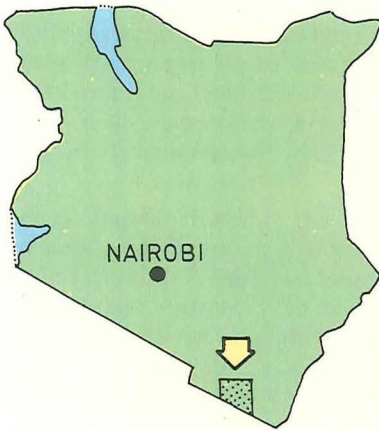


Kenyas grønne guld



Figur 1. Området med grøn grossular i Kenya.

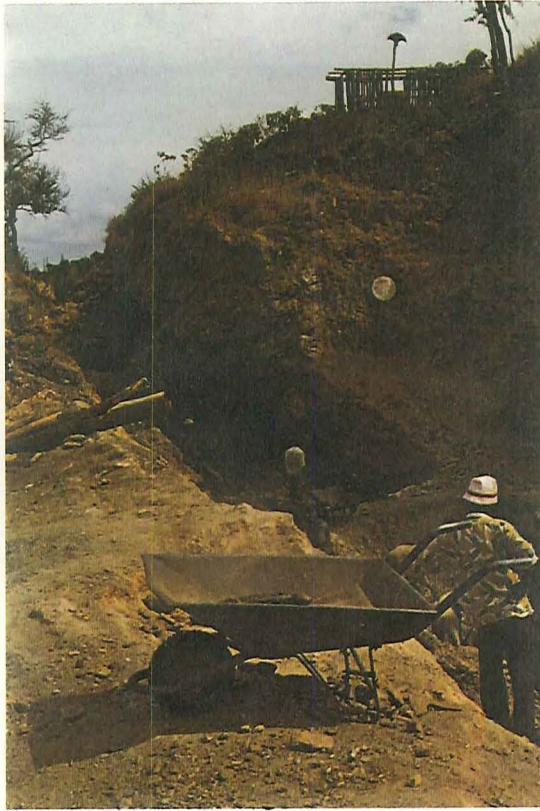
af Sten-Anders Smeds

Lidt øst for nationalparken Tsavo West i det sydøstlige Kenya opdagedes for omkring 10 år siden en granatvariant, tsavorit, af smykkestenkvalitet. Granaten er en grossular, dvs en calcium-aluminium-granat, og dens grønne farve skyldes formodentlig et ret højt indhold af grundstoffet vanadium.

Undergrunden i fundområdet består af prækambriske højmetamorfe bjergarter, som har deltaget i Mosambique bjergkædefoldningen på overgangen mellem Prækambrisk og Kambrisk tid. Bjergarterne består overvejende af grafit-sillimanit-muskovit-førende gnejser og skifre med op til over 10 m brede indslag af granitiske bjergarter, kvarts-feldspat-gnejser, marmor og undertiden biotit-granat-kyanit gnejser og amfibolit.

Den grønne grossular-granat forekommer i forbindelse med omdannede oprindelig kalkholdige lag i grafitførende bjergarter. I de granatholdige strøg ses ofte meterlange linser, som sikkert er rester af tektonisk udtværede, omdannede ? organisk dannede kalkkonkretioner. Granaterne kan blive op til 5 cm store, men findes oftest som runde klumper, grønne "kartofler", af varierende størrelse. De største granat-kartofler, der er fundet, er knytt nævestore.

