

**VANDPROBLEMER I ZIMBABWE**

**STEREOSKOPI - et værktøj i den  
geologiske kortlægning**

# Vandproblemer i Zimbabwe



Jens Stockmarr

**Historien om vandforsyningsproblemer i Afrika, nær den grågrønne, grumsede Limpopo-flod i Zimbabwe**

*GEUS bliver i stigende omfang bedt om at deltage ved bedømmelse af de geologiske forhold i udlandet, som er af betydning for en hensigtsmæssig udnyttelse og beskyttelse af naturressourcer, ikke mindst på vandområdet. Institutionen har efterhånden opbygget en del erfaring på området, ved at specialister fra GEUS har deltaget i flere internationale vandforsyningsprojekter bl.a. i Afrika og Indien.*

*Kombineret med viden og erfaring indhøstet gennem mange års arbejde med grundvand i Danmark er GEUS derfor godt rustet til at kunne påtage sig opgaver indenfor vandforsyningsområdet i udlandet. GEUS blev således anmodet om at deltage ved bedømmelse af de hydrogeologiske forhold, der har betydning for feskvandforsyningen til byen Bulawayo i Zimbabwe.*

På kanten af Kalahari-ørkenen, i det vestlige Zimbabwe ligger Byen Bulawayo. Byen har en befolkning på godt 600.000 indbyggere. Byen, der er karakteriseret ved så brede gader at et oksefirspand kan vende,



Figur 1. Kort over det sydlige Afrika med Zimbabwe. Det sydlige Afrika er karakteristisk ved at vinteren er en tørkeperiode, som varer ca. 5 måneder. Når det så endeligt bliver regnvejrligt i regntiden eller sommerperioden falder nedbøren ofte som voldsomme tordenbyger. Resultatet er at det meste af regnvandet skyldes direkte ud i floderne, som fører vandet bort, før vandet kan opsuges af jorden.



har en vis industriel udbygning med ca. 50.000 ansatte. Bulawayo ligger, som de fleste større byer i højlandet (ca. 1500 m o.h.) på hovedvandskellet mellem floderne Zambezi og Limpopo. Det

giver et behageligt klima, men det giver også problemer med vandforsyningen. Indtil 1992/93 blev byens vandforsyning dækket fra fem opdæmmede søer på bifloder til den grågrønne, grumsede Limpopo-flod hvor febertræerne gror. De opdæmmede søer har en kapacitet på 8 gange biflodernes årlige vandføring eller 363 mio. m<sup>3</sup>, så der var ingen mulighed for yderligere udbygning af vandindvindingen med mindre der blev opdæmmede søer meget langt nedstrøms, væk fra Bulawayo.

## Tørkeperioder

Bulawayo har i tidens løb oplevet adskillige tørkeperioder med vandrationering til følge, men i 1991/92 oplevede man den værste tørke i mands minde; og i 1994/95 var nedbøren endnu ringere. Som følge af tørken i 1991/92 blev Bulawayo erklæret for "Public and Underground Water Shortage Area" og både befolkningen og industrierne blev sat på vandrationering. Det gik selvfølgelig ud over produktionen og medførte endvidere adskillige blokeringer på



Figur 2. Typisk gadebillede fra Bulawayo, vejene er så brede at man uden besvær kan vende med et oksefirspand.



Figur 3. Zambezi floden over Victoriafaldene danner grænse mellem Zimbabwe, Botswana, Zambia og Namibia.

kloaknettet. Det kunne let have forårsaget hygiejniske problemer for såvel befolkning som fødevarerindustri.

**Nyamandhlovu området**

30-40 km nord for Bulawayo ligger et betydningsfuldt landbrugsområde, øst for landsbyen Nyamandhlovu. Området er et af Zimbabwes mest intensivt dyrkede landbrugsområder, med stor produktion af grøntsager og mejeriprodukter. Jordbunden er meget frugtbar og velegnet til kunstvanding. Produktionen fra området forsyner den vestlige del af Zimbabwe, med minebyen Hwange, turistbyen Victoria Falls og det øvrige Matabeleland. Endvidere eksporteres grøntsager til Botswana og i mindre grad til Europa og USA.

