

# **Norsk mineralsymposium**

## **2016**

Redigert av

Alf Olav Larsen og Torfinn Kjærnet

Stathelle 2016

# Sekundära Be-mineral i svenska granitpegmatiter - en översikt

Jörgen Langhof<sup>1</sup>, Erik Jonsson<sup>2,3</sup> och Lars Gustafsson<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Enheten för Geovetenskaper, Naturhistoriska Riksmuseet, Box 50 007, SE-104 05 Stockholm, Sverige (jorgen.langhof@nrm.se)

<sup>2</sup> Avdelningen för mineralresurser, Sveriges Geologiska Undersökning, Box 670, SE-751 28 Uppsala, Sverige (erik.jonsson@sgu.se)

<sup>3</sup> Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala universitet, SE-752 36 Uppsala, Sverige

<sup>4</sup> Glidflyktsgatan 2, SE-128 33 Skarpnäck, Sverige (lex.mineralogi@bredband.net)

## Inledning

De första fynden av sekundära eller sent metasomatiskt bildade berylliummineral från Sverige rapporterades från Kolsva fältspatgruva (Mårtensson 1958) i samband med en större inventering av Sveriges tillgångar av huvudsakligen radioaktiva mineral, REE-mineral och beryllium-haltiga mineral. Den gjordes på uppdrag av AB Atomenergi, ett statligt företag som bl a skulle säkra inhemska tillgångar av råmaterial för den planerade utvecklingen av svensk kärnkraft (atomenergi). Fynden av bertrandit och euklas i Kolsva gjordes troligen redan vid ett kortare fältbesök i september 1952 (Langhof 2015). Sedan dess har många nya fynd gjorts, framförallt under perioden 1985 – 2015, då mineralsamlare och mineraloger uppmärksammade förekomsten av denna typ av mineral från en rad kända och okända beryll-förande granitpegmatiter i Sverige. Under 1990-talet gjordes dessutom en rad fynd i äldre musei-material på Naturhistoriska Riksmuseet (NRM) i samband med en översiktlig inventering av granitpegmatit-stuffer, vilket i kombination med de nya fältupptäckterna ledde till en första sammanställning, inklusive ett (para-)genetiskt resonemang (Jonsson & Langhof 1996). Numera är antalet granitpegmatiter i Sverige med sekundära berylliummineral uppe i 34. Antalet kända beryllförande granitpegmatiter är ca 75, vilket innebär att knappt hälften innehåller sekundära berylliummineral. I denna genomgång kommer endast de sekundära berylliumsilikaterna att diskuteras i detalj. De sekundärt bildade berylliumfosfaterna har behandlats av Nysten & Gustafsson (1991; 2006). En översikt av svenska berylliummineral publicerades för 10 år sedan (Nysten & Gustafsson 2006).

## Sekundära berylliummineral

Sekundära berylliummineral bildas typiskt vid låga tryck och temperaturer i slutfasen av en granitpegmatits bildning, antingen som senmetasomatiska faser i samband med den sista fasen av mobilitet av sena pegmatitfluider, eller som nedbrytningsprodukter bildade genom omvandling med hjälp av lösningar som rör sig i sprödetektoniska system efter det att pegmatitsystemet kristalliserat och svalnat. Den primära berylliumkällan för dessa mineral är nästan uteslutande mineralet beryll. Sekundärmineralen utgörs av silikater, i mindre omfattning fosfater och i mycket sällsynta fall av hydroxider. Primära beryllindivider kan ersättas partiellt eller fullständigt av en rad nedbrytningsprodukter, inklusive de berylliumförande mineralen och därmed bilda pseudomorfoser. Nedbrytningen av primär beryll kan även ge möjlighet till mobilisering av beryllium i cirkulerande vattenlösningar, vilka alltså kan leda till kristallisation av sådana mineral externt i relation till den

primära källan. Exempel på det senare kan föreligga i form av omgivande sprickor och hålrum, i sällsynta fall också sådana i de omgivande sidobergarterna. Därför är det inte ovanligt med vackert, euhedralt utbildade kristaller av många av de påträffade berylliummineralen. Hittills har 14 olika sekundära berylliummineral med säkerhet identifierats från svenska granitpegmatiter. Se listan nedan.

