

Vandsøgning i Burkina Faso

- et puslespil



Af S. Diallo, Sahelconsult, K.A. Jørgensen, Rambøll

Det er en krævende opgave at søge efter vand i Burkina Faso; der skal feltbesøg til at vurdere terræn, og der skal analyseres satellitbilleder og geologiske kort. Der skal foretages geofysiske undersøgelser, og det har vist sig, at de gode, gamle metoder med længdeprofiler og dybdesonderinger stadig er afgørende i den endelige vurdering.

“Der er en slange!” Råbet kommer fra en af arbejderne, der trækker geoelektrik-kabler gennem det tætte krat, der ofte findes i de fugtige lavninger, hvor chancen for at finde vandførende sprækker er størst. Desværre holder slangerne også meget af fugtighed, men når vandhullerne tørrer ud, og væksterne bliver trådt ned af kvæget, forsvinder slangerne.

Svært at finde vand

At finde vand i dette land er et puslespil af informationer, meget intuition og en god portion held. Mange områder i landet er kendte som næsten håbløse at finde vand i, medens andre områder er relativt nemme. Set bredt er succesraten for borer i grundfjeldsområdet ret høj, ca. 80 % for almindelig landsbyvandforsyning, hvor kravet til boringsydelsen generelt er 1 m³/t, men dette dækker over områder, med langt lavere succesrater, og hvor man har måttet gå på kompromis og sænke kravet til boringsydelse for overhovedet at få vand til folk.

Gennem årene har der udviklet sig en række teknikker til vandsøgning som nogenlunde følger et fast skema:

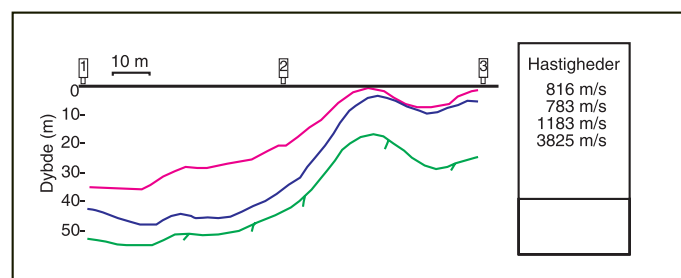
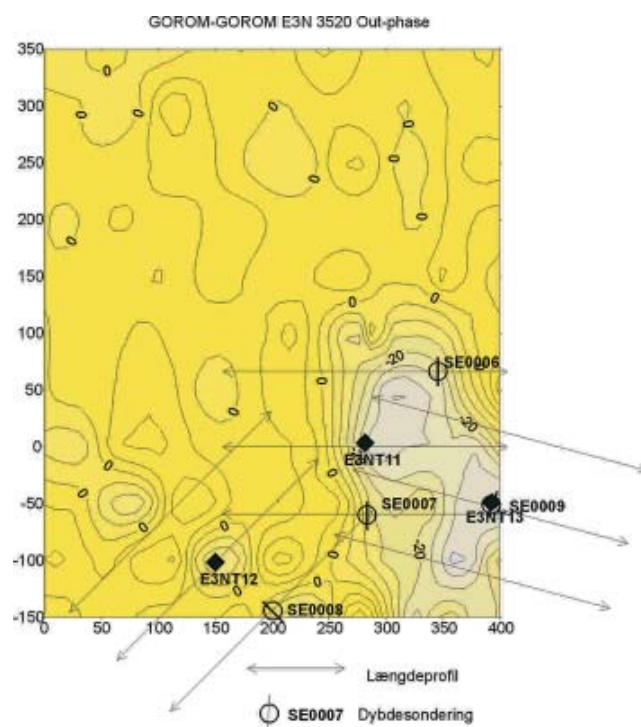


Grundfjeldsblotning (kopje) i sudansk savanne. (Foto: K.A. Jørgensen)

- Studier af topografiske, geologiske og aeromagnetiske kort samt forudgående undersøgelser i området.
- Bestemmelse af opsprækningen i området gennem studier af satellitbilleder og luftbilleder.
- Feltbesøg i området for at vurdere terræn

- og geologi samt bevoksningstyper (træer, buske)
- Gennemførelse af hurtige fladedækkende geofysiske undersøgelser, som VLF og Max-Min.
- På basis af observerede anomalier gennemføres mere detaljerede geoelektriske

Elektromagnetisk kort. (Grafik: Forfatterne)



Refraktionseismisk profil i lateritområde udkilende mod højre (ABEM Microloc). (Grafik: EK).

længdeprofiler, hvor de mest markante anomalier bliver undersøgt med geoelektriske dybdesonderinger.