En væsentlig forudsætning for denne landbrugsproduktion er et grundvandsmagasin, der muliggør den udstrakte brug af kunstvanding. Uden dette grundvandsmagasin havde der kun været en meget lille landbrugsproduktion i området.

**Nyamandhlovu vandledningen**

Da Bulawayo blev erklæret i en nødsituation var det meget naturligt at kaste sine øjne på det kendte og ikke så fjerntliggende Nyamandhlovu grundvandsmagasin.

Det blev besluttet at konstruere en kildeplads i grundvandsmagasinet og bygge en vandledning til Bulawayo, med en daglig kapacitet på 27.000 m<sup>3</sup> grundvand. Kildepladsens over 100 borer blev bygget af lokale firmaer, mens vandledningen blev lagt af et sydafrikansk firma, med støtte fra Danida.

**Hydrogeologisk undersøgelse**

Vandledningen var færdig i 1993 og fra

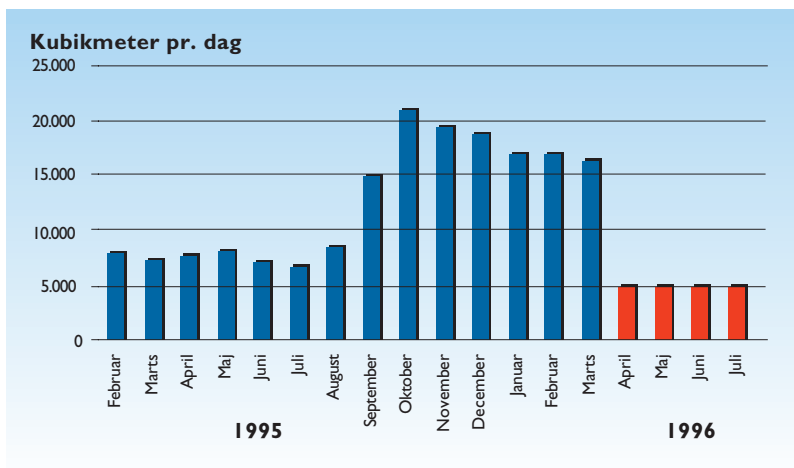
1993 til august 1995 var den daglige vandføring i ledningen 8.000 m<sup>3</sup>. I vinteren 1995/96 steg vandføringen til over 20.000 m<sup>3</sup>, hvilket medførte protester fra bønderne i området, der kunne se vandspejlet i deres brønde synke.

I mellemtiden havde Danida bedt et lokalt firma om en vurdering af de hydrogeologiske forhold i området. Allerede da firmaets rapport blev præsenteret i en foreløbig udgave, blev det klart, at der var problemer for grundvandsmagasinet. Og umiddelbart efter blev vandføringen i vandledningen mindsket til 5.000 m<sup>3</sup> pr. dag.

Da rapporten med den hydrogeologiske undersøgelse og opstilling af en grundvandsmodel blev præsenteret for Danida blev GEUS opfordret til at vurdere rapporten, sammen med tre tidligere gennemførte undersøgelser:

- en grundlæggende vegetationsundersøgelse;
- en undersøgelse af vandledningens betydning for befolkning og økonomi; og,
- en undersøgelse af, hvem der bestemmer hvad omkring vandforsyningen.

Nyamandhlovu grundvandsmagasinet udgøres af en ca. 100 meter tyk jurassisk sandsten, lokalt kendt som "Forest Sandstone". Denne sandsten er udbredt langt udenfor Nyamandhlovu området og an-



Figur 4. Gennemsnitlig daglig pumpe gennem Nyamandhlovu - Bulawayo vandledningen fra februar 1995 til marts 1996 og forventet pumpe fra april til juli 1996.



Figur 3. De løvfældende træer står nøgne i vinter tørtiden i det nordlige Zimbabwe.

vendes også i Botswana som grundvandsmagasin.

