

Progress rapport
De malmdannende elementers geokjemi.
1. Fordelingen av Sn i
norske mineraler og
bergarter.

F.M.Vokes. Sv.Bergstøl.
Juni 1969.

Norges tekniske høgskole - Geologisk Institutt.

Malmgeologi.

Progress rapport: De malmdannende elementers geokjemi.

1. Fordelingen av Sn i norske bergarter og mineraler.

Innledning.

Den følgende progress rapport redegjør for bruk av penger stillt til disposisjon av:

a) Børresens og Hybinettes fond. Kr. 3100 bevilget Vokes i 1966 til analyse av mineraler på deres Sn innhold.

b) Norges geologiske undersøkelse kr. 2730 bevilget Instituttet (ved Vokes og Bergstøl) for feltarbeide sommeren 1968 (Innsamling av mineral og bergartsprøver i Tørdal-Nissedal området).

c) Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd. kr. 5000 bevilget desember 1968 for å lønne hjelpearbeide med knusning, siktning, separering og nedmaling av prøvene samlet under feltsesongen 1968.

Bruk av disse pengene blir gjort rede for nedenfor.

Vitenskapelig bakgrunn.

Tinn er ett av de malmdannende elementer som er relativt lite undersøkt i Norden, muligens p.g.a. at det meget sjelden opptrer i store nok mengder i bergartene til at egentlige Sn mineraler dannes. Bortsett fra en liten forekomst i nærheten av Ladogasjøen i tidligere finsk Karelen (Pitkäranta) har det hittil ikke vært noen nordisk produksjon av Sn malmer.

Men at Sn er til stede i nordiske bergarter og malmer, mer vidt spredt enn man har trodd hittil, vises av de senere års forskning i Sverige hvor blant annet tinnsten (cassiterit, SnO_2) er påvist i Grängesbergs jernmalmer (Landergren 1943) og i sølvgrubene ved Hällefors, Midt-Sverige. (Sundius, Parwel og Rajandi, 1966). I tillegg har de samme tre forfattere (1966) rapportert målebare mengder Sn (opptil 0.25 %) i mange andre sulfidmalmer fra Midt-Sverige.

I Norge er små (oftest spor) mengder av Sn kjent fra mineralforekomster (ofte pegmatitter) spredt om i landet (Ofteidal, 1939) og et sted i Tørdal i Telemark forekommer tinnsten i en mindre pegmatittforekomst (Ofteidal, 1943).

I senere år er tinnsten og tinnkis påvist i Bleikvassli Pb-Zn førende kisforekomster i Nordland (Vokes 1960, 1963); tinnkis i Mofjell og andre forekomster i Rana (Saager 1966) og i Svenningdalens gamle Ag grube (Bundrock, 1967).

Av disse forekomster er det bare i Bleikvassli malm at Sn gehalten når slike tall at man har funnet det berettiget å overveie muligheten av å utnytte tinnsten som et biprodukt under malmens oppredning.

De overnevnte funn av tinnmineraler førte frem til tanken om mulighetene for opptreden andre steder burde undersøkes, både fra et vitenskapelig og et økonomisk synspunkt. Den direkte oppdagelse av de egentlige tinnmineraler kan være nok så tvilsom, særlig da de opptrer i meget små mengder i bergartene, og en mere indirekte metode syntes ønskelig. Ved å gjennomgå verdenslitteraturen om tinnets opptreden og geokjemi, kom det frem at glimmermineralene i en bergart var de som oftest viste tilstedeværelsen av Sn, siden de tok inn i sine gittre betydelige mengder Sn ~~for~~ det utkrystalliserte noen selvstendige Sn mineraler.

Mekanismen for dette er ikke helt på det rene; i biotitt er det sannsynlig at Sn^{+2} erstatter Fe^{+2} p.g.a. likheter i ionradii og elektronegativitet. En annen mulighet er erstatning av Fe^{+3} med Sn^{+4} . Dette er imidlertid ikke mulig i tilfellet muskovitter. Borchart og Dybek (1960) foreslår derfor muligheten av at SnO_4 tetrahedra kan erstatte SiO_4 tetrahedra i dette mineral.

Allikevel bød de bergartsdannende glimmermineraler muligheten til å kunne brukes som "guide minerals" (ledemineraler) for Sn i en regional undersøkelse av tinnets geokjemi i Norge. Ved å separere og analysere disse mineraler, ville man da få en verdi for tinn-nivået i bergartene i forskjellige områder.

