

Høydalen Li-pegmatitt, Tørdal, Telemark.

Roy Kristiansen

Abstract

The Lithium-pegmatite at Høydalen, Tørdal in the county of Telemark, S Norway is presented with an historical review, additional data on recent findings and comparison with other Li-pegmatites in Norway.

The pegmatite is characterized by significant quantities of amazonite, lepidolite and cassiterite, besides a large diversity of yttrium- and fluorine minerals and others.

Geochemically the pegmatite is rich in Li, Y, F, Sn, Ta and Be.

An updated list of all known species is provided.

Granittpegmatitten ved Høydalen seter i Tørdal, beliggende ca. 500 m.o.h., er en av de mest interessante pegmatittene i Norge, både mineralogisk og geokjemisk. Bruddet har først og fremst blitt kjent og interessant takket være John P. Tveit (1909-1978), og noen av de første mineralene som ble funnet var tinnstein (kassiteritt), lepidolitt og amazonitt. Den første og fremdeles den mest omfattende oversikten om mineralogen i Høydalen ble gjort av Oftedal (1942). Høydalen er også typelokaliteten for det sjeldne mineralet tveititt, naturlig nok oppkalt etter stedet og finnenen John Tveit (Bergstøl et al. 1977). Geologien og aldersbestemmelser i området er skissert av Oftedal (1942) og Bergstøl & Juve (1988).

Fortsatt i dag, etter snart 60 år siden pegmatitten ble kjent, er funnmulighetene til stede. I år er det 20 år siden John P. Tveit døde, men hans sønn Kaj Peder Tveit holder tradisjonen i hevd, og sprenger regelmessig i bruddet.

Hittil har man registrert ca. 45 mineraler, hvorav mer enn halvparten er silikater. Pegmatitten er særlig rik på yttrium-holdige mineraler, men også mineraler med fluor, beryllium, tantal, tinn og litium er fremtredende.

I det følgende presenteres en kronologisk oversikt om mineralogiske og geokjemiske undersøkelser i Høydalen:

1940 I august mottok Mineralogisk-Geologisk Museum fra direktør Adam Hiorth, Christiania Minekompani A/S en vakker grovkristallinsk glimmerprøve innsendt av John P. Tveit i Tørdal, en prøve som senere viste seg å være en ekte lithium-glimmer: **lepidolitt**.

1941 Ivar Oftedal (1894-1976) undersøker lithium-innholdet i glimmere fra norske cleavelanditt-sonerte pegmatitter og antyder funn av en ekte lithium-glimmer fra en uspesifisert pegmatitt i Syd-Norge, men som senere bekreftes å være Høydalen.

1942 Oftedal publiserer en lengere artikkel om en lepidolit- og tinnstein-førende pegmatitt i Tørdal, Telemark, - den mest omfattende til dags dato.

