



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 3831	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering Fortrolig
Kommer fra ..arkiv Næringsdepartementet	Ekstern rapport nr BA 3465	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Rapport over de hittil foretatte geologiske og metallurgiske undersøkelser over uran og thorium.				
Forfatter Bjørlykke, H. Rosenqvist, I. Th.		Dato 18.10 1947	Bedrift	
Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype Malm/metall	Emneord U			
Sammendrag				

BV3831

FORSVARETS FORSKNINGSinSTITUTT

FORTROLIG

1947

345

Rapport over de hittil foretatte
geologiske og metallurgiske undersøkelser over uran
og thorium.

Rapport over de hittil foretatte geologiske og metallurgiske undersøkelser over uran og thorium.

Del I. Pegmatitter.

av Dr. H. Björlykke og dr. I. Th. Rosenqvist.

Der henvises til tidligere rapporter av Björlykke og Rosenqvist av 13/11-46, 23/1-47 og august 1947.

Uranmineraler.

Det midlere innhold av uran i jordskorpen er etter Hevesy og Goldschmidt beregnet til 0.0004 % tilsvarende 4 g. pr. t.

De viktigste forekomster av uran i naturen er knyttet til granittiske bergarter.

Granitten selv holder vanligvis 10 - 40 g. uran pr. t. Dette uran inngår i små mengder som substituent for andre elementer i forskjellige mineraler, særlig zirkon. Man kan derfor ikke ved oppberedning framstille noe høyprosentlig urankonsentrat ved mekanisk oppberedning av en granitt. Granittens restsmelte er anrikt på lettsmeltelige bestanddeler, vanndamp og forskjellige gasser som nedsetter krystallisasjonstemperaturen, gjør smelten lettflytende og derved gir meget gode krystallisasjonsbetingelser. Dette gjør at granittens mineraler krystalliserer som kjempe-messige krystaller, således kan man finne feltspatkry-staller med en vekt av flere hundrede tonn. Disse dannelser

kalles granittiske pegmatitganger og på grunn av de gode krystallisasjonsforhold og lavere temperatur vil uraninnholdet her for en stor del danne egne mineraler og delvis også krystallisere ut som uranoksyd. De uranholdige mineraler er alle meget tunge, og man kan derfor ved knusing og herdvaskning av pegmatiten oppnå et konsentrat med høyt uraninnhold. Man kan påvise en viss differēntitation under pegmatitdannelsen slik at enkelte pegmatiter tydeligvis er rikere på uran enn andre, men den ujevne fordeling av uranmineralene på gangene gjør at det er umulig å få et eksakt uttrykk for urangehalten. Selv på de beste pegmatitganger er imidlertid urangehalten forholdsvis liten, og dette sammen med gangenes meget begrensede størrelse gjør at de ikke kan danne grunnlag for noen uranframstilling i større målestokk, og at den uran som framstilles på denne måte må bli forholdsvis kostbar. Den sterkeste utdifferensiering av granittens urangehalt finner man i de avsetninger av vandige oppløsninger som danner den aller siste rest av den opprinnelige granittsmelte. Disse uranholdige varme oppløsninger har enkelte steder avsatt meget uranrike ganger hvor hovedmineralet består av uranoksyder. Forekomster av denne type er Joachimsthal i Tsjekkoslovakia, Great Bear Lake i Canada og Shinkolocwe og Kalongwe i Katanga, som er verdens største produsenter av uranmalm. Disse ble tidligere drevet for framstilling av radium.

I Norge kjennes ingen uranforekomster av denne type. Dette skyldes antagelig at disse hydrotermalavsetninger tilhører en høyere sone i jordskorpen som over våre grunnfjellsområder er bortført ved erosjon.

Granittens uraninnhold finner man også anriket sekundært i kullholdige sedimenter og sandsteiner. Uran i disse sedimenter skriver seg antagelig vesentlig fra uranforbannelser som er frigjort ved granittenes forvitring.

