

NGU Rapport 2004.061

Undersøkelse av Li-pegmatitter i Nord-
Helgeland

Rapport nr.: 2004.061		ISSN 0800-3416	Gradering: <i>åpen</i> Fortrolig til 31.12.05
Tittel: Undersøkelse av Li-pegmatitter i Nord-Helgeland			
Forfatter: Peter M. Ihlen		Oppdragsgiver: Yara Formates ASA/NGU	
Fylke: Nordland		Kommune: Gildeskål, Meløy, Rødøy og Lurøy	
Kartblad (M=1:250.000) Mo i Rana		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1929-1 Gildeskål, 1928-1 Glomfjord, 1928-2 Svartisen, 1928-3 Melfjorden, 1928-4 Meløy, 1828-1 Bolgværet, 1828-2 Rødøy, 1927-4 Sjona, 1827-1 Lurøy	
Forekomstens navn og koordinater: se Tabell 5		Sidetail: 42	Pris:
Feltarbeid utført: 6-15 oktober 2004		Rapportdato: 31.12.04	Prosjektnr.: 263127
		Ansvarlig: <i>Are Korneliusen</i> Are Korneliusen	

Sammendrag:

Rapporten beskriver undersøkelser av pegmatitter i Nord-Helgeland pegmatittdistrikt med formål å identifisere pollucitt-førende typer, såkalte LCT-pegmatitter. Publiserte data og manglende opptreden av tidsmessige relaterte granitter indikerer at pegmatittsmeltene er derivert fra oppsmeltete tidlig-proterozoiske ortogneiser og nedfoldete kaledonske suprakrustale bergarter. Befaringer av 40 forskjellige pegmatittkropper har vist at de representerer minst to generasjoner som i henhold til publiserte og upubliserte aldersdateringer begge er av devonsk alder. Den første generasjonen omfatter pegmatittiske granitter og keramiske pegmatitter og den andre består i tillegg av mer fraksjonerte Be- og Li-pegmatitter, ofte sonerte med mye muskovitt. To nye Li-anrikete pegmatitter ble påvist under feltarbeidet. To av de tidligere kjente Li-pegmatittene ved Ørnes og Ågskardet fører mineralparageneser og metasomatiske omvandlinger (albittisering og cleavelanditt-dannelse) som er typisk for mange LCT-pegmatitter. Ågskardpegmatitten som danner en steiltstående linseformet kropp på 36 m x 160 m, ble kartlagt i detalj. Den er dårlig blottet, men omfatter en komplekst oppbygget LCT-pegmatitt med sjeldne-metall mineraliseringer i tilknytning albittiserte partier. Mineralsamlere har hittil påvist 34 forskjellige mineraler i pegmatitten hvorav de viktigste fra et økonomisk synspunkt er spodumen, beryll, columbitt, microlitt og cassiteritt. Pollucitt er et meget vanskelig mineral å identifisere i felt og derfor har 293 mineraler med pollucitt-lignende utseende fra området 5 Li-pegmatitter (250 fra Ågskardet) blitt undersøkt kjemisk ved fargereaksjon. Ingen ga utslag for pollucitt. På grunnlag av ICP-MS analyser av Rb, Cs, Sr og Ba i håndplukkete konsentrater av alkalifeltspat er potensialet for opptreden av sterkt fraksjonerte pollucitt-pegmatitter vurdert til å være lavt. De beste mulighetene for utnyttelse av de stedvis meget store pegmatittene er uttak av spodumen eller super-ren kvarts, eventuelt i kombinasjon med biprodukter av feltspat, medium-ren kvarts, muskovitt, beryll og/eller Ta-Nb-oksyder. Potensialet for opptreden av økonomiske forekomster av spodumen anses som godt og en kort befaring av store pegmatitter i utvalgte områder anbefales derfor. Kvarts i innsamlete prøver vil bli analysert med LA-HR-ICP-MS for å teste innholdet av gitterbundete sporelementer som må være meget lavt for å nå super-rene kvaliteter.

Emneord: Fagrapport	Industrimineraler	Pegmatitter
Pollucitt	Ågskardet forekomst	Li-mineraler
Feltspatkjemi	Beryll	Geologi

INNHold

1. INNLEDNING	6
2. SJELDNE-METALL PEGMATITTER.....	7
3. ÅGSKARDET Li-PEGMATITT (25)	13
3.1 Generell geologi	13
3.2 Mineralogi og sonering	17
3.3 Polucitt-test.....	22
4. PEGMATITTER PÅ REGIONAL SKALA	23
5. FELTSPAT-GEOKJEMI	33
6. TOTALVURDERING AV INNSAMLETE DATA.....	35
7. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER.....	40
8. REFERANSER	41

FIGURER

Fig. 1. Forenklet geologisk kart over Nordland med angivelse av LCT- (rød strek) og NYF- (svart) type pegmatitt-distrikter. Svart rektangel angir det undersøkte området gitt i Fig. 17.

Fig. 2. Prinsippsskisse som viser fordelingen av sjeldne-metall mineraliseringer over en kildebergart, her granitt (Trueman og Černý, 1982).

Fig. 3. Skjematisk vertikalt snitt av forskjellige pegmatitt-typer på forskjellige nivå i skorpen og eventuelt i sonerte pegmatitt-felt (dels etter Černý, 1982).

Fig. 4. Kartutsnitt fra kbl. Furøyodden (DP 203-5-2, økonomisk kartverk) som viser tolket omriss (rød) av Ågskardpegmatitten og kartutsnittet i Fig. 5a (svart ramme). Pegmatitten er sannsynligvis formet som en linjal med ca. 45° stupning mot øst. Vestenden representerer dermed nedre kant av linjalen og østenden øvre kant.

Fig. 5a. Geologisk kart over bruddområdet i Ågskardpegmatitten med angivelse av vertikalsnitt gitt i Fig. 5b hvor også tegnforklaring finnes.

Fig. 5b. Vertikalsnitt langs vestveggene i de to øvre bruddene i Ågskardpegmatitten med tegnforklaring som også gjelder for Fig. 5a.

Fig. 6. Utsyn vestover mot nedre brudd (dekket av tipp) og inngangen til de to midtre bruddene (begge sider av furu sentralt i bildet) i Ågskardpegmatitten. Legg merke til det tykke mosedekket.

Fig. 7. Mikrolinkrystaller sammenvokst med turmalin som er invadert av kvarts med rød granat langs et nettverk av sprekker.

Fig. 8. Alkalifeltspat-krystall i sammenvoksning med grafisk kvarts.

Fig. 9. Grønn apatittkrystall sammenvokst med kvarts og muskovitt mellom store kremfargete krystaller av alkalifeltspat.

Fig. 10. Storbladet biotitt i grovkrystallin alkalifeltspat på grensen mellom biotittsonen og albittisert pegmatitt like utenfor høyre bildekant (se Fig. 12). Nordkanten av det sørlige øvre brudd.

Fig. 11. Granat-kvartsårer i plagioklas-alkalifeltspat pegmatitt i nordre kontaktsone i kanten av nedre brudd.

Fig. 12. Blålig albitt-omvandling i blek rosa masse av grovkrystallin alkali-feltspat med grove blader av biotitt i øvre og venstre del av bildet på overgangen til biotittsonen (Fig. 10). Små mørke flekker langs kanten av albittitten er schör/elbaitt. Nordkanten av det sørlige øvre bruddet.

Fig. 13. Svakt albittiserte og kvartsårete alkalifeltspatkrystaller med rosa sprekk-belegg av cookeitt (Li-silikat). Løsblokk i nordlige øvre brudd.

Fig. 14. Pegmatittganger i grunnfjellet langs yttersiden av Bukkøya ved innløpet til Tjongsfjorden. I bakgrunnen Værnestind med noen svakt foldete pegmatittlinser som kan skimtes i den bratte fjellsiden nær venstre bildekant.

Fig. 15. Pegmatitter i lia av Klemettinden på nordsiden av Bjerangsfjorden ca. 4 km ØSØ for Stordalstind og 5 km øst for Engavågen.

Fig. 16. Restene av en stor Li-pegmatitt i ultramafiske bergarter i Mosvollveggen (6) over riksvei 17 like nord for Ørnes sentrum. Den hvite veggen er ca. 40 m høy. Det meste av pegmatitten finnes som blokker i den overgrodde ura ned mot veien.

Fig. 17. Kart som viser fordelingen av pegmatitter i den søndre del av Nord-Helgeland pegmatittdistrikt. Numrering av befarte pegmatitter som i Tabell 5. Store symboler angir store forekomster. Nummere i rødt omtales i teksten. Geologisk grunnlag etter Gustavson og Hjelle (1991).

Fig. 18. Kaledonske skifre gjennomsett av to generasjoner av pegmatittganger. Den første som viser tegn til boudinering, har samme strøkretning som den litologiske båndingen. Odde på østsiden av innseilingen til Vågaholmen (UTM: 423900 7399500).

Fig. 19: Tynn beryll-førende åre av sonert granat-turmalin-muskovitt pegmatitt som gjennomsetter gang av muskovitt-rik pegmatittisk granitt med miarolittiske hulrom dekket av 1-5 cm alkalifeltspat krystaller. Brattholmen, sør (3b).

Fig. 20a. Rb vs K/Rb plott av alkalifeltspat fra forskjellige pegmatitt-typer. Økende fraksjonering av Rb i pegmatittene mot nedre høyre hjørne.

Fig. 20b. Forenklet utgave av Fig. 20a som viser maksimums- og minimumsverdiene for de enkelte pegmatitt-typer. Fraksjoneringstrenden fremgår av maksimumsverdiene.

Fig. 20c. Plott av grunnfjellsgneiser (grønn; Skår, 2002) og feltspat fra Nord-Helgeland (rød), Froland (NYF; blå), Li-Ta-typer (lys grønn) og pollucitt-type (lilla, Tanco) To sistnevnte fra Černý et al. (1985).

Fig. 21a. Cs-K/Cs plot av feltspat fra forskjellige pegmatitt-typer. Legg merke til at Be-pegmatittene (grønn) er mer fraksjonert på Cs enn Be-Li- og Li-Ta-Nb-Be-typen.

Fig. 21b. Forenklet utgave av Fig. 21a som viser fraksjoneringstrenden for Cs. Den er noe annerledes enn Rb i Fig. 20b, bl.a. når maksimalverdier brukes.

Fig. 21c. Sammenligningen mellom Cs i alkalifeltspat fra pegmatitter i Nord-Helgeland (rød), Li-Ta-pegmatitter (grønn) og pollucitt-pegmatitt (lilla, Tanco). To sistnevnte fra Černý et al. (1985).

Fig. 22. Oversikt over fordelingen av laveste verdier for K/Rb (rød) og K/Cs (blå) i alkalifeltspat i forskjellige pegmatittkropper i Nord-Helgeland. Lokalitetsnummere er gitt i Fig. 17.

TABELLER

Tabell 1: Oversikt over rekkefølgen av forskjellige pegmatitt-typer fra innerste (1) til ytterste sone (8) i et sonert felt med mineraliserte LCT-pegmatitter (Černý, 1982). Lyse grønne felter angir påviste typer i Nord-Helgeland. Lys lilla er usikker og grå omfatter ikke påviste typer.

Tabell 2: Klassifisering av sjeldne-metall pegmatitter inkludert NYF-, beryll-, LCT- og albitt-pegmatitter etter Černý (1991). Elementer i uthevet skrift har potensiale for utnyttelse som hovedprodukt. En eller flere av de andre kan representere biprodukt (se også Tabell 3).

Tabell 3: Klassifisering av pegmatitter i henhold til Černý (1991) med angivelse av økonomisk potensial og dannelsesforhold.

Tabell 4: Oversikt over mineraler i Ågskard-pegmatitten. Hovedmineraler i lys blått felt, underordnede mineraler i lys grønt felt og sjeldne mineraler i blek lilla felt. I tillegg finnes det 8-10 uidentifiserte mineraler (H. C. Olsen, pers. meddel., 2004). Se også Vedlegg 1.

Tabell 5: Mineralogiske og geologiske karakteristika for de befarte pegmatittene i Nord-Helgeland. Forkortelser i henhold til Vedlegg 1 og 2B.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Oversikt over kjemisk sammensetning av mineraler nevnt i tekst, figurer og tabeller med angivelse av anvendte forkortelser. Mineralene er satt opp i alfabetisk rekkefølge.

Vedlegg 2A: Hoved- (ICP) og sporelementanalyser (ICP-MS) av feltspater med prøvebeskrivelse. Understreket prøvenummere er paralleller, uthevet skrift reanalyser og kursiv doble prøver av fargesonerte krystaller.

Vedlegg 2B: Hoved- og spoelementanalyser sortert på pegmatitttyper med aritmetisk gjennomsnitt av doble prøver/analyser og beregnede elementforhold. Forkortelser er gitt på siste side.

1. INNLEDNING

Pegmatitter, til dels med beryll har vært kjent i Nord-Helgeland pegmatitt-distrikt (Fig. 1), siden kartlegningen av distriktet tok til på begynnelsen av forrige århundre (Marstrander, 1911; Rekstad, 1912; Rekstad, 1913; Holmsen, 1932). Det finnes dessuten gamle forsøksdrifter på feltspat som er registrert i NGUs industrimineraldatabase. Mo-førende pegmatitter ble påvist i Gildeskål og Glomfjord under første verdenskrig (Bugge, 1963). Li-mineraler ble derimot først påvist etter siste verdenskrig sannsynligvis som et resultat av driften på muskovitt i pegmatitten på Ågskardet (Oftedal, 1950) og Grønøya (Adamson og Neumann, 1951). Senere har mineralsamlere påvist flere pegmatitter med beryll og et sted med Li-turmalin (elbaitt). Men ingen av de over nevnte pegmatitter har vært undersøkt i særlig grad av profesjonelle geologer og derfor er kunnskapen om dem svært begrenset. Den mest kjente av pegmatittene fra et mineralogisk ståsted er den ved Ågskardet hvor over 30 forskjellige mineraler har blitt påvist (H. C. Olsen, pers. meddel., 2004).

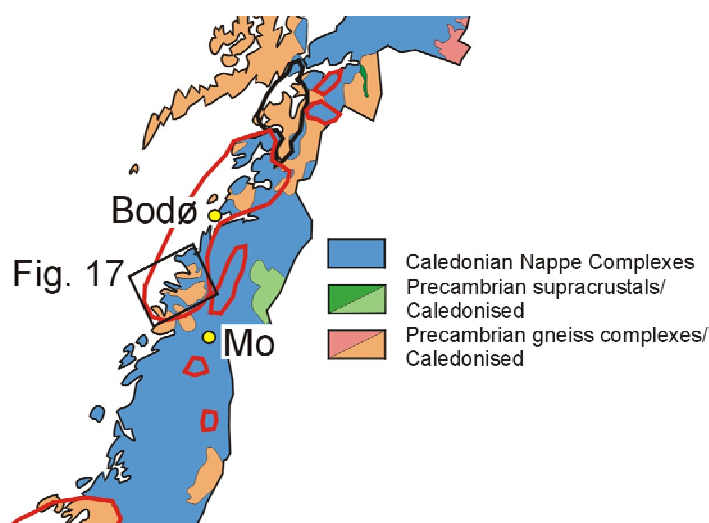


Fig. 1. Forenklet geologisk kart over Nordland med angivelse av LCT- (rød strek) og NYF- (svart) type pegmatitt-distrikter. Svart rektangel angir det undersøkte området gitt i Fig. 17.

Ved en tidligere befarings av Ågskardpegmatitten i juni 2004 i forbindelse med Nordland Mineral¹ ble det konstatert at den mineralogisk viste mange likhetstrekk med såkalte LCT eller Li-Cs-Ta pegmatitter, bl.a. ved den hyppige opptreden av Li-mineraler (spodumen, cookeitt, lepidolitt og elbaitt), Ta-Nb-oksyd mineraler (mikrolitt, columbitt) og cassiteritt (SnO_2) (se Vedlegg 1 for mineralenes elementsammensetning). Den ble derfor ansett å ha potensial for opptreden av cesium-mineralet pollucitt ($\text{CsAlSi}_2\text{O}_6 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), som utelukkende opptrer i sterkt fraksjonerte litium-pegmatitter. Pollucitt er foreløpig ikke identifisert i Norge. En av årsaken til dette kan være at mineralet er vanskelig å identifisere i felt, siden det både med hensyn til utseende og hardhet til forveksling ligner på kvarts og er dermed lett å overse.

Siden Yara Formates sin virksomhet omfatter Cs-kjemikalier og Ågskardpegmatitten tilsynelatende hadde store dimensjoner, ble selskapet kontaktet. Selskapet utformet i samarbeid med sjefsgeolog Tore Vrålstad ved Yara International en undersøkelsestrategi.

¹ Et arbeidsutvalg nedsatt av fylkeskommunen for økt kommersialisering av mineralforekomster i Nordland.

Undersøkelsene av Ågskardpegmatitten (25)² og eventuelt andre Li-pegmatitter i Nord-Helgeland skulle løse følgende problemstillinger:

- Identifisere mulig tilstedeværelse av pollucitt i Ågskardpegmatitten og eventuelt vurdere forekomstens pollucitt-potensial.
- Fastlegge tonnasje- og råstoff-potensialet av Ågskardforekomsten ved å grovkartlegge forekomsten slik at dimensjoner, fordelingen av utnyttbare mineraler og eventuelle soneringsmønstre kunne bestemmes, bl.a. for å snevre inn de potensielt pollucitt-førende partier hvor prøver fortrinnsvis kunne innsamles.
- Befare andre pegmatitter i regionen for å kunne identifisere andre Li-pegmatitter og eventuelle soneringsmønstre som kunne peke mot områder med potensielt pollucitt-førende typer.

Feltarbeid og påfølgende laboratorietester ble gjort av forsker Peter M. Ihlen, NGU, som i felt ble assistert av mineralsamler Hans Christian Olsen. Feltundersøkelsene ble gjennomført i perioden 6-15 oktober 2004. Det var dessverre umulig å skaffe til veie flyfoto over området før feltarbeidet startet, noe som ville ha gjort utvalget av befarte pegmatitter bedre. Begrenset dagslys på denne tiden av året og snøfall ned til 600-800 m.o.h. medførte dessuten at det planlagte arbeidsprogram ble noe amputert, bl.a. måtte bruken av helikopter skrinlegges for befaring av potensielle pegmatitter i høyereliggende områder.

2. SJELDNE-METALL PEGMATITTER

Granittiske pegmatitter omfatter meget grovkrystalline (>3 cm) magmatiske bergarter som hovedsakelig består av kvarts, perthittisk alkalifeltspat (vanligvis mikroklin) og plagioklas (oligoklas), samt små, men varierende mengder av biotitt, muskovitt, granat og/eller turmalin. De danner ganger og linseformete kropper, samt uregelmessige segregasjoner og inndeles ofte i enkle usonerte typer og sonerte pegmatitter. I de fleste pegmatittfelt opptrer begge typer. De sonerte pegmatittkroppene viser en systematisk fordeling av de forskjellige bergartsdannende mineralene enten konsentrisk rundt en kvarts-rik kjerne eller assymetrisk fra ligg til heng eller *vice versa*. Den konsentrisk soneringen kan omfatte anrikning av plagioklas+kvarts langs kontakten mot sidesteinen. Videre innover øker kornstørrelsen fra noen cm til noen dm samtidig med at andelen av alkalifeltspat gradvis øker mot kjernen som kan bestå av massiv kvarts. Kjernen er ofte omgitt av en sone med flere meter-store krystaller av spesielt alkalifeltspat, men også plagioklas og biotitt (blokksonen) i en grunnmasse av kvarts. Ikke alle typer av sonerte pegmatitter fører en massiv kjerne av kvarts. Pegmatittiske feltspater kan både opptre som homogene krystaller eller føre kvarts langs en eller flere krystallflater, såkalt grafisk kvarts eller skriftgranitt når masser av slike krystaller opptrer.

Globalt sett opptrer pegmatittkropper ofte i strukturbetingete belteformete provinser som omfatter flere pegmatittdistrikter og -felter som hver kjennetegnes ved et fast sett av soneringsmønstre med karakteristisk fordeling av pegmatitt-typer, elementer og mineraler på regionalt nivå (2-10 km; Tabell 1). Soneringen i de enkelte felter er utviklet både i vertikal- (Fig. 2) og horisontalplanet og kan omfatte en konsentrisk eller assymetrisk fordeling av pegmatittene i forhold til et kildeområde for smelten, ofte bestående av leukokratiske granitter eller pegmatittiske granitter.

² Alle pegmatittlokaliteter i teksten vil ha et nummer i parentes som henviser til lokalitetsnummere i Fig. 17 og Tabell 5.

Tabell 1: Oversikt over rekkefølgen av forskjellige pegmatitt-typer fra innerste (1) til ytterste sone (8) i et sonert felt med mineraliserte LCT-pegmatitter (Černý, 1982). Lys grønne felter angir påviste typer i Nord-Helgeland. Lys lilla er usikker og grå omfatter ikke påviste typer.

