

## NGU-dagen 2021 – 06. Marco Brønner med «Viktigheten av geofysiske forundersøkelser i planlegging og risikoanalyse for infrastrukturprosjekter»

Jeg vil understreke viktigheten ved å bruke geofysikk. Og som Espen nevnte, vi bruker det innenfor geologisk kartlegging. Jeg er sikker på at det er flere som vet om og bruker geofysikk. Enten bestiller det eller samler inn selv, men hva er det egentlig? Man kan bare forkorte det til en ganske enkel formel. Geofysikk er faktisk geologi ganger med materialeegenskaper vi har i bakken. Det kaller vi petrofysikk. Vi samler inn disse geofysiske dataene på alle mulige plattformer. Fra fly og helikopter, som jeg skal snakke ganske mye om. På bakken selvfølgelig. Men så har vi også mulighet for å bruke våre instrumenter enten inn i sjøen eller på sjøen med båt. En viktig del av arbeidet er å logge i borehull, petrofysiske egenskaper av geologien for å få inn den tredje dimensjonen.

Et veldig viktig punkt NGU holder på med i forhold til geofysikk, er geofysisk kartlegging fra luften. Det gjør vi med helikopter og fly. Her til venstre ser dere dekningsgraden vi har for Norge, med høyoppløselige geofysiske data. Når vi samler inn geofysiske data med helikopter spesielt, må vi være så effektive som mulig, for det er ganske mange kostander som går inn der. Derfor samler vi ikke bare inn med én metodikk, vi samler faktisk inn tre ulike datasett. Hvor den ene går på magnetiske egenskaper av fjell og geologi, ledningsevne i bakken, og her snakker vi stort sett om de elektrisk ledningsevne. Radioaktivitet er også et veldig viktig tema. Jeg skal vise dere litt nærmere hva vi gjør med dette. Alle de dataene vi samler inn her, med helikopter og fly, er selvfølgelig offentlig tilgjengelig. Vi har en database og en webportal for det. Hvis dere har anledning eller behov for geofysiske data fra luften, er det bare å gå til den linken dere ser nederst her. Vi kaller den vår geoscience portal. Det finnes også tilgang når dere går på [ngu.no](http://ngu.no), og så Kart og Data.

Jeg vil begynne med et eksempel fra den tiden hvor geofysikk – i alle fall fra luften – ikke var så vanlig. Til venstre ser dere kartblad for Løten, og det er nok et av de eldste berggrunnskartblad vi har. De ble faktisk til uten geofysikk. På høyre side ser dere en del av det kartbladet, hvor vi har samlet inn geofysikk. Dere ser at strekningsretningen av de strukturene vi ser her i berggrunnskartet, er litt annerledes enn det vi ser her i geofysikk. Det skyldes nok ofte at vi har masse overdekk akkurat i det området. Så det er veldig vanskelig for geologene å kartere detaljert, men også av og til med riktig strek. Så hvis vi sammenligner dem, ser vi faktisk at alunskiferen vi har kartlagt her, vises ikke helt riktig i kartbladet vi har nå. Det er også det NGU jobber med på spreng nå. Vi er i luften hvert eneste år med helikopter og samler inn nye data som vi skal bruke for å forbedre geologisk kartlegging.

Geologisk kartlegging som vi holder på med nå, er i stor grad basert på geologiske data. Vi sikrer oss at vi gjør det i rett rekkefølge, at vi har geofysikk før geologene går ut i felt og karterer geologien de ser. Så kommer de tilbake og bruker geofysiske data pluss deres observasjoner for å sette sammen et geologisk kart. Her ser dere magnetometri vi har. Det er faktisk også et område fra Vestfold og Telemark, lignende som Espen viste i et prosjekt som heter BITE, som vi har i samarbeid med fylkesgeologen der. Når geologene kommer tilbake, kan de da bruke deres observasjoner og sette dem sammen og ekstrapolere ut ifra det de har sett, med geofysiske data vi har her. Så tegner de mye fine linjer for å avgrense ulike bergarter, og så bestemmer de bergartene, og så finner vi sånne fargerike kart som viser berggrunn i sin helhet. Espen var innom det, det er mange, mange detaljer som ikke trenger å være med i berggrunnskartene, på ulike målestokker. Man kan ikke ta med alt. Det som geofysikk viser, er faktisk alt. Det gjelder berget, ikke bare de fra overflaten, men også de som ligger under i bakken. Det har vi selvfølgelig veldig lite kunnskap om, hvis vi går ut i felt. Så de geofysiske dataene inneholder egentlig mye mer informasjon om overflategeologi, men også det som ligger under, enn det vi faktisk kan kartlegge og samstille i et kart.

