

Svar på innlegg av Odleiv Olesen og Arne Bjørlykke, NGU, i GEO 03/2007 (side 44-45) og [www.geo365.no](http://www.geo365.no).

Vi tunnelfolk er blitt kritisert for at vi er "synlige, bare når fagfolk skjeller hverandre ut". Innlegget til Odleiv Olesen og Arne Bjørlykke i GEO 03/2007 er et godt eksempel i så måte. Her skjeller de ut ingeniørgeologene for skandaler og manglende interesse for FoU, samt for å bruke metoder og utstyr som er håpløst foreldet.

TEKST: Dr.scient Arild Palmstrøm, spesialrådgiver i Norconsult as

Innlegget synes ved første øyekast å være fengende og interessant. Men de som kjenner til hva ingeniørgeologi er, ser fort at mange av påstandene ikke bør stå ubesvart. Ellers kan leseren lett få det inntrykket at tunnel-skandalene ville vært unngått hvis det bare hadde blitt benyttet digitale metoder og moderne geofysikk blandet med moderne strukturgeologi.

#### GEOLOGER PÅ STUFF

NGUs geologer har hatt flere innlegg relatert til tunnelbygging, blant annet artikkelen "Tunnelproblemer løses ikke på stuff" som sto i GEO 05/2000. For mange av de tunnelproblemene som har figurert i pressen, er det nettopp på stuff at problemet kunne vært løst. Dette gjelder ikke minst Hanekleivtunnelen hvor raset oppsto fordi det ikke ble benyttet kraftig nok sikring.

Allerede i slutten av 1960-årene ble det sendt brev til NGUs administrasjon med forslag om at geologer burde benytte den unike muligheten tunneler gir for innhenting av geologisk informasjon. Det kom aldri noe svar på dette. Det samme har vært tatt opp senere, men uten hell. Det kan virke som om geologer i motsetning til ingeniørgeologer skyr mørke og skitne tunneler; slik de ofte er under bygging. Til opplysning kan det nevnes at det siden 60-årene er drevet ca. 3000 km tunnel uten tilstedeværelse av geologer fra NGU.

#### BRUK AV GEOLOGER OG GEOLOGISK MATERIALE

Noe av det viktigste materialet vi ingeniørgeologer benytter under planleggingen, er NGUs berggrunnsgeologiske kart i målestokk 1:50.000. Slike kart mangler over store deler av Norge. I de siste årene er det blitt utgitt veldig få slike kart fra NGU.

Det er riktig at det har vært mange problematiske tunnelprosjekter i Norge gjennom årene. For en del av disse var "uforutsette grunnforhold", som det heter, årsaken. En av de mest problematiske tunnelene i de siste 15 årene var den undersjøiske vegtunnelen under Magerøysund, den såkalte Fatima-tunnelen som leder ut til Nordkapp. For denne

ble faggeologer benyttet i stort monn under planleggingen. De utarbeidet blant annet et eget geologisk kart langs tunnelen og over området rundt. I tillegg ble det kjerneboret og utført omfattende seismiske målinger. Det oppsto allikevel store, uforutsette stabilitetsproblemer omtrent langs ca. 50% av tunnelstrekningen, hvilket ga store kostnadsoverskridelser og ca. et års forsinkelse.

#### FORSKNING OG UTVIKLING

Olesen og Bjørlykke skriver blant annet: "Tunnel-skandaler på Østlandet gjennom hundre år viser at vi har lært lite om hvordan slike problemer skal takles. Det er på tide at ingeniørgeologene begynner å interessere seg for forskning og teknologi" og: "Hvorfor ble det ikke foretatt omfattende geofysiske undersøkelser og borer for planleggingen av de store tunnelprosjektene på Østlandet? Hvorfor har ikke tunnelbransjen vært interessert i å utvikle høyteknologi for å karakterisere sprekke- og forkastningssoner, slik at planarbeidet med nye tunneler kan bedres? Hvorfor har det ikke vært bedre samarbeid mellom ingeniørgeologer og geofysikere ved landets universiteter og høyskoler? Spørsmålene er mange. Svarene, tror vi, ligger i mangel på interesse og vilje i å utføre høykvalitets forskning innen dette fagfeltet. Det er et paradoks at Norge de siste årene har blitt verdensledende på utvikling av nye geofysiske metoder innen oljeleting, samtidig som anleggsbransjen helst holder seg med teknologi som gjerne er 50 år gammel."

