

Slurvet med

SIKRINGSARBEI

Raset i Hanekleivtunnelen 1. juledag var en påminnelse om at det er viktig å ha god kunnskap om de geologiske forholdene når det bygges tunneler. Men fremfor alt var det en påminnelse om at sikringsarbeidet som gjøres under byggingen må tas på største alvor. Både geologer og ingeniører må være klar over at det er en kombinasjon av godt kjennskap til geologien og godt sikringsarbeid som skaper trygge tunneler.



DET

”Hovedraset dekker Hanekleivtunnelen fra topp til bunn. Det raser fremdeles i tunnelen sør for Drammen. Politiet avbryter forsøk på å gå inn i tunnelen av frykt for ras. Nye forsøk blir gjort i morgen når geologer er på plass. De vet enda ikke om det er ofre i Hanekleivtunnelen.”

dagbladet.no, 25. desember 2006 kl. 23.07

Slik fortoner Hanekleivtunnelen seg når du kommer fra sør. Raset gikk i det sørgående tunnellopet til venstre. Tunnelen går gjennom Oslofeltets bergarter, og på sørsiden er det sprengt i syenitt, en dypbergart fra perm-tiden som hovedsakelig består av mineralet feltspat, og som skiller seg fra granitt ved at den inneholder lite kvarts. På nordsiden av tunnelen finner vi avsetningsbergarter – sandstein, siltstein og skifere – fra silurtiden. Raset gikk i en svakhets-sone inne i syenittmassivet.



Tekst: Halfdan Carstens

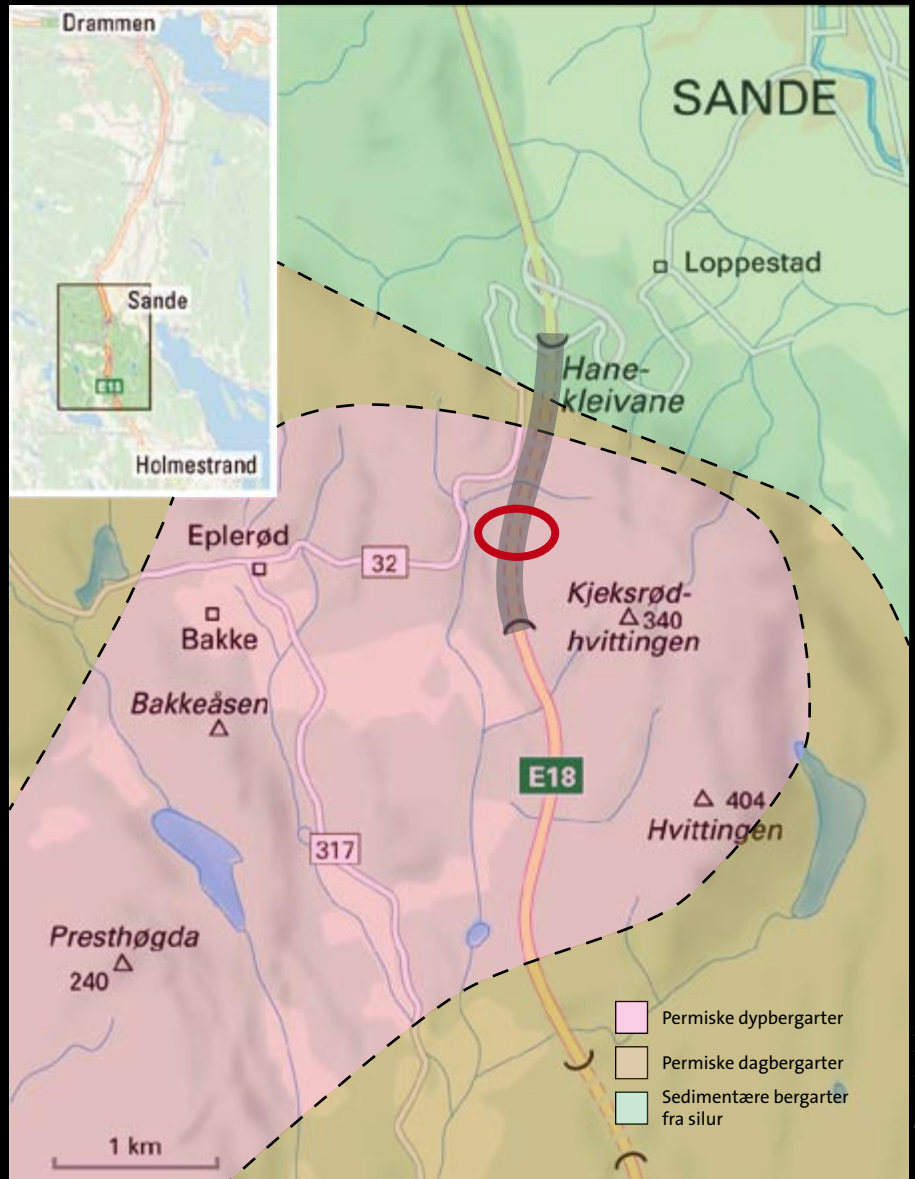
”Usikkert om biler kan være fanget inne”, hadde VG Nett som tittel på sitt oppslag tirsdag 2. juledag kl 02.24. Avisen hadde fanget opp nyheten om at over 25 meter av Hanekleivtunnelen på E18 var dekket av store mengder stein. ”Sjokkerte bilister forteller om fullt kaos”, het det. Da var det allerede gått mer enn to timer siden raset gikk. Rett før klokken elleve om kvelden mandag 1. juledag raste 200 m³ stein ned i veibanen og blokkerte trafikken fullstendig.