### ***Mineral:***

Bavenit  $\text{Ca}_4\text{Be}_2\text{Al}_2\text{Si}_9\text{O}_{26}(\text{OH})_2$

Bertrandit  $\text{Be}_4(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_2$

Beryllonit  $\text{NaBePO}_4$

Bityit  $\text{LiCaAl}_2(\text{AlBeSi}_2\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

Chiavennit  $\text{CaMnBe}_2\text{Si}_5\text{O}_{13}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Euklas  $\text{BeAl}(\text{SiO}_4)(\text{OH})$

Fenakit  $\text{Be}_2\text{SiO}_4$

Genthelvit-Helvit  $(\text{Zn},\text{Mn})_4(\text{Be}_3\text{Si}_3\text{O}_{12})\text{S}$

“Hingganit”  $(\text{REE},\text{Ca})_2(\text{Fe}^{2+})\text{Be}_2[\text{SiO}_4]_2(\text{OH})_2$

Hurlbutit  $\text{CaBe}_2(\text{PO}_4)_2$

Hydroxylherderit  $\text{CaBe}(\text{PO}_4)(\text{OH},\text{F})$

Milarit  $\text{K}_2\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Be}_4\text{Si}_{24}\text{O}_{60} \cdot \text{H}_2\text{O}$

Väyrynenit  $\text{Mn}^{2+}\text{Be}(\text{PO}_4)(\text{OH},\text{F})$

### ***Lokaler:***

1. Abborrselet, Bräcke, Jämtlands län
2. Arlandatunneln, Sigtuna, Stockholms län
3. Boberget, Borlänge, Dalarnas län
4. Broddbo, Falun, Dalarnas län
5. Buabo, Värnamo, Jönköpings län
6. Dalsberget, Falun, Dalarnas län
7. Falla, Askersund, Örebro län
8. Finnbo, Falun, Dalarnas län
9. Godegård, Motala, Östergötlands län

10. Gruvdalen, Österåker, Stockholms län
11. Gundlebo, Vänersborg, Västra Götalands län
12. Högsbo södra, Göteborg, Västra Götalands län
13. Klintberget, Hagfors, Värmlands län
14. Kolsva, Köping, Västmanlands län
15. Lilla Älgsjöbrottet, Norrköping, Östergötlands län
16. Lundbytunneln, Göteborg, Västra Götalands län
17. Norrskogen, Sigtuna, Stockholms län
18. Norrö, Nynäshamn, Stockholms län
19. Nya Kårarvet, Falun, Dalarnas län
20. Näset, Dals Ed, Västra Götalands län
21. Reboda, Lindesberg, Örebro län
22. Riddaho, Torsby, Värmlands län
23. Ruoutevare, Jokkmokk, Norrbottens län
24. Rånö, Nynäshamn, Stockholms län
25. Sels-Vitberget, Kramfors, Västernorrlands län
26. Skruppetorp, Motala, Östergötlands län
27. StoraVika, Nynäshamn, Stockholms län
28. Tallholmen, Haninge, Stockholms län
29. Timmerhult, Orust, Västra Götalands län
30. Utö gruvor, Haninge, Stockholms län
31. Varuträsk, Skellefteå, Västerbottens län
32. Vinberget, Luleå, Norrbottens län
33. Ytterby, Vaxholm, Stockholms län
34. Ytterklippen, Bjurholm, Västerbottens län

