

Almgjøtheii - en sjeldent borosilikatpegmatitt i Rogaland

Roy Kristiansen

Introduksjon

Almgjøtheii, beliggende 12 km nord for Moi i Rogaland ($58^{\circ}33'20''$ N, $6^{\circ}31'5''$ Ø), er en avsidesliggende fjelltopp, 587 moh. Under geologisk kartlegging i Rogaland ble det oppdaget en pegmatitt med borsilikatene grandidieritt, dumortieritt og turmalin foruten noen ukjente mineraler (Huijsmans et al. 1981, 1982). Disse ble senere identifisert som det nye mineralet boralsilit (Grew et al. 1998a) og werdingitt (Grew et al. 1998b; 2011). De største krystallene av grandidieritt, dumortieritt, sillimanitt og andalusitt, såvel som turmalin, korund, granat og de to nye ovenfor nevnte species, finnes i de kvartsrike, dominerende partiene av pegmatitten (Huijsmans et al. 1982). Pegmatitten forekommer som en høytemperaturfase som skjærer gjennom en metapelittisk bergart i granulitt facies. Pegmatitten befinner seg i det prekambriske, polymetamorfe komplekset i Rogaland, og den opptrer som en enhet i granatførende migmatitt. Pegmatitter er nokså vanlig i området, men bor-rike silikater synes å opptre ytterst sjeldent i bergartene i Rogaland. Det er imidlertid funnet turmalin i Oltedal lenger nord.

Anhydrerte borosilikater med mullitt-type struktur er en uvanlig, men veldig distinkt gruppe av mineraler assosiert med bergarter med spesifikk peraluminal sammensetning metamorfosert under høy temperatur og middels trykkgivelse. Grandidieritt er den vanligste av mineralene. De anhydrerte borsilikatene er vanligere sammen med eller erstattet med mer hydrerte borosilikater slik som kornerupin, turmalin eller dumortieritt. Borosilikatforekomster er viktige for å forstå petrologiske og geokjemiske prosesser og reaksjoner, fordi disse ofte opptar lette elementer som lithium og beryllium.

I august 1995 undersøkte Ed Grew pegmatitten på nytt etter at Huijsmans var der på slutten av 70-tallet, og han beskriver pegmatitten som en uregelmessig, nesten vertikal åre litt vest for nordlig retning, og mindre enn 10 meter i utstrekning og opptil 10 cm tykk. Stedvis likner pegmatitten så mye på hovedbergarten at det er vanskelig å utpeke et klart skille. Hovedbergarten er gneis som inneholder granat (almandin), cordieritt, spinell eller sillimanitt, samt spor av grafitt.

Foruten Almgjøtheii er det bare tre andre forekomster i verden som har likadan borosilikat-mineralisering i pegmatitter, nemlig Larsemann Hills i Øst-Antarktis (Grew et al. 1998a, Grew 2007), Cap Andrahomana, Madagaskar (Grew et al. 1998b) og Bory granulittmassivet i Böhmen i Tsjekkia (Cempirek et al. 2010). Det foreligger mye litteratur om pegmatittene i Antarktis.

Like i etterkant av den 33. internasjonale geologiske kongressen på Lillestrøm i august 2008 dro Ed Grew og undertegnede til Almgjøtheii, hvor vi besøkte og undersøkte pegmatitten ved flere anledninger.

Mineralbeskrivelser

Boralsilit $Al_{16}B_6Si_2O_{37}$

Mineralet ble først observert av Huijsmans et al. (1982) og beskrevet som "unknown columnar mineral" sammen med grandidieritt, som ved videre undersøkelser viste seg å bestå av to mineraler, nemlig det nye mineralet boralsilit (Grew et al. 1998a, Kristiansen 2000) og werdingitt (Grew 2002). Denne høytemperaturfasen ble også funnet på Stornes-halvøya, Larsemann Hills, Prydz Bay, Øst-Antarktis.