Redningsarbeidet kom fort i gang, men det ble avsluttet allerede etter et par timer. Hadde det vært folk under raset, ville det likevel vært for sent å gjøre noe, mente ansvarshavende. Oppmerksomheten ble i stedet rettet mot faren for flere ras, og senere samme dag gikk distriktssjef i veivesenet, Roar Gärtner, inn i tunnelen sammen med to geologer for å vurdere om det fortsatt var rasfare.

GAMMELT PROBLEM

Raset i Hanekleivtunnelen er bakgrunnen for at tunnelbransjen nok en gang har fått negativ oppmerksomhet rettet mot seg. Det føyer seg pent inn i rekken av ulykker som pressen raskt kaller ”skandaler”. Det er nok å minne om Romeriksporten (GEO 01/1998), Hasletunnelen i Oslo (GEO 07/2003) og Oslofjordtunnelen (GEO 03/1999). Vi skal heller ikke glemme 1960-tallets store problemprosjekt da den drøyt ti km lange jernbanetunnelen gjennom Lieråsen fra Drammen til Asker ble bygd. Ras og vannlekkasjer var et gjennomgående problem, og fremdriften stoppet helt opp. Resultatet var at traseen måtte legges om (GEO 07/2004). Her bestod berggrunnen av granitt, og svelleleire i sprekkesoner var en av de store vanskelighetene.

Problemene i Romeriksporten og diskusjonene i etterkant var årsaken til at bransjen selv investerte i et stort forskningsprogram: ”Miljø- og samfunnstjenlige tunneler”. Prosjektet fikk økonomisk støtte fra Norges forskningsråd (GEO 07/2003) og involverte mange av de største aktørene i bransjen. Hensikten var å gjenopprette tilliten til tunnelbransjen og sikre at fremtidige anlegg ikke skal gi negative ringvirkninger på omgivelsene. Sluttrapporten ble fremlagt høsten 2003, og etter dette foreligger et forbedret grunnlag for å gå inn i nye prosjekter.



Hanekleivtunnelen på E18 ligger 20 km sør for Drammen og omtrent 10 km nord for Holmestrand. Den 1756 m lange strekningen går i to separate tunneler, én sørgående, hvor raset gikk, og én nordgående. En 25 meter lang strekning ble dekket av 200 m³ stein da tunneltaket (hengen) raste ned i veibanen sent på kvelden 1. juledag i fjor. Hanekleivtunnelen ble bygd i 1996 av Statens Vegvesen Vestfold/Hordaland og åpnet 30.oktober 2001.

Hanekleivtunnelen ble imidlertid bygget på 1990-tallet, lenge før forskningsprosjektet så dagens lys, og raset har i stedet vist oss at det *kan* ”ramle lik ut av skapet”. Det er likevel all grunn til at vi skal føle oss trygge på eldre tunneler. Vi har tross alt bygget langt over 1000 vei- og trafikktunneler de siste 50 årene, og det er bare disse to ulykkene vi kan referere til. Og ingen trafikkanter er blitt skadet.

