

Bergen Kommune, KTU, VA
Stendafjellet høydebasseng
Ingeniørgeologisk anbudsrapport

51727 - 2

24. november 1997

Oppdragsgiver:

Kontaktperson:

Per Harald Haugen

For NOTEBY:

Oppdragsansvarlig:


Geir Bertelsen

Saksbehandler:


Jan Petter Åsvold

Sammendrag

Bergen Kommune, KTU, VA-seksjonen skal oppgradere eksisterende høydebasseng i Stendafjellet. Hovedkonsulent for prosjekteringen av anlegget er Interconsult AS. NOTEBY er engasjert som underkonsulent med ansvar for fagområdene ingeniørgeologi og anleggsteknikk.

Utformingen av anlegget går fram av anbudstegningene. Ved å sprengte to adskilte tunneler med påhugg i eksisterende adkomsttunnel, skal det etableres kjørbare adkomst til de to eksisterende vannbassengene slik at disse blir tilgjengelige for senere uavhengige inspeksjons og vedlikeholdsarbeider. I tillegg skal eksisterende tunnel og basseng renskes og sikres. Arbeidene skal utføres i ett basseng om gangen, mens det andre bassenget er i drift.

Nøyaktig innmåling av koordinatene ved tilknytningspunktene for de nye tunnelene skal foretas av entreprenøren slik at eventuelle endringer i anbudstegningene gjøres før tunnelarbeidene starter.

Denne rapporten inngår som en del av anbudsgrunnlaget. Ingeniørgeologiske forhold beskrives. Sprengningstekniske og anleggstekniske spesifikasjoner gis.

Berggrunne består av granittiske og mangerittiske gneiser med til dels markert foliasjon. Det kalkuleres med relativt omfattende stabilitetssikring. Vannlekkasjer inn i bassengene fra de nye tunnelene skal begrenses til et minimum. Det er derfor aktuelt med injeksjon.

Innhold:	Side
1. INNLEDNING.....	4
2. UTFØRTE UNDERSØKELSER	4
3. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLD	5
3.1 Overdekning/topografi	5
3.2 Bergrunnsgeologi	5
3.3 Bergmassegenskaper	5
3.4 Oppsprekking	5
3.5 Svakhetssoner	6
4. STABILITET, SIKRING.....	6
4.1 Adkomsttunneler	7
4.2 Bassenger.....	8
5. LEKKASJEFORHOLD OG VANNSIKRING	8
6. UTFØRELSE AV SPRENGNINGS- OG SIKRINGSARBEIDER	8
6.1 Sprengningsarbeider.....	8
6.2 Vibrasjoner fra sprengning.....	10
6.3 Stabilitetssikring.....	10
6.4 Vannsikring	15

Tegninger:

51727 -0	Oversiktskart
51727 -1	Høydebasseng Stendafjellet. Plan
51727 -151a	Høydebasseng Stendafjellet . Tunnelverrsnitt
51727 -153a	Høydebasseng Stendafjellet. Snitt A-A
51727 -154	Høydebasseng Stendafjellet. Snitt B-B

Vedlegg:

1. Prinsippskisse kontursprengning
2. Prinsippskisse forinjeksjon
3. Prinsippskisse forbolting
4. Sikringsskjema, (forside: fylles ut av byggherren)
5. Sikringsskjema, (bakside: fylles ut av entreprenøren)

1. Innledning

Bergen kommune, KTU, VA-seksjonen skal oppgradere eksisterende høydebasseng i Stendafjellet. Hovedkonsulent for prosjekteringen av anlegget er Interconsult A/S. NOTEBY er engasjert som underkonsulent med ansvar for fagområdene ingeniørgeologi og anleggsteknikk. Utformingen av de eksisterende bassengene framgår av anbudstegninger. I tverrforbindelsen mellom bassengene er det støpt en propp slik at de to delene kan opereres uavhengig av hverandre. Dette arrangementet skal opprettholdes også i det framtidige anlegget.

Det skal etableres kjørbare adkomst til de to eksisterende bassengene slik at disse blir tilgjengelig for senere uavhengige inspeksjon og vedlikeholdsarbeider. Dette skal gjøres ved å sprengte to adskilte tunneler med påhugg fra eksisterende tunnel gjennom Stendafjellet. Østre tunnel, som er 62 m lang, går på fall fra eksisterende tunnel ned til basseng II. Vestre tunnel, som er 155 m lang, skal ha høybrekk på kote 124 m som er 1 m over topp vannstand i bassengene. Når adkomst er etablert, skal det foretas rensk og sikringsarbeider i de eksisterende bassengene. For å lette framtidig vedlikehold, skal det støpes såle i bassengene. Sålene i eksisterende adkomsttunnel og de nye tunnelene skal asfalteres.

Arbeidene skal utføres i ett basseng av gangen, mens det andre bassenget er i drift. Koordinatene ved tunnelpåhuggene i den eksisterende adkomsttunnelen og ved tilknytningspunktene i bassengene er ikke innmålte. Entreprenøren skal foreta innmåling slik at nødvendige endringer i lengder, radier og stigningsforhold i de nye tunnelene gjøres før sprengningsarbeidene tar til.

Det skal sprenges grøfter i begge de nye tunnelene fra kote 124 m ut til eksisterende adkomsttunnel gjennom Stendafjellet.

Det skal også utføres rensk og sikring i den eksisterende adkomsttunnelen inkludert avgreninger til de eksisterende damkonstruksjonene.

Denne rapporten inngår som en del av anbudsmaterialet. Ingeniørgeologiske forhold beskrives. Sprengningstekniske og anleggstekniske spesifikasjoner gis.

2. Utførte undersøkelser

Det er i perioden 1996 / 1997 foretatt flere befaringer i eksisterende adkomsttunnel. Dette ble gjort i forbindelse med at Bergen kommune opprinnelig planla utsprengning av et nytt fjellbasseng. I juni/juli 1997 ble det foretatt inspeksjoner i eksisterende nedtappede basseng for å vurdere det alternativet som beskrives her.

Det er også i løpet av planprosessen foretatt arkivstudier. Her nevnes rapport med anbefalte sikringstiltak i den eksisterende adkomsttunnelen. Videre nevnes prosjektdokumenter i forbindelse med at det planlegges storskala underjords steinbruddsdrift i Stendafjellet.

3. Beskrivelse av grunnforhold

3.1 Overdekning/topografi

Den totale overdekningen for øvre og korteste tunnel varierer fra i underkant av 15 m til ca. 22 m. Overdekningen er lavest i området fra eksisterende adkomsttunnel til den første kryssende svakhetssonen er passert. Den totale overdekningen for nedre tunnel varierer fra ca. 15 m til 40 m. Overdekningen er lavest i området fra den kryssende svakhetssonen til høybrekket er passert. Området preges av nord og nordvestgående markerte og utholdende fordypninger med mindre markerte søkk på tvers av disse. De nord og nordvestgående fordypningene inneholder en del myrområder. Fordypningene følger svakhetssoner i berggrunnen som faller sammen med de registrerte hovesprekkesystemene.

3.2 Berggrunnsgeologi

Berggrunnen består i hovedsak av granittiske til mangerittiske gneiser med til dels markert foliasjon som stryker N 100 - 120° Ø og faller 40 - 70° S. Foliasjonen er nær parallell med eksisterende adkomsttunnel.

3.3 Bergmassegenskaper

Kvarts og feltspatinnholdet i gneisene er relativt høyt. Det forventes derfor noe høy borslitasje og middels- til dårlig borsynk. Sprengbarheten forventes å være middels til god.