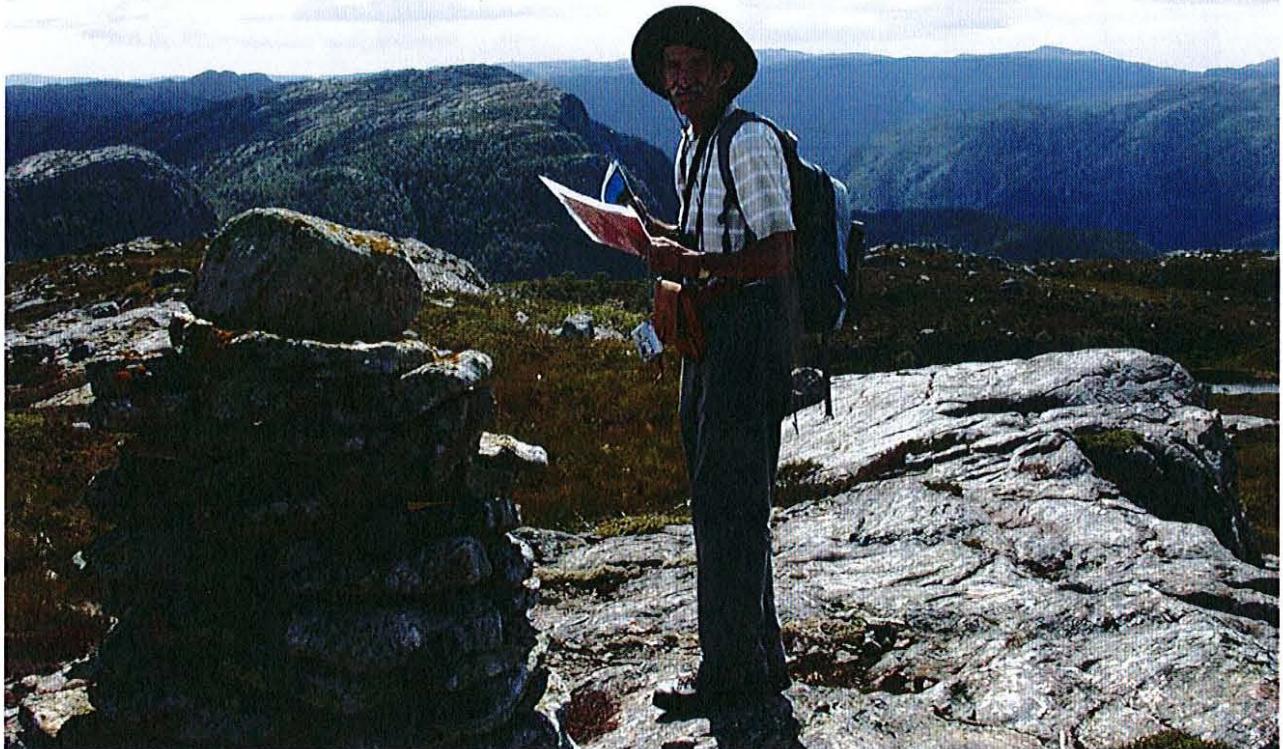


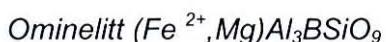
Fig. 1. Utsikten fra toppen av Almgjøtheii med Ed Grew. Foto Roy Kristiansen.

Boralsilitt er det første vannfrie aluminium-bor-silikatet i naturen. Mineralet forekommer som parallele sammenvoksninger med grandidieritt, som prismaer opptil 0,2 mm eller i bunter og nek av sammenvokste prismaer av boralsilitt og werdingitt.

Mineralet er fargeløst, gjennomskinnelig med en glassaktig glans. Kalkulert tetthet 3,07 g/cm³. Boralsilitt forekommer i paragenesen kalifeltpat-plagioklas-werdingitt-dumortieritt-grandidieritt eller i kvarts-kalifeltpat-dumortieritt-andalusitt med eller uten sillimanitt. Teksturell slektskap indikerer at boralsilitt og werdingitt krystalliserte fra restsmelter eller etterlatenskaper av væske etter grandidieritt (Grew et al. 2008). Mineralet er ellers bare funnet i Antarktis og Tsjekkia.



I Almgjøtheii er grandidieritt funnet som dyp blågrønne prismaer opp til 1,5 cm lengde og 0,5 cm tykke. Analyser viser at mineralet er Fe-rikt og kan ofte være Fe²⁺-analogen ominelitt (se nedenfor), hvor de danner en kontinuerlig serie hvor Fe²⁺ substituerer for Mg (Dzikowski et al. 2007). Disse to species kan ikke skilles på fargen, men varierer fra lys til mørk blågrønn til nærmest blå. Noen små krystaller av grandidieritt forekommer som inklusjoner i korroderte korn av sillimanitt. Grandidieritt er funnet i over 40 lokaliteter i verden i flere ulike parageneser, men er svært uvanlig i granittiske pegmatitter.



Dette er Fe²⁺-analogen til grandidieritt og er opprinnelig originalbeskrevet fra Japan (Hiroi et al. 2002) fra en porfyrisk granitt og granodioritt, men Fe-rike grandidieritter var kjent fra Almgjøtheii lengre tilbake (Huijsmans et al. 1982, Grew et al. 1998b). Indikasjoner tyder på at den kjemiske sammensetningen på grandidieritter fra Almgjøtheii varierer mye og ligger i grenseland mellom dette



Fig. 2. Grandidieritt-omninelitt, 2 med mer krystall, Almgjøtheii, Rogaland Samling og foto : Roy Kristiansen.

