

VARV

NR. 3 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1982



HEROVER SKUER PEKINGMANDEN - LIGESOM NUTIDSMENNESKET GØR DET - EN UVIS FREMTID I MØDE. MEN DE TO KAN MØDES PÅ GEOLOGISK MUSEUMS MENNESKEUDSTILLING I KØBENHAVN. I DETTE NUMMER ANMELDES FILMEN: "KAMPEN OM ILDEN", SOM FOR TIDEN KAN SES I FLERE BIOGRAFER. DER BERETTES OGSÅ OM DEN GEOLOGISKE BAGGRUND TIL DEN NU AFSLUTTEDE KONFLIKT OM FALKLANDSØERNE, OM SKANDINAVIENS ÆLDSTE FORM FOR MINEDRIFT, SAMT OM HVORDAN BJERGARTER GÅR ITU, UDEN RIGTIG AT GØRE DET.

VI VED DET GODT !

Nu er VARV igen forsinket. Vi ved det alt for godt.

VARV skrives, redigeres og oversættes fra svensk til dansk, eller omvendt, af faggeologer. Det betyder, at artikler må sendes mange gange frem og tilbage mellem København og Uppsala, at tegninger må omtekstes, og at "huller" må fyldes ud 'on the spot', hvis den danske og svenske version ikke fylder lige meget, for farvebillederne sidder nøjagtigt ens i de to udgaver, hvilket gør montagen vanskelig og tidsrøvende.

Da redaktionsjobbet er ulønnet, må alt dette gøres, når redaktørernes brødjob levner tid dertil.

Men VARV kommer alligevel altid med fire numre hvert år, og er fortsat det billigste, bedste og eneste tidsskrift for alle geologi-interesserede i Skandinavien. Derfor er VARV trods alt nok værd at vente på.

VARV

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, DK-1350 København K. Telefon: 01-11 22 32.
Kontor: Anita Ege (mandage kl. 9-16 og tirsdage kl. 11-12).

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Erling Bondesen, Erik Stenestad, Steen Sjørring og Sven Laufeld.

Renskrift: Gitte Sjørring

Repro: Scan-Lith ApS, København

Tryk: Fair-Print A/S, Roskilde

VARV udkommer 4 gange om året. Abonnement for 1982 er 45 kr. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80.

Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meddelt postvæsenet.

© 1982 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.

KAMPEN OM ILDEN

- en forhistorisk rekonstruktion

af Niels Bonde

Brutal vold, slagsmål, blod, kannibalisme og masser af sex - en sikker succes i biograferne efter alle solemærker at dømme.

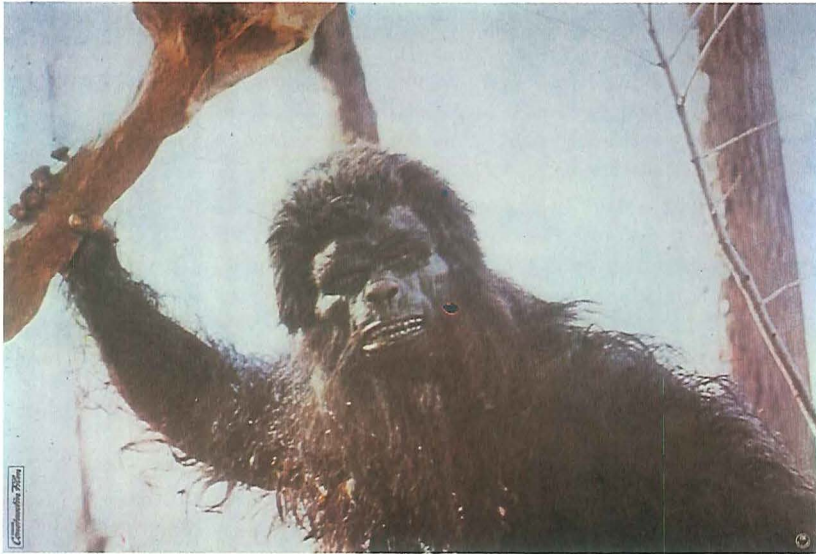
Men også mennesker i samarbejde, pragtfulde landskaber, elementær spænding, udvikling af kommunikation, samt opståen af kærlighed mellem to er blandt ingredienserne i et meget bevidst, velgennemført, kontroversielt debatskabende filmprojekt "Kampen om ilden" (samarbejdet efter brøderne Rosny's bog "La Guerre du Feu" fra 1911 !).

Her skildres menneskers liv for omkring 80 000 år siden, dvs fra begyndelsen af den sidste store istid (Würm eller Weichsel) førend gletscherne for alvor begyndte at brede sig over Nordeuropa, Alperne og dele af Asien, men hvor det meget milde klima fra sidste mellemistid (Riss-Würm eller Eem) var ophørt i disse tempererede egne (f.eks. er det nok efter at Danmark har været beboeligt som skildret i VARV 1982 nr. 2).



Figur 1. Verdens første "par", den helt moderne udseende - og dejlige pige fra den afrikanske stamme af avancerede sapienter, Homo sapiens og den unge mand fra den tempererede stamme af lidt mere primitive sapienter - med kraftige øjnbrynsbuer (og lidt mere kluntet gang). Her fremstiller de ilden, "Atra".

Vi møder en gruppe tidlige, egentlige sapiens mennesker (arten *Homo sapiens* som os), der synes rekonstrueret (maskeret) efter fund som de 50 000 år gamle kranier fra Skhul-hulen i Karmelbjerget ved Jerusalem (med avancerede træk som hagespids og høj pande, men med store øjenbrynsbuer og noget fremskudt mundparti som primitive træk).



Figur 2. Meget gorilla-lignende rekonstruktion af en neanderthaler, *Homo neanderthalensis*.

De har ilden, "Atra", som er nedarvet gennem generationer - ved ikke hvordan den fremstilles - og mister den efter et blodigt overfald af neanderthalere (*Homo neanderthalensis*). Disse er lavpandede med store øjenbrynsbuer, fremstående ansigtsparti og bagudskrånede hage uden spids. De er maskeret meget menneskeabe-lignende, er mørke og stærkt behårede, nærmest med pels, og må siges at være det seneste udtryk for ideen om neanderthalere som meget "dyriske". Den opfattelse skabtes med franskmanden Boule's beskrivelse og rekonstruktioner fra dette århundredes begyndelse og regnes af de fleste antropologer idag for helt misvisende, da neanderthalere har begravelsesritualer og meget stor hjerne, og oftest anses neanderthalere for en race af vor egen art. Det skyldtes i nogen grad, at Boule anvendte et fund fra Frankrig af en gammel, gigtplaget, krumbøjet mand. Filmfolkene kan være "undskyldt" af det praktiske problem, at skulle skjule skuespillernes hagespidser og høje pander, derfor den kraftige behåring.

De eneste tempererede områder, hvor primitive sapienter og neanderthalere dengang kan tænkes at have levet sammen, er nok Rusland, Vestsibirien og lige syd for.

For at skaffe ilden til de overlevende primitive sapiens udsendes 3 unge mænd, noget helt uprovet. Efter en farefuld færd på mange måneder fra tempererede skove, sumpe og bjergegne til tropisk Afrika lykkes missionen faktisk.

De træffer sabelkatte og mammutter og ikke mindst nogle grumme kannibaler, som med australoide træk synes baseret på de kontroversielle "Solo-mennesker" fra Ngandong på Java. Nogle regner dem for en slags ret neanderthal-lignende primitive repræsentanter for vor art (og kalder dem *H. sapiens soloensis*) og somme mener, at de er direkte forfædre til nutidens indfødte australiere ("australnegre"). Andre (deriblandt jeg) regner dem for de sidste former af *Homo erectus* (Peking-, Java-mennesker o.fl.a.) betragtet som en uddød sidegren på vort stamtræ. For visse er denne skelnen ret ligegyldig, da de opfatter forskellige *erectus*-populationer som direkte stamformer for forskellige nulevende og uddøde populationer (eller racer) af *H. sapiens* (en "polycentrisk" opfattelse af nutidsmenneskets opståen).



Figur 3. De frygtelige kannibaler, nok modelleret efter "Solo-mennesket", iført langhåret skind, vistnok "mammutpels".

Disse kannibaler har rødt, langt hår og skæg og er iført langhåret skindpels, og de er meget bestialske at se på (jeg blev vagt distraheret i retning af orangutang). Netop Solo-kranierne har nogle antropologer villet tyde som rester efter menneske-æderi. Deres præcise alder kendes meget dårligt. De har tidligere været regnet for ret unge, så at sådanne godt kunne optræde i filmen her, men idag er der en tendens til at regne dem for ret meget ældre, måske nogle få

hundrede tusinder år (mærkværdigvis kan den samtidige rige fauna tilsyneladende ikke afgøre spørgsmålet).

I filmen æder de sapienter af helt moderne type (avancerede *Homo sapiens* med høje pander, svage øjenbrynsbuer, lodrette ansigter og tydelig hagespids), nøgne og lyse, men dækket med grå aske mod tropesolen. Sådanne "moderne" typer er faktisk fundet i Øst- og Sydafrika med aldre på omkring 100 000 år.

Disse er de eneste i filmen, der går som nutidsmennesker med fuldt udstrakte knæ, alle de tre andre grupper er fremstillet med en lidt mere "vraltende" gang lidt på ydersiden af fødderne og med let bøjede knæ. Et punkt jeg ikke tror ret mange antropologer vil give Desmond Morris ("Den nøgne abe") ret i, selv om neanderthalers lemmer er lidt forskellige fra nutidsmenneskers.



Figur 4. En gruppe primitive sapienter æder i en tempereret hule omkring deres nedarvede ild, "Atra".

Desmond Morris har skabt filmens kropssprog og gestikulationer, incl. samlejeformer, og jeg tror, han har rekonstrueret det meste for primitivt, for menneskeabe-lignende; men faktisk kan man ikke helt sikkert afvise, at det kunne have været sådan endog så sent som for 80 000 år siden.