PEGMATITT-TYPE	KARAKTERISTISKE TREKK	MINERALISERING
1) Pegmatittiske granitter	Grove, jevnkornete granitter med velutv. krystaller; dels porfyrisk med megakrystaller av K-feltspat. Noe biotitt eller magnetitt.	Ingen.
2) Keramiske pegmatitter (abyssale)	Mikroklin, plagioklas, kvarts og noe biotitt og turmalin. Grafisk kv.-fsp. vekst.	Ingen eller små mengder Be
3) Muskovitt-pegmatitter	Mikroklin-dominerte, dels med grafisk kvarts. Muskovitt og turmalin.	Be
4) Sonerte mikroklin-albitt pegmatitter.	Muskovitt, -kvarts og turmalin-førende. Partivis albittisert.	Be og Nb-Ta
5) Sonerte mikroklin-albitt pegmatitter.	D.O., men gjennomgripende metasomatose, bl.a. sterk albittisering med assosiert anrikning av sjeldne metaller.	Li, Cs, Ta, og Be
6) Albitt-pegmatitter	Usonert, albitt+kvarts+muskovitt.	Li, Be, Sn og Ta
7) Albitt-spodumen pegmatitter	Usonert, albitt+kvarts+spodumen.	Underordnet Be, Ta og Sn
8) Pegmatittiske kvartsganger	Kvartsgang med tynn rand av pegmatittisk feltspat.	Beryll, cassiteritt og/eller wolframitt

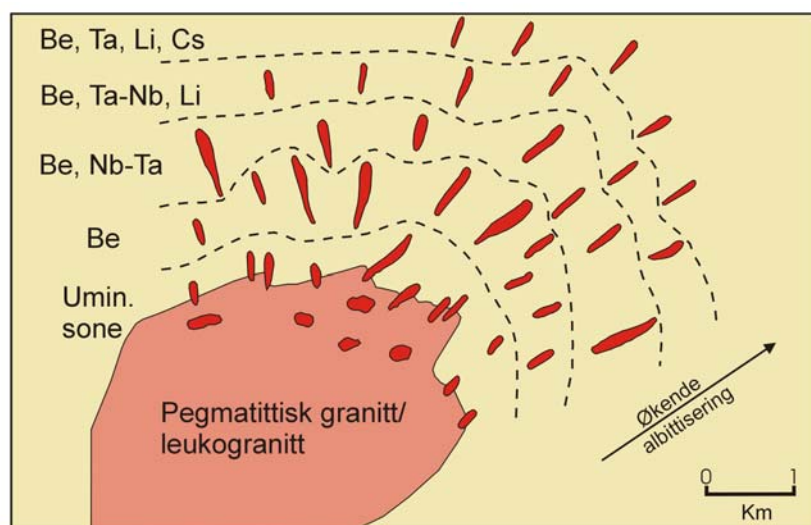


Fig. 2. Prinsippskisse som viser fordelingen av sjeldne-metall mineraliseringer over en kildebergart, her granitt (Trueman og Černý, 1982)

Pegmatittene viser generelt en økende fraksjoneringsgrad med økende avstand fra senteret. Dette medfører at de sjeldne metallene bl.a. Rb progressivt anrikes i pegmatittsmelten som etter hvert vil avblende en hydrotermal væske med høyt innhold av sjeldne metaller som avsettes i hydrotermale årer og omvandlinger i allerede størknete deler av pegmatittene. Disse såkalte sjeldne-metall eller –element pegmatitter (rare metal pegmatites) opptrer i de ytterste sonene av den regionale soneringen hvor anrikningen av f.eks. Rb og Cs i K-feltspat er stor (meget lavt K/Rb og K/Cs forhold).

Sjeldne-metall pegmatitter omfatter to hovedtyper henholdsvis NYF- og LCT-pegmatitter (Tabell 1, 2 og 3). Utviklingen av disse krever at pegmatittsmelten er derivert fra mineraler/bergarter med forhøyet innhold sjeldne metaller. NYF-typen kjennetegnes ved anrikning av niob (**Nb**), yttrium (**Y**), sjeldne jordarter (REE), titan (Ti) og fluor (**F**). LCT-pegmatittene som ofte fører turmalin (B), er derimot anrikt på litium (**Li**), cesium (**Cs**), tantal (**Ta**) og til dels Sn. I Norge er Li-pegmatitter bare observert i den kaledonske pegmatittprovins og i Tørdal i det sør-norske grunnfjellet hvor krysninger mellom LCT- og NYF-pegmatitter finnes. Begge typer er også anrikt på Be som i Tabell 2 omfatter en egen gruppe av pegmatitter. Et karakteristisk trekk ved LCT-pegmatitter er tilstedeværelsen av albitt istedenfor oligoklas og muskovitt istedenfor biotitt som er vanlige i keramiske (abyssale) pegmatitter. Dessuten opptrer mineraliseringer av sjeldne metaller i tilknytning til autometasomatisk (hydrotermal) omvandling av pegmatittmassen rundt kjernen og spesielt i toppen av pegmatitten. Dette medfører bl.a. dannelse av fin- til middelskornete sukkerkornete albititter og/eller masser av bladformet albitt (cleavelanditt) (Fig. 3), samt kvartsårer med assosiert silisifisering og til dels muskovitt-omvandling av feltspaten. I noen av de pollucittførende pegmatittene kan kvartsen i kjernen erstattes av massiv pollucitt som stedvis når dimensjoner på 30 m x 160 m i utgående (Mulligan 1961). Potente pegmatitter for utnyttelse av Li, Ta og Cs er hovedsakelig utviklet i midtre del av jordskorpen (ca. 7-13 km; Fig. 3).

Pollucitt som utelukkende opptrer i LCT-pegmatitter med ekstrem anrikning av ekskluderte elementer (incompatible elements, f.eks. Li, Rb, Cs, Ta), har et utseende som etter undertegnede egen erfaring fra LCT-pegmatitter på Kola-halvøya (Vasin-Myl'k) best kan beskrives som en krysning mellom lys grålig transparent perthittisk alkalifeltspat og svakt melkefarget kvarts. Polucitt har en hardhet som ligger mellom kvarts (7) og feltspat (6) og viser som kvarts konkoidale bruddflater. Den perthitt-lignende tekstur skyldes omvandling til analcim eller albitt langs mikrosprekker.

Den beste måten å teste mulig opptreden av pollucitt er ved bruk av en dråpe-test som er beskrevet av Mulligan (1961). En dråpe av konsentrert flussyre dryppes på testmineralet etterfulgt av en dråpe med maursyre med oppløst kaliumjodid og vismutoksyd. Opptreden av Cs (27 % CsO₂ i pollucitt) vil gi en sterkt rød farge på mineraloverflaten i motsetning til oransje, tilsvarende maursyreblendingens farge, for andre mineraler. Grunnet bruk av konsentrert flussyre må testen utføres i avtrekkskap med verneutstyr og er derfor uegnet for anvendelse ute i felt.

Potensielle områder og pegmatitter for opptreden av sjeldne-metall mineraliseringer kan sammenfattes i følgende punkter:

- LCT-pegmatitter er hovedsakelig utviklet i midtre del av skorpen (7-13 km) og opptrer ofte, men ikke alltid, i tilknytning til større granittmassiv bestående av leukokratiske og/eller pegmatittiske peraluminøse granitter (S-type) som er dannet ved oppsmelting av bergarter anrikt på sjeldne metaller i den dypere delen av skorpen.

- Pegmatittene er sterkt fraksjonerte med anrikning av spesielt Li, Ta, Be, Rb og Cs, og med lavt innhold av Sr, Ba og Fe-Mg, dvs. lite ferromagnesium-mineraler som biotitt og hornblende. Innholdet av Nb i Ta-mineralene avtar med økende fraksjonering og rene Ta-mineraler (tantallitt) er derfor fremherskende i pollucitt-pegmatitter.
- Pegmatittene er sonert oppbygget og fører albitt som primært magmatisk mineral.
- Mineraliseringer av sjeldne metaller er knyttet til kvartskjernen og omgivende albittisert feltspatmasse i den intermediære sone (Fig. 3).

Tabell 2: Klassifisering av sjeldne-metall pegmatitter inkludert NYF-, beryll-, LCT- og albitt-pegmatitter etter Černý (1991). Elementer i uthevet skrift har potensiale for utnyttelse som hovedprodukt. En eller flere av de andre kan representere biprodukt (se også Tabell 3).

PEGMATITT-TYPE	UNDERGRUPPE	KJEMISK SIGNATUR	TYPISKE SJELDNE-METALL MINERALER	MENGDEFORHOLD FELTSPAT OG GLIMMER
NYF/sjeldne jordarter (REE)	<i>Allanitt-monazitt</i>	LREE , U, Th, (P, Be, Nb>Ta)	Allanitt, monazitt	Alkalifelts.>plag.-albitt; bio. > musk.
	<i>Gadolinit</i>	Y, HREE, U , Be, Nb>Ta, F, (Th, Ti, Zr)	Gadolinit, fergusonitt, euxenitt, (topas, beryll)	
Beryll	<i>Beryll-columbitt</i>	Be , Nb>Ta, (±Sn, B)	Beryll, columbitt-tantalitt	Alkalifeltsp.>albitt, Muskovitt>biotitt
	<i>Beryll-columbitt-fosfat</i>	Be , Nb>Ta, P, (Li, F, ±Sn, B)	Beryll, columb.-tant., triplitt, triphylitt	
LCT/komplekse	<i>Spodumen</i>	Li, Rb, Cs, Be, Ta-Nb , (Sn, P, F, ±B)	Spodumen, beryll, tantalitt-columbitt, (amblyg., lepidolitt, pollucitt)	Alkalifelts.~=albitt, Muskovitt>biotitt
	<i>Petalitt</i>	Li, Rb, Cs, Be, Ta>Nb , (Sn, Ga, P, F, Hf, ±B)	Petalitt, beryll, tantalitt, (amblyg., lepidolitt)	
	<i>Lepidolitt</i>	Li, F, Rb, Cs, Be, Ta>Nb , (Sn, P, ±B)	Lepidolitt, topas, beryll, microlitt, (pollucitt)	
	<i>Amblygonitt</i>	P, Li, Rb, Cs, Be, Ta>Nb , (Sn, ±B)	Amblygonitt, beryll, tantalitt, (lepidolitt, pollucitt)	
Albitt	<i>Spodumen</i>	Li (Sn, Be, Ta, ±B)	Spodumen, (cassiteritt, beryll, tantalitt)	Albitt>alkalifeltsp., muskovitt er eneste glimmer.
	<i>Tantalitt</i>	Ta, Be, (Li, ±Sn, B)	Tantalitt, beryll, (cassiteritt, lepid.)	Albitt>>alkalifeltsp., muskovitt

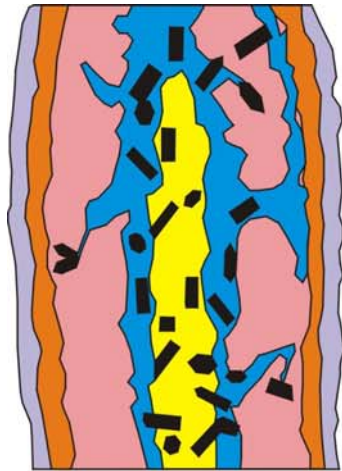
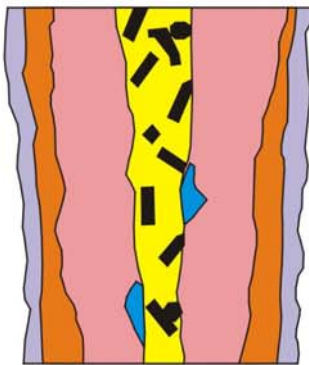
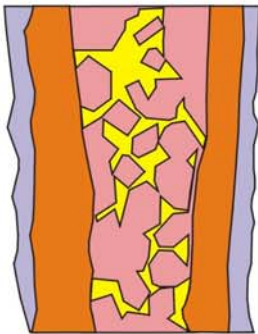


Fig. 3. Skjematisk vertikalt snitt av forskjellige pegmatitt-typer på forskjellige nivå i skorpen og eventuelt i sonerte pegmatitt-felt (dels etter Černý, 1982).

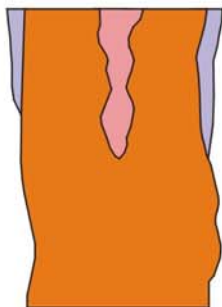
Sjeldne-metall pegmatitt (Li-Ta-Cs) med sterkt mineralisert kvarts-kjerne og albittomvandling i blokkzone av mikroklin, albitt og/eller spodumen. Ågskardet (25).



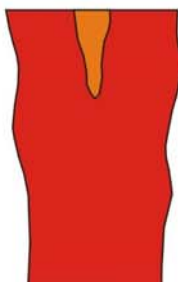
Sjeldne-metall (Be) pegmatitt med mineralisert (svart) kvartskjerne (gul) omgitt av blokkzone (rosa) med begynnende albittomvandling (blå). Grønøya (19)



Sonert muskovitt-pegmatitt med kjerne av grovkrystallin kvarts og feltspat omgitt av feltspatmasse (oransj) med grafisk kvarts og muskovitt-soner. Kontaktsone av muskovitt, kvarts og plagioklas (lys fiolett). Grønøya/Ørnes (6)



Sonert kjeramisk pegmatitt med kjerne av grovkrystallin mikroklin (rosa) omgitt av mikroklin-plagioklas masse med grafisk kvarts (oransj) og plagioklas-rik kontaktsone. Bjørnhaugen (38).



Pegmatittisk granitt (rød) med grovkrystalline pegmatitt-segregasjoner sentralt i kroppen. Brattholmen (3)

Tabell 3: Klassifisering av pegmatitter i henhold til Černý (1991) med angivelse av økonomisk potensial og dannelsesforhold.

KLASSE	GRUPPE	ELEMENT SIGNATUR	ØKONOMISK POTENSIAL FOR METALLER	SKORPENIVÅ (METAMORF FACIES)	ROMLIG FORHOLD TIL GRANITTER
Abyssale (keramiske)		U, Th, Zr, Nb, Ti, REE, Mo	Lavt (til moderat). (Drift på feltspat og kvarts.)	Lav- og høy-P granulitt-facies til øvre amf.facies. 12-30 km (4-9 kb, 700-800°C).	Ingen , lokalt anatektiske neosom-segregasjoner.
Muskovitt		Li, Be, Y, REE, Ti, U, Th, Nb>Ta	Lavt (til moderat). (Drift på feltspat, glimmer og kvarts.)	Høy-P, Barrovisk amfibolitt fac. (kya./sill.). 15-25 km (5-8 kb, 580-650°C).	Ingen , lokalt assosiert med anatektiske granitter.
Sjeldne metaller (sjeldne elementer)	LCT	Li, Cs, Ta>Nb, Rb, Be, Ga, Sn, Hf, P, F	Lavt til høyt. (Drift på smykkestein og industrimineraler, f.eks. spodumen og petalitt.)	Lav-P, Abukuma-type amfibolitt facies (til øvre grønnskifer facies). 7-13 km (2-4 kb, 500-650°C).	Utenfor granitter , i mindre grad internt i granitter og i sidesteinen langs granitt-kontakten.
	NYF	Nb>Ta, Y, F, REE, Ti, U, Th, Zr	Lavt til høyt. (Drift på feltspat og kvarts)	Høy til lav-P, Barrovisk til Abukuma-type amfibolitt til øvre grønnskiferfacies (varierende). 10-20 Km , (3-6 kb, 500-650°C).	Internt i granitter eller i sidesteinen langs granitt-kontakten
Miarolittiske	NYF	Be, Nb>Ta, Y, F, REE, Ti, U, Th, Zr	Lavt. (Drift på smykkesteiner)	pumpellyitt-prehnitt- til grønnskifer-facies. 3-7 km .	Internt i granitter eller i sidesteinen langs granitt-kontakten

3. ÅGSKARDET Li-PEGMATITT (25)

Pegmatittforekomsten som ligger i bjerkeskogen i vestlia av Trongkleiven, ligger et par hundre meter vest for gården Bjørkheim og 2 km nordvest for ferjeleiet på Ågskardet (se Fig. 17). Forekomsten ble grovt kartlagt i løpet av 3 dager og resultatet fremgår av Fig. 4 og 5a-b. Grovbladig muskovitt ble tidligere tatt ut i 5 små brudd, hvorav de viktigste var de to midtre bruddene og det nederste. Disse ligger oppover lia over en lengde på ca. 50 m og med vertikal nivåforskjell på ca. 20 m mellom nedre (øst; 30 m.o.h.) og øvre brudd (vest, Fig. 5a). Skjæringen i gneisene på nordvest-siden av pegmatitten ble påbegynt for å avbygge lavere nivåer av de øvre bruddene mot sør. Berggrunnen i området er bare dekket av et tynt lag med morene. Til tross for dette er pegmatitten meget dårlig blottet og det finnes ingen blotninger av pegmatitten utenfor bruddområdet. Kombinasjonen av store nedbørsmengder og løvskog har ført til dannelsen av et tykt lag av mose og råtent løvverk (20-50 cm). Gode blotninger av pegmatitten finnes derfor bare i veggene av de gamle muskovittbruddene (Fig. 6). Utenom kantene av disse finnes det sparsomt med blottet fjell som hovedsakelig stikker frem i steile skrenter som antydnet i Fig. 5a.

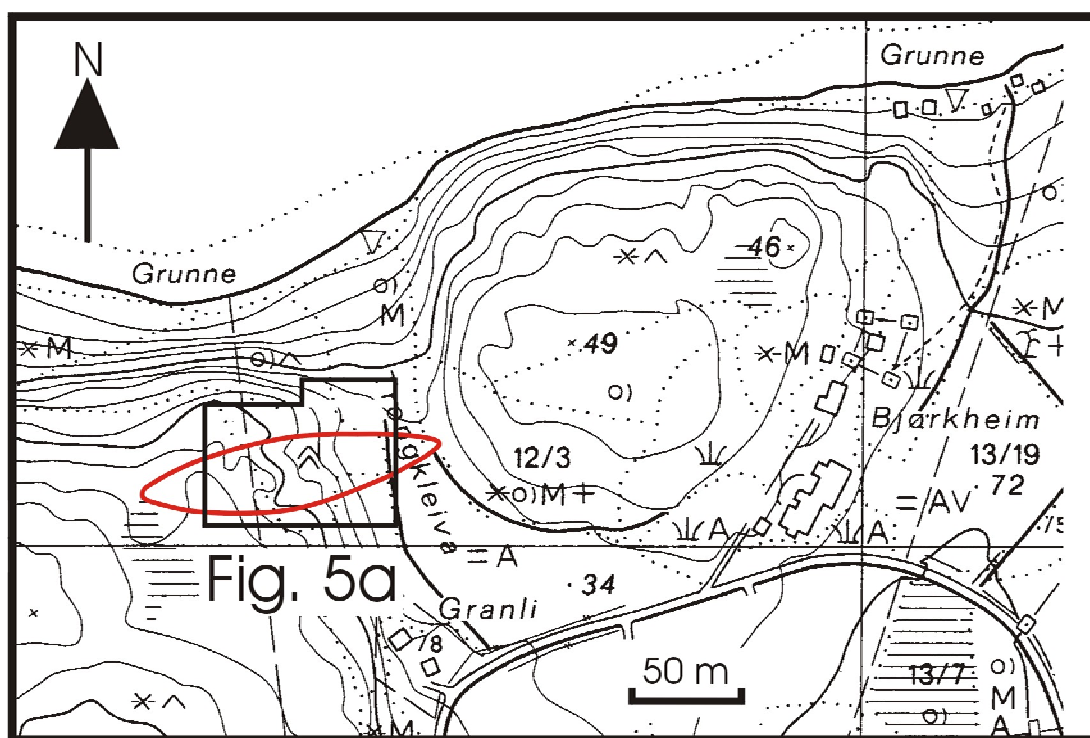


Fig. 4. Kartutsnitt fra kbl. Furøyodden (DP 203-5-2, økonomisk kartverk) som viser tolket omriss (rød) av Ågskardpegmatitten og kartutsnittet i Fig. 5a (svart ramme). Pegmatitten er sannsynligvis formet som en linjal med ca. 45° stupning mot øst. Vestenden representerer dermed nedre kant av linjalen og østenden øvre kant.

