

SVERIGES GEOLOGISKA AB
Division Prospektering
Uppdragsgivare: NSG
Projekt: Industrimineral
Bosse Gustafsson

RAPPORT
Datum: 1989-01-25
ID-nr: PRAP 89012
Best. nr: 150-F128/1988

LITIUM - SAMMANSTÄLLNING

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING OCH REKOMMENDATIONER		sida
1	ANVÄNDNING	2
2	FÖREKOMSTSÄTT	2
3	VÄRLDENS RESERVER	3
4	STÖRRE LITIUMFYNDIGHETER	5
4.1	PEGMATITER	5
4.1.1	GREENBUSHES	5
4.1.2	TANCO	5
4.1.3	NORTH CAROLINA	6
4.1.4	BIKITA	6
4.1.5	KITOTOLO	7
4.1.6	ÖVRIGA	7
4.2	BRINES	8
4.2.1	SALAR DE UYUNI	8
4.2.2	SALAR DE ATACAMA	8
4.2.3	USA	8
4.2.4	ÖVRIGA	9

5	SVENSKA FÖREKOMSTER	9
5.1	ALLMÄNT	9
5.2	VÄSTERNORRLAND	10
5.2.1	JÄRKVISSLE	11
5.2.2	ÖVRIGA	13
5.2.3	SAMMANFATTNING	14
5.3	VARUTRÄSK	14
5.4	SAMMANFATTNING AV SVENSKA LITIUMFÖREKOMSTER	17
6	SLUTSATSER	18
7	LITTERATURREFERENSER	19

SAMMANFATTNING OCH REKOMMENDATIONER

Med anledning av en 1986 slutförd litiumprospektering i en del av Sverige samt några kända fyndigheter i Sverige och Finland har Nämnden för Statens Gruvegendom, NSG beställt en sammanställning och utvärdering av sitt material med avseende på litiumprospektering. Målsättningen har varit att ta fram ett beslutsunderlag för eventuell fortsättning av litiumprospekteringen i Sverige.

Rapporten ger en översikt av litiummarknaden, beskriver de svenska fyndigheterna samt belyser dessa i relation till marknaden.

Konsumtionen av litium är ca 5000 ton per år. Reserverna var år 1986 8 400 000 ton. Konsumtionen tenderar att vara konstant medan reserverna ökar kraftigt. De senaste fem åren har andelen litiumprodukter producerade ur brines ökat enormt på bekostnad av litium från pegmatiter. Av litiumprodukter från pegmatiter är numera endast petalit, spodumen och dess kvartssammanväxningar konkurrenskraftiga.

Sverige har två "större" litiumfyndigheter i pegmatiter, Varuträsk och Järkvissle. Ingen av dessa uppfyller nödvändiga krav på kvalitet och kvantitet. Järkvissle har dock vissa utvecklingsmöjligheter. Med hänsyn till den internationella situationen kan dock inom överskådlig tid (ca 15 år) ingen prospektering efter litium i Sverige rekommenderas.

Om så småningom litiumprospektering blir aktuell föreslås:

- a) Prospekteringen vid Järkvissle återupptas med regelbundna kvalitetskontroller av råvaran. Genomgång av området kring Varuträsk.
- b) Lokalisering av litiumpotentiella områden med hjälp av geologi och flygradiometri i regional skala.
- c) Undersökning av litiumpotentialen i geotermiskt vatten i Skåne.

Litium tillhör alkalimetallerna men intar i förhållande till de övriga en särställning. Litium är minst reaktivt med vatten. Den är lättast av alla metaller. Dess användning är främst inom aluminiumindustrin. Tillsats av litium i smältan där man omvandlar alumina till aluminium både sänker smältpunkten och ökar konduktiviteten och sparar därmed energi. Litiumfluorid bildas och de oönskade fluorutsläppen minskas. Litiumlegerat aluminium är lättare och starkare och det används därför i avancerade flygplans- och raketkonstruktioner. Den stora nackdelen är att metallen blir sprödare och förlorar aluminiums goda egenskap att självläka vid brott, vilket hindrat utvecklingen inom denna sektor.

Det andra stora användningsområdet är inom glas- och keramikindustrin där det har en lång rad olika tillämpningar. Egenskaper som utnyttjas är sänkande av smältpunkt, sänkande av värmeutvidgningskoefficient, och att det kan ersätta många giftiga ämnen. Inom glas- och keramikindustrin används ofta spodumen eller petalit direkt som råvara. Beroende på vilken kvalitet som krävs kan därmed råvarupriset sänkas betydligt i förhållande till litiumkarbonat vilket är en förädlad produkt och som annars används.

Som tredje stora användningsområde kommer smörjfett. Litium höjer flytpunkten till omkring 200°C och gör fettet mer vattenavvisande.

Litium används också till mycket annat såsom batterier, luftkonditionering, luftavfuktare, tillverkning av syntetiskt gummi, läkemedel, tillverkning av polyester mm. Även om behovet av litium kan tänkas öka i en viss branch så ersätts det av andra ämnen inom något annat område. Ett område där man tror att litium kan få stor betydelse är inom fusionsenergin. Det verkar emellertid som om utvecklingen inom denna teknik har stannat upp.

