

GEOLOGI I FUGLEPERSPEKTIV

Af mag. scient. *Asger Berthelsen*

Flyvefotograferingens betydning for den geologiske kortlægning

Som nævnt i mag. scient. Henning Sørensens artikel (Grønland 1955, side 68) møder man ofte under det geologiske kortlægningsarbejde på Vestgrønland den opfattelse hos de fastboende danske, at geologerne er en slags geodæter, der rejser omkring og måler op for at fremstille landkort. Denne opfattelse rummer imidlertid også en vis portion sandhed, da geologerne arbejder med at udfærdige kort (kartering), men det er vel at mærke geologiske kort, der – som regel med farvesymboler – afbilder, hvilke aflejringer eller bjergartstyper der findes på kortets forskellige dele.

Grundlaget for den geologiske kartering er de topografiske kort, der udarbejdes af geodæterne. Det er kort, der viser landets omrids eller konturer, er forsynede med højdekurver og koter. De søger at gengive så mange topografiske detaljer som muligt: vandløb, søer og ikke mindst bebyggelser og anlæg, hvor sådanne findes, og de er endelig forsynede med lokalitetsnavne.

Det færdige geologiske kort trykkes som regel oven på det topografiske, således at man umiddelbart kan aflæse, hvilken bjergartstype der findes på en given lokalitet. Det er endvidere forsynet med symboler og tegn, der angiver lagenes orientering – om de ligger vandret, hælder, står lodret eller er overkippede. Til et geologisk kort hører endelig en beskrivelse af de forskellige bjergarter, der optræder inden for kortbladet, og deres strukturer.

Det geologiske kort tjener to formål, et praktisk og et videnskabeligt. Det praktiske har igen to perspektiver. For det første opnår man gennem kartering et indblik i fjeldgrundenes sammensætning og opbygning, der er af afgørende betydning ved lokaliseringen og udnyttelsen af de mineralforekomster, der eventuelt findes inden for kortbladsområdet. (Se her mag. scient. Henning Sørensens artikel om geologisk kortlægning og efterforskning af mineraler i Grønland, 1955, side 61). For det andet kan kendskabet til fjeldgrunden og dens bjergarter betyde en arbejdslettelse for den ingeniør, der måske skal anlægge en vanddæmning, en vej eller tunnel i det undersøgte område.

Det videnskabelige formål er at samle nyt materiale til efterprøvning og udformning af teorierne om bjergenes tilblivelse. Dette teoretiske kendskab er naturligvis igen af stor betydning for det ovennævnte praktiske arbejde.

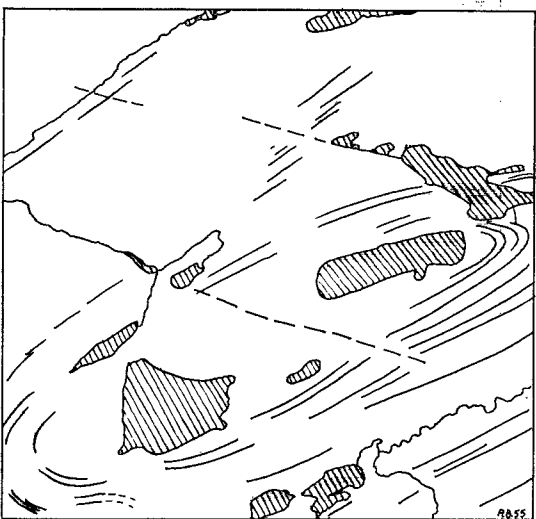


Fig. 1 a

Eksempel på en lukket struktur
(neddykning i en nedadvendende fold) i landet mellem Ndr.
Strømfjord og Ndr. Isortoq. Lagdelingen fremtræder i dette
område meget tydeligt på grund af lyse marmor- og granulitlag
og mørke hornblendeskiferlag i hypersthengnejsen. Den
punkterede linie angiver en markant spalte (masterjoint).