- Ud fra dybdesonderingerne prioriteres herefter boresteder

Processen er normalt temmelig tids- og mandskabskrævende, og for hver enkelt placering går der ofte en mandage reelt arbejde. For byvandforsyningsboringer, hvor succesraten er helt nede på 33 % (for boringer med over 5 m³/t), bruges der betydeligt mere tid (den nævnte succesrate skal ses i forhold til, at kun ca. 10 % af samtlige udførte lansbyboringer giver over 5 m³/t).

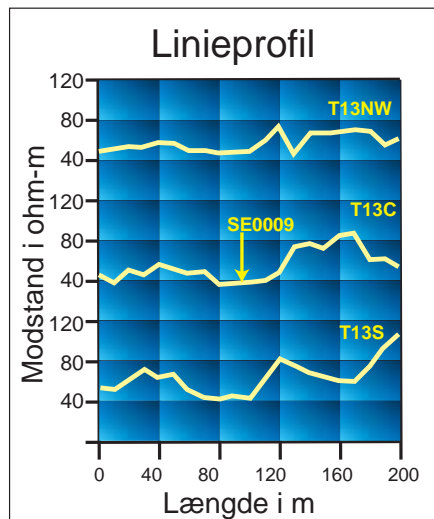
Anvendelse af GPS og GIS

Indførelsen af GPS og GIS som fast rutine ved planlægning og afrapportering har stærkt forbedret mulighederne i terrænet. Det var ofte vanskeligt præcist at placere sig i landskabet og derved genfinde de strukturer man havde set i luftbillederne. På en flad slette med tæt underskov og spredte store træer er det svært at få et overblik, (dette gjaldt lige meget for lokale som udenlandske hydrogeologer). Indscanning af luftbilleder i GIS-programmer gør det endnu nemmere at arbejde, idet man i et indscannet luftbillede i 1:50.000 nemt kan gå ned i størrelsesforholdet 1:10.000 og ofte helt ned til 1:5.000. Denne opløsning er bedre end, hvad man får med 8 x okularer i et stereoskop, og man kan tegne sine tolkede strukturer direkte ind på billedet.

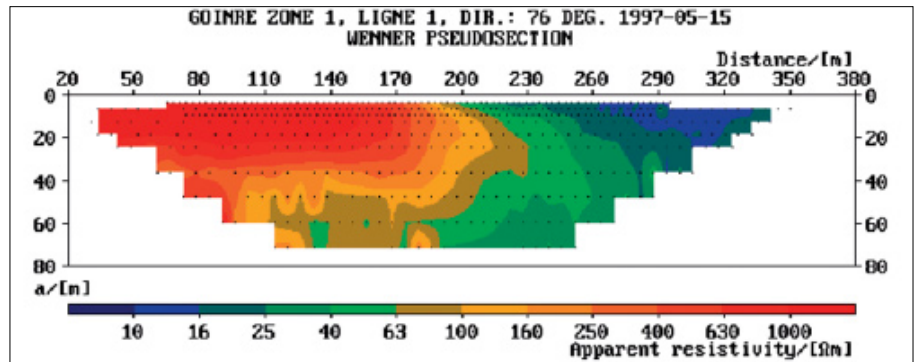
En anden fordel ved metoden er, at man kan lægge sine geofysiske undersøgelser ind på luftbilledet og derved se, om de målte anomalier kan genfindes i terrænet.

Kombination af flere geofysiske metoder

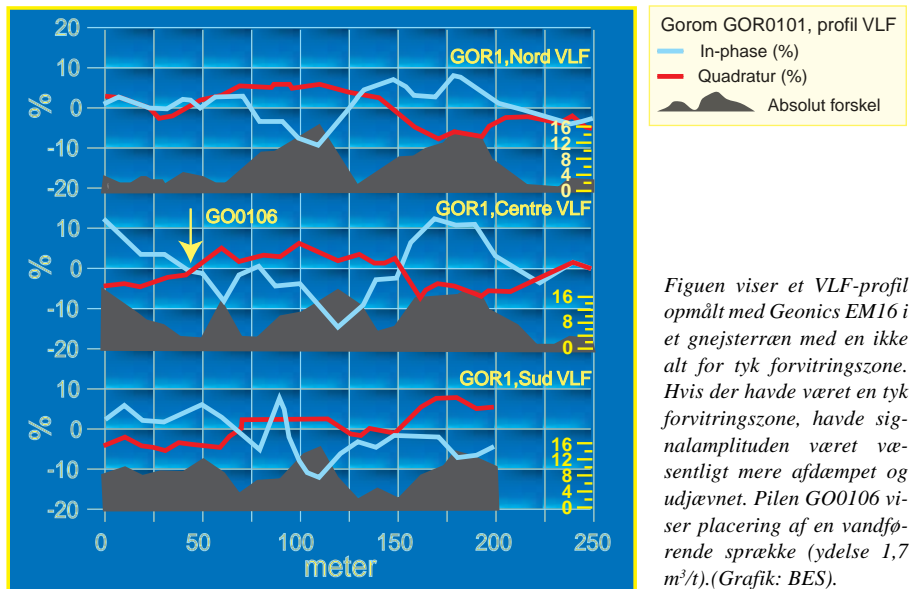
Mange geofysiske metoder har gennem årene været afprøvet i Vestafrika, men når man kommer ned i detaljen, er det fortsat de gamle, prøvede geoelektriske metoder med længdeprofiler og dybdesonderinger,



