



Statens vegvesen

Geologisk rapport nr.: 052551-01

Dato: 07.02.2005

E134 Haukelitunnelen **Hp01, km ca 4,200 - 9,900** **Haukelitunnelen, inspeksjon**

| | | |
|--|--------------------------|----------------------------|
| Oppdragsgiver: Reg. Sør, Byggherre Øvre Telemark distr. v/John Holskar Nilssen | | |
| Tidligere rapporter: (Se referanseliste, avsnitt 5) | | |
| Rapp. utarb. av: Odd-André Rustad | Sign: | Dato: |
| Kontrollert av: Lars Larsen | Sign: | Dato: |
| Godkjent av: Gunhild Vangsnes | Sign: | Dato: |
| Sammendrag av rapporten: På bakgrunn av to rashendelser i Haukelitunnelen i 2003 og 2004 var det ønske om en nærmere inspeksjon av hele tunnelen. Tunnelen er bygd på slutten av 60-tallet og er snaut 5,7 km lang. Inspeksjonen ble foretatt i oktober 2004. Inspeksjonen resulterte i opplisting av 43 lokaliteter det anbefales å renske/kontrollere. Fjellet bak skadet PE-skum bør sjekkes for frostsprengning. Dette tilrås vi utført ca 500 meter inn i hver ende av tunnelen. I tillegg anbefales en egen kontroll av et utvalg bolter i tunnelen. Hvis disse ser ut til å være ok, mener vi de vil holde mål i enda mange år. | | |
| Ant. sider i rapp.: | Ant. vedlegg: | Ant. tegninger: |
| Kommune.: Odda | Kommunenr.: 1228 | Fylke: Hordaland |
| Profil: Km 4,185-9,867 | Kartblad: 1414 - IV | Utm-koordinater: LM 901357 |
| Stikkord: | | |
| Distribusjonsliste: | Ant: Distribusjonsliste: | Ant: |
| Reg. Sør, Øvre Telemark distrikt v/John H. Nilssen (pr e-post) Papirkopi Arkiv Vegteknisk Reg. Vest (Bergen) | | |

Innhold:

| | |
|--|----|
| 1. Bakgrunn | 1 |
| 1.1. Tidligere renskearbeider | 1 |
| 2. Feltarbeidet | 1 |
| 2.1. Tidligere ras og strategi ved ny inspeksjon | 1 |
| 2.2. Geologien | 2 |
| 2.3. Generelle observasjoner | 2 |
| 2.4. Lokalteter markert under inspeksjonen | 2 |
| 3. Spesielt om bolter i Haukelitunnelen | 12 |
| 4. Oppsummering, anbefalinger | 14 |
| 5. Referanser | 14 |

1. Bakgrunn

På bakgrunn av to rashendelser i Haukelitunnelen i 2003 og 2004 var det ønske om en nærmere inspeksjon av hele tunnelen. En ønsket å kartlegge om det er flere partier der en kan forvente utrasninger.

Tunnelen er bygd på slutten av 60-tallet og er snaut 5,7 km lang.

Det er Region Vest og Voss distrikt som står som eier av parsellen, mens Region Sør v/Øvre Telemark distrikt har ansvar for drift og vedlikehold på strekningen. Det var John Holskar Nilssen fra Byggherreseksjonen i Øvre Telemark som kontaktet Vegteknisk seksjon i Region Vest angående inspeksjon av Haukelitunnelen. Pga kapasitetsproblemer i egen region ønsket de bistand fra Reg. Vest.

1.1. Tidligere renskearbeider

Våren og sommeren 2002 ble (deler av?) tunnelen gått over og rensket av Mesta. Loggen¹ som vi har fått tilsendt fra dette arbeidet omtaler km 6,140 - 8,332, og vi leser at det ble merket av for totalt ca 750 bolter (lengde 1,5 meter) på denne strekningen.