Litium finns koncentrerat i: 1) Saltsjöar sk brines. 2) Pegmatiter. 3) Varmvatten 4) Leror. För närvarande utvinns litium ur brines och

pegmatiter. Israel är nära att utvinna litium ur Döda Havet. Ett försök att kommersiellt utvinna litium ur varmvatten på Island har varit nära att lyckas. Litium i leror anses för närvarande sakna ekonomiskt värde. Som biprodukter brukar erhållas ur brines kalium och bor samt ur pegmatiter cesium, beryll, rubidium, tantal samt tenn.

Länge var pegmatiter enda litiumråvara. Under 60-talet började Foote Mineral Co. utvinna litium ur brines i USA. Litium från brines har sedan dess tagit en allt större andel av marknaden. År 1986 kom 25% av litiumet från brines medan hela 80% av de kända reserverna finns i brines. De litiumproducerande brines återfinns i Cordilliererna - Anderna; USA, Bolivia and Chile. Även från Tibet har det rapporterats om stora litiumförande brines.

Följande litium mineral har viss teknisk betydelse:

Mineral	Samman- sättning	Teoretisk Li ₂ O%	Teknisk Li ₂ O%	Anmärkning
Petalit	LiAlSi ₄ O ₁₀	4,1	1,6-2,1	
Spodumen	LiAlSi ₂ O ₆	8,0	3,5-7,6	
Amblygonit	(Li,Na)Al(F,OH)PO ₄	10	3,8-9	
Lepidolit	K(LiAl) ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH,F) ₂	4-6	2,7-3,8	
Eucryptit	LiAlSiO ₄	11,9	6-8	
Bikitait	LiAlSi ₂ O ₆ H ₂ O	11,8	6-8	
SQI			4,5	Kvarts-Spodumen sammanväxt
SQUI				---

Sedan litium börjat utvinnas i stor skala ur saltsjöar är det i praktiken endast tre av ovanstående råvaror som är av ekonomiskt intresse: Petalit, Spodumen samt SQI/SQUI.

3 VÄRLDENS RESERVER

Världens kända reserver av litium har ökat kraftigt de senaste tio åren: 0,7 Mt 1975; 2,0 Mt 1977; 2,3 Mt 1982; 8,3 (7,2)Mt 1987. I stort sett

har man haft en ökning av reserverna med 1 Mt om året utan att någon större prospekteringsinsats har gjorts. Konsumtionen däremot har varit tämligen konstant omkring 5 000 ton per år. Den prognos som gjordes 1977 för konsumtionen av litium 1985 var 12 000 ton. Denna prognos har slagit helt fel. Reserverna har ökat drastiskt medan tillväxten uteblivit. Främsta orsaken till att reserverna ökat är tillskottet från brines i Syd Amerika, men även pegmatitreserverna har ökat kraftigt. Tillväxten har avstannat eftersom man ej lyckats lösa tekniska problem med exempelvis aluminiumlegering och fusionsenergi. I vissa fall har litium börjat ersättas av andra ämnen.

Sammanställning av världens litiumproduktion med reserver (USBM 1987).

Land	Typ	Gruv produktion		Reserver
		1985	1986	

Argentina	peg/res.med brines	1	1	?
Australien	peg	330	470	450 000
Bolivia	brines	-	-	5 500 000
Brasilien	peg	23	18	?
Chile	brines	833	1 087	1 400 000
Kanada	peg	9	27	350 000
Kina	peg/res.med brines	450	450	?
Namibia	peg	34	36	?
Portugal	peg	6	5	?
Sovjet	peg	1 600	1 600	?
USA	peg+brines	?	?	400 000
Zaire	peg	-	-	300 000
Zimbabwe	peg	634	725	25 000
=====				
Totalt (utom USA)		3 900	4 400	8 400 000

USAs produktionssiffror är inte offentliga. Av deras reserver beräknas 80-90% ligga i pegmatiter. Produktionssiffrorna för Kina och Sovjet är uppskattade utifrån export från dessa länder. De angivna totala reserverna är mycket för låga då Kina och Sovjet anses ha betydande reserver som inte har tagits med här.

4 STÖRRE LITIUMFYNDIGHETER

4.1 PEGMATITER

4.1.1 GREENBUSHES

1981 upptäcktes en gigantisk spodumenförekomst i Greenbushes Ltd's tennantal gruva nära Perth i Western Australia. 1985 upptäcktes ett rikt parti av hög kvalitet inom denna, 4 % litia (Li_2O) och $<0,20\%$ Fe_2O_3 .

Fyndigheten kan ensamt täcka världens totala litiumkonsumtion i 15-20 år framåt. Nu har man i stället valt att producera spodumenkoncentrat som kan användas direkt inom glasindustrin utan omvägen via karbonat. Detta ger en tredjedel så dyr råvara jämfört med det traditionellt använda litiumkarbonatet. Troligen kan man på så sätt undvika konkurrens från brines-fyndigheterna. Fyndigheten bryts i dagbrott.

Litium Australia Ltd. marknadsför sedan 1986 spodumenen från Greenbushes. Man erbjuder två kvaliteter. Ett höggradigt koncentrat för mer krävande delar inom glas och keramik industrin: 7,5% Li_2O , $<0,10\%$ Fe_2O_3 och <250 u. Det andra kallar man glas kvalitet spodumen där man enbart krossar, mal och klassificerar spodumenen: 5,0% Li_2O , $<0,20\%$ Fe_2O_3 och 810-150 u. Det är denna senare produkt som betingar ett pris av en tredjedel av litiumpriset jämfört med litiumkarbonat.

