

TUNNELRENSK VED HØGTRYKKSPYLING
VURDERING AV PRØVEPROSJEKT I GUDVANGTUNNELEN
AURLAND (STAMVEGPROSJEKTET BERGEN-OSLO)

Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Gaustadalleen 25, Postboks 6390 Etterstad, Oslo 6 Tlf. (02) 63 99 00



INNHOOLD:

| | |
|-------------------------------|-----|
| 1. Innleiing | s.1 |
| 2. Utstyr til høgtrykkspyling | s.1 |
| 3. Geologi | s.3 |
| 4. Resultat | s.3 |
| 5. Vurdering | s.4 |
| 6. Forslag til videre arbeid | s.5 |

VEDLEGG:

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| Bilag nr. 1. Figur 1 | Prinsippskisse |
| | Figur 2 Skjematisk tunnelprofil |
| Bilag nr. 2. Figur 3 | Nedfall på tunnelsålen |
| | Figur 4 Tunnelvegg |

fylke: Sogn og Fjordane
anlegg: Stamvegprosjektet Bergen-Oslo
parsell: Gudvangen - Undredal
profil:
UTM-ref.:
seksjon: 46 - Geologisk
saksbehandler: Narve Ringset /JFB
dato: 1988-12-29

1. INNLEIING

Bakgrunnen for denne rapporten var kontakt mellom L.H. Seim ved Vegkontoret i Sogn og Fjordane og A. Grønhaug ved Veglaboratoriet. Seim ønskte ei vurdering av eit prøveprosjekt med høgtrykkspyling som var i gang i Gudvangtunnelen. Geolog Narve Ringset vart engasjert for å gje denne vurderinga. Feltarbeidet i tunnelen vart gjort 7.- 8. desember 1988.

Bruk av høgtrykkspyling til sluttrensk i tunnelar er ein ny metode som er lite utprøvd. Eit forsøk vart gjort av vegkontoret i Møre og Romsdal i 1984, men resultatet vart dårleg pga. tekniske vanskar.

Vegkontoret i Sogn og Fjordane har inngått kontrakt med Dybvik Høytrykkspyling a/s om utprøving av nytt utstyr til dette formålet. Prøveprosjektet har vore i gang i Gudvangtunnelen i november/desember 1988.

Den 11400 m lange Gudvangtunnelen mellom Gudvangen og Undredal i Aurland blir den lengste tunnelen på stamveganlegget Bergen - Oslo. Pr. desember 1988 er drivinga på lutning frå Undredalsida avslutta ved 5700 m inndrift. Nedrigging og etterarbeid er i gang, medan drivinga held fram frå Gudvangsida.

Denne rapporten er ei førebels vurdering av resultatata og røynslene frå dette prøveprosjektet.

2. UTSTYR TIL HØGTRYKKSPYLING

Sluttrensk ved tunneldrift har heilt til det siste blitt utført med spett/kile. Dei siste åra er det utvikla hydrauliske slaghamrar som eignar seg til maskinell rensk. Finrensk foregår framleis i stor grad manuelt.

Dybvik Høytrykkspyling a/s, Mauseidvåg, har utvikla nytt utstyr til bruk ved høgtrykkspyling av tunnelveggar. Dette utstyret er no i bruk på eit prøveprosjekt i Gudvangtunnelen, på oppdrag for Vegkontoret i Sogn og Fjordane.

Oppbygginga av maskineriet

Maskineriet har to separate einingar, ei pumpeeining og ei reiskapseining (se Fig. 1, Bilag nr. 1).

Pumpeeininga er ei Hammermann pumpe på 650 hk, montert på ein lastebil. Pumpa tek vatn direkte frå driftsvassleidninga (i denne seksjonen, som er driven på lutning, blir det delvis brukt pumpevatn frå stuff). Vatnet blir filtrert og pumpa over til

reiskapseininga med eit trykk på opptil 900 bar og ein kapasitet på inntil 270 l/min. Kapasiteten og trykket kan varierast ved å regulere turtalet på pumpa. På den måten kan effekten tilpassast skiftande fjellkvalitetar.

Reiskapseininga er ei standard Moelven hydraulisk mobilkran med 10 m teleskopisk bom. Slangen for høgtrykksvatn går inn på ein dysehaldar, som er eit ca. 1 m langt rør. Dysen har ein diameter på 3 - 3,5 mm. Dysehaldaren er montert i ein hydraulisk driven robot, som er konstruert av Dybvik. Dysestyringa har to komponentar: roboten roterer om bomaksen på ein tankrans, og dysehaldaren vippar på tvers av denne aksen. På denne måten vil roboten føre dysen systematisk over tunnelveggen.