De af Geodætisk Institut fremstillede topografiske kort er for de nyere kortblades vedkommende baseret dels på jordopmålinger (triangulation) og dels på fotografiske optagelser fra luften. Oberst J. V. Helk har i dette tidsskrift i en interessant artikelserie fortalt om flyvefotograferingen på Grønland (Grønland 1954).

Ved at tage flyvebillederne til hjælp når man langt hurtigere og lettere frem til det endelige topografiske kort. Arbejdet på jorden indskrænkes til fastlæggelsen af et trekantsnet, hvortil punkter, der nemt genfindes på flyvebillederne, udvælges som hjørner i trekanterne. Disse triangulationspunkter er i felten afmærkede med varder. Dette er skelettet, hvorover kystkonturer, højdekurver etc., der udtegnes direkte fra flyvebillederne ved hjælp af specielt byggede instrumenter, kan lægges.

Denne arbejdsmetode er selvsagt meget tidsbesparende, da geodæten eller topografen uden denne ellers i marken skulle måle og pejle alle højdepunkter ind, og kortene bliver samtidig – bl. a. i højdekurvernes forløb – mere nøjagtige.

Flyvefotograferingen er imidlertid ikke alene af stor betydning for den topografiske kortlægning. Den er også af stor vigtighed for det geologiske karteringsarbejde, og flyvebillederne kan, hvis topografiske kort ikke foreligger, tjene som et særdeles brugbart grundlag for en geologisk kartering.

Til studiet af overflademæssige forhold (morfologi), og hvad der især på Grønland er af betydning, indlandsisens morfologi, er flyvefotografierne også næsten uundværlige.

Under det rene geologiske karteringsarbejde falder flyvebilledernes anvendelighed i tre grupper. De kan udnyttes før, under og efter feltarbejdet, men deres fulde udnyttelse er betinget af anvendelsen i alle tre stadier.