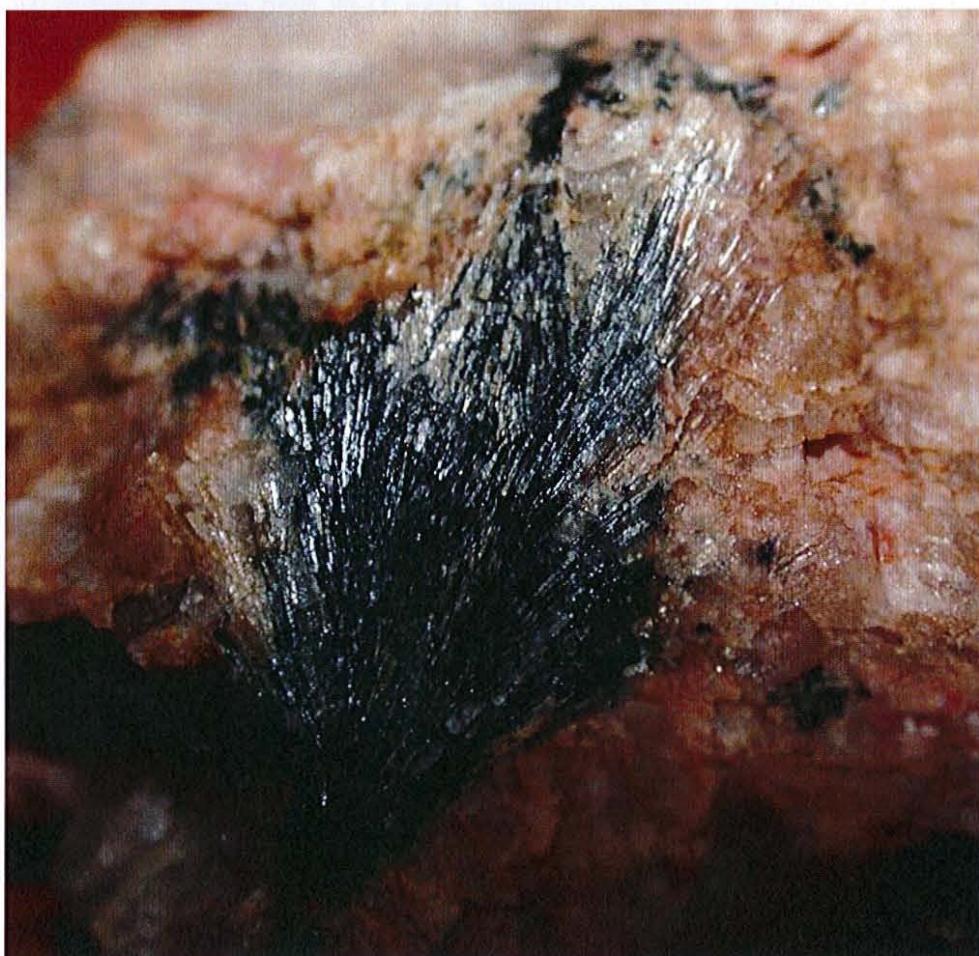


Fig. 3. Boralsikitt og turmalin (mørkblå) fra Larsemann Hills, Øst- Antarktis. Samling og foto: Roy Kristiansen.

mineralet og ominelitt, men de kan ikke skilles visuelt på farge og må analyseres. Ominelitt fra Japan er beskrevet som blå, og er også mye renere og nærmere endeleddet og har en kalkulert tetthet på 3.169 g/cm³. En rekke variable analyser av både grandidieritt og ominelitt foreligger fra Bory, Tsjekkia, men det sies ingen ting om fargene (Cempirek et al. 2010).

Werdingitt $(Mg,Fe^{2+})_2Al_{12}(Al,Fe^{3+})_2Si_4(B,Al)_4O_{37}$

Dette er et høytemperaturmineral som finnes i granulitt-facies metamorfe bergarter og pegmatitter. Funnet i Almgjøtheii er første gang fra en granittisk pegmatitt i et silikamettet miljø. Werdingitt er normalt sammenvokst med boralsilit og danner bunter av typisk 2-3 mm lange radiære prisma, eller også sammenvokst med grandidieritt/ominelitt. Prismene sammenvokst med boralsilit viser vanligvis en fint stige-liknende tekstur, som antagelig har sitt opphav i utskilling. Beryllium er til stede i små mengder i alle prøvene (Grew et al. 1998b).

Siden werdingitt er Fe-rik er det antydet ved flere anledninger om en mulig Fe-analog til werdingitt (Grew et al. 1998b, 2008) fordi flere analyser viste at Fe > Mg, men nye strukturelle studier av Grew et al. (2010, 2011) viser at Fe i werdingitten fra Almgjøtheii sitter i fire forskjellige strukturelle posisjoner, men ikke dominerende i noen. Dessuten er valensen til Fe ukjent. Så det man trodde var et nytt mineral er således avkretftet. Dette ble presentert under det 20. IMA-møte i Budapest i august 2010 (Grew et al. 2010, Kristiansen 2011).

Dumortieritt $Al_7(BO_3)(SiO_4)_3O_3$

Dumortieritten forekommer med to distinkte sammensetninger; rosa Ti-rik med rundt 4 vekt-% TiO₂ og en blå eller purpurfarget med <0.3 vekt-% TiO₂. Den Ti-fattige forekommer intimt sammen med den Fe-rike werdingitten, turmalin og andalusitt. En mørk purpurfarget opptrer i nåleformete krystaller opptil 1 cm. Den rosa kan danne små korn eller separate enkeltkrystaller. Den kan inneholde inneslutninger av sillimanitt.

Turmalin $NaFe^{2+}Al_6Si_6O_{18}(BO_3)_3OH_3OH$

Turmalinen assosiert med Fe-rik werdingitt er en Al-rik schorl/foititt (Grew et al. 1998a) og er ganske heterogen i sammensetning. Den kan forekomme som rimete soner rundt grandidieritt, boralsilit, granat, apatitt, eller som avlange krystaller rundt korund. Lysblå turmalin i aggregater kan av og til være vanskelig å skille fra grandidieritt. Irregulære dyp olivenbrune korn er identifisert som en Fe-rik dravitt (Frank Hawthorne, pers. medd. 29.04.2010).

Sillimanitt Al_2SiO_5

Forekommer som fargeløse eller svakt brunlige fibrøse vifter opptil 1,5 cm. Den inneholder små mengder bor og beryllium (Grew et al. 1998b). Se Tabell 1.