For å utprøve om det var betydningsfulle forskjeller i Sn-innholdene i tinnstensførende og ikke-tinnstensførende bergarter, ble det av Vokes i 1960 foretatt undersøkelser av prøver fra landets to tinnstensførende forekomster (Tørdal og Bleikvassli). I tillegg ble det undersøkt en rekke prøver fra steder hvor man ikke hadde grunn til mistanke om at tinnsten var tilstede. De utseparerte glimmermineraler ble analysert optisk spektrografisk på Sn ved daværende Statens Råstofflaboratorium. Se Tabell 1.

Resultatene ga god grunn til å anta at det eksisterte en betydelig forskjell i Sn innhold i bergarter med fri tinnsten og de uten dette mineral.

Man ville kunne si at alle analyser med bortimot 1000 ppm tinn i rent glimmer (særlig muskovitt) ville være av interesse og at mulighetene for fri SnO₂ måtte være meget sterke.

Videre analyttisk arbeide.

i 1966 søkte Vokes Styret for Nansens fond og de dermed forbundne fond om økonomisk støtte for mere analyttisk arbeide. Det ble bevilget kr. 3100 fra Børresens og Hybinettes fond til dette formål. Disse pengene ble siden brukt slik:

Til nøyaktig analysering av Sn i en rekke mineraler og bergarter ved Neutron Activation Analysis hos Cand. real. E. Steinness, IFA, Kjeller:

30 prøver i alt	kr. 2.000.-,
Til innkjøp av Sn lampe for Geologisk Instituttts Atomic Absorption analyser (Perkins Elmer 303)	" 932.60
Om.avgift for lampen	" 126.- .
Diverse utlegg, porto, telefon o.s.v.	" 42.- ,
	Kr. 3.100.-.
	=====

Kvitteringer for disse sendes Styret for Nansenfondet med denne rapport.

Prøvene som ble sendt IFA var delvis noen av dem som allerede var analysert optisk spektrografisk, delvis prøver hvor man hadde relativt store mengder stoff slik at man hadde "standard prøver" for videre analyttisk arbeide ved Instituttet, og til slutt prøver for direkte bestemmelse.

Prøvene ble skaffet fra forskjellige kilder, fra eget feltarbeide og separasjon og fra forskjellige kolleger. I den anledning går takk for samarbeidet til cand.real. Borghild Nilssen og cand.real. Kari Thoresen, begge Geologisk Museum, Oslo og til statsgeolog Dick Torkildsen, NGU.

Ved siden av prøver av muskovitt og biotitt, utseparert fra bergartene, ble det også sendt bergartsprøver for "whole rock" analyse. Resultatene sees i Tabell 2, hvor det også er inkludert en del av de tidligere, optisk spektrografisk, analytiske resultater for sammenligning.

Resultatene av NAA bekreftet ganske godt de som man allerede hadde fra optisk spektrografi, særlig da det gjelder størrelsesorden av Sn innholdet i de forskjellige materialer. Sn innhold i alle de norske tinnstensførende forekomster ble bekreftet som meget høyt, over 1000 ppm. Analysen fra Zinnwald (Cinovec), en klassisk Sn-W forekomst, var derimot meget lavere, dog mye høyere enn de øvrige, ikke-tinnstensførende bergarter i Tabellen. De nest høyeste Sn-innhold, dog ikke meget over 100 ppm stammer fra en sen granittisk gang ca. 1-2 m bred, som skjærer gjennom Helfjellets intrusiv (?) granitt, like nord for Mosjøen. En slik sen gang skulle ventes å være Sn-rikere enn den tidligere differentierte delen av granitten. Verdiene er også av interesse i lys av cand.real. August Nissens oppdagelse av scheelitt i Mosjøen-området, da man tenker på det nære slektskap mellom Sn og W.

Ellers ble det ikke funnet Sn gehalter mye over 50 ppm, hverken fra "whole rock" prøver eller fra utseparerte mineraler. Prøve dekkning omfatter deler av det sydnorske grunnfjellet og av Kaledonidene i Nordland, med bare enkelte prøver fra andre geologiske provinser, og de må tolkes i lys av denne noe skjeve fordeling. Allikevel, ser man at det er ingen opplagte Sn geokjemiske "anomalier" i de prøvene som er undersøkt.

Nuværende undersøkelser.

