

1000000 fyres af !

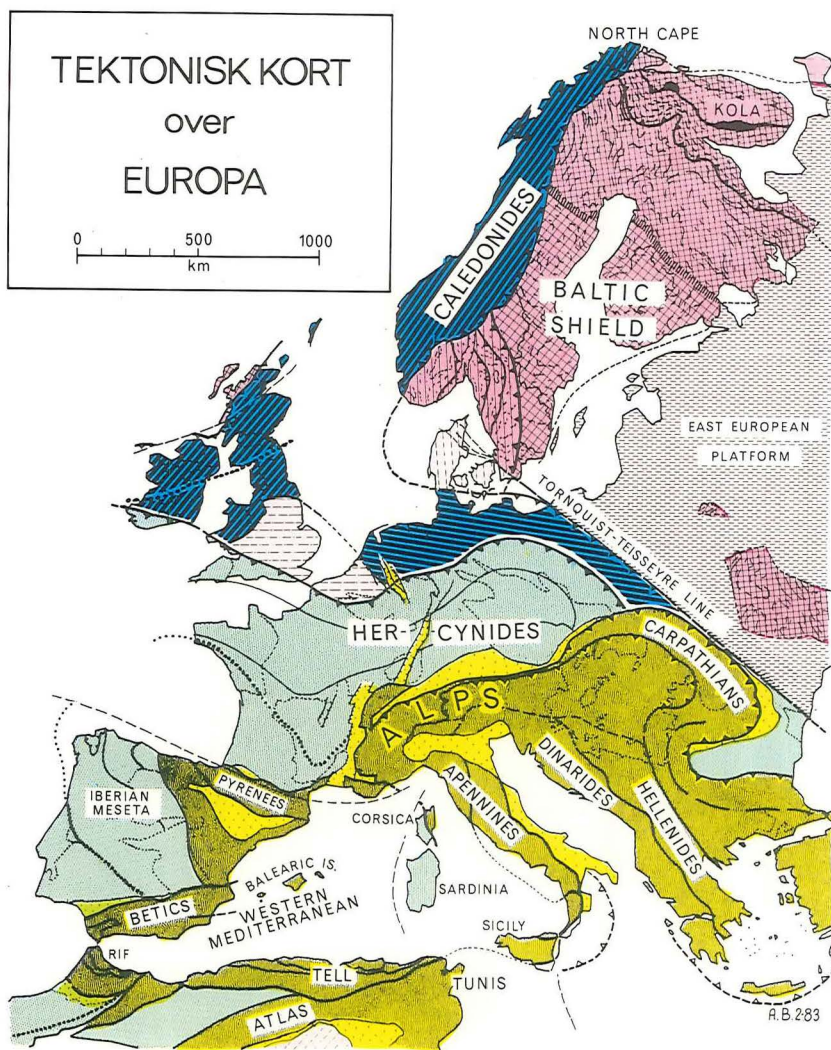
af Asger Berthelsen

Næste sommer vil en million kroner blive sprængt i luften på mindre end en måned. Det sker i forbindelse med de seismiske eksperimenter, der skal udføres i og omkring Danmark som led i realiseringen af den Europæiske Geotravers (EGT). Statens naturvidenskabelige Forskningsråd (SNF) har netop bevilget millionen. Regnes de tyske, svenske og norske bidrag til denne del af EGT projektet med, bliver det endda meget mere end en million, der fyres af !

Den Europæiske Geotravers er et fælles vesteuropæisk bidrag til 80ernes internationale projekt til udforskningen af kontinenternes lithosfære. Lithosfæren omfatter jordskorpen og den øverste del af kappen, og det er lithosfæren, der opbygger Jordens store plader. EGT projektet er startet på initiativ af sammenslutningen af forskningsrådene i 18 europæiske lande, men bortset fra fællesudgifterne til den overordnede planlægning og koordination, er det de enkelte, implicerede lande, der betaler. Da Geotraversen (fra Nordkap i nord, til Tunis i syd) går gennem Danmark, har Danmark været med fra starten.

Hvorfor en Geotravers i Europa ?