I noen problemtunneler har det riktignok vært vanskelige grunnforhold, men mange av de problemene som oppsto var forårsaket av hyppig bruk av sparekniven. Det har siden moderne tunnelbygging startet til dels rådet en husmannsånd innen tunnelbyggingen med mål om å bygge flest mulig tunneler for pengene. Den internasjonale konferansen "Low cost road tunnels" i 1984 viste med all tydelighet Norges holdninger og filosofi i vegbygging. Slik holdning inspirerer ikke akkurat til forskning og utvikling (i tillegg til at den lett fører til undersikring).

Det har aldri vært de store fortjenester i tunnelbransjen. Entreprenørene har gjennomgående hatt 0 – 3%, sjelden over 5% i

fortjeneste. Det har i de siste ti årene vært en tendens hos mange byggherrer å overføre mest mulig ansvar for grunnforholdene over på entreprenørene, hvilket med de nevnte små marginer, lett fører til uoverensstemmelser og rettssaker. Det gir lett inntrykk av at det er dårlig forarbeid med forundersøkelse, men dette behøver altså ikke være tilfelle.

Hadde tunnelbransjen vært like lukrativ som oljeindustrien, ville det vært kapital og muligheter for langt mer FoU enn det som har vært tilfelle i tunnelbransjen. Men selv i den rike oljebransjen, med sine solide ressurser og moderne teknikker, kan man ta feil. Det bores fremdeles tørre hull. Og gull-leterne finner ikke bestandig gull der de leter.

Vi hilser med glede de nyvinninger innenfor geologien som Olesen og Bjørlykke forteller om. Etter deres oppfatning er det særlig i planleggingsfasen at vi ingeniørgeologer har mye å hente. NGU var raskt ute med omtale av sitt "Aktsohmetskart over Oslo-området" da problemene i Hanekleivtunnelen oppsto. Kartet viser beliggenhet av soner med dypforvitring og potensielle problemer til hjelp for samfunnet. Det er bare det at disse sonene var kjent av ingeniørgeologene allerede under planleggingen av tunnelene.

#### SAMARBEID

Olesen og Bjørlykke avslutter med: "Det er derfor god samfunnsøkonomi å utvikle faglig geokompetanse av høy kvalitet, slik at utbyggingen kan gjennomføres etter oppsatte budsjetter og på en sikker måte for både anleggsfolk og trafikanter. Vi mener derfor at det er viktig at utbyggere, forskningsinstitusjoner og universiteter går sammen om utvikling av bedre metoder for kartlegging og karakterisering av leirfylte svakhetssoner i berggrunnen i Norge."

Vi ingeniørgeologer trenger så visst samarbeid med geologer, men geologene må først sette seg inn i hva ingeniørgeologi, tunnelteknikk og tunneldrift er for noe – for det er mye mer enn bare strukturgeologi, geofysikk og digitale teknikker. Derfor, før vi diskuterer videre med geologer og andre forståelsepåere, trenger vi tydeligvis bedre kontakt, åpne diskusjoner og mer utveksling av informasjon. Og ikke minst: geologer må inn på stuff for å se hva som virkelig foregår.

TEKST: Arne Bjørlykke og Odleiv Olesen, Norges geologiske undersøkelse

Det er vanskelig å forstå at de omfattende tunnelproblemene på Østlandet ikke har ført til større ydmykhet blant tunnelplanleggere og geologer. Ekstra kostnader i forbindelse med tunnelprosjekter på Østlandet beløper seg nå til flere milliarder kroner. Tunnelproblemene representerer i følge NTNU-professor Steinar Roald (Aftenposten 30 desember 2006) et samfunnsproblem. Det er derfor naturlig at geovitere også utenfor de tradisjonelle ingeniørgeologiske miljøene engasjerer seg.