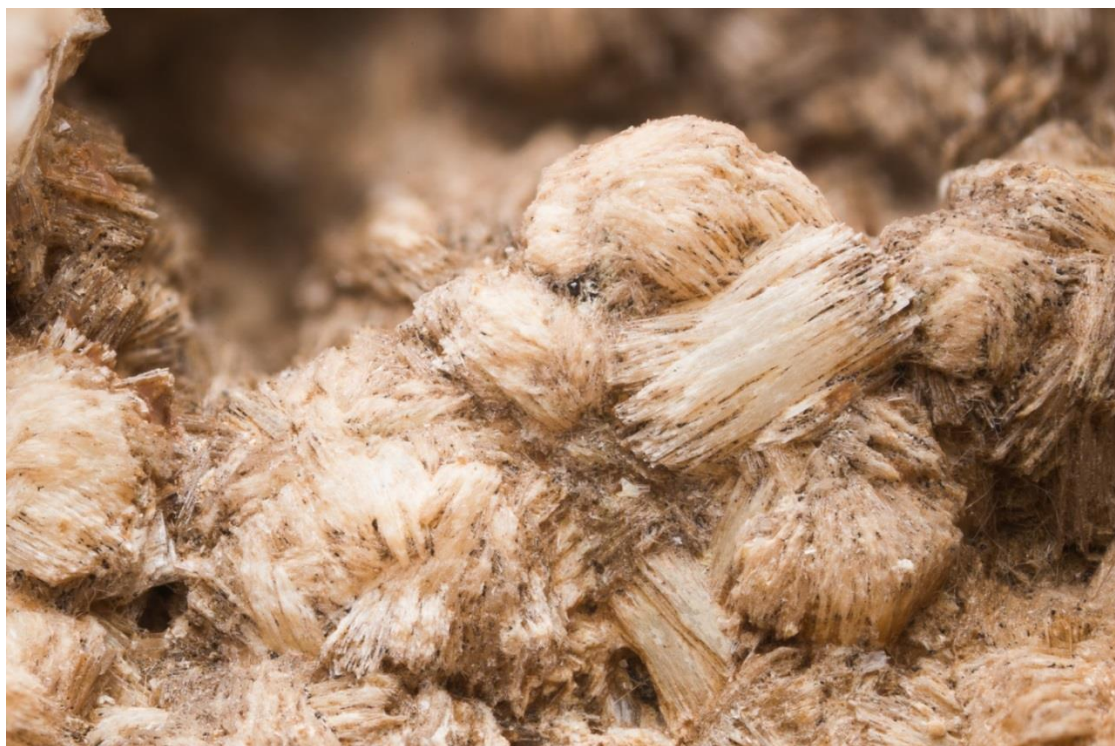
### **Parageneser och associerade mineral**

Utifrån granitpegmatiternas sammansättning kan två huvudtyper urskiljas; beryllium-silikater i beryll-förande granitpegmatiter och beryllium-fosfater i beryll-fosfat-förande granitpegmatiter. Inom den

första typen kan enligt Cerný (2002) följande subtyper av associationer iakttagas med utgångspunkt från nedbrytning av primärt bildad beryll, genererade genom inverkan av sura, neutrala till basiska lösningar; I. bertrandit-euklas-fenakit. II. bertrandit-bavenit. III. bavenit-milarit-bityit. IV. epididymit-eudidymit. I tabellen har de svenska fyndlokalerna och deras sekundära berylliummineral listats utifrån dessa typer.

Bertrandit är det utan tvekan vanligaste sekundära berylliummineralet som påträffats i svenska granitpegmatiter. Det förekommer vid 25 av de 34 kända lokalerna och påträffas ofta som pseudomorfoser efter hela beryllindivider, eller som sprickfyllnader i primär beryll och sällsyntare fall som euhedrales kristaller i omgivande sprickor eller hålrum. Associerade sent bildade mineral utgörs av kvarts, muskovit (sericitisk), adular och apatit.

Subtyp I-associationen har påträffats i 5 olika granitpegmatiter i Sverige; Sels-Vitberget, Boberget, Kolsva, Skruppetorp och Stora Vika. Det är dock endast i Sels-Vitberget som en komplett association med de tre karakteristiska berylliumsilikaterna påträffats (Jonsson & Langhof 1997). Den senare förekomsten representerar dessutom sannolikt de största välutvecklade euklaskristaller som hittills påträffats i Norden. Enligt uppgift (Mårtensson 1960) skall euhedrales, sent bildade feankitkristaller påträffats i Kolsva, men inga varpfynd har kunnat bekräftas i modern tid eller bland bevarat museimaterial. I Mårtensson's artikel nämns mineralet inledningsvis, men någon detaljerad beskrivning finns inte, varför kan misstänkas att det bortfallit på grund av en felidentifikation (Langhof 2015). I Stora Vika har fenakit endast påträffats som primär fas, invuxen i beryll (Gustafsson 1992b). I Skruppetorp och Boberget har hittills inte någon euklas kunnat påträffas. Associerade sent bildade mineral i denna typ är; albit, fluorit, kvarts, muskovit (sericitisk) och sällsynt sychysit-(Ce), som identifierats i två stuffer från Kolsva i form av euhedrales kristallaggregat (Langhof 2015).