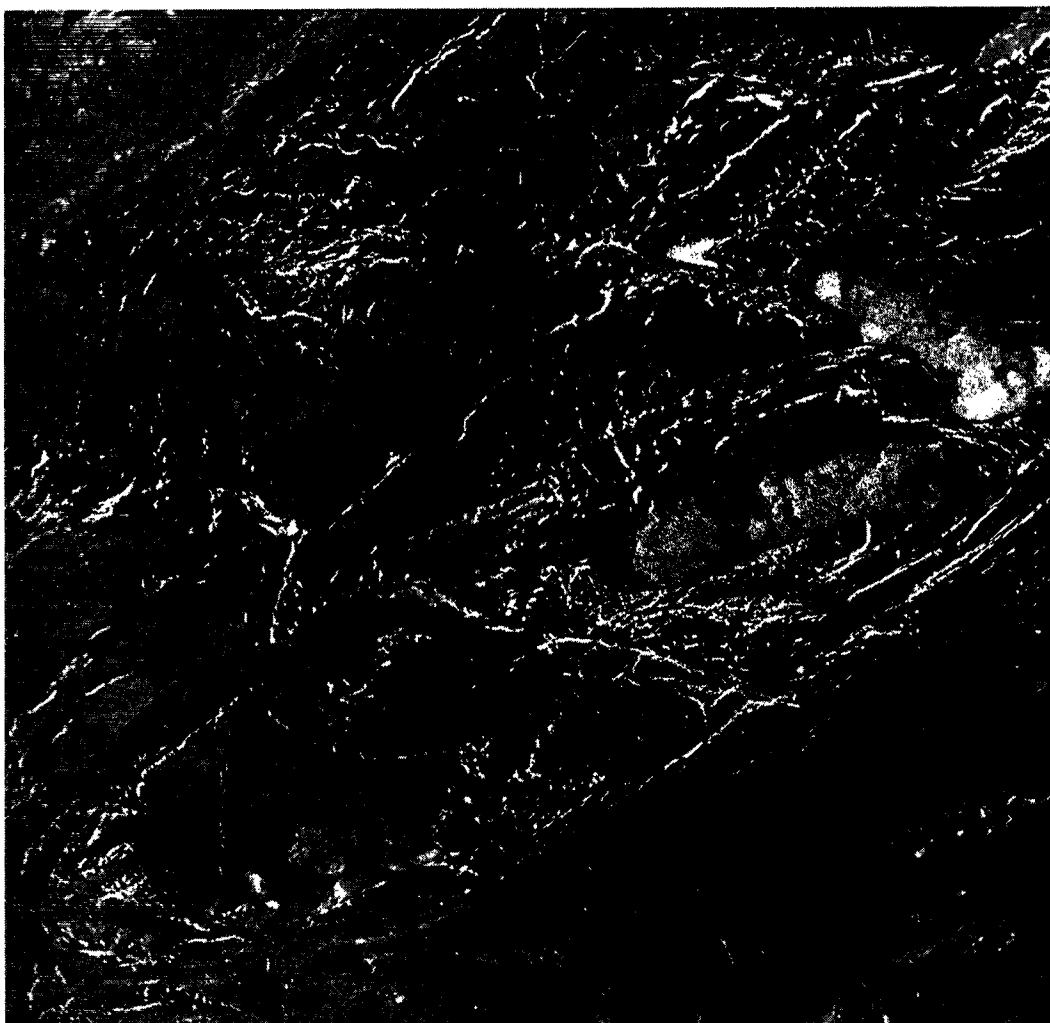


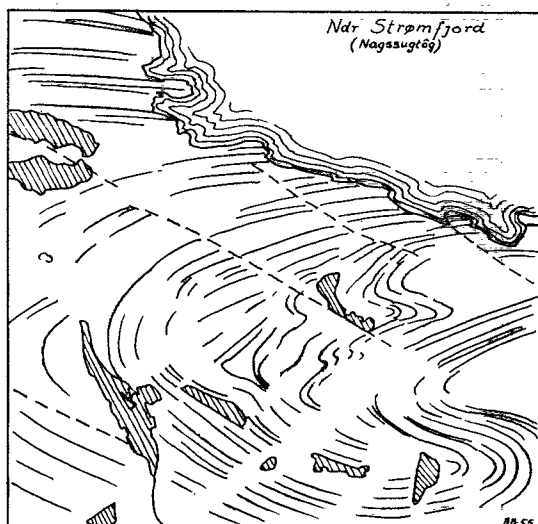
Fig. 1 b

Geodætisk Institut eneret

Hvad viser flyvebillederne da, som kan interessere en geolog, der f.eks. arbejder med det vestgrønlandske grundfjeld? Kan man ud fra et flyvebillede sige noget som helst om disse kraftigt omdannede bjergarter, der repræsenterer »rødderne« af dybt nedslidte foldebjerge fra jordens urtid?

Det kan man i allerhøjeste grad.

I en tidligere artikel (Grønland 1954, nr. 7, side 241) har jeg i korte træk fortalt om disse gnejsområders opbygning og sammensætning. Et vigtigt træk, lagdelingen i gnejsen og forekomsten af lag med afvigende sammensætning som glimmerskifer og hornblendeskifer, blev her draget frem. Denne lagdeling viser os folderne og strukturerne i



»Disharmonisk« foldning,
hvor nabolagene er foldet med forskellig intensitet. Sydvestkysten
af Ndr. Strømfjord. Flyvebilledet er – ligesom de øvrige figu-
rer – taget i ca. 4000 m højde – ret nedad (vertikalbillede).

Fig. 2 a

fjeldene, og da fjeldet som regel kun i ret ringe grad dækkes af bevoksning eller moræne, fremtræder lagdelingen tit meget tydelig, side 203 og 205.