Man ble da stående med to områder i Norge hvor Sn gehaltene i bergartene, og særlig i glimmermineralene viser et meget høyere nivå enn i andre deler - ett omkring Tørdal i Telemark i det sydnorske grunnfjell og ett ved Bleikvassli grube i de nordlandske Kaledonidene.

Undersøkelsene ved Bleikvassli tyder på at Sn-"anomalien" er sterkt begrenset til selve sulfidmalmen og at sidestenene viser så og si "normale" Sn-gehalter. Problemet sett fra synspunktet geokjemisk provins, er således meget begrenset. Resultatene fra Tørdal-området, tyder imidlertid på at andre pegmatitter ved siden av den opprinnelige forekomsten i Høydalen kan være tinnholdige og at man muligens har med en geokjemisk Sn provins å gjøre.

Det ble da i løpet av vinteren 1967-68 besluttet å begynne på et program for å undersøke tinnets geokjemi i Tørdal-Nissedal området så detaljert som mulig. Programmet skulle innbefatte prøvetaking av de forskjellige bergartstyper som finnes i området med en prøveavstand så tett som mulig, avhengig av topografien og adkomstmulighetene.

Særlig hensyn skulle tas til de suprakrustale bergarter i Nissedal-Tørdal "outlier" og de mange pegmatitter som finnes i disse bergarter, særlig langs grensen til den omgivende "Tørdal granitt". Denne siste skulle også prøvetas grundig for å se om den muligens kunne være tinnets moderbergart - en sterk mulighet når man betrakter de malmgeologiske assosiasjoner av Sn-forekomster.

For å kunne utføre dette feltarbeide, ble det i februar 1968 søkt om økonomisk støtte hos NGU. (Jvf. søknaden av 3.2.68). Søknaden ble innvilget med kr. 4.000 den 7/5-68. (Av disse var kr. 2.730 brukt til feltarbeidet i Tørdal-Nissedal området av Vokes og Bergstøl).

Som resultat av denne søknaden ble det fra NGU's side gjort oppmerksom på at statsgeolog Jens Hysingjord allerede var i gang med en del mineralogiske undersøkelser i Telemark-området. Blant annet hadde han forsøkt å spore mulige tinnkonsentrasjoner ved å "panne" for tungmetaller (blant dem tinnsten) i elveleiene omkring Tørdal. Såvidt man da forsto, hadde ikke dette ført til oppdagelsen av noen tinnsten.

Statsgeologene Sverdrup og Hysingjord uttrykte sterk interesse og støtte for prosjektet foreslått av undertegnede. Det ble vedtatt å inngå en viss form for samarbeide ved at Hysingjord skulle benytte seg av den foreslåtte geokjemiske teknikk ved å samle egnete prøver i området vest og nordvest for Nisservann hvor han hadde planlagt feltarbeide for sommeren 1968. Vokes og Bergstøl skulle da utføre prøveinnsamlingene i Tørdal-Nissedal-området og bearbeide materialet ved Geologisk Institutt vinteren 1968/69.

(Statsgeolog Hysingjord har nylig vist undertegnede et kart hvor hans analyseresultater er påtegnet, men noen inngående diskusjon av dem er ikke foretatt. Det forstås at han fortsetter med feltarbeide igjen i sommer).

Feltarbeide.

Feltarbeidet i Tørdal, som vesentlig besto i prøveinnsamling, hadde for sommeren 1968 en varighet av 24 dager for Bergstøl og 4 dager for Vokes.

Som geologisk kartgrunnlag hadde en S. Foslie's upubliserte kart over Nissedal, R.H.Mitchell (1967) beskrivelse og kart over "The Nissedal supracrustal series" i området øst for Nisser til grensen vest Tørdal og videre hadde en utlånt fra Geologisk Museum L.Kläy's upubliserte kart fra Tørdal (Kläy, 1965).

Prøvetakingen ble konsentrert om glimmerprøver fra pegmatittgangene i amfibolittområdet innen suprakrustalserien og langs flere profiler inn i det sydenforliggende granittområde. Ved siden av dette ble det tatt en del prøver av selve amfibolittbergartene og særlig da av de glimmerrike soner siden vi som nevnt primært er interessert i Sn-innholdet i glimmermineralene. Noen av de andre glimmerholdige bergartene innen suprakrustalområdet ble også sporadisk prøvetatt. Det sistnevnte omfatter gneiser, leptitter og noen gabbroide bergarter.