4.1.2 TANCO

En annan stor pegmatitförekomst som nyligen börjat leverera litium är Tanco i Manitoba, Kanada. Malmkroppen upptäcktes 1929. Den undersöktes på tenn i flera omgångar utan att någon produktion kom till stånd. Vid senaste tillfället på 50-talet undersöktes även fyndighetens litium-innehåll. 1969-1982 bröts pegmatiten på tantal. Den kraftiga nedgången på tantalmarknaden tvingade gruvan att slå igen. Emellertid fann man i litium en anledning att hålla anrikningsverket i gång och 1984 kom så denna produktion i gång. Pegmatiten ligger flackt och bryts under jord

med rum- och pelarbrytning. Storleken på fyndigheten är densamma som för Greenbushes' dvs 6,6 Mt men halterna är lägre, 2,76% litia.

Spodumenen i Tanco har extremt lågt järninnehåll ($<0,05\% \text{Fe}_2\text{O}_3$) eftersom den bildats genom omkristallisation av petalit som inte kan ta upp så mycket järn. Denna saluförs under benämningen SQUI, fine grained spodumene-quartz intergrowth. Fyndighetens mineralogi är emellertid mer komplex (ca 65 olika mineral) än för Greenbushes vilket komplicerar anrikningsförfarandet och fördyrar spodumenkoncentratet. Emellertid ger det ett viss tillskott av nyttiga biprodukter. Huvudprodukten är spodumenkoncentratet (Li_2O 7,25-7,3%) men man tar även tillfälligtvis ut både rubidium (lepidolit) och cesium (pollucit), av vilka två man har världens största produktion. Om tantalmarknaden svänger kan man lätt tillgodogöra sig även detta element. Också Tancos produkter säljs på Europa.

Utöver Tanco finns i Kanada många "bra" litiumpegmatiter som av olika skäl inte bryts.

4.1.3 NORTH CAROLINA

I North Carolina, USA förekommer ett stort antal ozonerade, spodumenrika pegmatiter där spodumenen sitter jämnt fördelat. Enstaka pegmatiter kan vara upp till en kilometer långa och 100 meter breda och nå ett djup av flera hundra meter. Ofta förekommer pegmatiterna i svärmar. De sammanlagda reserverna ligger på omkring 350 000 ton litium dvs 70 x världens årsbehov. En genomsnittsfyndighet innehåller ca 20% spodumen. Reserverna anses lätt kunna ökas vid behov. Pegmatiterna bryts framför allt av Foote Mineral Co och Lithium Corporation of America, men närmare detaljer har inte kunnat inhämtas till denna rapport. Uppgifter om produktionen betraktas som företagshemligheter.

4.1.4 BIKITA

Bikita, Zimbabwe har producerat litium sedan 1953. Nya investeringar för omkring SEK 10 M antyder att man tänker fortsätta ett tag till.

Fyndigheten består av en zonerad pegmatit och är sålunda mineralrik. Huvudprodukten är petalit med en garanterad litia halt på minst 4,4% och Fe_2O_3 <0,05%. Det finns också möjlighet att utan större omställning förse marknaden med andra litiumprodukter såsom amblygonit, eucryptit och spodumen (SQI, spodumene-quartz intergrowth). Om marknaden förändras kan man också koppla över till en lepidolit-flotation. Lepidolit var ursprungligen huvudmineralet i Bikita. Förutom litiumprodukter levereras också pollucit och beryll.

4.1.5 KITOTOLO

I Kitotolo i Zaire finns stora litium reserver. Någon brytning har dock aldrig kommit till stånd. Det är två zonerade pegmatiter som sträcker sig 5,5 kilometer och är omkring 400 meter breda. Fyndigheten sträcker sig bevisligen ner till 125 meters djup. Spodumehalten är relativt låg, 10-15% (0,7% Li), men litiumreserven är så stor som 320 000 ton dvs 60 x världskonsumtionen per år.

4.1.6 ÖVRIGA

Andra stora pegmatitförekomster har rapporterats från Sovjet Unionen: Kola halvön, Ural bergen samt Altai bergen. Sammanlagda litium reserver på 180 000 ton har uppskattats härifrån.

Litiumexporten från Kina har ökat och man känner till stora spodumenförekomster i Szechwan. Närmare detaljer är inte kända i väst.

Utöver de länder som ovan nämnts finns ett antal länder med mindre pegmatitfyndigheter som har brutits eller fortfarande bryts. Exempel på dessa är: Brasilien, Argentina, Portugal och Namibia.

Små förekomster finns i ett stort antal länder däribland Finland och Sverige.

4.2 BRINES

Världens största litiumtillgångar finns i brines. De första lyckade försöken att utvinna litium ur saltsjöar gjordes i USA på 60-talet. Sedan dess har endast Chile följt efter. Produktion av litium anses dock vara nära förestående i Bolivia.

