



Statens vegvesen

Notat - 4

Til: Vegpakke Salten v/ Knut Sjursheim
Fra: Viggo Aronsen, Anders Aal
Kopi:

Saksbehandler/innvalgsnr:
Viggo Aronsen +47 75552772

Kvalitetskontroll: Anders Aal

Vår dato 24.06.2008

Vår referanse: Geo 50341

Sveisnummer: 2007140273-63

INGENIØRGEOLOGISK OPPFØLGING RV17-52 VETHAUGEN TUNNEL:

PERMANENT BERGSIKRING

For hver salve har det blitt gjennomført en geologisk registrering fra arbeidsplattform på stoff. I hovedsak er det kontrollingeniørene på anlegget som har stått for registreringen. Bolter innsatt som arbeidssikring på stoff er av entreprenøren inntegnet i boltekart. Nøyaktig posisjonering av boltene er gjennomført ved hjelp av Bever-control. Denne registreringen har ikke fungert tilfredsstillende pga at en eller flere bolter ikke har blitt registrert for hver salve. Da registreringen ved hjelp av Bever-control ikke har vært fullstendig, har den ikke blitt tatt hensyn til ved bestemmelse av permanent sikring.

Alle bolter satt som arbeidssikring og påført sprøytebetong inngår i den permanente sikringen.

Q-metoden er benyttet ved vurdering av bergkvaliteten og til valg av sikringsmetode. For området med liten overdekning < 9 m i nordenden er det over-sikret ut over hva Q-verdien skulle tilsi. Dette fordi grunnlaget for Q-systemet har få tilfeller med overdekning < spennvidden. Q-verdi kartlagt på stoff har normalt variert mellom 5 - 22, middel 15, dvs bergklasse B, sikringsklasse 3:

Den mektigste svakhetssonen, ca 15 m bred er kartlagt på stoff (sone d, pel 2743-2758) med Q-verdi lik 0.1. Denne sonen sikres noe tyngre enn det omkringliggende berget. De øvrige antatte svakhetssonene viste seg på tunnelnivå å ha bredde < 1 m og oftest fremstod de som steiltstående slepper eller markerte gjennomsettende sprekker orientert på tvers av tunnelen.

I tillegg til vurdering av den permanente sikringen iht Q-systemet, er det tatt hensyn til at hele tunnelen skal vann-/frostsikres med knølmontert PE-skum. Bergflaten vil ikke være synlig for senere inspeksjoner/stabilitetsvurderinger. Det er derfor valgt å sikre hengen fra vederlag til vederlag med 8 cm stålfiberarmert sprøytebetong. Dette valgte entreprenør å utføre som en del av deres arbeidssikring.

BOLTER

Entreprenør har ifølge ukesrapport 17-2008, ved ferdig drevet tunnel montert 2 739 stk 3 m lange endeforankret, limte bolter og 205 stk 4 m lange endeforankret, limte bolter. Totalt 2 944 stk, som gir ~ 2.35 stk/lm tunnel.

Veggbolter, 3 m, endeforankret, limte bolter, totalt 383 stk (0.3 stk/lm tunnel) ble påmerket direkte, etter vurdering av potensielle ustabile partier, og der avgrensede blokker i veggen har usikker fot. Under påmerkingen ble enkelte steder merket med "X" som indikerer behov for rensk.

Heng-bolter fra vederlag til vederlag, 3 m lange ved ordinært tverrsnitt og 4 m lange i utvidet tverrsnitt ved havarinisjer, endeforankret, limte bolter ble 651 stk bolter påmerket. (0.52 stk/lm tunnel). I merkingen er det ikke skilt mellom 3 m og 4 m lange bolter, men det forutsettes at der det tidligere er benyttet 4 m lange bolter ved havarinisjer også benyttes denne lengden ved supplerende permanentbolter.