Geologerne har nu i mere end hundrede år studeret Europas geologiske opbygning, og Europa er uden overdrivelse Jordens bedst kendte landområde. Europas geologiske tilblivelse startede for mere end tre milliarder år siden. Udviklingen begyndte langt tilbage i Prækambrisk tid, hvor jordskorpen i det Baltiske skjold blev dannet ved gentagne bjergkædefoldninger (se VARV 1981, nr. 1). Efter at forsteninger for alvor begyndte at dukke op i den geologiske lagserie, blev ny europæisk skorpe dannet i forbindelse med endnu tre bjergkædefoldninger. Det var den Kaledoniske foldning (~ 600-400 millioner år), den Hercyniske foldning (~ 400-230 millioner år), og den Alpine foldning (~ de sidste 230 millioner år). Den Europæiske Geotravers er lagt tilrette som et dybt snit gennem Europas lithosfære. Geotraversen starter i nord i de ældste Prækambriske skorpebjergarter og går gennem yngre og yngre skorpeområder til Middelhavet i syd, hvor de skorpe-dannende og skorpe-nedbrydende processer fortsat er aktive. Studier langs Geotraversen kan derfor vise, hvordan processerne i lithosfæren har udspillet sig gennem meget lange geologiske tidsrum. Har de ændret sig gradvist eller pludseligt, eller har de ikke ændret karakter ? Med andre ord, kan den pladetektoniske teori, som er udviklet til at forklare de sidste ca. 200 millioner års geologiske historie, også forklare Europas ældre og ældste udvikling ?



Figur 1. Tektonisk kort over Europa. Kraftigt rødt viser Prækambriske bjergarter i overfladen, lyserødt, hvor de er dækket af yngre aflejringer. Skorpe påvirket af den Kaledoniske foldning er vist med blå. I den nordtyske-polske gren af Kaledoniderne dækkes de oftest af yngre aflejringer. Grønt er skorpe påvirket af den Hercyniske foldning, og orange-gule områder er præget af den Alpine foldning, lige som gravsænker samtidige med den Alpine foldning er orange-gule

De gamle kontinenter og de unge oceaner

Mens geologerne længe har vidst, at kontinenterne besidder stor ælde, er det først 60'erne og 70'erne store geovidenskabelige projekter og pladetektonik-teorien, der har lært os, at oceanerne er relativt unge. Langt den største del af oceanerne, som udgør over to trediedele af Jordens samlede overflade, er blevet dannet inden for de sidste ca. 200 millioner år. Den oceaniske skorpe er yngst nærmest op mod de midt-oceaniske rygge, hvor skorpetilvæksten stadig foregår - ved at opsmeltet materiale fra kappen trænger op i ryggene. Da denne skorpetilvækst og oceanbundsspredning er betydeligt større end Jordens egne gradvise udvidelse, må tidligere dannet skorpe samtidigt destrueres (ødelægges), for at der kan blive plads til den nydannede. Det sker, hvor de store plader støder sammen i de såkaldte subduktion-zoner. Her skubbes/synker den skorpe, der ikke er plads til, ned i kappen, og når den føres ned mod Jordens varme indre, smelter den delvist op. Smeltmasser/magma trænger op og størkner som dybbjergarter eller forårsager vulkanudbrud.

Plade-sammenpresning, smeltfremtrængning og vulkanisme har ført til dannelsen af de jordomspændende Alpine foldestrøg, og den Alpine bjergkædefoldning kan derfor anskues som en følgevirkning af dannelsen af Jordens nuværende oceaner.

Er der ingen gamle oceaner ?

Der er som nævnt orden i Jordens pladetektoniske regnskab for de sidste ca. 200 millioner år. Her balancerer indtægterne, som skyldes oceanbundsspredning, pænt med udgifterne, som er brugt til skorpeødelæggelse og bjergkædefoldning. Men der kan ikke opstilles en tilsvarende balance for regnskaberne for de Hercyniske og Kaledoniske foldninger - for slet ikke at tale om de Prækambriske. De sider i Jordens ældre regnskabsbøger, hvor indtægterne skulle være opført er blevet revet ud.