3.1 Generell geologi

Pegmatitten som har VSV-ØNØ strøk, danner en steilt stående linseformet kropp med strøklengde og bredde på henholdsvis 160 m og 36 m. Dens lengde er estimert i henhold til tolkningen i Fig. 5 og at det ca. 60 m vest for de øvre bruddene finnes en godt blottet skrent

ÅGSKARDET Li - PEGMATITT

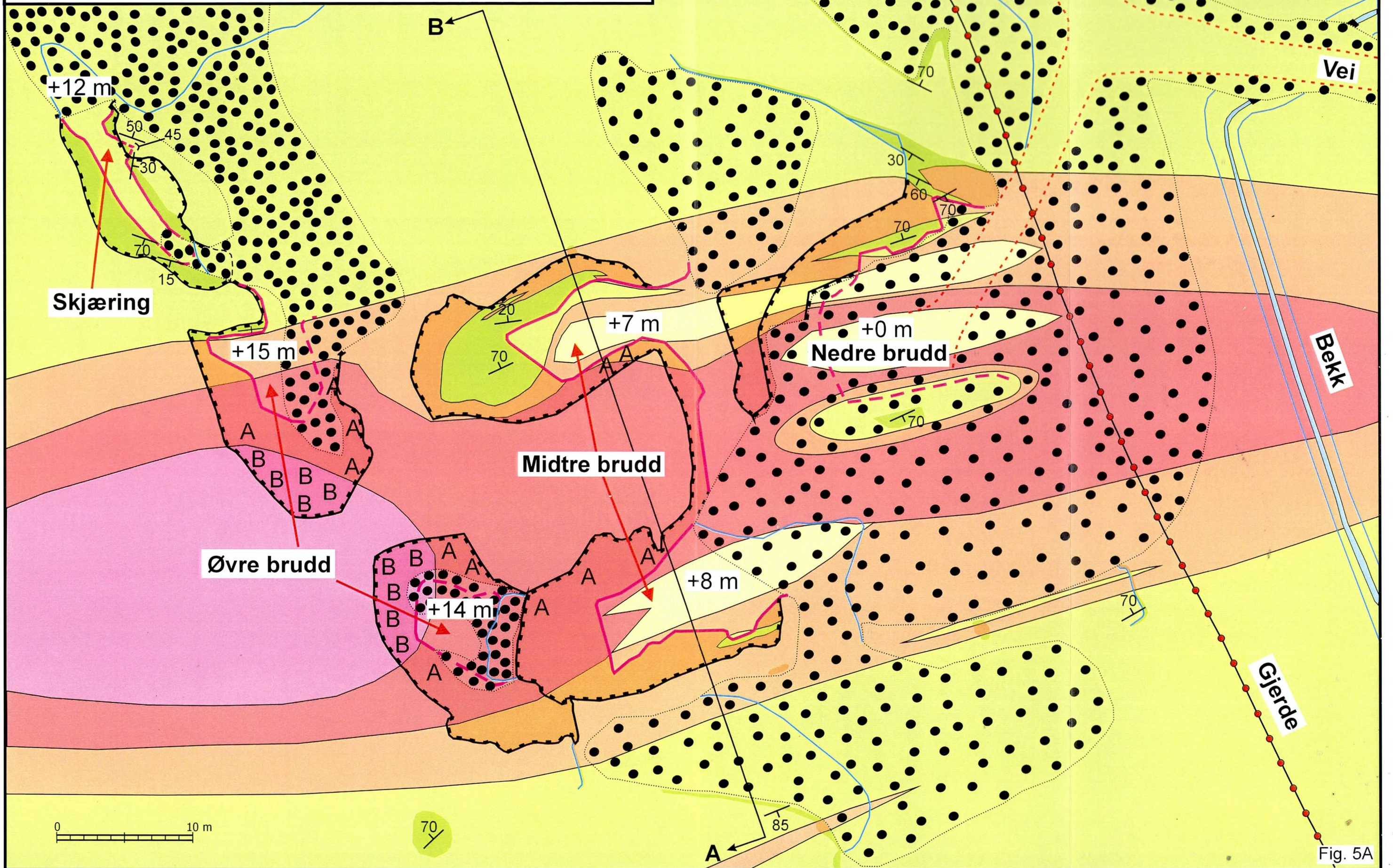


Fig. 5A

SKJEMATISK VERTIKALSNITT

A (SSØ)

(NNV) B

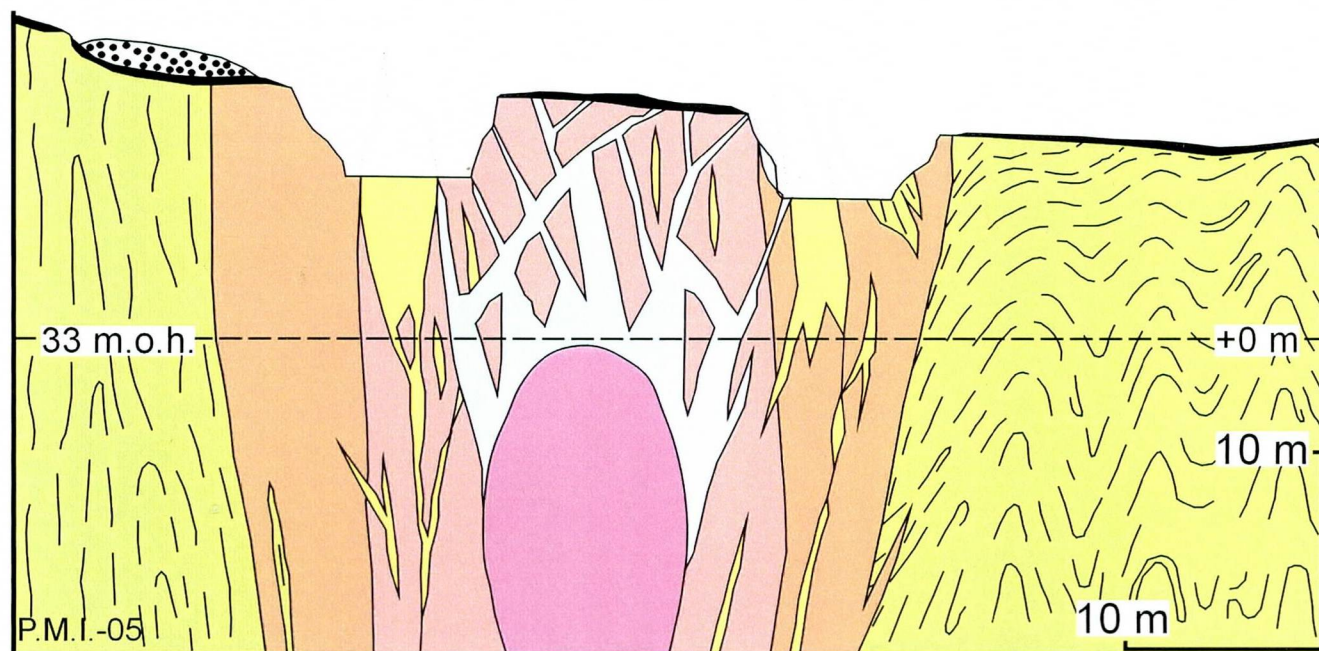


Fig. 5 B

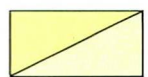
TEGNFORKLARING:



Løsmasser (bare i vertikalsnitt)



Albittiserte soner med sjeldne-metall mineraler (bare i vertikalsnitt)



Kvarts-muskovitt-årer og -linser; blottet/overdekket



Antatt kvarts-kjerne med biotitt-rik (B) blokkzone langs kanten; blottet/overdekket



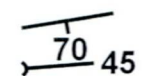
Intermediær sone med grovkrystallin alkalifeltspat (>0,5 m), kvarts og turmalin; blottet/overdekket. A angir albittiserte partier.



Kontaktsone av plagioklas (albitt?), alkalifeltspat, kvarts, biotitt og turmalin med årer av kvarts, muskovitt, granat og/eller apatitt; blottet/overdekket



Båndet migmatittisk gneis med foliasjonstrender angitt i snittet; blottet/overdekket



Strøk og fall (70) for gneisfoliasjon
Retning og stupning (45) på foldeakse



Tipp-masse



Overkant av muskovitt-brudd og sprengte skrenter



Omriss av bruddsåle; blottet/overdekket



Overkant av bakke/fjellskrent

Fig. 5 A) Geologisk kart som viser fordelingen av ulike pegmatitt-typer i bruddområdet på Ågskardet med angivelse av vertikalsnittet;
B) NNV-SSØ-rettet skjematisk vertikalsnitt gjennom de midtre bruddene. Tegnforklaringen gjelder for begge figurer.

med gneiser langs vestsiden av et myrdrag orientert på tvers av pegmatittens strøkforlengelse (Fig.4). Tilsvarende forhold gjør seg også gjeldende mot øst hvor gneisene er relativt godt blottet i en åsside i strøkforlengelsen.

Pegmatitten gjennomsetter en polydeformert kaledonsk dekkesequens av suprakrustale båndgneiser og migmatittiske biotittgneiser. På grunn av den dårlige blotningsgraden er pegmatittkontakten sjelden synlig utenom nord og sør for nedre brudd hvor den viser innflikende kontakter med gneisene. Tilsvarende kontaktforhold er sikkert også fremherskende andre steder og ikke det enkle rettlinjete forløpet som er angitt på Fig. 5a-b. Langs pegmatittkontakten som viser lav-vinklet skjæring med gneisenes foliasjon (Fig. 5b), er gneisene gjennomført av et nettverk av tynne pegmatittårer. Disse viser ingen tydelige tegn til duktil deformasjon. Men oppbrudte krystaller av turmalin (Fig. 7) og apatitt i pegmatitten vitner om at kroppen har vært utsatt for sprø deformasjon. Nær kontakten fører pegmatitten enkelte store inneslutninger av gneiser, noe som er et vanlig fenomen i mange pegmatitter. Et annet viktig forhold er formen på de midtre bruddene og det nedre som alle er drevet langs flere parallelle muskovittganger/linser. Disse er i partier blottet i de vertikale sideveggene, men ikke i de øst-skrånende innerveggene som indikerer at linsene står steilt med aksestupning mot øst. Sene åpne folder i den nordvestlige skjæringen har Ø-V akseretning med 45° stupning mot øst. Det er derfor fullt mulig at hele pegmatittkroppen har linjal-form med lengste akse stupende 45° øst. Gneisblotningen i sørkanten av nedre brudd kan dermed tolkes som en innbukting av overliggende gneiser. Men uansett forløp mot dypet så er dimensjonene på utgående mye mindre enn tidligere antatt. Grovt estimert inneholder kroppen totalt ca. 350 000 tonn pegmatittmasse ned til havoverflaten [20 m (B) x 140 m (L) x 50 m (D) x 2,65 t/m³]. og pegmatitten er derfor ikke særlig lovende tonnasjemessig sett.



Fig. 6. Utsyn vestover mot nedre brudd (dekket av tipp) og inngangen til de to midtre bruddene (begge sider av furu sentralt i bildet) i Ågskardpegmatitten. Legg merke til det tykke mosedekket.



Fig. 7. Mikroklinkrystaller sammenvokst med turmalin som er invadert av kvarts med rød granat langs et nettverk av sprekker.

3.2 Mineralogi og sonering

Pegmatitten representerer en komplekst oppbygget turmalin-pegmatitt som det av tidsmessige og blotningsmessige årsaker har vært vanskelig å danne seg et klart bilde av. Mineralfordelingen antyder at den primære magmatiske mineralsonering har blitt overpreget av en sen hydrotermal fase med avsetning av de sjeldne metallene og assosierte omvandlingsmineraler. Den primære mineralsonering i pegmatitten omfatter en ytre kontaktzone på 2-4 m bestående av 1-15 cm store feltspatkrystaller som domineres av hvitgrå plagioklas (albit?) og mindre mengder kremfarget og lys beige alkalifeltspat. Feltspatmassen fører interstitielle aggregater av kvarts sammenvokst med 1-3 cm store bøker av biotitt og muskovitt, samt små, men varierende mengder av svart turmalin (schörl) og rød granat. Innover mot bruddene sentralt i pegmatitten eller i den intermediære sone øker krystallstørrelsen til 1,0 m samtidig med at alkalifeltspat blir det dominerende mineral. Kvartsinnholdet i den primære pegmatitten er relativt lavt selv om alkalifeltspaten på overgangen mot kontaktsonen ofte fører mye grovkornet grafisk kvarts (Fig. 8). Massen mellom feltspatkrystallene fører ved siden av kvarts litt primær muskovitt, granat, schörl (Fig. 7) og apatitt (Fig. 9). Noen nærmere inndeling av den intermediære sone i pegmatitten er ikke mulig pga. den lave blotningsgraden og den sterke hydrotermale overpregingen. I vestkanten av de to øvre bruddene opptrer en over 5 m bred sone som er karakterisert ved et tett sett av meter-lange lister av biotitt (Fig. 10), som forfatteren ofte har funnet i forbindelse med overgangen til kvartskjernen i keramiske pegmatitter på Sørlandet. Men siden det ikke finnes noen blotninger vest for de øvre bruddene, er en eventuell opptreden av en slik kvarts-rik kjerne kun basert på intelligent gjetting.



Fig. 8. Alkalifeltspat-krystall i sammenvoksning med grafisk kvarts.



Fig. 9. Grønn apatittkrystall sammenvokst med kvarts og muskovitt mellom store kremfargete krystaller av alkalifeltspat.



Fig. 10. Storbladet biotitt i grovkrySTALLIN alkalifeltspat på grensen mellom biotittsonen og albittisert pegmatitt like utenfor høyre bildekant (se Fig. 12). Nordkanten av det sørlige øvre brudd.

Hele pegmatitten er gjennomvannet av cm- til flere meter brede kvarts-muskovittganger som grovt sett løper parallelt med pegmatitt/gneis-kontakten. Gangene er spesielt utviklet i den ytre del av den intermediære sone og i kontaktsonen. De kjennetegnes ved grovkornete aggregater av muskovitt (1-30 cm), partivis sammenvokst med småkornet schörl (<20 cm), grønn apatitt (< 15 cm) og tette kornete aggregater av rød granat (1-10 mm). Granat er også vanlig som kornete masser på egne kvartsårer uten muskovitt (Fig. 11) og opptrer spesielt hyppig rundt muskovitt-kvartsgangene i midtre og nedre brudd. På tippene er det vanlig å finne muskovittblader på 10-20 cm lengde, men skal visstnok i driftsperioden i henhold til grunneieren ha nådd 50 cm i enkelte partier av kvartssonene. Området mellom de midtre bruddene og vestover til biotittsonen i de øvre bruddene kjennetegnes ved opptreden av flere meter brede og uregelmessige soner med gjennomgripende albittisering og dannelse av lys blålig middelskornete (1-3 mm) massive albititter (Fig. 12) med spredte randsoner og årer av blålig bladig cleavelanditt. Alle de sjeldne mineralene som Ågskardpegmatitten er kjent for (Tabell 4), opptrer i tilknytning til albititten enten inne i denne eller på sprekker og tynne kvartsårer i den omgivende uomvandlete pegmatitt. I de to øvre bruddene er det vanlig å finne rød og grønn elbaitt (Li-turmalin) i store krystaller (<10 cm) inne i albititten dels sammenvokst med svart schörl (Fig. 12). Her finnes også fiolett til rosa cookeitt (Li-silikat) som opptrer på sprekker i albititten eller sammen med kvarts på sprekker i den omgivende uomvandlete feltspatmasse (Fig. 13).



Fig. 11. *Granat-kvartsårer i plagioklas-alkalifeltspat pegmatitt i nordre kontaktsone i kanten av nedre brudd.*



Fig. 12. *Blålig albitt-omvandling i blek rosa masse av grovkrystallin alkali-feltspat med grove blader av biotitt i øvre og venstre del av bildet på overgangen til biotittsonen (Fig. 10). Små mørke flekker langs kanten av albititten er schör/elbaitt. Nordkanten av det sørlige øvre bruddet.*

Tabell 4: Oversikt over mineraler i Ågskard-pegmatitten. Hovedmineraler i lys blått felt, underordnete mineraler i lys grønt felt og sjeldne mineraler i blek lilla felt. I tillegg finnes det 8-10 uidentifiserte mineraler (H. C. Olsen, pers. meddel., 2004). Se også Vedlegg 1.

MINERAL	UTSEENDE	OPPTREDEN
ALKALIFELTSPAT (mikroklin)	Store homogene, lys beige krystaller, dels med grafisk kvarts	Finnes i hele pegmatitten.
KVARTS	Fargeløse, grå og røkfargete årer, aggr. og små kryst.	Finnes i hele pegmatitten.
OLIGOKLAS	Hvite krystaller, 1-30 cm store.	Finnes hovedsakelig i den ytre del av pegmatitten.
MUSKOVITT	2-30 cm bøker med lys grå til lys brunlig farge.	I kvarts-rike soner i hele pegmatitten.
BIOTITT	Svarte krystaller med lengde på 2-3 cm og 0,2-1 m	I kontaktsonen og som egen sone nær senter av pegm.
TURMALIN (schörl)	1-15 cm lange svarte kryst. i feltsp. Ofte med kvartsfylte sprekker.	Kontaktsonen og ytre del av den interm. sonen av pegm.
GRANAT (spessartin)	Dyp røde krystaller (1-10 mm) og massive aggr. i kvartssegr. og -årer.	Spesielt vanlig i kontakt-sonen og ytre del av den intermediære sone
ALBITT	Fargeløse kryst. og blålige middelsk masser (albititt).	Indre del av den intermediære sone.
Cleavelanditt	Hvite til lys blålige bladformete krystallnek (1-5 cm).	Årer i og langs kontakten av albitittomvandlete partier.
Apatitt	Grønne til blekt grønne krystaller (1-20 cm) i kv.-muskovitt-masse.	Hovedsakelig i ytre del av den intermediære sone.
Spodumen	Lys grå, blek rosa og lilla krystaller og aggregater.	I tilnytning til albitiserte partier i indre del av den intermediære sone.
Lepidolitt	Lys lilla flak og finkornete masser, dels påvokst musk.	do.
Cookeitt	Fargeløse til gulaktige kryst. (1-1,5 mm) og rosa sprekkebelegg.	do.
Elbaitt (Li-turmalin)	1-10 cm sonerte krystaller med blå, grønn, gul, rød, brun, grå og hvit farge eller fargeløs.	do.
Beryll	Små gule, lys grønne, hvite og rosa krystaller.	do.
Microlitt	Opptil 1 cm rustbrune oktaedere i albitt og elbaitter.	do.
Kalkspat	Tynne lys grå årer.	I hele pegmatitten.
Laumontitt	Små krystaller påvokst muskovitt.	Ytre del av den intermediære sone.
Cassiteritt	2-3 mm krystaller og noe større massive aggr.	I tilnytning til albitiserte partier i indre del av den intermediære sone.
Kobberkis	1-2 mm aggregater.	do.
Malakitt	Tynne belegg på sprekkeflater.	do.
Bismutitt	Små inneslutninger i elbaitt.	do.
Helvin	Gulbrune 2-3 mm store krystaller.	do.
Amblygonitt	Gråhvite små krystaller.	do.
Columbitt	1-2 mm brune og svarte krystaller.	do.
Manganocolumbitt	1-3 mm tavleformete svarte kryst.	do.
Topas	Hvite opptil 1 cm krystaller.	do.
Zirkon	Brunlige opptil 3 mm krystaller.	do.
Xenotim	Opptil 5 mm krystaller.	do.
Monazitt	2-3 mm gule krystaller.	do.
Flusspat	Lys grønne til fiolette kryst.	do.
Lithophillitt	Laksrøde klumper, <20 mm.	do.
Hurealitt	Små fargeløse massive aggr.	do.
Sickleritt	?	?



Fig. 13. Svakt albittiserte og kvartsårete alkalifeltspatkrytaller med rosa sprekke-belegg av cookeitt (Li-silikat). Løsblokk i nordlige øvre brudd.

På tippene utenfor disse bruddene er det vanlig å finne gråhvit beryll, gråhvit til lilla spodumen og svart columbitt, mens bergartstykker med lepidolitt, og cassiteritt nå er vanskelig å påvise, siden de fleste har blitt fjernet av mineralsamlere. Opptreden av sjeldne metaller og mineraler i tilknytning til albittiserte partier rundt kvartskjernen i pegmatitter er et typisk trekk ved mange LCT-pegmatitter (se Fig. 3). Det som gjenstår å vise er dog at også pollucitt inngår som en del av mineralselskapet i Ågskardpegmatitten.

3.3 Polucitt-test

Det ble i alt innsamlet 205 prøver av mineraler som kunne tenkes å være pollucitt. Prøvene ble samlet fra fast fjell i bruddsidene og fra alle tippene i bruddområdet. Siden pollucitt normalt opptrer sammen med lepidolitt og eller spodumen i metasomatisk omvandlede partier av LCT-pegmatitter, er prøver fra de øvre bruddene med albititter og Li-mineraler overrepresentert i prøvematerialet. De pollucitt-lignende mineralene ble testet med en kjemisk staining-metode beskrevet av Mulligan (1961). Dette ble gjort på kjemisk laboratorium på NGU hvor pollucitt-førende pegmatittprøver innsamlet av forfatteren og russiske kolleger fra Vasin-Myl'k forekomsten på Kola ble brukt som fasit. Dråpetesten virket og det som skulle

være pollucitt ga en sterkt rød reaksjonsfarge på overflaten. Omtrent 250 enkeltminerale i prøver med forskjellig mineralselskap, inkludert spodumen, cookeitt, lepidolitt og/eller elbaitt ble testet med negativt resultat. I tillegg ble prøver fra andre Li-pegmatitter sjekket for pollucitt, hvorav 20 mineraler fra på Ørnes (6), 5 fra Meløysteinen (7), 3 fra Røsshagen (8) og 15 fra Grønøya (18-20). Heller ikke disse ga reaksjonsfarge typisk for pollucitt. Dette betyr at det sannsynligvis ikke finnes pollucitt i prøvematerialet, og hvis mineralet finnes i noen av Li-pegmatittene må Cs-konsentrasjonene ligge på et meget lavt nivå.

4. PEGMATITTER PÅ REGIONAL SKALA

Den generelle opptreden av beryll og Li-mineraler i pollucitt-førende pegmatitter var grunnlaget for å foreta befaringer av en del utvalgte klynger av pegmatitter som tidligere er overfladisk beskrevet i publikasjoner og rapporter (Adamson og Neumann, 1951) eller angitt på geologiske kart (Gustavson og Skauli, 1991). I henhold til H.C. Olsen og T. Garmo (pers. meddel., 2004) ligger pegmatittene såpass utilgjengelig til i skjærgården eller i høyfjellet at få av dem har vært besøkt av mineralsamlere. Det var kjent omtrent 40 pegmatittkropper før undersøkelsene startet. I felt kan mange av pegmatittene ses på lang avstand, spesielt når de opptrer i fjellsider uten vegetasjon og i strandsonen (Fig. 14-16). Etter ca. 14 dagers feltarbeid og gjennomgang av flyfoto i målestokk 1:30 000 i ettertid er det påvist nærmere 600 pegmatittkropper og -gangsystemer (Fig. 17), alle med mektigheter på over 2 m. Begrensningen av pegmatitt-distriktet er subjektivt satt i områder hvor tettheten av pegmatittene er sterkt avtagende som i områdene ved Gildeskål i nord, Storglomvatnet i øst, Lurøy i sør og Hestmona-Risøyvær i vest (Fig. 17).

Den største andelen av pegmatitter opptrer i de kaledonske dekkebergartene, hvor de også generelt er større enn i underliggende paleoproterozoisk grunnfjell. Pegmatittene i dekkene kjennetegnes ved opptreden av turmalin i motsetning til pegmatittene i grunnfjellet, hvor turmalin hittil ikke er påvist. De største pegmatittkroppene i distriktet når bredder på 50-100 m og lengder på 400-1000 m i utgående, f.eks. Lysvatn (39), Bjerangsdalskardet (40), Hjartfjell (41), Holandsfjorden (42), Rismålstind (43), Tjongslandet (44), Gjerøy (45), Solstrand (31) og Kvina (46) (se Fig. 17 der de er angitt med røde tall). Dette tilsvarer tonnasje i området 5300-265 000 tonn per meter avsenkning. Den tilsynelatende korte utstrekningen mot dypet for pegmatittene ved Ørnes (40 m, se Fig. 16) og Ågskardet (25 m) kan indikere at denne dimensjonen nok er den mest kritiske i vurderinger av tonnasje potensial.

En skisse av berggrunnsgeologien i kystområdet i Nord-Helgeland er gitt i Fig. 17. I henhold til Gustavson og Hjelle (1991) omfatter berggrunnen en relativt tynn sekvens av kaledonske dekkebergarter (glimmerskifre, migmatittiske gneiser, kvartsitter, amfibolitter, ultramafitter, marmor) som ligger med tektonisk kontakt på et underlag av paleoproterozoiske bergarter (1795-1800 Ma, Skår 2002; granitter, tonalitter og gabbroer, samt forskifrete og migmatittiske ekvivalenter). Disse to hovedenhetene er foldet sammen og imbrikkert under innskyvningen av dekkene mot øst i Silur (ca. 430-420 Ma, Larsen et al., 2002) og under påfølgende tilbakegliding mot vest under devonsk ekstensjon (400-335 Ma, Eide et al., 2002). Den devonske deformasjonen har medført dannelse av en rekke Ø-V-strykende syn- og antiform strukturer som stedvis viser overgang til mer komplekse dom- og basseng-formete strukturer. Detaljerte beskrivelser av områdets metamorfe og magmatiske utvikling finnes i liten grad. Grovt sett øker metamorfosegraden fra amfibolitt facies i øst til granulitt facies i vest ved Nesøya og videre vestover til Træna (utenfor kartutsnittet i Fig. 17), hvor eklogitter opptrer.