Anthony Burgess, forfatter ("Clockwork Orange") og sproginteressert historiker, har skabt filmens talesprog (som ikke er undertekstet, for det skal umiddelbart kunne forstås), som han mener det kan have manifesteret sig hos primitive og mere avancerede *H. sapiens* (neanderthalerne og kannibalerne er ikke til-

lagt meget andet end grynt og udråb). Sproget hos de primitive *H. sapiens* har Burgess baseret på lyde fra den indoeuropæiske sprogstamme, vel snarest for at vi i "Vesten" skal kunne kapere det ret let. Det er selvfølgelig rent gætteværk, og det er lavet ret staccato med åbne, hårde lyde hos de primitive sapienter og meget anderledes, livligt, letflydende hos de avancerede "afrikanere" som taler i en lang strøm.

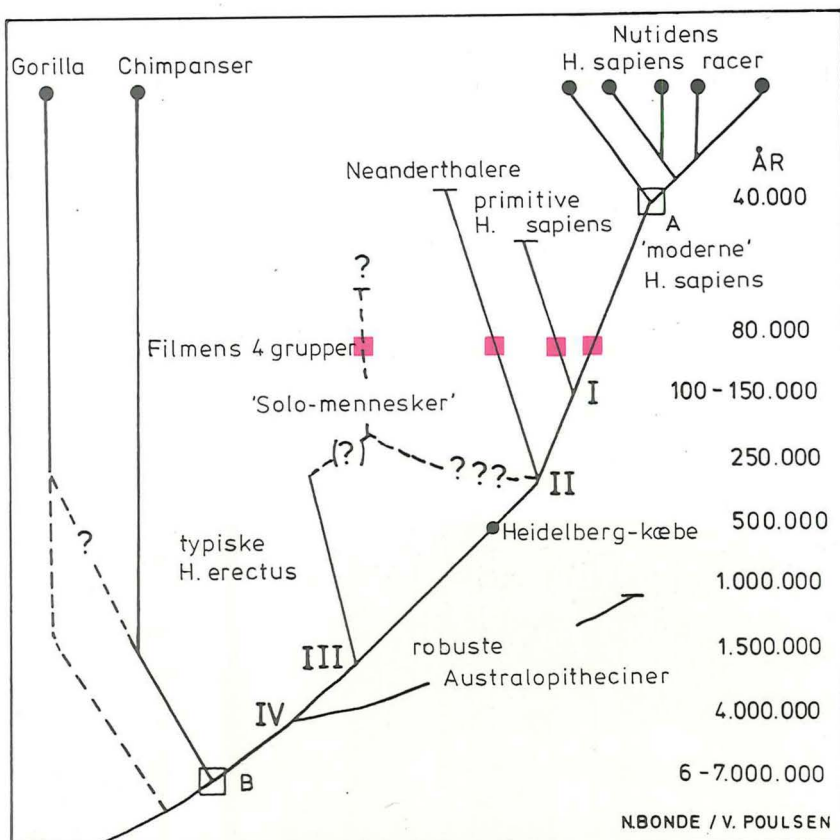
Nogle forskere mener dog, at neanderthalere og måske endda tidligere *erectus*-former 1 1/2 mill. år tilbage har talt også, måske lidt mere "kluntet", men andre forskere har betvivlet om neanderthalere - hvis hjerner dog er lidt større end vore - overhovedet har haft et ordentligt talesprog. En enkelt forsker mener at kunne spore meget chimpanse-agtige gestikulationer og lyde, smæk med læberne, klik-lyde etc. i nutidens sprog hos det sydlige Afrikas "buskmænd" ! Denne "primitivitet" vil jo antyde, at veludviklet talesprog er et ret nyt fænomen, måske ikke meget ældre end opsplittningen af de moderne racer, dvs 40-50 000 år.



Figur 5. Primitive sapienter overfaldes af abelignende neanderthalere.

Meningerne er altså stærkt delte, og problemerne i den fylogenetiske (udviklingshistoriske) analyse er følgende, som kan anskues i et stamtræ:

På stamtræet kan trækkene hos stamformerne (eller "morfotyperne") ved A og B rekonstrueres i principielt alle detaljer, som kan analyseres hos det nulev-



Figur 6. Stamtræ omfattende filmens 4 grupper af mennesker. A og B er stamformer ("morfortyper") der kan rekonstrueres ud fra nutidige forhold, mens I-IV er betinget udelukkende af kendskab til fossiler, dvs skeletdele.

ende afkom og nære slægtninge (nutidsracer af *Homo* og menneskeaber). Alle andre forgreningspunkter (I-IV) "stamformer" kan selvfølgelig kun rekonstrueres hvad angår træk, som er bevaret fossilt, dvs skelet og evt. redskabskultur. I disse træk kan fossiler altså hjælpe med til at få en ide om i hvilken RÆKKEFØLGE ændringer er sket mellem A og B (dvs den SIDSTE fælles forfader for henholdsvis nulevende *Homo* racer og for *Homo* og chimpanser). Alt andet er rent gætteværk, evt. kvalificeret.

Når man derfor skal give filmens 4 grupper ("stammer") krops- og talesprog, er man ret frit stillet og kan gøre det meget ubeagtigt ("primitivt", altså svarende til en sen oprindelse for velartikuleret talesprog) eller alle grader af mere

menneskelignende (svarende til at allerede *erectus* eller måske endda *H. habilis* for 2 mill. år siden havde et rimeligt kompliceret talesprog). Desmond Morris og Burgess har altså valgt den første ekstrem, hvilket utvivlsomt vil skabe (til dels forarget) debat - vort nære slægtskab med menneskeaber er jo ikke for vellidt (som bl.a. diskussionen og retssagerne i USA mellem fundamentalistiske kristne og evolutionister/Darwinister viser).

I konsekvens af dette valg er selvfølgelig neanderthalere og Solo-kannibaler gjort meget abelignende, bl.a. hvad hårklædning og gangart angår.

Fantasien har som nævnt frit spil og belastes ikke meget af facts, hvad angår alle andre træk end skelettet. Nogle forestiller sig dog, at der har været en nøje kobling af talesprog/symboler og redskabsfremstilling, begge dele er udtryk for mundens og håndens reproduktion af ordnede mønstre (baseret på hukommelse og forestillingsevne/planlægning), og dette styres fra områder, der er nært forbundne i hjernen (jævnfør stammen hos visse venstrehådede, der afvænes). Hvis dette er rigtigt, er det værd at bemærke sig, at redskabskulturen næsten ikke ændrede sig i over en mill. år (fra 1 1/2 mill. til for ca. 100-200 000 år siden, såkaldt Acheulien-kultur), og at ændringen skete først i Afrika.



Figur 7. De afrikanske sapienter, dækket i mudder med askestriber og nogle maskerede, har reddet den mere primitive "nordbo" op af en sump.

De afrikanske avancerede sapienter er da også fremstillet som anatomisk helt

moderne, med hurtigtflydende talesprog, rigt kropssprog med (til forskel fra de "primitivere" former) fuldt moderne bevægelser, latter og smidige gestikulationer, stærk bemaling med kul og aske, rigt smykkede, med ritualer og masker, samleje 'en face', avancerede våben, bl.a. lette kastespyd med kastetræ, dyretegninger indridset i beholdere lavet af frugter og ikke mindst kendskab til FREMSTILLING af ild.

Mennesker har kendt brugen af ild i mere end 1/2 mill. år, det kendteste fundsted er nok Chou-kou-tien hulen nær Peking med en alder på 4-600 000 år (se Geologisk Museums udstilling med rekonstruktion af Peking-manden ved sit bål). Her findes tykke askelag og brændte knogler i flere lag strækkende sig over tusinder af år. Ca. samme alder har bålrester ved Verteszöllös, Ungarn og i de berømte "hytter" (dvs pælerester i mange lag over hinanden) fra Terra Armata, Nice, findes også bålpladser, der er næsten 400 000 år gamle. Fra Østafrika kendes en mulig bålplads, der er næsten 1 1/2 mill. år gammel (og i 4 mill. gamle lag i Afar-området er der nylige fund af mulige spor af ild i forbindelse med australopitheciner, der er lidt ældre end berømte "Lucy" - se VARV 1977).

Men hvornår mennesket lærte at FREMSTILLE ild ved vi ikke (man kunne jo få ild fra skov- og savannebrande og efter lynnedslag). Filmen viser os dette som den kostelige gave de 3 primitivere sapienter bringer med sig fra de mere avancerede afrikanere.

Samtidig følger en dejlig pige fra denne stamme med dem, thi den aller-aller-første kærlighed mellem to er opstået !

I al sin grumhed og sødhed, romantik og voldsomt drama og med de kontroversielle fremstillinger af den tids mennesker er det en storslået film, og tilmed en spændende film, som i virkeligheden er meget forsvarlig, set fra et videnskabeligt synspunkt, til trods for en ekstrem fremstilling af neanderthalere.

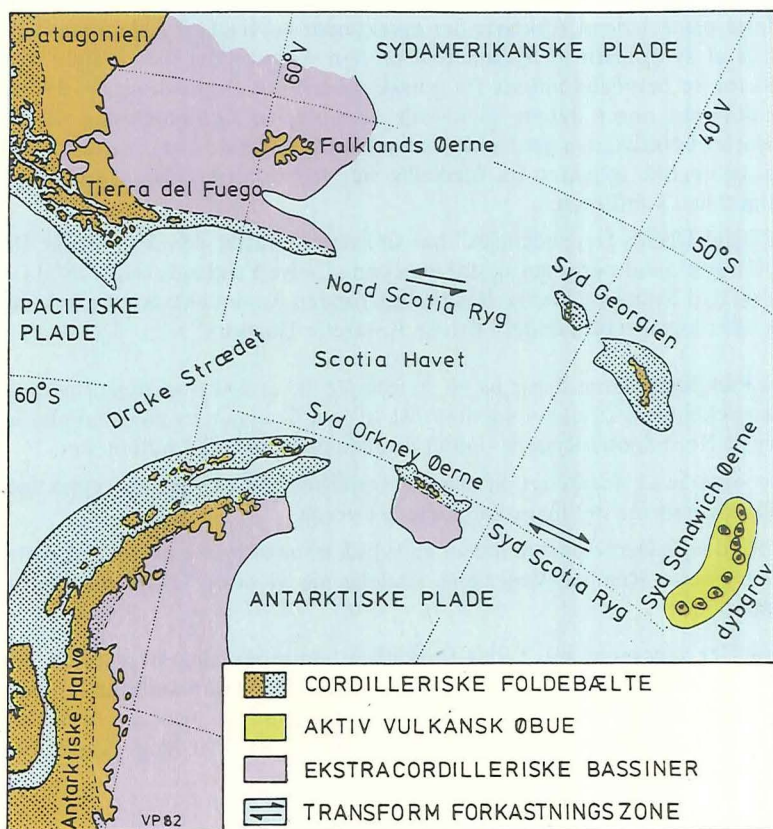
Tankevækkende at roman-ideen er fra 1911, et tidspunkt hvor kun ret få neanderthalere, en enkelt erectus (Java-mennesket) og Europas ældste kendte skeletrest, Heidelberg-kæben (fra 1908) var fundet og slet intet var gennembeskrevet. Bogen er da heller ikke baseret på særlige videnskabelige data, men er en voldsom dreng- og slagsmålsfantasi. Den nye omskrivning er velgennemtænkt, og det er et overordentligt interessant værk filmstruktør J. Annaud har lavet i samarbejde med adfærdsforskeren Desmond Morris og sprogmanden A. Burgess.