2. Feltarbeidet

Inspeksjonen ble foretatt 6.-7. oktober 2004. Halvor Hamre fra Mesta fulgte i egen pick-up og organiserte skilting og stod for merking med spray på vegnivå. Sjøfører i bilen med inspeksjonsplattform var hhv. Audun Olson første dag og Svein Erik Øyna andre dag, begge fra Mesta. På plattformen stod Lars Larsen og Odd-André Rustad, begge geologer fra SVV Reg. Vest.

2.1. Tidligere ras og strategi ved ny inspeksjon

21/1 2003 skjedde en utrasning ved kolonneoppstillingsplassen i øst ved km ca 4,300 i overgangen mellom nisje og veg, dvs på sørsiden av tunnelen. Her raste det gjennom PE-skummet. Dette området er i ettertid dekket med PE-skum igjen slik at en ikke kan observere tilstanden i raspunktet nå. I umiddelbar nærhet av raspunktet observerte vi en annen sone med omtrent samme orientering som sonen det raste fra i 2004.

Det var i mars 2004 at det raste på nytt, denne gang på nordsiden av tunnelen ved km 5,105. Ca 5 m³ havnet i vegbanen. Sonen det raste ut fra har orienteringen N270/50SV. Området er nå sikret med bolter og fjellbånd.

Siden det i eller ved disse to raspunktene ble observert soner med samme orientering, kikket vi under inspeksjonen spesielt etter tilsvarende soner.

Dette var først og fremst en visuell gjennomgang av tunnelen, og en må flere steder banke/renske mer på fjellet for å kunne si noe sikrere om tilstanden. Derfor har vi ved flere lokaliteter (se avsnitt 2.4) angitt at det trengs en nærmere kontroll med f.eks. rensking for å avdekke om ytterligere tiltak er nødvendig. Det er ikke sikkert at alle punktene har behov for oppfølging som supplerende sikring eller liknende.

Siden dette var en visuell og enkel inspeksjon har vi heller ikke sjekket tilstanden bak PE-skumplatene som finnes i tunnelen. Dette er imidlertid meget interessante punkt mht fare for utrasning, da tunnelen har mye skadet PE-skum, og det dermed kan oppstå frostsprengning i disse områdene med vannlekkasjer⁴. Det er dette som kan ha skjedd i januar 2003. Frostsprengning skjer helst ute i endene av tunnelen der en er nærmest dagen.

2.2. Geologien

Bergarten i Haukelitunnelen består i alt vesentlig av ulike typer gneiser samt kvartsdioritt og fyllitter². Gneisen er granittisk, og den er svakt foliert og har pegmatittiske årer³.

2.3. Generelle observasjoner

Generelt observert vi mange bolter som stakk langt ut fra fjellet. Flere steder er det tydelig at det har vært utfall eller rensk rundt boltene, mens andre steder kan det se ut til at en ikke har fått boltene helt inn under montering. Det er slike utstikkende bolter både i fjellet og i brannsikra og usikra PE-skum. PE-skummet er skadet på en rekke steder og levner ingen tvil om at Haukelitunnelen er en trang tunnel i forhold til dagens trafikk. Spesielt når tungtrafikk møtes er marginene små, hvilket vi så flere eksempler på under inspeksjonen.

2.4. Lokaliteter markert under inspeksjonen

I dette avsnittet lister vi opp alle punktene som fikk spesiell oppmerksomhet under inspeksjonen. Pga trøbbel med tripteller under selve kartleggingen ble alle lokalitetene km-stedfestet i ettertid. Alle disse punktene er i tunnelen spraymerket på nordre (høyre) vegg. De er nummerert 1 - 43 i stigende rekkefølge med første punkt lengst øst (Telemark-sida). Det er i gjennomsnitt merket av en lokalitet ca for hver 130 meter.

Generelt: På lokaliteter med nett der det anbefales tømning/rensk, vil vi tilrå å bytte ut nettet med sprøytebetong.