På Østlandet har vi nå mer enn 40 tunnelprosjekter på ulike planleggingsstadier. Det er en utbredt oppfatning innen tunnelmiljøet at de fleste problemer best kan løses under driftsperioden, men vi mener bedre forundersøkellesmetoder og mer boring vil øke sikkerheten, redusere kostnadene og gi mer pålitelige kost-nytte analyser for prosjektene.

Vi kan se at vår artikkel i GEO (03/2007) kan virke provoserende. Men det er nedslående at NTNU-professor Bjørn Nilsen og regionleder Bent Aagaard i SWECO Grøner karakteriserer det som usaklig, i stedet for å diskutere de alvorlige realitetene i innlegget. De antyder til og med at de ikke vil samarbeide med NGU dersom institusjonen har samme oppfatning som oss. Nilsen og Aagaard henviser til kommentarer fra Aftenposten-journalist Sveinung Berg Bentzrød og mener at vi må unngå krangling. Journalister vil gjerne fremstille uenighet blant fagfolk som krangel, men de må ikke få lov til å bremse den faglige dialogen. Innen forskning og vitenskap er nettopp uenighet en viktig forutsetning for faglig utvikling.

Vi er uenige med Broch, Nilsen og Aagaard når det gjelder:

1. Betydningen av kunnskap om den geologiske historien i et planleggingsområde (for eksempel dypforvitring),
2. Omfanget og kvaliteten på de strukturgeologiske og hydrogeologiske arbeidene i forbindelse med forundersøkellesene,
3. Behovet for geofysiske undersøkelsesmetoder, og
4. Behovet for verifisering av geologiske og geofysiske tolkninger gjennom boring.

En av grunnene til at NGU startet det detaljerte kartleggingsprogrammet GEOS (GEO 07/2004) i Oslofjordområdet var de store problemene med tunnelbygging og de mange forslag til nye tunneler i regionen. Programmet gir stadig ny kunnskap om

geologien i regionen, og ett resultat er dypforvittringskartlegging med AMAGER-metoden (AeroMagnetiske og GEomorfologiske Relasjoner). Dypforvitring er ikke den eneste årsaken til leiromvandling i en vulkansk rift som Oslofeltet. Det finnes også hydrotermale omvandlinger. Denne kompleksiteten setter store krav til en bred geologisk kunnskapsbase og til gode kartleggingsmetoder.

Artikkelen vår i GEO (03/2007) representerte et forsvar på den massive kritikken framsatt av framtrepende ingeniørgeologer av NGUs dypvittringskartlegging på Østlandet (GEO 01/2007). AMAGER-metoden er et forsøk på å finne alternative og bedre metoder for regionale undersøkelser på Østlandet (GEO 07/2004 og 01/2007). Metoden er utviklet spesielt for dypforvittringsområdene på Østlandet, Sørlandet og i Trøndelag. Den har påvist mer enn 90 % av de kjente problemsonene i Lieråstunnelen, Romeriksporten og Hvalertunnelen. Nilsen og Aagaard viser til at metoden ikke fungerer i fjordområdene på Vestlandet, men forutsetningene for å bruke metoden er heller ikke til stede der (GEO 01/2007 og 03/2007), og 50 % treff må anses som langt bedre enn forventet. Vår konklusjon om teknologivegving blant ingeniørgeologene bygger på egne erfaringer. Basert på kunnskap fra GEOS forsøkte vi – uten hell – både i 2004 og 2005 å presentere den nyutviklede AMAGER-metoden på Bergmekanikkdagen under den årlige Fjellsprengningskonferansen i Oslo.