Gå selv ind og se og døm - premieren var i august. (Gå dog først i Geologisk Museums udstilling "Menneskets oprindelse" og få hele forhistorien fra aber over 3-4 mill. år gamle mennesker og Peking-manden til de meget senere former, der optræder i filmen).

GEOLOGI I SYDATLANTEN

af C. Kent Brooks

Den sydlige del af Sydamerika og den Antarktiske Halvø kan groft deles i to strukturelle provinser. Mod vest findes Andesbjergene - Cordillererne - der består af omdannede bjergarter overlejret af sedimenter og vulkanske bjergarter fra Jura og Kridt. Bjergarterne er stærkt foldet og intruderet af store komplekser (batholiter) af dybbjergarter i øvre Kridt og Tertiær. Aktive vulkaner findes i Andesbjergene og på Syd Shetland Øerne.



Figur 1.

Mod øst forekommer de såkaldte "ekstracordilleriske" bassiner, der indeholder ufoldede og uomdannede sedimenter fra Mesozoikum (Trias, Jura, Kridt) og Kænozoikum (Tertiær, Kvartær).

En række banker, Nord Scotia Ryggen, strækker sig øst over fra Tierra del Fuego (Ildlandet) over Syd Georgien, og fra spidsen af den antarktiske Halvø gennem Syd Orkney Øerne (Syd Scotia Ryggen).

Bankerne eller ryggene er tolket som såkaldte transforme forkastninger, der kan siges at afgrænse Scotia Havet mod syd og nord. Mod øst er Scotia Havet begrænset af Syd Sandwich Øerne, der udgør en typisk øbue med aktive vulkaner og en dybgrav på den konvekse side - her mod øst.

Scotia Havet er således et stykke af den pacifiske del af den antarktiske plade, der bliver skubbet ud over Atlantbunden, som her dels består af antarktisk plade og dels den sydamerikanske plade. Fremskydningen på mere end 2000 km af dette pladeelement forklarer det karakteristiske vingeformede mønster, som dannes af sydspidsen af Sydamerika og den Antarktiske Halvø (figur 1). Til trods for en betydelig indsats fra norske og svenske ekspeditioner er der ikke i Skandinavien noget dybere kendskab til geologien i området. Jeg vil derfor kortfattet beskrive den geologiske opbygning af de omstridte områder - også fordi geologiske aspekter fra forskellig side har været hævdede at spille en væsentlig rolle i konflikten.

"Falkland Islands Dependencies" har tidligere omfattet den Antarktiske Halvø og et større antal øer, men består idag kun af selve Falklands Øerne, Syd Georgien og Syd Sandwich Øerne. Resten ligger inden for det antarktiske traktatområde og er konstitueret under "British Antarctic Territory".

Selve Falklands Øerne ligger på en fremskudt del af den store argentinske kontinentsokkel, som strækker sig mod øst til Syd Georgien og nogle mindre klippeøer på Nord Scotia Ryggen - ialt et område på mere end 1 million km².

Dette område er mærkeligt og måske enestående ved at være en typisk foldet bjergkæde, selv om det ligger langt ude i et ocean.

Syd Sandwich Øerne er som nævnt en typisk øbue af type som de Små Antiller mellem Puerto Rico og Venezuela. Endelig har vi så de "ekstracordilleriske" bassiner.

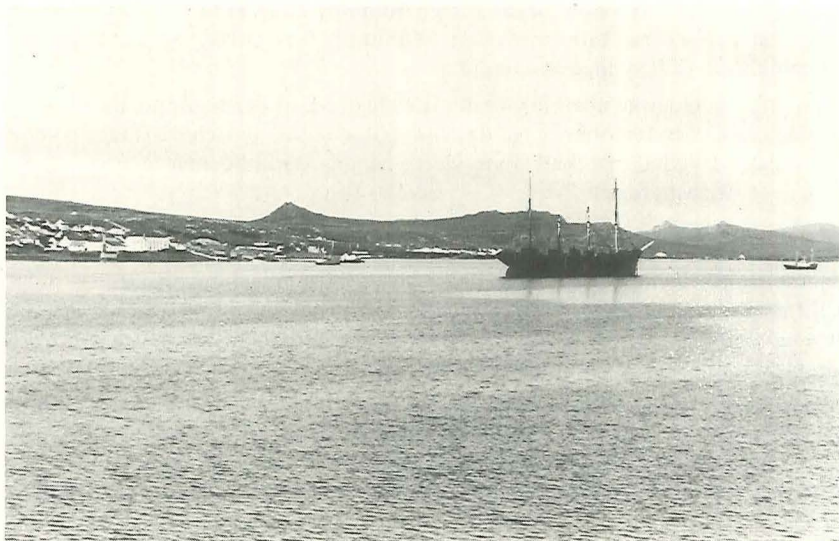
Dermed er repræsenteret 3 vidt forskellige tektoniske eller strukturelle miljøer: 1) En bjergkæde dannet ved overskydning af en kontinentrand ud over en oceanisk plade, 2) Øbuedannelse ved underskydning af en oceanisk plade under en anden oceanisk plade, og 3) Indsynkningsbassiner langs passive kontinentrande - som f.eks. i Nordsøen.

Falklands Øerne

Øerne, som er knapt 12.000 km²; blev opdaget af John Davis i 1592, men den

første landgang og navngivning fandt sted i 1690 af John S. Strong. Navnet Islas Malvinas stammer fra det franske Iles Malouines efter St. Malo, idet franske søfolk hyppigt besøgte området omkring år 1800.

De første geologiske iagttagelser blev gjort af Charles Darwin, som besøgte øerne i 1830 og 1834 under den berømte jordomsejling med "H.M.S. Beagle". Idag findes en omfattende geologisk litteratur - dog er kortlægningen ikke fuldført på grund af udbredte tørvemoser, der gør blotningsgraden inde i land meget ringe. Darwin beskrev klimaet som "sammenligneligt med det på de nordwalisiske bjerge mellem 1000 og 2000 fods højde, dog med mindre solskin og frost, men mere vind og regn".



Figur 2. Port Stanley set fra søsiden. P.E.Barker foto.

Den altovervejende del af Falklands Øerne består af aflejringer afsat i tidsrummet nedre Devon-Trias. Det er en vekslende følge af monoton sandsten, siltsten, konglomerater og lerskifre. Følgen viser mange fællestræk med jævnlidende lag i Sydamerika og Sydafrika. Særligt iøjnefaldende er måske forekomsterne af hærdnede moræner, tillitter, af Karbon-Perm alder. Tilsvarende tillitter er kendt fra alle sydkontinenterne, og det var et af Alfred Wegener's hovedargumenter for, at sydkontinenterne i Karbon-Perm endnu hang sammen som en landmasse, "Gondwanaland". Hvis det ikke havde været tilfældet, ville det nedisede område have dækket næsten den halve Jord - en helt umulig situation. I lag knyttet nær til tillitterne findes en meget speciel fossil flora (Glossopteris-floraen), som ligeledes forekommer på alle sydkontinenter og kan være endnu et vidnesbyrd om det tidligere "Gondwanaland".

Lagfølgen af sedimenter skæres af basaltiske gange, der må være yngre end Mellemste Trias. Gangene anses almindeligvis for at være ækvivalenter til de basaltiske lavadækker i Sydafrika (Karoo) og Brasilien, Uruguay og Argentina (Parana). Basaltdækkerne, som i Sydamerika dækker mere end 1 million km², samt de nævnte basaltgange opstod ved opsprækningen af Gondwanaland og begyndende åbning af Sydatlanten i Juratid.

Kap Meredith Komplekset er et meget lille område ved sydspidsen af Vest Falkland, som menes at være prækambrisk, selvom alder og strukturelle tilhørsforhold endnu ikke er klarlagt. Bjergarterne her er gnejser og krystallinske skifre, som er intruderet af graniter, pegmatiter og basiske gange.

Falklands Øerne har været udsat for en foldning, som antages at være sket i Jura - og dermed samtidig med Kap foldningen i Sydafrika og dannelsen af Patagoniderne i det sydlige Sydamerika.

I den yngre geologiske udvikling er der ikke tegn på, at øerne var nediset i Kvartærtiden, mens endemoræner fra de store patagoniske gletschere findes på det argentinske fastland. På Falklands Øerne findes derimod mange periglaciale træk - dvs vidnesbyrd om frost.

Allerede Darwin spekulerede over de såkaldte "stenfloder", der udfylder dalene med store kantede blokke. "Floderne" antages at være dannet ved jordflydning (solifluktion). Under permafrostbetingelser kan kun det øvre jordlag tø op, og de vandmættede lag kan skride ud på det frosne underlag. Desværre er der ikke foretaget undersøgelser af "stenfloderne" i nyere tid.