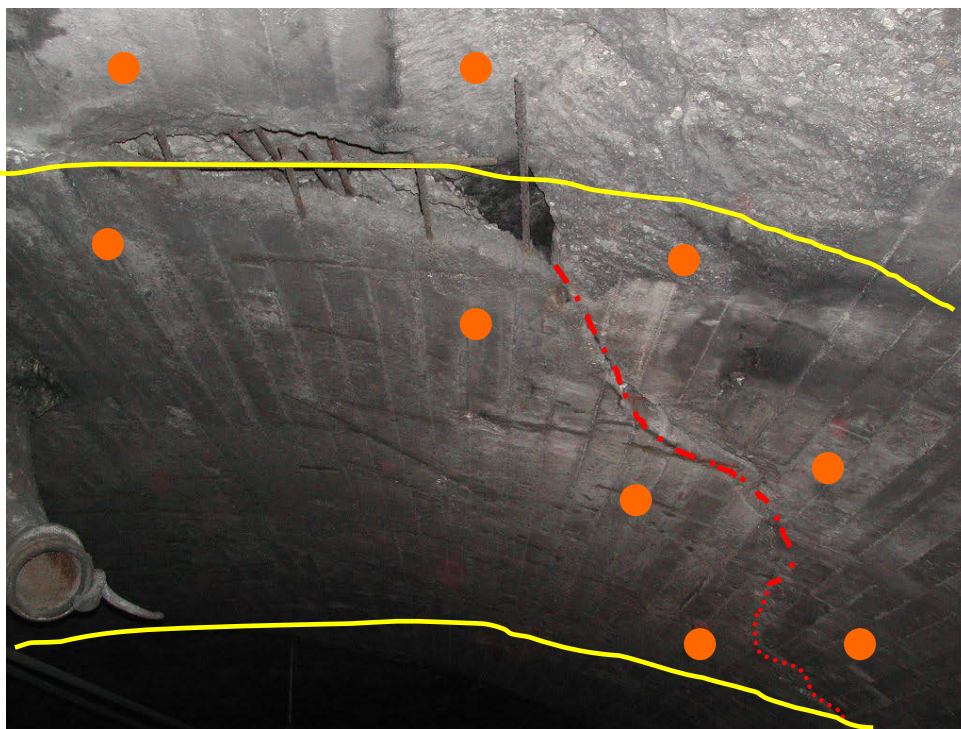
Påhugg øst er ved km 4,185.

1. Km 4,539
 - a. Skadet betongutstøpning. Deler av armeringen er avdekket og betongen har en lengre sprekkeseone, se Figur 1. Dersom det er plass nok kan det sprøytes en armert bue utenpå eksisterende betong for å gjenvinne full hvelv-virkning. Evt kan det settes bolter (avstand ca 2 meter) på hver side av sprekken, se skisse på figuren. Betongen vil presses ut/opp og hvelv-virkning gjenvinnes.
2. Km 4,563
 - a. Blokk er bolta, men den er oppsprukket. Sjekk om den kan tas ned, sjekk/rensk også nærområdene rundt, se Figur 2.