### Resultater af undersøgelsen

Det blev meget hurtigt klart at grundvandsmagasinet var overudnyttet og at grundvandsspejlet allerede var sænket betydeligt. Det blev også klart at grundvandsstanden også før etableringen af vandledningen var begyndt at falde så småt. Selv om oplysningerne kun dækker en periode siden 1989 var det således klart, at der ikke var plads til både vandforsyning af Bulawayo og kunstvanding af landbrugsjord i det omfang det hidtil er sket.

Der var givet en række anbefalinger i den hydrogeologiske undersøgelse og opbygget en grundvandsmodel for Nyamandhlovu grundvandsmagasinet. GEUS har været enig i de fleste anbefalinger, men har fundet det nødvendigt at forstærke og udvide dem.

En fortsættelse af vandindvindingen, således som den er sket i de sidste år, vil få næsten uafvendelig skadelig betydning for landbruget. Og da landbruget er af væsentlig betydning for forsyningen med grøntsager i det vestlige Zimbabwe, og i øvrigt

ikke kan flyttes, må det anses for rimeligst at finde andre områder, hvorfra der kan indvindes vand til forsyning af Bulawayo.

### Grundvandsovervågning

For landbruget i Nyamandhlovu området må det imidlertid tillige anbefales at der sker en optimering af vandindvindingen for at formindske vandspild. Endvidere er det væsentligt at man begynder at overvåge grundvandskvaliteten, for at sikre viden om lokalbefolkningens eget drikkevand. Der er allerede konstateret en betydelig nitratforurening i Nyamandhlovu grundvandsmagasinet, op til 150 mg/l nitrat, svarende til 3 gange grænseværdien i Danmark; og når der er nitrat er der sikkert også pesticider, for der er et stort pesticidforbrug i det intensive landbrug i området.

Bulawayo bør straks begynde at finde en anden kildeplads, og den hydrogeologiske undersøgelsesrapport har anbefalet at søge yderligere ca. 30 km mod nordvest til området omkring en landsby kaldet Sawmills, med det formål indenfor en årrække at kunne flytte hele indvindingen fra området ved Nyamandhlovu til området ved Sawmills. GEUS har skønnet at der bør ske en flytning af vandindvindingen indenfor en

5-års periode, af hensyn til bevaring af landbrugets vandingsmuligheder.


Men før der sker en flytning af indvindingen er det vigtigt at økonomisere med de ressourcer man har. Derfor er det anbefalet at der sker en forbedring af den nuværende vandindvinding, der tilsyneladende lider under manglende styring og betydeligt forfald af pumper og borer. Samtidig må vandindvindingen holdes på så lavt et niveau som muligt.

### Vandledning fra Zambezi floden

Der er i Zimbabwe et vist engagement for at løse alle vandforsyningsproblemerne ved at bygge en vandledning fra Zambezi floden til Bulawayo, en strækning på flere hundrede kilometer. Danidas svenske søsterorganisation Sida er til en vis grad gået ind i studier i området, men en sådan vandledning bliver meget kostbar og vanskelig at forrente for en by som Bulawayo. Det ville svare til at Århus f.eks. skulle hente sit vand i Slesvig-Holsten fra Ejderen.

### Fremtidens vandforsyning

GEUS har derfor anbefalet at Departementet for Vandressourcer i Zimbabwe hurtigst muligt tager initiativ til at kortlægge et stort område 50-100 km nordvest for Bulawayo med henblik på at finde tilstrækkeligt vand til at dække byens vandbehov i en rimelig fremtid. Samtidig bør der udarbejdes en langsigtet strategi for fremtidens vandforsyning, herunder den mulige forsyning fra Zambezi floden.

I det nuværende indvindingsområde bør der etableres et samarbejdsforum med de lokale bønder, således at man i fællesskab kan sikre den lokale grundvandsressource for fremtiden. Det skal bl.a. ske ved at der etableres et regelsæt for en bæredygtig vandindvinding og bønderne vejledes i optimal udnyttelse af det indvundne vand med mindst mulig forurening og spild. Endvidere bør der iværksættes et program til overvågning af vandindvindingen og grundvandskvaliteten. 

