



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 2294	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Sulitjelma Bergverk A/S	Ekstern rapport nr "522141007"	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Klassifikasjon af Baldoaivve intrusivkomplekset og vurdering af Scheelitt-mineraliseringstype/ -potensiale.				
Forfatter ANDERSEN M		Dato 1984	Bedrift Sulitjelma Gruber A/S	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype	Emneord			
Sammendrag Baldoaivve granitten tolkes som reduserte 'I-type~ granittoider. Wolfram mineraliseringer i samband med slike bergarter er bl.a. scheelitt-granat-pyroksen skarn. I Baldoaivve er det trolig mineraliseringer av scheelitt-granat-pyroksen skarn, men uten molybden og gull. Mulighetene for økonomisk W-mineralisering i Baldoaivve-feltet anses som gode. Scheelitt.				

DATO: 05.06.84

RAPPORT NR: 1517

KARTBLAD

2129 II
2129 III

Antall sider 7
— " — bilag 0

SAKSBEARBEIDER

Morten C. Andersen, geolog

RAPPORT VEDRØRENDE:

Oppdrag for Sulitjelma Bergverk A/S

Klassifikation af Baldoaive intrusivkomplekset og
vurdering af scheelit-mineraliseringstype/-potensiale.

RESYMÉ:

På basis af kemiske analyser og feltiagttagelser,
tolkes Baldoaive-intrusiverne som reducere I-type
granitoider.

W-mineraliseringer associeret med I-type granitoider
er typisk scheelit-granat-pyroxen skarn +/- base-
metalsulfider +/- Au.

Geokemiske undersøgelser og feltiagttagelser i
Baldoaive-området indikerer at mineraliseringen her
består af scheelit-granat-pyroxen skarn uden base-
metaller, Mo og Au. Fraværet af andre metaller end
W antages at være resultat af lav f_{O_2} og f_{S_2} .

Konklusionen er at mulighederne for en økonomisk
W-mineralisering i Baldoaive-feltet synes at
være gode.

FORDELING OSLO:

1	ASPRO

KIRKENES:

ANDRE:

2	Sulitjelma Bergverk A/S
	v/Perry Caspersen

KOMMENTAR:

KLASSIFIKATION OF BALDOAIVE INTRUSIVKOMPLEKSET OG VURDERING AF SCHELIT- MINERALISERINGSTYPER/-POTENSIALE.

Ved en moderne klassifikation af granitoider, inddeles disse i 4 hovedgrupper, beroende på kemi og antaget oprindelse for magmaet:

- M-type: Granitoider der kan relateres direkte til mantlen - d.v.s. primær-magmatiske typer/opsmeltet oceanbund.
- I-type: Granitoider dannet ved partiel opsmelting af præ-eksisterende magmatisk materiale - sandsynligvis dioritisk - der er opsmeltet i en subductionzone.
- S-type: Granitoider dannet ved partiel opsmelting af oprindeligt sedimentært materiale.
- A-type: (Også kaldt R-type). Felsiske granitoider, sandsynligvis dannet ved lille grad af partiel opsmeltning af granitisk materiale i dybere-liggende skorpe-niveauer.

De vigtigste fysiske/kemiske karakteristika for de forskellige typer er:

M-type: Lav $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ (0,703 - 0,704), indikativ for primitiv, lav Rb-kilde.

Høj K/Rb (> 400), først og fremmest indikator for ekstremt lav Rb-kilde.

Lav $\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ indikerer lav K-kilde.

Ingen xenolither.

Malmforekomster associeret M-typer kendes ikke.

I-type: Stor variation i SiO_2 (56 - 75%), antyder relativt mafisk kildebjergart.

Moderat $\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$, indikerer kildebjergart "depleted" i K_2O .

Relativt højt CaO $\rightarrow$ kildebjergart rig på CaO.

Mol $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} < 1,1$.

$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ almindeligvis lav, indikerer primær magmatisk kildebjergart.

Bjergarten indeholder oftest dioritiske xenolitter.

Fe_3O_4 (untagelsesvis FeTiO_3) dominerer den opaque fase da I-typer oftest er relativt oxiderede.

Kendte malmtyper associeret I-granitoider er porphyry Cu og Mo, samt W-Mo-Cu - skarn +/- Au.

S-Type: Høj SiO_2 (66 - 75%).

Høj $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ da K adsorberes på lerminerale under forvitring, mens Na fjernes i opløsning.

Lav Ca og Sr da disse elementer går i opløsning og fjernes under forvitring.