Ved passering av slepper og svakhetssoner må det påregnes en del bore- og ladevansker. Slike problemer kan forekomme også ved markert oppsprekking som ikke er registrert og beskrevet i denne rapporten.

Gneis har relativt høy mekanisk styrke. I områder med markert foliasjon vil bergarten være inhomogen, med markert forskjell i egenskaper normalt og parallelt foliasjonen. Ved nedknusing av bergartsmateriale fra slike områder kan man få høy flisighet. Knuste og sorterte masser forventes likevel i hovedsak og tilfredsstillende normale krav til pukk og betongtilslag.

3.4 Oppsprekking

Kartleggingen i den eksisterende tunnelen viser stort sett moderat oppsprekking. Det er identifisert tre typiske sprekkeretninger.

1. Bergarten er til dels markert oppsprukket langs foliasjonen, N 110 - 120° Ø med fall 40 - 70° S. Sprekkene er gjerne utholdende, med til dels glatte og bølgete overflater. De er i liten grad vannførende.
2. Dette sprekkesystemet stryker N 140 - 160° Ø og har et steilt vestlig fall. Det forekommer en del markerte slepper og sprekkesoner tilhørende dette systemet. Det er knyttet noe vannlekkasje (spredte drypp) til slike sprekker. Sprekkene har stort sett en ru overflate.

3. Et sprekkesystem med stort sett de samme karakteristika som sprekkesystem 2, stryker N 10 - 40° Ø og har et steilt østlig fall.

I tillegg til disse forekommer det sporadiske sprekker med tilnærmet flattliggende forløp og sprekker med strøk nær parallelt foliasjonen, men med fall mot nord.

3.5 Svakhetssoner

En del svakhetssoner kan sees som markerte fordypninger i terrengoverflaten. Det er registrert noen sprekkesoner og slepper i den eksisterende tunnelen. De følger hovedsakelig sprekkesystem 2 og 3. Enkelte soner parallell med foliasjonssprekkene (1) forekommer imidlertid også. Sonene kan være leirførende.

En nord-sydgående forkastningssone like øst for anlegget vil ha innvirkning på fjellkvaliteten på den østre tunnelen til basseng II. Dette skyldes at sonen ligger i umiddelbar nærhet av tunnelen. Denne forkastningen er parallell med hovedforkastningen langs hovedvegen til Fana. Disse to forkastningene er sannsynlig årsak til de svakhetssonene som følger sprekkesystem 2, (fjærsprekker).

Ved inspeksjon i de nedtappede bassengene ble det registrert to svakhetssoner. En leirførende svakhetsone skar gjennom flere av de østlige tverrstollene i det østre basseng (II), se tegning. Denne sonen følger sprekkesystem 2. Her var det utført sikring med bolter og sprøytebetong. I det vestre basseng (I) ble det registrert en forskifret sone med strøk nær normalt lengdeaksen. Denne sonen følger sprekkesystem 1. Denne sonen var ikke sikret. Den så heller ikke ut til å ha gitt vesentlig nedfall.

En svakhetsone tilhørende sprekkesystem 2 vil krysse tunnelen til basseng I to ganger. Den ene krysningen vil skje et stykke nord for knekkpunktet, mens den andre krysningen vil være i tilknytningsområdet til eksisterende basseng. To av tverrstollene i bassenget er avsluttet mot denne sonen.

Tre mindre søkk i terrenget, som sannsynligvis skyldes svakhetssoner i fjellet langs sprekkesystem 3, er registrert over den østre tunnelen til basseng II. To av sonene vil krysse tunnelen med relativt stor vinkel. Den tredje går tilnærmeelsesvis langs tunnelen det siste stykket inn mot bassenget. Selv om disse ikke er registrerte som svakhetssoner i bassenget, antar vi at de kan registreres i tunnelen på grunn av nærheten til forkastningen og den lave overdekningen. Den østre av de to sonene tilhørende system 2 krysser tilknytningsområdet til bassenget.

I hovedsak antar vi at bergkvaliteten i sonene er dårlig med begrensede partier av veldig dårlig kvalitet.

Svakhetssonene eller sidefjellet til sonene kan være vannførende.

Registrerte svakhetssoner er vist på tegning 51727-1a og 51727-153a.

4. Stabilitet, sikring

Det ferdige anlegget skal generelt ha en høy grad av sikkerhet mot nedfall. Dette sammen med forventet bergmassekvalitet gjør at det er kalkulert med relativt omfattende permanent

sikring med bolter og sprøytebetong. Permanent sikring skal bestemmes etter befaring med ingeniørgeolog etter at rensk og spyling er utført.

Det er lite sannsynlig at hvelvstøp blir nødvendig. Det kan imidlertid ikke helt utelukkes. Ved spesielt ugunstige kombinasjoner med sterk vannføring og dårlig konsoliderte svakhetssoner, kan sikring med sprøytebetong være vanskelig. Derfor er det i anbudet også tatt med poster for hvelvstøp både ved- og bak stuff.

4.1 Adkomsttunneler

4.1.1 Generelt

Våre undersøkelser i eksisterende anlegg indikerer relativt gunstige stabilitetsforhold, med gjennomgående middels til god bergmassekvalitet i henhold til Q-systemet. Tunnelene skal imidlertid drives med spiss vinkel til to av hovedsprekkesystemene. Det kan skape ustabile kiler og gjøre det nødvendig med en del systematisk bolting. Det kan også forekomme slepper eller småblokkig berg som vil gjøre det hensiktsmessig å sikre med sprøytebetong.

Entreprenøren må på grunnlag av driftsrensk ved sprengning av adkomsttunnelene vurdere behovet for arbeidssikring med bolter og sprøytebetong, eventuelt kombinert med fjellbånd.

Rensk og sikringsarbeider i eksisterende adkomsttunnel bør av sikkerhetsmessige årsaker utføres før sprengningsarbeidene med de nye adkomsttunnelene tar til. Dette rensk og sikringsarbeidet avregnes likevel som sikring bak stuff.

4.1.2 Østre tunnel til basseng II

Foruten de nevnte svakhetssonene forekommer sprekker og leirslepper spesielt i sprekkesystem 2. Den første halvparten fra eksisterende adkomsttunnel er de tilnærmet parallelle med tunnelaksen. I denne tunnelen antar vi at fjellkvaliteten utenom svakhetssonene hovedsakelig vil være middels med lokale partier med dårlig hvor sprekeintensiteten er stor. De langsgående sprekker og leirslepper vil medføre ekstra boltesikring.

Hvor overdekning er lav, antas sprekke å være relativt åpne slik at vann lett kan trenge inn. Vanninntrengningen kan derfor variere med både årstid og nedbørsmengder.

4.1.3 Vestre tunnel til basseng I

Langs første del fra eksisterende adkomsttunnel forekommer to mulige svakhetssoner på hver side av tunnelen. Disse kan påvirke bergkvaliteten i negativ retning, men i hovedsak antar vi at bergkvaliteten i denne tunnelen varierer fra middels til god med unntak av den kryssende svakhetssonen. Også i denne tunnelen kan det forekomme leirslepper. Sleppene tilhørende sprekkesystem 3 og 1 vil stedvis gå langs tunnelen og medfører derved ekstra boltesikring.

Også i denne tunnelen vil det i områder med lav overdekning måtte forventes innlekkasjer av vann som varierer med nedbørsmengder og årstid.