*Bavenit. Klintberget, Hagfors, Värmlands län. Insamlad i maj 2015 av Jörgen Langhof. NRM:s samling. Bildbredd 4,5 mm. Foto Torbjörn Lorin.*



*Bertrandit. Sels-Vitberget, Kramfors, Västernorrlands län. Insamlad av Jörgen Langhof september 1992. NRMs samling (NRM#20030140). Bildbredd 6 mm. Foto Torbjörn Lorin.*

Subtyp II-associationen har påträffats i 2 olika granitpegmatiter i Sverige; Broddbo och Herrestad. I båda fallen förekommer de sekundära berylliummineral pseudomorft och ersätter helt och hållet primärt bildade euhedraala beryllkristaller. Typiskt associerat mineral är i detta fall även fluorit.

Subtyp III-associationen har hittills identifierats i 7 granitpegmatiter; Abborrselet, Gruvdalen, Högsbo Södra, Klintberget, Riddaho, Stora Vika och Utö gruvor. Här är att notera att bityit endast påträffats i en av dessa – Stora Vika – vilket utgör den kompletta associationen enligt Cernys subtyper (Cerny 2002). Men i Stora Vika är bityiten en omvandlingsprodukt av primärt bildad helvit och tillhör inte associationen med milarit (Holtstam & Wingren 1991). I Stora Vika har dessutom ingen bavenit hittills påträffats. Det gäller även för Gruvdalen. Bityit är dock ett svåridentifierat sprödglimmermineral, vilket lätt kan förväxlas med margarit, laumontit, montmorillonit och sent bildad sericitisk muskovit. Bavenit förekommer som sprickfyllnader i kvarts och fältspat, men även i ett fall (Högsbo Södra) som invuxna nålformiga kristallaggregat i muskovit. Vid tre av lokalerna finns även välutvecklade euhedraala kristaller i öppna hålrum (Klintberget, Riddaho och Utö gruvor; Gustafsson 1991). Milarit förekommer sällsynt som enstaka fynd och kristaller i från alla lokaler

förutom i fallen; Stora Vika, Utö gruvor, Högsbo södra och Lundbytunneln i vilka relativt rika fynd har gjorts. Dessa milaritfynd, förutom Lundbytunneln, är vetenskapligt undersökta (Nysten 1996). Associerade sent bildade mineral som identifierats utgörs av; albit, epidot, fluorit, kalcit, kopparkis, muskovit (sericitisk) och djurleit, samt som sällsynthet (Utö gruvor) gediget silver. Fluorit är ett karaktäristiskt mineral som ofta uppträder i euhedraala kristaller eller sprickfyllnader.

Subtyp IV-associationen, bildade ur kraftigt basiska lösningar, är mycket ovanlig och har hittills inte påträffats i någon svensk granitpegmatit.



*Milarit. Stora Vika, Nynäshamn, Stockholms län. Insamlad av Jörgen Langhof 28 juni 1992. NRM:s samling (NRM#20060297). Bildbredd 3,8 mm. Foto Torbjörn Lorin.*

### **Anomala förekomster**

Av tabellen kan utläsas att två lokaler avviker i mineralrikedom i avseende på berylliummineral och i det ena fallet specifikt när det gäller sent bildade ”sekundära” mineral. Det är lokalerna Stora Vika och Utö gruvor. I Stora Vika har förutom bertrandit, euklas och milarit, även påträffats bityit, fenakit och helvit (Gustafsson 1992a, 1992b; Gustafsson & Otter 1992). De senare två liksom beryll, dock endast som primärmagmatiska faser. Bityiten har som ovan nämnts hittills endast påträffats sparsamt som en lokalt bildad omvandlingsprodukt i kontaktzonen runt körtlar av en zinkförande helvit.