Operasjon

Roboten og bommen blir operert frå førarhuset på krana. Maskinen spylar ei og ei side av tunnelen. Roboten kjem lett til overalt på det halve tunnelprofilen. Den kan også operere over ventilasjonspølsa utan særlege skadar på denne. Difor kan spylinga gjerne starte før gjennomslag, slik det er gjort i Gudvangtunnelen. Både pumpeininga og reiskapseininga blir flytta 10 m bakover for kvart inntrekk av bommen.

Driftsproblem

Maskineriet må sjåast på som ein prototype. Problem som har oppstått under prøvedrifta er for det meste blitt løyste etter kvart. Pumpa har fungert godt. Ei stund var det problem med tetting av pumpevassfiltera, ved at skitt løsna frå rørveggane. Dette går no greitt etter at det vart montert nye filter. I starten var ein også plaga med varmgang i den hydrauliske oljen. Dette førte til at pakningar rauk. Installasjon av oljekjølar og ny pakningstype har løyst dette problemet.

Ein har også vore plaga med slangebrudd på dei hydrauliske slangane. Etter at det vart montert nye slangar av betre kvalitet, har krana fungert tilfredsstillande. Bommen og slangeføringane er robuste, og har tålt både trykket og steinfallet. Når bommen er heilt ute, er det ein viss slark i den, men dette er ikkje noko problem for dysestyringa. Tankransen som roboten roterer rundt, rauk i starten. Den blei skifta ut med ein av spesialstål, og fungerer no godt.

Under forsøket har det ikkje vore driving i tunnelen. Det kan oppstå konflikt med utkøyring under drift, spesielt dersom spylinga foregår på motsett sida av driftsvassleidninga.

3. GEOLOGI

Berggrunnen i Gudvangtunnelen er for det meste mangerittisk gneis, vekslende med soner av meir amfibolittisk gneis. Gneisane har ei svært utprega banding, med lyse kvarts/feltspatband og mørke band rikare på amfibol og glimmer. Der glimmerinnhaldet er relativt lavt, har fjellet eit massivt preg. Soner med større glimmerinnhald er meir skifrige, og kan ha tett med slepper. Nokre stader kan fjellet vere svært rotent, særleg der det også er sprekkesoner med vatn.

Tunnelen går i VSV-retning, som er subparallelt med strøket til gneisbandinga. Bandinga fell for det meste $30 - 50^{\circ}$ mot NNV, altså til høgre når ein går innover tunnelen. Dette gjer at ein vil få mest avskaling av flak i skifrige soner på høgre sida. Det som fell ned på venstre sida er gjerne større blokker som er avgrensa av tverrsprekker (se Fig. 2, Bilag nr. 1).

Fjellet står godt i kvelv, men det er stor overdekning inne i den lange tunnelen, og det har vore ein del sprakfjell.

4. RESULTAT

I tillegg til utprøvinga av høgtrykkspyling var ein også i gang med mekanisk rensk.

Mekanisk rensk

På venstra sida av tunnelen var ein i gang med mekanisk rensk (Krupp hydraulisk slaghammar). Hammaren går systematisk over vegg og heng utan oppmerking av lausblokker. Nedfallet frå slaghammaren var relativt grovt, med blokker på opptil 0,5 m lengde. Det var lite finmateriale. Dette kan skuldast at lagdelinga i fjellet står vinkelrett på den øvre delen av tunnelveggen på denne sida, slik at små flak ikkje så lett blir utkila. Det kan også skuldast at dei harde, konsentrerte slaga slår opp nye sprekker i ein elles god vegg. Gjennomsnittleg nedfall anslått til ca. $0,2 \text{ m}^3/\text{lm}$, som tilsvarar $0,02 \text{ m}^3/\text{m}^2$ renska tunnelvegg/heng.

Høgtrykkspyling

Høgtrykkspylinga var samstundes i gang på høgre sida, noko lenger ute i tunnelen. Fordi lagdelinga i fjellet ofte følger tunnelveggen på denne sida, får ein lettare utkiling langs slepper.

Nedfallet etter høgtrykkspylinga har ein heilt annan karakter enn etter den mekaniske rensken. Heile sålen er dekt av eit 1 - 2 cm tjukt lag med finpartiklar, dimensjon under 1 cm (se Fig. 3, Bilag nr. 2). Opptil 30 cm lange blokker, på opptil ca. 5 kg er spreidd utover sålen, og konsentrert utover mot veggen. I sleppesoner kjem det ned mykje mellomstor, flat stein. Totalt nedfall er ca. $0,1 - 0,3 \text{ m}^3/\text{lm}$ (1 lm på halve tunnelverrsnittet = 10 m^2).

Tunnelveggen er som regel heilt blankskurt etter spylinga. Det er langt mellom lause stein som står att. Fig. 4 (se Bilag nr. 2) syner spora etter vassstrålen, som har "etsa" seg inn i fjellet pga. det høge trykket. Roboten fører strålen i eit finmaska nett, som dekker hele tunnelveggen.