4.2 Bassenger

Stabilitetsforholdene i de eksisterende bassengene virker også relativt gunstige med middels til god bergmassekvalitet. Det er utført minimalt med sikring i bassengene. Totalstabiliteten i anlegget betegnes som god. Det har ikke forekommet større nedfall eller utrasninger. Imidlertid har det forekommet noe nedfall av mindre stein i den perioden anlegget har vært i drift. Dette, sammen med generell erfaring fra eldre fjellanlegg, indikerer at det vil være behov for relativt omfattende rensk. Basert på erfaring fra rensken og inspeksjon med ingeniørgeolog skal omfanget av permanent sikring med bolter og sprøytebetong bestemmes.

Etter at adkomsttunnelene er ferdig drevet og tilstrekkelig arbeidssikret, skal det utføres manuell rensk i bassengene. Denne rensken skal starte der de respektive adkomsttunnelene kommer inn i bassengene og utføres slik at man hele tiden arbeider under rensket tak. Behovet for sikring under utførelse av rensken skal vurderes av entreprenøren og utføres etter avtale med byggherren. Dette gjelder sikring med bolter og om nødvendig også sprøytebetong.

5. Lekkasjeforhold og vannsikring

Det er registrert beskjedne innlekkasjer både i eksisterende tunnel gjennom Stendafjellet og i de eksisterende vannbassengene. Det er derfor ikke beskrevet injeksjon her.

Det er ikke sannsynlig, men kan ikke utelukkes at vannførende soner påtreffes ved utsprengning av de to nye adkomsttunnelene. Dette er mest aktuelt i forbindelse med kryssing av svakhetssonene. Det er derfor tatt med poster for sonderboring og injeksjon.

6. Utførelse av sprengnings- og sikringsarbeider

6.1 Sprengningsarbeider

Generelt

Alt sprengningsarbeid skal utføres etter sprengningstegninger som byggherren leverer. Entreprenøren kan ikke gjøre endringer i disse uten byggherrens skriftlige samtykke. Dette gjelder også nisjer etc., og endringer av hensyn til stabilitetsforhold i fjellet. Eventuelle endringer for å tilpasse sprengningen til varierende fjellforhold, samt kompensasjon for bore- og ladevansker som måtte oppstå, skal inngå i enhetsprisen for sprengning.

Før sprengningsarbeidene starter, skal entreprenøren legge fram detaljerte bore- og ladeplaner til kommentar. Disse skal inneholde alle nødvendige opplysninger for vurdering av salvenes virkning:

- Bormønster, hulldiameter og salvelengde
- Sprengstofftyper og fordeling
- Tennerfordeling

Ved forskjæring og påhugg må det utvises forsiktighet, og utføres tilstrekkelig dekking og avsperring av farlig område, slik at ikke sprut eller luftsjokk forårsaker skade på eksisterende anlegg.

Ved sprengning i eksisterende tunnel ved påhugg for adkomsttunnelene skal tunnelåpningen dekkes med skytematter. Denne dekningen utføres til tunnelene er sprengt inn minimum 20 m. Dette skal inngå i enhetsprisene for sprengning.

Det forutsettes at NONEL tennersystem benyttes i hele anlegget.

All sprengning må utføres slik at det ikke oppstår fare for menneskenes liv og helse.

Offentlige lover og regler for lagring og bruk av sprengstoff skal følges.

Kontursprengning i tunneler

All sprengning i tunnelene skal utføres som sprengning med krav til kontur. Konturhullavstand samt toleransegrenser for ansett og retningsavvik er oppgitt i beskrivende tekst til masselistene. Konturhullene lades med reduserte ladninger. Forsettingen velges slik at konturen skytes med lette tak. Det tillates å bruke følgende to typer konturladning i tunneler og fjellrom.

1. Orange rørladning 17 x 500 mm, eller tilsvarende ladningsmengde
2. Gul rørladning 22 x 1000 mm, eller tilsvarende ladningsmengde

På strekninger med god til middels god bergkvalitet kan konturladning type 2 benyttes. Her forutsettes en konturhullavstand på 0,75 m, og en avstand til nærmeste strosserast på 0,60 - 0,75 m. Ladningen i denne strosserasten reduseres med ca 40% i forhold til øvrige strossehull.

På eventuelle strekninger med dårlig bergkvalitet skal det kunne forlanges konturladning type 1. Her benyttes en konturhullavstand på 0,50 m. Avstanden mellom konturen og nærmeste strosserast settes også til 0,50 m. Ladningen i denne rasten reduseres med ca 50% i forhold til øvrige strossehull.

Entreprenøren skal varsle byggherren når konturladning endres.

Det er ikke tatt med egne poster for «KONTURSPRENGNING» (G32 i NS3420) i masseoppstillingen. Det betyr at all kontursprengning i tunneler og bergrom skal være innkalkulert i enhetsprisen for posten «SPRENGNING I TUNNELER MED KRAV TIL KONTUR» (G31.100).

Følgende toleransekrav gjelder for boring av kontur:

- 1 Tillatt ansettavvik er 0,15 m
- 2 For stoffdrift med normale salvelengder er tillatt retningsavvik vinkelrett vegg og takplan 7%, og i vegg og takplan, 5% i forhold til prosjektert kontur.

Kutten skal ligge midt i tunnelprofilet, med like stor avstand til veggene på begge sider, dersom annet ikke er avtalt.

Maksimalt tillatt salvelengde er 4 m

Dersom toleransekravene ikke overholdes, skal salvelengden på de 4 påfølgende reduseres i forhold til registrerte avvik fra kravene. Salvene reduseres med minimum 1 m og maksimum 3 m.

Dersom ras eller utfall skjer til tross for sikringsarbeider byggherren har godkjent, eller p.g.a forhold entreprenøren ikke er herre over, betales for opplasting og transport i henhold til NS 3420, post G37. Derimot betales ikke for overmasser som skyldes feilboring og uforsiktig sprengning.

6.2 Vibrasjoner fra sprengning

Det skal sprenges med kort avstand til eksisterende damkonstruksjoner, fjellanlegg og ledningstrasèer. Det defineres grenseverdier for sprengningsinduserte vibrasjoner. Disse skal entreprenøren ta hensyn til ved utarbeiding av bore-/ladeplaner. Alle sprengningsmessige tiltak som er nødvendig for å tilfredsstille kravene til maksimale vibrasjoner skal innkalkuleres i enhetsprisene for sprengning. Det gjelder tiltak utover det som er beskrevet i kapittel 6.1.

Byggherren vil under sprengningsarbeidene foreta registrering av vibrasjoner ved måling av svingehastighet. Målere monteres på utsatte bygningskonstruksjoner nær sprengningsstedet.

Entreprenøren skal utarbeide en prosedyre for avlesing av målere og sprengningsmessige tiltak for å overholde kravene. Prosedyren skal godkjennes av byggherren. Overskrides rystelseskriteriene, dokumentert ved målinger, kan det bli nødvendig å forandre ladeplaner som allerede er godkjent.

Som grunnlag for sprengningsplanlegging benyttes en grenseverdi for svingehastighet $v = 35$ mm/sek. påført nærmeste damkonstruksjon.

6.3 Stabilitetssikring

Arbeidssikring (Sikring ved stuff)

Alle fjellarbeider skal utføres slik at det ikke oppstår fare for menneskenes liv og helse. All arbeidssikring som etter dette blir nødvendig, er entreprenørens fulle ansvar. Med arbeidssikring menes all sikring som skal til for å ivareta sikkerheten til mannskap, utstyr, og anleggets funksjon i hele anleggsperioden.

Nødvendig arbeidssikring godtgjøres etter poster i anbudet. Det meste av arbeidssikringen vil inngå i den permanente stabilitetssikringen av tunneler og bergrom. De samme kvalitetskrav gjelder derfor arbeidssikring (sikring ved stuff) som for permanent sikring (sikring bak stuff).