Sommeren 1968 ble det i alt samlet inn 147 prøver til denne tinnundersøkelsen og feltarbeidet ble som nevnt betalt av NGU.

Laboratorieundersøkelser.

Det forberedende laboratoriearbeidet med knusing og separasjon av glimmermineralene ble utført av vit.ass. I.Lindahl og stud.techn. A.V.Linjordet. Penger til dette arbeid var bevilget fra NTNf med kr. 5.000 og av dette er det hittil brukt kr. 4715.

Av prøvene fra pegmatittgangene inneholdt 66 prøver så store krystaller at det var mulig for hånd å plukke ut ren glimmer for analyse. Fra resten av prøvene ble plukket ut 70 bergarter som ble knust med til -40 mesh og deretter avslammet i vann. Etter tørking ble så de mørke mineralene separert ut med magnetseparator. I 43 av disse prøvene lot biotitten seg rense tilfredsstillende med denne metode, mens de resterende 27 prøver trengte en ytterligere rensning ved hjelp av det glimmerbord som NGU har. Muskovitt fantes kun i pegmatittgangene i amfibolittområdet, men her ofte coeksisterende med biotitt. De fleste av disse lot seg rense ved håndplukking, men noen få måtte renses etter de nevnte metoder.

Både de håndplukkete og de utseparerte glimmere ble knust i en slagmølle bortsett fra noen få prøver hvor det var for lite materiale til denne knusemetode og disse ble derfor knust for hånd i agatmorter.

Det er hittil i alt foretatt 114 enkeltbestemmelser av Sn-innholdet i disse glimmerprøver.

Som analysemetode ble det forsøkt å bruke atomabsorpsjon, men etter en rekke forsøk måtte denne metode oppgis da vi ikke kunne oppnå reproducerbare resultater for bestemmelse av Sn i glimmermaterialer. Vi gikk derfor over til å bruke en røntgen-fluorescensmetode. For å få en oversikt av Sn-innholdet valgte vi ved denne metode å analysere direkte den nedknuste glimmeren uten noen form for oppslutning. Denne fremgangsmåte kan gi en feilkilde i det glimmerflakene ofte kan få en foretrukket orientering, men den ble valgt fordi en fortynning ikke ville gi oss muligheten til å bestemme de laveste konsentrasjonene en kunne vente i enkelte av prøvene, og analysene kunne gjøres raskt.

"Spiking"-metoden ble valgt for fremstilling av standarder og som utgangsmateriale ble valgt en muskovitt fra Eiker med relativt lavt tinninnhold.

Ved siden av dette ble det som standarder brukt noen glimmerprøver hvor Sn-innholdet er bestemt ved hjelp av en neutronaktiviseringsmetode utført av E. Steinnes ved Institutt for Atomenergi. Vår XRF-metode ga tilfredsstillende overensstemmelse med de oppgitte verdier fra IFA.

Kommentarer til analyseresultatene.

Våre nye analyseresultater er satt opp i tabell 3.

Denne tabell viser at Sn-innholdet i muskovitt er meget høyt i samtlige prøver. Gjennomsnittsverdien er av samme størrelsesorden som det Vokes tidligere har funnet for den tinnstenførende pegmatittgang i Høydalen. Muskovitt er som nevnt funnet bare i pegmatittganger i amfibolittområdet og disse ganger fører også biotitt med høyt Sn-innhold.

Det amfibolittområde som er prøvetatt, er ca. 30 km² stort og resultatene av analysene har i første rekke vist at en her ikke bare har å gjøre med en enkelt Sn-førende pegmatittgang, slik som tidligere kjent, men med en større geokjemisk tinn-provins.

Denne pegmatittførende amfibolitt strekker seg etter Foslies kart videre mot vest til Nisser og videre på vestsiden av dette. Mot øst vet vi ikke noe om fortsettelsen da det her ikke er kartlagt øst for riksveien gjennom Tørdal. Etter de analyseresultater vi har fått, mener vi at det er av interesse å fortsette prøvetakingen av de pegmatittførende bergarter innen denne suprakrustalserien. Den høye Sn-konsentrasjonen i biotitt fra gneisområdet innen den samme serien har også bidratt til å skjerpe vår interesse for området, selv om vi hittil bare har to analyserte prøver fra denne bergart.

