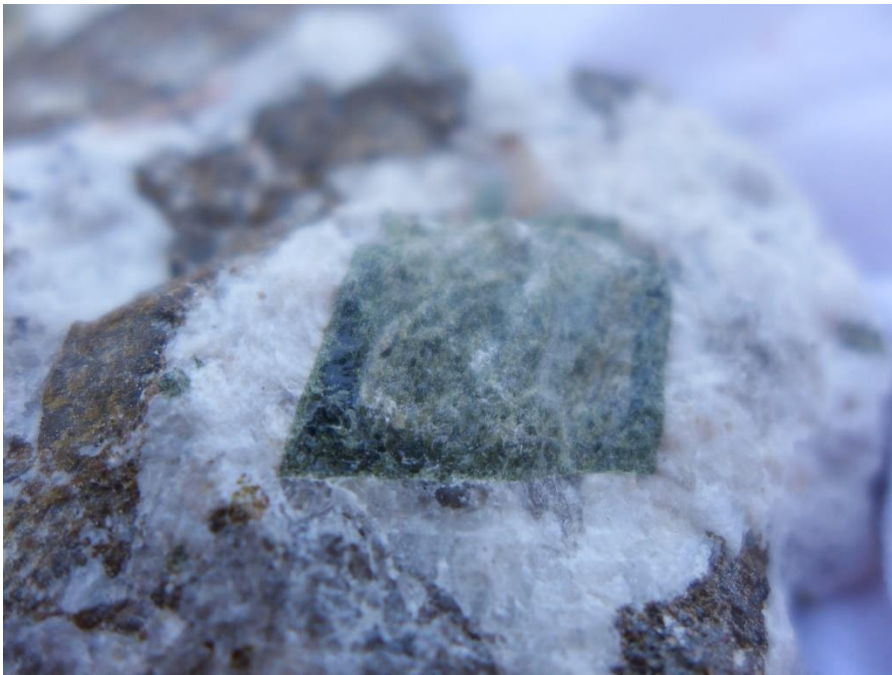
Mineraler klinozoisitt

- I hittil èn av analyse av rød epidot er kjemien avvikende fra andre røde epidoter (lavere Fe, høyere Al), som da viser overgang til klinozoisitt. Dette var også den meste røde epidoten som har vært analysert. Opptrer fra uregelmessige aggregater og fra anhedrale til euhedrale krystaller