I fallet Utö gruvor så har en rik flora av sent bildade mineral i sprickor och hålrum i granitpegmatiter, kvartsgångar/kvartssprickor, men även i kontaktzonen mellan granitpegmatit och omgivande skarnbergarter, samt ute i hålrum i de järnmalmsförande bergarterna och skarnet påträffats. Här har fram till i dag följande mineral, utöver berylliummineralen i tabellen, av sekundär karaktär identifierats; adular, ”apatit”, djurleit, fluorit, friedelit, kalcit, manganit, silver, stokesit och

wickmanit. Noterbart är de manganförande sena mineralen som upptäckts här under senaste 30 åren, framförallt chiavennit, helvit och wickmanit (Langhof & Holtstam 1994; Langhof *et al.* 2000).



*Chiavennit. Utö gruvor, Haninge, Stockholms län. Insamlad av Lars Gustafsson 1996. NRMs samling (NRM #960216). Bildbredd 10 mm. Foto Torbjörn Lorin.*

### **Paragenetiska slutsatser**

Baserat på det svenska materialet av sekundära berylliummineral från granitpegmatiter kan vi se att fynden stämmer överens med Cernys slutsatser (Cerny 2002), men vi kan också konstatera att det finns en tydlig övergångs-association mellan subtyp II och III. Två ej ovanliga associationer som påträffats är; en med bertrandit och milarit och en med endast bavenit och milarit. I det senare fallet kan dock som ovan nämnts identifikationssvårigheter spela en viss roll. I en lokal, Stora Vika, kan t o m en övergång från subtyp I över II till subtyp III iakttas, från en euklasdominant association via bertrandit till en milaritdominerad dito. En noggrannare studie av de olika(?) granitpegmatiternas rumsliga relation är nödvändig, samt en mer detaljerad paragenesstudie för att dra vidare slutsatser om denna övergång.

Utifrån ovanstående och med utgångspunkt av vilka sekundära berylliummineral som hittills påträffats (se tabell 1), så kan vi dra slutsatsen att sekundära, sent bildade berylliummineral är relativt vanligt förekommande i beryllförande granitpegmatiter i Sverige. Dessa i vissa fall ganska spektakulära och iögonfallande mineral har tidigare inte uppmärksammats över huvudtaget och det är anmärkningsvärt att tidigare forskning i Sverige missat denna typ av mineralassociationer. Man bör också notera att denna översikt endast är baserad på fynd av megaskopiskt distinkt synliga mängder av mineralen; så här långt har exempelvis inga systematiska studier med hjälp av optisk mikroskopi företagits, något som med all sannolikhet skulle innebära en ännu större och rikare flora av mineral och fyndplatser.



Lokal	bertrandit	euklas	fenakit	bavenit	milarit	bityit	helvit	genthelvit	hingganit-(Y)	chiavennit	beryllonit	hurlbutit	hydroxylherderit	värryrenit
2 Arlandatunneln	X													
4 Dalsberget	X													
5 Falla	X													
6 Finnbo	X													
7 Godegård	X													
9 Gundlebo	X													
18 Nya Kärarvet	X													
19 Näset	X													
20 Reboda	X													
27 Tallholmen	X													
28 Timmerhult	X													
31 Vinberget	X													
33 Ytterklippen	X													
24 Sels-Vitberget	X	X	X											
2 Boberget	X	X	X											
13 Kolsva	X	X	X											
25 Skruppetorp	X													
26 Stora Vika	X	X	(X)		X	X	(X)		X					
29 Ufö gruvor	X			X	X		X	X		X				
3 Broddbo	X			X										
10 Herrestad	X			X										
8 Gruvdalen	X				X									
11 Högsbo södra				X	X									
12 Klintberget	X		(X)	X	X									
21 Riddaho	X			X	X									
1 Abborrselet				X	X									
32 Ytterby	X				X									
22 Ruotevare				X										
15 Lundbytunneln					X									
30 Varuträsk									X					
16 Norrskogen	X											X		X
17 Norró											X	X		X
23 Rånö												X		
14 Lilla Älgsjöbrottet											X			

Tabell 1, baserad på de svenska fynden av sekundära berylliummineral som är kända till dags dato. Listade utifrån Cernys subindelning (Cerny 2002) av nedbrytningsprodukter av beryll, genererade av sura (pH 4-5) över neutrala (pH ca 7) till basiska (pH 8-9) lösningar.