Men ligesom geodæten lettere kan tegne højdekurverne ud efter flyvebillederne, end når han står i marken og ikke kan se dalene og kløfterne mellem fjeldtoppene uden at vandre meget og langt, således kan geologen også lettest se lagdelingens forløb i fjeldene på et flyvebillede, der viser det hele i fugleperspektiv.

Et luftbillede fra skærgården viser for eksempel tit, hvorledes lagene løber fra ø til ø og giver umiddelbart et helhedsbillede, som ville være vanskeligt at opnå ved at sejle rundt i motorjolle mellem øerne.

Et interessant forhold ved anvendelsen af flyvebillederne er desuden, at man ved hjælp af dem undertiden tydeligt kan se strukturerne i fjeldgrunden, selv hvor denne dækkes af en ret frodig vegetation. Dette skyldes simpelthen, at lag med en fra helheden afvigende kemisk sammensætning på grund af det tynde morænedække bevokses af en afvigende flora. De ellers mørke til helt sorte amfibolitlag fremtræder for eksempel således med bevoksning som lyse lag på flyvebillederne.

Mens vegetationen sjældent har en forstyrrende indvirkning på tolkningen af flyvebillederne, kan snedækning ofte volde store vanskeligheder for både geodæter og geologer, da sneen både tilslører de topografiske detailler – som elve og søer – og de geologiske strukturer. Undertiden kan et delvist afsmeltet snedække dog fremhæve visse geologiske træk, som spalter og sprækker. Fig. 3 og 4.

Foruden folderne er der andre geologiske dannelser og strukturer, der fremtræder tydeligt på flyvebillederne. Diabasgangene – de lavafyldte revner i fjeldene – ses ofte som sorte bånd og striber på bjergvæggene. Men de ses endnu tydeligere på flyvebille-