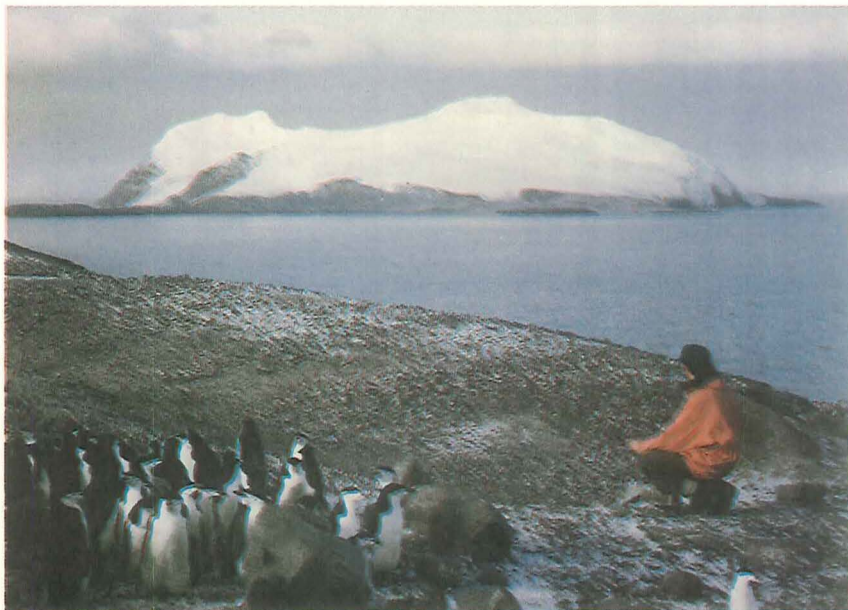
Øernes nuværende overflade kan siges at være moden med afrundede fjelde og bakkede sletter. Kysten og tidligere strandlinier vidner om mange hævnninger og sænkninger gennem hele Kvartærtiden. Det sidste er en indsynkning, hvor de druknede floddale danner utallige naturhavne, beskyttet mod Sydatlants storme.

Syd Georgien

Selv om Syd Georgien ligger ca. 1400 km øst for Falklands Øerne, danner øen en fortsættelse af Andesbjergene langt mod vest. Øen er små 200 km lang og udviser en voldsom topografi med bjergtoppe omtrent 3000 m høje og med gletschere, der løber helt ned til havet. Såvel Syd Georgien som Syd Sandwich Øerne blev opdaget af kaptajn James Cook i 1775.

Syd Georgien består hovedsagelig af skifre, gråvækker og omdannede vulkanske bjergarter aflejret på havbunden (spiliter), der alle tilhører Cumberland Bay Serien fra nedre Kridt. Serien er intenst deformeret i folder, der er overkippet mod nord. Graniter, som dannedes efter foldningen, har relation til et enormt dybbjergartskompleks i form af den patagonske batholit, der strækker sig over 1000 km i det sydlige Chile. Iøvrigt er hele serien sammenlignelig med områder ved Kap Horn og Kap Darwin i Syd Chile.

Det vides nu, at frem til slutningen af Kridttiden fortsatte Andeskæden i en lige linie ned i den Antarktiske Halvø. Senere dannedes de to tidligere omtalte transforme forkastninger i Drake Strædet, og et stykke af den pacifiske plade skød ud over den atlantiske havbund. Samtidig bøjedes "snipperne" af den antarktiske Halvø og Sydamerika mod øst, og fragmenter som Syd Georgien og Syd Orkney Øerne flyttedes langt langs forkastningerne.



Figur 3. Candlemas Island i Syd Sandwich øgruppen. P.E.Barker foto.

Syd Sandwich Øerne

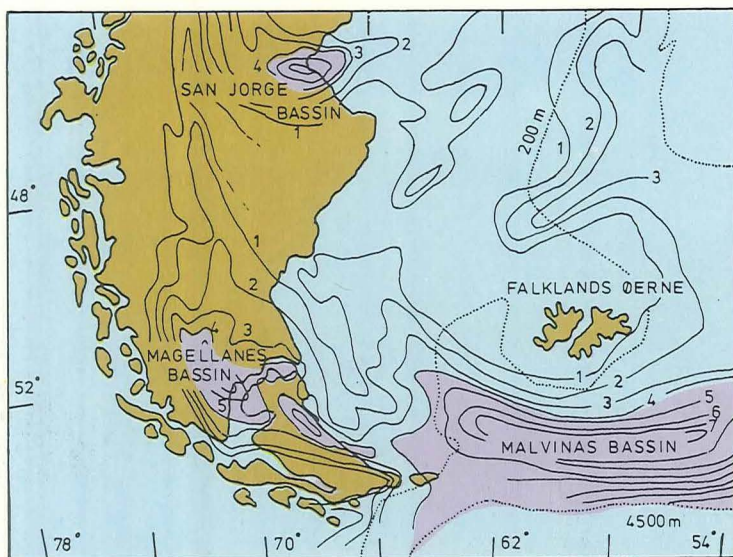
Nord Scotia Ryggen og Syd Scotia Ryggen er i det østlige ende forbundet af Syd Sandwich øbuen, som i 300 km længde omfatter 11 små vulkanøer, hvoraf 8 har haft udbrud i dette århundrede. På den konvekse østside af øbuen findes en dybgrav, og talrige jordskælv definerer den skråtstillede underskydningszone (Benioff zone), langs hvilken oceanbunden udenfor skyder ind under øbuen.

Smeltemassen eller magmaet i øbuevulkaner er i almindelighed karakteriseret af et højt kiselureindhold og manglende jernberigelse. Dette resulterer i bjergarter som andesit og lignende intermediære typer. Typiske eksempler på sådanne såkaldte "kalkalkaline" magmabjergarter ses i Stillehavet (Filippinerne, Japan, Tonga og flere andre steder).

Syd Sandwich Øbuen er lidt speciel, idet den kalkalkaline karakter kun er svagt

udtalt. Dominerende er basalter med kemiske egenskaber mindende meget om tholeiitter som f.eks. på Island. Det tyder på at øbuen er meget ung, idet andre øbuer (f.eks. Fiji) ofte har lavabjergarter af samme karakter nederst i følgen af lavastrømme.

Syd Sandwich Øerne er yderst ugæstfrie og utilgængelige på grund af voldsom brænding og manglende havne. Der er næsten ingen vegetation, så overfladen af lavaerne og deres nedbrydningsprodukter ligger frit fremme.

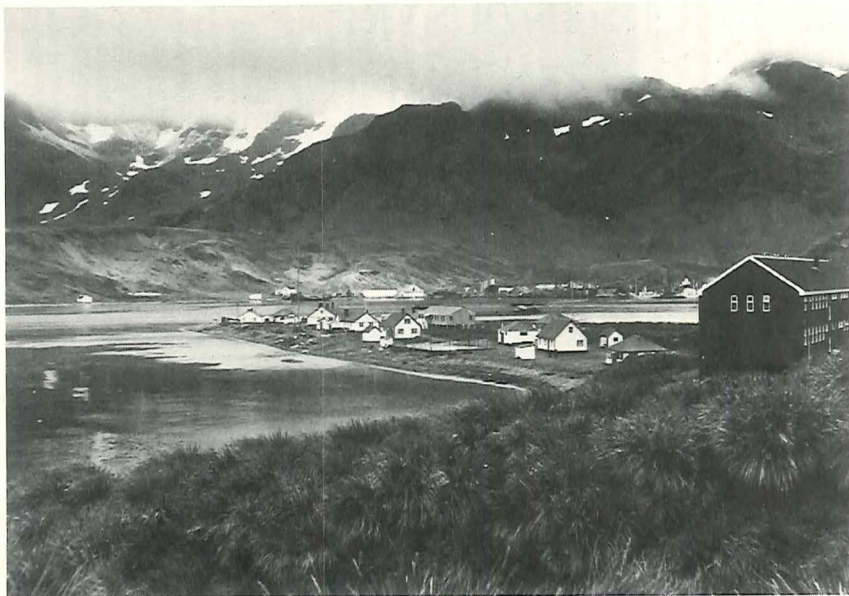


Figur 4. Ekstracordilleriske bassiner i Sydatlanten. Fuldt optrukne linier viser dybde i km til det prækambriske underlag. Punkterede linier viser havdybde i meter.

Økonomisk geologi ?

Trods udbredte formodninger er ingen sikre beviser for at nogen af de omstridte områder har udpræget økonomisk værdi. Størst interesse knytter sig til det store sedimentære bassin - Malvinas Bassinet - syd for Falklands Øerne. Bassinet dækker 140 000 km² med sedimenttykkelser op til næsten 10 000 m. Hovedparten af bassinet ligger inden for Falklands Øernes søterritorium (figur 4).

Imidlertid er chancen for udnyttelse, selv om der kan vises tilstedeværelse af olie og gas, yderst ringe i en overskuelig fremtid. Selvom vanddybderne måske



Figur 5. Grytviken, South Georgia med hvalstationen i baggrunden på den anden side af King Edward's Point. P.E.Barker foto.

er overkommelige, er området udsat for et voldsomt vejrlig, hvor den ene storm afløser den anden, og hvor bølgehøjden når over 50 m.

Politisk set ville den såkaldte "Hong Kong løsning" indebære, at suveræniteten over Falklands Øerne blev overdraget til Argentina, mod at Storbritannien lejede øerne tilbage. Dermed ville Argentina også få rettighederne over Malvinas Bassinet. At Argentina har forkastet denne løsning tyder ikke på, at muligheden for olieforekomster i Malvinas Bassinet har været afgørende for konflikten.

Derimod kan øerne komme til at spille en rolle ved en fremtidig opdeling af Antarktis hvor der meget vel kan være værdifulde mineralforekomster. Den politiske fremtid er uvis for Antarktis, men ved udløb af den nugældende traktat skal nye forhandlinger i gang.

Ved en mulig deling af Antarktis efter "sektor-princippet" skal der trækkes grænselinier fra de ekstreme punkter i hjemlandet ind til polen - og selvkært vil den bredest mulige front mod Antarktis sikre det største stykke af lagkagen.

Set helt udefra ville det være bedre for Antarktis, om alle de territoriale krav kunne tilsidesættes til fordel for et internationalt samarbejde. Hvad den videnskabelige udforskning af det dybfrosne kontinent angår, har et sådant internationalt samarbejde hidtil fungeret upåklageligt.