Utvinnig av litium ur saltsjöar tillgår så att ett antal djupa brunnar borrar (500-1000 m). Vattnet pumpas upp och indunstas i stora bassänger där saltet tas tillvara. Saltet löses upp, renas och litiumkarbonat fälls ut med torkad lut (soda ash).

4.2.1 SALAR DE UYUNI

Det är mycket nära förestående att Bolivia öppnar en anläggning för produktion av litiumkarbonat, kaliumsalter och borsyra med råvaror från västvärldens största kända litiumreserv i Salar de Uyuni nära Potosi. Reserverna här beräknas till 5,5 Mton litium vilket är drygt hälften av alla kända litiumtillgångar i världen. Litiumhalten är 0,025%. Enbart denna fyndighet skulle täcka världens nuvarande behov av litium i över tusen år. Man har emellertid för avsikt att till en början lägga sig på en produktion av 240 ton litiumkarbonat per år.

4.2.2 SALAR DE ATACAMA

Som god tvåa i världsstatistiken ligger grannlandet Chile med kända reserver på 1,4 Mton litium vilket täcker världens behov i "bara" 300 år. Produktionen av litium var 1200 ton för 1986. Litiumhalten är 0,14%. Saltsjöarna Salar de Atacama i Chile och Salar de Uyuni i Bolivia ligger i samma område.

4.2.3 USA

USA kommer som tredje land med kända reserver för brines. Reserverna här är dock ej så stora. Sammanlagt omkring 50 000 ton litium som går att utvinna. De tre största är: Great Salt Lake (Utah) 0,004% Li, Silver Peak (Nevada) 0,020% Li samt Searle's Lake (California) 0,005% Li.

4.2.4 ÖVRIGA

Utöver dessa nämnda finns uppgifter om en jättefyndighet, som påstås vara den största i världen, i Tibet. Det finns dock ingen tillgänglig närmare information om denna.

Israel experimenterar med utvinnig av litium ur Döda Havet och anses vara nära att lyckas.

5 SVENSKA FÖREKOMSTER

5.1 ALLMÄNT

Svenska kända litiumförekomster uppträder uteslutande i pegmatiter. Pegmatiter brukar indelas i två grupper, primitiva pegmatiter vilka är allra vanligast samt starkt differentierade sk komplexa pegmatiter. Litium mineraliseringarna kristalliserar sent i de komplexa pegmatiterna. Endast cesium kristalliserar senare i form av mineralet pollucit. En bra beskrivning av detta finns av O. Brotzen; GFF, Bd 81, 1-98, 1959.

I en komplex pegmatit kan litium mineralen förekomma ojämnt fördelade, så att dessa saknas just där pegmatiten är blottad. Muskovit och mikroklin är däremot vanligt förekommande. Det finns en metod att med spårelementanalys av mikroklin eller muskovit i en pegmatit bestämma dennas differentiationsgrad. Man använder främst K/Rb och K/Cs förhållandena eftersom Rb och Cs substituerar K i gittret vid högre differentiationsgrad. Genom att jämföra värden över ett visst område kan man sålunda få fram en mineraliseringstrend riktad mot ett målområde. Denna metodik har tillämpats med någon framgång i PABs prospektering. Metoden finns beskriven av Sten-Anders Smeds; STU 84-4717.

Möjligen kan också spårelementanalys av "ren" kvarts användas. Antydningar om detta fås av studier som gjorts av Anders Holmqvist SGAB. Denna metod är dock inte färdigutvecklad för praktiskt bruk.

Ett enkelt sätt att över ett större område undersöka om det förekommer differentiationstrender, t ex inom Västernorrlands projektområde, är att

utnyttja flygradiometriska mätningar. Genom att jämföra olika uran och toriumkvoter bör man få fram inte bara områden med differentierade graniter/pegmatiter utan även se trender mot målområden. Dessa undersökningar kan sedan följas upp med spårelementgeokemi i mineral om en bättre upplösning önskas.

I Skåne förekommer i borrhål på ca 500 meters djup varmt vatten med mycket hög salthalt. Sammansättningen påminner om den i litiumbrines. Litiumhalterna i Skåne är dock okända.

5.2 VÄSTERNORRLAND

LKAB PAB har under åren 1978-1983 bedrivit malmprospektering åt LKAB i Västernorrlands och Jämtlands län. 1980 upptäcktes en tenn-tantal mineralisering vid Räggen. Med anledning härav påbörjades ett regionalt prospekteringsprogram efter tenn och wolfram mellan Sollefteå och Räggen. Programmet var en direkt följd av Räggen-fyndet.

LKAB förklarade sig efter hand ovilliga att satsa på projektet. Från och med 1982 gick i stället länsstyrelsen i Västernorrland in med pengar. Samma år påträffades en svärm av tenn-litium förande pegmatitgångar på västra sidan av Indalsälven vid Järkvissle.

Detta blev inledningen till en relativt omfattande prospektering i Västernorrlands län med tonvikt på tenn-litium-tantal förekomster till stor del finansierad av länsstyrelsen här.