Iht Q-systemet og registreringen av bergkvaliteten skal gjennomsnittlig boltemengde pr løpemeter tunnel være i størrelsesorden 3 stk/lm tunnel. Det er vurdert behov for ytterligere bolting, der det er satt lite bolt som arbeidssikring. Ved supplerende bolting er det typisk satt 4-6 stk bolter plassert i ei rast fra vederlag til vederlag for å oppnå samvirke mellom boltene. Utover dette er det supplert med enkeltbolter, i partier med stor avstand mellom boltene. Det er også supplert med bolter der ugunstig sprekkeretning eller ved mindre utfall gir mindre innspenning i konturen. I de tilfeller bolt ikke kan sees gjennom sprøytebetongen på slike steder, ble supplerende bolt påmerket her.

I tillegg ble partier med sprøytebetong supplert med bolter der den stålfiberarmerte sprøytebetongen var bom $> 1 \text{ m}^2$, gjerne i tilknytning til oppsprekning. Dette gjaldt < 10 tilfeller.

Under vurdering/påmerking av permanente bolter ble løse bolter utenpå sprøytebetongen påvist for 2-3 salver, bl.a ved pel 3355. Samtlige bolter må sjekkes og evt etterstrammes.

Oppsummering av antall bolter i tunnelen:

Arbeidssikring: 2739, veggbolt: 383 stk. Hengbolt: 651 stk påmerket + 248 mellom pel 2356-2480+ ~ 100 mellom pel 2336-2356 = 4121 som gir 3.3 stk/lm tunnel.

Spesielle forhold som ikke alle steder er påmerket i tunnelen

Pel 2336 (nordre påhugg) - 2356

Systematisk bolt vederlag til vederlag, boltemønster 1.5 m x 1.5 m. 3 m lange fullt innstøpte bolter.

Pel 2356 – 2480 med liten bergoverdekning < 9 m

Systematisk bolt i boltemønster 2 m x 2 m, totalt 4 stk bolt pr rast. 3 m lange, fullt innstøpte bolter. Disse boltene monteres utenpå første lag med sprøytebetong. I tillegg kommer påmerket bolt i eventuelt bombe partier i sprøytebetongen. Disse monteres hvis avstand til 2 m x 2 m boltemønster overstiger 1.5 m. Veggbolt kommer i tillegg.

Pel 2743-2758

Ved svakhetssone d) mellom pel 2743-2758 skal det boltes ytterligere i tillegg til allerede påmerket bolt, med 5 bolt i rasta i rutemønster 2 x 2 m. 3 m lange endeforankret, limte bolter.

Pel 2800 ved havarinisje

Mellom nisje for telefonkiosk og nisje for uttransport av tunnelmasse er det en "stabbe" på ca 2-3 m med mindre innspenning enn der man har jevn kontur. Her må det boltes i veggen 6 bolter utenpå sprøytebetongen. 3 m lange endeforankret, limte bolter. Plassering 3 stk over hverandre, plassert i overgang til innsving i begge nisjene.

Pel 3568-3688(søndre påhugg)

Systematisk bolt vederlag til vederlag, boltemønster 1.5 m x 1.5 m. 3 m lange fullt innstøpte bolter.

STÅLFIBERARMERT SPRØYTEBETONG

Entreprenør har ifølge ukesrapport 17-2008, ved ferdig drevet tunnel påført 2 389 m³ stålfiberarmert sprøytebetong på stuff og 100 m³ bak stuff. Totalt 2489 m³, som gir ~ 1.99 m³/lm tunnel. Hengen er systematisk sprøytet fra ~ 4 m over vegbanen som permanent sikring. Dette utførte entreprenørens som del arbeidssikringen. De ytterste 20 m i hver ende av tunnelen sprøytet helt ned til kjørebane. I tillegg er det sprøytet noe lengre ned i veggen der berget har vært noe "småfallent". I svakhetssone d) pel 2743-2758 er 8-10 cm (pel 2738-2748 10 cm og 2748-2762 8 cm) sprøytebetong ned til vegbanen påført som arbeidssikring.

Der sprøytebetongen allerede er sprøytet ned langs vegg, må det suppleres med sprøytebetong helt ned til rensket såle. Det er viktig at sprøytebetongen føres helt ned til rensket såle for å oppnå full hvelv-virkning. Omfanget av dette er ikke kartlagt.