GEOLOGI & INDUSTRI

SKANDINAVIENS ÆLDSTE MINEDRIFT

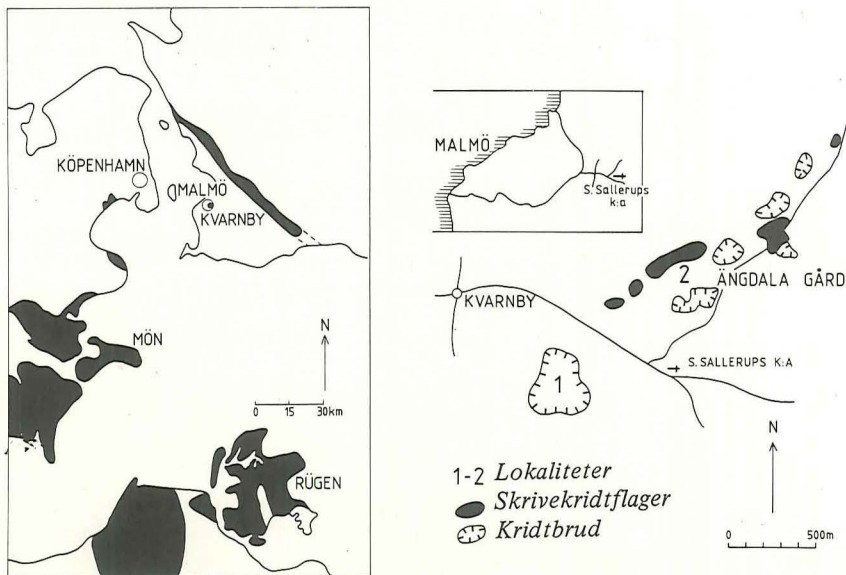
af Elisabeth Rudebeck og Bertil Ringbjerg

Kan det passe, at der var minedrift i Skandinavien i Stenalderen? Ja, hvor utroligt det end kan lyde, så fandtes der i yngre stenalder en blomstrende minedrift, bl.a. i Thy i Nordjylland og ved Kvarnby i Skåne, hvor vore forfædre åbnede vejrtable skakter og minegange ned i skrivekridtet, som her optræder nær jordoverfladen. Men det var ikke kridtet, stenalderfolket var på jagt efter. Selv om det var en fastboende bondebefolkning, der drev minerne, var der på de tider ikke tale om at anvende kridtet som landbrugskalk. Nej, det var de "urenheder" i kridtet, som i dag er til besvær, når kridtet anvendes til jordforbedring eller cementfremstilling, der var den egentlige genstand for minedriften - kort sagt flinten, der optræder som delvis sammenhængende lag af pladeflint eller isolerede konkretioner. I yngre stenalder var flint og kiselsyre-mineraler som kvarts, kalcedon og opal stadig den vigtigste råvare til fremstilling af skærende redskaber, og en omfattende minedrift på disse materialer fandt sted i store dele af Europa - fra Sovjet i øst til England i vest - og så langt sydpå som Italien og Spanien-Portugal.

Flintminerne i Thy og Skåne var de nordligst beliggende. Når vi i dag har kendskab til denne ældste form for minedrift i Skandinavien, skyldes det, at de gamle flintminer er blevet blotlagt i forbindelse med den nutidige brydning af skrivekridt.

I Skåne åbnedes de første kridtbrud i 1860'erne og helt frem til århundredeskiftet troede man, at skrivekridtforekomsterne ved Kvarnby øst for Malmö var faststående, dvs højtliggende undergrund. Men da man opdagede, at Kvarnbykridtet tilhører skrivekridtet fra Maastrichtien, og at det lå "over" den yngre kalksten ved Malmö, fra Danien, der nu placeres i begyndelsen af Tertiær, blev man klar over, at kridtet ved Kvarnby ikke kunne være faststående, men måtte repræsentere store flager, som var blevet slæbt med af isen og indlejret i morænen under sidste istid.

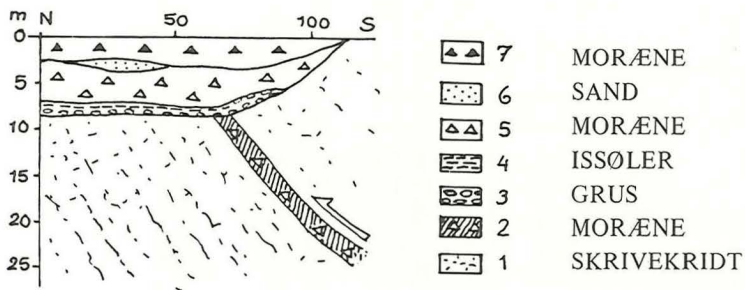
Kridtflagerne ved Kvarnby forekommer i et NØ-SV-gående strøg, der er 4,5 km langt og 700-800 m bredt, og som danner grænsen mellem et østligt, højere bakkelandskab med plateau-agtige højder og et lavere, småkuperet morænelandskab i vest. Kridtflagerne når tæt op til jordoverfladen og tegner sig her og der som hvide felter i markerne. Der har de sidste 100 år været anlagt kridtbrud af forskellig størrelse i flere af flagerne, men i dag er det kun bruddet ved Ängdala, som er i drift.



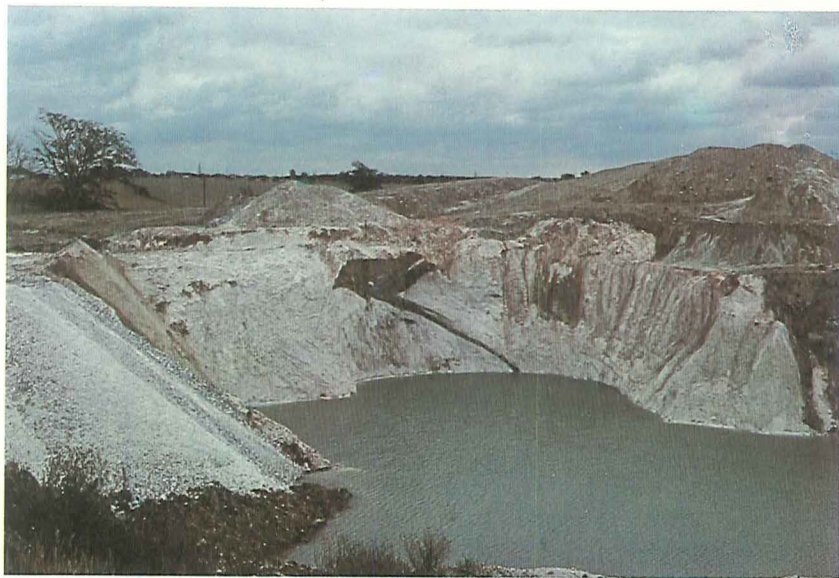
Figur 1. Skrivekridtets udbredelse (til venstre), og skrivekridtflager og kridtbrud ved Kvarnby, øst for Malmö (til højre).

Da geologerne blev klar over, at skrivekridtet ikke var faststående, mente man, at alle forekomsterne kunne henføres til tre store flager, som var ca. 3 km på den ene led og 750-800 m på den anden. Nyere undersøgelser har imidlertid vist, at flagerne deles op i flere af gennemgående lag af moræneler, og at de sammensatte flager højst bliver ca. 30 m tykke. Brøndboringer har vist, at tykkelsen af istidslagene, som indeholder de opdeltede flager, varierer fra 20-40 m i den sydvestlige del til 40-60 m i den nordøstlige del af strøget.

I kridtbruddene ved Kvarnby og Ängdala ses skrivekridtet således at være delt op i tyndere flager af indlejrede morænelerslag, som hælder mellem 30 og 80° i sydlig retning. Den godt 25 m mægtige kridt-moræneler-flage overlejres diskordant af grus, issø-ler og to morænebænke med et mellemliggende sandlag. I den nederste af de diskordante moræner forekommer små kridtflager, som hælder ca. 30° mod nordøst. Nu hvor det entydigt er bevist, at skrivekridtet ikke kan være faststående, er det naturligt at se sig omkring for at finde stedet, hvorfra isen har hentet flagerne, et sted, hvor skrivekridtet træffes i undergrundens overfladé. Det gør skrivekridtet formodentlig ud for Skånes sydkyst - ude i Østersøens bund, men det kunne også tænkes, at skrivekridtet lokalt udgør undergrundens overflade langs Alnarpdalens rand, hvor Danien-kalkstenen tynder



Figur 2. Principskitse af lagfølgen i kridtbruddene ved Kvarnby.

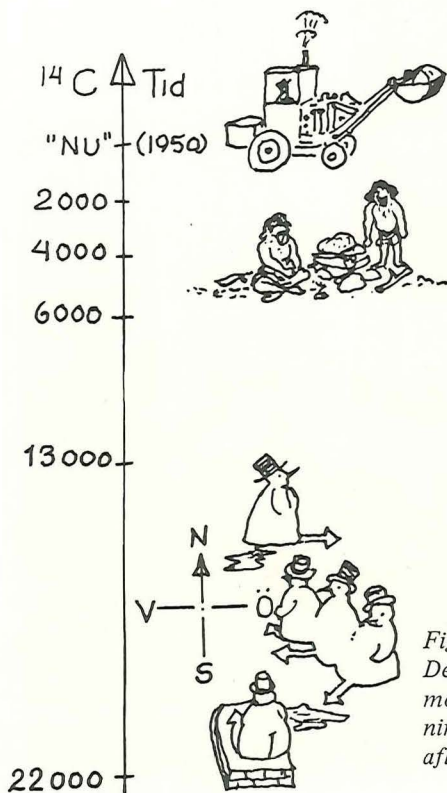


Figur 3. Skrivekridt adskilt af moræner i flage, der overlejres af moræner. Syd er mod højre. Ångdala.

ud. Da skrivekridtflagerne ved Kvarnby forekommer i den sydvestlige del af Alnarpdalen, kunne det altså tænkes, at flagerne var af lokal oprindelse og ikke var blevet transporteret helt fra Østersøens bund. Men helt nye mikropalæontologiske undersøgelser af foraminifer-indholdet i kalken langs Alnarpdalens rand tyder på, at der her overalt ligger Danien-kalksten ovenpå skrivekridtet. Ergo må Kvarnbyflagerens oprindelsessted fortsat søges på Østersøens bund.