Mineraler diopsid

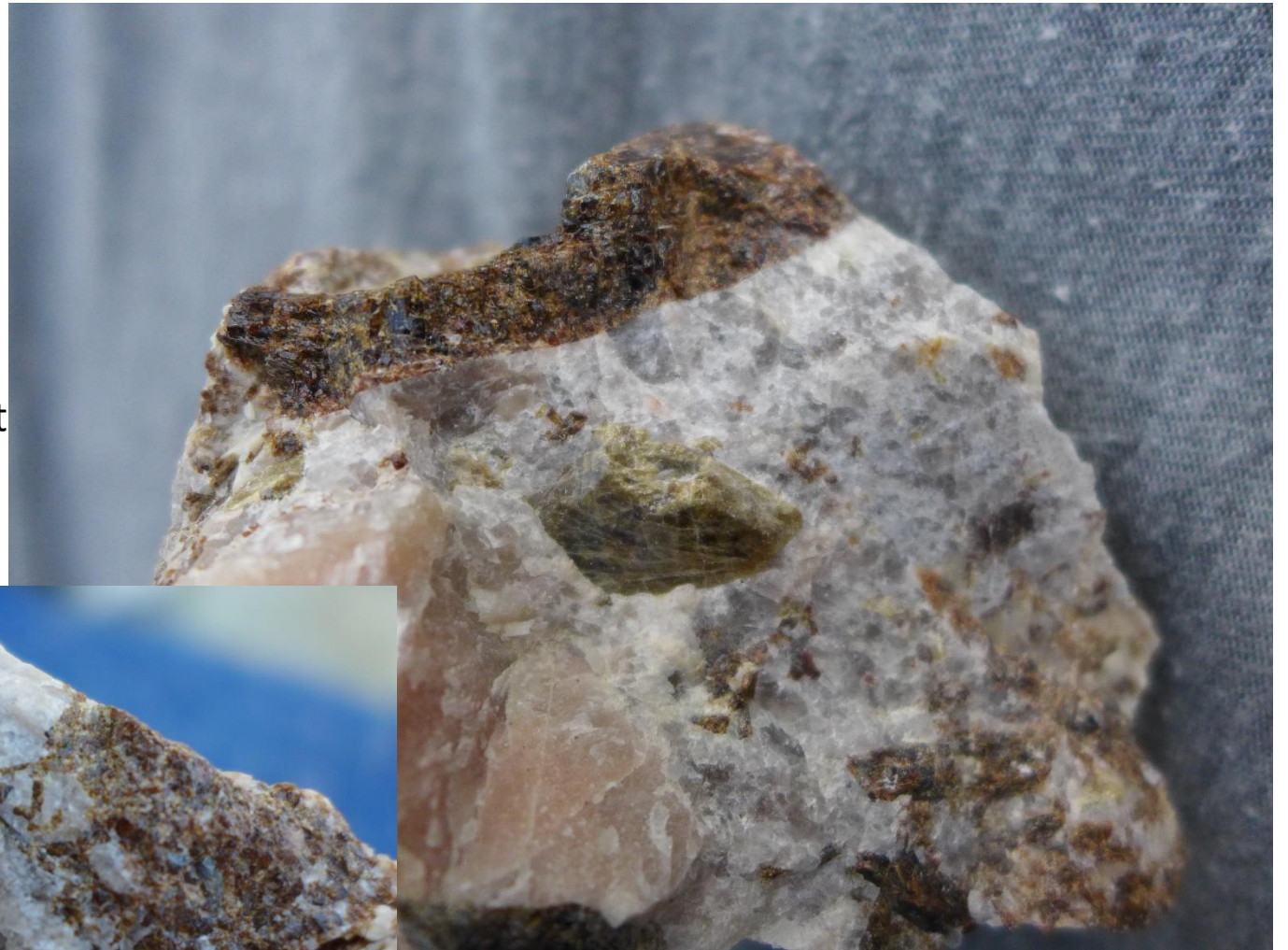
- Vanlig, aksessorisk mineral i hvit pegmatitttype. Opptill 4 cm store krystaller.
- Først analysert på Tøyen, og angitt som augitt, men iht Alv Olav Larsen analyser har ulike, visuelle typer pyroksen blitt angitt som diopsid.
- Interessant med 2.6% Mn_2O_3 i analysert prøve



Diopsiden inneholder stedvis korn og xls av enten brun epidot, eller sjeldent titanitt, dette i rød pegmatitttype. Sonering (venstre) er meget sjeldent sett.

Mineraler titanitt

- Titanitt ble tidlig lett gjenkjent på stedet
- Opptrer i blassgule til brungule (ofte sennepsfarget) singelkrystaller, ofte meget velutviklet xls til i hvertfall 15 mm
- Opptrer vesentlig i hvit pegmatitt



Mineraler kvarts og feltspat

- Dominerende mineraler
- Kvarts alltid uregelmessig
- Kvarts eneste andre hoved-mineraler i de sprøeste thulittbergartene.
- Hvit feltspat (plagioklas) i årer i massiv thulittbergart ellers hovedmineraler i hvit pegmatitt
- Oransjerød feltpost (kali-feltspat) i rød pegmatitt, ofte meget grovkornet til 10 cm



Mineraler prehnitt

- Prehnitt opptrer sjeldent og ves. I nyere sprekkefyllinger, lyst grønnlig.



Foto/eier R.Bøe



Lyst gulgrønn prehnitt i liten lomme med kloritt og rel. mørkt rosa zoisitt, i noe omvandlet thulitt-stein.

Mineraler grossular (granat)

- Grossular er bekreftet i to analyser, dels antatt blandingstype andraditt-grossular, dels entydig grossular endeledd
- Opptrer i lyst brungule til sitrongule aggregater, primært i dmtykke årer av hvit feltspat i thulittbergart. Sjeldent sett krystallform.