- 1944 Oftedal skriver om «Scandium in biotite as a geologic thermometer» hvor han bl.a. angir Scandium-innholdet i flere mineraler fra Høydalen og Skarsfjell.
- 1953 Heinrich & Levinson undersøker prøver av rosa muskovitter fra forskjellige lokaliteter verden over m.h.p. sporelementer og optiske egenskaper, deriblant materiale fra Høydalen og Evje.
- 1956 Oftedal beskriver geokjemien i to amazonitt/cleavelandittpegmatitter i Tørdal (Høydalen og Skarsfjell).
- 1961 Neumann (1914-1983) undersøker en rekke norske mineraler m.h.t. Sc, bl.a. rosa beryl fra Høydalen (< 20 ppm Sc).
- 1961 P. Chr. Sæbø finner et mulig nytt mineral i Høydalen - et REE-fluor-silikat - som er vanskelig å karakterisere p.g.a. tvillingdannelse. Dette viser seg mange år senere å være identisk med kuliokitt-(Y), originalbeskrevet av Voloshin et al. (1985) fra en pegmatitt på Kola-halvøya.
- 1963 Oftedal bestemmer germanium-innholdet i norske topaser, og finner det høyeste innholdet i Høydalen-topas med 600- 700 ppm Ge (trolig substitusjonen Ge^{+4} for Al^{+3}).
- 1964 Oftedal undersøker oppreden og utbredelsen av bor i en del norske mineraler og finner mest i rosa muskovitter fra Høydalen og Ågskardet, ca 0,1% B_2O_3 .
- 1965 Sverdrup et al. rapporterer de første (tre) funn av tysonitt (= fluoceritt) i Norge, bl.a. fra Høydalen.
- 1967 Oftedal angir innholdet av Y+Yb for to granater fra Tørdal til 0,15 og 0,08% (semikvantitativ spektrokjemisk analyse).
- 1968 Frigstad analyser spessartin fra Tørdal (Høydalen), og sammensetningen er følge ham typisk for granater i cleavelanditt-fasen, bortsett fra det høye innholdet av 1,65 % Y_2O_3 .
- 1968 Sverdrup et al. analyser og beskriver funn av norske «yttrifluoritter», bl.a. fra Høydalen.
- 1970 Oftedal undersøker lithium-innholdet i norske beryller, og finner det høyste innholdet i rosa beryll fra Høydalen.
- 1971 Undertegnede finner et krittaktig mineral i cleavelanditt i Høydalen, som sannsynligvis er en pseudomorfose etter Sæbø's REE-fluor-silikat fra 1961. Påfølgende røntgen-pulveropptak viser trolig identitet med et tengeritt-liknende mineral (etter gagarinit!) fra Kazakstan, et CaY-karbonat fra Sør-Afrika og senere UN 21 fra Evans Lou-pegmatitten i Kanada (hellanditt-forekomsten). Alle disse viser seg mer enn 20 år senere å være identisk med et Ca-Y-karbonat fra Hørtekollen, d.v.s. kamphaugitt-(Y) (Raade & Brastad 1993). Mineralet er også funnet i Tangen-bruddet nær Kragerø, og på Kola-halvøya.

- 1977 Bergstøl et al. beskriver et nytt mineral funnet i Høydalen: **tveititt** - etter John P.Tveit, et Ca-Y-fluorid - med inneslutninger av kainositt og et mineral som senere er identifisert til hingganitt.
- 1978 Bailey & Christie beskriver og analyserer lepidolitt $3M_2$ fra Tørdal.
- 1978 Tveititt blir funnet i Barringer Hill i USA, men muligens feil?
- 1978 John P.Tveit dør.
- 1983 Raade & Kristiansen rapporterer funn av et wodginitt-liknende mineral som små inneslutninger i en tilfeldig valgt tinnsteinsbit fra Høydalen. Innholdet av Sc_2O_3 er ca 1,5 %.
- 1985 Kulioikitt-(Y) beskrives fra Kulioik-elven på Kola-halvøya i Russland (Voloshin et al 1985), og viser seg å være identisk med det ukjente REE-fluorsilikatet Sæbø fant i Høydalen 1961. Det norske materiale er imidlertid betydelig bedre enn det russiske.
- 1985 Cerny & Scott Ercit klassifiserer Høydalen-pegmatitten til en såkalt: «Lepidolite-type», men understreker at Høydalen er et unntak fra en typisk lepidolitt-pegmatitt ved «Evidently a strong Y, REE signature of the whole pegmatite district persists through advanced fractionation into the Li, F-enriched, lepidolite-bearing pegmatite type».
- 1987 Rule et al. publiserer en detaljert krystallstruktur-analyse av lepidolitt fra Tørdal.
- 1993 A.V.Voloshin, Kola Scientific Center, Apatity, bekrefter funn av stutte, hexagonale, klare eller svakt grønlige krystaller i mikrohulrom i en tett fibrøs lepidolitt med spessartin, noe fluoceritt og kulioikitt. Enkeltkrystallene er imidlertid $< 0,05$ mm, og materiale er svært sparsomt. Dette viser seg ved senere undersøkelser å være milaritt, nok et Be-mineral .
- 1993 En analyse av mikrolitt fra Høydalen viser en meget ren mikrolitt (Kristiansen 1993) .
- 1993 Raade, Sæbø, Austrheim og Kristiansen beskriver kulioikitt-(Y) og dets omvandlingsprodukter: kamphaugitt-(Y) og kainositt-(Y) fra Høydalen. I tillegg nevnes nye funn av andre mineraler, som metamikt allanitt, magnesiumholdig schorl, clinozoisitt, bavenitt, axinit, laumontitt, kalkspat og tengeritt-(Y).
- 1997 Juve & Bergstøl gir en generell omtale av granittpegmatittene i Tørdal, inkl. Heftetjern-forekomsten og Skarsfjell, og her verifiseres også funnet av hingganitt i tveititt fra Høydalen.
- 1997 Nye innsamlinger gjøres av undertegnede, og foreløpig har man funnet flere forekomst-typer av hingganitt og milaritt, samt registrert synchisitt og bavenitt. Fortsatt mange ikke-identifiserte.