Fjernelse af Ca og Na (under forvitring) i forhold til Al, betyder at $\text{mol Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{K}_2\text{O} > 1,1$.

FeTiO_3 dominerer den opaque fase frem for Fe_3O_4 da C i udgangsmaterialet (sediment) fører til lavt oxidationstrin.

$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ højt fordi sedimentære processer koncentrerer Rb (herunder ^{87}Rb) i kildebjergarten.

Metasedimentærer xenolitter/restit.

Malmforekomster associeret med S-type granitoider er meget varierende (beroende på stor variation i udgangsmaterialet), men generelt er denne granitoid-dtype ikke særligt "produktiv". De mest fraktionerede S-typer giver typisk gangsværme- og lagdelte greisen-forekomster med W +/- Sn, samt Mo, Li, Be, Bi (og evt. F). Au ses ofte i kvartsgange sammen med W.

A-type: Høj SiO_2 (vanligvis 76%) indikerer lille grad af partiel opsmeltning af kildebjergarten.

Lav CaO indikerer ligeledes lille grad af partiel opsmeltning.

Sammensætning nær "minimum melt"

Xenolither og/eller restit mangler.

Extremt variabel $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ (0,703 - 0,720)

Lav fo_2 . Sædvanligvis FeTiO_3 -typer.

Malmforekomster associeret med A-type granitoider inkluderer REE og Nb men vigtigste typer er porphyry Sn, Sn-skarn og "sheeted" greisen samt laminerede W- Sn- F-skarn. Desuden findes gang-forekomster med Mo-Bi +/- W +/- U +/- Th.

Som det fremgår af ovenstående er der ikke nogen enkelt-faktor der kan anvendes ved diskriminering mellem de forskellige typer, men summen af en række parametre kan give et relativt entydigt billede.

Intrusiv-komplekset i Baldoaive har følgende vigtige karakteristika:

- a) Stor variation i SiO_2 : 50,8 - 76,2%. Gennomsnitt af 11 analyser = 65,8%)
- b) Dioritisk til ultramafisk restit/xenolither.
- c) Lavt $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$: 0,704
- d) FeTiO_3 dominerer over Fe_3O_4 . I 20 tungmineralprøver fra udvalgte anomale (W) områder varierer Fe_3O_4 : FeTiO_3 mellem 1:3 og 1:71 med gennemsnitt omkring 1:17.
- e) $\text{K/Rb} = 197$ (gennemsnit af 3 analyser)
- f) Mol $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{K}_2\text{O}$ varierer mellem 0,56 og 1,07 (gjenemsnit af 11 analyser = 0,93)
- g) Intrusiverne er associeret med W-mineralisering, men kun W - ikke Au, Sn eller Mo (jvf. resultater af geokemi)

Baldoaive-"graniten" skiller seg klart fra M-typer ved at den har relativt lavt K/Rb , fører xenolither/restit, og desuden er associeret med W-mineralisering. A-typer kan ligeledes udelukkes da Baldoaive-intrusiverne viser stor variation i SiO_2 , og i tillæg fører xenolither/restit. Kun en del af intrusiv-komplekset har en sammensætning der minder om "minimum melt".