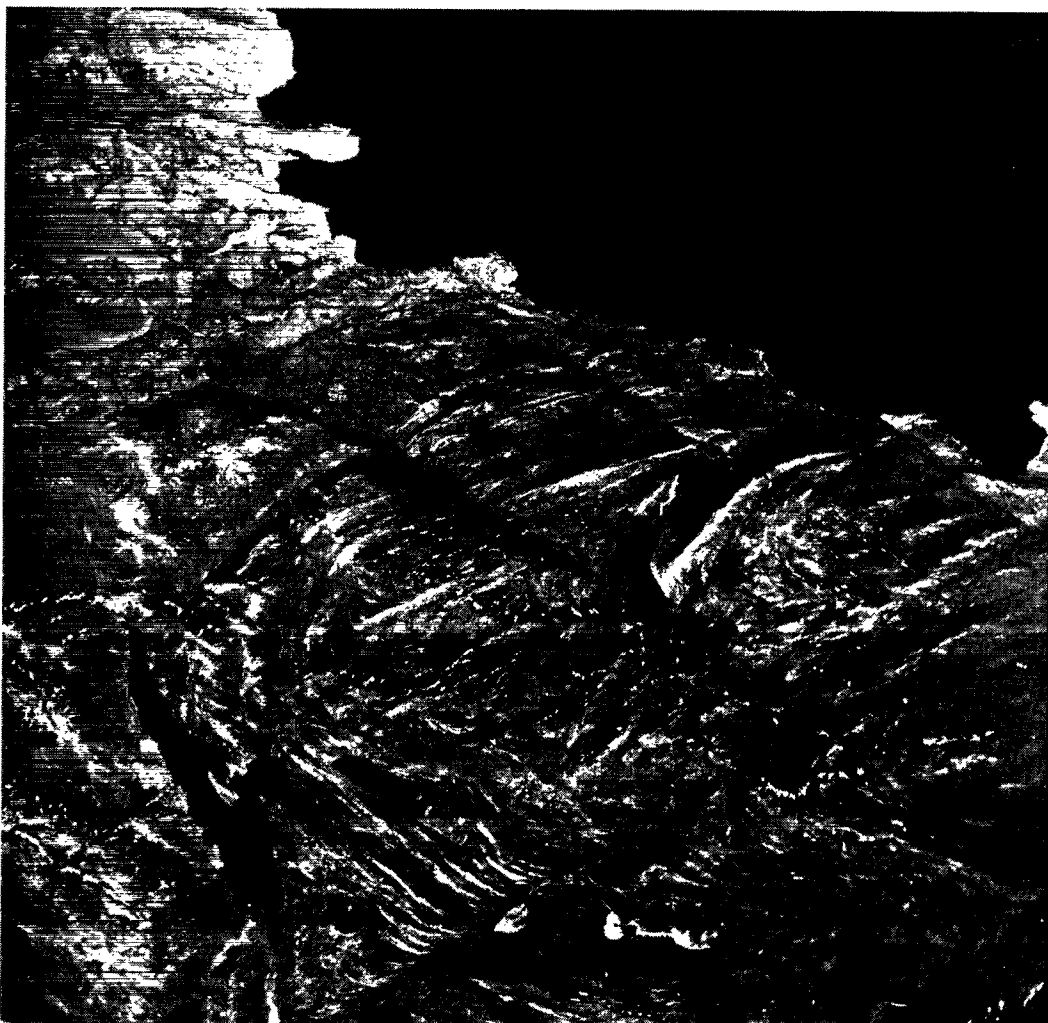


Fig. 2 b

Geodætisk Institut eneret

derne, hvor de undertiden kan følges gennem landskabet over mere end hundrede kilometer. Man kan endog i enkelte heldige tilfælde, hvor to gange skærer hinanden, ved hjælp af flyvebillederne afgøre, hvilken gang der er yngst. Den yngste ses her at gennem-sætte og afskære den ældste. Det må dog tilføjes, at sådanne tilfælde snarest er undtagelser, da diabasskæringer oftest er overdækkede af søer eller bevoksning. Isen havde, da den i sin tid dækkede hele landet, ret let ved at grave sig ned her, hvor to sæt sprækker skærer hinanden.

Er de to gangsystemer imidlertid af forskellig kemisk sammensætning, forvitrer de forskelligt og kan bære forskellig bevoksning. Dette er for eksempel tilfældet i Frederiks-

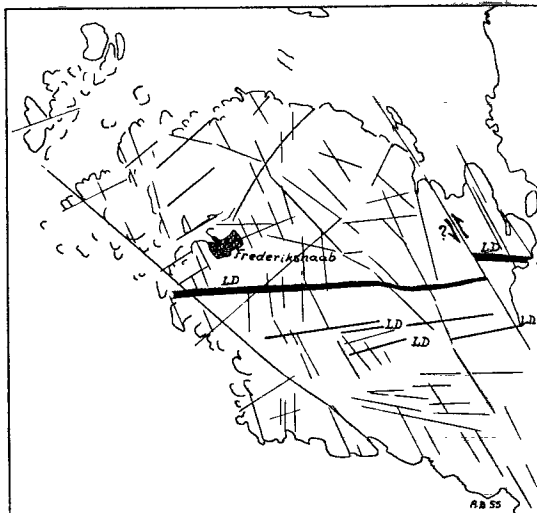


Fig. 3 a

Skærgården omkring Frederikshåb opbygges af en ret ensartet lys grå gnejs, og lagdelingen kan derfor ikke iagttages på flyvebilledet, hvorimod sprækkezoner og spalter ses tydeligt (delvis snefyldte). Et par brune diabasgange (lyse på billedet) ses umiddelbart syd for Frederikshåb. Den bredeste synes at være forsat af en N. V.-gående forkastning, der er parallel med den fremherskende opsprækning, som i skærgården er så veludviklet, at den på flyvebilledet kan forveksles med en lagdeling. - Der findes sikkert i dette område adskillige tyndere diabasgange, og de på skitsen angivne retninger for spalter kan muligvis i visse tilfælde også angive diabasgange.

håb distrikt, hvor de op til over 100 m tykke rødbrune diabasgange med smuldrende forvitring og en kalkpræget flora fremtræder som lyse striber på luftbillederne og derfor skiller sig tydeligt ud fra de tyndere sorte diabasgange, billede side 208.