Zirkon $ZrSiO_4$

Mineralet opptrer sparsomt som små dypblå, velutviklede krystaller eller som bittesmå avrundede, avlange, lysbrune krystaller og er svært ren i sammensetning.

Monazitt-(Ce) $CePO_4$

Mineralet er observert som glassaktige, grønne, uregelmessige korn eller dårlig utviklede krystaller <1 mm. Analyser viser en særdeles Nd-rik monazitt, men med Ce>Nd. Inneholder ca. 8 vekt-% ThO₂.

Almandin $Fe^{2+} _3 Al_2 (SiO_4)_3$

Mineralet forekommer rikelig i pegmatitten og side-bergarten som runde, uregelmessige krystaller eller masser opptil flere cm. Mineralet har et høyt Mn-innhold, lavt Ca-innhold og er ikke sonert (Huijsmans et al. 1982).

Andre mineraler

Kalifeltspat dominerer sammen med kvarts, litt plagioklas, sporadisk apatitt, rutil, titanitt, pyritt, muskovitt og kloritt. Interessant er oppreten av wolframitt, men vi kjenner ikke sammensetningen, jfr. ferberitt fra Bory, Tjekkia (Cempirek et al. 2010).

Kommentarer

Generelt er bergarter fra granulitt-facies fattige på bor, og slike bergarter har et innhold som sjeldent overstiger 5 ppm. Ifølge Grew et al (2008) er det lite som beviser hvor kilden til bor for borosilikatene i pegmatittene i Almgjotheii har sitt opphav. Men Grew (1998b) har foreslått at metasedimenter rik på grafittførende turmalin kan være en kilde. En bemerkelsesverdig oppreten i vertsgneisene som krysser Almgjotheii-pegmatitten, er overskuddet av grafitt. Derfor kan det uvanlige overskuddet av grafitt i hovedbergarten i Almgjotheii forklare hvorfor pegmatitten inneholder bormineraler, mens andre pegmatitter i Rogaland ikke har bormineraler. Grew et al. (loc.cit.), basert på Douthitt (1985), antyder således et scenario for Almgjotheii-pegmatitten en nedbryting av turmalin tilsatt grafitt med frigjøring av bor, innlemmelse av remobilisert bor i en delvis smelte og deretter krystallisering av smelten som en åre med bor-silikater.

Aldersdateringene av finkornet charnockitt ved Hovsvatnet, ca. 10 km syd for Almgjotheii er ca. 1500 Ma, som trolig indikerer første stadiet av granulitt-facies metamorfose. Andre dateringer fra charnockitiske migmatitter er betydelig yngre, rundt 1000 Ma, mens andre viser 1200 Ma (Hermans et al. 1975).

I Larsemann Hills kan borosilikatansamlingen skyldes høyt borinnhold i sidebergartene, samt lavt vanninnhold. Dette kan ha forårsaket anrikning av bor, men ikke andre elementer som normalt er koncentrert i pegmatitter, slik som lithium og beryllium, som er helt fraværende her (Grew 2007).

Takk

En stor takk til Ed Grew for å ha rettet min oppmerksomhet mot denne svært uvanlige pegmatitten. Takk også for hyggelig og interessant selskap i felt på Almgjotheii.

Referanser

CEMPIREK, J., NOVAK, M., DOLNICEK, Z., KOTKOVA, J. & SKODA,.R. (2010): Crystal chemistry and origin of grandidierite, ominelite, boralsilite, and werdingite from the Bory granulite massif, Czech Republic. *American Mineralogist* **95**, 1533-1547.

DOUTHITT, C.B. (1985): Boron in graphite: content, speciation, and significance. *Chemical Geology* **7**, 129-133.

DZIKOWSKI, T.J., GROAT, L.A. & GREW, E.S. (2007): The geometric effects of VFe^{2+} for VMg substitution on the crystal structures of the grandidierite-ominelite series. *American Mineralogist* **92**, 863-872.

GREW, E.S. (2002): Borosilicates (exclusive of tourmaline) and boron in rock-forming minerals in metamorphic environments. I E.S. Grew & L.M. Anovitz, eds.: Boron: Mineralogy, Petrology and Geochemistry. *Review in Mineralogy* **33**, 387-502.

GREW, E.S. (2007): A treasure trove of minerals discovered in the Larsemann Hills. *Australian Antarctic Magazine* **13**, 18-19.

GREW, E.S., MCGEE, J.J., YATES, M.G., PEACOR, D.R., ROUSE, R.C., HUIJSMANS, J.P.P., SHEARER, C.K., WIEDENBECK, M., THOST, D.E. & SU, S.-C. (1998a): Boralsilite ($\text{Al}_{16}\text{B}_6\text{Si}_2\text{O}_{37}$); a new mineral related to sillimanite from pegmatites in granulite-facies rocks. *American Mineralogist* **83**, 638-651

GREW, E.S., YATES, M.G., HUIJSMANS, J.P.P., MCGEE, J.J., SHEARER, C.K., WIEDENBECK, M. & ROUSE, R.C. (1998b): Werdingite, a borosilicate new to granitic pegmatites. *Canadian Mineralogist* **36**, 399-414.

GREW, E.S., ARMBRUSTER, T., LAZIC, B., YATES, M.G., MEDENBACH, O. & HUIJSMANS, J.P.P. (2010): Werdingite from SW Norway: The role of iron in a borosilicate with a mullite-type structure. *IMA 2010 Book of Abstracts. Eötvös University, Budapest, Hungary*, s. 479.