Järkvissle kom att bedrivas som ett särskilt projekt till två tredjedelar finansierad med statliga pengar. 1983 - 1985 pågick prospektering efter litium-, tenn- och tantalmineraliseringar i ett område mellan Örnsköldsvik och Edsele finansierad av Länsstyrelsen i Västernorrland samt Norrlandsfonden. Ett stort antal litium- anomalier samt några mineraliseringar påträffades. Av dessa kom dock den först funna vid Järkvissle att framstå som den i särklass mest betydande. Övriga två litium mineraliseringar är Orrvik 20 km väster om Örnsköldsvik samt Dyngselet 20 km söder om Orrvik. Ytterligare ett antal förekomster av

litium mineral har påträffats särskilt mellan Örnsköldsvik och Edsele, dessa är emellertid för närvarande att betrakta som anomalier.

Projektområdet domineras av en metamorf gråvacka genomslagen av pegmatiter och smärre kroppar av den serorogena Härnögraniten. Yngre diabaser, gabbror och graniter uppträder i vissa delar av området. En koppling anses finnas mellan litium mineraliseringar och pegmatiter av Härnögranittyp i en metagråvacka ej över andalusitfacies. Pegmatiten skall vidare helst inte föra biotit utan endast muskovit eller lepidolit. Muskoviten kan med fördel vara lite grönaktig.

5.2.1 JÄRKVISSLE

I Järkvissleområdet uppträder inom en 7 x 2 km stor yta ett dussintal pegmatitgångar med litium-, tenn- och tantalmineraliseringar. En av dessa mineraliseringar har ansetts vara bättre än de övriga och har blivit föremål för närmare undersökningar, vilka resulterat i en uppskattning av malmpotentialen. Den undersökta pegmatitgången (kallas 700-gången då den löper längs 700 m öst i staksystemet) löper rakt i ungefär nord-sydlig riktning med en i det närmaste vertikal stupning eller svagt mot öster. Gången har påborrats med 12 profiler längs en sträcka av 1200 meter. De flesta profilerna består av ett hål. Avsikten har varit att studera och provta mineraliseringen med genomslag i de översta hålen på 20 - 30 meters djup. Sammanlagt har man borrarat 17 hål och 912 meter. Malmtonnaget har uppskattats längs de klart bästa 700 metrarna från ytan och ner till 50 meters djup. 600 000 ton berg anses innehålla 0,45 % Li, 0,07 % Sn samt 80 ppm Ta. Den undersökta pegmatitgången är väl blottad och omsorgsfullt karterad och provtagen i ytan. Mineraliseringens bredd varierar mellan 5 och 15 meter. Halterna i malmberäkningen förefaller dock grunda sig helt på borrhärnmaterial. Enstaka diamantborrhål har även satts på intilliggande mineraliseringar. Malmhalterna har här emellertid varit alltför låga.

Mineralkemisk kartering visar att det mest malmpotentiella området är ett 2 km brett bälte med älvfåran (Indalsälven) i mitten. Den undersökta 700-gången ligger i västra kanten av detta bälte.

4 km söder om 700-gången har områdets högsta differentiationsgrad (malmpotential?) påvisats. Man har här den enda kända pegmatit i Västernorrland som skulle kunna föra pollucit. Sex parallella pegmatitgångssystem har här påträffats över en bredd av 1100 meter. Gångarna stryker NE-SW och är 2-4 meter breda. De sägs vara ställvis rikt tennermineraliserade, genomsnittligt rikare än i 700-gången, samt att litium och tantalhalterna är desamma som för 700-gången. Ytterligare 3 km längre mot syd är pegmatiterna återigen av primitiv typ. Att döma av den mineralkemiska undersökningen finns det möjligheter att hitta bättre mineraliseringar än 700-gången i området.

Området närmast älven består tyvärr av tjocka kvartära sediment vilket avsevärt försvårar prospekteringen här.

Järkvissle har 600 000 ton spodumenmalm med 0,45% Li, vilket ger 2 700 ton Li. De redovisade halterna är för låga. Litiumpegmatiter under brytning har en litiumhalt på 0,7-1,4%. Anrikningsförsök på LKABs forskningslaboratorium i MalMBERGET har gett ett spodumenkoncentrat på 3-4% Li_2O som kunnat höjas till 6% vid upprepning. Järnhalten har nedbringats till 0,5% (Fe?) med starkmagnetisk separation. Tyvärr var spodumenförlusterna här stora, men man antar att en ytterligare nedmalning kan begränsa förlusterna till 30% av spodumenen. Ytterligare nedmalning fördyrar processen avsevärt. Dessutom erhålles endast 70 % av allt spodumen, och järnhalten är fortfarande otillåtet hög. De höga järnhalterna har bekräftats också av GLAFO (Glasforskningsinstitutet) som gjort några försök med svensk spodumen.

Likaså har man i England låtit utföra en datasimulering av en "Tri-Flo"-separator (tungvätskeseparator). Denna visar att separatorn skulle kunna vara lämplig för föranrikning före transport från gruva till anrikningsverk.

Anrikningsförsöken omfattar bara den tekniska delen utan studier av kostnader.

På grundval av hittills erhållna resultat kan spodumenen från Järkvissle inte konkurrera kvalitetsmässigt och knappast heller prismässigt med de

spodumen- och petalitkvaliteter som i dag finns att köpa på Europamarknaden ($<0,15\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$).