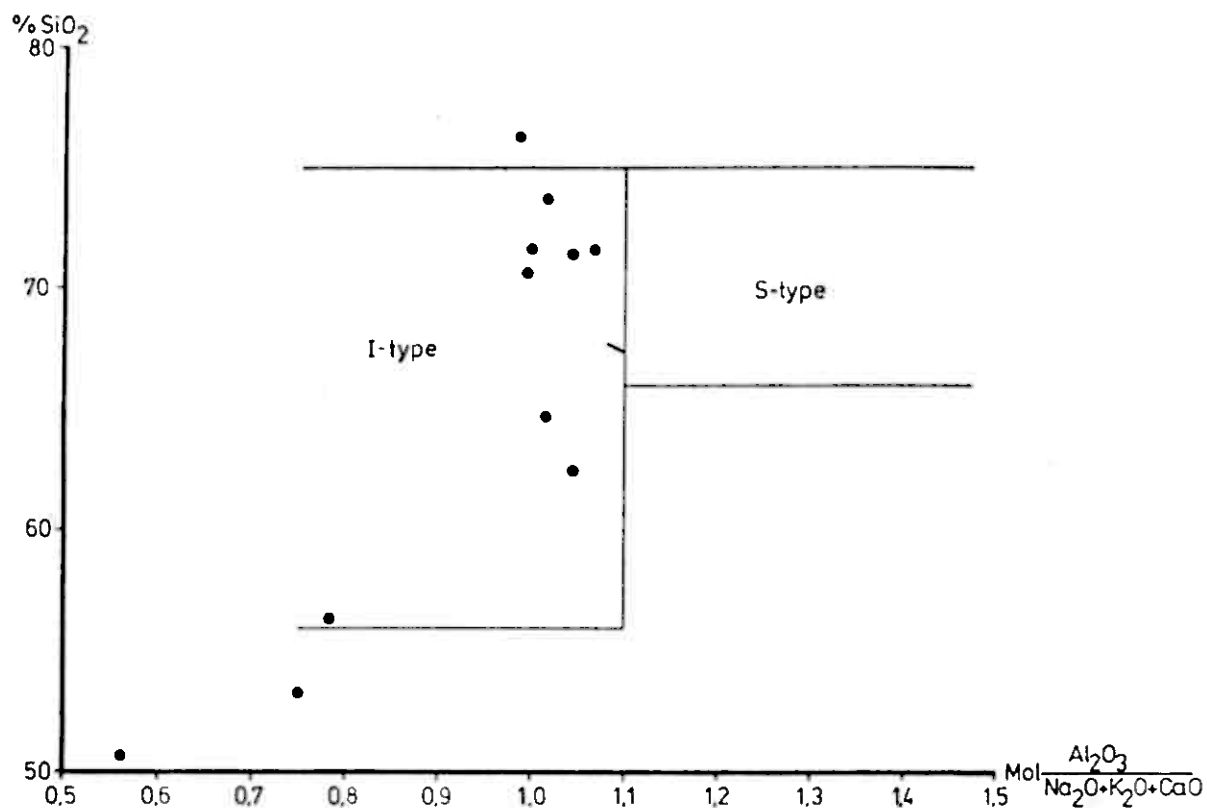


Fig. 01. SiO_2 - $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO}$ diagram med typiske I- og S-type felter indtegnet. Plot af 11 analyser fra Baldoaive-intrusiverne viser tydelig I-type affinitet.

Fig. 01. viser to vigtige parametre til diskriminering mellem I- og S-type granitoider (variation SiO_2 og Mol $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO}$). Af 11 analyser fra Baldoaive-intrusiverne falder de 8 tydeligt indenfor I-type feltet. De to analyser med lavest SiO_2 kan neppe betegnes granitoider, og diagrammet er således ikke anvendeligt for disse. Det er dog tydeligt at de to prøver viser større affinitet til I-type end til S-type granitoider. En prøve er meget SiO_2 -rig (76,2% SiO_2) og kunne derfor muligvis klassificeres som A-type. Denne prøve holder dog 1,24% CaO , hvilket ikke er specielt lavt, og den må derfor karakteriseres som en ekstremt SiO_2 -rig I-type.

Baldoaive-intrusivernes $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$ på 0,704 er lavt og adskiller seg herved markant fra det man ville forvente hvis det var S-type intrusiver, og det er således klart at Baldoaive "graniten" må betegnes som en I-type. En vigtig faktor der adskiller Baldoaive-intrusiverne fra typiske I-granitoider, er at FeTiO_3 dominerer over Fe_3O_4 i Baldoaive, og at "graniten" således har haft relativt højt $f\text{O}_2$. Reducerende I-typer (med FeTiO_3) kendes dog fra bl.a. Japan, og dette er således ikke noget "diskvalifikationsgrundlag".

Mineraliseringstype/-potentiale

Mineraliseringstyper associeret med I-type granitoider er porphyry Cu og Mo, samt W-Mo-Cu skarn +/- Au. Andre typer kan naturligvis dannes ved sekundær mobilisering af ovennævnte typer (f.eks. W +/- Au i kvartsårer).

De geokemiske undersøgelser i Baldoaive viser tydeligt at området er W-mineraliseret (CaWO_4), mens anomale verdier på andre elementer end W så at sige sige ikke findes indenfor intrusiv-komplekset. Granat- pyroxen- skarn er udviklet i Baldoaive-området, og det er overvejende sandsynligt at CaWO_4 optræder som skarn-mineralisering.

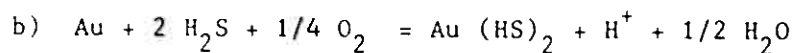
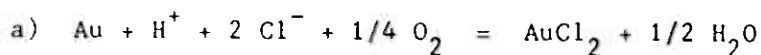
Undersøgelser af skarn-forekomster i Japan (ca. 50 forekomster) viser at både reducerede (FeTiO_3) og oxiderede (Fe_3O_4) I-type granitoider danner skarn-forekomster, men at W-skarn stort set udelukkende er associeret FeTiO_3 -typer, samt at den karakteristiske skarn-mineralogi er pyroxen-granat (oftest ferrosilit-hedenbergit pyroxen og andradit-fattig granat) - altså en Fe^{2+} - domineret paragenese. Skarn associeret med Fe_3O_4 -typer er domineret af epidot (Fe^{3+}) og karakteristisk fattigt på W.