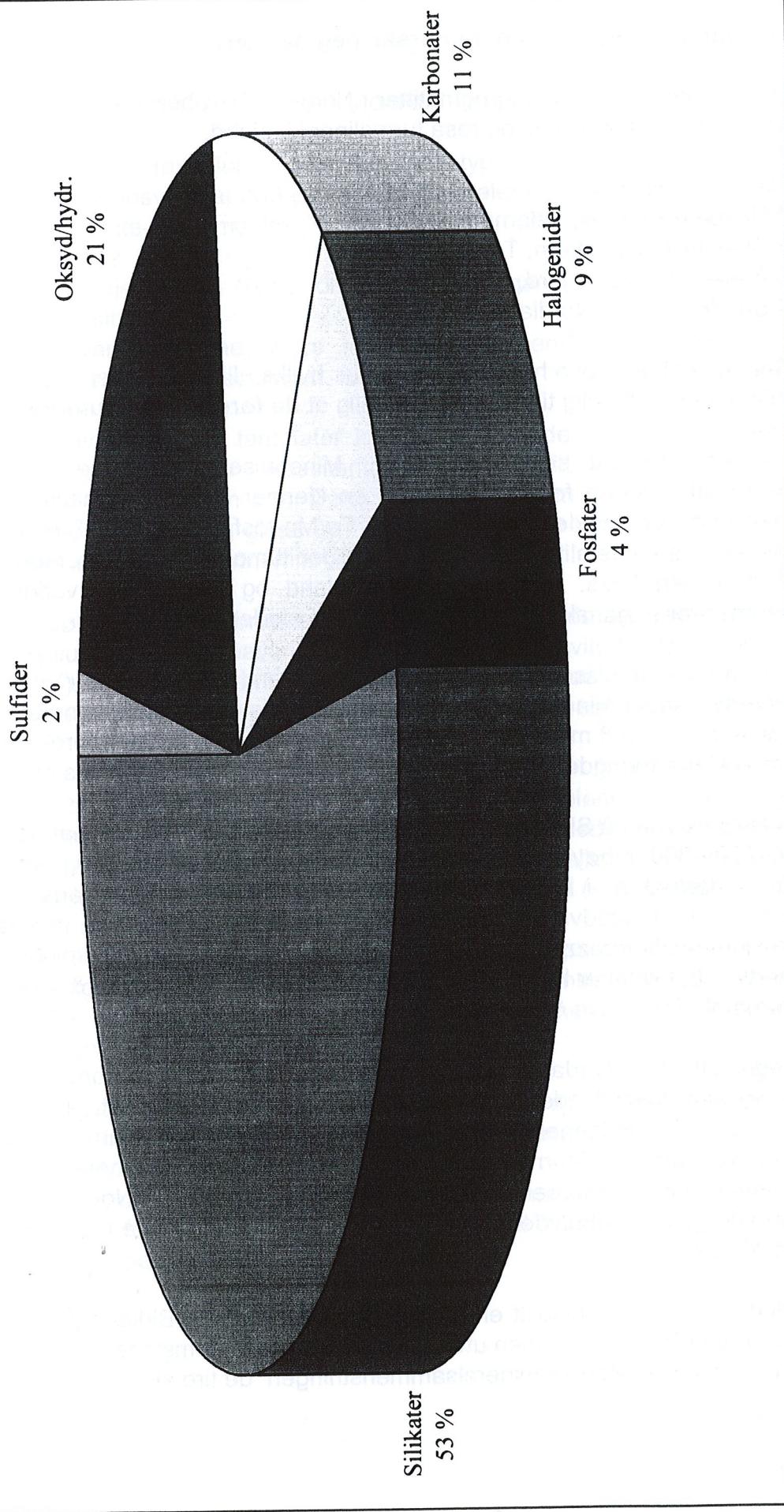
TABELL 1. Oversikt over mineralene i Høydalens, Tørdal.