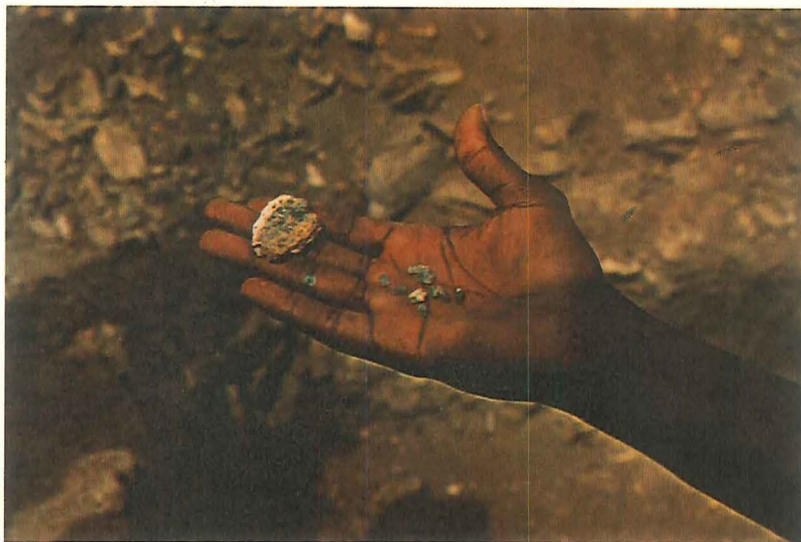
Kenya har ikke været nediset som Skandinavien, og undergrundens bjergarter er derfor forvitret på stedet, og forvittringslaget giver direkte oplysning om det underliggende fjeld. Granat-jagten udøves derfor ved hjælp af direkte eftersøgningsmetoder. Forvittringsjorden, opragende småklipper og til og med termitturerne undersøges omhyggeligt, og der ledes efter små granatstumper, "chips", og de kalk-silikat-mineraler, som optræder sammen med granaterne, epidot, klorit, zoisit, tremolit og diopsid. Ofte sigtes og vaskes jordprøverne. Vand er imidlertid en mangelvare i den meget tørre egn, og det gør det vanskeligt at anvende vaskemetoden i større stil.



Figur 2. Gitshure Mine. Foto S. Aaro.

Under granat-jagten gælder det om at finde de uforvitrede moderbjergarter, men desværre forvitrer disse meget let, så man må ty til at grave huller og grøfter. Det kræver store arbejdsstyrker, men der er arbejdskraft nok i Kenya. I dag produceres grønne grossular-granater i omkring 20 miner, og der brydes i alt for ca. 1 million kroner "råsten" om året.

Forfatteren havde i februar 1981 under en studierejse i Kenya lejlighed til at besøge en af gruberne, Gitshure Mine. Gruben ligger ved Mgama Hills og den er typisk for området. De eftertragtede granater forekommer sammen med kvarts mellem forvitrede pegmatit-linser. Det var en oplevelse at se, hvor enkelt brydningen foregik. På bjergskrånningen var nogle "gruber" sat ned, ca. 10 m lange



Figur 3. Anslået dagsproduktion i Gitshure minen.

og 2 m dybe. Brydningen følger laghældningen, som er omkring 40°. I det grubehul, hvor der arbejdedes, var man kommet 5-6 m ned. Det granatholdige lag var her så lovende, at fortsat brydning med afstivning ved hjælp af tykke tilhuggede træstammer forberedtes. Det løse, dybt forvitrede fjeld raser ellers let sammen.

En snes arbejdere var i gang i gruben. Den mest erfarne hamrede med en trykluftdrevet mejsel materialet løs, og en kæde af arbejdere skovlede det op til grubens kant. Her undersøgtes hver skovlfuld nøje, og det blev læsset på trillebørene og kørt til "vaskeriet", en rensed olietønde, til videre sortering. Alt det fundne granatmateriale blev af en kurer bragt til Nairobi, hvor en indgående granskning og bedømmelse af farve, renhed, gennemskinnelighed og opsprækningsgrad foretages. Hvad der ikke findes værdigt til slibning, sælges til minesamlere.

Granater fra den største granatgrube, Lualenyi, som ligger nogle kilometer syd for Gitshure, blev i 1975 undersøgt af Gubelin og Weibel. De kemiske analyser viste et vanadiumindhold på 3.3 % V_2O_3 . Andre grundstoffer, som kunne tænkes at bidrage til den grønne farve, f.eks. jern, mangan, krom og titan, forekom kun i små mængder. Farven skyldes derfor sikkert vanadium - ligesom i de grønne turmaliner fra Tanzania. Vanadiumindholdet kommer sandsynligvis fra de oprindelige sedimenters indhold af organiske bestanddele. Det blev



Figur 4. Grøn grossular med grafit. Findested ukendt.

frigjort da kulstoffet samlede i den grafit, som dannedes ved den metamorfe omkrystallisation, og det kom til at indgå i de samtidigt dannede granater.

