

Geoelektriske målinger avslører svakhetssoner i fjell

Supplerer tradisjonelle metoder

*Av Jan Helgebostad, Ole Chr. Pedersen og Bård Bakkejord
A/S Geoteam, Trondheim*

Geoelektriske målinger har vært benyttet internasjonalt i en årrekke ved malm- og mineralleting, løsmassekartlegging og grunnvannsleting. Til kartlegging av svakhetssoner i fjell er metoden brukt ved forundersøkelsene til Bolmentunnelen i Sør-Sverige.

Metoden under utvikling

Etter å ha utført geoelektriske målinger ved malmløst i flere år, har A/S Geoteam siden 1981 arbeidet med å utvikle en praktisk metode for å kartlegge og karakterisere svakhetssoner i fjell.

Tolkningsmodellen er utviklet ved hjelp av målinger på kjente svakhetssoner flere steder i landet. Arbeidet har dels foregått i samarbeid med NTH i forbindelse med hovedoppgaver og dels ved egenutvikling. Til nå har vi benyttet metoden ved Skarje kraftverk. Fløyfjellstunnelen og fastlandsforbindelsen Ålesund-Vigra. For tiden arbeider vårt firma med et NTN-prosjekt for å videreutvikle og utprøve metoden.

To ulike metoder

Geoelektriske målinger brukes her som en fellesbetegnelse på registrering av elektriske spenningsforskjeller i grunnen, forårsaket av en påtrykt strøm. To forskjellige metoder har vært benyttet i fjell, resistivitets- eller motstandsmåling (RP) og måling av indusert polarisasjon (IP). Begge typer målinger kan foretas med samme instrument.

Strømkilden slås automatisk på og av i gitte sykluser. Ved å måle strøm og spenning kan resistiviteten beregnes når elektrodernes avstand er kjent. Ved å registrere spenningsanfallet like etter at strømmen er slått av, kan IP-effekten bestemmes. Den er et mål

for materialets evne til å lagre elektrisk energi. Geologiske materialer opptrer med ulike nivåer for resistivitets- og IP-verdier.

Målingene er raske og enkle å utføre av to mann. Utstyret er bærbart og veier totalt ca. 30 kg. Et målelag kan utføre 8-10 målinger pr. dag.

Målingene kan utføres på to prinsipielt forskjellige måter:

- Kartlegging (linjeprofilmåling).
- Sondering (punktprofilmåling).

Kartlegging: Ved kartlegging og karakterisering av svakhetssoner brukes hovedsakelig såkalt gradientutlegg. En strømelektrode settes ut på hver side av den antatte svakhetszone, med en avstand avpasset etter forholdene, for eksempel 150 m. To målelektroder med liten innbyrdes avstand, for

eksempel 10 m, flyttes suksessivt på tvers av sonen langs profilet. Den minste resistivitetsverdien oppnås over sonen. Avlesningene gjenspeiler horisontale variasjoner i undergrunnen. Avstanden mellom målingene varieres slik at svakhetssonenes beliggenhet og karakter bestemmes.

Sondering: Målingene utføres ved at avstanden mellom strømelektrodene økes trinnvis utover for hver måling, mens elektrodeoppstillingens midtpunkt fastholdes. Ved denne fremgangsmåte vil dypere liggende lag influere sterkere på målingene jo større elektrodeavstanden er. Dybdesondering benyttes derfor for å vurdere overdekningens karakter og tykkelse, og for å finne eventuelle vertikale variasjoner. Ved stor tykkelse på overdekningen kreves økt avstand mellom strømelektrodene.



Supplerer tradisjonelle metoder

Geoelektriske målinger kan bli et viktig hjelpemiddel i forbindelse med forundersøkelser for alle typer fjellanlegg. Det er imidlertid svært viktig at målingene ikke tolkes isolert, men sees i sammenheng med informasjonen fra tradisjonelle ingeniørgeologiske forundersøkelser. En god prognose for fjellanlegg og tunneltraséer forutsetter et godt samspill mellom ingeniørgeolog og geofysiker både under feltarbeid og tolkning.

Metoden kan brukes på et tidlig stadium i forundersøkelsene og støtte opp under eller korrigere ingeniørgeologens vurderinger. I situasjoner der det er aktuelt å anvende refraksjonsseismikk eller kjerneboringer, kan det være fordelaktig å kartlegge og karakterisere svakhetssonene først med geoelektriske målinger. Derved kan man oppnå en mer målrettet utnyttelse av disse undersøkelsene og eventuelt begrense dem. I hovedre-

gel vil geoelektriske målinger supplere og utfylle de andre aktuelle undersøkelsesmetodene og ikke erstatte dem.