Men hvordan har isen kunnet transportere så store flager så langt, uden at de

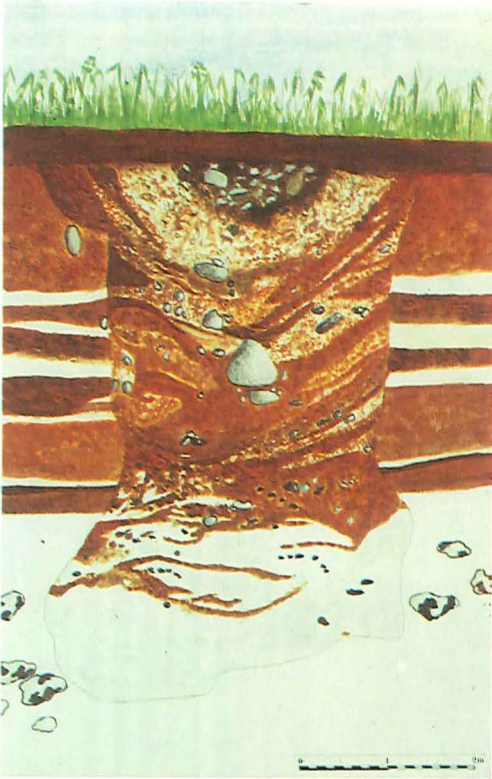
blev tværet helt ud? Formodentlig var den øvre del af kridtundergrunden foran den fremrykkende is dybfrossen og frøs fast til isens bund, da isen dækkede den. Ved isens fremrykning blev den frosne øvre del af skrivekridtet revet løs og ført med isen og blev inddraget i de bevægelser, der fandt sted i isens snævsede "sål". Derved opdeltes de første store flager, og tilsidst blev det hele "aflastet" som flagestrøget ved Kvarnby, da isen mistede sin transporterende evne.



Figur 4. Tidsskala for Kvarnbyområdet. De forskellige isfremstød, som afsatte morænebænkene, adskiltes af afsmeltningsskifter, hvor grus, sand og ler blev aflejret.

De dybtgående morænelag, som nu ses at dele flagerne op, afspejler sikkert glideplanerne langs indlandsisens bund, og deres hældning svarer til en fremrykning fra syd. Stenmaterialet i morænelagene inde i flagerne tyder på samme transportretning, da det har et højt indhold af Palæozoiske kalksten hidrørende fra Østersøens bund syd om Öland. Det ser således virkelig ud til, at der var en Baltisk isstrøm, der løsev flagerne og førte dem nordpå - op på land, hvor de senere lå særdeles bekvemt placeret, da vore forfædre i yngre stenalder fandt ud af, at det var en god forretning at bryde flint.

Men istiden var endnu ikke slut, da kridtflagerne første gang nåede Kvarnby.



Figur 5. Et snit gravet igennem en opfyldt grube, der strækker sig lodret ned gennem moræneleret (med tynde kridtslirer) og videre ned i kridtet, hvor den er bredere.

Nok smeltede den Baltiske is bort, og gruslag og istidsler blev aflejret ovenpå flagerne, men stensammensætningen i grusets og orienteringen af gruspartiklerne viser, at gruslagene blev afsat af smeltevand fra en ny isstrøm, der nærmede sig fra NNØ, og denne is nåede inden længe frem og dækkede Kvarnbyegnen, hvorved den nedre diskorkante moræne med små kridtflager blev afsat. Isbevægelsen ændredes nu gradvist "med uret" over NØ, Ø og SØ til stik syd før Kvarnbyegnen igen blev isfri, og smeltevandssand aflejredes.

Selv om vore forfædres forfædre allerede da havde indtaget det isfri Nordeuropa og ivrigt ventede på at tage nyt land i besiddelse, kom det til at vare lidt endnu. Store dele af Skåne og også Kvarnbyegnen blev endnu engang dækket af en isstrøm. Denne gang af den såkaldte Lavbaltiske is, der fra syd bredte sig ind over Sydskåne og fra vest ind over Øresundskysten.

Ud fra sammenligninger med kulstof-14 daterede lagserier andetsteds synes Kvarnbyegnens komplicerede nedsningsforløb at have udspundet sig mellem ca. 21500 og 13000 år før nu - dvs inden for et kortere tidsrum end det, hvor der har levet mennesker i Sydsandinavien.

Opdagelsen af stenalderfolkets flintminer i Kvarnby-egnens kridtflager skyldes statsgeologen N.-O. Holst fra SGU. Han besøgte egnen i 1904 for at finde forklaringen på, at der under kridtbrydningen blev fundet så mange kronhjortetakker. Da han så nærmere på kridtvæggen i bruddet, opdagede han, at der var gravet lodrette skakter gennem morænen og ned i kridtet, og i det materiale, som opfyldte skakterne, fandt han både flintredskaber og afslag fra flinttilvirkningen. I årene 1968, 1975 og 1977-79 har Malmö Museum undersøgt adskillige flintminer, som dukkede op ved åbning af nye kridtbrud. Når overjorden fjernes, kunne man se fylde i mineskakten aftegne dennes placering, og i de øvre dele af opfyldningen fandtes rester af ildsteder, dyreben og store mængder af tilvirket flint.

Ved udgravningerne i 1977-79 ved Ängdala gård i Södra Sallerups sogn fandtes godt tredive udfyldte skakter, hvoraf otte blev nærmere undersøgt. De lodrette skakter var 2.5-5 m brede foroven og mellem 2.5 og 7.5 m dybe. Dybden afhæng af tykkelsen af de overliggende istidslag og af, på hvilket niveau i kridtet, der optrådte flintlag. Fra skakten sås der vandrette "udbulinger" ud i kridtet, hvor et flintlag var blevet fulgt i vandret retning bort fra skakten, men egentlige minegange har ikke kunnet anlægges på grund af Kvarnby-kridtets løse beskaffenhed, der nok hænger sammen med den noget hårdhændede transport, som kridtflagerne var udsat for under istiden.



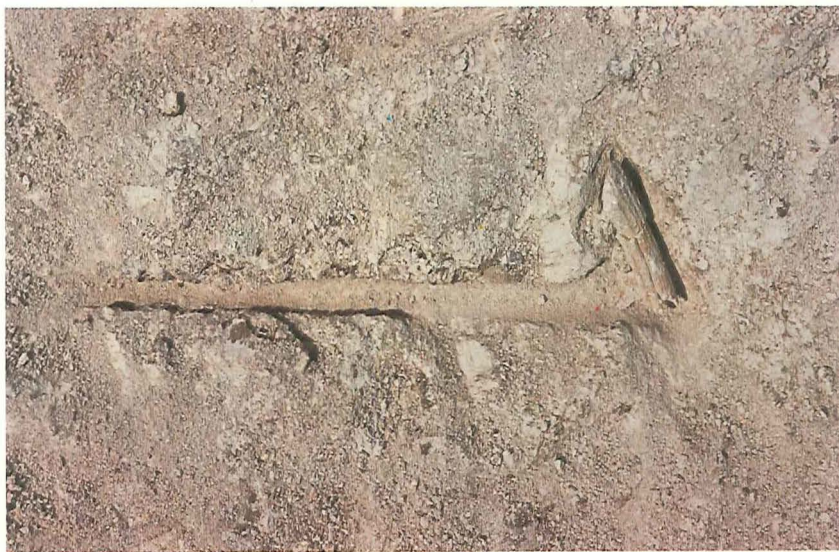
Figur 6. Ca. 70 cm lang hakke af kronhjorttak.

Foruden talrige flintafslag er der i og omkring skakterne fundet mange hakker tilvirket af kronhjortetakker. Selve stammen på takken brugtes som håndtag og første eller anden tak som spids på hakken. Det var bl.a. med dette primitive værktøj, de dybe skakter blev anlagt.

Rundt om minerne fandtes også afrundede, knytnævestore sten af flint og andre bjergarter, såkaldte "slagsten". De anvendtes til den første grove tilhugning af den brudte pladeflint. Denne tilhugning fandt sted oppe på marken ved siden af skakten. De groft tilhuggede flintstykker, "flintplanker", var velegnet til transport og senere forarbejdning. De tilvirkedes også ved flintminerne i Thy i Nordjylland, og herfra eksporteredes en del ad søvejen til Norge og Sverige - den øvrige produktion gik til "hjemmemarkedet".

De større flintredskaber, som rundt om på bopladserne blev udhugget af "flintplankerne" kunne være tyndnakkede økser, dolke, spydspidser eller kornsegl, men der blev også materiale til mange mindre redskaber som bor, skraber og syle.

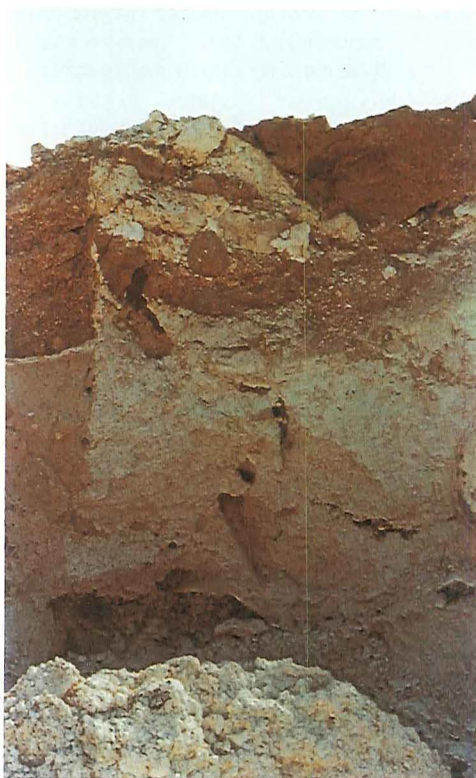
Redskaber af sydiskandinavisk flint er truffet langt nordpå i Skandinavien, og der må i yngre stenalder have været en omfattende byttehandel. Desværre er det ikke muligt at følge flintens handelsvej i detaljer, for den nørrejydske og skånske flint kan ikke adskilles, hverken i uforarbejdet eller forarbejdet form.