Den grønne grossulars farve varierer. De bedste eksemplarer er smaragd- til mørkegrønne. Tsvorit-granaten har alle de egenskaber, som kræves af en smykkesten: skønhed, sjældenhed og holdbarhed. De bedste stens farve tåler sammenligning med de fineste smaragders. Granaten er desuden noget sejere, dvs mindre sprøde, og det er en fordel, ved at den anvendes ved smykkefremstilling. Som alle granater har den en høj lysbrydning - og en smuk glans efter slibning.

Tsvorit-granaten er ydermere ret fri for skæmmende indeslutninger. Den har fået sit "navn" efter et lokalt stednavn fra fundområdet. Som alle andre lokale "mineralnavne" er det egentlig overflødigt, men når det hænger ved, skyldes det sikkert, at det klinger mere eksotisk end "vanadium-holdig grossular".

Tsvorit-granaten er blevet hædret med den største portoværdi i Kenyas store frimærkeserie med mineralmotive - se forsiden.

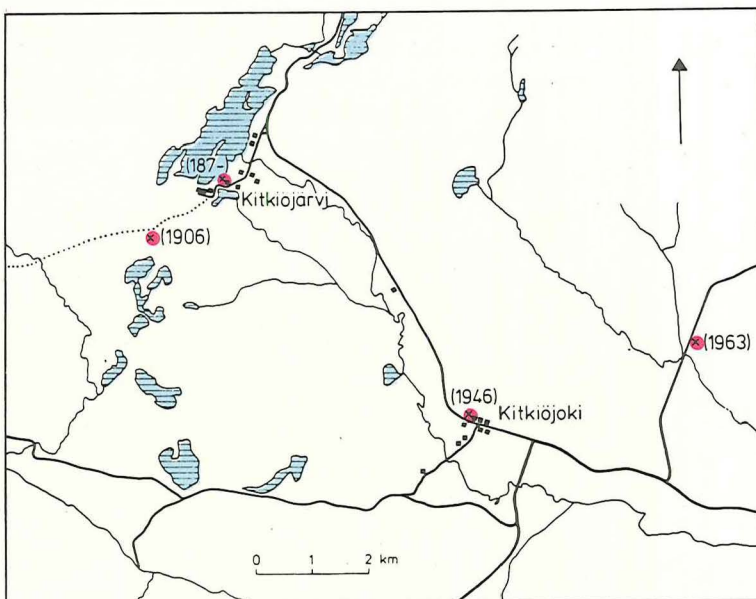
Jernmeteoriterne ved Muonionalusta

af Franz-Erik Wickman

Holder man sig på jorden, så er jernmeteoriter mere almindelige at finde end stenmeteoriter. Det skyldes, at jernmeteoriterne er meget mere modstandsdygtige over for forvitring end stenmeteoriterne. I de gamle kulturlande findes imidlertid ingen jernmeteoriter, fordi man der har anvendt alt det jern, som er dukket frem af jorden under landbrugsarbejde og lignende. Allerede de gode gamle ægyptere kendte til den slags jern længe før jernalderen, og idag smykkes forsiden på tidsskriftet *Meteoritics* af hieroglyfen for jern (fig. 1). I disse ældste tider var jern kostbarere end guld og sølv, og det fundne meteoritjern blev anvendt til kult-genstande, hvoraf flere er fundet ved udgravninger.



Figur 1. Forsiden til det amerikanske tidsskrift *Meteoritics*.



Figur 2. Kort over findestedet (187-) = 1870erne.

Fra den sydligste del af Sverige kender man ikke til fund af jernmeteoriter. Men man har i 1932 ved Ottsjön, ikke så langt fra Föllinge i Jämtland, fundet en nikkelholdig jernmeteorit under pløjning. Den er iøvrigt beskrevet af den danske jernmeteoritekspert Vagn Buchwald. Dette fund er sammen med de i denne artikel nævnte, de eneste man har gjort i Sverige.