GREW, E.S., ARMBRUSTER, T., LAZIC, B., YATES, M.G., MEDENBACH, O. & HUIJSMANS, J.P.P. (2011): Werdingite from a pegmatite at Almgjøtheii, Rogaland, Norway: The role of iron in a borosilicate with a mullite-type structure. *European Journal of Mineralogy* **23**, 577-589.

GREW, E.S., GRAETSCH, H.A., PÖTER, B., YATES, M.G., BUICK, I., BERNHARDT, H.-J., SCHREYER, W., WERDING, G., CARSON, C.J. & CLARKE, G.L. (2008): Boralsilite, $\text{Al}_{16}\text{B}_6\text{Si}_2\text{O}_{37}$, and "boron-mullite": Compositional variations and associated phases in experiment and nature. *American Mineralogist* **93**, 283-299.

HERMANS, G.A.E.M., TOKI, A.C., POORTER, R.P.E. & MAIJER, C. (1975): The high-grade metamorphic Precambrian of the Sirdal-Ørsdal area, Rogaland/Vest-Agder, South-west Norway. *Norges Geologiske Undersøkelse* **318**, 51-74.

HIROI, Y., GREW, E.S., MOTOYOSHI, Y., PEACOR, D.R., ROUSE, R.C., MATSUBARA, S., YOKOYAMA, K., MIYAWAKI, R., MCGEE, J.J., SU, S.-C., HOKADA, T., FURUKAWA, N. & SHIBASAKI, H. (2002): Ominelite $(\text{Fe},\text{Mg})\text{Al}_3\text{BSiO}_9$ (Fe^{2+} analogue of grandidierite), a new mineral from porphyritic granite in Japan. *American Mineralogist* **87**, 160-170.

HUIJSMANS, J.P.P., KABEL, A.B.E.T. & STEENSTRA, S.E. (1981): On the structure of a high-grade metamorphic Precambrian terrain in Rogaland, south Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* **61**, 183-192.

HUIJSMANS, J.P.P., BARTON, M. & VAN BERGEN, M.J. (1982): A pegmatite containing Fe-rich grandidierite, Ti-rich dumortierite and tourmaline from the Precambrian, high-grade metamorphic complex of Rogaland. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen* **143**, 249-261.

KOLITSCH, U., KRISTIANSEN, R., RAADE, G. & TILLMANNS, E. (2010): Heftetjernite, a new scandium mineral from the Heftetjern pegmatite, Tørdal, Norway. *European Journal of Mineralogy* **22**, 309-316.

KRISTIANSEN, R. (2000): Nytt om mineraler. Boralsilit - $\text{Al}_{16}\text{B}_6\text{Si}_2\text{O}_{37}$ - et nytt mineral fra Antarktis og Norge! *Stein* **27 (1)**, 33.

KRISTIANSEN, R. (2011): IMA-kongress i Budapest 2010. *Stein* **38 (1)**, 30-32.

Tabell 1. Analyser av borosilikatene fra Almgjotheii.

	Boralsilitt	Dumortieritt	Werdingitt	Ominelitt	Gdd *	Turmalin	Sillimanitt
	Fargeløs	Blå Rosa		Blågrønn		Blå	
MgO	0,23	0,35 0,32	1,59	4,43	8,13	0,67	
FeO	0,10	0,43 0,26	7,47	16,30	9,95	10,27	0,34**
Al ₂ O ₃	69,15	60,26 57,16	60,45	48,80	50,5	37,84	62,06
SiO ₂	12,67	31,29 30,94	17,80	19,36	20,0	35,25	35,95
B ₂ O ₃	18,11	6,32 6,25	11,95	11,20	?	10,06	0,46
BeO	0,094		0,20			0,001	0,073
MnO			0,03	0,19	0,06		
TiO ₂		0,23 4,02	0,02				
Na ₂ O						1,36	
Li ₂ O						0,004	0,002
K ₂ O						0,02	
H ₂ O		1,19 1,19				3,61	
Sample	HE138B3	HE138B3	HE138	HE138B1	?	HE138B2	HE138B4

Analyser fra Grew et al. (1998a, 1998b, 2011), Huijsmans et al. (1982).

* Gdd = grandidieritt

** Fe³⁺

Tabell 2. Mineralene i borosilikatpegmatitter.

mineral	Almgjotheii, Rogaland	Larsemann hills, øst-Antarktis	Bory, Tsjekkia
Boralsilitt	x	x	x
Werdingitt	x	x	x
Grandidieritt	x	x	x
Ominelitt	x		x
Prismatin		x	
Dumortieritt	x	x	x
Turmalin	x	x	x
Dravitt	x		
Sillimanitt	x	x	
Zirkon	x	x	
Granat /Almandin	x		x
Andalusitt	x		
Ferberitt/wolframitt	x		x
Korund	x		
Hercynitt	x		x
Monazitt-(Ce)	x		x
Xenotim-(Y)		x	
Rutil		x	x
Apatitt	x	x	x
Ilmenitt	x		x