Ifølge pladetektonik-teorien må der forud for, og samtidig med, enhver større bjergkædefoldning være sket en omfattende oceanbundsspredning. Det er jo spredningen, der fremkalder pladebevægelserne - og foldningerne. Men så at sige alle rester af de ældre oceaner er forsvundet. Det må derfor antages, at de gamle oceaner blev subduceret og destrueret. Hver gang Jorden havde udviklet et nyt sæt oceaner, blev de ødelagt ved en efterfølgende bjergkæde foldning og det må have gentaget sig gang på gang.

Men hvorfor gik det ud over oceanerne ?

Det er der en enkel forklaring på. Skorpen under oceanerne har altid været tungere end skorpen under kontinenterne, og oceanskorpen var derfor forudset til at "bukke under" og blive subduceret, hvor oceanbund stødte sammen med kontinenterne.

Men selv om den lettere kontinentskorpe altid synes at have ”flydt ovenpå”, forblev den ikke upåvirket, når den blev inddraget i pladesammenstød. Dens strukturer blev ændret ved storstilet sammenskydning af flager, den blev plastisk omformet og foldet, og yngre smeltmasser blev tilført, hver gang en ældre kontinentskorpe blev inddraget i en yngre bjergkædefoldning.

Ved at udrede disse ændringer, ved at studere hvad der er sket i både jordskorpene og den øvre kappe inden for den kontinentale lithosfære, bør det derfor være muligt at spore den ældre og ældste, tektoniske udvikling her på Jorden. Vi må blot huske, at det dengang var andre plader med andre afgrænsninger, der bevægede sig i andre retninger.

Vi må se dybt !

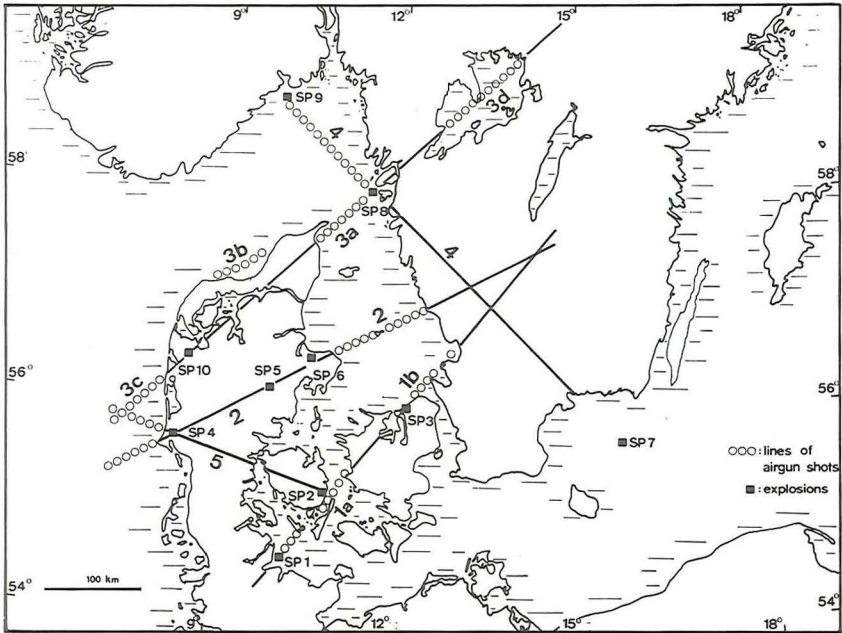
Det er en klar fordel, at Europas overfladegeologi kendes i stor detalje, men det er ikke nok. Geologiske arbejdsmetoder giver indblik i jordskorpens opbygning ned til 5-10 km dybde, lokalt måske lidt dybere, men vore forestillinger om den nedre jordskorpens opbygning skyldes fortrinsvis de geofysiske resultater. Når derfor sammensætningen af den nedre jordskorpe og den øvre kappe og strukturerne skal udforskes, må det gøres i nært samarbejde med geofysikere og geologer, og det er netop, hvad den Europæiske Geotravers har som mål ! Geotraversen er et flerfagligt projekt, hvor jordmagnetikere, tyngdeforskere og andre geofysikere kommer geologer til hjælp ... og hjælpes af geologer. Det bliver især ved hjælp af kunstige jordskælv, fremkaldt ved store og små sprængninger, at Europas ”underside” skal udforskes nu i 80’erne.