Yttrium-mineraler	Cerium-mineraler
Gadolinit-(Y)	Monazitt-(Ce)
Yttrotantalitt-(Y) al.1965)	Fluoceritt-(Ce) (Sverdrup et
Fergusonitt-(Y)	Cerianitt-(Ce) (Raade 1993)
"Yttriofluoritt" (Sverdrup 1968)	Bastnaesitt-(Ce)
Xenotim-(Y) (Raade 1972)	Allanitt-(Ce)
Kainositt-(Y) (Raade et al.1993)	
Tengeritt-(Y)	
*Tveititt-(Y) (Bergstøl et al.1977)	
Kuliokitt-(Y) (Raade et al.1993)	
Kamphaugitt-(Y) (Raade & Braastad 1993)	
Hingganitt-(Y) (Juve & Bergstøl 1997)	
Thalenitt-(Y) (A.O.Larsen pers.medd.1998)	
Synchisitt-(Y)	
Tantal/niob og tinn-mineraler	
Tantalitt	
Wodginitt (Raade & Kristiansen 1983)	
Mikrolitt (Kristiansen 1993)	
Kassiteritt (Oftedal 1942)	
(Fergusonitt)	
(yttriotantalitt)	
Beryllium -mineraler	Lithium-mineraler
Beryll (grønn,gul og rosa)	Lepidolitt (Oftedal 1942)
Bavenitt	Zinnwalditt
Milaritt	
(Gadolinit-(Y))	
(Hingganitt-(Y))	
Andre	
Mikroklin	Götitt/lepidokrokitt
Kvarts	Zirkon/alvitt
Albitt	Fluoritt (flere)
Muskovitt (flere generasjoner)	Topaz
Biotitt	Laumontitt
Kalkspat	Spessartin
Magnesiumholdig schørl (turmalin)	Axinit
Clinzoisitt	Pyritt

* typelokalitet

Figur 1.

Mineraffordeling i Høydalen



Sammenlikning med andre norske pegmatitter.

Vi har ikke mange lithium-pegmatitter i Norge, - meg bekjent bare fire, bortsett fra at man har påvist lepidolitt og rosa turmaliner i Iveland.

De fire aktuelle er:

- 1.Høydal, Tørdal, Telemark
- 2.Skarsfjell - Heftetjern, Tørdal, Telemark
- 3.Ågskaret, Holandfjord, Nordland
- 4.Sandnessjøen, Nordland

Spørsmålet er - hva har de til felles eller hvilke ulikheter finner vi ?

Alle har en betydelig ting til felles, nemlig at **de fører egne lithium-mineraler.**

La oss all erførst se på Høydal. Mineraliseringen/geokjemien er i denne pegmatitten svært forskjellig fra det en kjenner i lithium-pegmatitter generelt, hvor man ofte har betydelig opptreden av Fe/Mn-fosfater og/eller Be-fosfater, samt Li-mineraler som petalitt, spodumen, amblygonitt/montebrasitt, eventuelt pollucitt (Cs). Sammenlikn f.eks. med Viitaniemi, Finland og Varuträsk, Sverige. Denne type pegmatitter er ganske utbredt/vanlig mange steder i verden.

I Høydal er disse mineralene helt fraværende. I stedet har man en betydelig utbredt Yttrium-mineralisering + flere andre sjeldne jordartsmineraler, mange Be-silikater og hele 8 mineraler med fluor. Tinnsteinen i Høydal forekommer dessuten i mye større mengder og dimensjoner enn andre norske forekomster.