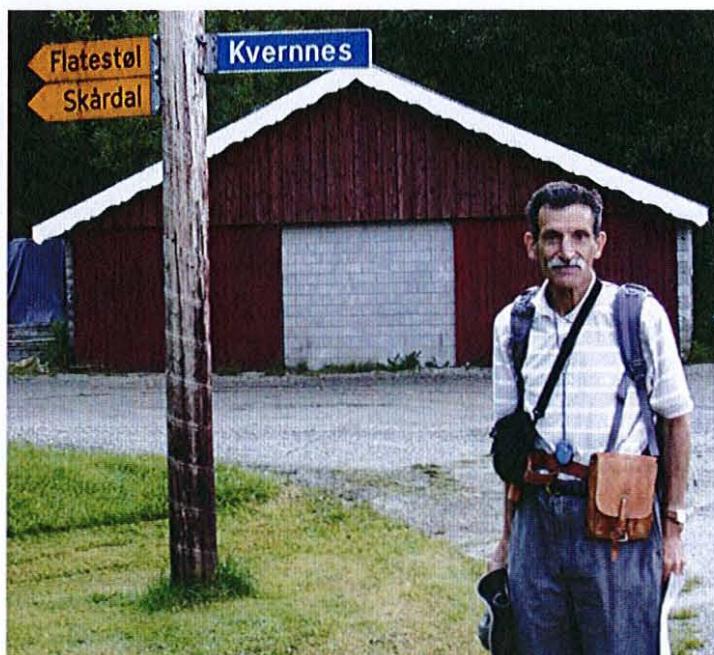
Det er verd å merke seg at ferberitten fra Bory inneholder opptil 15,5 % Nb₂O₅ og 7,4 % Sc₂O₃. Jeg minner om at heftetjernitt, teoretisk ScTaO₄ (Kolitsch et al. 2010) har en wolframitt-type struktur, isotypisk med ferberitt.

APPENDIX

Edward S. Grew, research professor of Earth Sciences, University of Maine, U.S.A.

My current research focuses on the minerals of boron and beryllium and the role of these two elements in the changes rocks undergo at high temperatures and pressures in the earth's crust, especially in the granulite facies. More recently, I have developed an interest in phosphate minerals, having discovered three new species in the Larsemann Hills, Prydz Bay, Antarctica, and one of these has turned up in a meteorite.

Following the tradition of the late Charles Guidotti, formerly a professor in our department, I describe my research as "petrologic mineralogy" because I study minerals in their petrologic context. Work with light elements requires special techniques so an integral component of my research is analysis for Li, Be and B in minerals with the ion microprobe (secondary ion mass spectrometry). I do these analyses in collaboration with Charles Shearer at the University of New Mexico in Albuquerque. In August 2009 I was awarded a research grant from the National Science Foundation to analyze borosilicate minerals for boron isotopes with the ion microprobe in collaboration with Simon Harley at the University of Edinburgh, UK.



Ed S. Grew. Foto fra august 2008 på vei til Almgjøtheii.

Intervju med Edward S. Grew

Intervjuet fant sted på en krakk i skyggen utenfor Eötvös Universitetet i Budapest 28. August 2010, like etter avslutningen av den 20. International Mineralogical Association meeting i et meget vakker og fint sommervær med over 30 grader i skyggen (se Kristiansen 2010).

Initialene ESG og RK betyr henholdsvis Edward S. Grew og Roy Kristiansen.

RK: Når begynte din interesse for borosilikater ?

ESG: Opprinnelig begynte min interesse for bor-mineraler med feltarbeid i det sydlige India. Jeg dro dit med et prosjekt for å sammenlikne Antarktis med India i forbindelse med min interesse for en rekonstruksjon av Godwanaland-kontinentet. Jeg var interessert i høytemperatur granulitt-facies i metamorfe bergarter med høyt aluminiuminnhold slik som sapphirin. Men min tidligere professor ved universitetet anbefalte også å se etter kornerupin. Da jeg kom til India så jeg etter kornerupin og samlet mange fine prøver. Så det var det som gjorde at jeg ble interessert i forekomster med borosilikatmineraler i høytemperatur granulitt-facies bergarter og det vakte min interesse for Almgjotheii-pegmatitten.

RK: Du skriver også om kornerupin fra Russland, kanskje samtidig?

ESG: Det startet med India, og da jeg hadde arbeidet meg ferdig med det, ble jeg interessert i kornerupin generelt.

RK: Snakket du russisk på den tiden?

ESG: Jeg lærte russisk på college. Jeg var i Russland i 1987. Det prosjektet omfattet også kornerupin og også serendibitt.

RK: Men du var vel i Antarktis allerede i 1979?

ESG: Min første tur til Antarktis var allerede 1972-74. Men jeg studerte ingen bor-mineraler da før jeg dro til Larsemann Hills.

RK: Fordi den første artikkelen jeg så fra deg var om surinamitt, sapphirin og taaffeitt, sistnevnte viste seg senere å være musgravitt.

ESG: Det var da jeg fant beryllium-mineraler i Napier-komplekset i Antarktis. Vi trodde vi hadde kornerupin, men det viste seg å være sillimanitt, og sillimanitten forekom sammen med beryllium-mineraler.

RK: Så du fant ikke boralsilit på din første tur til Antarktis?

ESG: Nei, den første ble egentlig funnet i en prøve fra en australsk geolog, og han hadde en sammenvokst prøve av turmalin og kvarts, og den viste seg å inneholde boralsilit.

RK: Men under tiden ble du vel også oppmerksom på Huijsmans' materiale?