Figur 2. Efter sprænghullet er boret, sænkes ladningen ned.



Figur 3. Sprængningerne registreres af geofoner, der er anbragt langs profilinien. Her ses en geofon, parat til placering.



Figur 4. Kort over de dyb-seismiske profiler, som forventes "skudt" i 1984. Sorte firkanter på land angiver sprængpunkter, cirkler viser planlagte airgunskud til søs.

Jordskælvbølgernes udbredeshastighed og -baner bestemmes af sammensætningen og strukturerne i lithosfæren, og selv om de sybseismiske profiler ikke altid giver geologisk entydige oplysninger, sætter de bestemte grænser for, hvad der kan være geologisk muligt. Takket være den moderne computerteknik, som er udviklet bl.a. i forbindelse med olieeftersforskningen, kan alle måledata samkøres og en lang række modeller efterprøves, så geologernes fantasi kan kontrolleres.

Hvad skal millionen bruges til ?

Det meste af millionbevillingen skal anvendes til udførelse af i alt ca. 2400 kilometer dybseismisk profil. De 2400 kilometer er delt op i fem profiler. Tre, som går i SØ-NV retning gennem Danmarks undergrund, et langs Ringkøbing-Fyn højderyggen, hvor den krystalline sokkel ligger relativt højt, og et såkaldt referenceprofil gennem kanten af det Baltiske skjold i det sydvestlige Sverige, fig. 4.

Ved udførelsen af de dybseismiske profiler skal der fyres over 10 tons sprængstof af, og sprængstoffet alene koster næsten en kvart million. To tyske undersøgelseskibe, som medvirker, vil affyre 'airguns' (luftpistoler med 50 liters kapacitet !), og skibene vil sammen med de 50 landstationer med seismografer, som placeres langs profillinierne, registrere eksplosionerne. 5 af landstationerne vil blive betjent af dansk mandskab.

Det er den krystalline sokkel under Danmarks kilometer-tykkede sedimentlag, den øvre kappes overgrænse (Moho) og fysiske beskaffenhed, der især skal udforskes. Herigennem regner forskerne med at kunne få svar på en lang række hidtil uløste spørgsmål. Bl.a. om, hvordan Danmarks "underside" er udformet, om de tektoniske enheder i den sydvestlige del af det Baltiske skjold fortsætter sydover ind under Danmark, om den Permiske Oslo gravsænke afgiver en gren, der strækker sig ind under Jylland mod Silkeborg, om hvor grænsen mellem den Prækambriske sokkel og de Nordtyske-Polske Kaledonider går nede i undergrunden ?.

Der skal ikke bare skydes og "ses" dybt. Der skal også tænkes dybt, når alle de indsamlede data er omformet og bliver stoppet i regnemaskinerne. De medvirkende geofysikere og geologer ved Geodætisk Institut, Københavns og Århus universiteter, Danmarks Geologiske Undersøgelse, og vore tyske, svenske og norske kolleger får noget at tumle med de kommende år, når Danmarks "underside" skal modelleres.

Kan det betale sig ?

Den Europæiske Geotravers sigter først og fremmest på at opklare de dybe og grundlæggende træk i lithosfæren, især mellem 5 og 50 kilometers dybde, og Geotraversen har ikke til formål at lokalisere olie- og gasforekomster. Det siger imidlertid sig selv, at en så koncentreret indsats, som Geotraversen repræsenterer, vil øge forståelsen af de sedimentære aflejringsbassiners udviklingshistorie.

En sådan forståelse vil være af grundlæggende betydning for fremtidig efterforskning af fossile brændsler og energireserver i undergrunden. Sammenholdes udgifterne til Geotraversen med de beløb, som olieselskaberne har brugt til olieefterforskning, svarer udgifterne til Geotraversen gennem Danmark stort set til prisen for en tør dyb olieboring, og selv tørre boreriger bringer nye oplysninger til nytte for den videre efterforskning. Både i videnskab og i 'business' gælder det om at turde tørre !