I postene for sikring ved stuff skal man også inkludere omkostninger forbundet med heft eller andre ulemper for tunneldriften som følge av sikringsarbeidene.

Om nødvendig må arbeidssikring utføres uten opphold, for å forebygge ras o.l. For at arbeidet skal kunne utføres uten tidstap, skal nødvendige materialer være lagret på anlegget eller være umiddelbart tilgjengelig. Det gjelder også forskalingsform tilpasset aktuelle tunneltverrsnitt, og rigg for sprøytebetong.

Nødvendig transport- og støpeutstyr skal være stasjonert i anleggsområdet, eller være umiddelbart tilgjengelig. I tilbudet skal entreprenøren spesifisere det utstyr, maskiner og materialer han vil stasjonere på anlegget. Disponibelt utstyr plassert andre steder skal også spesifiseres.

Permanent sikring (Sikring bak stuff)

Etter at sprengningsarbeidene for adkomsttunnelene er avsluttet skal entreprenøren utføre permanente sikringsarbeider.

Det skal utføres manuell sluttrensk av alle eksponerte fjellflater. Permanente sikringstiltak utover dette skal utføres etter bestilling fra byggherren. Disse arbeidene avregnes etter enhetspriser i anbudet, eller etter egen avtale dersom slike enhetspriser ikke finnes. Bestilling av sikring blir gitt på vedlagte skjema hvor baksiden skal fylles ut av entreprenøren for kontroll. (Jfr. vedlegg 4 og 5.

All sikring i de eksisterende bassengene regnes som sikring bak stuff i henhold til NS 3420

6.3.1 Rensk og spyling

Adkomsttunneler

Ved sprengning under dag skal normal driftsrensk inngå i enhetsprisene for sprengning. Som normal driftsrensk regnes inntil 1 time for hele stufflaget pr. salve, samt ukerenssk eller annen periodisk rensk i inntil 10 timeverk pr. uke. Det gjelder for alle tunneltverrsnitt.

De samme reglene for normal driftsrensk gjelder selv om entreprenøren velger å utføre deler av denne rensk som maskinrensk. Det forutsettes at all maskinrensk kontrolleres med manuell spettersk.

Ved ugunstige fjellforhold kan det tenkes at rensk utover normal driftrensk blir nødvendig. Slik ekstrarensk godtgjøres etter medgått tid i henhold til poster i anbudet. Her gis det pris på skifttimer (ikke manntimer eller maskintimer). Prisene skal inkludere alt arbeid, utstyr og heft forbundet med rensk.

Etter avsluttede sprengningsarbeider, og før manuell sluttrensk, skal tak og vegger i fjellanlegget rengjøres ved spyling. Det benyttes vann / trykkluft og samme framgangsmåte som for rengjøring av fjellet før påføring av sprøytebetong.

Sluttrensk skal utføres som manuell spettersk. Alt løst fjell skal renskes ned. Større bomparti og sprekkeavgrensede blokker som ikke lar seg renske ned skal merkes.

På grunnlag av erfaringene fra sluttrensk, på grunnlag av observasjoner ved oppfølging av sprengningsarbeidene, og eventuelt på grunnlag av en egen sikringsinspeksjon skal byggherren beskrive og bestille ytterligere permanente sikringstiltak.

Bassenger

Etter at adkomsttunnelene er drevet fram til de respektive bassengene skal det utføres høytrykksspyling og rensk i henhold til poster i kontrakten. Sekvenser for disse arbeidene bestemmes av entreprenøren, men slik at arbeidene utføres på en sikker måte.

Rensken skal utføres som manuell spettrensk. Alt løst fjell skal renskes ned. Større bomparti og sprekkeavgrensede blokker som ikke lar seg renske ned skal merkes.

På grunnlag av erfaringene fra rensken, og på grunnlag av en egen sikringsinspeksjon skal byggherren beskrive og bestille ytterligere permanente sikringstiltak.

6.3.2 Bolter, fjellbånd og nett

Arbeidssikring (sikring ved stuff):

Nødvendig arbeidssikring med bolter, fjellbånd og nett godtgjøres etter poster i anbudet. Til arbeidssikring med bolter forutsettes brukt kombinasjonsbolt, CT-bolt eller tilsvarende. Disse monteres med ekspansjonshylse for øyeblikkelig virkning ved stuff. Boltene skal benyttes i den permanente sikringen ved at de ettergyses bak stuff. Det forutsettes at boltingen er hensiktsmessig i henhold til fjellets oppsprekking og at monteringsanvisninger fra leverandøren følges. Bolter, som ikke tilfredsstiller kvalitetskravene og ikke kan benyttes til permanent sikring, forkastes. CT-boltene skal være både galvaniserte og pulverlakkerte, såkalte «combi coat» bolter. Ved gysing av CT-bolter etter at sprøytebetong er påført, skal gyseslangene beskyttes og stikke så langt ut at adekvat ettergysing av boltene kan foretas.

For å unngå at bolter, som installeres før betongsprøyting, blir skjult, skal man ved montering sørge for at bolteendene stikker langt nok ut, eller at bolteendene påmonteres slangestykker lange nok, til å være lett synlige etter at endelig sprøytebetongtykkelse er oppnådd. Dette skal gjøres fordi antall og plassering av eksisterende bolter skal tas med i betraktning ved eventuell senere permanent bolting bak stuff for å oppnå et gitt mønster og boltetetthet innen et område. I tillegg vil dette fungere som en dokumentasjon på utført boltesikring. Lengden på alle bolter innsatt ved stuff skal også dokumenteres. (Jfr. vedlegg 5.) Alternativt skal posisjonene til bolter, som installeres før sprøyting, koordinatbestemmes. Posisjonene til disse boltene skal da merkes direkte utenpå sprøytebetongen før komplettering til endelig boltetetthet bak stuff foretas. Boltelengdene skal angis, f. eks. ved symboler.

Permanent sikring (sikring bak stuff):

Permanent boltesikring skal utføres etter byggherrens anvisning

Bolter som skal inngå i den permanente sikringen skal være innstøpt i hele hullets lengde. Det nyttes kamstålbolter med stålqualität K500TE med diameter 20 mm. Boltene skal ha gjenget endeparti og monteres med mutter, halvkule og sfærisk skive. Bolter med tilbehør skal være i varmforsinket og pulverlakkert utførelse.

Ved montering av innstøpte bolter benyttes følgende framgangsmåte:

1. Boring for bolter utføres med 45 mm borekrone. Boltene settes normalt fjellflaten, eller med den retningen byggherren angir. Borhullet bores minst like lang som bolt med gjengeparti.
2. Mørtelslangen føres helt inn i bunnen av hullet. Slangen trekkes langsomt ut etter hvert som mørtelen fyller opp hullet.
3. Boltene presses langsomt inn i hullet. Mørtelens konsistens skal være slik at den ikke siger/renner ut av oppadrettede hull. Dersom boltene siger etter innsetting låses den med kile eller tilsvarende. Boltene skal ikke bøyes eller knekkes.
4. Mutter for montering av skive strammes til etter at boltemørtelen har herdet.

Ved ettergysing av kombinasjonsbolter (CT-bolt eller tilsvarende), som er godkjent som permanent sikring, følges prosedyre gitt av leverandøren.

For å oppnå et samvirke mellom bolter og sprøytebetong, vil vi i tilfeller med dårlig fjell, forlange at platene på de gyste boltene bak stuff monteres utenpå sprøytebetongen. I slike tilfeller må full sprøytebetongtykkelse påføres før boltene installeres. Alternativt kan boltene installeres først dersom bolteendene stikker langt nok ut til at plater, halvkuler og muttere kan monteres etter at full sprøytebetongtykkelse er oppnådd. I så fall skal i tillegg gjengene på boltene beskyttes med slangestykker el. lign. mens sprøytingen pågår.