Av andre interessante trekk fra analyseresultatene kan nevnes den meget lave Sn-konsentrasjon i biotitt fra Tørdal-granitten. Dette gjelder glimmer både fra selve granitten og fra pegmatittganger i denne. Fra granitten finnes det bare en Sn-bestemmelse i "whole rock" og denne ga 6.2 ppm Sn. Riktignok er dette en faktor på to høyere enn de verdier vi har fra andre norske granitter (se tabell 2), men denne granittprøven er fra grenseområdet nær amfibolittsonen og har et relativt høyt Sn-innhold i biotitten på hele 170 ppm. Da denne prøve ikke inneholdt mere biotitt enn resten av granitten, så kan vi regne med et meget lavt Sn-innhold i Tørdal-granitten, bortsett fra den grensesone som senere vil bli omtalt.

Det må her tas hensyn til at Sn også kan gå inn i andre mineraler slik som feltspat og orthit, men analysene av biotitt gir oss grunn til å tro at denne granitten har et meget lavt Sn-innhold.

Dette har ført oss inn på den tanke at det er mulig en her har å gjøre med en annen kilde for tinnet enn granitten, selv om dette vil være en avvikelse fra det en finner for de fleste tinnprovinser andre steder i verden.

De få analyser vi har fra grensesonene på begge sider av kontakten mellom granitt og amfibolitt, tyder på at det er stigende Sn-innhold i granitten mot kontakten og at det er en grensesone i amfibolitten som har lavere verdier enn de sentrale deler. For å se om dette er et gjennomgående trekk for hele kontaktsonen, så trengs det flere prøver og analyser.

Vi arbeider for tiden med å separere ut glimmer fra selve amfibolittbergartene, men dette har tatt lang tid da det krever en mer omstendelig behandling av prøvene. Fire prøver er hittil

analysert og disse viser meget stor variasjon og dette kan skyldes at i noen av prøvene har glimmeren forbindelse med pegmatittdannelsen.

Av denne rapport skulle det fremgå at vi, innenfor prosjektet malmdannende elementers geokjemi, har funnet resultatene av disse tinnundersøkelser av en slik interesse at vi betrakter det som hittil er gjort bare som innledning til en større undersøkelse. De videre undersøkelser bør i tillegg til det som alt er nevnt, også omfatte Sn-bestemmelser i andre mineraler og i "whole rock" prøver.

Trondheim, 16. juni 1969.

F.M. Vokes

F.M.Vokes.

Sv. Bergstøl

Sv. Bergstøl.

Tabell 1. Preliminær undersøkelse av
 Sn i norsk glimmer, 1960.
 Analyt. Statens Råstofflaboratorium.
 (Nu Kjemisk avdeling, N.G.U.)

Sn i ppm (g/tonn).

Prøve.	muskovitt	biotitt.
Tørdal pegmatitt (fri SnO_2)	1000	ikke tilstede
Bleikvasslimalm 380 m nivå (540ppm total Sn)	1000	" "
Helfjell granitt, Vefsn.	50	30
Gang i Helfjell granitt	100	50
Røstafjell, pegmatitt	100	ikke anal.
Toven granitt, Sør Rana	50	30
Renfjell granitt, Vefsn	40	30
Renfjell granitt, Svenningdal	30	20
Hengbergarten, Bleikvassli, 380 m nivå	30	10
Korgfjell, pegmatittisk granitt	30	40
" pegmatitt linse	30	< 10
Tustervann, Røssvann, pegmatitt	30	< 10
Renfjell granitt, Vefsn	ikke tilstede	< 10

Tabell 2. NAA av Sn i norske bergarter og mineraler 1968.
 Analyt. cand.real.E.Steinness, IFA, Kjeller.
 (Prøvene merket o er bestemt ved optisk spektrografi.
 Se Tabell 1)
 Resultatene i ppm Sn.