3. Km 4,672
 - a. To sprekkesystem/-soner møtes. Undersøk om det har ført til avspente flak eller blokker (bomfjell) og sett evt bolter.
4. Km 4,750
 - a. Sprekk med samme orientering som sonene i/ved rasene i 2003 og 2004. Ser ok ut, men kontrollér.
5. Km 4,780
 - a. Oppknust sone med 20 cm sprekkefylling. Sonen går inn under PE-skummet. Undersøk behov for bolting. PE-skummet er skadet og plater mangler, bolter henger i løse lufta.
6. Km 4,847
 - a. I vederlaget henger en kile på ca 0,5 x 0,5 x 0,3 meter. Den er merket fra før - bør tas ned eller sikres, se Figur 3.
7. Km 4,927
 - a. Sprekkesone med varierende strøkretning. Store, åpne sprekker, særlig på nordsiden (høyre side). Området er bolta, men bør kontrolleres. Se Figur 4.
8. Km 5,284
 - a. Stor åpen sprekk, 30-50 cm bred, fall mot Ø/NØ. Det mest usikre området er partiet vest for sprekken. Skifrig og småfallent fjell. Området er bolta, men det ligger flak i grøfta - tidligere rensk eller er det nedfall?
9. Km 5,308
 - a. Det er nye bolter på sørsiden (venstre side). Bør også boltes på andre siden, og særlig i hengen.
10. Km 5,322
 - a. Som lokalitet 9.
11. Km 5,376
 - a. Som lokalitet 9. Flak i hengen med gamle bolter - sjekk dette.
12. Km 5,437
 - a. Bolte kile i hengen, renske.
13. Km 5,452
 - a. Kryssende sprekkesoner. Noen nye bolter, men kontrollér og evt supplér (trekant-plater). De gamle boltene ser ikke ut til å være gjennomrustet, men det er vanskelig å si hvor reduserte de er. De påsveidede platene er i svært dårlig forfatning. Se Figur 5 og Figur 6.
14. Km 5,478
 - a. Herfra og frem til lokalitet 15 har vi langsgående flak i hengen. Kontrollér.
15. Km 5,638
 - a. (Se punkt 14)
16. Km 5,740

- a. Løs blokk midt i hengen, merket, se Figur 7. Renskes ned. Ca 5 meter lenger frem går en sone bak ei blokk som er merket for bolting.
17. Km 5,781
- a. Mye materiale har rast ut og ligger i det litt for grovmaskede nettet, se Figur 8. Området bør renskes.
18. Km 6,415
- a. Stort flak i hengen bør sjekkes.
19. Km 6,454
- a. Eksempel på område som tidligere er merket for bolting, se Figur 9. Her ser det særlig nødvendig ut.
20. Km 6,639
- a. Hengen rett over tlf/brannskap 06 bør sjekkes/renskes.
21. Km 6,864
- a. Flak i hengen er tidligere merket for bolting. Bør utføres. Et flak over nordre (høyre) kjørebane er boltet, men boltene mangler plater. Bør sette supplérende bolter for sikkerhets skyld. I loggen¹ fra renskearbeidet sommeren -02 anbefales det sprøytebetong i dette området.
22. Km 6,921
- a. Herfra og omtrent 30 meter fremover er det behov for flere bolter. (Det er markert med et kryss i hengen sentralt i dette området.)
23. Km 7,891
- a. Eksempel på fjellbånd som ser ok ut, men usikre på boltene. Klang i boltene, men mye rust i alle fall i overflaten, se Figur 10.
24. Km 8,197
- a. Eksempel på bolteplate med klang, men mye synlig rust, se Figur 11.
25. Km 8,333
- a. Vannlekkasje, særlig på nordre (venstre) side, her trengs noe rensk.
26. Km 8,419
- a. Behov for rensk (og bolting?) i hengen. Vannlekkasje viser at det kanskje er et avløst flak der. Markert med spray, se Figur 12.
27. Km 8,507
- a. Midt i hengen har det tidligere rast ut masser. Sjekk dette partiet og evt rensk ned og sikre.
28. Km 8,648
- a. Herfra og noen meter frem er det et område med et glatt sprekkeplan bak. Kontrollér for bomfjell og evt sett bolter.
29. Km 8,712
- a. Bergartsgrense, ca 20 cm bred oppknust sone i overgangen. Bør sette noen bolter her.