Vi begiver os nu til det nordligste Sverige, nord for Polarcirklen og helt tæt på grænsen mellem Sverige og Finland. De jernmeteoriter, som er fundne der, går under navnet Muonionalusta, selv om findestedet ligger omkring 20 km sydsydvest for kirken i Muonionalusta (nu kaldes stedet Muodoslompolo). Meteoriter opkaldes nemlig efter nærmeste kendte sted (tidligere ofte en postekspedition). Historien om Muonionalusta-meteoriterne er et drama i adskillige akter, og endnu kender ingen slutningen.

Det begyndte officielt i 1906, da Viktor og Amalia Mattila var ude og vogtede kvæg i skoven i nærheden af byen Kitkiöjärvi (fig. 2). Victor, som var 10 år gammel, morede sig med at sparke til småsten. En af dem var uventet tung, og da den så anderledes ud end de øvrige, tog de den med hjem. Der syntes de fleste, at det bare var noget ligegyldigt ragelse og intet at beskæftige sig med, men alligevel blev "stenen" sendt til den legendariske Hjalmar Lundbohm i Kiruna. Han så, at det var en meteorit, købte den og skænkede den til Uppsala Universitet. Den vejede 7.5 kg.

Så gik der 40 år uden at noget skete. Men i 1946 skulle man grave grund ud til en vagstue i Kitiöjoki helt nær hovedvejen. Viktor Niemälä arbejdede her og på en dybde af 140 cm fandt han en brunsort sten, som var så tung, at det var vanskeligt for ham at kaste den op på kanten af udgravningen. Han troede, at det var en malmblok og sendte den til Stockholm til nærmere undersøgelse. Det viste sig da, at det var en jernmeteorit præcis magen til den i Kitkiöjärvi. Den vejede 15 kg.

Næste akt begynder med, at jeg finder det mærkeligt, at man har fundet to ens jernmeteoriter i et næsten ubebygget område. Det må betyde, at der findes flere. I 1956 tog jeg derfor op til området og udsurgte alle, og mærkeligt nok levede begge "børnene" Mattila endnu.

Jeg havde naturligvis undersøgt luftfotos over området nøje for at se om der fandtes nogen strukturer, som kunne tolkes som meteoritkratere. Mit eneste problem var, at hele området så ud til at være fuldt af sådanne. Det var dog i virkeligheden ikke tilfældet, men var et resultat af indlandsisens afsmeltning. Jeg medbragte også en minestryger, men forventede dog ikke at finde noget i skoven. Intet kunne være mere fejlagtigt. I virkeligheden fik jeg utallige bid:



kapsler fra øl- og sodavandsflasker, sardindåser og patronhylstre. Mængden af de førstnævnte skyldes, at den svenske hær på den svenske side af grænsen "fulgte" tyskernes tilbagetog mod nord gennem det nordlige Finland i 1944. Men ingen meteoriter. Derimod fortalte man mig, at en mand, Karl Kuoppa, i 1906 havde berettet, at han havde pløjet en lignende sten frem i Kitkiöjärvi i 1870erne. Den var imidlertid kastet bort. Hermed var 3 fund bevist.

Næste akt indledtes med, at jeg i 1956 ambitiøst forfattede en pjecesom blev duplikeret og sendt ud til alle husstande i et stort område omkring Kitkiöjärvi og Kitkiöjoki - og også til skolerne. Den fortalte om meteoriterne og mulighederne for nye fund. Ingenting skete før 1963, da Carl Henriksson arbejdede med færdiggørelsen af en skovvej til tømmertransport. Hans opgave var at rydde store sten bort fra vejoverfladen foran vejmaskinen. Pludselig mærkede han, at en sten var usædvanlig tung og så den havde en usædvanlig brun farve. Takket være pjecen forstod han omgående, at han havde fundet en meteorit og han kontaktede Riksmuseet. Desværre er det nøjagtige sted, hvorfra meteoriten kom, ikke kendt, grusvejen var allerede tromlet, da jeg senere besøgte stedet. Vægten var 6.25 kg.