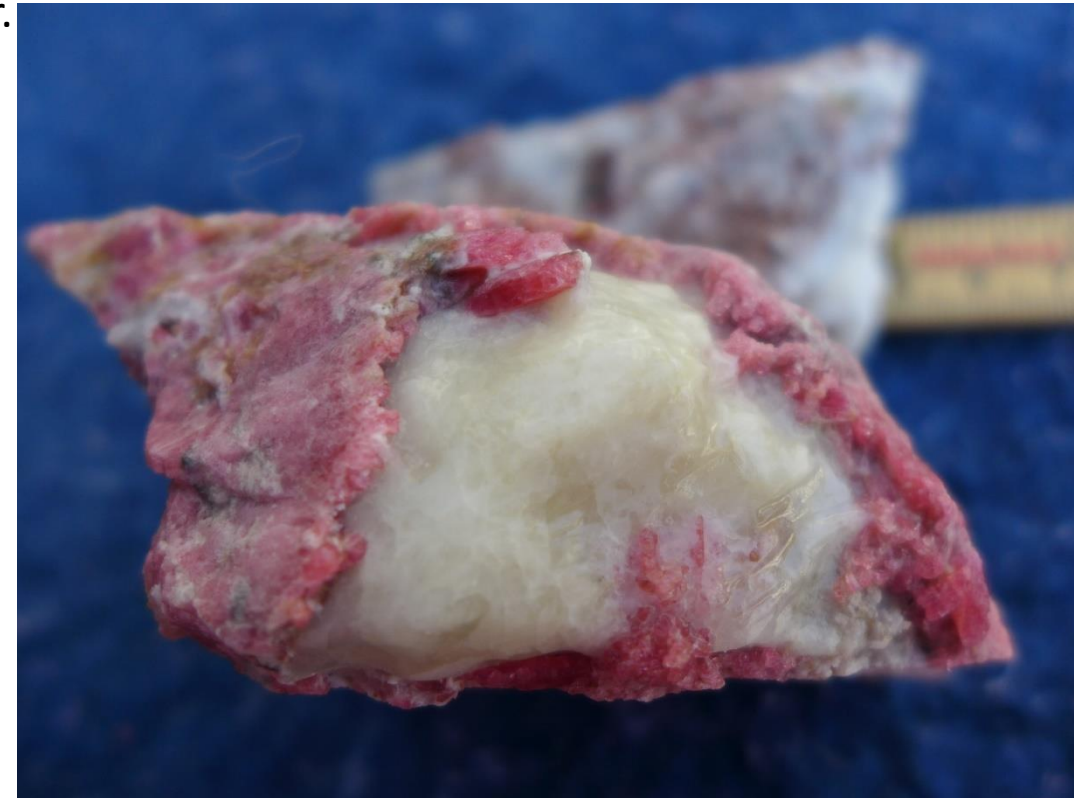
Mineraler klinoklor

- Opptrer primært som matt (fiolett)blå sekundære/tertiære årer i div. thulittbergart.
- Visuelt ligner det kalsedon, men er mykt/riper lett, dog først antatt å være fluoritt
- Flere analyser både Tøyen og Alf Olav Larsen har vært entydige.