5.2.2 ÖVRIGA

Ytterligare två mineraliseringar har påträffats i Västernorrland, Orrvik och Stenbacksberget (Östra Dyngselet). Båda är belägna några mil öster om Örnsköldsvik och ligger alltså långt ifrån Järkvissle. Ytterligare ett antal förekomster av litiummineral finns rapporterade främst från området mellan Örnsköldsvik och Edsele. Dessa är dock mera att betrakta som anomalier.

I Orrvik har man på en åkerholme påträffat en litiumpegmatit. Berggrunden runt denna har karterats med hjälp av hammarborrkax. Ett avslutande diamanthoringsprogram på 6 hål i 4 profiler påträffade spridda, små och svaga mineraliseringar.

I hållprover har man kommit upp i 1,28% Li. De bästa sektionerna vid borrhningen ger 0,7% Li/1m resp 1,5% Li/0,3m. De högsta Sn halterna har påträffats i borrhning med 0,25% Sn/1m i topp. Det förefaller som om kvoten Li/Sn är tämligen konstant. Ta halten är låg. Litiummineralet är spodumen. Järnhalten i denna har i något prov bestämts till 0,37%. Enligt en mineralkemisk undersökning går gränsen för det malmpotentiella området ytterligare 1-2 km mot norr och öster.

Vid Stenbacksberget har 4 mindre spodumenkroppar påträffats i håll. Den största av dessa mäter ca 25x3 meter. Ett prov från denna gav 0,2% Li. Ett prov från den näst största kroppen (5x1 m) visade på 0,8% Li. De låga halterna anses bero på att spodumenen omvandlats mer eller mindre kraftigt till muskovit.

5.2.3 SAMMANFATTNING

LKAB PAB har utfört ett omfattande prospekteringsarbete efter Li, Sn och Ta i Västernorrlands län och angränsande del av Jämtlands län. Det enda område som framkommit som ekonomiskt intressant är trakten kring Järkvissle. PAB hade för avsikt att fortsätta arbetena här men av politiska skäl, som helt säkert var en direkt följd av marknadssituationen för litium, erhöles ingen finansiering av projektet. Om emellertid litium prospekteringen någon gång återupptas i Sverige bör en del av resurserna användas på att ytterligare utveckla Järkvissleområdet. Särskilt då med avseende på det malmpotentiella området närmast Indalsälven och området mellan 700-gången och gångarna söder om denna, samt kring dessa sydligare gångar. Ifall nuvarande situation på världsmarknaden för litium och möjliga biprodukter (Sn, Ta) fortfarande råder måste större ansträngningar göras för att få fram ett renare spodumenkoncentrat som kan säljas direkt.

För att inte lämna något åt slumpen anser jag också att det flygradiometrisk material presenterat som kvotkartor måste utnyttjas över de redan mätta områdena. I 1:250 000 skala ger dessa en god bild av differentiationstrender.

LKAB har inmutningar på tenn vilka utgår i Järkvissle 880404-890111, i Orrvik 880521 samt i Stenbacksberget 890624.

5.3 VARUTRÄSK

1933 upptäcktes en litium-cesiumpegmatit vid byn Varuträsk i Västerbottens län. Bolidens Gruv AB bröt pegmatiten såväl i dagbrott som under jord under åren 1936 - 1946.

Malmmineralen i Varuträsk utgöres av litiummineralen petalit, spodumen, amblygonit, lepidolit samt av cesiummineralet pollucit. Dessutom finns ett antal andra mineral av tekniskt intresse såsom beryll, columbit-tantalit, kassiterit samt olika manganfosfater. Pegmatiten är oregelbun-

den i formen och starkt zonerad. Malmmineralen är i regel grovkristallina och uppträder i ojämnt fördelade körtlar. Hittills har man brutit ca 90,5 ton Li samt 63,3 ton Cs.

I en STU rapport (87-01255P) från Boliden Contech med titeln "Utvärdering av litiummineraliseringar" redovisas en preliminär lönsamhetsbedömning för både Järkvissle och Varuträsk. Beträffande Varuträsk bygger man på en bifogad rapport från Boliden Mineral vilken redovisar deras uppskattning av brytningskostnaderna för Varuträsk. Här ingår också en okulär kvantitetsuppskattning som gjorts av mineralinnehållet baserat på ett stort antal borrhningar. Det uppges att vissa delar av pegmatiten är uppborrad med 76 hål.

Den totala kvantiteten pegmatit sägs uppgå till 2,5 Mt. Av detta anses 400 000 ton utgöra den litiumhaltiga delen räknat på dagbrott ner till 30 meters djup. Litiummineralen fördelar sig enligt följande.

	<u>Petalit</u>	<u>Spodumen</u>	<u>Lepidolit</u>	<u>Amblygonit</u>	<u>Pollucit</u>	<u>SUMMA</u>
Ton min.	2419	2810	5244	1127	2815	14415
Ton met.	54,5	202,0	187,3	52,9	1165,1	496,7Li
						1165,1Cs

Man anser dock att delar av fyndigheten är otillräckligt undersökta och rekommenderar ytterligare borrhning och analysering samt provbrytning innan ett beslut om exploatering fattas.

Syftet med den ovan citerade STU rapporten var att belysa om Li-produkter för glasindustrin kunde framställas ur svenska fyndigheter till konkurrenskraftiga priser och kvaliteter. Tyvärr är fyndigheterna otillräckligt undersökta samt viss information är konfidentiell, varför utredaren måst arbeta vidare med positiva antaganden. Hans bedömning blir att de svenska fyndigheterna bör kunna utnyttjas med vinst till avsett ändamål.