# STEREOSKOPI - et værktøj i den geologiske kortlægning



Stig Schack Pedersen

Billeder med 3-dimensionel(3-D) virkning, stereobilleder, er blevet meget populære, og man kan få bøger med "skjulte" billeder, hvor man kan få det hemmelige billedindhold frem, hvis man er i stand til at "de-fokusere" stereobilledet "ud" af de farverige illustrationer. Forudsætningen for at kunne danne stereobilledet er, at der i illustrationen findes gentagelser af samme figur, set fra forskellig vinkel, som man kan få til at lappe over hinanden, med eller uden optiske hjælpemidler.

Det at få billeder til at virke tredimensionalt kaldes stereoskopi, og det er altid en overraskelse første gang et billede "rejser sig" op fra den plane billedflade.

Stereoskopi er ikke kun legetøj og illustrationskunstmagi. Siden man i fotografiets barndom opdagede stereoskopi-effekten har man arbejdet seriøst med dette værktøj, specielt ved flyfotografering. Når man flyver hen over et landskab i samme højde og med samme retning, kan man optage en stribe flybilleder med stereoskopisk overlap. Man kan derefter ved tegnebordet fremstille 3-D modeller af landskabet til brug for kortlægning og planlægning.

Teorien bag stereoskopi er forholdsvis enkel. Den iagttagede højde eller størrelse af en genstand er en funktion af vinklen, hvorunder genstanden betragtes. Vinklen er en funktion af den "parallaktiske" afstand. Ved at måle afstandsforskellen mellem top og fod af en genstand i billedet fås således et udtryk for højden. At måle stereoskopisk i fotografier betegnes *fotogrammetri*.

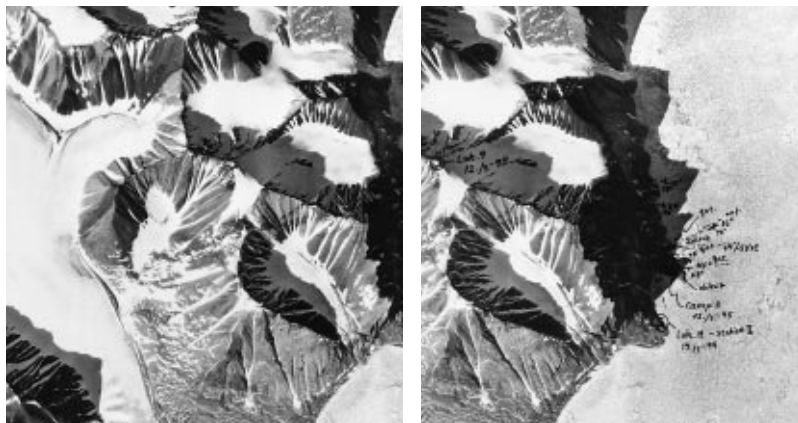
I Danmark findes et helt institut for fotogrammetri. Da fotogrammetri mest anvendes i forbindelse med udtegnning af kortplaner fra flyfoto foregår forskningen i fotogrammetri ved "Institut for Landmåling og Fotogrammetri" på DTU (nu en afdeling under Inst. f. Planlægning).

## Fotogeologi

Fotogeologisk tolkning ved hjælp af stereoskopi har været og er meget anvendt



Figur 1. Udsnit af to flyfoto fra nunatakområdet i Prinsesse Caroline Mathilde Alper. Den stereoskopiske effekt opnås ved at fokusere på det ene billede, og derefter lade det andet defokuserede billede glide ind over det første. Når stereoeffekten opnås rejser de sylspidse nunatakker sig op mod beskuerens øje. Nunatakkerne består af basalter, som overlejrer den proterozoiske Independence Fjord Sandsten. Kontakten mellem de to enheder ses i fjeldvæggen øverst i billedet. Nunatakkerne yderst til venstre består også af Independence Fjord Sandsten, men de sorte striber her er dolerit sills (oprindeligt vandretliggende gangintrusioner), som p.g.a. den Caledonske foldning nu hælder stejlt.