Prøve	Whole rock.	muskovitt	biotitt
Pegmatitt, Høydalen, Tørdal	Tinnsten- førende.	1000o, 1166	
Pegmatitt, Buvatn, Tørdal..		1512, 1668	
Sulfidmalm, 380m nivå, Bleikvassli.		1000o	
" 430m " "		1456	
Zinnwalditt, 2 Cinovec, CSSR. "		1640	
		259	
<u>Nordland.</u>			
Helfjell granitt, Vefsn.	3.3	50o	30o
Gang i Helfjell granitt	13.9	100o, 167	50o
Toven granitt, Drevja.	3.7	50o	30o, 34
Pegmatitt linse, Korgfjell		30o, 22	<10o, 14.6
Granitt-gneis, Svenningdalen		30o	30o, 52
Granat-mikroklinfels, Bleikvassli	5.9		
Pegmatitt, Horndalsvn, Mørsvikfjd.			48
" Kråkomfjell "		15.8	
Granitt gneis, Kjerringøy			11.1
Granitt "			10.4
Gneiss "			10.6
<u>Syd Norsk grunnfjell.</u>			
Granitt T-10 Tørdal	6.2		
Granitt, Araodden, Telemark			15.2
Pegmatitt, Araodden			48
Granitt, Grøste, Skiftenes			7.6
Granitt, Flå.			23
Granitt G-101, Grimstad	3.6, 3.4		
" Grimstad S-11			6.7
" " P-12			14.1
" " K-18			8.7
" " L-18			6.9
<u>Permisk.</u>			
Granitt (Drammens) Hygen, Lier	2.9, 2.8		
Nordmarkitt N-100, Grorud	2.6, 3.6		
<u>Diverse.</u>			
Dioritt, Orkdalsbru, Ullsberg			2.4
Augengneiss, Oppdal			2.7
Noritt, Ueland	(i flogopitt)		<0.5
Standard diabas W-1.	3.1		

Tabell 3.

Analyseresultater for tinn i glimmer fra Tørdal.(XRF).

Mineral	Bergart	Antall prøver	Variasjonsområde ppm Sn	Gjennomsnitt ppm Sn
Muskovitt	Pegmatitt i amfibolitt	33	445 - 1935	1100
Biotitt	" " "	18	225 - 745	510
"	" " " grensesone	13	40 - 190	110
"	" " granitt, grensesone	4	18 - 145	83
"	" " granitt	12	< 10 - 45	22*
"	Granitt	17	< 10 - 46	15*
"	" , grensesone	7	25 - 170	50
"	Amfibolitt	4	< 10 - 160	65*
"	Gneis	4	10 - 35	20
"	Pegmatitt i gneis	2	315 - 400	355
		<u>114</u>		

* Disse gjennomsnittsverdier ligger noe for høyt da en del av prøvene har < 10 Sn, men er tellet som 10 ppm.

Litteratur Referanser.

- Borchert, H. and J.Dybek. 1960 Zur Geochemie des Zinns.
Chem. Erde, 20, 3, 137-154.
- Bundrock, G. 1967. Die Silbererzgänge von Svenningdal.
Diplomarbeit, Johannes Gutenberg Universität,
Mainz, 139 pp.
- Kløy, L. 1965. Geologiske und Lagerstättenskundliche Untersuchungen im Gebiet von Tørdal.
Upublisert rapport til Geologisk Museum, Oslo.
- Landergren, S. 1943. Geokemiska studier över Grangesbergssfältets järnmalmer. Ing.Vetensk.Akad. Handlingar no. 172.
- Mitchell, R.H. 1967. The Precambrian Rocks of the Telemark Area in South Central Norway. V.The Nissedal supra-crustal series. Norsk Geol. Tidsskr. 47. h 4, 295-332.
- Oftedal, I. 1939. On the occurrence of tin in Norwegian Minerals. Norsk geol. tidsskr., 19, 314-325.
- 1943.Lepidolitt-og tinnsteinførende pegmatitt i Tørdal, Telemark. Norsk geol. tidsskr. 22, 1-14.
- Saager, R. 1966. Erzgeologische Untersuchungen av Kaledonischen Blei, Zink und Kupferführenden Kieslagerstätten im Nord-Rana-Distrikt, Nord-Norwegen. Promotionsarbeit, Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich, 145pp +
- Sundius, Nils, A.Parwel and B.Rajandi 1966a. The minerals of the Silver mines of Hällefors. Sveriges geol. unders., Ser.C, Nr. 614. Årsbok 60, nr. 9, 2opp.
- - - 1966b. Undersøkning angående tenn i Mellansvenska sulfidmalmer. Geol. Fören Förl. 88, 410-411.
- Vokes, F.M. 1960. Contributions to the mineralogy of Norway. No 7. Cassiterite in the Bleikvassli ore. Norsk geol. tidsskr. 40 193-201.
- " " 1963. Geological Studies on the Caledonian pyritic Zinc-lead ore body at Bleikvassli, Nordland, Norway. Norges geol. unders. 222, 120pp.