Den progressive metamorfosen som skjedde i Silur ble etterfulgt av skorpehevning og retrogradering til amfibolitt- (vest) og øvre grønskifer-facies (øst) i tidlig-Devon (Eide et al., 2002). Isotopdateringer har vist at pegmatittdannelsen hovedsakelig skjedde i midtre del av tidlig-Devon (403-409 Ma, Larsen et al., 2002; Holly Stein, pers. meddel., 2004), dvs. under skorpehevningen.



Fig. 14. Pegmatittganger i grunnfjellet langs yttersiden av Bukkøya ved innløpet til Tjongsfjorden. I bakgrunnen Værnestind med noen svakt foldete og flatliggende pegmatittlinser som kan skimtes i den bratte fjellsiden nær venstre bildekant.



Fig. 15. Pegmatitter i lia av Klemettinden på nordsiden av Bjerangsfjorden ca. 4 km ØSØ for Stordalstind og 5 km øst for Engavågen.

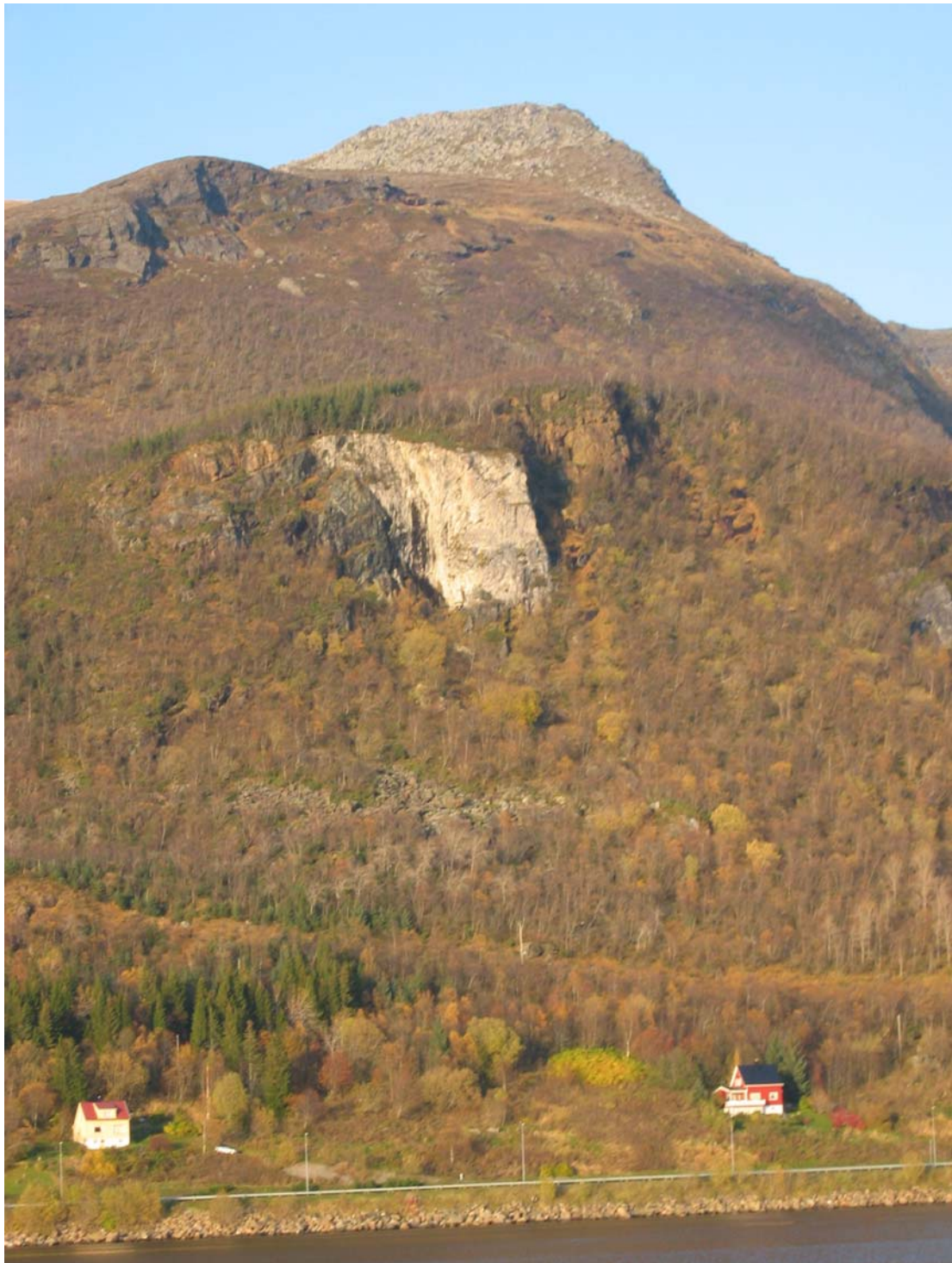


Fig. 16. Restene av en stor Li-pegmatitt i ultramafiske bergarter i Mosvollveggen(6) over riksvei 17 like nord for Ørnes sentrum. Den hvite veggen er ca. 40 m høy. Det meste av pegmatitten finnes som overgrodde blokker i ura ned mot veien.

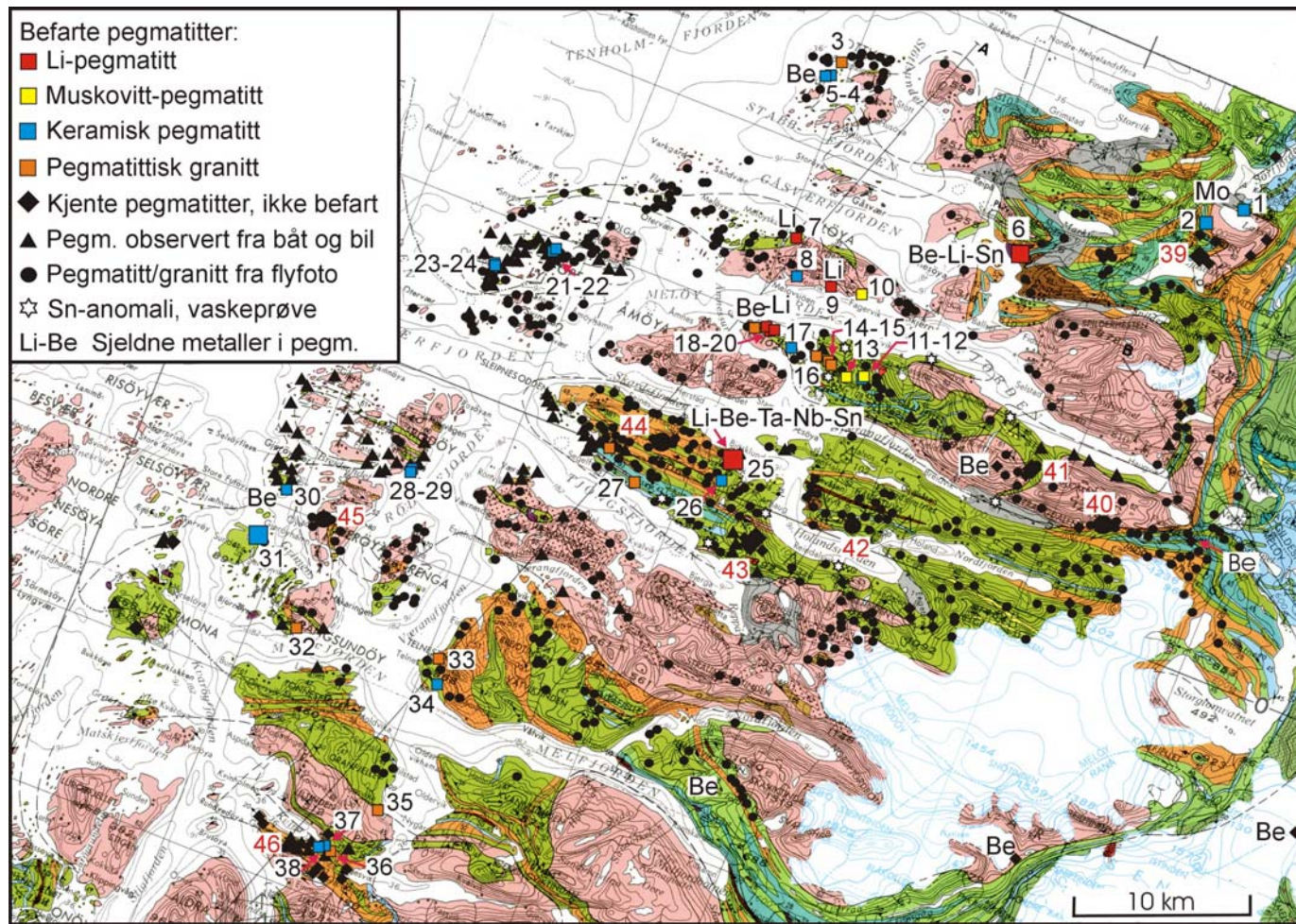


Fig. 17. Kart som viser fordelingen av pegmatitter i den søndre del av Nord-Helgeland pegmatittdistrikt. Nummerering av befarte pegmatitter som i Tabell 5. Store symboler angir store forekomster. Nummere i rødt omtales i teksten. Geologisk grunnlag etter Gustavson og Hjelle (1991).

Tabell 5: Mineralogiske og geologiske karakteristika for de befarte pegmatittene i Nord-Helgeland. Forkortelser i henhold till Vedlegg 1 og 2B.

PEG. NR.	PEGMATITT LOKALITET	PEGM. TYPE	SIDESTEIN	MEKTIGH. (m)	LENGDE (m)	HOVED-MINERALER	UNDERORD. MINERALER	SJELDNE MINERALER	KOMMUNE	UTM (SONE 33 V)	
										ØST	NORD
1	Laksådalen	KP	Hbl.gneis	15	50	kfsp., kv.	plag., bio., mo., po., cp., cc., sch.	uran., all.	Gildeskål	453800	7425630
2	Oterstrand	KP	Hbl.gneis	5	>30	kfsp., kv., cc.	plag., bio., mo., po., cp., sch.		Gildeskål	451670	7424820
3	Brattholmen	Be-SPGr	Amfibolitt	10	>200	kfsp., kv.	musk., bio., schörl, gnt.	plag., be	Meløy	429350	7424710
3	Brattholmen	Be-SKP 2. Gen.	Amfibolitt	0,1-0,3	>20	kfsp., kv.	bio., schörl, gnt., be., musk.	plag., ap.	Meløy	429350	7424710
4	Hundholmen, nord	Be-PGr	Marmor, kalkgl.skifer	7	200	kfsp.	kv., plag., musk., schörl, gnt.	be	Meløy	429000	7423970
5	Hundholmen, sør	Be-PGr	Marmor, kalkgl.skifer	2-3.	100	kfsp.	kv., plag., musk., bio., schörl, gnt.,	be	Meløy	428870	7423700
6	Ørnes	Be-Li-SMP	Ultramafitt, hbl.gneis	~60	25	kfsp., kv., schörl	plag., bio., musk., ab.	elb., be., ap., clvd., cass.,	Meløy	443000	7418450
7	Meløysteinen	Li-MP	gl.gneis	15	30	kv., kfsp., musk.,	plag., gnt., schörl	lep., ap.	Meløy	430535	7414755
8	Venvika	MP	Gneis	3	8	kv., kfsp.,	musk.		Meløy	431870	7412880
9	Røsshagen	Li-KP	Gneis	3-4.	6	kv., kfsp.,	musk, bio., gnt., py., po.	cookeite.	Meløy	433580	7412820
10	Risvika	MP	Gneis	3	10	kv., kfsp.,	musk, gnt.		Meløy	435070	7413030
11	Stordaltind	MP	Migm. gneis	1	4	kfsp., kv., musk.			Meløy	437105	7408975
12	Stordaltind, sør	KP	Migm. gneis	2	4	kv., kfsp.			Meløy	437010	7408925

LOK. NR.	FOREKOMST	PEGM. TYPE	SIDESTEIN	MEKTIGH. (m)	LENGDE (m)	HOVED-MINERALER	UNDERORD. MINERALER	SJELDNE MINERALER	KOMMUNE	UTM (SONE 33 V)	
										ØST	NORD
13	Ingeborgkammen	MP	Migm. gneis	3	12	kv., kfsp., musk.			Meløy	436305	7408600
14	Koppen	PGr	Migm. gneis/ amfibolitt	5	>10	kfsp., kv., plag.	bio.		Meløy	434930	7409000
15	Koppen, sør	PGr	Migm. gneis/ amfibolitt	5	30	kfsp., kv., plag.	bio., gnt.		Meløy	435200	7408700
16	Tindvika (Engavågen)	PGr	Migm. gneis	1-3.	>20	plag., kfsp., kv.	schörl		Meløy	434490	7408620
17	Hestøya	KP	Gl.skifer/ migm. gneis	5	>50	kfsp., kv.	plag., bio., schörl, musk.		Meløy	432460	7408880
18	Grønøya, vestre	Be-Li-SMP	Ultramafitt/ amfibolitt	~20	>35	kv., kfsp.,	bio., musk., schörl, plag.	be.	Meløy	431010	7409510
19	Grønøya, midtre	Be-Li-SMP	Ultramafitt/ amfibolitt	10	100	kv., kfsp., ab. musk.	plag., bio., schörl, all., be.,	cc, ap.	Meløy	431040	7409480
20	Grønøya, søndre	Be-Li-SMP	Ultramafitt	5	50	kfsp., kv., ab. musk.	plag., bio., schörl	be, ap.	Meløy	431000	7409435
21	Rolfholmen, nord	KP	Migm. gneis	15	>50	kfsp., kv.	plag., bio., musk.	gnt.	Meløy	418615	7409120
22	Rolfholmen, sør	KP	Migm. gneis	15	>25	kfsp., kv.	plag., bio.		Meløy	418610	7409080
23	Flatøya, sør	SKP	Migm. gneis	1-3.	>25	kfsp., plag., bio.	kv.		Meløy	415100	7407050
24	Flatøya, nord	KP	Migm. gneis	1-3	>20	kfsp., plag., bio.	kv.	musk.	Meløy	415115	7407155
25	Ågskardet	Li-Ta-Nb- Be-Sn	Migm. gneis/ båndet gneis	35	120-160	kfsp., kv., ab., musk., (se Tabell 4)	plag., bio., schörl, gnt., ap., spd., cook., clvd., be., lep., elb.	cass., cb., mncl., microlitt,	Meløy	431100	7401825

LOK. NR.	FOREKOMST	PEGM. TYPE	SIDESTEIN	MEKTIGH. (m)	LENGDE (m)	HOVED-MINERALER	UNDERORD. MINERALER	SJELDNE MINERALER	KOMMUNE	UTM (SONE 33 V)	
										ØST	NORD
26	Blåsfjellet	SKP	Gran. Gneis	4	10	kv., kfsp.	bio., po.		Meløy	431325	7400440
27	Segelfor	PGr	Migm. gl. gn.	5	>20	kfsp., kv.	schörl, plag., bio.		Rødøy	426550	7398500
28	Hamnøya, nord	KP	Migm. gneis/ amfibolitt	5	>50	kfsp., kv.	plag., bio., gnt.		Rødøy	415185	7394380
29	Hamnøya, sør	KP	Migm. gneis/ amfibolitt	5	>20	kfsp., kv.	plag., bio., gnt.		Rødøy	415190	7394330
30	Slåttstongholmen	Be-KP	Båndet amfibolitt	>15	>20	kfsp., kv.	plag., schörl, bio.	be.	Rødøy	408800	7390740
31	Solstrand	SKP	Migm. gnt.- gl.gneis/amf.	50	~400	kfsp., kv.	bio., schörl	plag.	Rødøy	408605	7387525
32	Slynga	PGr	Sill.-gnt.- gl.skifer	5	100	kfsp., kv.	bio., plag., gnt.		Rødøy	412370	7383450
33	Nordsjøvika	PGr		6	30	kfsp., kv.	plag., bio., gnt.		Rødøy	420420	7384880
34	Brattåsen	KP	Gnt.-gl.gneis	5	240	kfsp., kv., plag.	bio., schörl, gnt.		Rødøy	420880	7383740
35	Kilboghavn	PGr	Gl.gneis	8	>20	kfsp.	kv., musk., bio., gnt.	plag.	Rødøy	421050	7375575
36	Eidjorda	PGr	Båndgneis	5	100	kfsp., kv.	bio., gnt.	plag.	Lurøy	419020	7372855
37	Kvinasvingen	KP	Båndgneis	10	>20	kfsp., kv., plag.	bio., gnt.		Lurøy	418610	7372880
38	Bjørnhaugen	SKP	Båndgneis	15	200	kfsp., kv.	plag., bio., gnt.		Lurøy	418655	7372645

Befaringene har vist at uansett vertsbergarter så kan de fleste pegmatittene klassifiseres som enkle, usonerte pegmatitter. Pegmatittene på Søndre Brattholmen (3), Grønøya (18-20), Flatøya, sør (23), Blåsfjellet (26), Ågskardet (25), Solstrand (31) og Bjørnhaugen (38) er de eneste som representerer sonerte pegmatitter. Men av disse 9 pegmatittene er det bare de tre på Grønøya som viser en klassisk oppbygning med en kjerne av massiv kvarts omgitt av en blokkzone med alkalifeltspat, albitt og muskovitt, samt en oligoklas-kvarts-dominert kontaktzone mot den ultramafiske sidesteinen. Det er slike pegmatitter som økonomiske konsentrasjoner av Li, Ta-Nb, Cs og Be normalt er knyttet til. Pegmatitten på Ørnes (6) har sannsynligvis også vært sonert selv om dette ikke kan fastlegges med sikkerhet da bare stjerten med kontaktsonen står igjen i fjellveggen. Blokker som ligger i ura, kan se ut som de kommer fra en intermediær sone.

På grunnlag av kornstørrelse og mineralogi kan pegmatittene inndeles videre i en rekke under-typer som angitt i Tabell 5 og på Fig. 17. Alle pegmatittene består hovedsakelig av lys rosa til elfenbeinshvit alkalifeltspat og kvarts, samt underordnede mengder av lys grå plagioklas, biotitt, muskovitt, granat og/eller turmalin. Pegmatittiske granitter omfatter kroppene som består av grovkornete (10-20 mm) masser av velkrystallisert feltspat med mellommasse av kvarts, glimmer, granat og/eller schörl. Vanligvis fører denne granittmassen 5-20 cm store spredte krystaller av alkalifeltspat. Grunnmassen kan stedvis bli mer grovkornet og bergarten glir da over til å bli sanne pegmatitter med kornstørrelse på over 3-5 cm. Forholdet mellom biotitt og muskovitt i disse varierer en del, men typisk for de såkalte keramiske pegmatittene er dominans av biotitt i motsetning til muskovitt-pegmatittene hvor muskovitt er det viktigste glimmermineralet. Vanligvis inneholder ingen av disse to pegmatitt-typene mineraler av sjeldne-metaller. Derfor brukes tilstedeværelsen av slike mineraler, som f.eks. beryll, spodumen og/eller columbitt, til en videre inndeling av pegmatittene i Be-, Be-Li- eller Li-Nb-Ta-Be-type pegmatitter. De Li-førende typene omfatter hovedsakelig muskovitt-pegmatitter, selv om unntak som Røsshagen (9) finnes.

Regionalt sett opptrer pegmatittiske granitter og keramiske pegmatitter i hele distriktet, selv om de er mest hyppig i den vestlige tredjedelen av området hvor også metamorfosegraden er høyest (Fig. 17). Enkelte av disse viser sonering med kjerne av store alkalifeltspatkrystaller med varierende mengde mellommasse av kvarts (Fig. 3), bl.a. Brattholmen (3) og Bjørnhaugen (38). Noen av pegmatittene fører små mengder beryll som øker i utbredelse i den sentrale delen av distriktet, hvor det blir mer vanlig med både Be- og Li-pegmatitter. Disse opptrer både i sonerte og usonerte pegmatitter, selv om spekteret av sjeldne mineraler er størst i de sonerte som Ågskardet (25) og Ørnes (6). Pegmatittene på Grønøya (18-20) er de eneste som viser klare likhetstrekk med typiske sonerte beryll-pegmatitter (Fig. 3), bl.a. ved opptreden av massive kvartskjerner, samt albitt og muskovitt som primære magmatiske mineraler. 500 kg beryll ble tatt ut i et av bruddene hvor det også skal ha blitt funnet Li-mineraler (Adamson og Neumann, 1951). Mange av de Li-førende pegmatittene viser trekk som avviker fra den klassiske oppbygning av sjeldne-metall pegmatitter. I Ågskardet synes kvarts-muskovitt gangene, Li-Ta-Nb-Sn mineraliseringen og assosiert albittisering å være sprekkebundet og overprege en svakt sonert keramisk pegmatitt med egen biotitt-sone. Tilsvarende overpreging av sprekkebundet mineralisering og omvandling finnes også på Ørnes (6), mens de små keramiske pegmatittene på Røsshagen (9) og

Meløysteinen (7) fører årer og sprekkebelegg av henholdsvis cookeitt og muskovitt-kvarts ganger med lepidolitt-fylte sprekker (begge er påvist av NGU i 2004).

Pegmatittiske kvartsganger med en tynn feltspatisk randsone fører flere steder mye rosenkvarts bl.a. på Ingeborgkammen (13) og Blåsfjell (26) eller grovbladet muskovitt som ved Stordalstind (11-12). Spesielt i det siste området har pegmatittene ofte meget lavt innhold av feltspat og ligner nærmest på hydrotermale kvartsganger.