Maskinen har på det meste vore oppe i eit tempo på $325 \text{ m}^2/\text{t}$ (3900 m^2 på eit 12-timars skift). Som eit brukbart snitt reknar operatørane med $270 - 300 \text{ m}^2/\text{t}$. Dette tyder at 3 - 4 km tunnel kan renskast på ein måned (med 1 skift à 12 timar). Ved manuell spetterensk kan ein ikkje rekne med meir enn kanskje $50 \text{ m}^2/\text{t}$, og det same arbeidet ville ta i alle fall 4 - 5 mnd. (med 2 skift à $7 \frac{1}{2} \text{ t}$).

5. VURDERING

Høgtrykkspylinga har fungert tilfredsstillande, og må seiast å gje interessante framtidsutsikter. Det ser ut til at dei viktigaste "barnesjukdomane" til denne metoden er over, og at ei har fått utvikla utstyr som er driftssikkert nok til å vere konkurransedyktig.

Metoden er svært effektiv. Renskinga er grundig, og ein får ned mykje meir finmateriale enn ved manuell og mekanisk rensk. Resultatet er svært pent, fjellet er heilt reinskurt. Dette lettar seinare visuell inspeksjon og etterbolting.

Det er her ikkje gjort nokon økonomiske vurderingar av prosjektet. Pris pr. m^2 renska flate vil kunne ligge i overkant av prisen på manuell/mekanisk rensk. På den andre sida vil ein spare tid, då rensinga i beste fall kan gå 3 gongar så fort som med tradisjonelle metodar. Rensken blir også grundigare. Kostnadane for oppdragsgjevar vil vere avgjerande for den vidare satsinga på metoden. Det krevst ein grundigare kostnadsanalyse for å avgjere om metoden kan konkurrere økonomisk med andre metodar.

Metoden er velegna i laust og oppsprukke fjell. I svært kompakt fjell med lite oppsprekking vil denne metoden vere skånsom mot tunnelprofilet, fordi høgtrykkspylinga ikkje riv ned store blokker som sit godt, og som kan fungere som låsblokker. Hydrauliske

slaghamrar kan i slike tilfelle vere for kraftige, slik at låsblokker blir slått ned og nye ras oppstår.

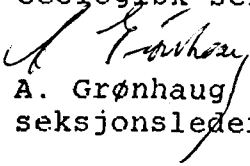
Gevinsten på arbeidsmiljøside er også viktig. Støyen er mindre enn ved bruk av hydraulisk slaghammar, og støvet blir effektivt dempa av vatnet. Avstanden til fallande stein er større enn på hydrauliske maskiner, og i høve til finrensk med spett er tryggleiken svært mykje større. Manuell rensk er i dag ei av dei viktigaste årsakene til arbeidsskader og ulykker på tunnelanlegg.

6. FORSLAG TIL VIDARE ARBEID

Denne rapporten er basert berre på ei kort synfaring. Sidan utstyret enno berre har vore under utprøving i ein relativt kort periode, kan det vere ønskeleg med vidare prøvedrift der resultatet blir vurdert for ulike fjellkvalitetar (evt. i fleire tunnelar). Ein bør også samanlikne resultatet nøyare med mekaniske/ manuelle renskemetodar.

Vidare bør oppdragsgjevar vurdere kostnadsnivået på ulike metodar for sluttrensk grundigare, slik at operatøren kan gje langsiktige pristilbod.

Veglaboratoriet
Geologisk seksjon


A. Grønhaug
seksjonsleder

N. Ringset
geologisk konsulent

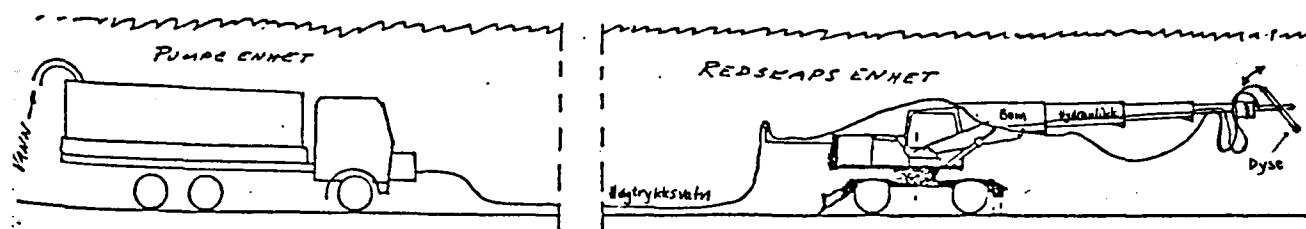


Fig.1.

Prinsippskisse av maskineriet.