Spesiell bolting i form av forbolting ved stuff kan forlanges av byggherren for stabilisering av fjell rundt neste salve. Slike bolter settes fra stuff, og på skrå over neste salve. Boltene skal være fullt innstøpt. Slik bolting godtgjøres pr. stk. etter egne poster i anbudet. Enhetsprisene skal inkludere tilrigging, alt arbeid, materialer, og dessuten materialer og heft forbundet med slik bolting. Forbolting skal kunne utføres med inntil 6 m lange bolter.

6.3.3 Sprøytebetong

Arbeidssikring (sikring ved stuff)

Ved småblokkig berg, passering av slepper, svakhetssoner etc., vil det være aktuelt å utføre sikring med sprøytebetong ved stuff. Slik sikring skal ikke utføres uten at byggherren varsles i tilstrekkelig tid før sprøyting utføres, slik at bergforholdene og kvaliteten kan registreres. I normale tilfeller skal salverensk være utført før geologisk registrering foretas.

All arbeidssikring utført ved stuff skal senere kunne inngå i den permanente sikringen av tunneler og bergrom. Det stilles derfor de samme kvalitetskrav til sprøytebetong utført ved stuff (arbeidssikring) som til sprøytebetong utført bak stuff (permanent sikring).

For sprøytebetong ved stuff er det tatt med poster for rigg. Disse forutsettes å skulle dekke alle forberedende og avsluttende arbeider forbundet med en sprøyteoperasjon. Det betales en rigg pr. døgn når arbeid med sprøytebetong ved stuff pågår.

Permanent sikring (sikring bak stuff)

Utførelsen av sprøytebetongarbeidene skal følge retningslinjer gitt i Norsk Betongforenings publikasjon nr. 7 - «Sprøytebetong til fjellsikring».

Før sprøyting skal fjellet, eller tidligere sprøytete flater rengjøres. Spyling skal utføres med vann og trykkluft. Det benyttes et vanntrykk på min. 4 atm. og 12 mm munnstykke. Om nødvendig benyttes avfettingsmiddel for rengjøring av flater som er forurenset med olje.

Massene doseres etter vekt. Som sement nyttes Standard Portland sement eller Rapidsement. Tilslaget skal være god støpesand med velgradert siktekurve. Prisen på sprøytebetong skal inkludere evt. tilsetning av silika med opptil 10% av sementvekten. Kvalitetskontroll av delmaterialer og av betongens trykkfasthet skal foretas i henhold til NS 3473 og NS 427 del 2.

Betongkvalitet for sprøytebetong skal minst tilfredsstillende fasthetskravene til C35 på utborede prøver.

Heftfastheten mellom sprøytebetong og uforvitrede fjellflater skal være min 0,5 Mpa. For glatte, plane sprekkeflater og leirinfisert berg spesifiseres ikke krav til heftfasthet.

Ved armering for sprøytebetong med nett, fjellbånd, eller armeringsbuer skal det påføres et utjevningsslag. Armeringen tilpasses og festes til utjevningsslaget i henhold til massebeskrivelse og ette nærmere anvisning på stedet. Der det beskrives samvirke mellom bolter og sprøytebetong skal mutter, halvkule og sfærisk skive monteres utenpå sprøytebetongen.

Permanent sikring skal i hovedsak utføres med fiberforsterket sprøytebetong. Ved fiberforsterking nyttes 18 mm EE-stålfiber, og 75 kg fiber pr. m³ betong. Andre fibertyper kan eventuelt godkjennes av byggherren. Tilsatt mengde justeres i så fall etter retningslinjer gitt i Norsk Betongforenings publikasjon nr. 7.

Enhetspriser for permanent sikring med sprøytebetong bak stuff skal inkludere masser, arbeid, og alle omkostninger forbundet med arbeidet.

Sprøytebetong avregnes etter areal i henhold til bestilling fra byggherren. Her legges til grunn teoretisk tunneltverrsnitt. Forbruk for å dekke prelltap og normale ujevnheter i fjelloverflaten innkalkuleres i enhetsprisene for sprøytebetong. Også spyling før påføring av sprøytebetong avregnes etter areal basert på teoretisk tunneltverrsnitt.

6.3.4 Utstøping

All tyngre sikring i bassengene skal utføres som en kombinasjon av bolter og sprøytebetong. Denne sikringsmetoden skal fortrinnsvis også benyttes ved passering av eventuelle svakhetssoner i adkomsttunnelene. Det kan ikke utelukkes at utstøping blir nødvendig ved spesielt ugunstige stabilitetsforhold.

Ved full utstøping i tunnel støpes hvelv som fundamenteres på fjell i sålen. Utstøpingen skal ikke noe sted ha tykkelse mindre enn 0,30 m. Utstøpingen skal ikke ligge innenfor teoretisk tunnelprofil.

Kvaliteten på sikringsstøp skal tilfredsstillende fasthetskravene til C 35 på utborede prøver

Sikringsstøp som ikke skyldes feilsprengning avregnes etter forskalet flate og medgåtte mengder betong.

Utstøping ved stuff

I forbindelse med større knusningssoner, eller spesielt ugunstig oppsprekking, kan det bli nødvendig å utføre arbeidssikring med støp som skal inngå i den permanente sikringen. Det er derfor i massebeskrivelsen tatt med poster for støp ved stuff.

Støp ved stuff skal ikke utføres uten byggherrens godkjenning. Hvor det er så dårlig fjell at støp ved stuff er nødvendig, må siste salvestrekning være sikret ved ukeslutt, før ferier, eller andre avbrudd i driften.

Entreprenøren må ha forskalingsutstyr disponibelt slik at forskaling og støping hindrer sprengningsarbeid og tunneldrift i kortest mulig tid.

For utstøping ved stuff er det i anbudet tatt med poster for «Rigg» og «Heft». Riggposten forutsettes å skulle dekke forberedende og avsluttende arbeider, og ellers alle arbeidsoperasjoner forbundet med støpearbeidene som ikke er innkalkulert i de øvrige postene. Det regnes en tilrigging pr. støpeseksjon som forutsettes å være 4 m dersom annet ikke er avtalt.

Heftposten forutsettes å skulle dekke alle utgifter forbundet med stopp i tunneldriften som ikke er medtatt i andre enhetspriser. Det gjelder f. eks. utgifter til maskiner og mannskap som helt eller delvis er ubeskjeftiget som følge av støpearbeidene. Det gis pris på heft pr. løpemeter støp.

Støp bak stuff

Utsøping bak stuff forutsettes å foregå på et tidspunkt som entreprenøren selv kan velge, fortrinnsvis etter avsluttet tunneldrift. For slik utstøping beregnes ikke heft.

Dersom støpearbeidene må utføres før tunneldriften er avsluttet, skal entreprenøren velge tilrigging, forskalingsmetode og tidspunkt for arbeidene slik at tunneldriften kan pågå mest mulig uhindret av støpearbeidene.

For betongutstøping bak stuff, hvor tidspunktet er bestemt av byggherren, og medfører stans i tunneldriften, skal prisen være som for betongutstøping ved stuff. Dersom tunneldriften kan fortsette, men med reduserte inndrifter, skal prisen for slik sikringsstøp være lik den midlere pris for utstøping ved- og bak stuff.