Den tilsynelatende usystematiske fordeling av forskjellige pegmatitt-typer på regionalt nivå kan skyldes at de representerer flere faser av magmainjeksjon og flere separate magmasentere. Flere steder som f.eks. på Brattholmen (3; Fig. 18) og Slåttstongholmen (30) er det tydelig at henholdsvis pegmatittisk granitt og keramisk pegmatitt gjennomsettes av tynne K-feltspat-dominerte ganger anriket på beryll. Dette kan tolkes dit hen at eldre pegmatitter overpreges av en yngre fase av mer fraksjonerte pegmatitter med assosiert anrikning av sjeldne metaller (Be, Li, Ta-Nb og Sn) både i smeltefasen og i avblandete hydrotermale løsninger. Mineraliseringene av sjeldne metaller på Ågskardet og Ørnes behøver dermed ikke nødvendigvis være direkte knyttet til dannelsen av pegmatittkroppen de opptrer i.

Noen av pegmatittene omfatter flatliggende diskordante kropper som stryker parallelt med vertsbergartens steilstående foliasjon eller mineralbånding. Flere steder viser de klare tegn til deformasjon ved opptreden av boudinage-strukturer (Fig. 19) og skjærplan, samt at de danner åpne S-formete folder med akseplankløv og sub-horisontale foldeakser f.eks. Brattåsen (34) og Bjørnhaugen (38). Orienteringen av foldene og kroppenes flatliggende natur vitner om at de devonske pegmatittene er injisert langs sub-horisontal kompresjonsstrukturer, sannsynligvis utviklet under innskyvningen av dekkene i Silur. Den yngste fasen av pegmatitter omfatter en serie av steilstående diskordante kropper som ofte er orientert på tvers av vertsbergartens planarstruktur (Fig. 19). Disse viser ingen tydelige tegn til tektonisk påvirkning, selv om noen av dem har linjal- eller stokk-form med orientering parallelt aksene til sene åpne ekstensjonsfolder (f.eks. Laksådalen, 1; Ørnes, 6). Det er denne generasjonen av pegmatitter som synes interessant i letingen etter pollucitt-førende typer.

Av Fig. 17 fremgår det at pegmatittene opptrer i klynger, som f.eks. ved Kvina, på Tjongslandet, i skjærgården mellom Otervær og Bolga, samt i området sør for Fykanvatnet. Hver av disse klynger representerer sannsynligvis egne magmasentre eller pegmatittfelter som hver kan ha en sonert fordeling av forskjellige pegmatitt-typer. Hvilke typer som vil være fremherskende vil avhenge av avstanden mellom kildeområde og erosjonsflaten. Pegmatittene antas å representere oppsmeltet grunnfjell (Larsen et al., 2002), noe som understøttes av at det så langt ikke er påvist større intrusive kropper av granitter. De som er avmerket på det geologiske kartet i Fig. 17, representerer sannsynligvis tektoniske linsjer av underliggende granittisk grunnfjell, som vist på geologiske karter av Gjelle et al. (1985) og Gustavson og Skauli (1991).



Fig. 18. Kaledonske skifre gjennomsett av to generasjoner av pegmatittganger. Den første som viser tegn til boudinering, har samme strøkretning som den litologiske båndingen. Odde på østsiden av innseilingen til Vågaholmen (UTM: 423900 7399500).

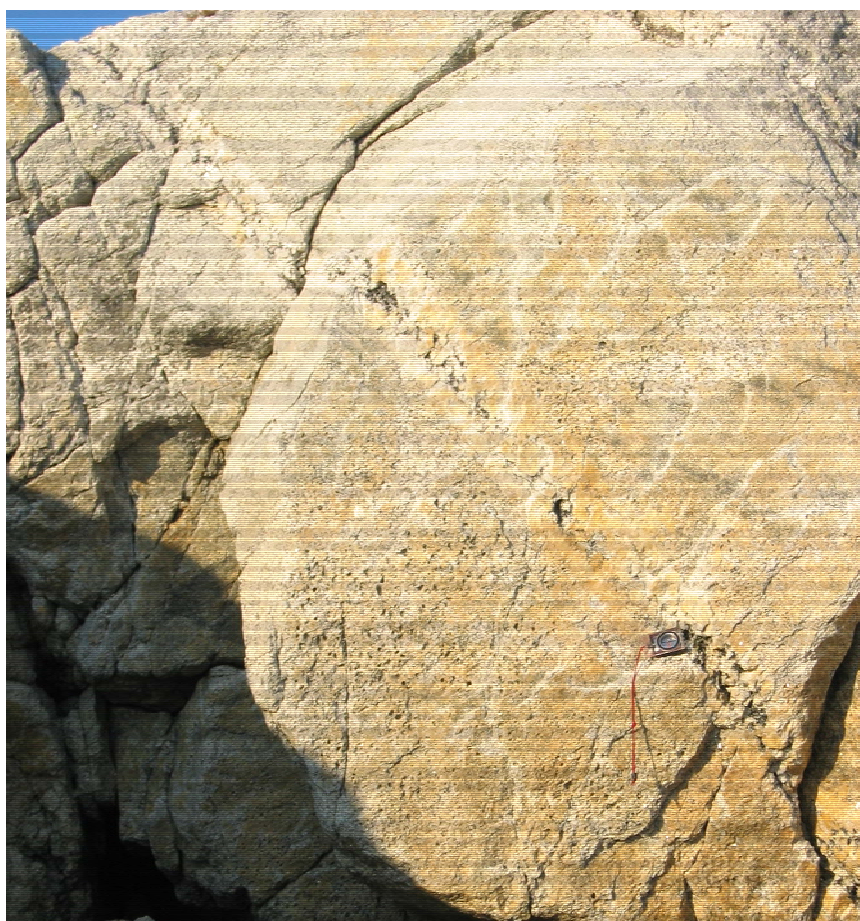


Fig. 19: Tynn beryll-førende åre av sonert granat-turmalin-muskovitt pegmatitt som gjennomsetter gang av muskovitt-rik pegmatittisk granitt med miarolittiske hulrom dekket av 1-5 cm alkalifeltspat krystaller. Brattholmen, sør (3b).

Den grove Ø-V sonering av pegmatittene på distriktsskala fra enkle keramiske pegmatitter i vest til Li- og/eller Be-pegmatitter i de sentrale og østlige deler er sammenfallende med overgangen fra høygrads til mediumgrads bergarter (V-Ø) eller fra undre til midtre skorpenivå (~25 km dyp). Keramiske pegmatitter og muskovitt-pegmatitter med lavt innhold av sjeldne metaller er typisk for granulittfacies og øvre amfibolittfacies områder. I lys av den devonske ekstensjonen og retrogradering under skorpehevningen er det mulig at nåværende erosjonsflate representerer et snitt gjennom undre del av midtre skorpe (20-15 km) hvor Li- og sjeldne-metall-pegmatitter og eventuelt assosierte granittintrusjoner begynner å opptre i henhold til internasjonalt aksepterte modeller (Tabell 3).

Det finnes sannsynligvis også andre Li-pegmatitter i den sentrale del av området mellom Glomfjorden og Bjerangsfjorden og mellom Holandsfjorden og Tjongsfjorden. Dette er bygget på at Norsk Hydro på 1970-tallet påviste anomale konsentrasjoner av Sn i tungmineralkonsentrater fra flere bekker i dette området (Fig. 17). Anrikningen av Sn skyldes mest sannsynlig opptreden av cassiteritt derivert fra ukjente Li-pegmatitter og eventuelt mer differensierte LCT-pegmatitter.

5. FELTSPAT-GEOKJEMI

Pollucitt er knyttet til sterkt utviklete eller fraksjonerte pegmatitter som fører albittisk plagioklas med lavt innhold av CaO ($\leq 1\%$) og kalifeltspat med meget høyt innhold av spesielt Rb og Cs, men meget lave konsentrasjoner av Sr og Ba. Feltspatens kjemiske sammensetning vil derfor gi et indirekte uttrykk for pegmatittenes magmatiske utviklingsgrad og dermed deres pollucitt potensial. Grovkrystallin alkalifeltspat og plagioklas er derfor innsamlet fra de fleste av de befarte pegmatittene. Hvor det har vært mulig er prøvene innsamlet i de sentrale delene av kroppene, fortrinnsvis i blokksonen som på Ågskardet, Ørnes og Grønøya. I Ågskardet og på Ørnes er prøvene innsamlet fra løse blokker henholdsvis på tippene og i ura. Dette skyldes at pegmatitten på Ågskardet bare fører blottlagte partier av kontaktsonen med småkornet feltspat eller partier som er sterkt påvirket av albittisering. Feltspaten ble grovknust og feltspatkonsentrater er fremstilt ved håndplukking av rene korn uten forvitningsbelegg eller inneslutninger av andre mineraler (glimmer) enn kvarts. 60 feltspatkonsentrater fra i alt 30 forskjellige pegmatittkropper ble analysert for hoved- og sporelementer ved Acme Analytical Laboratories Ltd i Vancouver, Canada. Analyseresultatene er gitt i Vedlegg 2. Av rådataene i Vedlegg 2A fremgår det at spredningen av analyseverdiene for reanalyser og innlagte perallelprøver er liten og reproduserbarheten er derfor god med lav analyseusikkerhet. Aritmetisk gjennomsnitt er gitt i Vedlegg 2B for prøver som representerer reanalyser og paralleller, og for prøver fra forskjellige deler av fargesonerte krystaller. I tillegg er også relevante elementforhold gitt (K/Rb, K/Cs, Rb/Sr, o.l.). Disse forholdstall som brukes for å bestemme sporelementenes fraksjoneringsgrad i feltspatene og dermed pegmatittens differensiasjonsgrad, er brukt i plottene (Fig. 20-21).

Analysene viser at flere av prøvene av kremhvitt feltspat, bl.a. fra Ågskardet, som i det svake høstlyset ble antatt å representere plagioklas, i virkeligheten er alkalifeltspat. De få plagioklas-analysene som er gjort, viser at plagioklasen hovedsakelig består av oligoklas (2,2-3,0 % CaO) og i liten grad av albitt (1,3 % CaO) som i senteret av

pegmatittkroppen på Grønøya, midtre (19). Dette betyr at pegmatittene består av alkalifeltspat, kvarts og glimmer med underordnede mengder av oligoklas. Alkalifeltspat som ikke er fortynnet med grafisk kvarts inneholder ca. 64 % SiO₂. Alle analyser med høyere innhold av SiO₂ betyr at feltspaten er forurenset av kvarts som vil gi en fortyningseffekt og dermed lavere innhold av de andre elementene enn om absolutt ren feltspat hadde vært analysert. Analysene av ren alkalifeltspat gir 11,5-15,0 % K₂O. De med mer enn 12,0-12,5 % K₂O slik som i Ågskardpegmatitten, kan utnyttes som råstoff i fremstilling av glass og keramikk. For plagioklas er kravet < 2,0-2,5 % CaO. Dette betyr at feltspatene sannsynligvis kan utnyttes som biprodukt ved eventuell produksjon av sjeldne-metall mineraler.

Sporelementinnholdet i alkalifeltspat varierer innen de enkelte kroppene som vist ved analysene fra de sonerte pegmatittene på Ågskardet og Grønøya (Vedlegg 2B og Fig. 20-21). Feltspat fra store pegmatittkroppene viser større variasjon i elementsammensetningen enn små kroppene hvor spredningen i Rb- og Cs-verdier er liten, men noe større for Sr og Ba. Noen alkalifeltspatkrystaller viser sprekkelignende soner hvor den primære feltspaten viser fargeforandring eller bleking. Dette medfører bare små og usystematiske forskjeller i feltspatens kjemiske sammensetning som vist for prøvparene 34605-34610, 34614-34613 og 34618-34617 i Vedlegg 2A (gjennomsnittet av disse par er gitt i Vedlegg 2B og brukt i plottene).

Analysene viser at de fleste pegmatittiske granittene og pegmatittene fører alkalifeltspat med vanligvis 200-500 ppm Rb, 200-400 ppm Sr og 500-2500 ppm Ba og 1-15 ppm Cs. Disse nivåene viser med all tydelighet at de fleste pegmatittsmeltene var relativt lite differensierte og at det kun er pegmatittene på Ågskardet og Grønøya som viser Rb-innhold som overstiger 1000 ppm Rb, mens Sr og Ba synker til lave nivåer. De høyeste og laveste verdiene av henholdsvis Rb, Cs og Sr, Ba fås i feltspat fra kjernen av pegmatittene, mens det motsatte er tilfelle for feltspat fra kontaktsonen. Dette betyr at pegmatittsmelten fraksjonerer under krystalliseringen fra sidesteinskontakten og innover mot senteret av de enkelte kroppene. Ved bruk av K/Rb og K/Cs forhold i Fig. 20 og 21 fjernes innvirkningen av kvartsens fortyningseffekt selv om denne generelt er lav. Fig. 20 som viser plott av Rb mot Rb/K, tilkjenner økende fraksjonering med økende Rb verdier og synkende K/Rb forhold, dvs. mot nedre høyre hjørne. Tilsvarende gjør seg gjeldende for Cs i Fig. 21.

Av Fig. 20 fremgår det at det generelt er stor overlapp mellom sammensetningen av alkalifeltspat fra de forskjellige pegmatitt-typene i Nord-Helgeland (Fig. 20a) som dels er et resultat av at prøvene er innsamlet fra forskjellige deler av de enkelte pegmatitter. Spredningen i K/Rb og Rb verdier kommer tydeligere frem i Fig. 20b som viser at gruppen av pegmatittiske granitter (PGr), keramiske pegmatitter (KP) og muskovitt-pegmatitter (MP) uten sjeldne-metall mineraler viser omtrent samme fraksjoneringsgrad. Hvis maksimalverdiene for de enkelte pegmatitt-typer brukes, viser Fig. 20b at fraksjoneringsgraden øker fra PGr og KP-MP via Be- og Be-Li-pegmatitter til Li-Ta-Nb-Be-pegmatitten på Ågskardet. Dette er i henhold til aksepterte modeller for utviklingen av sjeldne-metall pegmatitter. Det eneste spesielle i både Rb- og Cs-plottene i Fig. 20 og 21 er den store spredningen i verdier for feltspatene fra Ågskardet som varierer mellom primitiv og sterkt fraksjonert sporelementsammensetning. Dette kan tolkes dit hen at pegmatitten enten er oppbygget av to overlappende generasjoner (keramisk biotitt-pegmatitt og turmalin-muskovitt-pegmatitt) eller at den representerer en stor dypt-gående pegmatitt med sterk in-situ

fraksjonering. Ingen av disse alternative tolkningene kan verifiseres ved hjelp av feltobservasjonene som er gjort. Tilsvarende forhold gjør seg også gjeldende i pegmatitten på Meløysteinene hvor lepidolitt opptrer på sprekker i muskovitt-kvartsmasse omgitt av en lite utviklet pegmatitt.

Bulkanalyser av de granittiske gneisene i distriktet gir lavere verdier av Rb (Skår, 2002) som hovedsakelig er konsentrert i alkalifeltspat og glimmer. Men K/Rb forholdet er som de minst fraksjonerte pegmatittene (Fig. 20c). Hvis ren alkalifeltspat i gneisene hadde vært analysert ville K/Rb verdiene sannsynligvis blitt høyere og blitt liggende på samme fraksjonerings-trend som pegmatittene. Dette ville i så fall vært i overensstemmelse med tanken om at pegmatittsmeltene representerer oppsmeltet grunnfjell (Larsen et al., 2002). Pegmatittene i distriktet er noe mindre fraksjonerte enn keramiske NYF-pegmatitter fra Frolandfeltet på Sørlandet som er ansett å føre feltspat med relativt primitiv kjemi. De høyeste Rb verdiene i begge disse områdene overlapper med de laveste verdiene for feltspat fra sjeldne-metall pegmatitter i Canada (Černý et al., 1985). I plottet er også vist verdier for Tanco eller Bernic Lake pegmatitten i Manitoba, Canada som er den eneste produserende Li-Cs-Ta pegmatitt i Nord-Amerika. Denne er meget sterkt fraksjonert som det fremgår av de høye Rb-verdiene i intervallet 7000-30 000 ppm Rb (Černý et al., 1985), og som er rundt en tipotens høyere enn verdiene for Ågskardfeltspaten. Forskjellen i differensiasjonsgrad mellom pegmatittene i Nord-Helgeland og Bernic Lake kommer ennå tydeligere frem i Fig. 21c. Selv om Cs-plottene i Fig. 21 ikke gir så entydige fraksjonerings-trender som Rb fremgår det igjen at alkalifeltspat fra Ågskardet og Grønøya overlapper med sjeldne-metall pegmatitter, noe som er som forventet ut fra deres mineralparageneser. Men Cs er meget svakt fraksjonert i forhold til Tanco pegmatitten, hvor konsentrasjonene i feltspatene (ca. 2000-5000 ppm Cs) igjen ligger en tipotens høyere.

Fig. 22 viser fordelingen av maksimalverdier for K/Rb og K/Cs i de enkelte pegmatitter på regionalt nivå. De høyeste forholdstallene opptrer generelt i den vestlige del av distriktet og de laveste i den sentrale delen. Men i flere av områdene er det store forskjeller i verdiene mellom nærliggende pegmatitter slik som på Søndre Brattholmen (3)-Hundholmen (4-5), Slåttstongholmen (30)-Solstrand (31), Grønøya (18-20)-Hestøya (17). De interne variasjonene i de enkelte kroppene er med unntak av Ågskardpegmatitten relativt små. De store forskjellene i verdier mellom nærliggende- eller nabo-pegmatitter kan skyldes at de representerer forskjellige pegmatittgenerasjoner med noe ulike magmasammensetning og/eller fraksjoneringsgrad.

6. TOTALVURDERING AV INNSAMLETE DATA

Pegmatittenes oppbygning og mineralogi sammenholdt med sporelement-sammensetningen av alkalifeltspat indikerer at de representerer i det minste to generasjoner av pegmatittdannelse, som sannsynligvis omfatter en tidlig fase av lite differensierte pegmatittiske granitter og keramiske pegmatitter etterfulgt av en yngre fase av mer fraksjonerte Be-førende keramiske pegmatitter. Disse har gitt opphav til bl.a. muskovittpegmatitter med assosiert anrikning av Be, Li, Ta, Nb, Sn og/eller P (apatitt). Det er ingen tvil om at de albittiserte komplekse pegmatittene på Ågskardet og Ørnes representerer LCT pegmatitter. Feltforholdene er ikke entydige når det

gjelder tolkningen av Ågskardpegmatittens dannelse. Både in-situ fraksjonering av en stor smeltetmasse og overlappende pegmatittgenerasjoner er begge mulige tolkninger. Hele pegmatitten på Ørnes synes å tilhøre den yngste potente fasen og har vært relativt stor før erosjonen fjernet det meste av den. Pegmatittene er mest sannsynlig et resultat av oppsmelting av grunnfjellsgneiser og de dypere deler av nedfoldete kaledonske dekkesequenser. Pegmatittsmeltene stammer neppe fra granittiske intrusiver da slike ikke har blitt påtruffet hverken i form av større kropper eller gangsvermer. Det siste kunne eventuelt ha pekt mot opptreden av granitter på dypet under eksisterende erosjonsnivå. Men uansett kilde til pegmatitt-smeltene vil både fraksjonerings- og soneringstrenden være den samme, dvs. danne følgende suksessive soner fra kilden og utover: 1) Be \Rightarrow 2) Li \Rightarrow 3) Ta-Nb-Sn \Rightarrow 4) Ta-Cs-Rb. I Nord-Helgeland ser vi antydning til utvikling av Li og Li-Ta-Nb-Sn pegmatitter noe som indikerer at de befinner seg på overgangen mellom sone 1 og 2-(3). Siden de fleste modeller for dannelsen av økonomiske LCT-pegmatitter involverer fraksjonering av residualsmelter fra granitter (Fig. 2), så er det naturlig å stille seg spørsmålet om det er mulig å utvikle potente pollucitt-pegmatitter ved oppsmelting av grunnfjellsgneiser og/eller kaledonske skifre/gneiser.

Alkalifeltspat som pegmatittene hovedsakelig består av ($\geq 50\%$), er hovedbæreren av Cs i disse og angir dermed indirekte pegmatittsmeltens relative innhold av Cs. Feltspaten i de minst fraksjonerte pegmatittene av den yngre generasjonen inneholder rundt 4-15 ppm Cs. For å nå feltspater med 200-4000 ppm som i Tanco pegmatitten kreves det en meget sterk fraksjonering ($>50 \times$) av et meget stort volum av granittisk magma for å kunne danne en stor drivverdig kropp av pollucitt-rik pegmatitt. Selv om det i Nord-Helgeland flere steder finnes store pegmatittkropper, så er det generelle inntrykk at det ikke finnes klare tegn til opptreden av meget store magmamasser. Derfor anses potensialet for opptreden av økonomisk drivverdige pollucittforekomster å være meget lavt.

Men pegmatittene i distriktet kan ha et potensial for utnyttelse av Li-mineraler eller super-ren kvarts med feltspat, medium-ren kvarts, muskovitt, beryll og/eller Ta-Nb-mineraler som eventuelle biprodukter. Super-ren kvarts med meget lavt innhold av gitterbundete sporelementer brukes i fremstillingen av syntetiske kvartskrystaller til produksjon av tynne kvartsplater (wafere) og halvleder silisiummetall til silisiumwafere i solceller. Slike kvartskvaliteter synes spesielt å være utviklet i forbindelse med lite differensierte pegmatitter (Larsen og Ihlen, 2005). Derfor kan det være mulig at super-rene kvaliteter er utviklet i de minst fraksjonerte keramiske pegmatittene tilhørende den eldste generasjonen. Konsentrater av super-ren kvarts har en pris som ligger i området NOK 5000-10 000 *per* tonn og høyere, avhengig av renhetsgrad.

Li-mineraler i form av spodumen har i følge tidsskriftet *Industrial Minerals* en veiledende pris på rundt NOK 2000 *per* tonn. Ågskardet er en spodumen-anriket pegmatitt, men de mineraliserte partiene har for liten utstrekning til å være av økonomisk interesse. De andre kjente Li-pegmatittene fører mineraler som ikke kan brukes som Li-råstoff, mens den mest potensielle delen av Li-pegmatitten på Ørnes er erodert vekk. Men mulighetene anses som relativt gode for å finne andre og større spodumen-førende pegmatitter i den sentrale delen av distriktet og spesielt i områder med Sn-anomalier i bekkesedimentene, siden cassiteritt er et vanlig mineral i slike pegmatitter.