Linieprofil der viser en bred negativ anomali ved dybdesonderingen SE0009's placering. (Grafik: BES)



MEP-profil hvor de første 100 m dækker samme del som figuren nederst til venstre på modstående side.



Figuren viser et VLF-profil opmålt med Geonics EM16 i et gnejsterræn med en ikke alt for tyk forvittringszone. Hvis der havde været en tyk forvittringszone, havde signalamplituden været væsentligt mere afdæmpet og udjævnet. Pilen GO0106 viser placering af en vandførende sprække (ydelse 1,7 m³/t). (Grafik: BES).

der er afgørende i den endelige vurdering.

De elektromagnetiske metoder bruges til at få et overblik over sammenhængen mellem tolkede strukturer i luftbillederne og undergrundens fysiske egenskaber, idet man ofte i billeder mener at se strukturer, der måske blot skyldes dyrevexler, stier i bushen eller erosionsfænomener, der ikke har nogen sammenhæng med undergrunden.

Andre metoder bruges til at få en detailtolkning frem, som måske ellers kan være vanskelig at opnå.

Det gælder metoder som refraktionsseismik (figuren nederst på modstående side), multi-elektrode profilering, (figuren øverst på denne side) differential gravimetri og proton-magnetometri.

(t)

Max-Min-metoden

Særligt velegnet til fladedækkende undersøgelser er Max-Min-metoden (figuren nederst til højre på modstående), hvor man har en sender og en modtager, der udsender elektromagnetiske bølger i VLF-området. Man vælger normalt mellem flere frekvenser, der erfaringsmæssigt er effektive i det pågældende terræn, og skifter så i målesekvensen under profileringen. Man opnår såvel et input-signal som et output-signal, således at man normalt for et målepunkt får 4 forskellige målinger. Da målingerne er

relativt hurtige at udføre, kan man foretage en ret tæt profilering, der tillader en integrering og en konturering, der som oftest er signifikant. Som med andre elektromagnetiske metoder, er der en begrænsning i gennemtrængningsdybden, der i lerede bjergarter ligger på 30 til 40 m.