Begge skarn-ftyper fører til tider basemetaller, mens CaMoO_4 og Au er tydeligt associeret med Fe_3O_4 -typer. Dette hænger sammen med at dannelsen af CaMoO_4 (ved tilstrækkelig mængde Ca, Mo og W) kræver en faktor 5 højere FO_2 end dannelsen af CaWO_4 under ellers lige fS_2 (ved $P = 1000$ bar og $T = 577^\circ \text{C}$):



Hvis Mo forekom i Baldoaive skulle man altså forvente at finde dette som MoS_2 , og ikke som en powelitt-komponent i scheelit. Al hidtil registreret scheelit i Baldoaive er da også tydeligt Mo-fri/fattig (lys blå fluorescens). Der er fundet spor af MoS_2 i løsblok i Baldoaive-feltet, men Mo er tydeligvis sjældent (intet udslag på geokemi). Dette er sandsynligvis fordi sulfid-mineralisering i det hele taget ikke er fremtrædende i skarn-bjergarterne i Baldoaive og/eller at Baldoaive "graniten" ikke er Mo-førende i det hele taget.

I de japanske skarn-mineraliseringer er Au ofte et ledsage-element (specielt i Cu-skarn), men igen stort set kun associeret Fe_3O_4 -typer. Transporten af Au i hydrothermale opløsninger sker sandsynligvis som thio- og/eller klorid-komplekser:



Alt andet lige betyder dette at jo mere oxideret den hydrotermale opløsning er, jo mere Au er den i stand til at opløse og transportere.

Baldoaive "graniten" er tydeligt reduceret og chancerne for Au-mineralisering i tilæg til W må derfor anses som værende små. Trods intense undersøgelser er alle hidtidige resultater fra Baldoaive da også negative m.h.t. Au.

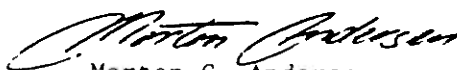
Det er overvejende sandsynligt at mineraliseringen i Baldoaive er en ren CaWO_4 -type, bundet til skarn. Under forudsætning af tilstrækkelig mængde W i kildematerialet (intrusiverne/hydrotermale opløsninger) vil den kontrollerende faktor m.h.t. omfanget af skarn-mineralisering være den tilgængelige mængde Ca (i form af CaCO_3). I Baldoaive findes ikke rene CaCO_3 -bjergarter, som er det mest gunstige udgangsmateriale, men sedimenterne i området er domineret af kalk-(sillikat)-glimmerskifer og CaCO_3 er således til stede i området.

De helt afgørende faktorer vedrørende Baldoaive-feltets W-mineraliseringspotensiale er altså:

- 1) Mængde W i kildebjergarten (intrusiverne)
- 2) Mængde tilgængelig CaCO_3 i de omgivende sediment.

Kun intenst feltarbejde i området vil kunne afgjøre om disse forudsætninger er opfyldt, men det kan allerede nu konstateres at mulighederne for en økonomisk W-mineralisering i feltet synes å være gode.

Stabekk, 05.06.1984


Morten C. Andersen
Geolog

Anvendt litteratur:

- Erichsen, E. (1983): Malmgeologisk vurdering av Baldoaive granitens mineraliseringspotensial. Uppl. hovedoppgave NTH. Trondheim
- Hallenstein, C.P. & Pedersen, J.L. (1983): Scheelite Mineralizations in Central East Greenland. Min. Dep. 1983.
- Hsu, L.C. (1977): Effects of Oxygen and Sulfur Fugacities on the Scheelite-Tungstenite and Powellite-Molybdenite Stability Relations. Econ. Geol. 72, 664-670.
- Plimer, I.R. (1983): The Geology of Tin and Tungsten Deposits. Montan Universität, Leoben, Austria 1983.
- Sato, K. (1980): Tungsten Skarn Deposits of the Fujigatani Mine, Southwest Japan. Econ. Geol. 75, 1066-1082
- Shimazaki, H. (1980): Characteristics of Skarn Deposits and Related Acid Magmatism in Japan. Econ. Geol. 75, 173-183.
- Wilson, M.R. (1980): Granite types in Sweden. Geol. Fören. Forh. 102, 167-176.