

DE TUSINDE MALMES LAND

af Niels Dahl

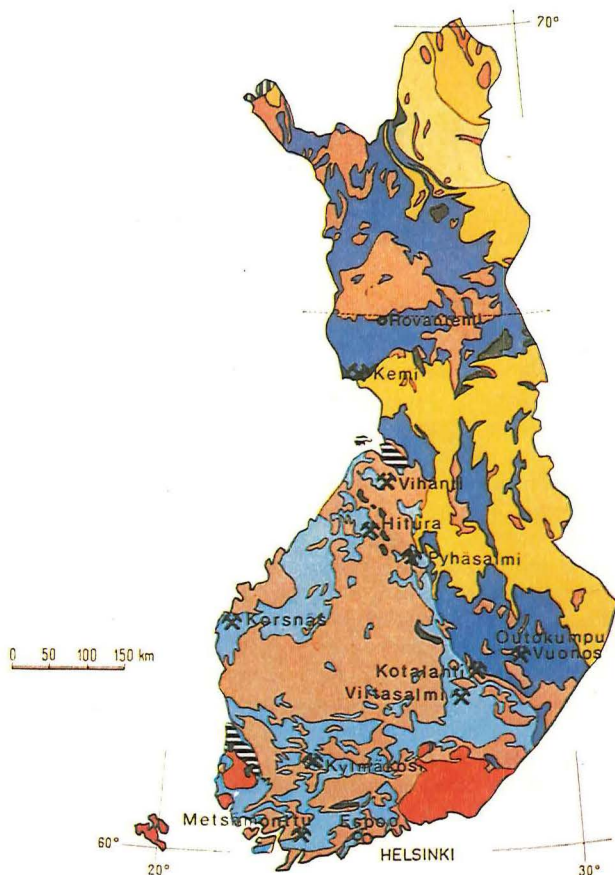
Den finske undergrund rummer malme af mange forskellige grundstoffer, men ikke nær alle udnyttes, da de kendte forekomster som regel er for små. Sølv, guld, kobolt, krom kobber, jern, mangan, molybdæn, nikkel, fosfor, bly, sjældne jordarter = lanthanider, antimon, selen, titan, uran, vanadium, wolfram og zink kendes tilstedeværelsen af. Mangan, molybdæn, fosfor, antimon og uran udvindes ikke for tiden, og sølv, guld, kobolt, sjældne jordarter, selen, titan, og vanadium tages som biprodukter ved brydning af andre stoffer.

Farverne i det geologiske kort, figur 1, viser, at landets undergrund kan opdeles i tre hovedgrupper - det gule, blå og røde - samt lidt småterti af andet. Bjergarterne angivet med gul farve er underlaget for de karelske skifre. Blå farve viser suprakrustalbjerger, som er gamle aflejringer, der nu findes i foldet og metamorfoseret (omkrystalliseret) tilstand.

Malmene ligger hovedsagelig i de foldede og omkrystalliserede bjergarter (blå farve på kortet) og danner derved malmzoner - det vil sige geografiske regioner med malme i større antal end naboregionerne. Malmzonerne deles op i såkaldte metallogenetiske provinser, der er områder, hvor malmene er af samme type, eller beslægtede med hinanden, figur 2. Beslægtede malme er for eksempel en kobberforekomst og en blyforekomst stammende fra samme magma, eller malme fra forskellige magmaer der er udviklet fra hinanden.

En sovjetisk geolog mener, at malmzone III tilhører en cirka 200 km bred zone, der forløber fra Sortehavet via den store jernforekomst Krivoi Rog, Kursk og Ladoga-søen, til nordlige del af Botniske Bugt til Nordsverige med blandt andet Kiruna- og Gällivara-malmene. Zonens hovedmetaller er kobolt, kobber, jern, nikkel og uran, og den afslører sig ved, at indholdet af metallerne i de overlejrende bjergarter er højere end normalt.

I Sverige er det i bjergarter af svecofennisk alder, hovedparten af landets malme findes, og det viser sig også at være en vigtig periode for maldannelse i Canada og Australien - en verdensomspændende metallogenetisk epoke. Ved hjælp af radiometriske aldersbestemmelser på blyglanskrystaller (PbS) fra finske malme er påvist 4 metallogenetiske epoker.



