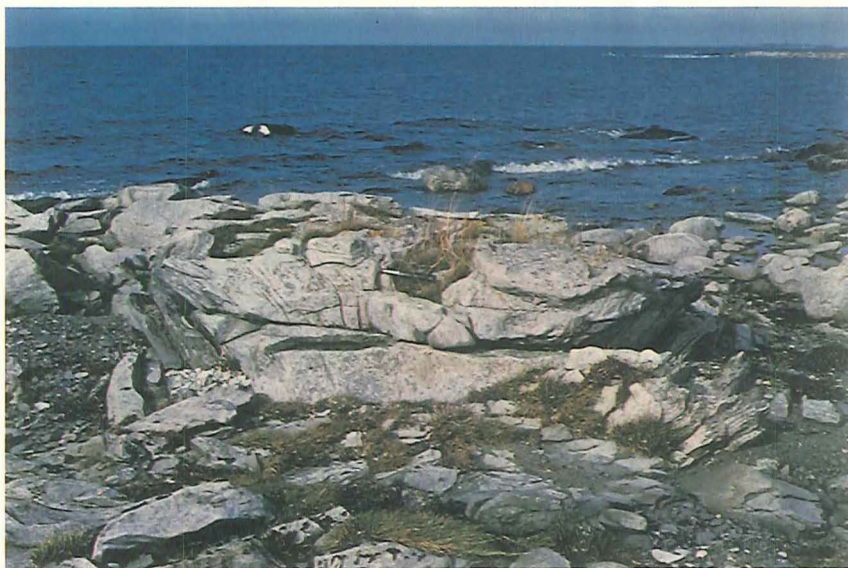


Geologi fra Modelfly



af Sven Stridsberg og Sven Laufeld

Det er slet ingen let opgave, ved hjælp af en radiostyret modelflyver at vise, at der for ca. 410 millioner år siden indtraf et jordskælv i Østersø-området, men vi tror, at det er lykkedes. Lad os begynde med begyndelsen. Det har længe været kendt, at den siluriske Burgsviksandsten på Gotland indeholder mange egen-dommelige strukturer. Nogle af dem er meget store, og de er af geoteknikeren Roland Pusch blevet tolket som ledsagefænomener til jordskælv. Pusch har offentliggjort styrkeberegninger, som tydeligt viser, at rystelserne fra et jordskælv teoretisk skulle kunne forårsage dannelsen af sådanne strukturer i sandstenen. En forklaring på, at denne tolkning ikke har vundet gehør, kunne være at strukturerne, som Pusch beskrev fra Sydgotlands vestkyst, kun er blottede i en lav klint og ikke fremtræder tredimensionalt. Da to amerikanske geologer i 1974 langs en kyststrækning nord for den Pusch havde beskrevet opdagede lignende strukturer i sandstenen, hvor de kunne studeres tredimensionalt, beslut-



Figur 1. Sedimentfolder i silurisk Burgsviksandsten fra Kulhaken på Sydgotland. Foto Sven Laufeld.



Figur 2. Da Burgsviksandsten var halvplastisk, foldedes skiferen under en sandstenslinse op omkring linsens kanter.

tede vi os til at undersøge dem nærmere. Ved blot at gå langs stranden blev man hurtigt klar over, at vældige kræfter havde været i gang (fig. 1) eftersom lagene her er særdeles forstyrrede. Langs stranden findes store sandstens-puder og -linser, hvor den oprindeligt vandrette lagdeling er blevet foldet så kraftigt, at der ikke er den ringeste tvivl om, at deformationen fandt sted, mens lagene endnu var plastiske, altså inden sandet blev til sandsten. Sandstenslinserne hviler på lerskifer, som også er foldet og bøjet rundt om linserne (fig. 2). På steder hvor sandstenspudderne er forsvundne, findes badekarlignende fordybninger i skiferen.

Hvis strukturerne forårsagedes af jordskælvsrystelser i havbunden umiddelbart efter afsætningen af lerskifer og sandsten, ville strukturerne udseende og retning sandsynligvis afspejle havbundens hældningsretning. Eftersom sandet under rystelserne må have bevæget sig ud mod dybere og dybere vand, det vil sige cirka vinkelret på den fortidige havbunds dybdekurver, burde det ved hjælp af målinger af strukturerne længdeudstrækning være muligt at rekonstruere det gamle havbundsrelief. At foretage disse og andre målinger direkte på jorden viste sig dog at være meget tidskrævende, og da en af os havde bygget en meget speciel flyvemaskine til fotografering fra lav højde, anvendte vi denne.

Ved arkæologiske udgravninger tages ofte billeder fra "luften" ved hjælp af et såkaldt fototårn, en slags trebenet metalgiraf. De teleskopiske fototårne er

gode til fotografering af 5x5 m kvadrater af jordoverfladen, men det er for tidskrævende at flytte tårnet over større arealer. Store oversigtsbilleder fås bedst fra et almindelig luftfotograferingsfly. Når det gælder detaljer kan man benytte helikopter, men i reglen er det umuligt på grund af de store omkostninger. Så er der kun drage og modelfly tilbage. En drage er svær at manøvrere og dens anvendelse er helt afhængig af vejr og vind. Så er der modelflyet tilbage.