I ettertid er det verdt å minne om at raset i Hanekleivtunnelen sent på kvelden 1. juledag i fjor gikk på et svært gunstig tidspunkt. Hadde det i stedet gått kl. 18.30 en

fredag ettermiddag om sommeren, hadde vi her snakket om en katastrofe – og ikke en skandale.

USTABILT FJELL

I dagene rett etter ulykken ble det raskt kjent at Norges geologiske undersøkelse (NGU) har laget ”aktsomhetskart” gjennom prosjektet GEOS (GEO 07/2004). Forskere ved NGU mener at dypforvitring i jura tid (se side 54-55 i denne utgaven) gir ustabil fjell i hundrevis av sprekkesoner som går på kryss og tvers over hele Østlandet. NGU har kartlagt sprekkesonene med



Foto: Privat

Tunnelen går gjennom syenitt, en bergart som ligner granitt, men som inneholder lite eller ingenting kvarts. I forkastningssonen (perm alder) finner vi flusspat og kalkspat fordi varmt vann (hydrotermale løsninger) strømmet gjennom den oppknuste sonen og omdannet syenitten. Omdanningen fører til at det ikke er noe hold i kantene slik at steinen lettere raser ut. Anslagsvis 200 kubikkmeter stein raste ut fra denne opp til tre meter brede sprekkesonen. Sonen går så mye som fem meter inn i fjellet. Legg merke til bolten som har fått hard medfart.



Foto: Privat

I ett av til tunnelen kan vi se at sprekkesonen er mye smalere. Også her har det foregått en omvandling av den egentlig bergarten.



På nordsiden av tunnelen finner vi lagdelte avsetningsbergarter fra silur som skiller seg fra de massive dyppbergartene på sørsiden. Grensen mellom de to bergartstypene går inne i tunnelen, men har ingenting med raset å gjøre.

flymagnetiske data, og kartene antyder at mange av tunnelproblemene i Oslofeltet kan skyldes dypforvitring fordi de ustabile sonene krysser veitraseene.

Tilfeldighetene ville det slik at kartet ble lagt ut på NGUs nettsider bare et par uker før raset gikk.

- Allerede 2. juledag fant VG på egen hånd fram til disse sidene der mitt mobiltelefonnummer var oppgitt. Da jeg ble oppringt, fryktet jeg at dette kunne bli et typisk tabloidoppslag. Jeg påpekte derfor at kartene var laget til hjelp for *planleg-*

ging av nye tunneler. Dette står også klart på nettsidene våre, der det til og med er oppgitt at kartene må brukes med forsiktighet, sier forsker Odleiv Olesen ved NGU.

- I VG-artikkelen er det derfor heller ikke oppgitt at aktsomhetskartet kan være til hjelp under selve sikringsarbeidet i tunnelen.

Olesen forteller videre at VG-artikkelen hadde oppgitt nettadressen til aktsomhetskartene www.ngu.no. - Jeg våknet derfor opp til telefonstorm den 3. juledag. Den varte helt til neste dag. Det hele kulminerte



Foto: Privat

Ultrast blokk. Legg merke til glidespeilet som fremstår som en glinsende flate.



med innslaget i Dagsrevyen med adm. direktør Morten Smelror (NGU) fredag 29. desember. Han presiserte også at kartene er ment til bruk under planleggingen av nye tunneler. Gevinsten kan være at de kan bygges billigere, sikrere og mer effektivt, i følge Smelror.

- Alle tunneler i dette området bør sjekkes grundig. Det bør gjennomføres kontroller på steder hvor kartene viser at det kan ha vært dypforvitring, sier Olesen. Olesen understreker at aktsomhetskartene er ment som et hjelpemiddel når faregraden ved tunnelbygging skal vurderes. Han håper at ingeniørgeologene vil være interessert i dypforvitringsteorien og villige til å teste nye undersøkelsesmetoder.

Olesen møter imidlertid motbør fra mange av bransjens egne folk.

- Raset i Hanekleivtunnelen har ikke noe med tropisk forvitring å gjøre. Det som skjedde hadde sammenheng med at det ble tatt for lett på sikringsarbeidet i byggeperioden, hevder Einar Broch, professor i ingeniørgeologi ved Institutt for geologi og bergteknikk, NTNU.