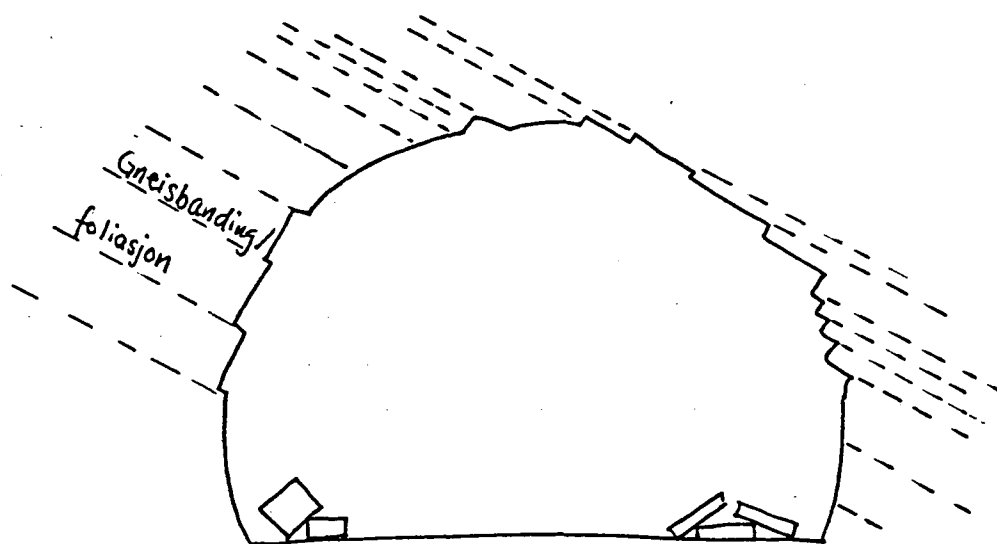


Fig.2.

Skjematisk tunnelprofil med lagdeling (gneisbanding) som fell til høgre.



Fig. 3.

Nedfall på tunnelsålen etter høgtrykkspyling. Notisboka er 20 x 17 cm. Heile sålen er dekt av eit 1 - 2 cm tjukt lag av finpartiklar. Det er også ein del større partiklar, for det meste mindre enn 5 cm.

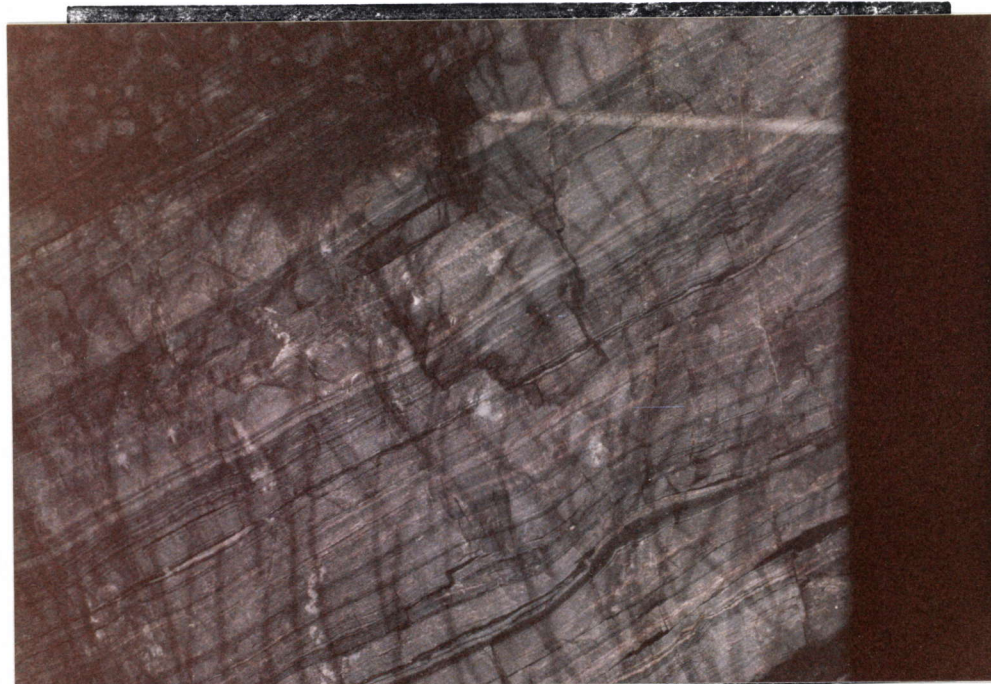


Fig. 4.

Tunnelvegg etter høgtrykkspyling. Vegg er heilt reinskurt. Vasstrålen har "etsa" tydelege spor i fjellet, og avteiknar eit finmaska nett. Robotstyringa fører dysen effektivt over heile vegg.