## Referenser

- Cerný, P. (2002): Mineralogy of beryllium in granitic pegmatites, 405-444. Ingår; Grew, E. S. (2002): *Beryllium – mineralogy, petrology, and geochemistry. Reviews in mineralogy and geochemistry*, Vol. 50.
- Gustafsson, L. (1991): Bavenit från Utö. *Stuffen Varpen* (Medlemstidning för Stockholms Amatörgeologiska Sällskap), **1 (1)**, 1.
- Gustavsson (Sic!), L. (1992a): En beryllium paragenes från Stora Vika. *Berg & Mineral* (Medlemstidning för Stockholms Amatörgeologiska Sällskap) **2 (3)**, 11.
- Gustavsson (Sic!), L. (1992b): Fenakit från Stora Vika. *Berg & Mineral* (Medlemstidning för Stockholms Amatörgeologiska Sällskap), **2 (3)**, 12 .
- Gustafsson, L. & Otter, B. (1991): Mineralförekomster i Stockholmstrakten. Del 2. *STEIN* **18(4)**, 4-12.
- Gustafsson, L. & Otter, B. (1992): Milarit från Stora Vika. *Berg & Mineral* (Medlemstidning för Stockholms Amatörgeologiska Sällskap) **1 (3)**, 12-13.
- Holtstam, D. & Wingren, N. (1991): Zincian helvite, a pegmatite mineral from Stora Vika, Nynäshamn, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* **113**, 183-184.
- Jonsson, E. (1998): Bertranditomvandlad beryll från Arlandatunneln, Uppland. *Berg & Mineral* (Medlemstidning för Stockholms Amatörgeologiska Sällskap) **8 (20)**, 18-19.
- Jonsson, E. (2003): Hingganit från Varuträskpegmatiten, Västerbotten. *Berg & Mineral* (Medlemstidning för Stockholms Amatörgeologiska Sällskap) **13 (38)**, 20-21.
- Jonsson, E. & Langhof, J. (1996): Late-stage beryllium silicates in Proterozoic Swedish pegmatites – an overview. Abstract. The 22<sup>nd</sup> Nordic Geological Winter meeting Turku Åbo 1996, 81.
- Jonsson, E. & Langhof, J. (1997): Late-stage beryllium silicates from the Sels-Vitberget granitic pegmatite, Kramfors, central Sweden. *GFF* **119**, 249-251.
- Langhof, J. (2015): Kolsva fältspatgruva- En av Skandinavien största fältspatgruvor och Europas största Be-mineralisering. *Litofilan* **32 (4)**, 21-39.
- Langhof, J. & Holtstam, D. (1994): Boron-bearing Chiavennite and other late-stage minerals of the Proterozoic Lithium-pegmatites of Utö, Stockholm, Sweden. Abstract. International Mineralogical Association, 16<sup>th</sup> General Meeting, 4-9 September 1994, Pisa, Italy, 232.
- Langhof, J., Holtstam, D. & Gustafsson, L. (2000): Chiavennite and zoned genthelvite-helvite as late-stage minerals of the Proterozoic LCT pegmatites at Utö, Stockholm, Sweden. *GFF* **122**, 207-212.

- Mårtensson, C. (1958): Förekomst av berylliummineralen euklas, bertrandit och phenakit i Kolsva fältspatgruva, Kolsva, Västmanland. Abstract. Tredje nordiska geologiska vintermötet i Helsingfors 7-9 januari 1958. *Geologi* **2**, 19.
- Mårtensson, C. (1960): Euklas und Bertrandit aus dem Feldspatpegmatit von Kolsva in Schweden. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen* **94**, 1248-1252.
- Nysten, P. (1996): Paragenetic setting and crystal chemistry of milarites from Proterozoic granitic pegmatites in Sweden. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte* **1996**, 564-576.
- Nysten, P. & Gustafsson, L. (1993): Beryllium phosphates from the Proterozoic granitic pegmatites at Norrö, southern Stockholm archipelago, Sweden. *GFF* **115**, 159-164.
- Nysten, P. & Gustafsson, L. (2006): I jakt på sällsynta mineral. *Geologiskt forum* **49**, 22-25.