Av denne type er de norske og svenske alunskifre og skifre og sandstein i Colorado, Utah, Pennsylvania o.a. Gehalten av uran i de norske alunskifre er meget liten, etter de foreliggende undersøkelser av størrelsesorden 100 g. pr. t., men da skiferen opptrer i mektige lag over store områder, danner den en viktig urankilde. Til tross for at man ved bryting av alunskifer i stor målestokk sikkert kan regne med små brytningsomkostninger, vil allikevel det utvunne uran bli forholdsvis kostbart, da uranet opptrer så finfordelt i skiferen at malmen ikke lar seg anrike ved mekaniske metoder. Prisen pr. kg, utvunnet uran vil derfor vesentlig avhenge av om man finner fram til en billig metode for utvinning av uran av råmalmen og om det lykkes å utnytte med fordel skiferens øvrige bestanddeler. De kjente norske forekomster av uranholdige mineraler som kan komme i betraktning som uranertser, er alle knyttet til granittiske pegmatitganger. Disse opptrer i store

mengder i to grunnfiellsområder i det sydlige Norge, nemlig i Østfold og i et område langs sørlandskysten fra Bamble sydover til Kristiansand S. Spredte forekomster av større granittiske pegmatitganger har man også i Buskerud, Vestagder, Rogaland og i Nordland.

De granittiske pegmatitganger består vesentlig av feltspat, kvarts og glimmer, men de inneholder dessuten oftest små mengder mineraler hvori der inngår sjeldne elementer, deriblant uran og thorium. Det inngående kjennskap til de sjeldne mineraler på disse ganger skyldes feltspatdriften, idet det er meget sjelden å oppdage disse mineraler på overflaten av pegmatitganger som ikke har vært gjenstand for drift. I normale tider før krigen eksporterte Norge ca. 30 000 t. feltspat og feltspatmel som tilsvarer ca. 100 000 t. utskutt pegmatitmasse. Mineralene på våre pegmatitganger tiltrakk seg tidlig mineralogenes oppmerksomhet, og framragende mineralogiske arbeider av norske geologer, særlig Scheerer omkring 1840 og senere W.C-Brögger og J.Schetelig gjorde en rekke norske pegmatitganger kjent i mineralogisk litteratur. Man finner derfor mange norske pegmatitganger angitt i mineralogiske lærebøker som finnested for sjeldne mineraler selv om mengden av disse mineraler på forekomstene ofte kunne være ubetydelig. Under feltspatdriften ble der således funnet en del sjeldne mineraler (hvorav mange uran og thoriumholdige) som ble tatt vare på av mineralhandlere og solgt

til museer verden over. I sjeldnere tilfeller hvor de ble funnet i noe større mengder ble de solgt for å anvendes til spesielle formål for utvinning av sjeldne elementer. For de fleste gruber er feltspatutvinningen det viktigste og de øvrige mineraler nærmest tilfeldige biprodukter. Man har dog enkelte eksempler på at særlig mineralrike ganger og som holder feltspat av dårlig kvalitet er blitt drevet kortere tid vesentlig for de sjeldne mineraler. Dette gjelder f.eks. Karlsbus i Råde, Auselheia ved Tvederstrand, Landbö i Ö. Moland og Vats i Ryfylke.

Den viktigste uranerts på våre pegmatitganger er uranbekerts som består av Uranoksyd med ca. 60 % Uran. Den spesifikke vekt er meget høy, i frisk tilstand ca. 9. Flere varieteter med noe avvikende sammensetning har fått egne navn. Av disse kan nevnes Bröggerit som er en not thoriumholdig uranbekerts, beskrevet fra pegmatitganger i Østfold og Cleveit som også inneholder noe sjeldne jordartselementer og opptrer i ganger i nærheten av Arendal.

Av andre pegmatitmineraler som kan komme i betraktning som uranertser kan nevnes de ndob- og tantalrike mineraler Samarskit, Fergusonitt og euxenitt (hertil varietetene Priorit og Blomstrandin). Uraninnholdet i disse mineraler veksler imidlertid meget sterkt på de forskjellige forekomster.