Forkastninger og spring i fjeldgrunden ses også langt tydeligere på flyvebillederne, end når man står nede på jorden. Disse brudzoner, der har været hjemstedet for forskydninger, op- og nedadgående bevægelser og kipninger af blokkene imellem dem, følges på flyvebillederne let over store afstande. I enkelte tilfælde har isen også gravet disse sprækkezoner så kraftigt ud, at de fremtræder tydeligt på det topografiske kort i kyst- eller kurveforløbet.

Den morfologiske udformning, fjeldenes former, opsprækning og forvitring samt bevoksningens karakter fortæller ikke så lidt om arten og sammensætningen af den bjergart, der opbygger fjeldet. Tolkningen kræver imidlertid en ikke ringe erfaring i både studiet af flyvebilleder og arbejdet i marken. Jo flere gange geologen har haft lejlighed til at kontrollere sine tolkninger, med des større sikkerhed kan han foretage nye.

Anvendelsen af flyvefotos som led i det geologiske arbejde i grundfjeldet begyndte kun få år efter, at G. G. U.*) havde taget denne opgave op. Ved velvillig tilladelse fra Geodætisk Instituts direktør, professor, dr. phil. N. E. Nørlund, og i samarbejde med chefen for fotogrammetrisk sektion, oberst J. V. Helk, blev det geologerne muligt at drage nytte af det væld af oplysninger, som Institutets samling af flyvebilleder rummer i sort og hvidt.

Initiativet til i større udstrækning at udnytte flyvebillederne skyldes professor, dr. phil.

*) Grønlands geologiske Undersøgelser.