30. Km 8,757
- a. Nett i hengen som er åpent i nedre del. Bør tømmes og i det minste sikres bedre, helst byttes ut med sprøytebetong. Se Figur 13.
31. Km 8,796
- a. Blokk i venstre vederlag (sørsiden) må sikres med noen bolter. Vannlekkasje under blokka viser at det er åpne sprekker og at blokka kanskje er helt avløst.
32. Km 8,862
- a. Nett i hengen er fylt opp med stein og bør tømmes. Mye løst i området, særlig i vederlaget, omtrent 10 meter til hver side for denne lokaliteten.
33. Km 8,951
- a. Nett i hengen er helt fullt og må tømmes. Gjennomrustet nett?
34. Km 8,971
- a. Sjekk blokk i hengen for bomfjell, og tøm nett.
35. Km 9,105
- a. En sone er dekket med nett. Det bør boltes rundt/inntil denne sonen helt opp til midt i hengen.
36. Km 9,192
- a. Sjekk for bomfjell (sprekk bak et flak) og evt bolte.
37. Km 9,232
- a. Vannlekkasje viser åpne sprekker. Noe rensk nødvendig på venstre (sørlig) side.
38. Km 9,290
- a. Rensk i hengen, evt bolte. Noe vannlekkasje i området.
39. Km 9,329
- a. Nett bør tømmes. En sone kan ha dårlig innspenning - sjekk for bom og sett evt bolter.
40. Km 9,433
- a. Undersøk hengen for bomfjell og sett evt supplerende bolter.
41. Km 9,545
- a. Sett bolter i hengen og overgang mot vederlaget pga usikre fjellbånd.
42. Km 9,595
- a. Hengen består av ca 20 cm tykke flak, bør forsynes med flere bolter.
43. Km 9,733
- a. Herfra og ut resten av tunnelen bør heng og overgang til vederlag sjekkes for bomfjell og boltebehov.



Figur 1 Lokalitet 1 ved km 4,539, skadet betongutstøpning. Sprekk er markert med rødt. Som tiltak kan det sprøytes buer (gult) eller settes bolter (orange).



Figur 2 Lokalitet 2 ved km 4,563. Blokk er sikret med bolter, men den er oppsprukket. Bolt med fri ende (pil) - pga utfall?



Figur 3 Lokalitet 6 ved km 4,847, kile som bør tas ned eller sikres.



Figur 4 Lokalitet 7 ved km 4,927. Brede åpne sprekker, særlig på nordsiden.



Figur 5 Lokalitet 13 ved km 5,452. Gjennomrustne bolteplater, usikkert hvor reduserte selve boltene er.



Figur 6 (Se Figur 5)



Figur 7 Lokaltet 16 ved km 5,740. Løs blokk i hengen.



Figur 8 Lokaltet 17 ved km 5,781. Nett-sikret område som bør renskes og sprutes inn.



Figur 9 Lokalitet 19 ved km 6,454. Område som fra før er merket for bolting.



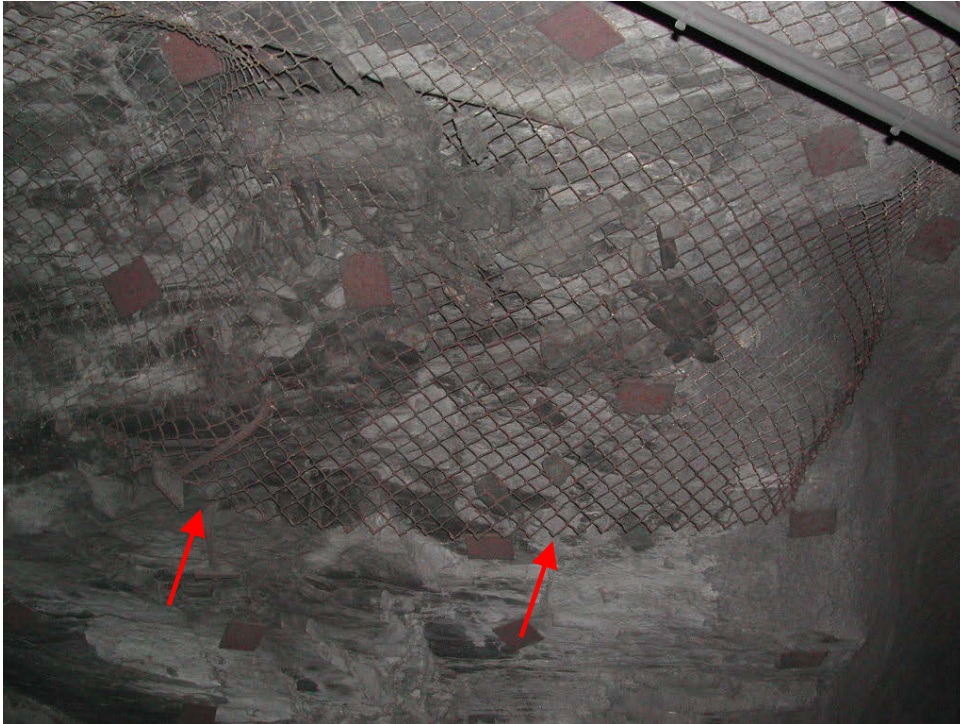
Figur 10 Lokalitet 23 ved km 7,891. Fjellbånd som ser ok ut, men usikkert hvor gode boltene er.