Forekomstene på Skarsfjell/Heftetjern ligger geografisk ganske nær Høydal, men ca. 150 - 300 m høyere o.h., og topografisk langt mer utilgjengelig enn Høydal. Tross nærheten i beliggenhet er mineralogien/geokjemien ganske spesiell, fordi den fører et usedvanlig høyt innhold av Scandium-holdige mineraler, med en cæsium-holdig bazzitt, scandiumholdig ixiolitt og mikrolitt/pyroklor, og nå også thortveititt. Lithium er her representert med zinnwalditt (Bergstøl & Juve 1988, Juve & Bergstøl 1990, Juve & Bergstøl 1997).

Pegmatittene i Tørdal er også veldig forskjellig fra de nord-norske Li-pegmatittene. Noen sammenfallende mineraler er det, slike som mikrolitt, tinnstein, beryll, og enkelte bergartsdannende mineraler. Men Li-mineraliseringen nordpå forekommer som spodumen, Li-turmaliner, cookeitt og Li-fosfater. I senere tid har man også funnet mindre mengder av lepidolitt i Sandnessjøen i Nordland. Sistnevnte er forøvrig ganske ubetydelig dimensjonsmessig i forhold til de tre andre, og oppdaget adskillig senere.

Mindre mengder lepidolitt er i senere tid også funnet i Birkeland 3 i Iveland, og på Byrud ved Minnesund, men uten tinnstein i disse forkomstene.

Tabell 2 gir et bilde av mineralsammenstningen de fire aktuelle Li-pegmatittene.

Fremtiden

Kan man så fortsatt forvente å finne andre mineraler i Tørdal-området? Ja!

Sammenligner man f.eks. Høydalen-pegmatitten med type-lokaliteten for kuliokitt på Kola er det høyst sannsynlig at andre uvanlige mineraler kan dukke opp hos oss, som f.eks.: vyuntspakhite-(Y), iimoriite-(Y), kimuraite-(Y), caysichitt-(Y), keivyitt(Y), yftisitt-(Y), churchitt-(Y)?

Av Be-mineraler kanskje behoitt (f.eks. omvandlet etter gadolinitt), bityitt, euklas, roggianitt, minasgeraisitt?

Og - kan man forvente å finne andre lithium-mineraler enn bare lepidolitt og zinnwalditt? F.eks. brannockitt, eucryptitt, bikitaitt? Kanskje også tinn-mineralene stokesitt og eakeritt?

Også en rekke «uhyre» sjeldne tantalater kan være til stede, men da antagelig forkommende som inneslutninger i cassiteritt og/eller mikrolitt, som ganske små isometriske korn fra < 0,1 til noen mm. Dette er mineraler som er fargeløse til grå eller gulige, og med diamantaktig glans og høy egenvekt. Her kan nevnes calcio-, alumo-, natro- eller lithiotantitt, stannomikrolitt og cesplumtantitt.

Undertegnede besøkte Høydalen-bruddet høsten 1997, og gjorde flere interessante funn av bl.a. beryllium-mineraler: bavenitt som hvite eller gulig hvite fibrøse masser i albitt; hingganitt-(Y), som mm-store hvite skorpeaktige eller fibrøse masser på fiolett flusspat, eller som massiv blek teglrød opp til 2 cm intimt sammenvokst med synchisitt-(Y).

Milaritt er funnet i tre forskjellige sammenhenger: a) som fargeløse til svakt gulige søyleformete heksagonale krystaller opp mot 5-6 mm i albitt med bavenitt; b) som ørsmå (< 0,05 mm) stutte, sammenvokste, heksagonale krystaller i mikrohulrom i en tett fibrøs lepidolitt med spessartin og kuliokitt; c) som ørsmå (< 0,05 mm) slanke heksagonale krystaller i mikrohulrom i cassiteritt med andre ubestemte mikromineraler. Milaritten er tydeligvis vidt utbredt i forskjellige parageneser.

Imidlertid er det ingen av dem som inneholder noen vesentlige mengder med yttrium, som kunne indikere en Y-substitusjon for Ca og muligheten for et nytt mineral, slik det er antydet av Cerny et al. 1991.

Av andre mineraler som er funnet kan nevnes: xenotim-(Y) i mm-store honninggule krystaller intimt sammenvokst med nydelige zirkon-krystaller, eller som mm-store transparente gulige krystaller med dypbrunlig turmalin.