Så hvis noen har behov for å gå på en mye mindre skala enn vi kan kartlegge med geologisk kart, er det bare å komme tilbake til geofysikk, og enten forbedre eller lage geologisk kart med større oppløsning. Eller gå inn med en slags geofysikk fra bakken for å finne ut flere detaljer, hvordan berggrunnen fortsetter i dybden.

Vi kan også bruke de geofysiske dataene til å lage produkter. Et av de produktene er faktisk et aktsomhetskart for svakhetssoner i fjell. Her bruker vi topografi og magnetiske kart, og ekstraherer lineamenter hvor vi ser at topografien og magnetiske lineamenter faller sammen. Det er ofte en indikasjon at vi har prosesser som går langs brekkesoner, som forandrer magnetfelt. Ofte blir de magnetiske egenskapene i fjell brutt ned til noe som er mye lavere og det vises da i magnetiske kart.

Så vi har nå sammenstilt for flere områder. Vi har et eksempel her fra Oslo-området, hvor vi har klarlagt lineamenter som tyder på at vi har svakhetssoner i fjell. På høyre side ser dere et eksempel fra Lieråsen-tunnelen, hvor vi har brukt den metodikken. Dere ser at de blå og gule merkene er det som blir ekstrahert fra de geologiske dataene. De faller veldig godt sammen med strukturene, som ble kartlagt før fra geologene, enten fra overflate, bakkegeofysikk, eller boringer. Dere ser at de stemmer veldig godt overens. Det er en veldig rask og effektiv måte å få laget en oversikt over potensielle svakhetssoner i fjell, og riktig verktøy for all slags planlegging, ikke bare av tunneler, men også veitraseer osv. Så dere unngår overraskelser når dere graver eller broer i fjell.

Jeg har et annet eksempel, og jeg vil at dere ser på rekkefølger. Kartet dere ser her, er et aktsomhetskart vi har laget for Lista. Aktsomhetskartet ble laget mye, mye senere enn det jeg

egentlig vil fortelle om. På et tidspunkt i 2006-2007 blir det bygget en tunnel, Ravneheia-tunnelen, her. Dere ser allerede her, alle de blå merkene, er indikerte svakhetssoner i fjell. Vi finner sånne svakhetssoner også her, hvor tunnelen ble bygget. Men ikke bare det, rekkefølgen er faktisk at i 2007 kollapser tunnelen. Det var faktisk boret uten stor grad av geofysikk i alle fall. Så man visste ikke om de svake sonene, som er oppdaget her i det aktsomhetskartet jeg viser. Så ble vi bedt om å lage en resistivitetsprofil, en bakkefysikkmetode, og så viser den også veldig tydelig at vi har ikke bare én, men vi har faktiske fire svakhetssoner i det området tunnelen ble bygget. Hvis de hadde hatt den geofysiske informasjon før de hadde begynt å bygge, kunne de unngått det. Jeg vil bare henvise til at geofysikk er veldig viktig som en forundersøkelse i denne sammenheng.

I dag har vi samlet inn og laget aktsomhetskart for svakhetssoner langs hele kysten opp til Midt-Norge. Dataene er tilgjengelig for alle slags konstruksjonsarbeider og tunnel- eller veibygging. Hvis dere er interessert og har behov for det, er det bare å ta kontakt med oss.

Veldig aktuelt tema er også kartlegging av løsmassegeologi, og her selvfølgelig først og fremst kvikkleire, som vi vet er en stor problematikk i Norge og veldig aktuelt akkurat nå. Eksemplet jeg skal vise her, er et kvikkleireskred som gikk i Bryneset i 2012 – 2010 er feil. Det var også en feil rekkefølge igjen, for vi blir invitert til å måle petrofysikk over det skredområdet *etter* at skredet gikk. Det ble gjort. Vi målte ledningsevnen i bakken og laget en fin 3D-modell, ikke bare for overflate, men vi kunne også se utviklingen i dybden. Det vi ser her, i overflaten, det grønne og gule, tyder på at vi har leire. Det som ikke er saltrikt, kan klassifiseres som kvikkleire. Om vi går lengre ned, så kommer vi til et område som har enda lavere ledningsevne. Det betyr at det må være saltholdig og dermed mer stabilt. Enda lenger ned, det røde og rosa, er berggrunn vi har kartlagt der.

Med de helikopterdataene vi har laget, kunne vi veldig raskt og effektivt kartlegge store områder, og kartlegge hvor vi faktisk har fare for kvikkleire eller potensial for kvikkleire. Det kan man følge opp etterpå med andre geofysiske metoder fra bakken. Her nede ser dere en linje som er ekstrahert fra 3D-modellen. Den oppe er bakkegeofysikken, som viser litt høyere oppløsning, men i utgangspunktet viser de faktisk det samme som vi har kartlagt med helikopter. Så vi ser saltleire, vi ser mulighet for kvikkleire, i begge deler. Så har vi faktisk også fått det bekreftet fra boringer i området. Så de geofysiske dataene har avspilt veldig bra det vi har kartlagt.