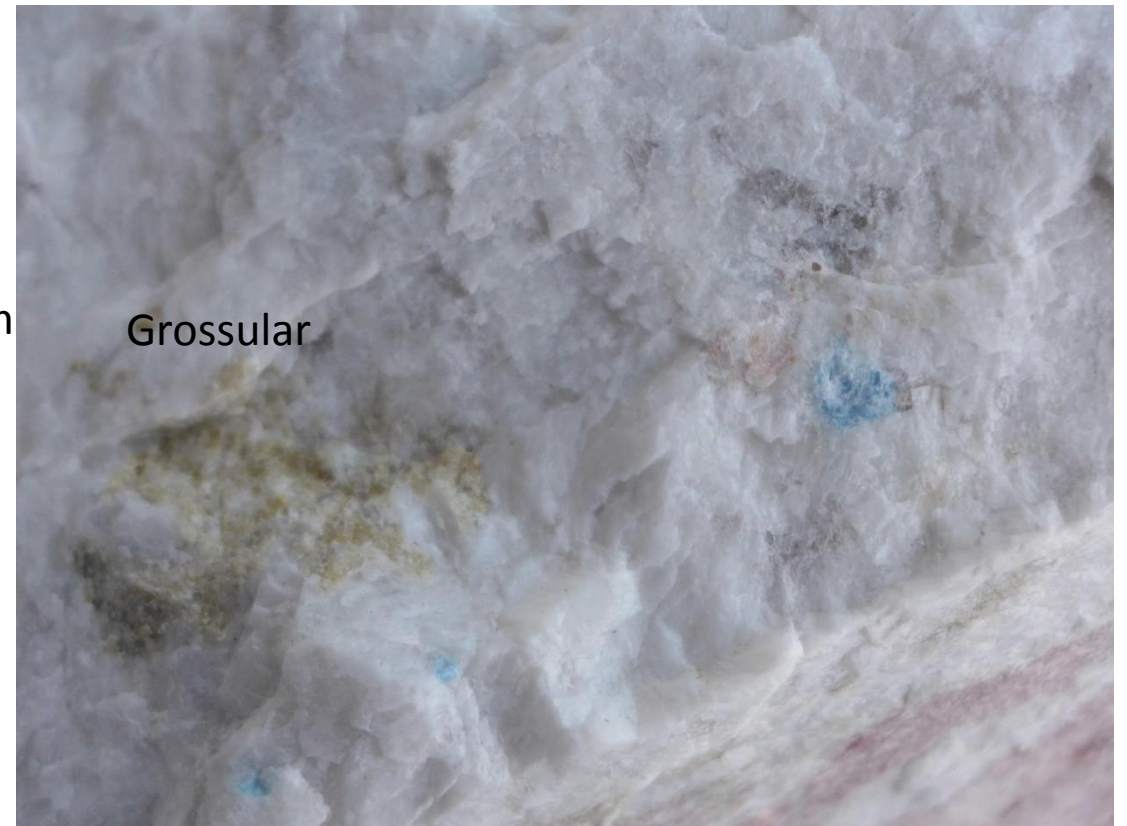
Mineraler kalsitt

- Kalsitt opptrer både som hovedmineraler i den «rikeste», ofte sprø/»melne» thulittbergarten (10-15%), som som tertiære årer i omvandlet/oppsprukke thulittbergarter (kritthvitt, flakig/»grovkornet»), og mer uvanlig som klumper i rosa zoisitt, da gjerne med pene zoisittkrystaller.