6.4 Vannsikring

Entreprenøren skal ha utstyr og mannskap for sonderboring/injeksjon umiddelbart tilgjengelig.

All injeksjon skal fortrinnsvis utføres som forinjeksjon (injeksjon ved stuff). Dersom det etter avsluttet tunneldrift er større restlekkasjer kan imidlertid byggherren beskrive etterinjeksjon (injeksjon bak stuff).

6.4.1 Boring av injeksjonshull

Ved forinjeksjon skal det bores en skjerm fra stuff, foran de neste salvene. Boringen gjennomføres ved at det bores langhull fra stuff, på skrå over og til side for de neste salvene. Borhullene bores minimum 8 m og maksimum 20 m lange. Det skal være en salves overlapp mellom injeksjonsomgangene. Ansett for borhullene skal normalt være langs tunnelperiferien i stuffen, med en borhullsavstand 2 - 4 m.

Ved større lekkasjer/masseinnnganger kan det være aktuelt å utføre injeksjon i flere omganger. Det bores da opp ny injeksjonsskjerm med ansett mellom første skjermes borhull.

Det skal bores med en borekrone som er tilpasset de pakningene som benyttes, f. eks. 51 mm borekrone til 48 mm pakninger. Det skal benyttes et og en matekraft som gir mest mulig sirkulære borehull.

Bormønster tilpasses på stedet etter oppsprekkingsmønster og lekkasjenes karakter.

6.4.2 Spyling av borhull

Det skal benyttes vannspyling under boringen, dersom annet ikke er avtalt.

Etter at hullet er ferdig boret skal det spyles grundig rent med vann eller en kombinasjon med vann og luft. En stiv plastslange eller et stålrør føres inn i borehullet. Spylingen utføres ved å føre slangen/røret ut og inn av hullet til spylevannet er rent.

Trykket som brukes skal være så høyt som det er praktisk mulig å benytte uten at slangen kommer ut av borehullet av seg selv.

For spesielt vanskelige hull, hvor det er viktig å få spylt ut leirmateriale og lignende, kan det være aktuelt å beskrive utvidet spyling. Her benyttes et spylehode med radielle dyser. Det må kunne påføres et vanntrykk under spylingen på opptil 20 kp/cm². Vanntrykket må i tillegg tilpasses fjelloverdekningen og nærheten til eksisterende anlegg for å unngå hydraulisk splitting og åpning av sprekker i bergmassen.

6.4.3 Injeksjon

Sementinjeksjon skal normalt utføres med en blanding av fersk Portlandsement RP38, vann og bentonitt. Andre tilsetningsstoffer kan eventuelt benyttes dersom dette er hensiktsmessig for å modifisere suspensjons egenskaper. Spesialmørtler som Rescon Cemsil, Rescon Muring, eller tilsvarende, kan benyttes dersom det vurderes hensiktsmessig med hensyn på oppsprekking og lekkasjeforhold. Spesialmørtler benyttes bare i samråd med byggherren..

Blandingsforhold vann/sement/tilsetningsstoffer vurderes på stedet, og vil i stor grad overlates til entreprenørens erfaring og innsikt. Generelt benyttes en tynn blanding til å begynne med (vann/sement ca 2.0) og en tykkere blanding mot slutten av injeksjonen (vann/sement ned mot 0,5).

Det skal utføres injeksjon med pakningsplassering 1 m inn i borehullet dersom annet ikke er angitt.

Det kan i spesielle tilfeller være aktuelt å benytte flere og dypere pakningsplasseringer i hvert hull.

Injeksjonstrykket defineres som det trykk utover atmosfæretrykket som avleses på et manometer koplet til injeksjonsrøret utenfor borehullet. Ved forinjeksjon i tunnelsystemet settes maksimalt injeksjonstrykk til 30 kp/cm². Ved injeksjon i områder med liten overdekning reduseres injeksjonstrykket slik at det ikke oppstår hydraulisk splitting og åpning av sprekker i bergmassen.

Flere hull i en skjerm kan i visse tilfeller injiseres samtidig. Antall hull som parallellkobles må stå i forhold til injeksjonsutstyrets kapasitet. Opplegget må godkjennes av byggherren.

Ved eventuell etterinjeksjon i tunnelsystemet settes maksimalt tillatt injeksjonstrykk til 10 kp/m² dersom annet ikke er angitt.

Injeksjon i et hull forutsettes avsluttet når det oppgitte maksimaltrykket har vært holdt i 15 minutter med minimal inngang av injeksjonsmasse. Ved store innganger vil det imidlertid være aktuelt å avslutte injeksjonen før dette kriteriet er oppfylt. Detaljer bestemmes på stedet.

Entreprenøren skal føre dagbok for injeksjonsarbeidene. Her skal tidspunkt for de ulike arbeidsoperasjonene nedtegnes. Injeksjonsmasse, blandingsforhold, trykkoppbygging og masseinnganger i hvert hull skal noteres. Dette skal danne grunnlag for eventuelle justeringer i injeksjonsopplegget.

6.4.4 Måleregler for injeksjon

Omfanget av injeksjonsarbeidene er ikke kjent. De angitte massene er ment som en orientering om den sannsynlige størrelsesorden på arbeidene, men medgåtte masser kan avvike i betydelig grad. Prisen gis under denne forutsetning.

For boring for injeksjon er det i massebeskrivelsen tatt med poster både for borhull avregnet pr. stk. og for borhull avregnet pr. løpemeter boret lengde. Posten for borhull pr. stk. forutsettes å skulle dekke utgifter forbundet med ansett og flytting, samt andre utgifter som ikke er knyttet til selve boringen. Denne posten forutsettes også å inkludere utgifter forbundet med entreprenørens registreringer og vurderinger ved boringen. Her inngår måling av innlekkende vann fra borhullene.

Det er ikke tatt med egne poster for «heft» når det gjelder boring for injeksjon ved stuff. Slike kostnader skal være innkalkulert i enhetsprisene.

Arbeidene med sementbasert injeksjon avregnes pr. pakkerplassering. Denne prisen forutsettes å skulle dekke det arbeidet som medgår til injeksjonen og opprettholdelse av injeksjonstrykket.

Forbruk av injeksjonsmasse avregnes etter kg medgått tørrmasse.

Posten «Heft ved injisering ved stuff» forutsettes å skulle dekke alle utgifter i forbindelse med stopp i drivingen knyttet til selve injeksjonen, eksklusiv boring for injeksjon. Heften avregnes etter medgåtte skifttimer (ikke manntimer, eller maskintimer) fra selve injiseringen starter til avsluttet herdetid, det vil si til boring av salve eller boring av kontrollhull kan starte.