I rosa muskovitt finnes ofte velutviklede krystaller av dyp honningbrune monasitter.

Tinnstein/kassiteritt ble funnet i blyant-tykke krystaller opp til 6 cm lengde.

Mye gjenstår fortsatt å identifisere.

TABELL 2.

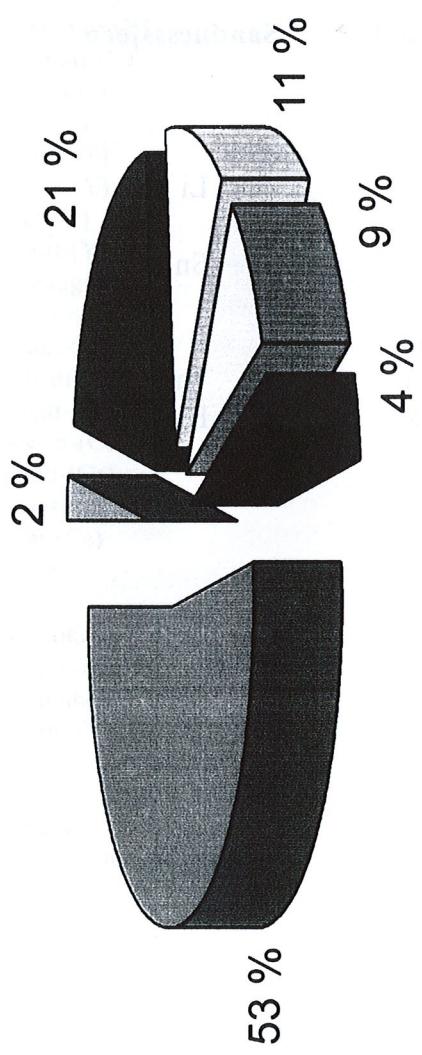
Lokalitet:	Høydalen	Skarsfjell/ Heftetjern	Ågskaret	Sandnesssjøen
Mikroklin	x	x	x	x
Kvarts	x	x	x	x
Albitt	x	x	x	x
Muskovitt (flere generasjoner)	x	x	x	x
Biotitt	x		x	x
Kalkspat	x			
Pyrritt	x	x		
Arsenopyritt			x	
Sinkblende		x		
Molybdenitt		x		
Magnetitt		x		
Schørsl (svart turmalin)	x		x	
Turmalin (elbaitt)			x	x
Clinzoisitt	x			
Gøttitt/lepidokrokitt	x			
Zirkon/alvitt	x	x	x	x
Fluoritt (flere)	x	x	x	
Topaz	x	x		
Laumontitt	x		x	
Spessartin	x	x	x	x
Apatitt (flere)			x	
Axinitt	x			
Euxenitt			x	
Gadolinitt-(Y)	x	x		
Yttrotantalitt-(Y)	x			
Fergusonitt-(Y)	x			
"Ytetrofluoritt"	x			
Xenotim-(Y)	x		x	
Kainositt-(Y)	x			
Tengeritt-(Y)	x			
Tveititt-(Y)	x			
Kuliokitt-(Y)	x			
Kamphaugitt-(Y)	x			
Hingganitt-(Y)	x			
Thalenitt-(Y)	x			
Synchisitt-(Y)	x			
Monazitt-(Ce)	x	x	x	
Fluoceritt-(Ce)	x			
Cerianitt-(Ce)	x			
Bastnaesitt-(Ce)	x			
Allanitt-(Ce)	x	x		
Strüveritt		x		
Tantalitt	x			x
Manganokolumbitt			x	
Wodginitt/ixiolitt ?	x			
Scandiumholdig ixiolitt		x		
Mikrolitt /Pyroklor	x	x	x	x
Kassiteritt	x	x	x	x
Bazzitt		x		
Thortveititt		x		
Beryll (grønn,gul og rosa)	x	x	x	
Bavenitt	x	x		x

Milaritt	x			
Bertranditt	x	x		
Lepidolitt	x			
x				
Zinnwalditt	x	x	x	
x				x
Spodumen			x	
Cookeitt			x	
Litiofilitt			x	
Sickleritt			x	
Hureaulitt			x	
Bismutitt			x	
Helvin			x	
Antall mineraler i forekomsten:	46	27	24	17