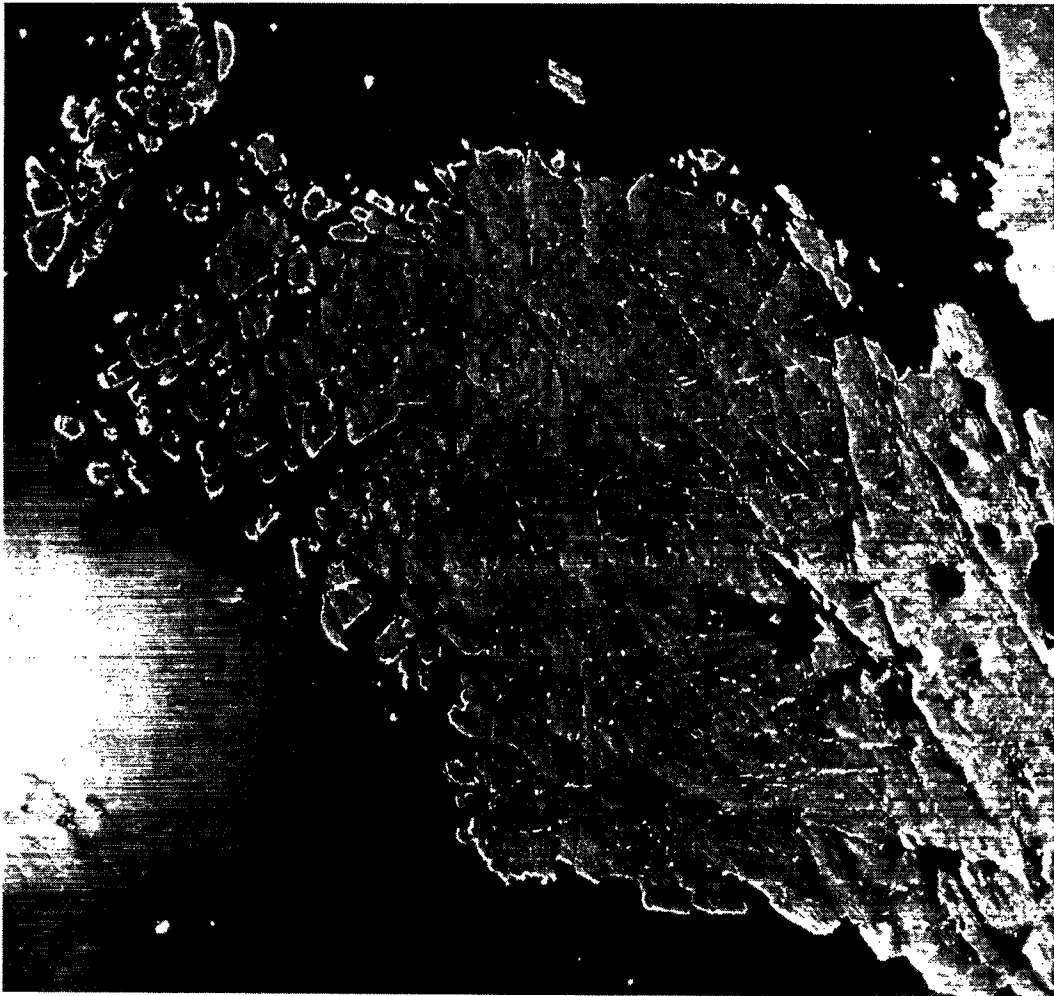


Fig. 3 b

Geodætisk Institut eneret

Arne Noe-Nygaard, der selv foretog de første udtegninger af gnejsernes strukturer i Nordre Strømfjord-området. Forsøget faldt heldigt ud, idet det i høj grad lettete det efterfølgende markarbejde, og siden hører en struktur-udtegnelse efter flyfotos med som en naturlig ting i forberedelserne til en sommers feltarbejde. Flyvebillederne betragtes to og to under stereoskop, så der opnås en rumvirkning, der muliggør at tyde strukturerne langt bedre end ved en direkte betragtning af et enkelt billede. De iagttagne fænomener, folder, diabasgange og forkastninger etc., indtegnes på et topografisk kort, der tages med i marken. Da arbejdet endnu er af oversigtsmæssig karakter og for en stor del udføres langs kysterne, er det selvsagt af stor betydning, at man i forvejen har et indblik i lagenes forløb og mønster i indlandet.