Under vurdering av permanent sikring av veggene må følgende partier sikres med 8 cm stålfiberarmert sprøytebetong fra vederlag ned til rensket såle. Partiene som anbefales sprøytet er merket |-> SPR <-|

Pel 2603 - 2612, høyre side.

Pel 2665 - 2778, høyre side.

Pel 2910 - 2922, venstre side.

Pel 3060 - 3069, venstre side.

Pel 3066 - 3073, høyre side.

NB: Høyre og venstre side forholder seg til økende pelnummering!

Under vurdering av permanent sikring av heng ble del avdekket en del sår/nedfall i spøytebetongen. Ca 20 lokaliteter er > 0.5 m² og er merket med "SPR", og må suppleres med 8 cm stålfiberarmer sprøytebetong, Anslått mengde er ~50 m³. Dette gjelder ved pelnumrene: 2531, 2627, 2663, 2678, 2710, 2712, 3026, 3027, 3028, 3093, 3191, 3195, 3220, 3269, 3280?, 3419, 3500, 3510, 3530, 3545, og 3560. Noen mindre sår/nedfall < 0.5 m² er vurdert som ikke behov for ettersprøyting.

Spesielle forhold som ikke alle steder er påmerket i tunnelen

Pel 2336 (nordre påhugg) - 2356

Stålfiberarmert sprøytebetong fra rensket såle til rensket såle, 10 cm tykkelse.

Pel 2356 – 2480 med liten overdekning < 9m

Stålfiberarmert sprøytebetong fra rensket såle til rensket såle, 8 cm tykkelse (lag nr 2).

Medtatt første lag sprøytebetong fra vederlag til vederlag gir dette total tykkelse 16 cm fra vederlag - vederlag og 8 cm i vegg. Det er viktig at sprøytebetongen føres helt ned til rensket såle for å oppnå full hvelv-virkning.

Pel 2743-2758

Ved svakhetssone d) mellom pel 2743-2758 påføres totalt 16 cm stålfiberarmert sprøytebetong. 8 cm er allerede påført som del av arbeidssikring. Det er viktig at sprøytebetongen føres helt ned til rensket såle for å oppnå full hvelv-virkning.

Pel 2785-2820 ved havari-nisje

Mellom nisje for telefonkiosk og nisje for uttransport av tunnelmasse er det en ”stabbe” på ca 2-3 m med mindre innspenning enn der man har jevn kontur. Denne i tillegg til hele havarinisjen må dekkes med 8 cm sprøytebetong iht merking på vegg.

Pel 3303-3310 ved havari-nisje

Nisje for uttransport av tunnelmasser må sprøytes med stålfiberarmert sprøytebetong iht merking på vegg.

Pel 3568-3588(sondre påhugg)

Stålfiberarmert sprøytebetong fra rensket såle til rensket såle, 10 cm tykkelse.

PORTALER

Portal med 2 m kontaktstøpt betong inngår også i den permanente sikringen.

VANN- OG FROSTSIKRING

På grunn av den moderate overdekningen 20-50 m (i nordre del < 9 m) er innlekkasjen av vann sesong- og nedbørsavhengig. Mindre vannmengder er registrert i store deler av tunnelen. I søndre del av tunnelen er en kanal påtruffet. Vann kommer inn her ved pel 3392 i nordre vegg, ca 1.5 m fra sålen.

Selv om partier til nå har fremstått som tørre, kan man ikke utelukke at vann ved et senere tidspunkt blir tilført berggrunnen på disse stedene. Dette fordi kanalene vil kunne ha terskler, og ved større vannmengder vil disse bli fylt og vann vil kunne strøme til nye områder i berggrunnen. Det kan antas at berggrunnen innehar flere kanaler, men at disse ikke er blitt påtruffet i tunnelnivå.

Det anbefales at hele tunnelen vannsikres. Løsning som er valgt er knølmontert PE-skum, 50 mm tykk. Sammen med 8 cm sprøytebetongen som brannsikring utenpå gir dette tilfredsstillende frostsikring.

Merknader

Både hvit og rød merkespray er benyttet ved påmerking i tunnelen.

Geo-og laboratorieseksjonen

Med hilsen

Viggo Aronsen

Viggo Aronsen

Ingeniørgeolog