Figur 1. Forenklet geologisk kort over Finland efter Simonen. De indtegnede forekomster tilhører alle mineselskabet Outokumpu Co. Navnet svecofennisk kommer af, at denne gruppe bjergarter forekommer i store dele af både Sverige og Finland. Gule farver viser gnejs- og granitbjergarter, som danner underlaget for de senere karelske og svecofenniske krystallinske skifre (blå farver), mens senere graniter og kiselsyrerige intrusioner er vist med røde farver. Grønne farver angiver basiske intrusioner.

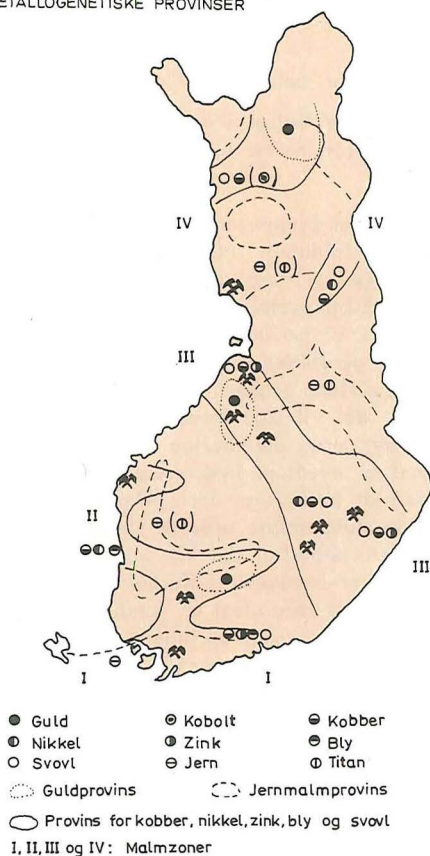
Tidligere artikler i VARV om økonomisk geologi:

om Ivgitut i nr. 3, 1964

om kromit på Fiskerøset i nr. 1, 1966 og nr. 3, 1967

om guld i Ghana i nr. 1, 1967

om Ilimaussaq i nr. 2, 1967



Figur 2. Hvor der lokalt er angivet flere grundstoffer, kan der forekomme et eller flere af de nævnte stoffer. Det gælder dog ikke bly og nikkel, som ikke følges ad ved maldannelse, hvorimod bly og nikkel hver for sig kan ledsage kobber. Kun i zone IV danner guld selvstændige malme. Efter Mikkola og Niini.

om Lake Superior i nr. 3, 1967
 om Příbram i nr. 4, 1968
 om vaskning i elve i nr. 3, 1970
 om kvartsbåndede jernmalme i nr. 1, 1972
 om sølv i nr. 2, 1972

lidt om radiometriske aldersbestemmelser i nr. 2, 1966 og nr. 4, 1970

1. 3000-2600 millioner år for malme i de "gule" bjergarter
2. 2500-2300 millioner år for malme i de "mørkeblå" bjergarter
3. 2100-2200 millioner år for malme i de "lyseblå og røde" bjergarter
4. 1800 $\pm$ 100 millioner år for malme i de "lyseblå og røde" bjergarter

De karelske suprakrustal-bjergarter er foldet før og samtidig med de svecofenniske suprakrustalers foldning. Når et aflejringsstrug med sedimenter foldes sker det almindeligvis i flere tempi, som hver især varer millioner af år. Det betyder, at bjergarterne, og hvad der måtte findes i dem kan blive foldet flere gange. Vi må altså tænke os, at malmene i de svecofenniske suprakrustaler er genfoldet mindst 1 gang og de karelske skifres malme med de højere aldre flere gange. Sulfidminerale (sulfider = metal + svovl) er meget mobile, det vil sige foldede og genfoldede sulfidmalme remobiliseredes og mistede deres oprindelige strukturer til fordel for nye metamorfe strukturer samt en eventuel nydannelse af mineraler. Malme af forskellig oprindelse med vidt forskellige oprindelige strukturer vil altså på grund af den medfølgende metamorfose arbejde sig hen mod at se ens ud.