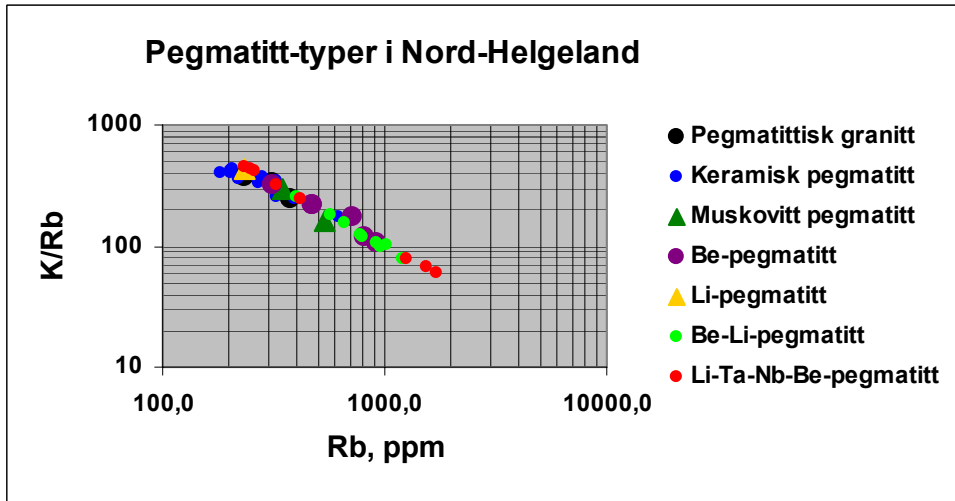


Fig. 20a. Rb vs K/Rb plott av alkalifeltspat fra forskjellige pegmatitt-typer. Økende fraksjonering av Rb i pegmatittene mot nedre høyre hjørne.

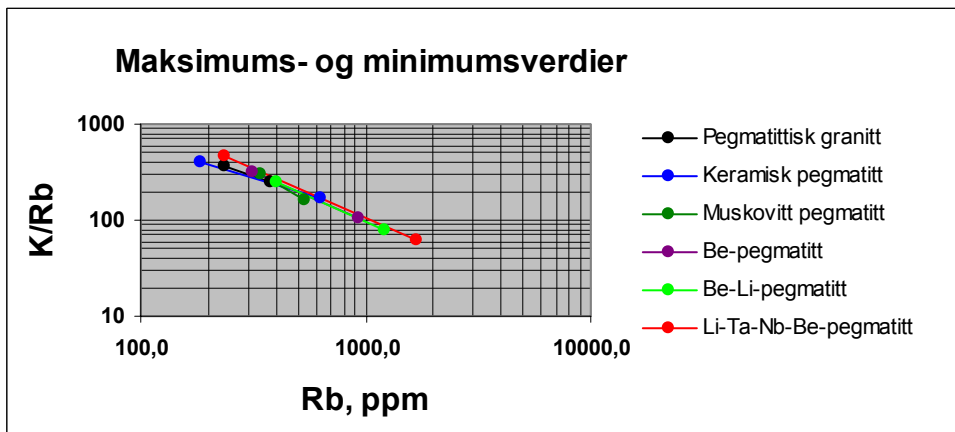


Fig. 20b. Forenklet utgave av Fig. 20a som viser maksimums- og minimumsverdiene for de forskjellige pegmatitt-typene. Fraksjoneringstrenden fremgår av maksimumsverdiene.

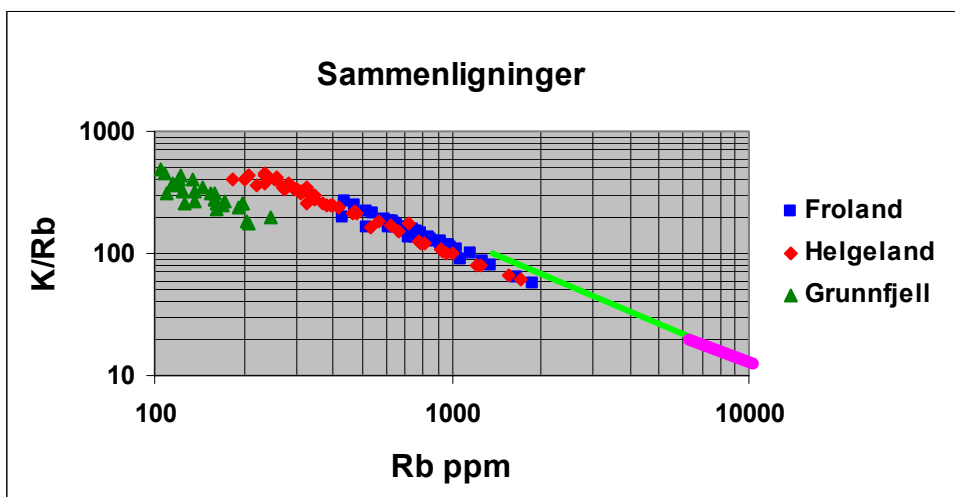


Fig. 20c. Plott av grunnfjellsgneiser (grønn; Skår, 2002) og feltspat fra Nord-Helgeland (rød), Froland (NYF; blå), Li-Ta-typer (lys grønn) og pollucitt-type (lilla, Tanco) To sistnevnte fra Černý et al. (1985).

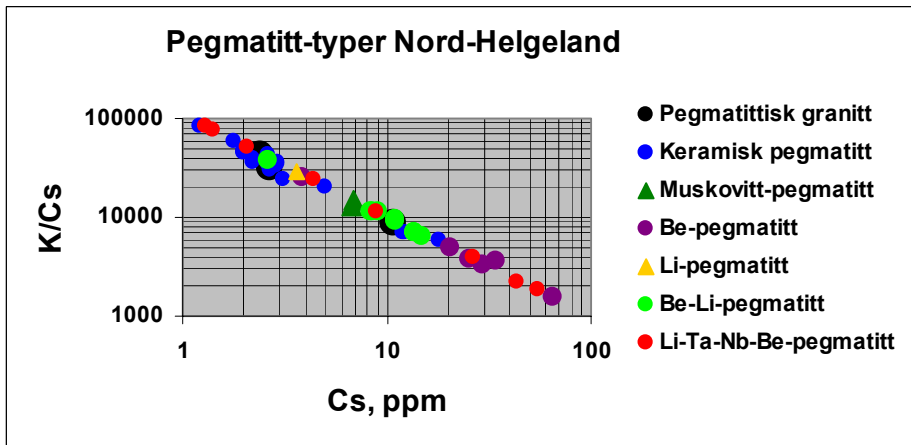


Fig. 21a. Cs-K/Cs plot av feltspat fra forskjellige pegmatitt-typer. Legg merke til at Be-pegmatittene (grønn) er mer fraksjonert på Cs enn Be-Li- og Li-Ta-Nb-Be-typen.

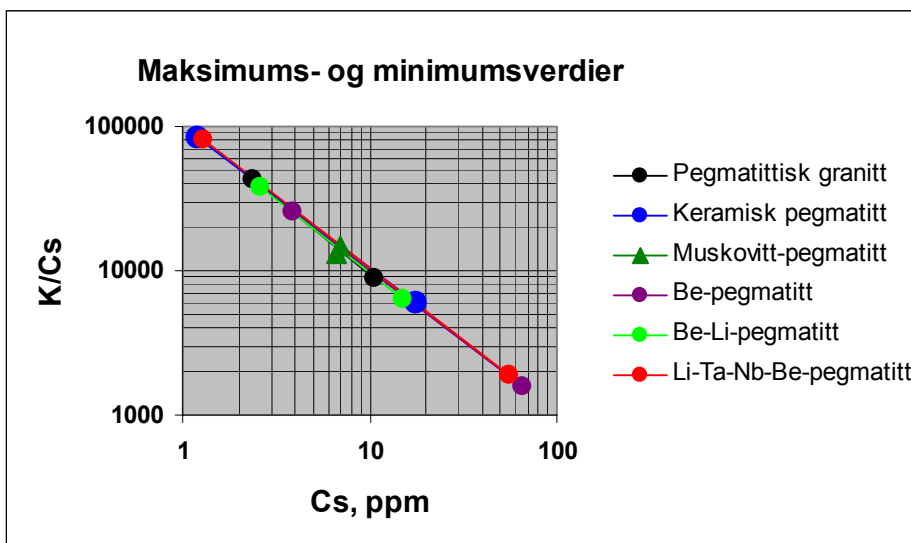


Fig. 21b. Forenklet utgave av Fig. 21a som viser fraksjoneringstrenden for Cs. Den er noe annerledes enn Rb i Fig. 20b, bl.a. når maksimalverdier brukes.

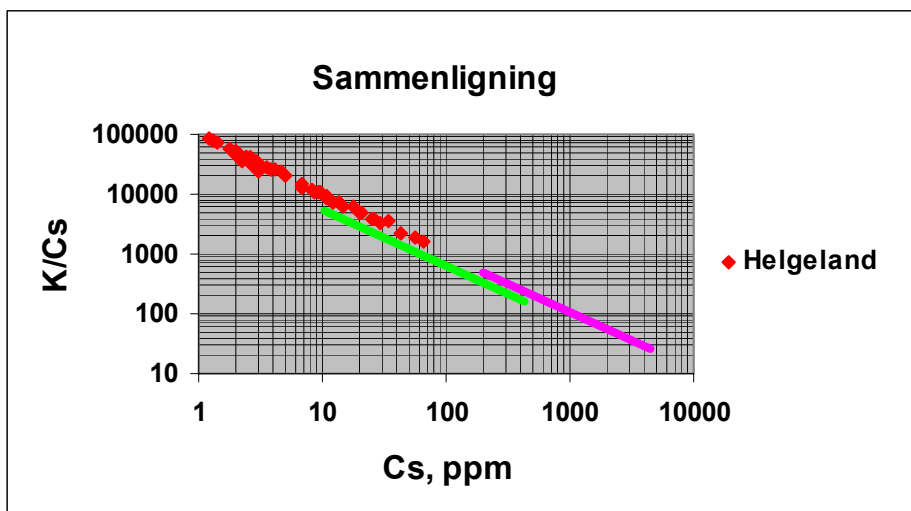


Fig. 21c. Sammenligningen mellom Cs i alkalifeltspat fra pegmatitter i Nord-Helgeland (rød), Li-Ta-pegmatitter (grønn) og pollucitt-pegmatitt (lilla, Tanco). To sistnevnte fra Černý et al. (1985).

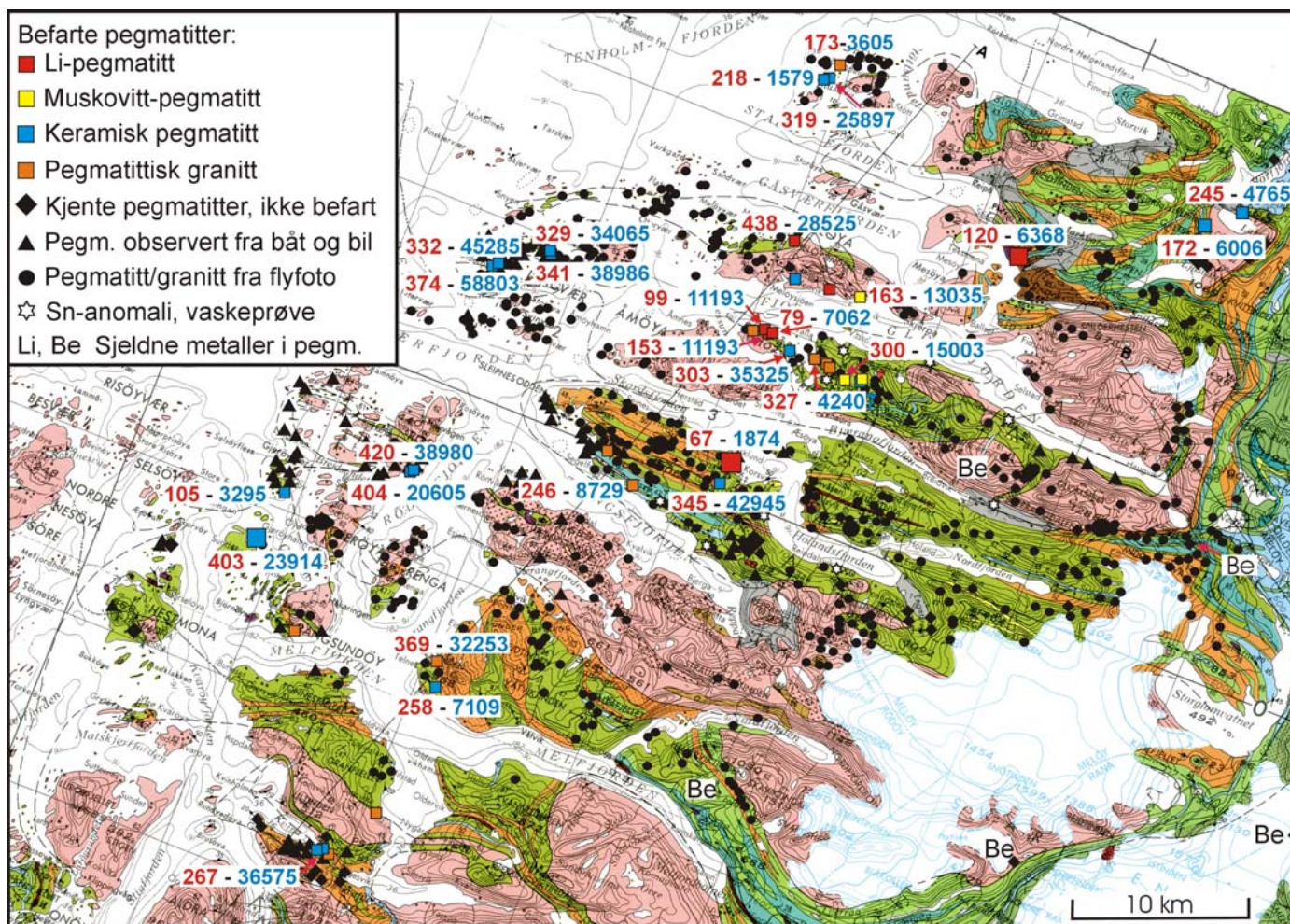


Fig. 22. Oversikt over laveste verdier for K/Rb (rød) og K/Cs (blå) i de enkelte pegmatittkropper i Nord-Helgeland. Se også Fig. 17.

Det bør her tillegges at spodumen i likhet med pollucitt er vanskelig å identifisere i felt, siden den normalt går i ett med omgivende gråhvite feltspatmasse på forvitret overflate. Uansett om soneringsmodellene er basert på granitter (Fig. 2) eller oppsmelting av underliggende bergarter i skorpen vil det være fornuftige å befare pegmatitter som i henhold til modellen ligger høyere i terrenget enn de som hittil er befart, da fraksjoneringen øker med vertikal avstand fra magmakilden. Flyfoto-tolkninger viser at det finnes spesielt store pegmatitter rundt Rismålstinden (43; 500-800 m.o.h.), i Bjerangsdalskardet (40, 700 m.o.h.) og på Hjartfjellet (41, 900 m.o.h.). Disse burde i det minste befares hvis man er på jakt etter spodumen-førende pegmatitter.

7. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

Resultatene fra feltundersøkelsene og etterfølgende pollucitt-tester og feltspatanalyser kan sammenfattes i følgende konklusjoner:

- Det er avdekket et stort pegmatittdistrikt i den kaledonske fjellkjede i Nord-Helgeland som kjennetegnes ved opptreden av Li- og Be-pegmatitter. 2 nye Li-pegmatitter ble påvist på Meløya, mens Li-pegmatittene ved Ågskardet og Ørnes var kjent fra før.
- Tidligere undersøkelser av pegmatitter i de paleoproterozoiske grunnfjellsgneisene i Sjona- og Træna-området og mangelen på tidsmessig relaterte granitter indikerer at pegmatittene er dannet ved oppsmelting av grunnfjellet og nedfoldete enheter av kaledonske suprakrustale bergarter.
- Minst to generasjoner av pegmatitter kan identifiseres hvorav den siste kjennetegnes ved dannelse av muskovitt-pegmatitter og mer fraksjonerte Li-anrikete typer med mineralogi tilsvarende mange LCT-pegmatitter.
- Mulig tilstedeværelse av pollucitt, som er meget vanskelig å identifisere i felt, ble sjekket med dråpetest. 250 pollucitt-lignende mineraler fra Ågskardet, 5 fra Meløysteinen, 3 fra Røsshagen, 20 fra Ørnes og 15 fra Grønøya, dvs. totalt 293 mineraler ble testet og ingen av disse ga rød reaksjonsfarge typisk for pollucitt.
- De største av de Li-anrikete pegmatittene er Ørnes og Ågskardet. Den første er mer eller mindre erodert vekk, mens Ågskardet omfatter spodumen, columbitt, beryll og cassiteritt mineralisering i albittiserte partier av en keramisk pegmatitt som fører linser av kvarts-muskovitt pegmatitter. Selv om pollucitt ikke er påvist så kan det ikke utelukkes at den kan finnes i ikke blottete deler av pegmatitten. Men uansett opptreden er pegmatitten for liten (<350 000 tonn) og inneholder for lite pollucitt til å kunne gi grunnlag for noen langvarig gruvevirksomhet.
- Kalifeltspatens sporelementsammensetning gir tilkjenne at pegmatittene i distriktet er relativt lite fraksjonert selv om anrikningen av Rb og Cs i feltspaten øker i henhold til aksepterte modeller, dvs. fra pegmatittiske granitter via keramiske og Be-førende pegmatitter til Li-Ta-Nb-Be pegmatitten på Ågskardet. Feltspaten fra Ågskardet viser en fraksjoneringsgrad for Rb og Cs som ligger langt under feltspat fra polucitt-førende typer, men tilsvarer fraksjoneringsgraden for mange Li-Ta-Nb pegmatitter i Canada. Derfor anses muligheten for å påvise økonomiske pollucitt-pegmatitter for å være liten og videre leting etter pollucitt anbefales ikke.
- Mulige mineralressurser knyttet til pegmatittene i distriktet kan omfatte spodumen (Li) og Ta-Nb-oksyder i Li-pegmatitter og super-ren kvarts i de minst fraksjonerte

pegmatittene. I begge tilfeller kan kalifeltspat, plagioklas og eventuelt muskovitt representere mulige biprodukter.

- Hvis Li-råstoff er av interesse er det gode muligheter for påvisning av spodumen-pegmatitter. Med utgangspunkt i aksepterte soneringsmodeller for utvikling av LCT-pegmatitter vil det være naturlig å lete etter slike i høyereliggende deler av de sentrale områder i distriktet hvor det tidligere er påvist Sn-anomalier i bekkessedimentene. Spesielt områdene mellom Glomfjorden og Bjerangsfjorden og mellom Holandsfjorden og Tjongsfjorden er interessante i denne sammenhengen. Derfor anbefales det at den planlagte rekognoseringsturen med helikopter som ble avlyst i 2004 grunnet snø, gjennomføres sommeren 2005 i løpet av en 2-3 dagers periode, avhengig av værforhold.
- Kwarts i de innsamlete prøvene fra pegmatittene i Nord-Helgeland som Yara Formates ASA er deleier i, vil i forbindelse med et pågående forskningsprosjekt bli analysert for sporelementer med laserablasjon eller LA-HR-ICP-MS ved NGU. Analysene vil bli forelagt Yara Formates før de offentliggjøres.

8. REFERANSER

- Adamson, O.J. og Neumann, H. 1951: Preliminary review of mineral deposits in northern Norway. Nor. geol. unders., bergarkiv-rapport 3961, 1-39.
- Bugge, A. 1963: Norges molybdenforekomster. Nor. geol. unders. 217, 1-134.
- Černý, P. 1982: Anatomy and classification of granitic pegmatites. *In*: Short course in granitic pegmatites in science and industry (P. Černý, ed.), Mineral. Assoc. Can., Winnipeg May 1982, Short course handbook 8, 1-39.
- Černý, P. 1991: Rare-element granitic pegmatites. Part 1: Anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. *Geoscience Canada*, 18, 49-67.
- Černý, P., Meintzer, R.E. og Anderson, A.J. 1985: Extreme fractionation in rare-element granitic pegmatites: Selected examples of data and mechanisms. *Can. Min.* 23, 381-421.
- Eide, E.A., Osmundsen, P.T., Meyer, G.B., Kendrick, M.A. og Corfu, F. 2002: The Nesna Shear Zone, north-central Norway: an $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ record of Early Devonian-Early Carboniferous ductile extension and unroofing. *Nor. Journ. Geol.* 82, 317-339.
- Gjelle, S., Gustavson, M., Quale, H. og Skauli, H. 1985: Geologisk kart over Norge. Preliminært berggrunnskart MELFJORD, M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Gustavson, M. og Hjelle, S.T. 1991: Geologisk kart over Norge. Berggrunnskart MO I RANA, M 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Gustavson, M. og Skauli, H. 1991: Geologisk kart over Norge. Preliminært berggrunnskart MÅLØY, M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

- Holmsen, G. 1932: Rana. Beskrivelse til det geologiske generalkart. Nor. geol. unders. 136, 5-105.
- Larsen, Ø., Skår, Ø. og Pedersen, R-B. 2002: U-Pb zircon and titanite geochronological constraints on the late/post-Caledonian evolution of the Scandinavian Caledonides in north-central Norway. Norsk geol. tidsskr. 82, 1-13.
- Larsen, R. B. og Ihlen, P.M., 2005: Natural refinement of quartz raw materials for the production of polycrystalline silicon and high end silica glasses. *In: NGF Abstracts and Proceedings, no. 1, (Nakrem, H.A., ed.), Vinterkonferansen 2005, 61.*
- Marstrander, R. 1911: Svartisen, dens geologi. Nor. geol. unders. 59, IV, 5-31.
- Mulligan, R. 1961: Pollucite (caesium) in Canada. Geol. Surv. Can. Paper 61-4, 1-4.
- Oftedal, I. 1950: En litiumførende granittpegmatitt i Nordland. Nor. Geol. Tidsskr. 28, 234-237.
- Rekstad, J. 1912: Bidrag til nordre Helgelands geologi. Nor. geol. unders. 62, 1-84
- Rekstad, J. 1913: Fjeldstrøket mellem Saltdalen og Dunderlandsdalen. Nor. geol. unders. 67, 1-65.
- Skår, Ø. 2002: U-Pb geochronology and geochemistry of early Proterozoic rocks of the tectonic basement windows in central Nordland, Caledonides of north-central Norway. Precambrian Research 116, 265-283.
- Trueman, D.L. og Černý, P. 1982: Exploration for rare-element granitic pegmatites. *In: Short course in granitic pegmatites in science and industry (P. Černý, ed.), Mineral. Assoc. Can., Winnipeg May 1982, Short course handbook 8, 463-493.*

VEDLEGG 1

Oversikt over kjemisk sammensetning av mineraler nevnt i tekst, figurer og tabeller med angivelse av anvendte forkortelser. Mineralene er satt opp i alfabetisk rekkefølge.