Der forelå således allerede fra eldre litteratur angivelser over forekomster av uranholdige mineraler på våre granittiske pegmatitganger. Senere er også flere hundre granittiske pegmatitganger blitt studert av H. Björlykke og en oversikt over mineralinnholdet på norske pegmatitganger er blitt publisert i N.G.U.Nr. 154 (1939) sammen med de foreliggende analyser av mineralene.

Etter foreliggende litteratur er uranbekerts funnet på 15 forskjellige granitpegmatiter i Østfold, 24 i Austagder, 7 i Telemark, 1 i Vestagder og 1 i Rogaland.

I tiden før oppdagelsen av de store uranforekomster i Kongo og Canada ble uranbekerts meget godt betalt som råstoff for radiumutvinning, og der ble da forsøkt drift på enkelte av våre pegmatitganger, særlig Auselheia ved Tvedestrand og Vats i Ryfylke. Utbyttet av denne drift var imidlertid meget ubetydelig, bare noen få kilo, og driften ble snart innstilt.

På grunnlag av de foreliggende opplysninger har Rosenqvist og Björlykke foretatt en rekke befaringer av uranforekomster på Sørlandet og i Østfold.

- Rosenqvist besøkte 3/10-46 en rekke uranbekertsforekomster i Råde, Østfold (kir. rapport av 2/11-46).

I tiden 10/11 - 19/11-46 besøkte Rosenqvist og Björlykke sammen forekomster ved Tvedestrand, Evje og Iveland i Setesdal, samt Vats i Ryfylke (rapport av 13/11-46). Under

denne befaring festet vi oss særlig ved Flåtfjellet og Einerkilen i Evje og Vats i Ryfylke hvor der kunne være muligheter for drift, og der ble avtalt prøvedrift ved disse. Der ble senere ordnet med oppberedning av den utskedede malm ved Kongsberg Sölvverks vaskeri på Saggrende ved Kongsberg. Senere analyser av prøver fra Flåtfjellet, Evje, viste ertsmineralene på denne forekomst som vesentlig var euxentitt og fergusonitt var ualminnelig fattige på uran og videre undersökelse av denne forekomst ble derfor inntil videre stillet i bero. Disse forekomster ble også besøkt under en befaring i tiden 9/5 - 14/5-47.

I tiden 5/8 - 17/8-47 oppholdt Björlykke seg på Evje for å foreta en mere detaljert undersökelse av Einerkilen og de nærmeste omgivelser. I den innsendte rapport av august 1947 er utført en beregning av malmforråd og omkostningene ved driften i Einerkilen. Disse beregninger er imidlertid basert på et skjønnsmessig anslag av urangehalten som ved senere analyser av konsentrater fra herdvaskingen har vist seg å være meget for høy. De her beregnede forråd av uran må derfor reduseres til ca. halvparten samtidig som prisen pr. kg. uran blir omtrent dobbelt så høy. Man må derfor regne med at den påviste malm i Einerkilen holder bare ca. $1\frac{1}{2}$ t. uran og at prisen pr. kg. uran levert Kongsberg blir ca. 100 kg.

Angående Einerkilen urangrube kan en på det nåværende tidspunkt anta at etter oppmålinger av Björlykke finnes forekomsten å inneholde 5.200 t. råmalm, hvilket skulle svare til 520 tonn skeidet malm, dersom man kan skeide vekk 90 % uholdig gods. Slik skeiding er tidligere foretatt, og godset har da vist seg å inneholde 0.28 % uran. En har all grunn til å tro at dette uraninnhold er representativt for en stor del av grubens malmareal. Det foreligger muligheter for at der ennå ikke undersøkte deler av gruben kan være rikere enn de deler som hittil har vært undersøkt. Man må her huske på at gruben tidligere har vært drevet på feltspat av Norsk Feldtspat Co., og at Feldtspat Co. kun har vært interessert i de deler av forekomsten som har vært rikest på feltspat, og også fattigst på uran og andre for dem skadelige bibestanddeler. Det pågår for tiden diamantboring i forekomsten, og med tilsynelatende godt resultat. Den 13/10 d.å. besøkte vi forekomsten. Det er da etter Rosenqvists anvisninger boret 8 borhull som bidro til å øke kjennskapen til forekomsten, og hvorved det er påvist at malmarealet har en utstrekning både etter strøket og etter fall, som vil gi en ikke ubetydelig økning av det allerede påviste malmareal. Disse diamantboringer førtsetter, idet vi sammen anviste borplass for ytterligere 8 diamantborhull. I tidligere rapport fra Rosenqvist er det bedt om at det skal utføres ialt ca. 20 boringer på denne forekomst.