Mineraler apatitt

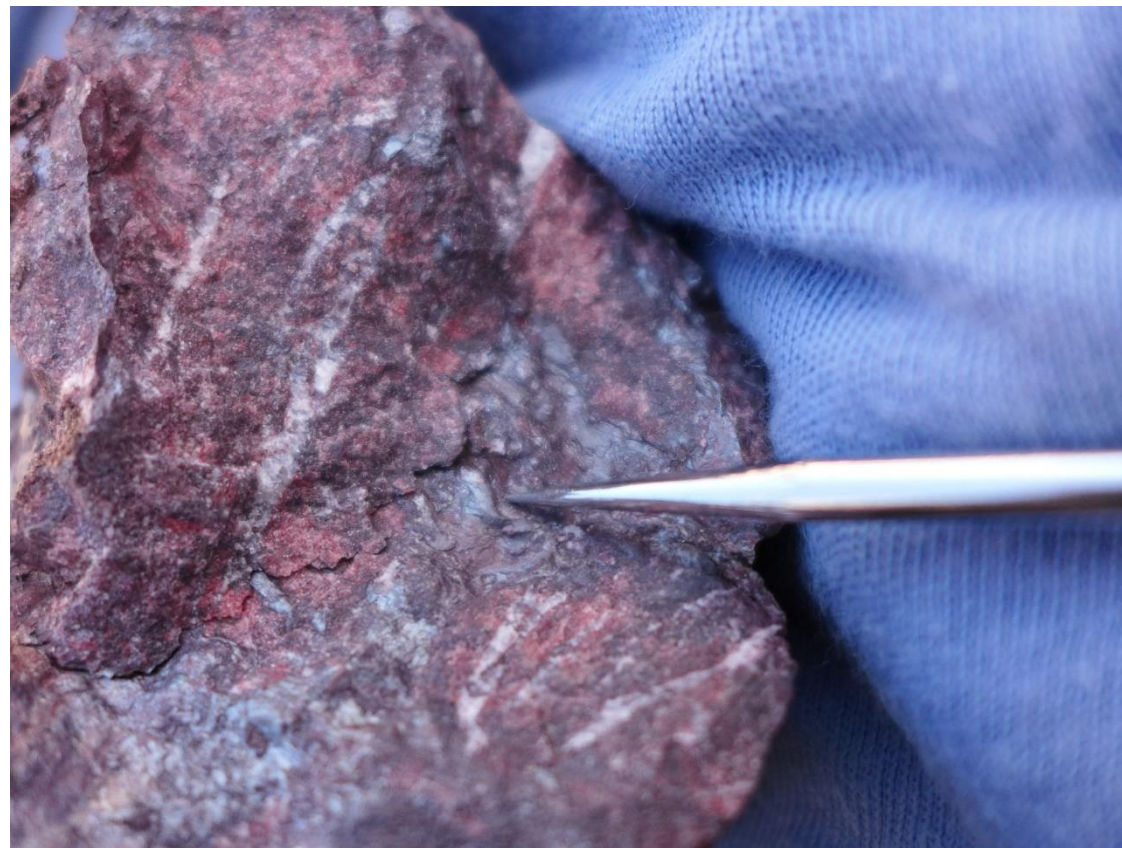
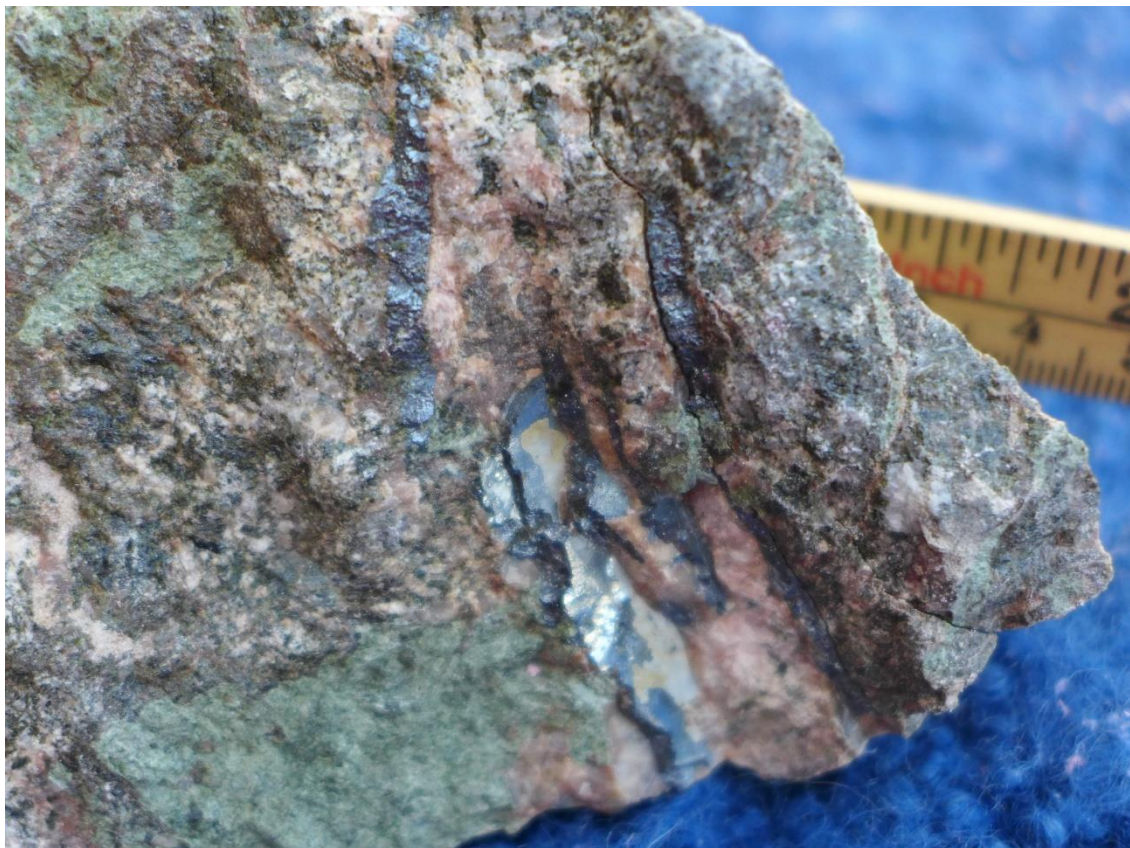
- Apatitt ble først observert som lyst turkisblå korn til 1 cm i hvite feltspatårer, funnet meget sporadisk på fyllingene (Fenes)