Arkivreferanser:
Fagområde: Ingeniørgeologi

Stikkord: Sprengning/Sikring

Land/Fylke: Hordaland

Kommune: Bergen

Sted: Stendafjellet

Kartblad: 1215 I

UTM koordinater, Sone: 32 V

Øst: 29721

Nord: 66885

Distribusjon:
☐ Begrenset

(Spesifisert av oppdragsgiver)

☐ Intern

☐ Fri

Dokumentkontroll:

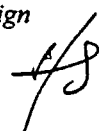
		Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	2/12-97	JPi						
	Kontrollert	2/12-97	GBE						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	2/12-97	JPi						
	Kontrollert	2/12-97	GBE						
Teknisk Innhold	Utarbeidet	2/12-97	JPi						
	Kontrollert	2/12-97	GBE						
Format	Utarbeidet	2/12-97	JPi						
	Kontrollert	2/12-97	GBE						

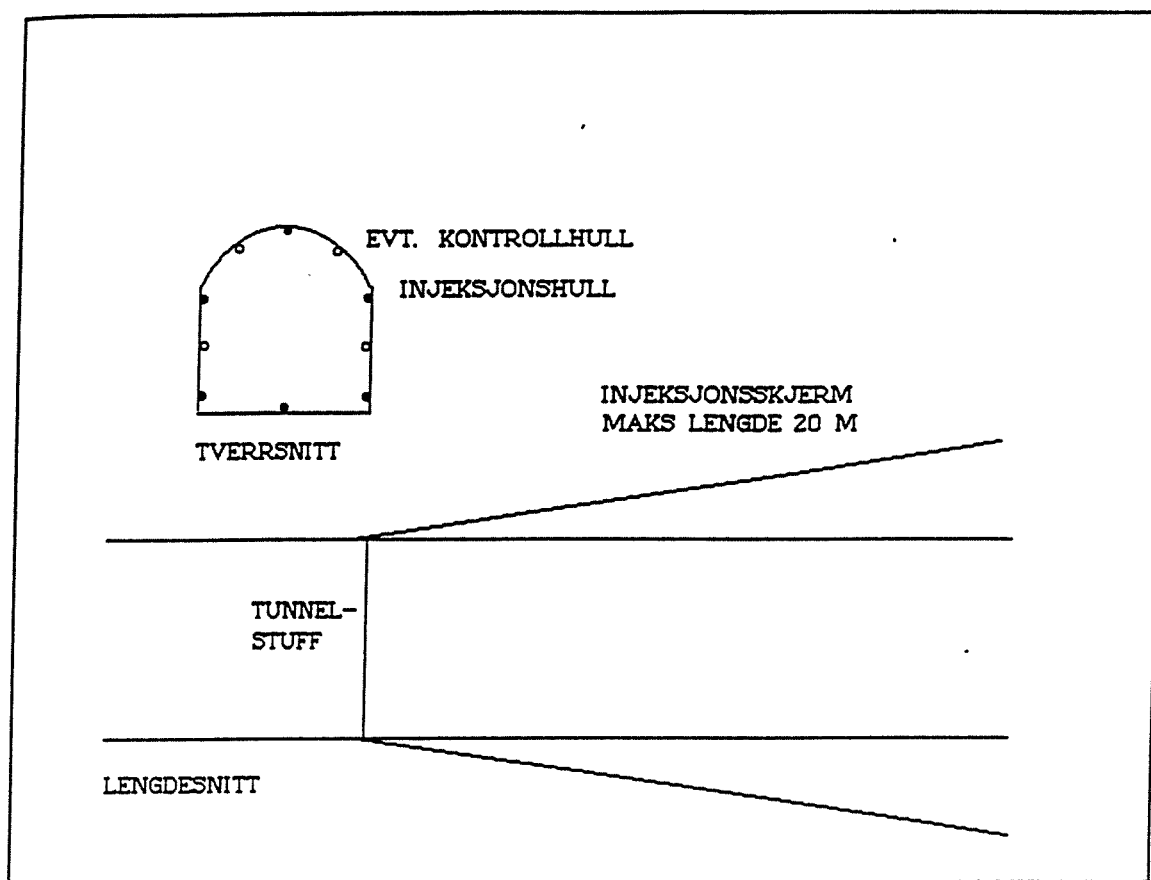
Anmerkninger:
Godkjent for utsendelse

(Seksjonsleder/Avdelingsleder)

Dato

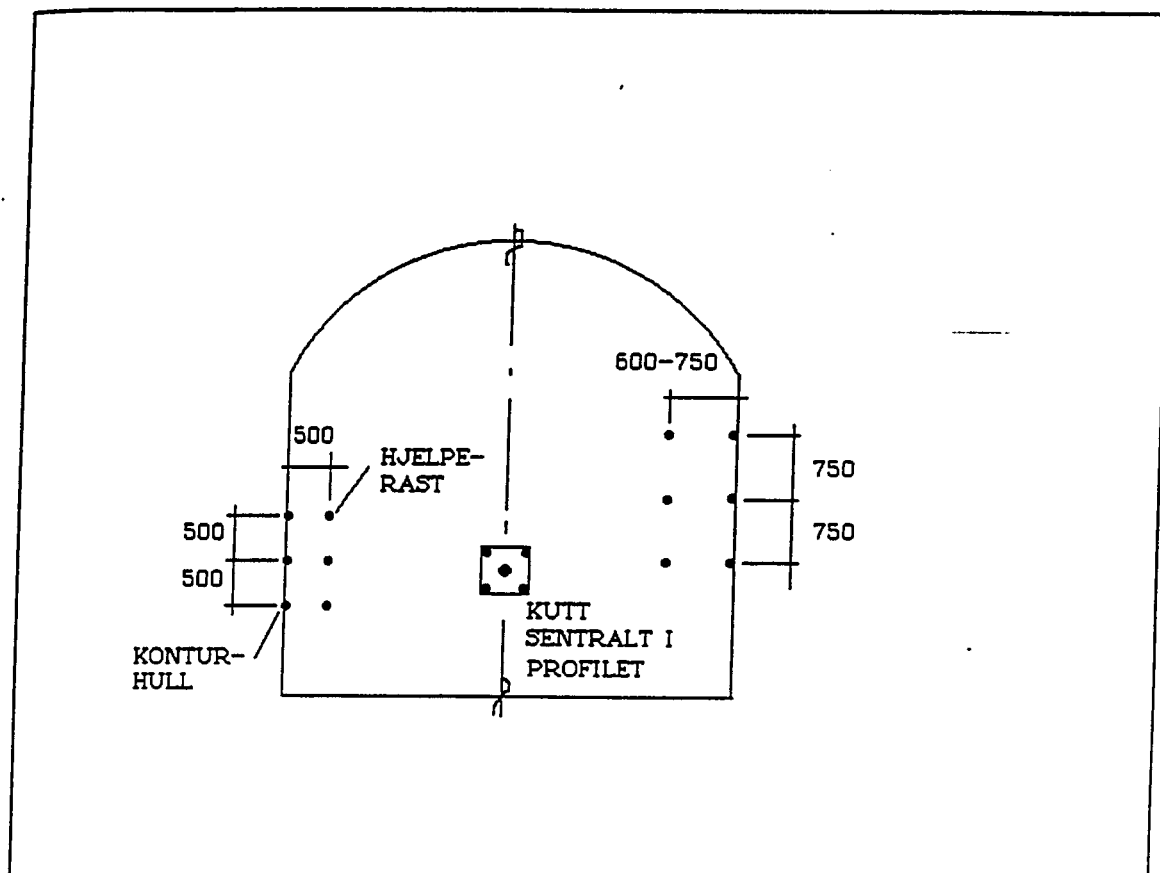
02.12.97

Sign




EIDSVÅG HOVEDAVLØPSANLEGG PRINSIPPSKISSE FOR INJEKSJON

Det bores en skjerm foran stuff med lengde inntil 20 m. Borhullene viftes slik at borhullsendene kommer 2,5 - 3,5 m utenfor teoretisk tunnelprofil. Detaljer vedrørende ansett, skjerm lengde og borhullsvinkler etc. kan justeres på stedet for å tilpasse injeksjonsopplegget til bergmassens oppsprekking og lekkasjeforhold.