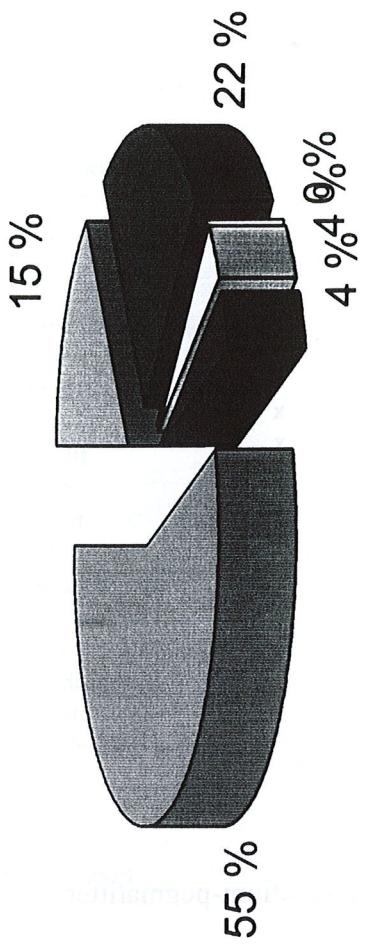
Tabell 3 GEOKJEMI. Karakteristiske elementer i norske litium-pegmatitter

Høydalen	Skarsfjell/ Heftetjern	Ågskaret	Sandnesssjøen
Li	Li	Li	Li
Y+REE	Sc		
Sn	(Sn)	Sn	Sn
F		P	
Be	Be	Be	
Ta	Ta(Nb)	Ta	Ta
(B)		B	B

Høydalen

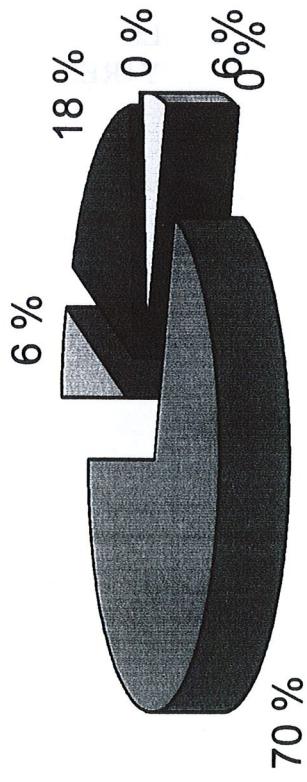


Skarsfjell/Hefftjern

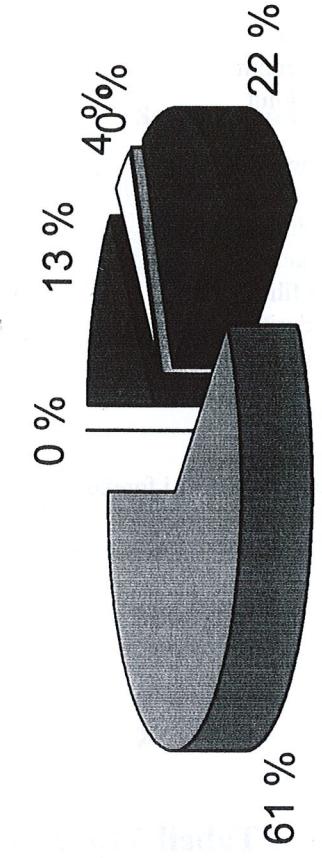


- Sulfider
- Oksydr/hydr.
- Halogenider
- Karbonater
- Fosfater
- Silikater

Sandnessjøen



Ågskaret



Figur 2 viser mineralkjemifordeling i de fire pegmatittene.

Takk

En stor takk til Alf Olav Larsen for bestemmelser eller verifikasjon av nye funn.
Takk også til Kaj Peder Tveit, Tørdal ,for velvillig imøtekomenhet og informasjoner.

Utvalgte referanser

Bailey, S.W. & Christie, Olav H.J.1978. Three-layer monoclinic lepidolite from Tørdal,Norway. Amer. Miner.,63:203-204.

Bergstøl, S. et al.1977. Tveitite, a new calcium yttrium fluorid.Lithos,10:81-87.

