

Geoelektriska metoders tillämpbarhet vid bergbyggnadstekniska förundersökningar

Byggande i berg är förenat med risker eftersom kunskap om geologin och markförhållandena är begränsad. Oförutsedda grundförhållanden innebär en stor risk för projektet och kan till slut leda till förseningar och extra kostnader. För att minimera riskerna måste en optimerad förundersökning genomföras där viktig information samlas för att ligga till grund för bästa möjliga beslut i hela byggprojektet. I detta projekt utvärderas tillämpbarheten av geoelektriska metoder som ett verktyg för undersökning av bergmassans egenskaper. Användningen av geoelektriska metoder i olika skalor har visat sig ge värdefull information i olika skeden av tunnelbygget. I de geologiska förhållandena vid Hallandsåsen indikerar metoden sprickor, vattenförande berg, vittrat berg och i viss mån förändringar i litologin. Storskalig geoelektrisk undersökning är användbar i konstruktions- och produktionsplaneringsstadiet samt i byggskedet. Geoelektriska metoder kan kombineras med andra geofysiska metoder i borrhålsloggning och tillämpas sent i konstruktions- och produktionsplaneringsstadiet. Dessutom är borrhålsgeofysik viktig för in-situ korrelation och kontroll av storskaliga geoelektriska data.

Bakgrund

Olika geofysiska metoder är viktiga i förundersökningar. Geoelektriska undersökning är en av de geofysiska metoder som har visat sig vara viktiga i en stor skala, särskilt i projektets förstudie. Metoden kan även vara relevant i liten skala för borrhålsloggning. Författarens erfarenhet från ett flertal opublicerade förundersökningsrapporter från tunnelprojekt i Sverige är emellertid att metoden inte till fullo har erkänts som en integrerad del av förundersökningar.

Syfte och Genomförande

Syftet med projektet var att utvärdera tillämpbarheten av geoelektriska metoder som ett verktyg för undersökning av bergmassans egenskaper. Geoelektriska metoder i olika skalor tillsammans med andra geofysiska metoder har visat sig ge värdefull information i olika skeden av tunnelbygget. Geoelektriska data från Hallandsåsen i södra Sverige utvärderas med avseende på dess förmåga att indikera bergmassans olika egenskaper.

Med stöd från SBUF och BeFo har arbetet utförts av Berit Ensted Danielsen, Teknisk Geologi, Lunds Universitet.

Resultat

Vid Hallandsåstunneln har resistivitets- och IP-mätningar (inducerad polarisation) utförts tillsammans med markbaserade magnetiska mätningar. Figur 1 visar exempel på resultat i form av vertikala modellsektioner baserade på numerisk tolkning av mätdata. Syftet med undersökningarna var att följa upp de geoelektriska data som uppmättes under 1998 och göra en mer detaljerad studie av det utvalda området. Genom detta kan några av de centrala nyckelfrågorna om bergart, vittring, bergtäckning och vatten besvaras och en geologisk tolkning av data göras. Geoelektriska data, omfattande resistivitets- och IP-data, i kombination med markbaserade magnetiska mätningar samt geofysiska och geologiska data från borrhål är användbart i projekterings- och detaljskedet för att sammanställa en geologisk modell av berget. De kontinuerliga geofysiska mätningarna ska utföras innan borrhålsborringarna i syfte att göra ett målinriktat och optimerat borrhålsprogram, och kanske också minska antalet borrhålsborringar.

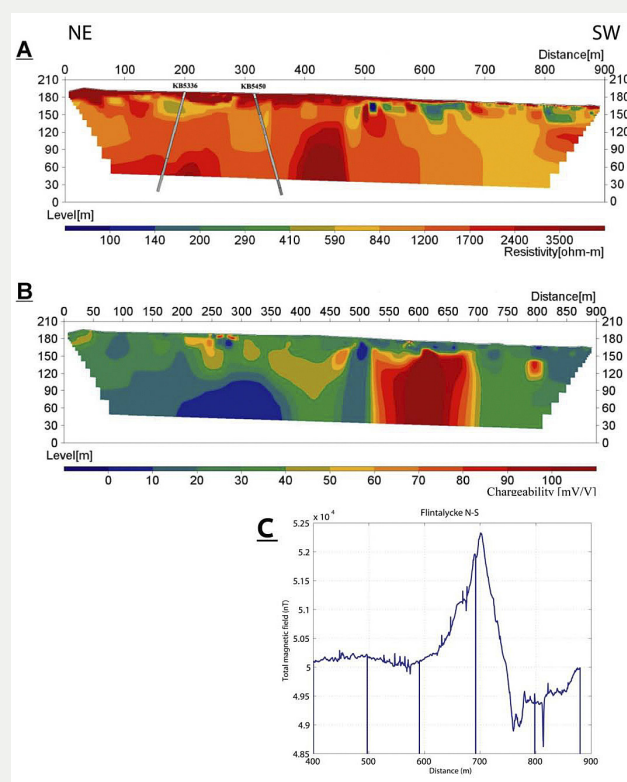
Borrhålsgeofysik ger detaljerad information vid förundersökningar för tunnlar i kristallint berg och syftet med denna delstudie är att visa att borrhålsgeofysik kan ge detaljerad information om litolo-