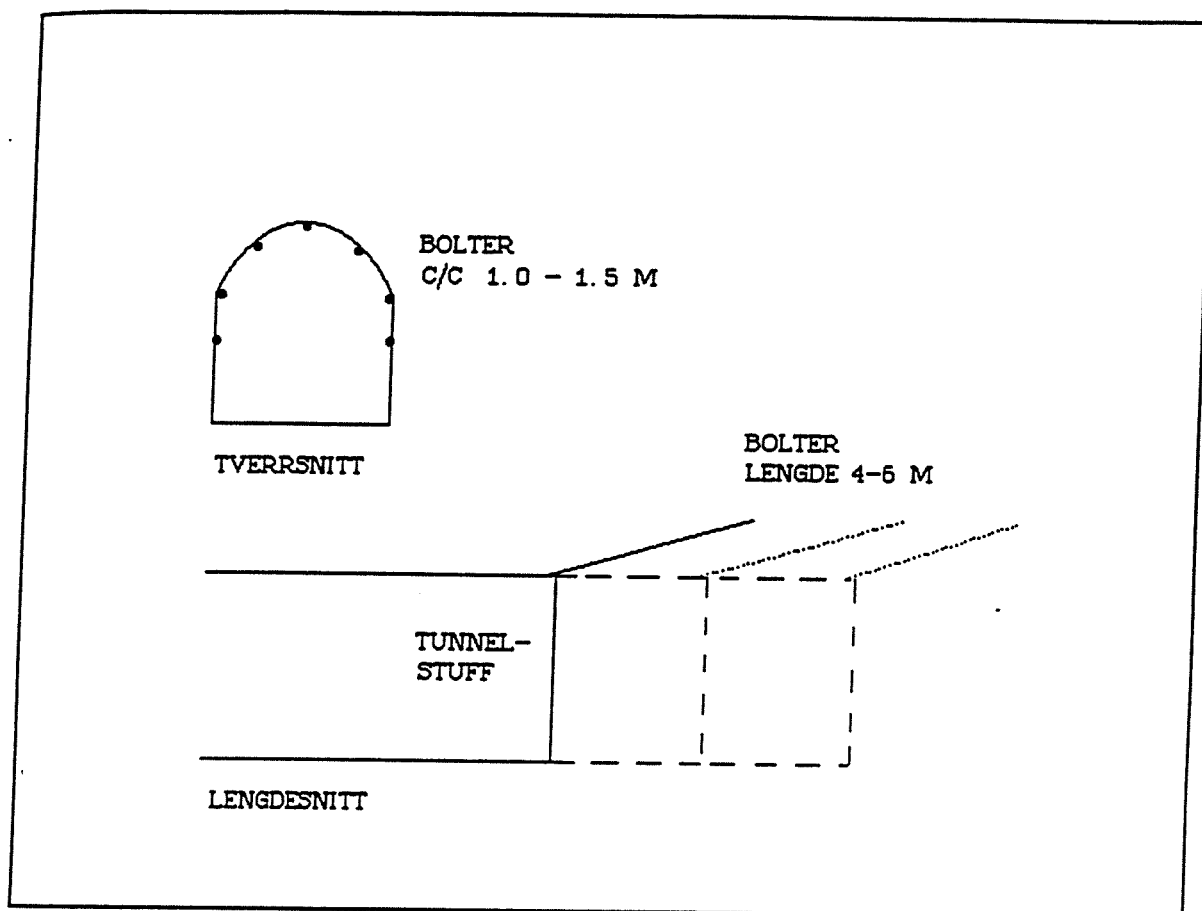


SENTRUM NORD/EIDSVÅG HOVEDAVLØPSANLEGG PRINSIPPSKISSE KONTURSPRENGNING

Kutten skal ligge midt i tunnelprofilet, med like stor avstand til sidene. Dette gjelder generelt dersom annet ikke er avtalt.

Ved bruk av orange rør, 17 x 500 mm (eller tilsvarende) skal hullavstanden i konturen være 50 cm. Avstanden til nærmeste strosserast skal også være 50 cm. Ladningen i denne rasten skal reduseres med ca 40 % i forhold til strossehull i resten av salven (se venstre del av figuren).

Ved bruk av gule rør, 22 x 1000 mm (eller tilsvarende) kan hullavstanden i konturen økes til 75 cm, og avstanden til nærmeste strosserast kan økes til 60 - 75 cm.



SENTRUM NORD/EIDSVÅG HOVEDAVLØPSANLEGG PRINSIPPSKISSE FORBOLTING

Der det forventes vanskelige stabilitetsforhold foran stuff vil det være aktuelt å utføre forbolting som vist i prinsipp på skissen ovenfor.

Detaljer vedrørende slik forbolting bestemmes på stedet.

NOTEBY		Foreløpig klassifisering av permanent bergsikring.				FPS nr:	
Prosjekt:		51727 Stendafjellet Høydebasseng				Bergen Kommune KTU VA	
Lok:		Pel:				Referansetegning nr:	
Vegg høyde:		Tunnel bredde:					
Generelt	Nisje	Kryss	Portal	Annet			
Total overdekning (m)	10-15	15-20	20-30	30-40	> 40		
RMC:							
Område beskrivelse:							
	Klasse	Boltemønster (mm)	Boltelengde (m)/diam.	Tykkelse st.f.arm. spr. bet.(mm)			
Tak:							
Vegger							
Område beskrivelse:							
	Klasse	Boltemønster (mm)	Boltelengde (m)/diam.	Tykkelse st.f.arm. spr. bet.(mm)			
Tak:							
Vegger							
Bolteplater utenpå spr.betong:							
Annet:							
Betongutstøping, pel:							
Sprøytebetongbuer med armeringsstål, pel:							
"Spiling" bolter, pel:		c/c =	Boltelengde/diam:		Salvelengde:		
Sikringsklasse forrige salve:			Pognose for neste salve:				
Dato:		Kl:		Sign:			

NOTEBY	FPS nr.	Sted:	Pel:	Ved stuff:	Bak stuff:
Prosjekt 51727		Stendafjellet Høydebasseng			
		BERGEN KOMMUNE KTUVA			
Bolter: Ved systematisk boltemønster settes bolteradene i saksemønster. Muttere og plater installeres i henhold til beskrivelse.					
Pel,	Ant. CT-bolter ved stuff,(20 mm)	Ant. gyste bolter v. stuff,(25 mm)	Antall gyste kamstålbolter bak stuff (20 mm)	(25 mm)	
(fra - til):	= 2,4 m = 3,0 m = 4,0	= 4,0 m = 6,0 m =	= 2,4 m = 3,0 m = 4,0 m =	= 4,0 m = 6,0 m	
Totalt:					
Stålfiberarmert sprøytebetong:					
Tak, pel,	Areal spr. bet. ved stuff (m2)	Areal spr.bet. bak stuff (m2)	Ferdig sprøytet areal (m2) med total tykkelse:		
(fra - til):	t=50 mm t=100 mm t=	t=50 mm t=100 mm t=150 mm t=	t=50 mm t=100 mm t=150 mm	t=	
Totalt:					
Vegger, pel,	Areal spr. bet. ved stuff (m2)	Areal spr.bet. bak stuff (m2)	Ferdig sprøytet areal (m2) med total tykkelse:		
(fra - til):	t=50 mm t=100mm t=	t=50 mm t=100 mm t=150mm t=	t=50 mm t=100 mm t=150 mm	t=	
Totalt:					
Betongutstøping:					
Pel, (fra - til):		Volum betong ved stuff:		Pel, (fra - til):	
		m3		Volum betong bak stuff:	
				m3	
Annet:					
Pel, (fra - til):					
Bergsikringen er installert i henhold til anbudsspesifikasjoner og denne FPS. Det er tatt hensyn til tidligere installert bergsikring.					
Alle CT-bolter er gyste.					
Dato:		Entreprenørs underskrift:			
Dato kontrollert og godkjent:		Byggherres underskrift:			