Figur 7. Resterne af et sammensat redskab: en hjortetakstump, som sikkert har været fastgjort til et træhåndtag, hvorfra der kun er fundet aftryk i fyldmaterialet.

Foruden hjortetakshakker er der fundet en mere raffineret redskabstype i gruberne ved S. Sallerup. Det drejer sig om en sammensat hakke, hvor et (nu bortrånnet) oprindelig 60 cm langt træskæft holdt en tværsat stump hjortetak, hvori der sikkert har siddet en flintspids fastgjort. Sådanne sammensatte hakker kendes fra andre europæiske flintminer. I en anden skakt blev fundet en skrånstillet træstamme med kort afhuggede sidegrene, der givetvis har fungeret som stige. Der er endelig fundet spor efter trækonstruktioner, der sandsynligvis har fungeret som platforme til etagevis udtømning af kridt- og flintstykkerne under brydningen.

Trækul, fundet i bunden af skakter, er blevet dateret med kulstof-14 metoden. Det gav aldre mellem 4000 og 3600 år før Kristus, dvs fra begyndelsen af yngre stenalder. Flere fund af redskaber og keramik tyder på, at brydningen fortsattes endnu lang tid - måske helt frem til bronzealderen.



Figur 8. En delvis frigravet grube, hvor der ses aftryk af en skrånstillet træstamme, der har været brugt som stige.

Mylonit - HVAD ER DET ?

af Lilian Skjerna

Ordet mylonit kommer af det græske ord for mølle, mylos. Det blev første gang brugt inden for geologien i 1885 af britten Lapworth, til at beskrive en meget finkornet flydebåndet bjergartstype, som han havde studeret bl.a. ved Arnaboll Hill i Eriboll området i nordvest Skotland. Her ved Moine overskydningen er gamle prækambriske gnejser skudt ind ovenpå yngre kambriske kvartsiter. Mylonitten er udviklet i bunden af gnejserne og i mindre grad også i toppen af kvartsiterne, altså langs selve overskydningszonen.

Lapworth anså - som det græske ord mylos antyder - disse finkornede bjergarter for at være dannet ved knusning, og han beskriver dem som var de opbygget af små splintrede fragmenter, bjergartsmel, sammenholdt af et kvartsbindemiddel. Flydebåndingen skyldes tilstedeværelsen af ganske tynde parallelle smører af kaolin, klorit eller sekundær glimmer, som adskiller de enkelte tynde lag, og som giver mylonitten en meget fin spaltelighed. Denne struktur kaldtes af Lapworth - og kaldes stadigvæk - for flydebånding (fluxion-structure), til trods for, at der ikke er tale om flydning i normal betydning. Foruden den finkornede grundmasse kan der være en mindre mængde større bjergartsfragmenter, porfyroklaste, tilstede i mylonitterne.

Eftersom mylonitter dannes ud fra andre bjergarter, som kan være sedimentære, magmatiske eller metamorfe, kan de have stærkt varierende mineralindhold og kemisk sammensætning.

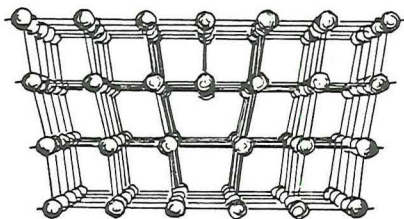
Termen mylonit var altså oprindeligt dels beskrivende (bjergarten skulle være finkornet til tæt i grundmassen og være flydebåndet) og dels genetisk, idet det forudsattes at bjergarten skulle være dannet ved knusning. Som det er tilfældet for mange andre genetiske termer, har det imidlertid også her vist sig, at det genetiske indhold i termen mylonit er blevet en belastning, efterhånden som vort kendskab til disse bjergarter og deres dannelsesmåde er blevet udvidet. Det har nemlig vist sig, at den type bjergarter, Lapworth beskrev, og kaldte mylonitter, næppe er dannet ved knusning, og at de i hvert fald ikke nu opbygges af sammenkittet bjergartsmel.

Hvordan dannes mylonitter så ?

Siden Lapworths første undersøgelse er mylonitter blevet beskrevet fra de fleste egne på Jorden og fra praktisk taget alle geologiske tidsaldre. De er altid fundet i tilknytning til forskydningszoner, hvor to bjergartskomplekser har forskudt sig i forhold til hinanden. Denne sammenhæng mellem mylonitter og forskydningszoner er nu så velunderbygget, at man kan tillade sig at slutte den modsatte vej - og antage forekomsten af en forskydningszone ud fra tilstede-

værelsen af mylonitter. Man skal dog være forsigtig, for finkornede vulkanske bjergarter eller metamorfe sedimenter kan nemt forveksles med mylonitter.

Men der er ingen tvivl om, at virkelige mylonitter er dannet i zoner med meget kraftig deformation, og det er også klart, at de er dannet ud fra eksisterende bjergarter ved at disse er blevet gjort mere finkornede. At dette skulle være sket ved knusning forekommer umiddelbart rimeligt, og denne opfattelse har da også været accepteret indtil for ca. 10 år siden.



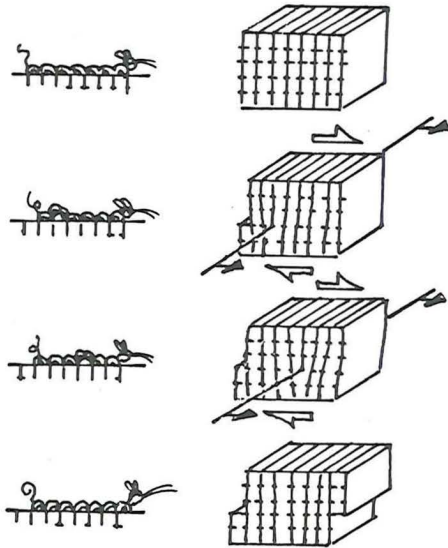
Figur 1. Krystalgitter med kantdislokation. Den øverste halvdel af krystallen har en skive ioner i overskud. Randen af denne skive danner en liniedefekt i krystalgitteret, som ses midt i figuren. En liniedefekt med denne udformning kaldes en kantdislokation.

Allerede tidligt blev det dog erkendt, at samtidig med "det", man opfattede som knusning, var der også sket en nykrystallisering af mineralkorn (blastese) i mange af de finkornede bjergarter. Sådanne bjergarter betegnedes blastomylonitter af B. Sander i 1912. Om en bjergart dengang var en mylonit eller en blastomylonit afhang altså af om knusning antoges at have domineret over nykrystallisering, eller omvendt.

De sidste 10-15 års studier af mylonitter, bl.a. ved hjælp af elektronmikroskopet har sammen med kendskabet til metaller og keramiske materials mikrodeformationsstrukturer vist, at finkornede bjergarter kan dannes ved kraftig deformation af mere grovkornede bjergarter, uden at der på noget tidspunkt sker brud, altså helt uden knusning.

For at forstå denne mekanisme er det nødvendigt at se på, hvad der foregår inde i krystalgitterne under en deformation.

Som bekendt har de fleste mineral et krystalgitter med en helt bestemt symmetri, dvs de kemiske bestanddele, ionerne, er stablet på en ganske bestemt måde. Imidlertid er denne opstabling ikke helt fejlfri, der kan være huller, hvor der mangler en ion i gitteret eller der kan være en ion for meget. Begge typer fejl kaldes for punktdefekter. Der kan også være indskudt en extra "skive" af ioner - et halvplan - som ender inde i krystallen (se fig. 1 og 2). Denne skives rand betegnes som en kantdislokation og er en liniedefekt. En anden type liniedefekt kaldes en skruedislokation, her er krystalgitteret på den ene side af et plan forskudt lidt i forhold til gitteret på den anden side, men kun langs en del af planet (se fig. 3). Endvidere kan der være planare defekter som f.eks. kan fremkomme ved at en mængde dislokationer arrangerer sig ved siden af hinanden (fig. 4). En korngrænse mellem to korn af samme mineral kan opfattes som en planar defekt.



Figur 2. Figuren viser hvordan en kantdislokation dannes og bevæger sig gennem krystallen (sammenlign med kålormens måde at bevæge sig på). Når dislokationen er kommet gennem hele krystallen er gitteret igen perfekt, men krystallens ydre form er blevet ændret.

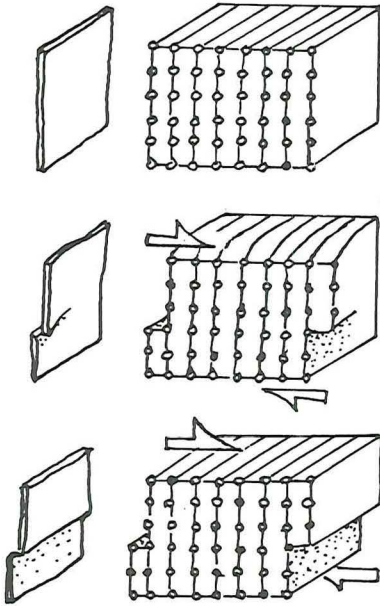
Når en krystal deformeres kan der både dannes defekter og udslettes defekter. Det sidste kan ske ved, at en liniedefekt glider gennem krystallen, sådan som det er vist i fig. 2 og 3. Enten kan den glide helt ud til randen af kornet, hvorved kornet har fået en lidt anden form, eller den kan møde en anden linie-defekt, som er modsatrettet, så de to defekter udsletter hinanden.

Ofte sker det, at linie-defekter, som glider langs forskelligt orienterede planer i krystallen, bliver filtret sammen. Herved bliver det sværere at deformere krystallen yderligere.

Ved lave temperaturer og meget pludselige spændingsudløsninger som ved jordskælv, kan det ende med, at krystallen går i stykker. Herved dannes bjergarter, som består af løst eller sammensintret bjergartsmel uden "flydebånding". De sammenhængende typer kaldes kataklasitter.