Dersom de fortsatte boringer vedvarer å gi godt resultat, antar en at det kan bli snakk om et ennå større boringsprogram.

Malmen fra Einerkilen er vasket ved Kongsberg Sølvverks oppredningsavdeling i Saggrenda. Oppredningen gav ikke noe særlig gunstig resultat, idet en fikk et tap under vaskingen på ca. 35 %. Pr. tonn oppført gods inneholdt råmalmen 2,8 kg. uran. Herav ble utvunnet i konsentrat ca. 2 kg, mens 766 g. gikk tapt, fordelt på de forskjellige avgangsfraksjoner.

Det arbeides nå både ved Sølvverket og ved Forsvarets forskningsinstitutt's avdeling for Kjemi's laboratorier om forbedringer av utvinningsgraden, eventuelt fullstendig omstilling fra herdvasking til flotasjon eller våtvei-metallurgisk oppredning.

En har grunn til å tro at en av disse metoder, eventuelt begge, vil gi godt resultat. En antar derfor at det vil være fornuftig å anlegge oppredningsbruk ved Einerkilen. Særlig vil dette være praktisk dersom en velger å utvinne uranet ved våtvei-metallurgisk oppredning (syrelutning), idet avfallet under skeidingen inneholder ikke ubetydelige mengder uran som eventuelt vil kunne nyttiggjøres ved en slik syreluting, men som derimot ikke tåler transportkostninger, i tilfelle oppredningen skal foretas på et noe fjerntliggende sted, f.eks. Kongsberg eller Trondheim.

I nærheten av Eimerkilen finnes et feltspatbrudd ved Möyberglia, hvor det syns å være muligheter for uran-utvinning. Vi har derfor foreslått at diamantboring eventuelt en liten prøvedrift, settes i gang i Möyberglia etterat undersøkelsesarbeidene i Eimerkilen er avsluttet. En antar at de fortsatte diamantboringer i Eimerkilen vil måtte foregå minst 2, eventuelt 4-5 måneder.

Dersom en bestemmer seg for å legge et oppredningsverk ved Eimerkilen, vil dette verk også kunne bearbeide den eventuelle uranmalm fra Möyberglia, og en må derfor kunne drive Möyberglia selv om uraninnholdet skulle vise seg å være så lavt at en ikke kunne tenke drift på denne forekomst alene. Malmen i Möyberglia syns å være av samme type som malmen i Eimerkilen.

I Vats i Ryfylke er det innledet samarbeid med Chr.a. Minekompani som er eier av skjerperettighetene på denne forekomst. Chr.a. Minekompani har her påbegynt et oppfaringsarbeid etter vår anvisning. Det er ført opp smie og lagt skinnegang etterat forekomsten har vært klargjort for drift. En særlig oppfaringsdrift er imidlertid ikke foretatt, og 13.d.m. måtte en gå til nedleggelse av driften da det ikke kunne bevilges penger til dette oppfaringsarbeid. Malmen i Vats var forholdsvis ren uran bekerts og monazit som finnes i en glimmer-rik sand langs hengen av forekomsten. En har ved denne forekomsten "orein sight" som antas å være av

størrelsesorden ca. 150 kg. uran. Imidlertid foreligger det muligheter for at forekomsten kan være betydelig større, noe en mente å undersøke ved den påbegynte oppfaringsdrift. Kun ved en slik oppfaring er det mulig å fastslå hvor meget uran forekomsten kan inneholde. En hadde tenkt å slå i en ca. 20m lang feltort og en ca. 6 m høy stigort samt en synk av ubestemt dybde. Fra denne synk til en så foreta diamantboring. Ifølge et løselig overslag fra bergingeniør Tiedemann ved Chr.a. Minekompani, skulle en slik feltort med stigort komme til å koste ca. kr. 11.000.- inkl. utgiftene ved skeiding og transport. Dersom en gir avkall på skeiding og transport skulle dette foreløbige undersøkelsesarbeid kunne komme på under kr. 10.000.-