giska förändringar, sprickor och vittring i urberg. I två kärnborrade hål vid Hallandsåsen har geofysisk loggning utförts med syftet att utvärdera upplösning och nyttan av metoden. Borrhålsgeofysik kan bidra med information om litologi, strukturella och bergmekaniska egenskaper. En fördel med borrhålsgeofysik är att det är in-situ mätningar och att informationen registreras och sparas, så att oklarheter och tvetydigheter i ett resultat kan ses av fler än en person. Borrhålsgeofysik kan också användas för att kalibrera resultaten från ytgeofysik och bör därför vara en integrerad del i alla skeden av förundersökningen. Det kan rekommenderas att borrhålsgeofysik görs i de billigare hammarborrade hålen som därmed kan vara ett bra alternativ till de dyra kärnborrade hålen.

Slutsatser

Detta projekt har främst fokuserat på tillämpbarheten av geoelektriska metoder som ett verktyg för att förutsäga geologiska förhållanden. Tillämpning av geoelektriska metoder i olika skalor har visat sig ge användbar information i olika skeden av tunnelbygge i kristallint berg. Den storskaliga geoelektriska metoden är användbar i projekterings- och byggskedet. I en mindre skala kan den geoelektriska metoden kombineras med andra geofysiska metoder i borrhålsloggning och tillämpas sent i projekteringskedet. Innan den geoelektriska metoden används är det viktigt att fråga vad som kan förväntas när metoden tillämpas i en viss geologisk miljö. Att besvara ingenjörens nyckelfrågor är komplicerat, eftersom metodens upplösning förmåga kommer att skilja sig från plats till plats. Metoden detekterar förändringar i resistiviteten; resistivetskontrasten och storleken för de olika zonerna måste vara tillräckliga för att metoden skall kunna upplösa dem. När man överväger att använda den geoelektriska metoden är det avgörande att i något skede få tillgång till referensdata, till exempel borrhålsgeofysik och borrhålskärnor, för kalibrering och tolkning av data. Men referensdata behövs också för tolkningen av andra geofysiska data.

Flera faktorer är viktiga för en framgångsrik förundersökning och ett lyckat tunnelbygge. Förundersökningen bör göras top-down så att utredningarna börjar i stor skala och fortsätter med gradvis högre detaljeringsgrad på ett sätt som följer behovet av information i de olika projektfaserna. Förundersökning bör vara en dynamisk process där prognosen uppdateras när ny information finns tillgänglig. Det spelar ingen roll hur många metoder som används om resultaten inte beaktas. Med en ingående och optimerad förundersökning, och väl integrerade resultat, är tillförlitligheten hos den tekniska geologiska prognosen högre och risken för att något oväntat händer minskas. Den geoelektriska metoden och borrhålsgeofysik bidrar till att minska osäkerheten och bör därför betraktas som en möjlig del av alla förundersökningar samt av byggskedet.



Figur 1. (A) Resistivetsmodell för 900 meter profilen. Två befintliga kärnboringar är markerade i profilen. I (B) visas IP-modellen, och i (C) resultatet från den magnetiska mätningen.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Berit Ensted Danielsen, EMGS ASA,

tel +47 46764814, e-post: berit@danielsen.info

Torleif Dahlin, Teknisk Geologi, Lunds Universitet,

tel 046 222 9658, e-post: torleif.dahlin@tg.lth.se

Litteratur:

- The applicability of geoelectrical methods in pre-investigation for construction in rock. (Lunds Universitet, ISBN 978-91-976848-6-6 ISRN LUTVDG/(TVTG-1028)/1-187/ (2010) av Berit Ensted Danielsen, pp. 187) kan beställas från Teknisk Geologi, Lunds Universitet, tel 046-222 74 25, cecilia.mildner@tg.lth.se, www.tg.lth.se

Internet:

www.tg.lth.se