Figur 11 Lokaltet 24 ved km 8,197. Eksempel på bolteplate med klang, men med mye synlig rust. (Flere bolter, se Figur 5.)



Figur 12 Lokaltet 26 ved km 8,419. Åpne sprekker, område markert for rensk, evt sikring.



Figur 13 Lokalitet 30 ved km 8,757. Nett som er åpent i nedre ende (markert med piler).

3. Spesielt om bolter i Haukelitunnelen

Et usikkerhetsmoment i Haukelitunnelen er hvorvidt alle boltene fremdeles holder mål. Hvis de gjør det, ser det ut til at det aller meste av tunnelen er sikret godt nok. Hvis boltene er sterkt reduserte, er situasjonen en helt annen.

På Fjellsprenningskonferansen i 1986 ble det holdt et foredrag som bl a tok for seg tester av bolter i Haukelitunnelen². Selv om stoffet er snart 20 år gammelt, gjengir vi noe av det her så det kan være en bakgrunn når vi skal vurdere boltenes tilstand i dag.

- Arbeidet ble utført for å få kjennskap til tilstanden for fjellbolter etter mange år i tunnelmiljø, og det ble foretatt utboringer av bolter bl a i Haukelitunnelen.
- Det mest positive med ikke forspente mørtelinnstøpte bolter er at bolt og mørtel fyller hele borhullet og skaper et effektivt hinder mot bevegelse i sprekke rundt borhullet.
- Det ble høsten 1985 boret ut mørtelinnstøpte bolter i Haukelitunnelen. Disse ble montert 1968 og 1969 og var således 17 år gamle ved utboring.
- Det er boltet systematisk i tunnelen.
- Boltetype: 2,40 m, 20 mm tykke, kamstål K 500 S (bruddgrense 700-800 N/mm², ca 22-24 tonn), påsveiset firkantplate i enden - 100 x 100 x 5 mm. Verken bolter eller plater er varmforsinket eller utstyrt med annen form for korrosjonsbeskyttelse.

| | Fyllitt | Granittisk gneis | Totalt |
|--|---------|------------------|--------|
| Ant. utborede bolter i de ulike bergarter | 16 | 3 | 19 |
| Ant. bolter med innfestingsfeil i de ulike bergarter | 2 | - | 2 |
| Korrosjon | Litt | 7 | 9 |
| | Noe | 1 | 1 |
| | Mye | 2 | 2 |

Tabell 1 Oversikt over utborede bolter Haukelitunnelen.

- Det ble boret ut flere bolter i fyllitt enn i gneis, dette fordi det meste av boltingen er foretatt her.
- Store innfestingsfeil (manglende mørtel pga det klassiske problemet med vanngjennomstrømming i borhullet) er kun registrert på to bolter. Til dels mye rust på disse boltene.
- Lekkasjevannet ble målt til pH ca 7,8. Undersøkelser har vist at groptæring kan ligge i området 0,1-0,2 mm/år. Vannets nøytralitet er trolig årsak til at groptæringen på boltene lå på rundt 0,1 mm/år.
- En annen klassisk feil som viste seg på flere av boltene, var at man hadde brukt noe tynn sementmørtel. Dette medførte at man under inndriving av boltene ofte vibrerte bort 5-15 cm mørtel nærmest bergoverflaten.
- Blant boltene med feilfri innfesting er det ikke funnet noen tegn til korrosjon.
- For å få svar på om det har skjedd noen reduksjon av gysemørtelens fasthet har man kuttet opp borkjerner og prøvetrukket disse. Resultatene må sies å være meget gode, selv der kun deler av boltene var 100 % inngyst.