Senere også funnet i noen spredte observasjoner i andre parageneser (venstre), da ofte lysere blå. Noe apatittlignende materiale til analyser.

Mineraler hematitt/ilmenitt

- Eneste opake faser, stort sett som del av omvandlingssoner i thulittbergarter og ofte i tilknyttede sidebergarter, dels «hematittisering». Først antatt kun hematitt, men en del sort strek (= ilmenitt)



Mineraler amfibol

- Sjeldent i selve thulittbergartene, men sett sporadisk i hvit pegmatitt, funnet så langt kun på fyllinger ved M5.
- Vanligere i div. sidebergarter, dels grovkornede amfibol-epidot-feltspatbergarter med nekformete xls, osv.



Mineraler *uranpyroklor*

- Funn av runde, brune korn, ofte med gul omvandlingszone ble funnet i noen få stuffer med hvit pegmatitt (kun fra fyllingene ved Fenes), og sendt inn for analyse.
- Opptil 2 cm er sett. Vanskelig visuelt å skille fra brun epidot, men bl.a. annen kløv.

	Brunt radioaktivt mineral
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



Mineraler vesuvian

- Nyfunn fra sommeren, gjort av Elin B Sagvold, i en større, tilfeldig blokk fra hovedfyllingen ved M7 (nord for tunnelen)
- Dels subhedrale xls til 2/3 cm i en spennende grunnmasse, i ellers feltspatrike soner i thulittbergart.
- Analysert XRD på Tøyen (Astrid Haugen)
- Sterkt blåliggrønn, og vi avventer kjemisk analyse mht Cu-innhold!



Mineraler øvrige

- Zeolitter (stilbitt/laumontitt)
- Malakitt (meget usikker)
- Fluoritt (til analyse)
- + flere ukjente pr. okt. 2019



Mineralisering

- Det er foreslått at mineraliseringen rundt thulittbergartene kan deles i fire stadier
- 1. Thulittbergarter oppstått i tilknytning til svakhetszone parallelt Møre-Trøndelag forkastningszone
- 2. Intrusjon av pegmatitter av ulike art, dels med xenolitter av omliggende thulittbergart
- 3. Årer av kvarts og eller feltspat, som dels intruderer pegmatittene
- 4. Seine årer med kalsitt eller klinoklor, og etter hvert prehnitt og zeolitt
- Tydelig spor fra tektoniske bevegelser i mineraliseringen, og i sideartene med svakhetssoner og sterkt omvandla gneisbergarter observert på fyllingene.

- Mineralogiske likheter med thulitt-cyprinforekomsten ved Sauland, Telemark bør sjekkes

- Volum av utsprengt thulittstein antatt 2000-2500 m³.

Teaser 1

- Zorro



Teaser 2

- Mini-xenolitter
à 3 cm



Teaser 3

- Strukturrik



Teaser 4

- Pegmatitt med titanitt og forvitret uranpyroklor, hva er det gule, sekundære?



Status oktober 2019

- Fortsatt mye tilgjengelig materiale, men fyllingene er under bearbeiding
- Fyllingene ved M7 blir trolig borte, og M5 kan lite tilgjengelig i framtiden
- Antas at fylling bak snekkeriet blir liggende lenger, Fenes er usikker, dels planert pr. 10.10.19.
- Thulittstein av den mest sprø/»melne» typen har pr. mai 2019 allerede gått i oppløsning til pulver/suppe.
- Kommersiell interesse
- Stor interesse blant samlere
- Foredrag NGU ?
- Takk til Statens Vegvesen v/Olav Duesten