NAVN	KJEMISK FORMEL	FORKORTEELSE
Albitt	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	Ab.
Alkalifeltspat	$(\text{K},\text{Na})\text{AlSi}_3\text{O}_8$	Alkfsp., kfsp.
Allanitt	$(\text{Ca},\text{Ce},\text{Y},\text{Th})_2\text{FeAl}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$	All.
Amblygonitt	LiAlPO_4F	Amblyg., amb.
Apatitt	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$	Ap.
Beryll	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$	Be.
Biotitt, mørk glimmer	$\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$	Bio.
Bismutitt	$\text{Bi}_2(\text{CO}_3)_2\text{O}_2$	Bsmt.
Cassiteritt, tinnstein	SnO_2	Cass.
Cleavelanditt	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	Clvd.
Columbitt	$(\text{Fe},\text{Mn})(\text{Nb},\text{Ta})_2\text{O}_6$	Cb.
Cookeitt	$\text{LiAl}_5\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	Cook.
Elbaitt, Li-turmalin	$\text{Na}(\text{Li},\text{Al})_3\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$	Elb.
Euxenitt	YNbTiO_6	Eux.
Fergusonitt	YNbO_4	Frgs.
Flusspat	CaF_2	Fl.
Gadolinit	$\text{Y}_2\text{FeBe}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$	Gd.
Granat, spessartin	$(\text{Mn},\text{Fe})_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	Gnt., sps.
Helvin	$(\text{Fe},\text{Mn},\text{Zn})_4\text{Be}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{S}$	Hv.
Hurealitt	$(\text{Mn},\text{Fe})_5\text{P}_4\text{O}_{14}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Hur.
Kalkspat	CaCO_3	Cc.
Kobberkis	CuFeS_2	Cp.
Kvarts	SiO_2	Kv.
Kyanitt	Al_2SiO_5	Kya.
Laumontitt	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Laum.
Lepidolitt, Li-glimmer	$\text{K}(\text{Li},\text{Al})_3(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$	Lep.
Lithophilitt	LiMnPO_4	Ltph.
Magnetitt	Fe_3O_4	Mt.
Magnetkis	FeS	Po.
Malachitt	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$	Mal.
Manganocolumbitt	$\text{Mn}(\text{Nb},\text{Ta})_2\text{O}_6$	Mncb.
Mikroklin, kalifeltspat	KAlSi_3O_8	Kfsp.
Microclitt	$(\text{Na},\text{Ca})_2(\text{Ta},\text{Nb})_2\text{O}_6(\text{OH},\text{F})$	Mcl.
Molybdenglans	MoS_2	Mo.
Monazitt	CePO_4	Mnz.
Muskovitt, lys glimmer	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$	Musk.
Petalitt	$\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$	Ptl.
Plagioklas, oligoklas	$(\text{Na},\text{Ca})\text{Al}(\text{Al},\text{Si})\text{Si}_2\text{O}_8$	Plag.
Pollucitt	$\text{CsAlSi}_2\text{O}_6 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	Plc.
Prehnitt	$\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Prh.

NAVN	KJEMISK FORMEL	FORKORTEELSE
Scheelitt	CaWO_4	Sch.
Sieckleritt	$\text{Li}(\text{Mn,Fe})\text{PO}_4$	Schl.
Spodumen, Li-pyrosken	$\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$	Spd.
Sillimanitt	Al_2SiO_5	Sill.
Svovelkis	FeS_2	Py.
Tantalitt	$(\text{Mn,Fe})(\text{Ta,Nb})_2\text{O}_6$	Tnt.
Topas	$\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F,OH})_2$	Tp.
Triphylitt	LiFePO_4	Trph.
Triplitt	$(\text{Mn,Fe,Mg,Ca})_2\text{PO}_4(\text{F,OH})$	Trip.
Turmalin, schörl	$\text{NaFe}_3\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_4$	Turm.
Uraninitt, uranbekerts	UO_2	Uran.
Wolframitt	$(\text{Fe,Mn})\text{WO}_4$	wfm.
Xenotim	YPO_4	Xnt.
Zirkon	ZrSiO_4	Zr.

VEDLEGG 2A: Hoved- (ICP) og sporelementanalyser (ICP-MS) av feltspater med prøvebeskrivelse. Understreket prøvenummere er paralleller, uthevet skrift reanalyser og kursiv doble prøver av fargesonerte krystaller.

LOKALITET	PEG. NR.	PRØVEBESKRIVELSE	PRØVE-NR.	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	GLT %	SUM %
ALKALIFELTSPAT												
Laksådalen	1	Lys grå alkalifeltspat kryst. Enkelte rustflekete korn	34601	65,71	18,45	0,42	0,07	3,06	11,48	0,01	0,4	99,60
Oterstrand	2	Lys grønnlig grå alkalifeltspat i polykryst. grunnm.	34602	65,25	18,28	0,40	0,21	1,70	12,95	0,01	0,8	99,60
Brattholmen, nord	3a	Matt gråhvit alkalifeltspat krystall	34603	64,97	18,74	0,34	0,16	2,64	12,01	0,15	0,7	99,72
D.O., parallellprøve	3a	Matt gråhvit alkalifeltspat krystall	<u>34630</u>	64,05	18,95	0,85	0,12	2,65	12,46	0,15	0,5	99,74
Brattholmen, sør	3b	Bl. rosa alkfsp. aggr. i druse. Mørke mose flekker	34604	64,13	18,33	0,78	0,06	0,56	14,98	0,11	0,7	99,68
Hundholmen, nord (A)	4	Lys beige soner i alk.fsp. krystall (34610)	34605	67,08	17,37	0,47	0,09	2,09	11,73	0,07	0,7	99,61
Hundholmen, sør	5	Blek rosa/lys beige alkfeltspat krystaller	34606	65,38	18,52	0,39	0,08	2,26	12,44	0,08	0,5	99,66
Ørnes, 1	6a	Kremfarget alkalifeltspat krystall	34607	65,16	18,70	0,48	0,07	3,04	11,43	0,15	0,7	99,73
Ørnes, 2	6b	Lys beige/kremfarget alk.fsp. kryst.med hvite årer	34608	65,33	18,89	0,43	0,09	3,00	11,55	0,14	0,3	99,74
Risvika	10	Blek rosa alkfsp. kryst. i grunnm. Noen svarte spetter.	34609	68,03	17,22	0,70	0,07	2,74	10,52	0,01	0,4	99,70
Hundholmen, nord (B)	4	Lys grå alkalifeltspat krystall	34610	65,83	18,19	0,59	0,13	2,24	12,29	0,06	0,3	99,63
Meløystein	7	Kremfarget alkalifeltspat krystall	34611	64,24	18,97	0,64	0,05	2,34	12,37	0,09	0,7	99,40
Rolfholmen, nord, 1A	21a	Fargeløs alkalifesp. krystall. Noen rødlige mikroårer	34613	64,77	19,29	0,33	0,18	2,78	11,87	0,09	0,2	99,52
Rolfholmen, nord, 1B	21a	Blek rødlig rosa årer i fargeløs alkalifeltspat (34613)	34614	65,05	18,80	0,56	0,16	2,65	11,92	0,07	0,2	99,42
Rolfholmen, nord, 2	21b	Lys beige mikroskopisk alkalifeltspat krystall	34615	71,88	14,89	0,47	0,12	2,02	9,52	0,01	0,4	99,32
Rolfholmen, nord 3	21c	Blek rosa alkalifeltsp. med litt kvarts	34616	65,95	18,18	0,56	0,16	2,45	11,55	0,03	0,5	99,38
D.O., reanalysert	21c	Blek rosa alkalifeltsp. med litt kvarts	34616	65,98	17,90	0,66	0,15	2,43	11,45	0,02	0,4	98,99
Rolfholmen, sør, A	22	Lys grå glassaktig transparent alk.fsp. krystall	34617	64,30	18,95	0,66	0,17	2,66	12,16	0,06	0,4	99,37
Rolfholmen, sør, B	22	Matte melkegrå årer i glassaktig alk.fsp. (34617)	34618	64,47	19,08	0,34	0,18	2,67	12,25	0,06	0,4	99,46
Flatøya, sør	23	Blandet lys beige og rødlig rosa alk.fsp. krystall	34619	64,40	18,88	0,39	0,20	2,18	12,75	0,04	0,4	99,25
Flatøya, nord	24	Blandet lys beige og blek rosa grafisk alk.fsp. krystall	34620	68,04	16,78	0,68	0,13	2,10	10,91	0,03	0,6	99,28
Grønøya, vestre, 1	18a	Lys skitten-aktig beige alkalifeltspat krystall	34621	65,05	19,09	0,36	0,05	3,36	11,46	0,16	0,2	99,75
Grønøya, vestre, 2	18b	Matt lys beige alk.fsp. krystall. Litt blek rosa transp.	34623	64,93	18,79	0,69	0,14	2,62	12,04	0,05	0,3	99,58
Grønøya, midtre	19a	Lys beige alkalifeltspat krystall	34624	64,67	19,23	0,49	0,05	3,31	11,76	0,13	0,1	99,75
Brattåsen, B	34a	Blek skittenrosa alk.fsp. kryst. med mikrogr. kv.	34626	71,19	15,11	0,61	0,10	1,98	10,19	0,07	0,4	99,67
Grønøya, midtre, blocky	19b	Lys beige alkalifeltspat krystall	34627	64,44	19,06	0,44	0,05	3,34	11,57	0,15	0,7	99,77
Grønøya, midtre, sør	19c	Kremfarget alkalifeltspat krystall	34629	64,47	19,14	0,62	0,07	2,87	12,24	0,11	0,2	99,73
Grønøya, søndre, 1	20a	Matt kremfarget alkalifeltspat krystall	34631	64,32	19,01	0,68	0,08	2,77	12,27	0,13	0,5	99,76
Grønøya, søndre, 2	20b	Matt kremfarget alkalifeltspat krystall	34632	64,80	18,57	0,48	0,08	2,45	12,43	0,09	0,8	99,71
Hestøya	17	Blek rosa alkalifeltsp. med litt mikroskopisk kvarts	34633	65,13	18,41	0,64	0,17	2,26	12,34	0,07	0,4	99,44
Tindvika	16	Kremfarget og litt grå transp. alkalifeltspat krystall	34634	64,77	18,75	0,39	0,18	2,42	12,26	0,06	0,7	99,54
Ingeborgkammen	13	Lys beige alkalifeltspat krystall med litt rødlig stain.	34635	64,92	18,27	0,79	0,10	2,36	12,47	0,01	0,8	99,72

VEDLEGG 2A: Hoved- (ICP) og sporelementanalyser (ICP-MS) av feltspater med prøvebeskrivelse. Understreketete prøvenummere er paralleller, uthevet skrift reanalyser og kursiv doble prøver av fargesonerte krystaller.

LOKALITET	PEG. NR.	PRØVEBESKRIVELSE	PRØVE-NR.	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	GLT %	SUM %
ALKALIFELTSPAT												
Blåsfjellet	26	Lys beige alkalifeltspat krystall med litt grå rester	34636	64,83	18,67	0,46	0,10	1,69	13,45	0,08	0,3	99,59
Segelfor	27	Aggr. av krem- til melkefarget fsp. Litt forv. hud + bio.	34637	65,97	18,13	0,96	0,33	2,61	11,29	0,03	0,2	99,54
Hamnøy, nord, 1	28a	Blek rosa alkalifeltspat krystall med litt mikrogr. kv.	34638	70,92	14,94	0,61	0,09	1,66	10,33	0,01	0,9	99,47
Hamnøy, nord, 2	28b	Blek rosa alk.fsp. kryst. med litt mikrogr. kv., grå fsp.	34639	69,06	16,38	0,67	0,18	1,91	10,94	0,01	0,3	99,47
Hamnøy, sør	29	Blek rosa alk.fsp. kryst. med litt grå transp. alk.fsp.	34640	64,49	18,75	0,76	0,22	2,29	12,41	0,07	0,4	99,41
Slåttstongholmen, 1	30a	Blek beige/kremfarget alkalifeltspat krystall	34641	64,90	18,72	0,45	0,07	2,92	11,75	0,22	0,7	99,74
Slåttstongholmen, 2	30b	Lys beige/kremf. alk.fsp. krystall. Enkelte grå spetter	34642	64,79	19,10	0,46	0,06	2,97	11,74	0,23	0,4	99,75
Solstrand, 1	31a	Transp. lys beige/kremf. alk.fsp. med litt mikrogr. kv.	34643	71,41	14,59	0,62	0,11	1,82	9,67	0,04	1,2	99,48
Solstrand, 2	31b	Gråhvit alk.fsp. i grunnmasse.	34644	63,93	20,07	0,50	1,62	3,63	8,93	0,05	0,7	99,44
Nordsjøvik	33	Aggr. av kremf. alk.fsp. + ørlite kv., bio., og forv. hud	34646	67,28	18,07	0,51	0,63	2,26	10,49	0,09	0,2	99,55
Brattåsen, 2	34b	Lys grå/kremf. mikrografisk alkalifeltspat krystall	34647	70,94	15,24	0,56	0,08	1,72	10,43	0,07	0,6	99,64
Bjørnhaugen, hovedbr.	38a	Blek rosa alk.fsp. kryst., ørlite forv. hud og sva. prikk.	34648	64,91	18,41	0,67	0,09	2,39	12,16	0,01	0,7	99,34
Bjørnhaugen, 20m Ø	38b	Blek rosa mikrografisk alkalifeltspat krystall	34650	67,00	17,44	0,57	0,08	2,19	11,38	0,01	0,7	99,38
D.O., reanalyser	38b	Blek rosa mikrografisk alkalifeltspat krystall	<u>34650</u>	66,77	17,63	0,63	0,08	2,23	11,53	0,01	0,5	99,37
Ågskardet, nedre br., 1	25a	Lys beige alkalifeltspat krystall	34652	65,30	18,56	0,56	0,08	2,17	12,58	0,05	0,4	99,71
D.O., parallellprøve	25a	Lys beige alkalifeltspat krystall	<u>34622</u>	64,52	18,75	0,78	0,09	2,30	12,64	0,05	0,6	99,74
Ågskardet, nedre br., 2	25a	Kremhvit alkalifeltspat krystall	34653	65,45	18,77	0,45	0,02	2,18	12,46	0,19	0,2	99,73
Ågskardet, midtre	25b	Matt fløtefarget alkalifeltsp. kryst. Litt fargeløs transp.	34654	64,57	18,82	0,55	0,11	1,94	12,84	0,09	0,4	99,33
Ågskardet, øvre, 1	25c	Lys gråhvit alkalifeltspat krystall	34655	65,09	18,58	0,61	0,02	2,53	11,85	0,15	0,9	99,73
Ågskardet, øvre, 2	25c	Fløtef. til matt lys grå alkalifeltspat krystall	34656	65,51	18,65	0,33	0,03	2,19	12,44	0,18	0,4	99,74
Ågskardet, øvre, 3	25c	Elfenbeinshvit alkalifeltspat krystall	34657	65,02	18,72	0,56	0,09	1,88	12,84	0,08	0,2	99,40
D.O., parallellprøve	25c	Elfenbeinshvit alkalifeltspat krystall	<u>34660</u>	64,85	18,68	0,52	0,09	1,87	12,72	0,07	0,6	99,41
Ågskardet, nedre	25a	Matt til transp. lys beige alkalifeltspat krystall	34658	64,83	18,85	0,62	0,09	2,01	12,73	0,07	0,3	99,52
Ågskardet, nedre	25a	Elfenbeinshvit alkalifeltspat krystall	34659	65,29	18,44	0,48	0,07	2,38	12,03	0,05	0,9	99,64
D.O., parallellprøve	25a	Elfenbeinshvit alkalifeltspat krystall	<u>34649</u>	64,68	18,51	0,65	0,07	2,44	12,16	0,05	1,1	99,67
PLAGIOKLAS												
Meløystein	7	Kremf. plagioklas i kv.-musk. masse. Brune spetter	34612	65,66	21,20	0,41	2,16	9,43	0,52	0,05	0,3	99,73
Grønøya, midtre, sør (5)	19d	Melkehvit transparent plagioklas krystall	34625	65,37	21,06	0,60	1,26	10,09	0,86	0,10	0,4	99,75
Grønøya, midtre, sør (2)	19e	Melkehvit plagioklas krystall. Noen fink. plag. aggr.	34628	63,20	22,39	0,61	3,00	9,34	0,83	0,05	0,3	99,74
Slynga	32	Aggr. av plag., kv. og alk.fsp. Litt bio. og forv. hud	34645	72,32	15,97	0,62	2,47	3,68	3,89	0,03	0,6	99,62
Kvinasvingen, vest	37	Aggr., blek rosa/lys grønlig grå plag. + kv., mørk spett.	34651	71,33	17,18	0,71	2,42	6,40	1,11	0,01	0,5	99,67

VEDLEGG 2A: Hoved- (ICP) og sporelementanalyser (ICP-MS) av feltspater med prøvebeskrivelse. Understreket prøvenummere er paralleller, uthevet skrift reanalyser og kursiv doble prøver av fargesonerte krystaller.

LOKALITET	PEG. NR.	PRØVEBESKRIVELSE	PRØVE-NR.	Rb ppm	Cs ppm	Sr ppm	Ba ppm
ALKALIFELTSPAT							
Laksådalen	1	Lys grå alkalifeltspat kryst. Enkelte rustflekke korn	34601	389,7	2,0	192,4	838,7
Oterstrand	2	Lys grønnlig grå alkalifeltspat i polykryst. grunnm.	34602	625,9	17,9	320,8	887,5
Brattholmen, nord	3a	Matt gråhvitt alkalifeltspat krystall	34603	463,3	19,7	91,5	152,2
D.O., parallellprøve	3a	Matt gråhvitt alkalifeltspat krystall	<u>34630</u>	481,8	21,1	96,6	167,6
Brattholmen, sør	3b	Bl. rosa alkfsp. aggr. i druse. Mørke mose flekker	34604	718,9	34,5	70,6	561,3
Hundholmen, nord (A)	4	Lys beige soner i alk.fsp. krystall (34610)	<i>34605</i>	311,9	3,9	193,3	730,7
Hundholmen, sør	5	Blek rosa/lys beige alkfeltspat krystaller	34606	472,9	65,4	146,1	497,6
Ørnes, 1	6a	Kremfarget alkalifeltspat krystall	34607	790,5	14,9	24,0	71,6
Ørnes, 2	6b	Lys beige/kremfarget alk.fsp. kryst.med hvite årer	34608	775,4	13,5	22,3	78,2
Risvika	10	Blek rosa alkfsp. kryst. i grunnm. Noen svarte spetter.	34609	535,3	6,7	45,0	264,3
Hundholmen, nord (B)	4	Lys grå alkalifeltspat krystall	<i>34610</i>	312,6	3,8	187,9	702,3
Meløysteinen	7	Kremfarget alkalifeltspat krystall	34611	234,6	3,6	168,7	2565,9
Rolfholmen, nord, 1A	21a	Fargeløs alkalifesp. krystall. Noen rødlige mikroårer	<i>34613</i>	307,2	2,6	363,2	1487,8
Rolfholmen, nord, 1B	21a	Blek rødlig rosa årer i fargeløs alkalifeltspat (34613)	<i>34614</i>	293,9	3,2	400,1	2167,5
Rolfholmen, nord, 2	21b	Lys beige mikroskopisk alkalifeltspat krystall	34615	221,6	2,2	386,0	2679,9
Rolfholmen, nord 3	21c	Blek rosa alkalifeltsp. med litt kvarts	34616	271,9	2,9	486,8	3810,1
D.O., reanalyser	21c	Blek rosa alkalifeltsp. med litt kvarts	34616	270,5	2,8	479,2	3775,8
Rolfholmen, sør, A	22	Lys grå glassaktig transparent alk.fsp. krystall	<i>34617</i>	292,7	2,4	452,1	2669,0
Rolfholmen, sør, B	22	Matte melkegrå årer i glassaktig alk.fsp. (34617)	<i>34618</i>	301,0	2,8	384,6	1985,7
Flatøya, sør	23	Blandet lys beige og rødlig rosa alk.fsp. krystall	34619	282,7	1,8	560,1	3445,2
Flatøya, nord	24	Blandet lys beige og blek rosa grafisk alk.fsp. krystall	34620	272,4	2,0	461,7	3137,4
Grønøya, vestre, 1	18a	Lys skitten-aktig beige alkalifeltspat krystall	34621	962,4	8,5	7,2	38,3
Grønøya, vestre, 2	18b	Matt lys beige alk.fsp. krystall. Litt blek rosa transp.	34623	400,2	2,6	207,4	1231,2
Grønøya, midtre	19a	Lys beige alkalifeltspat krystall	34624	915,2	8,4	6,0	29,0
Brattåsen, B	34a	Blek skittenrosa alk.fsp. kryst. med mikrogr. kv.	34626	327,3	11,9	124,2	359,5
Grønøya, midtre, blocky	19b	Lys beige alkalifeltspat krystall	34627	1211,3	13,6	3,9	16,8
Grønøya, midtre, sør	19c	Kremfarget alkalifeltspat krystall	34629	1011,0	11,0	49,5	155,8
Grønøya, søndre, 1	20a	Matt kremfarget alkalifeltspat krystall	34631	666,7	9,1	18,7	23,8
Grønøya, søndre, 2	20b	Matt kremfarget alkalifeltspat krystall	34632	569,5	11,0	74,6	208,5
Hestøya	17	Blek rosa alkalifeltsp. med litt mikroskopisk kvarts	34633	338,4	2,9	217,1	887,7
Tindvika	16	Kremfarget og litt grå transp. alkalifeltspat krystall	34634	311,7	2,4	243,4	1189,3
Ingeborgkammen	13	Lys beige alkalifeltspat krystall med litt rødlig stain.	34635	344,5	6,9	50,0	92,5

VEDLEGG 2A: Hoved- (ICP) og sporelementanalyser (ICP-MS) av feltspater med prøvebeskrivelse. Understreket prøvenummere er paralleller, uthevet skrift reanalyser og kursiv doble prøver av fargesonerte krystaller.