Nu følger et mellemspil af en helt anden slags. Når meteoriter befinder sig i rummet udsættes de hele tiden for kosmisk stråling. Partiklerne i denne kan spalte atomkernerne i meteoriten i mindre stykker og derved dannes nye atomkerner, en del stabile og en del radioaktive. Når meteoriten er faldet ned på Jorden beskyttes den meget effektivt mod den kosmiske stråling af Jordens atmosfære. Man har i denne sammenhæng udnyttet dette forhold på to måder. For det første har man kunnet skønne sig til størrelsen af den oprindelige meteorit. Den kosmiske stråling absorberes i meteoritens ydre del. Jernmeteoriter som vejer få kilogram indeholder derfor meget helium i forhold til dem, som vejer adskillige ton. Heliummængden i Muonionalusta er bestemt, og den er meget lille, hvilket viser, at der ude i rummet må have været tale om en meget stor meteorit, som senere deltes i småstykker.

Den anden interessante oplysning man kan få, er en meteorits jordiske alder, det vil sige hvor lang tid siden det var at den faldt ned. Alderbestemmelsen gøres ved hjælp af de radioaktive isotoper beryllium-10 og klor-36. Når en meteorit svæver omkring i rummet holdes dannelse og nedbrydning af et radioaktivt atom i ligevægt. Når meteoriten er faldet ned sker bare nedbrydning. Tyskeren Wänke og hans medarbejdere bestemte ligevægtsforholdet på "friske" nedfald og kunne derefter beregne alderen. For Muonionalusta-meteoriterne kom de frem til en alder af mere end 800.000 år. Dette er sensationelt, for det betyder, at Muonionalusta-meteoriterne må have været med til adskillige nedisninger.



*Figur 3. Muonionalusta III (Naturhistorisk Rigmuseums samling, Stockholm).
Foto: Uno Samuelson.*

Ja, da der er tale om en mindstealder, kan de være faldet, før nedisningerne startede for 1-2 millioner år siden. Det betyder, at meteoriterne blev transporteret af isen til deres senere findested, og at de er faldet ned et andet sted. Ved hver nedisning bevægede de sig et stykke, men man ved ikke, hvor langt eller i hvilken retning. Selve findestedet ligger i det område hvor den såkaldte isdelers befandt sig. Isdeleren hos en landis svarer til vandskel for vandløb. Små ændringer i isdelers beliggenhed kan derfor medføre stik modsatte bevægelsesretninger. På den anden side er bevægelserne nær isdeleren almindeligvis små.

Ja, her står vi nu. Vi kan konstatere, at selv om fire meteoriter er fundet i området Kitiöjärvi-Kitkiöjoki, så er dette ikke noget bevis for at de oprindeligt "landede" her. De blev snarere fundet fordi dette område er beboet. Rimeligvis betyder det forhold, at man i k k e har fundet nogle jernmeteoriter på den finske side eller nord eller syd for dette område, at det har en udstrakt facon. Men negative beviser er altid farlige.

Vi ved også, at der var tale om en stor meteorit, som kan være blevet delt op i flere mindre på i hvert fald tre måder.

Den første kan vi kalde "Meteor-Crater"-modellen efter Arizona-krateret. Så vil et meteoritkrater være dannet ved nedslaget og sprængstykker af jern ligge strøet omkring krateret, som burde være mellem 250 m og 1 km i diameter. Senere skulle isen så sprede jernstykkerne. Om krateret derved er blevet opfyldt eller endnu er tilbage som en sø, en mose eller lavning er umuligt at sige.

Den anden mulighed er "Henbury"-modellen, opkaldt efter en lokalitet i det centrale Australien. Efter denne model er en byge af jernmeteoriter faldet ned og har frembragt et antal småkratere, hvoraf det største har en diameter på omkring 100 m. Fortsættelsen bliver som i førnævnte tilfælde, men chancen for at hullet bevares er her mindre.

Den tredje mulighed er "Gibson"-modellen. Denne model er opkaldt efter et meteoritfald i Namibia, hvor store meteoriter ligger strøet ud over et stort område. De store meteoriter på Grønland (Cape York) er af samme nedslagstype. I dette tilfælde findes der ingen huller at lede efter.

Som sagt, nu er scenen klar til endnu en akt i dramaet om Muonionalusta-meteoriterne, men når og hvor den kommer til at udspilles ved vi ikke. Heller ikke hvem, der kommer til at spille med. Hvem ved, måske bliver det en læser af denne artikel, som bliver hovedpersonen.