Broch mener at NGU gikk alt for langt i å prøve å komme med en forklaring i

de hektiske dagene etter raset. - Jeg tror NGU med dette utspillet har gjort seg selv en bjørnetjeneste ved at de har klart å irritere ingeniørgeologene. Det er jo denne gruppen som er de potensielle brukerne av kartene.

- Jeg mener at raset ikke er relatert til planleggingen av prosjektet, men plutselig hadde NGU en sentral rolle i det som egentlig er en byggesak, det som var en feilvurdering i byggeprosessen.

- Det som NGU her ser med de flymagnetiske kartene, har vi sett i 50 år ved å analysere topografiske kart. Vi gjør alltid denne type analyser gjør når vi planlegger en ny tunnel. Vi leter etter svakhetssoner ved å analysere flyfoto kombinert med gode topografiske kart. Bruk av topografiske kart gir også mye større nøyaktighetsgrad enn de nye metodene fra NGU, sier Broch.

- De magnetometriske kartene har mye for seg, særlig i forbindelse med undersøiske tunneler og områder med løsmasseoverdekning, mener ingeniørgeolog Eystein Grimstad i Norges Geotekniske Institutt (NGI). Men han sier samtidig at oppløsningen er alt for dårlig til at kartene kan brukes til annet enn svake indikasjoner

på dypforvitring.

- Jeg kjenner fasiten i mange tunneler i Oslofjordområdet. Bare noen av fargeanomaliene på NGUs kart er representanter dypforvitring. De fleste er løsmassefylte kløfter, som nede i tunnelene viser seg å inneholde smale leirsoner (bare noen få cm brede) i friske sidebergarter, ved siden av gangbergarter eller bare gangbergarter alene. Noen av disse kløftene er forkastninger, sier Grimstad.

Det har også blitt spekulert i om sprengningsarbeid i et pukkverk ca. én kilometer fra tunnelen kan ha utløst raset. Daglig leder i Hanekleiva pukkverk, Frank Hammer, bekrefter overfor Nettavisen at det oppstår rystelser i selve fjellet når de borer og sprenger. - Det skaper små vibrasjoner. Men at det skulle kunne utløse ras, det er utenkelig, sier pukkverkssjefen til avisen.

ANTAR DÅRLIG SIKRING

På spørsmål fra NRK påpekte NGI at raset gikk fordi tunnelen var for dårlig sikret. Informasjonssjef Kjell Hauge, som selv er geotekniker, sa til avisen Jarlsberg at raset i Hanekleivtunnelen har de samme problemstillingene som Oslofjordtunnelen

TO TYPER SIKRING

I dag sikres mange tunneler etter en sjablonmessig prosedyre. Det kan føre til at store områder med godt fjell blir oversikret, og til at mer rasfarlige områder blir undersikret eller ikke oppdaget. Hvis behovet for sikring i stedet vurderes fortløpende i forhold til fjellkvaliteten, etter hvert som tunnelen sprenges ut, kan både rasfaren og kostnadene bli redusert.

Det utføres i dag relativt grundige geologiske forundersøkelser når det skal bygges en tunnel. Årsaken er at byggherren trenger å kjenne fjellkvaliteten for å kunne planlegge fremdriften. Men like viktig er det å avsløre soner med dårlig fjellkvalitet.

Forundersøkelsene omfatter ingeniørgeologisk kartlegging, geofysiske undersøkelser og kjerneboringer. Tolkning av flyfoto er en viktig del av undersøkelsene. Vekten blir lagt på å identifisere oppsprekking, bergmassekvalitet og svakhetssoner som har betydning for stabiliteten i tunnelen. De geofysiske metodene gir ikke direkte opplysninger om fjellkvaliteten gjennom hele tunnelen. De må derfor kalibreres mot kjente data og tolkes av kvalifiserte personer for at resultatet skal bli best mulig.

De nevnte forundersøkelsene gir likevel ikke nok informasjon til å bestemme sikringsmengdene i tunnelen i detalj. Derfor er det også nødvendig å kartlegge fjellet (bergmassekvaliteten) for hver tunnelsalve mens tunnelen drives fremover. Tolkning av data fra datastyrt borerigger (MWD) under salveboring og sonderboringer gir også verdifulle opplysninger om fjellkvaliteten foran stoff, altså i det fjellet som ikke er sprengt ut ennå.