Det bör nämnas att det sedan 1986 finns en ny producent på världsmarknaden just för glas och keramikindustrin. Det är australiensiska

Greenbushes Ltd som året dessförinnan upptäckte en stor ren spodumenförekomst i en av sina tenn-tantalgruvor. Det har visat sig att denna spodumen går att använda direkt på samma sätt som Li_2CO_3 hittills använts. Omräknat till Li_2O är priset för glaskvalitet spodumen ca en tredjedel av priset för litium karbonat. Produkten säljs bl a i Europa. Detta förändrar helt förutsättningarna i STU rapporten där man utgår ifrån karbonatet som råvara, vilken alltså är tre gånger så dyr. Vid en kontroll hos Glasman i Emmaboda som blandar glas åt glasbruken köpte man så sent som i oktober 2 x 7 ton litiumkarbonat för DMK 6,8/kg fritt hemkört. Spodumen som råvara kände man inte till. PLM Glas använder över huvud taget inte litium i sin glastillverkning. Vid efterfrågningar i januari 1989 hos några kemikalieagenturer har priset uppgetts till DMK 6,95/kg för karbonatet vid köp av 10 ton.

Pegmatiten i Varuträsk är gynnsam så tillvida att mineralen är grovkristallina. Emellertid saknas uppgifter om järninnehåll och andra förreningar varför en bedömning av dess kvalitet är omöjlig att göra. Av de ingående litiummineralen kan sannolikt petalit användas direkt på marknaden eftersom detta mineral brukar vara tämligen rent. Spodumen är svårare att bedöma. Om mineralet bildats genom omkristallisation av petalit ger det en ren SQI produkt. Om inte, beror värdet av spodumenen på dess järninnehåll, eller hur lätt järninnehållet kan nedbringas till en acceptabel nivå ($<0,14 \text{ Fe}_2\text{O}_3$ för en billig produkt, ca SEK 1000/ton eller $<0,05\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$ för den vanliga spodumenprodukten, ca SEK 2500/ton).

Ser man på de angivna reserverna finns 2 419 ton petalit (54,5 ton Li) och 2810 ton spodumen (202,0 ton Li om kvarts saknas). Övriga mineral är amblygonit (1127 ton) som har ett önskat fosforinnehåll som måste bort och därför inte är särskilt attraktiv, samt lepidolit (5244 ton) där litiumet måste omvandlas till karbonat för att bli attraktivt. Sedan karbonatet börjat tillverkas ur brines har lepidolit knappast något värde längre som litiumråvara såvida man ej finner något användningsområde där lepidolit i sig kan användas. Varuträskfyndigheten innehåller härutöver pollucit (2815 ton).

Även med hänsyn till att malmberäkningen sträcker sig endast till 30 meters djup är Varuträsk fyndigheten mycket liten att döma av de tonnage

som presenterats. Den är dessutom uppsplittrad på två separata kroppar. Antag att: Man får SEK 1000:-/ton för spodumen.

70% går att utvinna vilket ger ca 2000 ton. Detta inbringar då 2 Mkr.

Man får SEK 1500:-/ton för petalit.

90% går att utvinna vilket ger ca 2200 ton. Detta inbringar då 3 Mkr.

För litiummineralen skulle man alltså kunna få ut 5 Mkr.

För att komma åt dessa mineral skulle man vara tvungen att bryta och flytta på 400 000 ton berg. Priset per ton blir då 12,5 kr. Till detta kommer transport, anrikning, vinst mm.. Priset är minst en tiopotens för lågt för att företaget skall vara lönsamt. Vidare kalkyler är ointressanta. Man måste vara i ett rent statskapitalistiskt land för att kunna bryta en sådan fyndighet.

5.4 SAMMANFATTNING AV SVENSKA LITIUMFYNDIGHETER

<u>Fyndighet</u>	<u>Belägenhet</u>	<u>Mineral</u>
Väne-Ryr/Gundlebo/Skuleboda/		
Essljug	V om Trollhättan	Lep
Norrö	S om Utö	Lep Tri
Utö	Södra Sth skärgård	Spo Pet Amb Lep
Riddarho	S. Finnskoga sn, Värm	Lep
Järkvissle	Västernorrland	Spo
Stenbacksberget	Västernorrland	Spo Het *
Dyngselet	Västernorrland	Spo Het *
Orrvik	Västernorrland	Spo
Hälleberget	Västernorrland	Tri *
Ladmyrberget	Västernorrland	Tri *
Näsåker	Västernorrland	Tri *
S. Skorped	Västernorrland	Tri *
Varuträsk	V om Skellefteå	Spo Pet Euk Amb Lep Tri
Kluntarna	Pite skärgård	Spo Lep
Vähävaara	Gällivare trakter	Lep

* I en del av PABs rapporter anges mineralet Heterosit ($\text{Fe}(\text{PO}_4)$) som ett litiumfosfat. Man avser troligen Trifylin $\text{LiFe}(\text{PO}_4)$ vilket också omtalas i andra rapporter.