Figur 2. Stereoskopibilleder af Ingolf Fjord. På flyfotoet til højre er der ude i vandet anført noter fra den geologiske feltkortlægning. Disse noter er uundværlige for billedanalysen og bjergartsidentifikationen ved den efterfølgende fotogeologiske tolkning. Det er dog ikke meget information, som kan hentes ud fra stejlvæggen, hvor den sorte slagskygge midt på dagen skygger for indsynet. Men ved hjælp af skråbilledoptagelse et par timer efter midnat (hvor solen står i nord i denne del af verdenen!!!) lykkedes det at få en meget flot serie terrestriske billedoptagelser, som blev anvendt i den geologiske profiludtegnning (se Figur 4).

inden for den geologiske kortlægning. Grunden til at anvende denne metode i arbejdet skal bl.a. ses i lyset af, at omkostninger til feltarbejde bliver dyrere og dyrere. Den store fordel ved fotogeologisk udtegnning er, at man kan skaffe sig overblik over meget store områder, og man kan skaffe sig detaljerede kortinformationer

over områder, som er dårligt eller slet ikke kortlagt, og endelig at man kan kortlægge områder, som ved traditionelt feltarbejde er vanskeligt tilgængelige. Fremtidige perspektiver ved en fotogeologisk kortlægning er, at man kan foretage målinger af fænomener i naturen, som ændrer sig med tiden, f.eks. gletscheres vækst eller tilbagesmelt-



Figur 3. Det stereoskopiske instrumentet opstillet i Kortlægningsafdelingen på GEUS. Til højre sidder geologen fordybet i stereoskopiske betragtninger i det analoge stereorestitution instrument PG2. Stereoskopets mekanik er forbundet med en computer, hvorved en kontinuert registrering af XYZ-kordinater kan opsamles og overføres til såvel plotterbordet som til en database. Flyfotoene er monteret øverst i instrumentet under to lysgivere. Et håndhjul under objektiverne gør det muligt for operatøren af bevæge flydemærket rundt i den tredimensionelle stereomodel. På plotterbordet til venstre ses et udsnit af det geologiske kort over Prinsesse Caroline Mathilde Alper. Hele kortet er udtegnet fra præcist koordinatsatte og oprettede flyfoto-stereomodeller.

ning, og dannelse af marine forlande eller opbygning af marskområder.

En helt speciel disciplin som er udviklet i de seneste år er nøjagtige og målfaste udtegninger af geologiske profiler ved hjælp af *terrestrisk* fotogrammetri. Betegnelsen "terrestrisk" er oprindelig påhæftet stereo fotooptagelser på "jorden", dvs. optagelser med horisontal optisk akse af genstande i modsætning til flyfoto optagelser med lodret eller vertikal optisk akse (lodbilleder). "Skråbilleder" er trivialnavnet på foto optaget med en hældende optisk akse i forhold til lodret. Det er den sidste type af billedoptagelser, der anvendes i profiludtegning, da man hermed er i stand til at optage foto med den optiske akse vinkelret på en skrånende bjergside.

### Fotogeologisk kortlægning på GEUS

Ved Kortlægningsafdelingen på GEUS blev der for omkring 20 år siden oprettet et Flyfotolaboratorium. På det tidspunkt stod det daværende Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) overfor indledningen

til det første store, moderne kortlægningsprojekt i Nordgrønland (1978-1980). Forudsætningen for at gennemføre det store projekt var, at der kunne tilvejebringes moderne topografiske kort, hvorpå de indsamlede data og resultater kunne indtegnes. Kvaliteten af de eksisterende topografiske kort var utilstrækkelig - kortene havde geometrisk forvrængning på op til 15 km, og der var for få detaljer. Derfor anskaffede Kortlægningsafdelingen et "Stereo-restitutions-instrument", i daglig tale forkortet til "Stereoplotter", til brug for udtegning af topografiske kort til brug for planlægningen af det geologiske feltarbejde.

Stereoinstrumentet er forsynet med: XYZ-impuls giver; et automatisk plotterbord; og en computer til styring af: datafangst; vedligehold af database; og kørsel af programmer ved beregning af geologiske parametre. Instrumentet gør det muligt med stor geometrisk nøjagtighed at opmåle og tolke stereoskopiske flybilledmodeller.