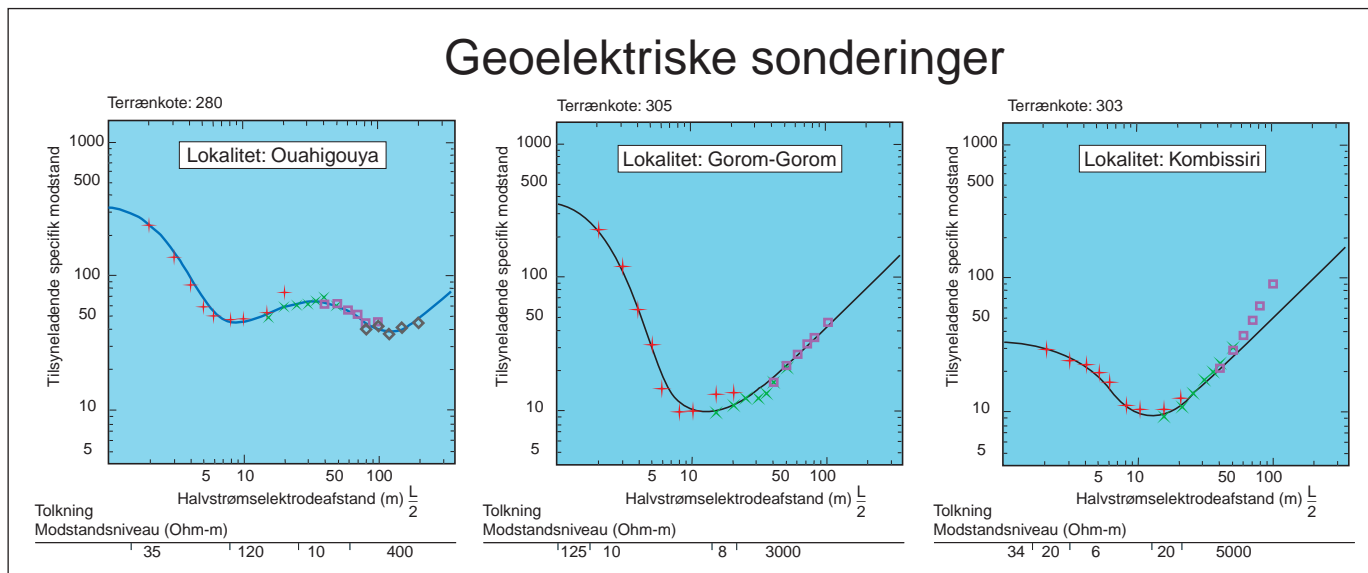
VLF-målinger

VLF-målingerne bygger på signaler fra en veldefineret sender, traditionelt et af de store fyrtårne for orientering af undervandsbåde. Man kan også medbringe sin egen mobile sender, men her får man så problemet med nærheden af senderen der influerer på geometrien. Moderne VLF-instrumenter som ABEMs Wadi søger selv den stærkeste sender for en bestemt profilretning og kan programmeres til at regi-



Geoelektrik i Sahel. (Foto: K.A. Jørgensen)

Geoelektriske sonderinger



3 dybdesonderinger fra henholdsvis Gorom-Gorom, Ouahigouya og Kombissiri. Signaturforklaring: plus: $A/2 = 1$ m; kryds: $A/2 = 5$ m; firkant: $A/2 = 10$ m; diamant: $A/2 = 20$; fuldt optrukket linie: modelberegning i Rambøll Geol (Grafik: BES).

strere fladedækkende punkter. Output fra VLF-instrumenter er en vektor med hældning og feltstyrke udtrykt i procent, men i Wadien er det umiddelbare output en beregnet værdi der afspejler størelse og signifikans af vektorafvigelserne (midterste figur på foregående side). Dette udtryk kan naturligvis også kontureres, hvis man har en tilstrækkelig tæt punktdækning.

Geoelektriske metoder

Normalt udføres der efterfølgende geoelektrisk linieprofilering på tværs af de mest

interessante elektromagnetiske anomalier, idet man bruger en AB-afstand der sikrer, at målingerne går igennem den generelle forvittringszone. Linieprofilen i Figur nederst på forrige side viser en bred negativ anomali, hvor dybdesonderingen SE0009 er placeret.

De geoelektriske dybdesonderinger er fortsat den vigtigste indikator for tilstedeværelsen af gode vandførende sprækker. Figuren ovenfor viser positive sonderinger i 3 forskellige typer grundfjeld. Gorom ligger i et gnejsområde i Sahel-området med

meget lidt forvittringszone, Ouahigouya ligger i et glimmerskiferområde med en tyk forvittringszone, medens Kombissiri ligger i et relativt fugtigt granitområde i den Sudanske zone.

Højere succesrate

De lokale hydrogeologer er i årenes løb blevet stadig dygtigere til at kunne lokalisere de gode områder, og de fleste borekampagner har i dag en bedre succesrate end i firserne, da de fleste placeringer blev udført af udenlandske rådgivere. ■

Endnu en kæmpesten

Af Erik Karlsen, *GeologiskNyt*

I flere numre af *GeologiskNyt* er Danmarks store sten – kaldet kæmpesten – blevet omtalt; mest udførligt i anmeldelsen af Mads Lidegaards "Danske sten fra sagn og tro" (GN nr. 1/97). Hvad denne bog mærkværdigvis ikke omtaler, er en kæmpe granitblok ved hovedvejen mellem Sønderborg og Åbenrå. Bogens forfatter er nok suset forbi den, for med 80 km/t og ingen henvisningsskilte på vejen er den – trods sin størrelse – let at overse. Men den eksisterer altså.

Stenen var oprindelig "efterladt" 10 meter fra dens nuværende placering; men den blev flyttet i forbindelse med et vejbyggeri i 1935. Stenen har et mål på (L x D x H) ca. 5 x 2 x 3½ m og den vejer 17 tons (ifølge Historisk Årbog for Felsted Sogn nr. 15-1997).

Ud mod vejen bærer den et indhugget digt af Marcus Lauesen. Digtet angiver samtidig dens geologisk historie:



(Foto: Erik Karlsen)

ISBRÆEN SLED MIG
AF NORDFJELDETS TINDE
VIKLED MIG IND
I SIT HVIDE KLÆDE
SLÆBTE MIG LANGT
PÅ SIN STÆRKE
SLÆDE

OG LAGDE MIG HER
SOM NAVNLØST MINDE
OM LUNET SOM SKABTE
AF HAV – LER OG GRUS
DEN GODE AGER
TIL DANMARKS
HUS.