Arbeidet med å utvikle måleopplegg og tolkningsmodeller har skjedd i samarbeid med NTH, og spesielt med førsteamanuensis Ole B. Lie ved Institutt for petroleumsteknologi og anvendt geofysikk.

Tolkningsprinsipper

Der bergartene ikke inneholder ledende mineraler, vil svakhetssonene opptre som bedre elektriske ledere enn sidefjellet. De målte resistivitetsverdier over en svakhetszone er avhengige av sonematerialets resistivitet, sonens bredde, sidefjellets resistivitet, samt overdekningens tykkelse og resistivitet. IP-verdien i en svakhetszone vil først og fremst være avhengig av sonematerialets resistivitet, ionenes mobilitet og sidefjellets resistivitet og polariserbarhet. Leire



Innehaver Magnus Svensli

SMYKKE — STEN — SLIPING og utstyr for stensliping

Granåsen 11 - N-8610 Grubbhei - Norway - Telefon 087-30 436

har IP-effekt, mens for eksempel fritt bevegelig vann ikke har den. Bergarter kan også vise IP-effekt. Ved bruk av resistivitets- og IP-målinger, kan svakhetssonene i Norges grunnfjell over marin grense skilles etter følgende kriterier:

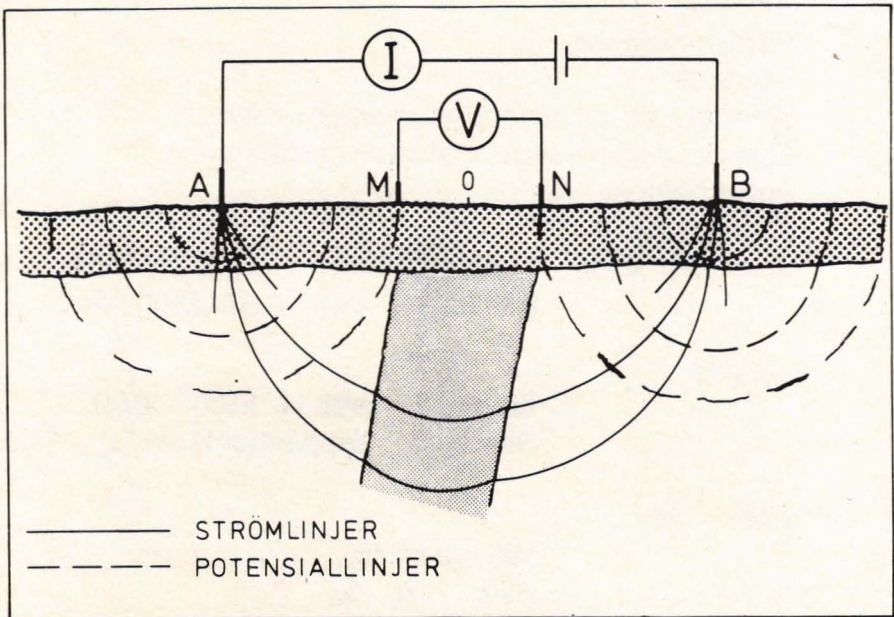
- Leirførende svakhetssoner vil ha lavere resistivitet, og samme eller høyere IP-verdi enn sidefjellet.
- Svakhetssoner som fører både leire og fritt vann vil ha lav resistivitet og lavere IP-verdi enn sidefjellet.
- Oppsprukket fjell uten fritt bevegelig vann vil ha en høyere resistivitet enn vannsoner, og en IP-

verdi som er sammenliknbar med massivt fjell med samme bergart.

- Inntakt massivt fjell vil ha høyere resistivitet og forskjellig IP-verdi avhengig av bergartstypen.

Inneholder en bergart eller svakhetssone elektrisk ledende mineraler, som f.eks. grafitt eller kis, kan dette gjøre målingene vanskeligere å tolke. Spesielt gjelder dette dersom man ikke kan forutsette dette ut fra kjennskap til de geologiske hovedtrekkene i området.

Målinger på svakhetssoner under øvre marin grense krever et mer omfattende måleopplegg, og resultatene blir mer komplisert å tolke.



Idealisert strømfordeling i grunnen ved elektrodeoppstilling over en svakhetssone med løs masseoverdekning. Et strømfelt settes opp mellom elektrodene A og B, mens potensialfallet måles mellom elektrodene M og N. Resistiviteten måles på et dyp som er tilnærmet avstanden AM.