ESG: Ja, da fattet jeg interesse for bor-mineraler og borosilikatene, og dermed Huijsmans oppdagelser av grandidieritt og dumortieritt fra Almgjotheii, og ble oppmerksom på at han hadde et ukjent også.

RK: Så det åpenbarte seg da en sammenheng mellom Antarktis og Almgjotheii med hensyn til samme mineralisering?

ESG: Ja, Larsemanns Hills har veldig lik mineralisering som Almgjotheii.

RK: På den tiden var det bare de to lokalitetene du visste om med den samme dominerende borosilikat mineralisering i en pegmatitt.

ESG: Så vidt jeg vet, ja, med bl.a. grandidieritt. Men selvsagt kjente vi typelokaliteten fra Madagaskar.

RK: Så bestemte du deg for å dra til Almgjotheii-pegmatitten?

ESG: Ja, jeg fikk kontakt med Huijsmans og aller først dro jeg for å møte han og fikk forklart hvor pegmatitten var. Jeg så også på mineralprøver, hvor han anga flere detaljer av hans ukjente mineraler.

RK: Hadde han samlet mye materiale?

ESG: Å ja, ganske mye for sin Ph.D. Kartlegging av et ganske stort område viste seg å være omfattende.

RK: Så Almgjotheii var bare en del av hans kartlegging?

ESG: Ja, det er riktig.

RK: Så det materiale han samlet er fortsatt i hans samling, eller overlot han det til deg?

ESG: Han ga meg ganske mange prøver, men kan ikke huske hvor mye. Han beholdt noe selv og noe gikk til Mark Barton og andre. Så samlingen er ganske spredt.

RK: Så dro du endelig til Almgjotheii, alene eller sammen med andre?

ESG: Jeg dro opp dit selv. Første dagen dro jeg rett til toppen. Men jeg fant ikke pegmatitten!

RK: Det var vel kanskje den ene vanskelige veien vi valgte ned en av dagene i 2008 da du og jeg var der? Forferdelig!

ESG: Ja, det var nærmeste vei til pegmatitten.

RK: Der vi gikk var det jo lett å brekke beina, med alle rullesteinene, glatte mosegrodde steiner og tett bjørkeskog.

ESG: Nei, jeg tror jeg gikk en litt annen vei, en mye breiere sti.

RK: Kanskje du fulgte et sauetråkk?

ESG: Det var først tredje dagen jeg virkelig fant pegmatitten.

RK: Overnattet du på Moi hotell da også?

ESG: Ja.

RK: Var Priscilla med deg?

ESG: Nei, ikke på Moi, men på hotel i Kristiansand. Jeg var der alene og oppholdt meg der oppe et par dager.

RK: Tok du med deg mye materiale?

ESG: Jeg samlet en del, men fant ikke werdingitt eller boralisitt.

RK: Så da har du faktisk undersøkt materialet?

ESG: Ja, jeg fant grandidieritt, dumortieritt, ganske mye sillimanitt og andalusitt.

Ingen werdingitt.

RK: Hva er grunnen til at du foreslo at vi skulle dra dit sammen?

ESG: I håp at vi skulle finne boralsilit. Men vi fant ikke noe, i likhet med den første gangen.

RK: Men jeg har fått indikasjoner på hva jeg foreløpig har kalt grandidieritt. Jeg har analysert noe med EDS og det indikerer å ha mer Fe enn Mg, så kanskje ominelitt. Som du sa til meg i en mail at ominelitt kan være hyppigere til stede enn grandidieritt.

ESG: Så vidt jeg husker er grandidieritt mest Fe-dominert.

RK: Men den er ikke så ren som det japanske materiele (ominelitt).

ESG: Nei, den japanske er kanskje 90 % ominelitt.

RK: Jeg mener de fra Almgjotheii er i grenseland mellom ominelitt og grandidieritt. Hva med materialet du samlet? Har du fått undersøkt det du samlet 2008?

ESG: Nei, ikke mye, men har laget noen tynnslip, som er veldig grafittrike, sammen med granat, spinel, hercynitt, granat og noe kordieritt. Det var antagelig et veldig rikt karbonholdig (grafitt) sediment som hadde litt bor, som gjennomgikk en metamorfose og som kan være opphavet til bor i pegmatitten. Så vidt jeg vet er dette den eneste pegmatitt i området som inneholder bor, og denne pegmatitten krysser en grafittrik gneis. Så gneis kan være en kilde også. Jeg fant ingen bor-mineraler i vertsbergarten.

RK: På den annen side, for min del, samlet noe, men mindre enn et dusin prøver, men har ikke sett på alt. Håper i den påfølgende vinter å få en mer sikker identifikasjon på de ubestemte. Kanskje noe av det jeg har samlet har unngått din eller Huijsmans oppmerksomhet? Jeg har sett noen fine mikrokristaller av forskjellige ting, men vil ikke gjette eller spekulere i hva der er siden jeg har liten peiling på denne type pegmatitter.

ESG: Du fant noe zirkon, men kan ikke huske at jeg fant det.

RK: De har en nydelig gråblå eller mørkeblå farge. Det ble også funnet grønnfargede monazitter med en ganske uvanlig sammensetning, og helt forskjellig fra en vanlig monazitt.

ESG: Ja, og de kan også aldersbestemmes. Du bør få alderen på de to mineralene.