LOKALITET	PEG. NR.	PRØVEBESKRIVELSE	PRØVE-NR.	Rb ppm	Cs ppm	Sr ppm	Ba ppm
ALKALIFELTSPAT							
Blåsfjellet	26	Lys beige alkalifeltspat krystall med litt grå rester	34636	323,4	2,6	207,5	928,3
Segelfor	27	Aggr. av krem- til melkefarget fsp. Litt forv. hud + bio.	34637	381,1	10,7	236,3	1276,4
Hamnøy, nord, 1	28a	Blek rosa alkalifeltspat krystall med litt mikrogr. kv.	34638	204,3	2,2	269,1	1605,2
Hamnøy, nord, 2	28b	Blek rosa alk.fsp. kryst. med litt mikrogr. kv., grå fsp.	34639	207,7	2,6	295,9	1568,3
Hamnøy, sør	29	Blek rosa alk.fsp. kryst. med litt grå transp. alk.fsp.	34640	255,1	5,0	337,8	2244,2
Slåttstongholmen, 1	30a	Blek beige/kremfarget alkalifeltspat krystall	34641	927,5	29,6	5,6	18,9
Slåttstongholmen, 2	30b	Lys beige/kremf. alk.fsp. krystall. Enkelte grå spetter	34642	814,3	25,4	2,9	8,3
Solstrand, 1	31a	Transp. lys beige/kremf. alk.fsp. med litt mikrogr. kv.	34643	200,5	2,7	271,4	1538,5
Solstrand, 2	31b	Gråhvit alk.fsp. i grunnmasse.	34644	183,8	3,1	400,8	2064,7
Nordsjøvik	33	Aggr. av kremf. alk.fsp. + ørlite kv., bio., og forv. hud	34646	236,0	2,7	262,1	1023,5
Brattåsen, 2	34b	Lys grå/kremf. mikrografisk alkalifeltspat krystall	34647	330,6	12,2	118,7	302,8
Bjørnhaugen, hovedbr.	38a	Blek rosa alk.fsp. kryst., ørlite forv. hud og sva. prikk.	34648	302,5	1,2	425,5	2690,8
Bjørnhaugen, 20m Ø	38b	Blek rosa mikrografisk alkalifeltspat krystall	34650	346,0	2,6	272,9	2252,6
D.O., reanalysert	38b	Blek rosa mikrografisk alkalifeltspat krystall	34650	367,1	2,6	286,4	2355,5
Ågskardet, nedre br., 1	25a	Lys beige alkalifeltspat krystall	34652	325,1	2,0	98,5	135,8
D.O., parallellprøve	25a	Lys beige alkalifeltspat krystall	<u>34622</u>	323,0	2,1	102,3	151,0
Ågskardet, nedre br., 2	25a	Kremhvit alkalifeltspat krystall	34653	1548,3	55,2	5,1	8,0
Ågskardet, midtre	25b	Matt fløtefarget alkalifeltsp. kryst. Litt fargeløs transp.	34654	235,0	1,3	364,0	2902,3
Ågskardet, øvre, 1	25c	Lys gråhvit alkalifeltspat krystall	34655	1251,8	43,6	5,1	14,9
Ågskardet, øvre, 2	25c	Fløtef. til matt lys grå alkalifeltspat krystall	34656	1699,0	26,5	10,1	7,0
Ågskardet, øvre, 3	25c	Elfenbeinshvit alkalifeltspat krystall	34657	258,4	4,6	315,1	2322,3
D.O., parallellprøve	25c	Elfenbeinshvit alkalifeltspat krystall	<u>34660</u>	239,7	4,2	303,2	2194,9
Ågskardet, nedre	25a	Matt til transp. lys beige alkalifeltspat krystall	34658	257,6	1,4	243,3	1525,3
Ågskardet, nedre	25a	Elfenbeinshvit alkalifeltspat krystall	34659	416,1	8,4	165,5	499,5
D.O., parallellprøve	25a	Elfenbeinshvit alkalifeltspat krystall	<u>34649</u>	416,0	9,5	169,5	485,6
PLAGIOKLAS							
Meløystein	7	Kremf. plagioklas i kv.-musk. masse. Brune spetter	34612	5,2	<0,1	126,6	48,2
Grønøya, midtre, sør (5)	19d	Melkehvit transparent plagioklas krystall	34625	20,9	0,3	15,4	7,8
Grønøya, midtre, sør (2)	19e	Melkehvit plagioklas krystall. Noen fink. plag. aggr.	34628	18,9	0,5	137,7	14,9
Slynga	32	Aggr. av plag., kv. og alk.fsp. Litt bio. og forv. hud	34645	73,5	1,7	331,8	417,6
Kvinasvingen, vest	37	Aggr., blek rosa/lys grønlig grå plag. + kv., mørk spett.	34651	25,0	0,5	234,4	89,4

VEDLEGG 2B: Hoved- og sporelementanalyser av feltspater med aritmetisk gjennomsnitt av doble prøver/analyser og utregnete elementforhold sortert på pematitt-typer. Forkortelser er gitt på siste side.

LOKALITET	PEGM. NR.	PEGM. TYPE	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	GLT. %	SUM %	Rb ppm	Sr ppm	Ba ppm	Cs ppm
ALKALIFELTSPAT															
Nordsjøvik	33	PGr	67,28	18,07	0,51	0,63	2,26	10,49	0,09	0,2	99,55	236,0	262,1	1023,5	2,7
Tindvika	16	PGr	64,77	18,75	0,39	0,18	2,42	12,26	0,06	0,7	99,54	311,7	243,4	1189,3	2,4
Segelfør	27	PGr	65,97	18,13	0,96	0,33	2,61	11,29	0,03	0,2	99,54	381,1	236,3	1276,4	10,7
Laksådalen	1	KP	65,71	18,45	0,42	0,07	3,06	11,48	0,01	0,4	99,60	389,7	192,4	838,7	2,0
Oterstrand	2	KP	65,25	18,28	0,40	0,21	1,70	12,95	0,01	0,8	99,60	625,9	320,8	887,5	17,9
Rolfholmen, nord, 1, gj.sn.	21a	KP	64,91	19,05	0,45	0,17	2,72	11,90	0,08	0,2	99,47	300,6	381,7	1827,7	2,9
Rolfholmen, nord, 2	21b	KP	71,88	14,89	0,47	0,12	2,02	9,52	0,01	0,4	99,32	221,6	386,0	2679,9	2,2
Rolfholmen, nord 3, gj.sn.	21c	KP	65,97	18,04	0,61	0,16	2,44	11,50	0,03	0,5	99,19	271,2	483,0	3793,0	2,9
Rolfholmen, sør, gj.sn.	22	KP	64,39	19,02	0,50	0,18	2,67	12,21	0,06	0,4	99,42	296,9	418,4	2327,4	2,6
Brattåsen, B	34a	KP	71,19	15,11	0,61	0,10	1,98	10,19	0,07	0,4	99,67	327,3	124,2	359,5	11,9
Brattåsen, 2	34b	KP	70,94	15,24	0,56	0,08	1,72	10,43	0,07	0,6	99,64	330,6	118,7	302,8	12,2
Hestøya	17	KP	65,13	18,41	0,64	0,17	2,26	12,34	0,07	0,4	99,44	338,4	217,1	887,7	2,9
Hamnøy, nord, 1	28a	KP	70,92	14,94	0,61	0,09	1,66	10,33	0,01	0,9	99,47	204,3	269,1	1605,2	2,2
Hamnøy, nord, 2	28b	KP	69,06	16,38	0,67	0,18	1,91	10,94	0,01	0,3	99,47	207,7	295,9	1568,3	2,6
Hamnøy, sør	29	KP	64,49	18,75	0,76	0,22	2,29	12,41	0,07	0,4	99,41	255,1	337,8	2244,2	5,0
Flatøya, nord	23	KP	68,04	16,78	0,68	0,13	2,10	10,91	0,03	0,6	99,28	272,4	461,7	3137,4	2,0
Flatøya, sør	24	SKP	64,40	18,88	0,39	0,20	2,18	12,75	0,04	0,4	99,25	282,7	560,1	3445,2	1,8
Blåsfjellet	26	SKP	64,83	18,67	0,46	0,10	1,69	13,45	0,08	0,3	99,59	323,4	207,5	928,3	2,6
Solstrand, 1	31a	SKP	71,41	14,59	0,62	0,11	1,82	9,67	0,04	1,2	99,48	200,5	271,4	1538,5	2,7
Solstrand, 2	31b	SKP	63,93	20,07	0,50	1,62	3,63	8,93	0,05	0,7	99,44	183,8	400,8	2064,7	3,1
Bjørnhaugen, hovedbr.	38a	SKP	64,91	18,41	0,67	0,09	2,39	12,16	0,01	0,7	99,34	302,5	425,5	2690,8	1,2
Bjørnhaugen, 20m Ø	38b	SKP	66,89	17,54	0,60	0,08	2,21	11,46	0,01	0,6	99,38	356,6	279,7	2304,1	2,6
Risvika	10	MP	68,03	17,22	0,70	0,07	2,74	10,52	0,01	0,4	99,70	535,3	45,0	264,3	6,7
Ingeborgkammen	13	MP	64,92	18,27	0,79	0,10	2,36	12,47	0,01	0,8	99,72	344,5	50,0	92,5	6,9
Brattholmen, nord, gj.sn.	3a	Be-SPGr	64,51	18,85	0,60	0,14	2,65	12,24	0,15	0,6	99,73	472,6	94,1	159,9	20,4
Brattholmen, sør	3b	Be-SPGr	64,13	18,33	0,78	0,06	0,56	14,98	0,11	0,7	99,68	718,9	70,6	561,3	34,5
Hundholmen, nord, gj.sn.	4	Be-PGr	66,46	17,78	0,53	0,11	2,17	12,01	0,07	0,5	99,62	312,3	190,6	716,5	3,9
Hundholmen, sør	5	Be-PGr	65,38	18,52	0,39	0,08	2,26	12,44	0,08	0,5	99,66	472,9	146,1	497,6	65,4
Slåttstongholmen, 1	30a	Be-KP	64,90	18,72	0,45	0,07	2,92	11,75	0,22	0,7	99,74	927,5	5,6	18,9	29,6
Slåttstongholmen, 2	30b	Be-KP	64,79	19,10	0,46	0,06	2,97	11,74	0,23	0,4	99,75	814,3	2,9	8,3	25,4
Meløysteinen	7	Li-MP	64,24	18,97	0,64	0,05	2,34	12,37	0,09	0,7	99,40	234,6	168,7	2565,9	3,6
Ørnes, 1	6a	Be-Li-SMP	65,16	18,70	0,48	0,07	3,04	11,43	0,15	0,7	99,73	790,5	24,0	71,6	14,9

VEDLEGG 2B: Hoved- og sporelementanalyser av feltspater med aritmetisk gjennomsnitt av doble prøver/analyser og utregnete elementforhold sortert på pematitt-typer. Forkortelser er gitt på siste side.

LOKALITET	PEGM. NR.	PEGM. TYPE	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	GLT. %	SUM %	Rb ppm	Sr ppm	Ba ppm	Cs ppm
ALKALIFELTSPAT															
Ørnes, 2	6b	Be-Li-SMP	65,33	18,89	0,43	0,09	3,00	11,55	0,14	0,3	99,74	775,4	22,3	78,2	13,5
Grønøya, vestre, 1	18a	Be-Li-SMP	65,05	19,09	0,36	0,05	3,36	11,46	0,16	0,2	99,75	962,4	7,2	38,3	8,5
Grønøya, vestre, 2	18b	Be-Li-SMP	64,93	18,79	0,69	0,14	2,62	12,04	0,05	0,3	99,58	400,2	207,4	1231,2	2,6
Grønøya, midtre	19a	Be-Li-SMP	64,67	19,23	0,49	0,05	3,31	11,76	0,13	0,1	99,75	915,2	6,0	29,0	8,4
Grønøya, midtre, blocky	19b	Be-Li-SMP	64,44	19,06	0,44	0,05	3,34	11,57	0,15	0,7	99,77	1211,3	3,9	16,8	13,6
Grønøya, midtre, sør	19c	Be-Li-SMP	64,47	19,14	0,62	0,07	2,87	12,24	0,11	0,2	99,73	1011,0	49,5	155,8	11,0
Grønøya, søndre, 1	20a	Be-Li-SMP	64,32	19,01	0,68	0,08	2,77	12,27	0,13	0,5	99,76	666,7	18,7	23,8	9,1
Grønøya, søndre, 2	20b	Be-Li-SMP	64,80	18,57	0,48	0,08	2,45	12,43	0,09	0,8	99,71	569,5	74,6	208,5	11,0
Ågskardet, nedre br.1, gj.s	25a	Li-Ta-Nb-Be	64,91	18,66	0,67	0,09	2,24	12,61	0,05	0,5	99,73	324,1	100,4	143,4	2,1
Ågskardet, nedre br., 2	25a	Li-Ta-Nb-Be	65,45	18,77	0,45	0,02	2,18	12,46	0,19	0,2	99,73	1548,3	5,1	8,0	55,2
Ågskardet, nedre	25a	Li-Ta-Nb-Be	64,83	18,85	0,62	0,09	2,01	12,73	0,07	0,3	99,52	257,6	243,3	1525,3	1,4
Ågskardet, nedre, gj.sn.	25a	Li-Ta-Nb-Be	64,99	18,48	0,57	0,07	2,41	12,10	0,05	1,0	99,66	416,1	167,5	492,6	9,0
Ågskardet, midtre	25b	Li-Ta-Nb-Be	64,57	18,82	0,55	0,11	1,94	12,84	0,09	0,4	99,33	235,0	364,0	2902,3	1,3
Ågskardet, øvre, 1	25c	Li-Ta-Nb-Be	65,09	18,58	0,61	0,02	2,53	11,85	0,15	0,9	99,73	1251,8	5,1	14,9	43,6
Ågskardet, øvre, 2	25c	Li-Ta-Nb-Be	65,51	18,65	0,33	0,03	2,19	12,44	0,18	0,4	99,74	1699,0	10,1	7,0	26,5
Ågskardet, øvre, 3, gj.sn.	25c	Li-Ta-Nb-Be	64,94	18,70	0,54	0,09	1,88	12,78	0,08	0,4	99,41	249,1	309,2	2258,6	4,4
PLAGIOKLAS															
Slynga	32	PGr	72,32	15,97	0,62	2,47	3,68	3,89	0,03	0,6	99,62	73,5	331,8	417,6	1,7
Kvinasvingen, vest	37	PGr	71,33	17,18	0,71	2,42	6,40	1,11	0,01	0,5	99,67	25,0	234,4	89,4	0,5
Meløysteinen	7	Li-MP	65,66	21,20	0,41	2,16	9,43	0,52	0,05	0,3	99,73	5,2	126,6	48,2	0,1
Grønøya, midtre, sør (5)	19d	Be-Li-SMP	65,37	21,06	0,60	1,26	10,09	0,86	0,10	0,4	99,75	20,9	15,4	7,8	0,3
Grønøya, midtre, sør (2)	19e	Be-Li-SMP	63,20	22,39	0,61	3,00	9,34	0,83	0,05	0,3	99,74	18,9	137,7	14,9	0,5

PGr Pegmatittisk granitt
 KP Keramisk pegmatitt (bio.dominert pegm.)
 MP Muskovitt-pegmatitt
 S Angir at pegmatitten er sonert oppbygget;
 SPGr fører pegmatittisk kfsp.-kv. kjerne
 omgitt av pegmatittisk granitt.

Be- Beryll-førende pegmatitt
 Li- Pegmatitt med Li-mineraler
 Be-Li- Pegmatitt med beryll og Li-mineraler
 Li-Ta-Nb-Be Pegmatitt med Li-mineraler,
 collumbitt, beryll og cassiteritt

a,b,c osv. etter pegmatittnummer angir separate prøvelokaliteter i pegmatitten. GLT. Glødetap

VEDLEGG 2B: Hoved- og sporelementanalyser av feltspater med aritmetisk gjennomsnitt av doble prøver/analyser og utregnete elementforhold sortert på pematitt-typer. Forkortelser er gitt på siste side.

LOKALITET	PEGM. NR.	PEGM. TYPE	K/Rb	K/Cs	K/Ba	Rb/Cs	Rb/Sr	Ba/Rb
ALKALIFELTSPAT								
Nordsjøvik	33	PGr	369	32253	85	87	0,9	4,34
Tindvika	16	PGr	327	42407	86	130	1,3	3,82
Segelfor	27	PGr	246	8759	73	36	1,6	3,35
Laksådalen	1	KP	245	47651	114	195	2,0	2,15
Oterstrand	2	KP	172	6006	121	35	2,0	1,42
Rolfholmen, nord, 1, gj.sn.	21a	KP	329	34065	54	104	0,8	6,08
Rolfholmen, nord, 2	21b	KP	357	35923	29	101	0,6	12,09
Rolfholmen, nord 3, gj.sn.	21c	KP	352	33498	25	95	0,6	13,99
Rolfholmen, sør, gj.sn.	22	KP	341	38986	44	114	0,7	7,84
Brattåsen, B	34a	KP	258	7109	235	28	2,6	1,10
Brattåsen, 2	34b	KP	262	7097	286	27	2,8	0,92
Hestøya	17	KP	303	35325	115	117	1,6	2,62
Hamnøy, nord, 1	28a	KP	420	38980	53	93	0,8	7,86
Hamnøy, nord, 2	28b	KP	437	34931	58	80	0,7	7,55
Hamnøy, sør	29	KP	404	20605	46	51	0,8	8,80
Flatøya, nord	23	KP	332	45285	29	136	0,6	11,52
Flatøya, sør	24	SKP	374	58803	31	157	0,5	12,19
Blåsfjellet	26	SKP	345	42945	120	124	1,6	2,87
Solstrand, 1	31a	SKP	400	29732	52	74	0,7	7,67
Solstrand, 2	31b	SKP	403	23914	36	59	0,5	11,23
Bjørnhaugen, hovedbr.	38a	SKP	334	84123	38	252	0,7	8,90
Bjørnhaugen, 20m Ø	38b	SKP	267	36575	41	137	1,3	6,46
Risvika	10	MP	163	13035	330	80	11,9	0,49
Ingeborgkammen	13	MP	300	15003	1119	50	6,9	0,27
Brattholmen, nord, gj.sn.	3a	Be-SPGr	215	4979	635	23	5,0	0,34
Brattholmen, sør	3b	Be-SPGr	173	3605	222	21	10,2	0,78
Hundholmen, nord, gj.sn.	4	Be-PGr	319	25897	139	81	1,6	2,29
Hundholmen, sør	5	Be-PGr	218	1579	208	7	3,2	1,05
Slåttstongholmen, 1	30a	Be-KP	105	3295	5161	31	165,6	0,02
Slåttstongholmen, 2	30b	Be-KP	120	3837	11742	32	280,8	0,01
Meløysteinen	7	Li-MP	438	28525	40	65	1,4	10,94
Ørnes, 1	6a	Be-Li-SMP	120	6368	1325	53	32,9	0,09

VEDLEGG 2B: Hoved- og sporelementanalyser av feltspater med aritmetisk gjennomsnitt av doble prøver/analyser og utregnete elementforhold sortert på pematitt-typer. Forkortelser er gitt på siste side.

LOKALITET	PEGM. NR.	PEGM. TYPE	K/Rb	K/Cs	K/Ba	Rb/Cs	Rb/Sr	Ba/Rb
ALKALIFELTSPAT								
Ørnes, 2	6b	Be-Li-SMP	124	7102	1226	57	34,8	0,10
Grønøya, vestre, 1	18a	Be-Li-SMP	99	11193	2484	113	133,7	0,04
Grønøya, vestre, 2	18b	Be-Li-SMP	250	38443	81	154	1,9	3,08
Grønøya, midtre	19a	Be-Li-SMP	107	11622	3366	109	152,5	0,03
Grønøya, midtre, blocky	19b	Be-Li-SMP	79	7062	5717	89	310,6	0,01
Grønøya, midtre, sør	19c	Be-Li-SMP	101	9237	652	92	20,4	0,15
Grønøya, søndre, 1	20a	Be-Li-SMP	153	11193	4280	73	35,7	0,04
Grønøya, søndre, 2	20b	Be-Li-SMP	181	9381	495	52	7,6	0,37
Ågskardet, nedre br.1, gj.s	25a	Li-Ta-Nb-Be	323	51065	730	158	3,2	0,44
Ågskardet, nedre br., 2	25a	Li-Ta-Nb-Be	67	1874	12930	28	303,6	0,01
Ågskardet, nedre	25a	Li-Ta-Nb-Be	410	75485	69	184	1,1	5,92
Ågskardet, nedre, gj.sn.	25a	Li-Ta-Nb-Be	241	11219	204	46	2,5	1,18
Ågskardet, midtre	25b	Li-Ta-Nb-Be	454	81994	37	181	0,6	12,35
Ågskardet, øvre, 1	25c	Li-Ta-Nb-Be	79	2256	6602	29	245,5	0,01
Ågskardet, øvre, 2	25c	Li-Ta-Nb-Be	61	3897	14753	64	168,2	0,00
Ågskardet, øvre, 3, gj.sn.	25c	Li-Ta-Nb-Be	426	24112	47	57	0,8	9,07
PLAGIOKLAS								
Slynga	32	PGr	439	18996	77	43	0,2	5,7
Kvinasvingen, vest	37	PGr	369	18430	103	50	0,1	3,6
Meløysteinen	7	Li-MP	830	86337	90	104	0,0	9,3
Grønøya, midtre, sør (5)	19d	Be-Li-SMP	342	23798	915	70	1,4	0,4
Grønøya, midtre, sør (2)	19e	Be-Li-SMP	365	13781	462	38	0,1	0,8