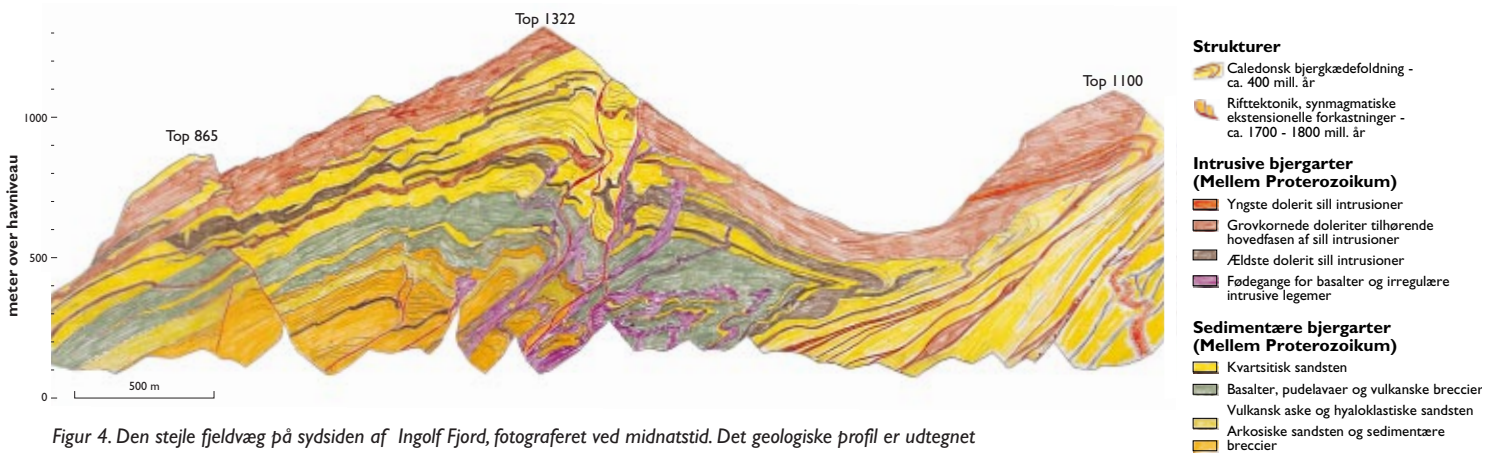
I dag indgår fotogeologisk tolkning som et naturligt led i mange kortlægningsprojek-

ter på Grønland. Ved udgangen af 1995 er der i Flyfotolaboratoriet udtegnet topografi og geologi i områder, der sammenlagt dækker ca. 40% af Grønlands isfrie arealer. Alle data findes i laboratoriets database over digitale kort (3-D, XYZ-data). De fleste områder er udtegnet med henblik på fremstilling af kort i målforholdet 1:100.000.

Der er opstået et stigende ønske om, at Flyfotolaboratoriets store database vedrørende 3D digitale kort over Grønland bliver gjort alment tilgængelige for brugere, såvel på GEUS som eksternt. I de kommende år vil der derfor blive arbejdet på at udføre redigerings- og modelleringsopgaver ved hjælp af en "ARC-INFO arbejdsstation". Det vil medføre en bedre kommunikation med eksterne brugere og ikke mindst gøre det muligt at "samkøre" andre typer af data, f.eks. fra de geofysiske kortlægninger.

### Profiludtegning ved hjælp af multimodel fotogrammetri

Opmåling og udtegning af geologiske profiler ved hjælp af multimodel fotogrammetri, ved anvendelse af en "Kern DSR 15" analytisk plotter, blev udviklet omkring 1990 ved "Institut for Landmåling og Fotogrammetri", DTU (K. Dueholm 1992 i Rapp. Grønlands Geol. Unders. nr. 156). Dette instrument med tilkoblede computerfaciliteter er et enestående redskab for geologisk tolkning og udtegning af lange, velblottede profiler, som man f.eks. finder dem i Grønland, men er også velegnet til opmåling af klintprofiler i Danmark, som f.eks. Stevns Klint, Møns Klint og Lønstrup Klint. Metoden går ud på at optage en serie "skråfoto" af profilet fra fly. Flybillederne skal tages med 60% overlap, så der kan "oprettes" stereomodeller for hver optagelse. Billederne monteres og oprettes ved indmåling af UTM-kordinater på hver enkel stereomodel i stereoinstrumentet. Det er herefter muligt ved hjælp af et XYZ-kordinat registrerende målmærke, målfast at udtegne hele profilet, endda ved en kontinuert fortsættelse af strukturer fra en model til en nabomodel. Selve profiludtegningen foregår ved, at hver laggrænse og forkastning følges med målmærket, hvorved dets kordinater registreres