Bergstøl, S. & Juve, G.1988. Scandian ixiolite, pyrochlore and bazzite in granite pegmatite in Tørdal, Telemark, Norway. A contribution to the Mineralogy and geochemistry of scandium and Tin. Miner. and Petrol., 38:229-243.

Cerny, P. & Scott Ercit, T.1985. Some recent advances in the mineralogy and geochemistry of Nb and Ta in rare-element granitic pegmatites. Bull. Minéral., 108:499-532.

Crook,III, Wilson W.1978. Tveitite from the Barringer Hill district, Texas. Miner. Rec., 9:387.

Frigstad, O.F.1968. En undersøkelse av cleavelanditsonerte pegmatittganger i Iveland-Evje, nedre Setesdal. Upubl. cand.real. eksamen, Universitetet i Oslo.191 pp.

Heinrich, E.Wm. & Levinson, A.A.1953. Studies in the mica group: mineralogy of the rose muscovites. Amer. Miner., 38:25-49

Juve, G. & Bergstøl, S.1990. Caesian bazzite in granite pegmatite in Tørdal, Telemark, Norway. Miner. and Petrol., 43:131-136.

Juve, G. & Bergstøl, S.1997. Granittpegmatittene i Tørdal, Telemark. Norsk Bergverkmuseum, Skrift no.12:56-57.

Kristiansen, R.1993. Nye analyser av norske mikrolitter. Interne Notater, MGM : 207-211.

Neumann, H. 1961. The Scandium content of some Norwegian minerals and the formation of thortveitite.a reconnaissance study. Norsk Geol. Tidsskr., 41:197-210

Oftedal, I. 1941. Enrichment of lithium in Norwegian cleavelandite-quartz pegmatites. Norsk Geol. Tidsskr., 20:193-198.

Oftedal, I. 1942. Lepidolit-og tinnsteinførende pegmatitt i Tørdal, Telemark. Norsk Geol. Tidsskr., 22:1-14

Oftedal, I. 1943. Scandium in biotite as a geologic thermometer. Norsk Geol. Tidsskr., 23:202-213.

Oftedal, I. 1956. Contribution to the geochemistry of the granite pegmatite. Norsk Geol. Tidsskr., 36:141-150.

Oftedal, I. 1963. The germanium contents of some Norwegian topaz specimens. Norsk Geol. Tidsskr., 43:267-269.

Oftedal, I. 1964. On the occurrence and distribution of boron in pegmatite. Norsk Geol. Tidsskr., 44:217-225.

Oftedal, I. 1967. Note on minor elements in garnets. Norsk Geol. Tidsskr., 47:251-254.

Oftedal, I. 1970. Lithium contents of Norwegian beryls. Norsk Geol. Tidsskr., 50:245-247.

Raade, G. & Brastad, K. 1993. Kamphaugite-(Y), a new hydrous Ca (Y,REE)-carbonate mineral. Eur. J. Mineral., 5:679-683.

Raade, G. & Kristiansen, R. 1983. Inneslutninger av wodginit i kassiteritt fra Høydal, Tørdal. Interne Notater, MGM: 119-123.

Raade, G. et al. 1993. Kulikite-(Y) and its alteration products kainosite-(Y) and kamphaugite-(Y) from granite pegmatite in Tørdal, Norway. Eur. J. Miner., 5:691-698.

Rule, A.C. et al. 1987. Complex stacking sequences in a lepidolite from Tørdal, Norway. Amer. Miner., 72:1163-1169.

Sverdrup, T.L. 1968. Yttriofluorite - yttrocerite - cerfluorite in Norwegian pegmatites. Norsk Geol. Tidsskr., 48:245-262.

Sverdrup, T.L., Sæbø, P.Chr. & Bryn, K.Ø. 1965. Contribution to the Mineralogy of Norway. No. 31. Tysonite (fluocerite) a new mineral for Norway. Norsk Geol. Tidsskr., 45:177-188.

Voloshin et al. 1985. Kulikite-(Y) - a new yttrium-aluminium fluoride-silicate from amazonite pegmatites of the Kola Peninsula. Miner. Zhurn., 8:94-99 (på russisk).