Modelflyet (se forsiden) er en kameraplattform, som er bevægelig i alle retninger. Operationshøjden kan variere fra 5 til 500 m og den største højde begrænses alene af vanskelighederne med at bevare øjenkontakt med flyet og dets bevægelser. Afhængig af højde og valg af objektiv dækker billedet fra ca. 20 m² til næsten 1 km². I det sidste tilfælde må man dog anvende et så kraftigt vidvinkelobjektiv, at perspektivet bliver forvrænget langs kanterne. Det lader sig naturligvis gøre at fotografere med overlappning til stereobilleder.

Teknikken bag flyet er enkel. Motor, radio og kameraudstyr er færdigkøbte dele, som ikke kræver anden tilpasning end selve installationen i flyet. Flyet, som har en spændvidde på 2 m og en totalvægt på 4,5 kg, er bygget om en ramme af balsa. Rundt om kameraet findes 1 mm krydsfiner. Vingebjælkerne er to 5x20 mm birkelister, mens ribber og kropsbeklædningen er af balsa. Såvel vinger, hale og krop (uden på balsabeklædningen) er beklædt med silke for at opnå stor styrke og mindst mulig vægt. Vingen har en kraftig bærende profil (Clark Y). Halepartiet og landingsstellet er fasthæftede med kraftige elastikker for at kunne give efter ved voldsomme landinger. Faste vinger og landingsstel forårsager let deformation eller brud ved hård kontakt med jorden eller vegetationen, hvorimod elastikkerne tillader "landinger" som normalt ellers ville resultere i havari. Landinger i træer og buske eller nypløjede marker eller på rullesten har ikke forårsaget havarier. Flyvningerne har kunnet fortsætte efter at vinger og landingsstel er blevet sat tilbage til normal stilling. Motoren, som er en normal tændrørmotor (OS 40 R/C) på 6.5 cm³, er tilstrækkelig stærk til at få flyet i luften, efter at man har kastet det afsted med tilløb. En større motor giver naturligvis større rækkevidde, men giver på den anden side også kraftigere vibrationer i flykroppen. Kameraet er placeret i en faconskåret skumplastblok for at mindske risikoen for at motorvibrationer skal give uskarpe billeder. Vore erfaringer viser, at rystelserne ikke gør billederne uskarpe ved en eksponeringstid på 1/125 sekund. Under selve fotograferingen flyves mod vindretningen for at bevægelsehastigheden over jorden bliver mindst mulig.

Kameraudrustningen består af et Canon AE-1 24x36 kamera med en optrækkelig udløser samt objektiver med 28, 35 eller 50 mm brændvidde. Til oversigtsbilleder kan vidvinkelobjektiv og stor flyvehøjde kombineres, mens detaljer bedst tages med normal objektiv og fra lav højde. I det sidste tilfælde må man bruge meget kort eksponeringstider eller fotografere i kraftig modvind for at undgå uskarpe billeder. Både eksponering og manøvrering foretages ved hjælp af radio. Eftersom vi har tilstræbt størst mulige egnethed til feltarbejde,

Tekst til forsidebillede: Efter et kort tilløb kastes modelflyet for fuld motorstyrke op i luften. Pilot-fotografen holder radiosenderen i den anden hånd. Læg mærke til fotoåbningen på flyets underside. Foto Anne-Marie Stridsberg.

er flyet ikke forsynet med balanceklapper og styringen foregår alene ved hjælp af højde- og sideror.

Desuden findes en radiokanal til regulering af motoreffekten og en kanal reserveret til anden udrustning, f.eks. en filterskifter til spektralfotografering. Behovet for spektralfotografering opstår frem for alt ved fotografering af genstande beliggende under vandoverfladen, f.eks. ved åmundinger eller andre sedimentationsområder.

Luftfotograferingen af jordskælvsstrukturene i Burgsviksanden blev foretaget med sort/hvid film, og fotomosaikken blev derefter brugt som grundlag for målingerne. Inden fotograferingen blev 1 og 2 m lange nordpile lagt ud på jorden. Til brug for denne artikel blev der også taget farvefotos af strukturerne (fig. 3).

En analyse af flybillederne viser, at strukturerne længeakser overvejende løber nordvest-sydøst. Det er tydeligt, at vibrationer i forbindelse med et jordskælv fik porevandet i sedimentet til at vandre opad.

Ustabiliteten medførte små sydøstlige bevægelser i dele af Burgsviksandlaget og sandet fordeltes i langstrakte linser. Trykket på det halvflydende skiferlag blev størst under linserne, og en plastisk foldning af skiferen fandt sted mellem linserne.

Vi har gjort talrige andre analyser for at bevise virkningerne af dette jordskælv for 410 millioner år siden, men denne artikel skulle jo handle om et lille, radiostyret fotomodelfly.



Figur 3. Luftfoto af jordskælvsstrukturene ved Kulhaken. Bemærk den foldede skifer mellem sandstenslinserne samt geologen i billedet nederst til venstre. - Flyvehøjde ca. 15 m. Foto Sven Stridsberg.