Som nevnt inneholder malmen fra Vats en meget ren bøkerts med innhold av uranoksyd = 81,35 %. Ved en tidligere drift uttok F.F. ca. 10 t. prøver som viste seg å ha et innhold av uran = 0,139 %. En del av disse prøver ble vasket ved Kongsberg Sölvverk. Imidlertid var her vaskingsresultatet ennå ugunstigere enn det en hadde for Eimerkilens vedkommende. Det ble prøvevasket 230 kg. råmalm, svarende til 0,32 kg/uran. Herav fikk en i avgangen 0,107 kg U. Dessuten fikk en et mellomprodukt som holdt 0,162 kg. U og et konsentrat som inneholdt 0,07 kg. U. Selv om alt uran i mellomproduktet kan utnyttes, har en allikevel et tap på ca. 32 %.

En antar imidlertid at denne malm vil være særlig egnet til våtvei-oppredning. Oppredningen blir å foreta etter følgende skjema:

Først håndskeides malmen mest mulig, deretter blir den å knuse på vals, hvorefter all grov glimmer frasiktes og finfraksjonen blir å svrebehandle med sterkt fortynnet salpetersyre. Fra surluten kan så uran ekstraheres. Denne prosess vil være forholdsvis billig forutsatt at det er foretatt en noenlunde god håndskjeiding før godset går på valsen. Betingelsen for at en slik oppredning skal kunne finne sted, er imidlertid at en har tilstrekkelig stort malmkvantum til å kunne lage et luteanlegg ved gruben.

Den eneste måte å få en tilstrekkelig god bedømmelse av hvor stort malmkvantum som finnes, er oppfaring og diamantboring. Uten at dette blir foretatt, anser en det ansvarsløst å gå igang med noe oppredningsverk på denne forekomst.

Den siste av de forekomster som er undersøkt noenlunde omfattende, finnes ved Bjortjenn i Mykland i Aust-Agder. En har her en glimmerrik granittpegmatit som inneholder ikke ubetydelige mengder euxenit og fergusonit-mineraler (samarskit⁹).

Ertsmineralene er analysert og viser seg å inneholde 6.62 % U i den foreløbige prøve. Da malmen er meget grovkornet, og ertsmineralene sitter uregelmessig fordelt,

er det meget vanskelig å angi noe godt gjennomsnittsinhold av U i malmen. En antar at dette vil være størrelsesorden 100 - 200 g pr. t.

Det er ved denne forekomst utført en del oppfaringsarbeider, idet Chr.a. Minekompani for F.F. har slått en synk ca. 10 m. dypt i malmen. Det bør nå foretas diamantboring fra denne synk for en ytterligere oppmåling av malmmengden. Dette arbeid kan påbegynnes når som helst. Malmen synes å være forholdsvis godt egnet for herdvasking på samme måte som malmen fra Flåtfjellet er det. Uraninnholdet i ertsen er imidlertid ca. 10 ganger høyere enn i Flått. Imidlertid er den videre oppredning av disse ertsmineraler betydelig dyrere enn for mineralene fra Einkerilen og Vats. Ertsmaterialene er ikke løselige i salpetersyre uten forutgående smelting med kalk eller alkali, derimot er de lett løselige i fluss-syre hvorved en kan få uran-fluorid som muligens kan destilleres av. Det gjøres videre oppmerksom på at disse ertsmineraler inneholder store mengder skadelige forurensninger som sjeldne jordarter. Metallurgiske arbeider med denne malm vil bli fortsatt ved F.F.K.'s laboratorier. Det innskytes her at de biproduktene som kan oppnås ved metallurgisk behandling av denne malm er meget verdifulle, og kan tenkes å dekke en del av utgiftene. Likeledes gjøres oppmerksom på det store innhold av god glimmer som finnes ved Bjortjenn. En antar at en ved salg av denne glimmer vil kunne dekke kr. 25.- pr. kg. av denne uran.