RK: Så nå er den Fe-dominerte werdingitten endelig identifisert og som du presenterte på dette IMA-møte. Da ser det ut som det allikevel ikke er et nytt mineral fordi Fe opptrer i fire ulike posisjoner.

ESG: Nei, ikke nytt fordi Fe ikke dominerer på noen posisjoner.

RK: Så det var en stuff samlet av Huijsmans, da?

ESG: Ja, Huijsmans gav meg egentlig to prøver som hadde werdingitt og boralsilit, og den Fe-rike werdingitten var den første jeg fikk. Men bilde jeg viste under min presentasjon er egentlig fra den andre stuffen. Dette er de eneste jeg har med werdingitt/boralsilit. Men det

er flere; Mark Barton fikk stuffer, så det er ganske få av disse uvanlige mineralene, og jeg har altså bare to.

RK: Men det synes da ganske umulig å bestemme werdingitt og boralsilit i håndstuffer visuelt? Du må lage tynnslip for å "åpenbare" dem.

ESG: Ja, fordi de lett kan taes for sillimanitt og vi har heller ingen farge å forholde oss til.

RK: Det synes som de få grandidieritter jeg samlet varierer i farge og det virker som de er sammenvokst med et annet mineral. Og du sier jo at boralsilit finnes nær grandidieritt på et av bildene av tynnslip.

ESG: I de fleste tilfeller forekommer boralsilit og werdingitt nær grandidieritt. Så werdingitt er det man bør se etter nær grandidieritt i tynnslip.

RK: Ok, så jeg må prøve å få laget tynnslip ved Geologisk museum hvis mulig, for i hvertfall en stuff virker lovende.

ESG: Du trenger virkelig å lage tynnslip fordi de to mineralene er ganske distinkte og mye lettere å identifisere i tynnslip.

RK: Så med alt du har sett på nå, inkludert Huijsmans' materiale, er det vel ikke lengre noen ukjente species?

ESG: Ikke det jeg vet.

RK: Jeg kan jo fortelle at Radek Skoda (i Tsjekkia), en student av Milan Novak, arbeider nå sammen med Jan Cempirek om en ny lokalitet i Tsjekkia, den tredje lokalitet for boralsilit. Men jeg vet ikke hvor stor lokaliteten i Tsjekkia er. Så Radek Skoda har intensjoner om å dra til Almgjothei neste år (2011).

ESG: Ah! Så dersom han har tenkt å dra til Almgjotheii så "advarte" jeg ham hvor langt og vanskelig det var å finne den. Jeg ba ham kontakte meg for å anbefale den letteste veien opp. Det blir å gå lengre på veien og så rett opp krøtterstien.

RK: Du kan jo også kutte ned på tiden også dersom du kan kjøre lengre inn enn du og jeg gjorde og komme høyere opp og stoppe ved fossen. Da er det raskt veien opp og sparer mye tid. Det er en ting jeg lurer på: Har du noen planer om å dra dit igjen?

ESG: Nei, jeg har ingen planer og jeg tror ikke det er noe å finne heller.

RK: Men du vil vel fortsette å forske på borosilikater?

ESG: Faktum er at jeg har kommet med et forslag til Natural Science Foundation and the Australian Antarctic Division om å studere prismatin, turmalin, kornerupin og andre borosilikater på Windmill Island. Så langt er den ikke godkjent, men jeg vil prøve igjen og forberede for det kommende akademiske året. Etter dette vil jeg fortsette å arbeide med mineralene fra Larsemann Hills. Jeg har fått en student til å studere de metamorfe borosilikatene i bergartene. Jeg arbeider også videre med "The evolution of boron minerals".

RK: Jeg antar at du ønsker å dra tilbake til Antarktis?

ESG: Absolutt! Det vil være bedre å bli stasjonert på Casey bay stasjon, hvor det blir lettere derfra å jobbe med logistikken for Larsemann Hills.

RK: Som nordmann er jeg jo veldig stolt over de mange interessante funnene, siden jeg er veldig familiær med de norske navnene og norske oppdagerne, med navn som Ingrid Christensen coast, Larsemann Hills, Vestfold Hills, Stornes, Broknes etc.

ESG: Tror det var norske oppdagere der allerede i 1930-årene langs kysten som framsatte disse navnene. Og lengre vest har du Rondane mountain.

RK: Vestfold Hills kommer fra Vestfold, som er et fylke, mens jeg bor i Østfold fylke på andre siden, altså vest og øst.

ESG: Jeg fornemmer ikke noe med Østfold i Antarktis.

RK: Neppe!

RK: Opphavet til Ingrid Christensen coast er etter hvalfangstreder Lars Christensens kone Ingrid. Denne kyststrekningen ble oppdaget under Thorshavn-ekspedisjonen 1934–35, ledet av Klarius Mikkelsen. Kyststrekningen ligger i den australske sektor, som Storbritannia gjorde krav på i 1933; Australia og Kina har vitenskapelige stasjoner her.

ESG: Jeg var faktisk i området allerede 1973 sammen med russiske forskere.

RK: Ok, Ed, da takker jeg for intervjuet og den nyttige informasjon om de beslektede borosilikat-pegmatittene i Almgjotheii og Antarktis.

Referanse til denne artikkelen:

Kristiansen, R. (2012): *Almgjotheii – en sjeldent borosilikatpegmatitt i Rogalsnd*. Appendiks: Intervju med Edward S. Grew. Norsk Bergverksmuseum, skrift 49, 81-92.