Romeriksporten, hvor de endelige kostnadene ble tredoblet i forhold til budsjett, ble også en skandale og førte til forskningsprosjektet om miljø- og samfunnstjenlige tunneler. Rapportene fra prosjektet inneholder mye gode data, men konklusjonene fra sluttrapporten i 2004 er vage og har ikke ført til store forandringer innen forundersøkelser. De tradisjonelle flyfototolkningene er fremdeles den dominerende metoden. Den nye kunnskapen om dypforvitring som er utviklet av geomorfologer de siste 20 årene ble ikke vurdert. Denne kunnskapen er sannsynligvis det viktigste bidraget for å kunne forstå de store tunnelproblemene på Østlandet. Tektonikk, som er kunnskapen om sprekkesystemene, er nødvendig for å kunne beskrive arkitekturen i skyvesoner og forkastninger og for å gjøre hydrogeologiske modelleringer. Tolkning av forkastninger og skyvesoner som rette linjer gir ikke tilstrekkelig grunnlag for å kunne vurdere mulig grunnvannsinnslag og sikringstiltak. Bruken av tektonikk i forundersøkelse er dessverre

lite behandlet i prosjektet om miljø og samfunnstjenlige tunneler.

Det er derimot helt riktig som Nilsen og Aagaard sier, at indirekte metoder som magnetiske, elektriske, elektromagnetiske og seismiske målinger aldri kan bli 100% pålitelige. Boring blir derfor den viktigste metoden for å bekrefte eller avkrefte resultatene fra indirekte metoder. Det er først etter boring at vi med rimelig sikkerhet kan vurdere kvaliteten på en tunnelstrekning. Ved siden av å verifisere tolkninger av strukturbildet og de geofysiske målingene, bør en også verifisere at fjellet har tilstrekkelig god kvalitet. I *Statens Vegvesens Publikasjon 101: Miljø og samfunnstjenlige tunneler – Riktig omfang av undersøkelser av berganlegg* av Arild Palmstrøm, Bjørn Nilsen, Knut Borge Pedersen og Leif Grundt er det henvist til data fra USA som viser en klar sammenheng mellom undersøkelseskostnad og avvik fra stipulert byggekostnad. Det er i USA også funnet ut at "en interessant korrelasjon mellom omfanget av undersøkelsesboring og avvik fra stipulert byggekostnad". Disse resultatene stemmer også dårlig med Nilsens og Aagaards påstand om at forundersøkelser er av liten betydning for å unngå tunnelskandaler i framtiden.

Hva bør vi forvente av en forundersøkelse? For det første har politikere og resten av samfunnet krav på å vite kostnader og miljøkonsekvenser når de bevilger penger til et tunnelprosjekt. Byggherren må også ha kunnskap for å kunne velge den billigste traseen, og entreprenørene vil kunne gi mer realistiske tilbud når geologien i tunneltraseen er kjent. Under drivingen av Lieråsen jernbanetunnel på 60-tallet stoppet for eksempel hele prosjektet opp i tre år på grunn av stabilitetsproblemer og vannlekkasjer. Man måtte utføre omfattende geologisk kartlegging, seismiske målinger og boringer før tunnelen ble lagt om til en ny trasé. Sikkerheten til anleggsarbeidere og trafikanter er selvfølgelig av største viktighet. Sett fra en malmleters synspunkt forventer tunnelbransjen seg veldig lite av en forundersøkelse. Bergvesenet ville ha stoppet søknaden om konsesjon hvis grunnlaget for driften av en malmforekomst hadde vært så mangelfull.

Ca. 40 tunneler planlegges rundt Oslofjorden, og vi mener at store tunnelbyggere som Jernbaneverket og Vegdirektoratet bør invitere til en nasjonal dugnad hvor en samlet ekspertise av bl.a. ingeniørgeologer, strukturgeologer, geofysikere og geomorfologer kan komme sammen og diskutere de utfordringer vi står overfor. Vi trenger ikke flere tunnelskandaler i Oslofjordsområdet.