Når temperaturen er højere eller når deformationen sker langsommere, går bjergarterne ikke i stykker. Under disse forhold kan ionerne nemlig bevæge sig igennem krystalgitteret, idet de f.eks. diffunderer til eller fra kanterne af halvplanerne, hvorved kantdislokationerne klatrer ud af de glidebaner, de før befandt sig i. Herved bliver de sammenfiltrede dislokationer løst op og kan glide videre gennem krystallen.

Hvis temperaturen er meget høj og deformationen sker meget langsomt, vil næsten alle dislokationer enten vandre ud til korngrænsen eller udslette hinanden. Det er bl.a. det, der sker, når en gnejs bliver dannet. I dette tilfælde forandrer kornet form, men det beholder sin størrelse. Kornet kan også blive større, enten ved at materiale - i form af ioner - vandrer langs korngrænserne fra andre dele af bjergarten og hen til kornet, hvor de bliver optaget i krystalgit-



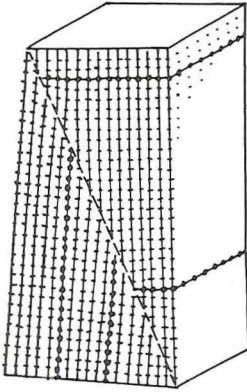
Figur 3. Figuren viser hvordan en skruedislokation dannes og bevæger sig gennem krystallen (her kan sammenlignes med et stykke papir, der bliver revet over). Ved en skruedislokation bevæger de enkelte ioner sig vinkelret på den retning, som dislokationen bevæger sig i. (Sammenlign med bevægelsen af kantdislokationer).

teret, eller ved at grænsen mellem to korn af samme mineral bevæger sig gennem det ene korn, så de smelter sammen til et.

Mylonitter dannes under betingelser, der hverken svarer til kataklasitternes eller gnejsernes. Det er typisk ved mellemhøje eller høje temperaturer og hurtige deformationer. Her har dislokationerne ikke kræfter til at vandre helt ud af kornet, men vil i stedet arrangere sig på en symmetrisk måde langs planer og danne planare defekter inde i kornet. Sådanne planare defekter kan f.eks. bestå af en række kantdislokationer, hvis halvplaner vender sådan, at de ikke kan udlette hinanden. Når mange dislokationer bliver stablet ovenpå hinanden, vil de bevirke at krystalgitteret på de to sider bliver lidt forskelligt orienteret, og der er nu dannet en ny korngrænse (fig. 4). I begyndelsen har gitrene på hver side af de nye korngrænser kun svagt afvigende orienteringer. Man taler om at det oprindelige korn er blevet opdelt i subkorn, men hvis deformationen fortsætter, dannes der hele tiden nye dislokationer, som vandrer ud i subkorngrænserne, så disse til sidst er blevet til rigtige korngrænser.

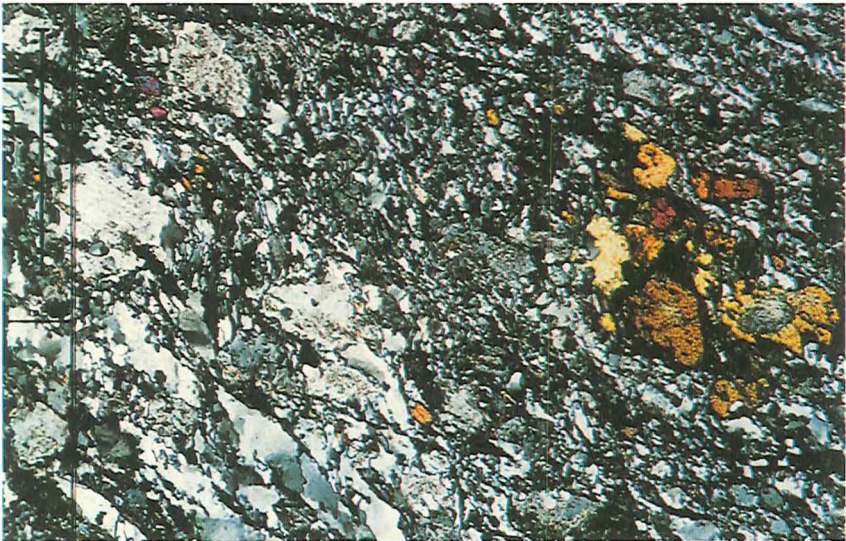
De oprindelige større korn er nu blevet omdannet til aggregater af meget mindre korn og har samtidig som følge af deformationen forandret form, så de er blevet stængel eller pladeformede. Der er dannet en finkornet bjergart med flydebånding - dvs en mylonit.

Dog er de fleste dislokationer senere udslettet på grund af varmepåvirkning efter deformationen.



Figur 4. Subkorngrænse mellem to (sub)korn som har fået lidt forskellig gitterorientering ved en ophobning af kantdislokation langs grænsen.

Ved en mylonitdannelse kan der også ske det, at der vokser små nye korn ved at ionerne i krystalgitteret grupperer sig om indenfor et lille område og danner en lille krystal med afvigende orientering. Dette sker især på steder, hvor der er ophobet mange dislokationer, f.eks. på subkorngrænser. De små nye krystaller



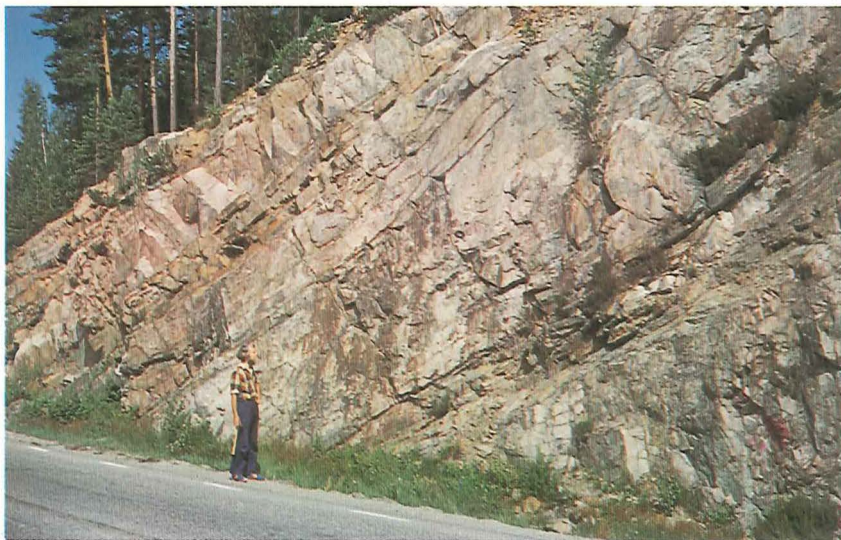
Figur 5. Tyndslib af mylonit dannet ud fra en tonalitisk gnejs. Foruden det fin-kørnede materiale ses lange udvalsedede kvartskorn, som internt er opdelt i subkorn. De farvede korn er epidot, som er mere modstandsdygtige overfor mylonitiseringsprocessen. Lok nord for E 18 nær rigsgrænsen mellem Norge og Sverige.

kan under den fortsatte deformation vokse ind i de gamle korn, idet de skubber dislokationerne foran sig. Hvis hele bjergarten opbygges af sådanne små nye korn, er den en blastomylonit.

Forskydningszoner i jordskorpen er steder, hvor der udløses meget store spændinger, som fører til meget store og hurtige deformationer af bjergarterne. I den øverste del af zonen, ned til 10-15 km's dybde, sker deformationen ved bruddannelse med udvikling af forkastninger og under udløsning af jordskælv og ved knusning af bjergarterne. Mellem jordskælvene vil der være rolige perioder indtil spændingsopbygningen igen er så stor, at brudstyrken overskrides. I denne øverste del af zonen vil bjergarterne øverst oppe være løse breccier og bjergartsmel, men kun nogle få km nede (1-4 km) er der sammenhængende, sammensintrede, bjergartsfragmenter uden nogen flydebånding - dvs kataklasitter.

Under 10-15 km dybde, hvor temperaturen normalt er over ca. 300° C, sker deformationen langt mere jævnt og roligt, omend stadig hurtigt efter geologisk målestok, og bjergarterne deformeres plastisk, samtidig med at de bliver finkornede og udvikler flydebånding (fig. 5). Det er her de egentlige mylonitter og blastomylonitter dannes.

De mylonitiske bjergarter kan danne en op til flere km bred sammenhængende zone. Men ofte danner de et forgrenet netværk af tynde og tykke mylonitzoner (fig. 6).



Figur 6. Mylonitzoner, ca. 900 mill. år gamle, ved E 18, 1,5 km fra grænsen mod Norge.

A PROPOS den forstenede natrav

De fleste VARV læsere gættede rigtigt. Man skal også stole på geologerne når de er alvorlige.

Naturligvis var det afbildede eksemplar af en ”fugleforstening” fra Nordnorge et naturspil ! Når de alvorligt arbejdende palæontologer siger, at fuglenes stamform ikke kan føres længere tilbage end til Jura perioden, så passer det.

Men naturen kunne allerede i Prækambrisk tid være mindst ligeså spøgefuld som VARVs gamle redakteur. Er det ikke forunderligt, at processer som sedimentation, metamorfose og deformation i løbet af nogle hundrede millioner år kan frembringe en form, der i den grad ligner en natteravn ? At det kan ske, kan næsten tage til indtægt for, at alt - selv det første liv - kunne opstå af sig selv ved Naturens spil og leg med de fysiske grundlove.

”Men også kun NÆSTEN”, føjer den gamle redakteur til, for han er et anstændigt menneske, der elsker Næsten.

Blandt de indkomne svar på VARVs sommergåde, har Peter udtrukket

*ERNST HOLST
VALDEMARSGADE 18 - 20
1665 KØBENHAVN V.*

som vinder, og Peter har været på posthuset med en pakke indeholdende den forstenede natteravn, som alligevel ikke var nogen forstening.

RETTELSE til VARV 1982, nr. 1

Beklageligvis blev der byttet rundt på teksterne til figurerne på side 12. Den rigtige tekst under figurer er:

- E: Bredvad porfyr, Vasselbodarna SV for Älvdalen.
- F: Klittberg porfyr, Klittberget NØ for Älvdalen.
- G: Sort Orrloksporfyr, Orrloken N for Älvdalen.
- H: Blyberg porfyr, Blyberget SØ for Älvdalen.