Figur 4. Den stejle fjeldvæg på sydsiden af Ingolf Fjord, fotograferet ved midnatstid. Det geologiske profil er udtegnet ved hjælp af terrestrisk fotogrammetri fra fotoet samt to nabofoto med stereoskopisk overlap på 60%.

digitalt. Herved kan datafiler med alle profildata overføres til andre computere, hvor den endelige redigering og profiludtegning kan foregå.

### Fotogeologi i Nordøstgrønland

Et godt eksempel på geologisk kortlægning udført inden for de sidste par år ved hjælp af fotogrammetri er kortlægningen af Prinsesse Caroline Mathilde Alper i Nordøstgrønland. Området omfatter foruden Prinsesse Caroline Mathilde Alper tillige Prinsesse Elisabeth Alper, Lynn Ø og dele af Hovgård Ø, i alt ca. 3500 km<sup>2</sup>. Store dele af området består af nunatakker og stejle bjerge, der vanskeliggør feltarbejdet. Kortlægningen har derfor været suppleret med et omfattende fotogeologisk udtegningsarbejde foruden den systematiske topografisk udtegning, som var forudsætningen for overhovedet at kunne gå i gang med feltarbejdet i Nordøstgrønland. Dette forberedende kortlægningsarbejde blev udført ved

hjælp af Flyfotolaboratoriets "Kern PG2" stereoplotter. Bjergene i Prinsesse Caroline Mathilde Alper er opbygget af prækambriske sandsten, som er gennemsat af en stor mængde basiske sills (fladtliggende doleriter af basaltsammensætning, som er skudt ind mellem lagdelingen i sandstene). Disse bjergarter formodes at være omkring 1700 til 2000 mill. år gamle. To tykke lavasekvenser på henholdsvis en halv og én kilometer forekommer i sandstensaflejringerne, og desuden optræder der lag af konglomerater og breccier. For omkring 400 mill. år siden, under den "Caledonske bjergkædefoldning", blev lagene foldet og skubbet op i store overskydninger.

Det fotogeologiske forarbejde blev fulgt op af feltarbejdet i sommeren 1995, hvor flere bjergtinder blev besteget med udgangspunkt i teltlejre beliggende i 500 til 900 meters højde. Med teltlejre i denne højde er det ikke usædvanligt, at man må

ligge stille et døgn tid eller mere og vente på at en snestorm raser af, inden man kan komme ud i fjeldet igen. Adskillige nunatakker blev besøgt med helikopter. Ofte måtte helikopteren her lande på en lille bjerghylde for at geologen kunne samle sten og tage målinger af lagstillingen. Men endnu oftere måtte man opgive at komme ned på bjergtinderne, da de var for stejle og bjergtoppene for små til, at man kunne sætte "en fod ned". Efter feltsæsonen blev det fotogeologiske laboriearbejde taget op igen, og et nøjagtigt geologisk kort blev udtegnet med udgangspunkt i alle de mange felldata. Herefter blev de feltkontrollede geologiske grænser digitaliseret og plottet ud. Desuden var de geologiske enheder blevet opmålt og samordnet i en overordnet geologisk ramme.

To store fjorde skærer sig igennem området, Ingolf Fjord og Hekla Sund. Langs disse fjorde står kilometerhøje profiler blottet

og spejler bjergpartiernes smukke formationer ned i den blanke is- og vandflade. For at få et instruktivt billede af Prinsesse Caroline Mathilde Alpers opbygning er det naturligt at præsentere et par geologiske tværsnit igennem området. Dette kunne gøres ved at konstruere profilerne ved hjælp af en "terrestrisk multimodel fotogrammetrisk" udtegnings. Der blev derfor optaget en stribe flyfoto af klippevæggene til brug for udtegnings af profilet i den analytiske plotter. Dette arbejde afslørede, at der ikke alene var tale om en Caledonsk foldning og overskydningsdække, men at der tillige gemte sig en tidlig forkastnings-tektonik i komplekset, som må have været aktiv samtidig med vulkanismen.


