

Fagområde:	Ingeniørgeologi Anleggsteknikk	
Stikkord:	Fjellanlegg Tunnel Sjakt	Drivemetoder Fjellsikring Rystelseskontroll
Oppdragsnr.:	3 6 8 1 4	
Rapportnr.:	1	
Oppdrags- giver:	STATENS BYGGE- OG EIENDOMSDIREKTORAT	
Oppdrag/ rapport:	PROSJEKT NR. 91009.00.NHH ----- INGENIØRGEOLOGISK FORUNDERSØKELSE	
Dato:	8.oktober 1991 91009 <i>R. Lullu</i>	
Rapport-utdrag: Det er utført en ingeniørgeologisk forundersøkelse for en tunnel og sjakt som skal utgjøre en kommunikasjonsforbindelse mellom Merino-bygget og Høgskoleplatået. Tunnelen får en lengde på ca. 115 m, en bredde på 5 m og en høyde på 4,5 m. Sjaktens dimensjoner er ca. 7 m x 7 m x 35 m. Alle disse dimensjonene er kun foreløpige da endelig løsning ikke er valgt. Bergarten på stedet er en grovkornet granittisk gneis, som kan ha en dårlig borbarehet og en god sprengbarhet. Tunnelaksen vil ligge nær vinkelrett på hovedsprekkeretningen. Dette er en gunstig orientering. Sjakten anbefales å drives ved langhullsborring. Sikringsmidler for tunnel og sjakt er bolter og sprøytebetong. Fjellforholdene, med massiv gneis og relativt liten oppsprekkningsgrad, ansees som gunstige. Kostnadsoverslag for rigg, for sprengning og masseflytting av fjell, for sikringsarbeider og for rystelseskontroll er utarbeidet.		
Hordaland		
Land/Fylke:	Bergen	Oppdragsansvarlig: Frode S.Arnesen
Kommune:	Norges Handelshøgskole	Saksbehandler: Rønnveig Nordhagen/acmv
Sted:		
Kartblad:	1115 I	UTM-koordinater: 32V 2965 67044

INNHALDSFORTEGNELSE:

1.	INNLEDNING	Side 3
2.	UTFØRTE UNDERSØKELSER	" 3
3.	INGENIØRGEOLOGISKE FORHOLD	" 4
	3.1 Berggrunn	" 4
	3.2 Oppsprekking	" 4
	3.3 Svakhetssoner	" 4
4.	PLASSERING OG UTFORMING AV TUNNEL OG SJAKT	" 5
5.	ANLEGGSTEKNISKE FORHOLD	" 5
	5.1 Borbarhet og sprengbarhet	" 5
	5.2 Fjelloverdekning	" 5
	5.3 Drivemetoder	" 6
	5.3.1 Tunnel	" 6
	5.3.2 Sjakt	" 6
	5.4 Sikringsarbeider	" 7
	5.5 Sprengningsrystelser	" 7
6.	KOSTNADSOVERSLAG	" 8
	6.1 Tunnel	" 8
	6.1.1 Rigg	" 8
	6.1.2 Sprengning og masseflytting av fjell	" 8
	6.1.3 Sikring	" 8
	6.2 Sjakt	" 8
	6.2.1 Rigg	" 8
	6.2.2 Sprengning og masseflytting av fjell	" 9
	6.2.3 Sikring	" 9
	6.3 Rystelseskontroll og ingeniørgeologisk oppfølging	" 9
7.	SLUTTKOMMENTAR	" 10

TEGNINGER:

4000	-3b	Ingeniørgeologisk bilag Fremstilling av strøk- og fallobservasjoner
36814	- 0	Oversiktskart
"	-150	Ingeniørgeologisk kart med sprekkerose

1. INNLEDNING

Statens Bygge- og Eiendomsdirektorat har engasjert NOTEBY til ingeniørgeologisk rådgivning for prosjekt nr. 91009.00, Norges Handelshøgskole i Bergen. Prosjektets byggetekniske rådgiver er INSTANES A/S.

Prosjektet innebærer en kommunikasjonsforbindelse mellom Merinobygget og Høgskoleplataet. Kommunikasjonsløsningen består i bygging av en tunnel og en heissjakt i fjellet.

Det er ikke bestemt hvor nybygget, som heissjakten skal ende opp i, skal plasseres. Derfor er det ennå ikke avklart nøyaktig beliggenhet av heissjakt og tunnel. I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i INSTANES' alternativ 1, med planfri kryssing over Breivikveien. Andre alternativer med kryssing under eller i plan med Brivikveien vil ikke medføre vesentlige forandringer av våre anbefalinger.