DEN TODELTE TUNNELSIKRINGEN

I kontraktene mellom byggherren og entreprenøren deles tunnelsikringen tradisjonelt i to operasjoner. Byggherren bestemmer mengden av permanent sikring som skal utføres, mens entreprenøren har ansvaret for arbeidssikringen som skal sikre entreprenørens folk mot nedfall under arbeidet. Av hensyn til effektivitet ønsker entreprenøren å utføre mest mulig av den permanente sikringen samtidig med arbeidssikringen.

På grunn av ønsket om effektiv drift har det utviklet seg en tendens til standardisert drift med samme sikring etter hver salve, den såkalte "sjablonsikringen". Det tas da lite hensyn til variasjonene i kvaliteten på berget, i stedet sikres hele tunnelen med et jevnt lag av sprøytebetong og omtrent samme antall bolter per lengdeenhet over hele strekningen. Dette kan føre til at store deler av tunnelen blir sikret mer enn det som er nødvendig av stabilitetshensyn, mens de



Eystein Grimstad er ingeniørgeolog ved Norges Geotekniske Institutt og har i flere tiår jobbet med stabilitet og sikring i tunneler.

mest ustabile områdene blir for dårlig sikret.

NGI advarte allerede for to år siden om at "sjablonsikring" ofte fører til at fjelloverflaten i tunnelen blir dekket av sprøytebetong før kontrollingeniøren (ofte en ingeniørgeolog) kommer. Da er som regel svakhetssoner, som også kan inneholde svelleleire, gjemt bak sprøytebetongen. Dersom tunneldrivene ikke har rapportert om svakhetssoner, kan ikke kontrollingeniøren vite hva som ligger bak sprøytebetongen.

DÅRLIG DOKUMENTASJON ØKER UTGIFTENE

For å kunne kartlegge bergmassen etter hver salve må det være kontrollingeniører tilstede nestene hele døgnet (driften foregår ofte også om natten). Det er også viktig at kontrollingeniørene har tilstrekkelig erfaring og bakgrunn for å dokumentere bergmassekvaliteten og bestemme sikring.

Dersom manglende dokumentasjon fører til at byggherren må øke sikringsmengden dramatisk, for eksempel med sprøytede, armerte buer eller i verste fall full utstøping, vil dette føre til en mangedobling av tunnelkostnadene. Full utstøping med membran, etter mønster fra Østerrike, vil gi tre til seks ganger dyrere tunneler i Norge i forhold til dagens praksis. Dette vil i så fall eliminere tunnelbygging i distriktene.

Eystein Grimstad, ingeniørgeolog, NGI

hvor det gikk et ras for tre år siden. Der ble det i etterkant slått fast at sikringen var for dårlig der svakhetssoner krysset traseen.

- Det er Statens vegvesen som eier, i tillegg til de som har vært med å planlegge og bygge tunnelen, som har ansvaret for at slike ulykker ikke skal skje, påpekte Hauge overfor media.

Professor Einar Broch mener også at sikringen har vært alt for dårlig. - Tid er penger i tunneldrift. Derfor kan det nok av og til gå for fort, sier han. - Ingen kan konkurrere med Norge i hurtighet hva tunnelbygging angår, men spørsmålet er hva det går på bekostning av.


Tidspresset gjør at ingeniørgeologer benyttes i for liten grad, særlig der man ser at det er problematisk geologi. Han sier at tidsaspektet også er årsaken til at helstøpte tunneler ikke bygges der det helt klart hadde vært tryggest. Broch presiserer imidlertid at det som regel kun er nødvendig å støpe de korte strekkene der det er svelleleire. Det er sjelden nødvendig å ta hele tunnelen.