I fremtiden vil en af de oplagte muligheder i den fotogrammetriske kortlægning være udtegnings af kortplaner i områder, hvor man planlægger mineaktiviteter. I Nordøstgrønland blev der under feltarbejdet fun-

det en rig kobber-mineralisering knyttet til en af lavasekvenserne. Ud fra fotogeologiske målinger kan det beregnes, at lavasekvensen, som er foldet i en stor antyklinal fold, er et cylindrisk legeme, som dykker omkring ti grader mod syd. Med en strukturel analyse af legemets opbygning vil det være muligt at planlægge, hvor efterforskningsboringer bør placeres, og siden hvordan en brydning kan tilrettelægges.

Muligheden for en malm brydning afventer dog en lang række analyser af mineralforekomstens lødighed og siden konkrete beregninger af tonnagen ud fra de strukturelle målinger.

### Stereoskopiske fremtids-perspektiv

Stereoskopi er vores baggrund for at kunne se tre-dimensionelt og for at kunne vurdere afstande optisk. Fremtidsperspektivet for den stereoskopiske kortlægning

er nært knyttet til opbygningen af 3D-modeller. Med de nye computerfaciliteter er det i dag muligt at skabe en fiktion af at bevæge sig igennem et 3-D landskab, som om man sad i en helikopter, en såkaldt "virtual reality". Det følgende trin bliver at kunne styre et målemærke i denne 3-D model, hvorved det bliver muligt optage nye data. F.eks. vil det i denne type af modeller være let at følge et bestemt lag fra et fjeld på den ene side af en dal til lagets fortsættelse på den anden side af dalen. I tilknytning hertil kan man nævne referenceopmålinger af lagserier og 3-D analyser af forkastningsmønstre, og det vil blive muligt at agere feltgeolog fra sin kontor stol. Men som ved al anden fremtidsudvikling er det umuligt at sætte begrænsninger på forskningsmulighederne med de kommende stereoskopiske og computerstyrede instrumenter. 

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS), er en forsknings- og rådgivningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet.

Institutionens hovedformål er at udføre videnskabelige og praktiske undersøgelser på miljø- og energiområdet samt at foretage geologisk kortlægning af Danmark, Grønland og Færøerne.

GEUS udfører tillige rekvirerede opgaver på forretningsmæssige vilkår.

Interesserede kan bestille et gratis abonnement på **GEOLOGI - NYT FRA GEUS**. Bladet udkommer 4 gange om året. Henvendelser bedes rettet til: Knud Binzer på GEUS.

GEUS giver i øvrigt gerne yderligere oplysninger om de behandlede emner eller andre emner af geologisk karakter.

Eftertryk er tilladt med kildeangivelse.

**GEOLOGI - NYT FRA GEUS** er redigeret af geolog Knud Binzer (ansvarshavende) i samarbejde med en redaktionsgruppe på institutionen.

### Skriv, ring eller mail:

GEUS

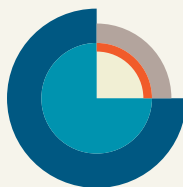
Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse  
Thoravej 8, 2400 København NV.

Tlf.: 38 14 20 00

Fax.: 38 14 20 50

E-mail: [geus@geus.dk](mailto:geus@geus.dk)

Hjemmeside: [www.geus.dk](http://www.geus.dk)



  
**GEUS**

### GEUS publikationer:

Alle GEUS' udgivelser kan købes hos Geografforlaget.

Henvendelse kan ske enten på tlf.:

64 44 16 83 eller telefax: 64 44 16 97.



Adressen er:

GEOGRAFFORLAGET 5464 Brenderup

ISSN 1396-2353

Produktion:

Carsten Thuesen, GEUS Grafisk

Tryk: From & Co.

Forsidebillede: Victoriafaldene  
fotograferet af Jens Stockmarr

Illustrationer: Carsten Thuesen