Et eksempel på, hvor vanskeligt det kan være at tolke dannelsen af en malm, er Outokumpu kobber-forekomst i Karelen, en af Europas største. Den blev af nogle anset for at være afsat af vandige opløsninger fra magmaer - såkaldt magmatisk hydrotermal oprindelse, af andre for metamorft betinget - men sidste år fandt man i en ny del af minen nydeligt foldede mm-tynde lag af meget finkornet svovlkis i skifer og kvartsit med sedimentære strukturer, tilsammen et stærkt indicium for, at metallerne kom op i varme vandige opløsninger gennem sprækker i havbunden og udfældedes ad kemisk og/eller biokemisk vej, samtidig med at normale lerede og sandede sedimenter aflejredes på havbunden.

Malme kan dannes magmatisk, sedimentært eller metamorft. Hovedparten af Finlands sulfidforekomster menes dannet magmatisk, men bortset fra de, der direkte ligger i størknede magmaer som Kotalahti, Kylmäkoski og Hitura, eller er sikre hydrotermale dannelser i sprækker som Korsnäs, tilhører de fleste en gruppe, hvis oprindelse ikke er afklaret tilfredsstillende, blandt andet Pyhäsalmi, Vihanti og Virtasalmi.

Forekomsternes feltforhold viser ikke nogen tydelig tilknytning til modernagmaer. For at få en videre indsigt i dannelsesforholdene foretages omfattende kortlægning af bjergarter og sprækker både i felten og på luftfotografier samt geofysiske undersøgelser af forskellig art og kortlægning af bevægelseszoner i jordskorpen. Sprækker og bevægelseszoner er nemlig gode vandringsveje for magmaer og hydrotermale opløsninger, og da tætheden af sprækker er størst langs bevægelseszoner, skal man her forvente at finde de fleste intrusiver eller tegn på sådanne. Mange finske geologer mener da også at kunne se en koncentration af de omstridte malme i bevæ-

gelseszonerne og opfatter det som et stærkt bevis for malmenes magmatiske oprindelse. Det indebærer, at malmene må være dannet efter sprækkernes tilblivelse. Disse kunne dannes tidligt under bjergarternes foldning, det vil sige, at disse malme må være dannet, mens foldebevægelserne fandt sted eller dannet i yngre sprækker efter foldebevægelsernes ophør. Viser det sig, at de er dannet før foldebevægelserne, kan de nugældende tanker om oprindelsen ikke være holdbare.

Senere jordskorpebevægelser finder ofte sted i ældre svaghedszoner. Man kan således argumentere den modsatte vej og sige, at vi ved de karlsk-svecofenniske suprakrustalbjergerarter aflejredes i metallogenetiske epoker, at de blev foldet og metamorfoaseret og der skabtes derved nye svaghedszoner i jordskorpen, hvor senere bevægelser og sprækkedannelse kunne finde sted, det vil sige, at disse bevægelser kan have overpræget tidligere malme og kan således ikke være en betingelse for deres dannelse.

Man har endnu ikke trods ihærdig søgen fundet det afgørende bevis for den ene eller anden teori.

Det er meget vigtigt at nå til en forståelse af malmenes oprindelse. Det har stor økonomisk betydning for et mineselskab at vide, hvor man skal søge et malmlegemes fortsættelse. Skal det være langs laggrænser? Hvis der for eksempel er tale om sedimentære malme, eller skal det være langs sprækker? som for eksempel ved hydrotermale spalteudfyldninger. Der berettes mange fantastiske historier fra hele verden om mineselskabers held eller uheld.

Et australsk selskab var ved at gå fallit. Man var så langt ude, at medarbejderne ikke fik løn, men værdiløse aktier. Det kunne naturligvis ikke gå i længden, men lige inden det måtte ophøre fandt man en af kontinentets største nikkel forekomster - en af verdens helt store.

Investeringerne ved anlæggelsen af en rentabel mine er af størrelsesordenen 100.000.000 kroner, men varierer stærkt efter mængden af de færdige produkter.