Så er det en siste metode, og det er kartlegging av radioaktivitet. Det er ulike formål. Det jeg skal vise her, er faktisk et urankart vi har laget for Trøndelag for to år siden. Formålet med dette urankartet var at, uran er kilde for radongass blant annet, så vi tenkte å oppdatere radonkart for Trøndelag som et testprosjekt, og så utvidet vi etter hvert til hele Norge. Og det har vi gjort, og jeg skal vise dere, det er under utarbeidelse fremdeles. Men vi er i ferd med å lage et nytt urankart for hele Norge. Og det

er første utkast vi har laget. Hvorfor trenger vi det? Begrunnelsen for det er veldig enkel. Naturlig radioaktivitet i bakken finner vi nesten over alt i Norge. Dere ser de lyse områdene som er svært berammet av radioaktivt material, ikke bare uran, det kan også være thorium. Cesium ser vi ikke, så ser vi her, thorium og kalium. Her i nordområdet som er ganske høyt radioaktivt.

Det har en veldig stor betydning for når dere skal for eksempel finne og skaffe byggeråstoffer, må dere passe på å gå i områder som ikke har stor radioaktivitet. For da blir det vanskelig å bruke byggeråstoffene for noen formål. Det samme gjelder infrastrukturprosjektet. Når dere planlegger infrastrukturprosjekter, ikke bare tunneler, men også veier hvor dere skal bygge inn i fjell og ta vekk fjell, så burde dere regne med – og det var også Espen inne på – at byggemassen dere får, kan ikke brukes videre til noen andre formål. Det må deponeres, som er en ekstrakostnad. Dere må ta det med i budsjettet.

Jeg har allerede nevnt radon. Det skal vi også jobbe videre med, og sluttproduktet blir et radonkart, Det er selvsagt viktig i arealplanlegging, at man tar hensyn til potensial for radon. Positiv effekt er da geotermi. Med å kartlegge radioaktivitet i bakken kan vi kartlegge potensial for geotermiske energi. For radioaktivitet i fjell skaffer varme som vi kan bruke som energikilde i fremtiden. Det finnes ganske mange andre muligheter for å bruke kart. Ikke bare urankart, som eksemplet her, men generell radioaktivitet i bakken.

Et annet praktisk eksempel på kartlegging av radioaktivitet, kommer fra Nord-Norge, på Bjarkøya. Der ble det bygd en tunnel mellom Grytøya og Bjarkøya. Der fant vi faktisk høyradioaktivitet med 1000 ppm i en boring vi hadde logget. Det var faktisk ukjent før. Helikopterdata fantes ikke på den tiden tunnelen ble bygget, det ble ikke samlet inn før for to år siden. Men da fikk vi faktisk bekreftet at det er mye radioaktivitet i bakken. Til og med også på andre siden av tunnelen, som er helt ukjent og ikke oppdaget eller bekreftet tidligere. Også her gjelder det å gjøre ting i rett rekkefølge. Geofysikk fra luften før du begynner å lage tunnel eller andre konstruksjoner.

Alt jeg har presentert her, er selvfølgelig tilgjengelig i NGUs databaser. Jeg har vist til vår Geoscience-portal hvor dere finner alle flydata. Nå jobber vi med å lage en ny database generelt for geofysikk, men også spesielt for bakkegeofysikk. Så vi samler alle slags bakkegeofysiske data, ikke bare fra NGU, men vi har samarbeid med Bane NOR, Statens vegvesen, NVE, hvor vi skal legge inn alle geofysiske data. Dere kan gå inn der og forhåpentligvis allerede senere i februar i år og laste ned dataene, eller få metadatainformasjon om eksisterende geofysiske undersøkelser, sånn at dere ikke trenger å måle det på nytt.

Så da kommer jeg også med et avsluttende forslag. Jeg hadde mange, mange punkter her. Men det koker ned til at jeg foreslår at dere benytter geofysikk i større grad for alle slags prosjekter dere har, i

infrastruktur og arealplanlegging. Bruk dem i rett rekkefølge. Begynn gjerne på de regionale, og da er det NGU-data dere kan selvfølgelig bruke. Først de fra fly og helikopter. Så kan dere komme videre og gå på bakken og samle inn geofysikk der. Dere skal bruke de omfattende geologiske og geofysiske dataene vi har. Databasene jeg har vist, omfatter geofysiske data og Espen var innom de geologiske dataene vi har. Bruk dem.