- Noe av problemet er også at de unge ingeniørgeologene blir kastet hodestups inn på stoffen. Men de trenger en men-

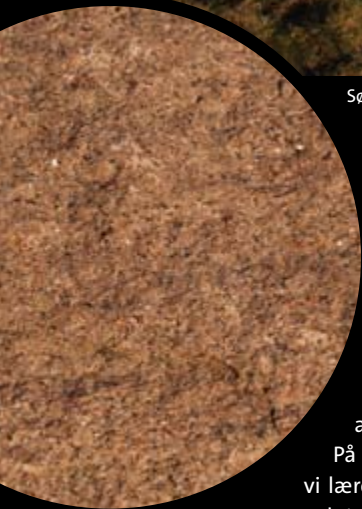
MANDAT FOR EKSPERTGRUPPEN

Samferdselsdepartementet har fastsatt følgende mandat for undersøkelsesgruppe i forbindelse med raset i Hanekleivtunnelen på E18: "Formålet med granskingen er å klarlegge mulige årsaker til raset og foreslå eventuelle forbedringstiltak. **Undersøkelsesgruppen skal analysere framdrift, prosedyrer og metoder i alle faser av prosjektet fra planlegging/prosjektering og gjennomføring til drift og vedlikehold og løpende etterkontroll.** Herunder skal gruppen vurdere rutinene og praktiseringen av disse, for Statens vegvesens kontroll både med entreprenører og egen virksomhet. Gruppen skal også vurdere om ytre forhold har påvirket og bidratt til hendelsen. Undersøkelsesgruppen skal se på alt relevant materiale og intervju sentrale personer og står ellers fritt til å gjøre de undersøkelser gruppen finner nødvendig. Undersøkelsesgruppen bes også å komme med eventuelle forslag til forbedringstiltak vedrørende planlegging/prosjektering, tunnelbygging, drift og vedlikehold, og kontrollrutiner og regelverk. Det forutsettes at undersøkelsesgruppen leverer sin rapport 15. februar 2007."

Undersøkelsesgruppen består av Bjørn Nilsen, professor ved NTNU, Institutt for geologi og bergteknikk, Øystein Nordgulen, avdelingsdirektør i Norges geologiske undersøkelse og Per Bollingmo, ingeniørgeolog i Multiconsult.



Sørlagende tunnellopp ble stengt etter raset. Den lyserøde bergarten i fjellveggen er syenitt. Legg merke til gangen som skjærer gjennom. Slike ganger kan være forbundet med risiko når tunnelen sprenges. Legg også merke til de hvite prikkene i fjellveggen. Dette er bolter som har til formål å redusere risikoen for ras. Veggen er også dekket med et gitter for at løs stein ikke skal falle ned i veibanen.



tor, en erfaren overingeniør som sørger for at de blir opplært.

På universitetet kan vi lære dem metodene, men det er arbeidsgiverne som må oppdra dem. Det er her de skal få den nødvendige og verdifulle erfaringen.

Broch vil at erfarne fagfolk skal følge nøye med i hver eneste utbygging i områder med lignende geologiske forhold. - Vi må sørge for at kompetente ingeniørgeologer har gjort en skikkelig vurdering etter hver eneste salve som blir sprengt ut.

Broch påpeker også at det ofte brukes sprøytebetong som sikringsmiddel, og at dette er godt nok i de fleste tilfeller. - Men

problemet er at betongen sprøytes på tunneltaket for tidlig. Arbeidsplassen blir tilsynelatende tryggere når de sprøyter på betongen med en gang. Derfor brukes sprøytebetong helt frem til stoffen (der det sprenges). Dermed blir fjellet gjemt bak betongen, og det er umulig for ingeniørgeologer å inspisere tunnelen i etterkant.

SKAL FINNE ÅRSAKEN

En ekspertgruppe (se faktaboks) skal nå se på årsaken til at raset gikk. I denne gruppen finner vi en erfaren ingeniørgeolog, en professor med teoretisk kunnskap så vel som erfaring fra anlegg, samt en berggrunnsgeolog med spisskompetanse i strukturgeologi.

Ekspertgruppen har fått inn rapporter som på et tidlig tidspunkt advarte mot

tilstanden i tunnelen. I følge Aftenposten turte ikke entreprenørselskapet PEAB å sende arbeiderne inn i tunnelen da de skulle utføre vann- og frostsikring.

"PEAB hentet inn geologisk ekspertise, som laget to rapporter om saken. Konklusjonen var at tunnelen burde sikres langt bedre. Problemet var løst berg, og det var frykt for nedfall," skrev Aftenposten.

Vi kan med stor spenning se frem til resultatene av granskingen. Den skal være ferdig allerede 15. februar.