I det meste af Norge og Sverige kendes så at sige hver en sten i fjeldet, og "nye malme" vil her være gammel kendte steder med malmmineraliseringer, det ikke tidligere lønnede sig at udnytte. En prospekterende geologs arbejde i disse lande består i, først at genopsøge gamle undersøgelsessteder og grubehuller, læse beskrivelser over lokaliteterne og vurdere om deres malme med vore dages værdinormer kan brydes, inden geofysiske undersøgelsesmetoder tages i brug (geomagnetiske, geoelektriske, tyngdemålinger, målinger af radioaktivitet og infrarød stråling).



Figur 3. Nikkelmalm fra Kylmäkoski. Man ser, at sulfiderne (kobberkis, nikkelholdig magnetkis og svovlkis) er grundmassen, hvori er indlejret pyroxen- og serpentiniserede olivinminerale, der er hovedbestanddelene i denne feldspatfrie, ultrabasiske bjergart (peridotit), som altså har et relativt lavt indhold af kiselsyre (SiO_2).



Figur 4. Malmprøve fra Outukumpu. De gule striber er lag med sulfidminerale kobberkis og svovlkis.

I Finland, derimod, er 99% af fjeldet dækket af istidsaflejringer, søer og moser, så en prospektering må fra starten foregå ved hjælp af geofysiske metoder. Hvor målingerne antyder chancer for at finde noget, følges de op af geokemisk prospektering, der går ud på at samle jord- og planteprov med få meters mellemrum. Grundvandet opløser grundstoffer i undergrunden og bringer dem op til jordoverfladen, hvor de suges op af vegetationen. Er der malmkoncentrationer i overfladen af det faste fjeld vil dæklagene med dets planter have et unormalt højt indhold af de pågældende metaller. Viser de geokemiske undersøgelser ikke noget, kunne der være tale om et dybere liggende malmlegeme. Efter geokemi kommer borer, som er dyre og kun giver snævert lokale oplysninger.

Ofte begyndes geofysiske undersøgelser som følge af "blokledning", det vil sige søgning efter malmholdige sten i istidsaflejringerne - først og fremmest morænen. Adskillige brydeværdige forekomster er fundet på denne måde, således Outokumpu. I 1909 blev der sendt en sulfidholdig løs blok fra det nordlige Karelen til Helsingfors. I første omgang måtte man nøjes med at konstatere, hvilken bjergart malmen sad i. Der blev indsendt flere blokke fra området, og derfor påbegyndtes en nærmere geologisk undersøgelse. Det medførte, at man fik øjnene op for isbevægelsernes betydning i prospekteringsøjemed. Ved at sammenligne dem over hele området og følge dem tilbage så man, at de dannede en vifteform, som malmprøvernes fundsteder passede ind i. Viften havde udgangspunkt cirka 50 km nordvest for de første prøvelokaliteter, og her kendte man i forvejen til bjergarter af samme slags som de fundne. Hermed var malmforekomsten i realiteten opdaget.

Alle, både geologer og private, sender hvert år mange blokke fra morænerne til analyse på laboratorier, og nu tager man yderligere hunde til hjælp. De kan trænes til at lugte forvitrende sulfider ned til 1 meters dybde, hvor intet øje kan se dem.

Vaskning af flodsand på guldgravervis er også en geokemisk prospekteringsmetode, men kan ikke benyttes i det meste af landet, fordi sand fra morænerne, som består af fjerntransporteret materiale, blandes med sand, der kommer fra det faste fjeld i nærheden og vil derfor give et falsk billede af chancerne for at finde malm i det område, flodsystemet gennemløber. Kun nordligst i Lapland er morænen så ringe udbredt, at vaskning kan udføres. Her kan man blandt andet vaske guld, fordi der i et område ved Inarisjøen findes guldførende kvarts/feldspatårer i fjeldet. Selv i vore dage lever i norsk og finsk Lapland ganske enkelte af jagt, fiskeri og guldvaskning.

Prospekteringsaktiviteten i Finland er efter krigen steget enormt, og de fleste gruber, der er i drift er åbnet efter 1945. Outokumpu, der blev åbnet i 1913, er en af landets ældste gruber. I modsætning hertil har Norge og Sverige haft stor minedrift i flere århundreder, Sverige helt fra vikingetiden eller før.

Niels Dahl