Foreløpig er det tenkt at tunnelen skal gå horisontalt inn fra Merinobygget til en vertikal sjakt som skal gå opp til et platå ca. 5 m fra eksisterende bygg. Prosjektet fjell tunnel får en lengde på ca. 115 m, en bredde på 5 m og en høyde på 4,5 m. Sjaktens dimensjoner er ca. 7 m x 7 m x 35m.

Plassering av fjellanlegget er vist på tegning nr. 36814-150. De heltrukne linjene viser NOTEBYs forslag til plassering av tunnelen.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

Det er utført en ingeniørgeologisk kartlegging av berggrunnen på stedet. Bergart, svakhetssoner og oppsprekkingsmønster er registrert.

Tilgjengelig kart er studert, og rapportmateriale fra NOTEBY's arkiv er gjennomgått.

3. INGENIØRGEOLOGISKE FORHOLD

3.1 Berggrunn

Bergarten i området er en granittisk gneis av prekambrisk alder. Den er for en stor del grovkornet og har en rødlig farge. Enkelte steder finnes det pegmatittiske årer hvor kvarts-og feltspatinnholdet er høyt. Stedvis er det rene kvartslinser og -årer.

Gneisen har en svak foliasjon med strøk tilnærmet NV-SØ, og fall som varierer mellom 60° mot nord og 65° mot sør.

3.2 Oppsprekking

Under overflatekartleggingen ble det gjort sprekkemålinger. Resultatene fra disse er fremstilt i sprekkerose på det ingeniørgeologiske kartet, tegning nr. 36814-150.

Gneisen har tildels høy fasthet og er moderat oppsprukket.

Mesteparten av sprekken er enten tilnærmet parallelt med foliasjonen, d.v.s. strøk omkring N40°V og fall 70°N, eller de er nord-syd-gående med fall på rundt 60° både mot øst og vest.

De nordvest-orienterte sprekke har en gjennomsnittlig sprekkeavstand på ca. 30 cm.

De nord-syd-gående sprekke har sprekkeavstand på 1-2 m.

Et tredje sprekkesystem har strøk omkring N60°Ø, fall 60°-90°S, og sprekkeavstand på ca. 2 m.

3.3 Svakhetssoner

Tunnelen vil ikke komme til å krysse noen større markerte svakhetssoner, men det må regnes med at enkelte partier med tett oppsprekning kan påtreffes, spesielt i den sørvestre halvdel. Bredden på disse sonene er trolig maksimalt 2-5 m.

På det ingeniørgeologiske kartet er sprekkesonenes antatte forløp antydnet. Den dominerende retning på både sprekkesoner og detaljoppsprekking er strøk nord-nordvest og steilt fall.

4. PLASSERING OG UTFORMING AV TUNNEL OG SJAKT

Den prosjekterte transporttunnel er foreslått orientert i nordøstlig retning. Det er den gunstigste orientering i forhold til det observerte oppsprekkingsmønsteret i berggrunnen. Det er derfor ingen grunn til å forandre på tunnelens orientering.

Med tanke på den store trafikk som vil være i transporttunnelen, mener vi at minimal tunnelbredde bør være 5 m.

Heissjakten anbefales plassert til siden for tunnelen, og tunnelen bør fortsette 7-8 m forbi sjakten, se tegning nr. 36814 -150. På denne måten får man enklere tilkomst til sjakten. Ved eventuelle senere fjellromsutvidelser vil dessuten en slik forlenget tunnel være fordelaktig.

5. ANLEGGTEKNISKE FORHOLD

5.1 Borbarhet og sprengbarhet

Bergarten antas å ha liten til moderat borsynk og stor borslitasje. Borbarheten kan derfor ventes å være middels god til dårlig, og det kan enkelte steder regnes med stor slitasje på borkronene.

Sprengbarheten antas å vær god.

Oppsprekningen vil trolig gi boravvik mot NØ ved boring for sjakt.

5.2 Fjelloverdekning

Tunnelens prosjekterte sålenivå er på ca. +15 m. Med en tunnelhøyde på 4,5 m vil fjelloverdekningen bli liten ved påhugget. Det bør derfor lages en forskjæring på 7-8 m til påhugget. Da vil overdekningen ved påhugget være 2-3 m, og den vil øke til tilfredsstillende overdekning (7-8 m) etter 5 m inn i fjellet. Videre øker fjelloverdekningen jevnt opp til vel 40 m.