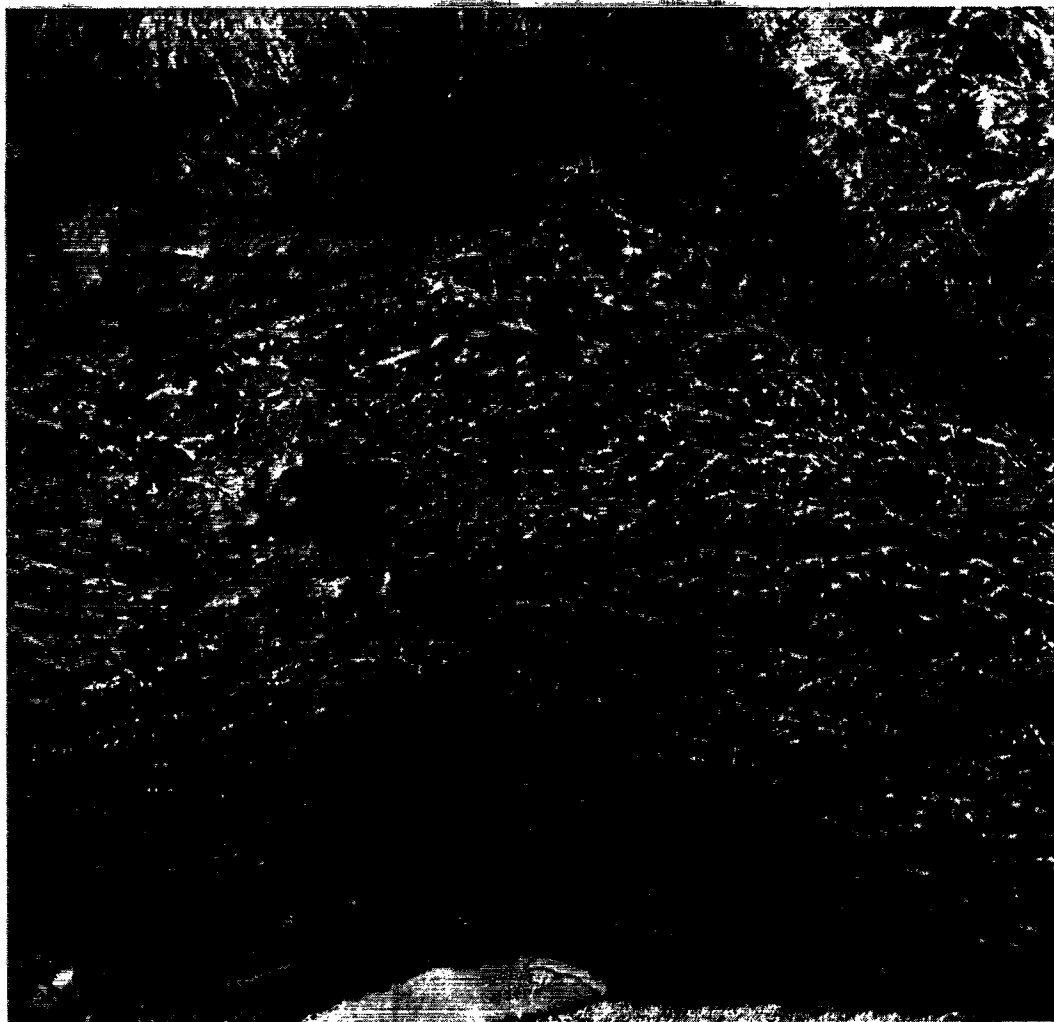


Fig. 4 b

Geodætisk Institut eneret

I de senere år er man imidlertid også – især ved specialopgaver – gået over til at tegne de geologiske kort direkte på flyvebilledet (eller forstørrelser af dette), efterhånden som kortet tager form under markarbejdet. Flyvebilledet, der viser de mindste (af de største) ujævnheder i terrænet, snefaner, elve og søer, er naturligvis lettere at orientere sig nøjagtigt på end det egentlige kort, der ikke kan rumme så mange detaljer. Bagefter er det jo ikke vanskeligt at føre geologien over på det topografiske kort.

Det kan her nævnes, at man i Svejts, der er et foregangsland inden for anvendt flyvefotografering, til særlig nøjagtige karteringer anvender den metode at tegne geologien

Sermiligårssuq – grønskiferområdet.

I billedets øverste del (angivet med boller på skitsen) findes en lys gnejs, mens den nederste del opbygges af grønskifer (tildels granitiseret). -.-.- angiver kraftige bevægelses-zoner (myloniter); ---: lagdeling eller forskifring i grønstenen, L. D.: brune diabasgange og D: sorte diabasgange.

Billedet viser kun en lille del af et stort grønskiferkompleks, der i foråret 1954 blev opdaget ved studiet af flyvebilleder og samme sommer rekognosceret i felten. Struktur-skitsen er udelukkende baseret på flyvebilledet.



Fig. 4 a

ind på flyvebillederne, der derefter sættes i specielt byggede instrumenter, hvormed det topografiske kort og de geologiske grænser og strukturer udtegnes samtidigt.

Flyvefotografiet er i sort/hvidt. Fjeldenes naturlige farvenuancer lader sig derfor kun aflæse i ændret og forenklet form, og fotografiet rummer ikke alt, hvad kameraets øje så. For geologen, der arbejder med flyvebilleder, bliver det derfor et stærkere og stærkere ønske at komme med kameraet op og med egne øjne se, hvad apparatet registrerer. Først denne metode vil sikre den fulde udnyttelse af flyvebillederne.