6 SLUTSATSER

Följande faktorer måste tas i beaktande inför en eventuell litiumprospektering i Sverige:

- 1) Världens råvarureserver (8,4 Mton) är mycket stora i förhållande till konsumtionen (ca 5 kt/år).
- 2) Reserverna ökar snabbt. Konsumtionen är nästan konstant. Ingen konsumtionsökning i sikte.
- 3) Konkurrenssituation. Lätt att köpa litium.
- 4) Förhållandevis liten inhemsk marknad.
- 5) Brines som råvara är på väg att konkurrera ut pegmatit utom inom glas- och keramikindustrin.
- 6) En litium-pegmatitfyndighet måste vara stor. Inga tecken finns på att en sådan skulle finnas i Sverige.
- 7) Kvaliten måste vara hög hos råvarorna. Ingen sådan litiumfyndighet är känd i Sverige.
- 8) Trots 6) och 7) är de geologiska förutsättningarna goda för litium i pegmatit i Sverige.
- 9) Svenska litiumförekomsternas geologi har länge varit internationellt mycket kända. Svenska geologer känner igen litiumpegmatiter och man har under lång tid kunnat vara observant på eventuella litiumförekomster.

Med hänsyn till ovanstående faktorer avrådes från svensk litiumprospektering så länge som konsumtionen inte ökar, troligen fram till möjligt genombrott för litiumbatterier eller fusionsenergi (tidigast år 2010).

7 LITTERATURREFERENSER

Rapporter från LKAB PAB:

- S 82-18 Projekt Västernorrland - Utförda arbeten fram till den 31 augusti 1982.
- S 83-10 Projekt Västernorrland 1982. Årsrapport.
- S 84-11 Projekt 2021. Västernorrland. Årsrapport.
- S 85-03 Projekt 2022. Årsrapport. Uppföljande prospektering i området mellan Näsåker och Örnsköldsvik, Västernorrlands län. 840501-841231.
- S 85-10 Fältbesök till tenn-, tantal- och litiumförekomster i Seinäjoki- och Tammerforsområdena, Finland. 841004-841005.
- S 85-15 Västernorrland. Årsrapport 1984.
- S 85-16 Sammanfattning. Uppföljande prospektering i området mellan Näsåker och Örnsköldsvik, Västernorrlands län. 1984.
- S 85-33 Kanada. 14-29 september 1985.
- S 86-08 Projekt nr 2025. Pegmatiter Y-län.
- S 86-12 Västernorrland 1985. Årsrapport.
- S 86-14 Uppföljande prospektering i området mellan Näsåker och Örnsköldsvik, Västernorrlands län. 1985.
- J.H. Alexander 1985-88. Lithium. Mining Annual Review.

- O. Brotzen 1959. Outline of Mineralization in Zoned Granitic Pegmatites. GFF, Bd 81, H 1, s1-98.
- O. Brotzen 1959. Mineral-Association in Granitic Pegmatites. GFF, Bd 81, H 2, s231-296.
- S. Buckley 1983. Lithium - Recession delays market lift off. IM, Feb, s25-33.
- M. Coad 1984. Lithium production in Chile's Salar de Atacama. IM, Oct, s27-33.
- J.E. Ferrell 1985. Lithium. Mineral Facts and Problems, s461-470.
- B. J. Flemming 1988. TANCO - A new name in low iron spodumene. IM, Jan, s53-59.
- E. Grip 1940. A Lithium Pegmatite on Kluntarna in the Archipelago of Piteå. GFF, Bd 62, H 4, s380-390.
- Industridepartem. 1977. Industrimineral. SOU, 1977:75.
- D. J. Kingsnorth 1988. Lithium minerals in glass. IM, Jan, s49-52.
- J. A. Kunasz 1983. Lithium Raw Materials. Industrial Minerals and Rocks, 5th ed., s869-880.
- T. Lindberg 1987. Utvärdering av litiummineraliseringar. STU, 87-01255P.
- A. Russell 1988. Bikita Minerals. IM, June, s63-71.
- J. P. Searls 1985. Lithium. Minerals Year Book, s645-651.
- S-A. Smeds 1984. Muskovit, K-fältspat och granat som indikatorer på Sn- och Li-mineraliserade granitpegmatiter.

- N. Sundius 1942. Några mineral från Väne Ryrs (Skuleboda) södra pegmatitgång. GFF, Bd 64, H 4, s477-478.
- N. Sundius 1951. Kvarts, fältspat och glimmer. SGU, Ser C, No 520.
- K. Sörensen 1986. Svenskt litium. Marknadsundersökning med utvärdering. Overheads med muntlig redogörelse.
- Diverse artiklar i Ny Teknik.
- 1984/85. Lithium. Minerals Handbook, s132-136.
 - 1987. Lithium. USBM, Mineral Commodity Summaries, s92-93.
 - 1985-88. Prices: Non-ferrous ores in Europe. Metal Bulletin.
 - 1988. Industria Tierra interest in lithium. IM, May, s8.
 - 1985. Lithium reserves and the Chilean factor. IM, Aug, s19.
 - 1985. TANCO to build lithium plant. IM, Aug.
 - 1986. More on Greenbushes glass grade spodumene. IM, Dec, s8.
 - 1986. Greenbushes - A new world source of lithium. IM, Mar, s141-143.