Thoriummineraler.

Den gjennomsnittlige mengde thorium i jordskorpen er av V.M. Goldschmidt ber gnet til 0.00115 %, d.v.s. 11,5 g. pr. t. Dette element opptrer således i 3 ganger så stor mengde som uran.

De viktigste thoriummineraler er:

Thoritt (ThSiO_4) med ca. 80 % thoriumoksyd. En varietet av thoritt er orangit som er orangefarget. Thorianitt er en uranholdig thoritt.

Videre inngår thorium i vekslende mengder i de fleste cerholdige mineraler, særlig Monasitt CePO_4 som kan inneholde opptil 19 % thoriumoksyd, som substituerer cer-elementene.

Thoriumets viktigste anvendelse var tidligere som glødestrømper i gassbrennere. I den første tid av glødestrømpes-industrien ble thorium bare utvunnet av thoritt og dette mineral ble ifølge bergmesterberetningen for 1895 dette år betalt med kr. 500., og derover pr. kg. ren thoritt. Denne fantastiske pris framkaldte den såkalte "thorittfeber" på Sørlandet som førte til en utstrakt skjerpning av thorittforekomster. Det meste thoritt ble utvunnet på Kyene i Langesundsfjorden og i Ö. Moland. Verdien av den utvunne thoritt ble av bergmesteren anslått til ca. 1 mill. kr. i 1895. Denne jobbing i thoritt varte imidlertid bare $\frac{1}{2}$ år, til monasittsanden i Brasil og Carolina ble tatt i

bruk som råstoff. Prisen på thoritt falt da så sterkt at thorittdriften måtte opphøre. Monasitt falt senere stadig i pris og i 1937 ble monasittsand med 6 % thoriumoksyd betalt med ca. 150 kr. pr. t tilsvarende ca. 2.50 pr. kg. thoriumoksyd. Fortiden er monasitt utvunnet av monasittholdig elvesand det viktigste råstoff for thoriumframstilling. Den største produsent i 1935 var India (Travancore) med 3880 t. Rike primære forekomster av monasitt på granittiske pegmatitganger er kjent i det sødlige Serra dos Aymores i Brasil. I Norge opptrer thoritt både på granittiske pegmatitganger og på nefelin-yenitpegmatittene i Langesundsfjorden.

I tiden 17/9 - 20/9-47 foretok Bjørlykke og Rosenqvist en befarings av flere nefelinsyenitpegmatitter i Langesundsfjorden for å søke å skaffe seg et inntrykk av thoriuminnholdet på disse. Ved denne befarings såes imidlertid bare en del meget små korn av thoritt på disse ganger og thorittgehalten syntes å være betydelig lavere enn urångehalten i granitpegmatitten ved Einerkilen. Det syntes derfor umulig å utvinne thoritt av disse til en noenlunde rimelig pris. Videre ble besøkt en granitpegmatitgang ved Landbö i Ö. Moland hvor der ifølge Brögger skal være utvunnet 2-300 kg. thoritt. På avfalls- haugene etter driften såes bare enkelte små korn av thoritt men selve gruben var utilgjengelig da den var drevet som en synk som nu stod under vann. Det vil være

av interesse å få gruben lenset for å undersøke selve gangen. Utgiftene til lensing og litt sprengning på gangen vil antagelig bli ca. 1000 kr.

Monasitt opptrer alminnelig som et underordnet mineral i små krystaller på de fleste granittiske pegmatitganger, men gehalten er vanligvis meget liten. Der vil senere bli foretatt befaringer av de monasitrikste pegmatiter for å undersøke mulighetene for utvinning av monasitt på disse. Videre vil der bli undersøkt hvorvidt det innen de pegmatitrike distrikter skulle finnes elvesand som inneholder noen mengder av thorium- og uranmineraler.

Oslo, 18/10-1947.

H. Björlykke

I.Th. Rosenqvist.