5.3 Drivemetoder

5.3.1 Tunnel

De forskjellige drivemetodene ved konvensjonell tunneldrift skiller seg fra hverandre hovedsaklig ved ulikt laste- og transportutstyr og type borrhigg. Ved tunneltverrsnitt på ca. 25 m² kan det benyttes hjullaster og lastebil (sporfri transport). Det er mest hensiktsmessig at lasting på lastebil skjer ute ved påhugget. Derfor må det være tilstrekkelig med plass i påhuggsområdet, slik at lastebilene kan snu.

Det anbefales at adkomsten til påhugget lages som en skjæring i fjellsiden skrått inn fra siden, slik at stigningen ikke blir for stor.

En 3-boms borerigg er vanlige å bruke ved ovennevnte tverrsnitt.

Drivetiden for tunnelen anslås til ca. 3 uker og 2 uker til permanentsikring.

5.3.2 Sjakt

Driving av heissjakten kan gjøres ved langhulls boring fra toppen av sjakt med utslag mot grovhull, eller ved boring fra heisekorg undenfra.

Ved langhulls boring skjer alle arbeidene, bortsett fra lasting, ovenfra. Metoden innebærer at sjakten i hele sin lengde bores med parallelle hull fra topp til bunn. Etter ferdig boring lades hullene ovenfra, og skytes etappevis i korte salver. Salven som helhet bores med 3" hull.

Langhulls boring stiller strenge krav til nøyaktighet, spesielt ved sjakter som er så lange som 35 m. Borenøyaktigheten avhenger av boreoperatør, valg av boreutstyr og av fjellets beskaffenhet. Det er nødvendig med boreutstyr som gir reduserte borhullsavvik. Borehullslogging er viktig. Litteraturen angir et forventet boravvik på 0,5-1% av sjaktlengden.

Langhulls boring er fordelaktig både økonomisk og sikkerhetsmessig. Ved langhulls boring foregår arbeidene ovenfra i sikkerhet, og under lette forhold. Folk behøver ikke å gå ned i sjakten før den er ferdig utdrevet.

En metode ved driving av sjakt med heisekorg er først å drive et pilothull ovenfra med diameter fra 3"-8" i senter av sjakt. Et spill plasseres oppe, wiren fra dette føres ned gjennom pilothullet, og festes til en arbeidsplattform.

Ved denne drivemetoden må fjellet renskes etter hver salve. Disse renskarbeidene innebærer en sikkerhetsrisiko for arbeid-erne.

Alternativt kan "Alimak"-metoden benyttes. Da foregår boring, lading og rensk fra heis som manøvreres fra bunnen av sjakten. Metoden egner seg best ved sjakttverrsnitt under 25 m².

Det er mest fornuftig at lastingen skjer direkte, fra laste-nisje til lastebil.

Langhullboring av sjakt forventes å ta 1 uke, sprengning og utlasting tar ca. 1 uke og sikring 2 uker.

5.4 Sikringsarbeider

Fjellet i området er relativt massivt slik at vi anser fjell-bolter som aktuell sikring i tunnelen. Vi anslår omfanget til å være 3 bolter pr. 1m tunnel. Enkelte lokale, oppsprukne parti må trolig sikres med et 5-10 cm tykt lag fiberarmert sprøytebetong.

Sjakten må renskes og sikres med bolter og eventuelt 5 cm sprøytebetong.

Påhugg og inngangspartiet bør sikres ved omfattende bolting gjerne supplert med fiberarmert sprøytebetong. Forbolting ved påhugget vil gi en god stabilitet og hindrer at man får overfjell. Det må sprenges forsiktig med utstrakt bruk av rørladning i konturhullene for ikke å få unødig oppknusing av fjellet.

Det er ingen grunn til å vente større vannlekkasjer, men man må regne med å få noe vanninnsig og fuktige partier p.g.a. at en del av fjellanlegget blir liggende i dagfjellsonen. Som vannsikring kan det benyttes duk eller plater.

Bergarten er både massiv og tiltalende utseendemessig, og vi tror at forsiktig utsprengte fjellflater i veggene kan stå ubehandlet og inngå i anlegget.

5.5 Sprengningsrystelser

Det planlagte fjellanlegget ligger nær eksisterende bebyggelse. Ved fjellsprengningen må det tas hensyn til de rystelser som påføres den nærmeste bebyggelsen, og før sprengningsarbeidene startes opp anbefales at det foretas en husbesiktigelse av alle bygninger som ligger innenfor en avstand av ca. 100 m fra anlegget. I de bygninger som ligger mest utsatt til bør det monteres rystelsesmålere.