Dette stoffet er som nevnt nokså gammelt nå, men det viser at boltene som da var 17 år gamle i stor grad holdt mål. Under vår inspeksjon av tunnelen så det ut som at alle boltene (bortsett fra de av nyere dato med kule og plate) var av samme type. Gitt at det stemmer er alle boltene av typen nevnt under kulepunkt 5 ovenfor (kamstål, ikke korrosjonsbeskyttet). Den påsveisede plata på boltene har ingen funksjon bortsett fra hvis fjellet er veldig småfallent. Platene skulle bare holde mørtelen på plass under montering. Dermed er det ikke så interessant om platene i dag er rusta eller ikke. Det er tilstanden til selve boltene som er interessant.

Når det gjelder fjellbånd, har de alltid blitt produsert av korrosjonsbestandig materiale, se tilstandsforskjell på bolt og bånd på Figur 10.

Fire år etter disse boltetestene, dvs høsten -89, foretok Veglaboratoriet/Vegdirektoratet en kartlegging av vann- og frostsikringen i flere tunneler langs daværende E-76, bl a Haukelitunnelen³. Her skriver en at stort sett alle bolter er rusta. Vi legger til for egen regning at dette kan dreie seg om kun overflaterust siden det var en visuell kontroll.

Vinteren 97/98 ble det foretatt en befarings i østenden av tunnelen for å se nærmere på den skadede/mangelfulle vann- og frostsikringen ved kolonneoppstillingsplassen der. I notatet⁴ fra befaringsen karakteriseres bergsikringsboltene som helt gjennomrustet. Dette ser også ut til å være snakk om kun en visuell kontroll.

For å kunne si noe sikkert om boltenes tilstand i dag må det foretas nye undersøkelser. En metode er å teste bolter med et såkalt "boltometer", og sammenholde resultatene med noen utborede bolter. Et boltometer er et ultralydinstrument som måler lydshastigheten i boltene og mediene omkring dem. Metoden fordrer imidlertid at boltene har en fri ende, slik at de kan kappes, slipes og forberedes for kontroll. Dermed blir det store begrensninger i Haukelitunnelen på hvor mange bolter som vil være aktuelle for kontroll, pga bolteplatene som ligger helt inntil fjellet. Utboring av bolter (kjerneboring) er en nokså kostbar affære; 50-100 000 kr (pluss pluss?) pga mye og kraftig utstyr og en del rigging. For å få en god og så sikker som mulig oversikt over tilstanden til boltene, må det kjernebores. Men vi vil anbefale en enklere utgave når det gjelder Haukelitunnelen.

4. Oppsummering, anbefalinger

På bakgrunn av befarings, tidligere hendelser i tunnelen og gjennomgang av materiale som omtaler Haukelitunnelen, anbefales det å

- gå over lokalitetene 1 - 43 som er listet opp tidligere
- bytte ut nett med sprøytebetong, i første omgang på lokalitetene som nevnes spesielt
- foreta en kontroll - 500 meter inn i hver ende av tunnelen - av fjellet bak PE-skum som er skadet eller der plater mangler. Sjekk om det er bomfjell og supplér evt med nye bolter for å unngå frostsprengning og utrasninger.
- gjøre et utvalg av bolter (f eks 30) gjennom hele tunnelen, sage over disse og foreta en visuell kontroll mht korrosjon. Det må bli på bolter som har en viss fri ende. Pass på å velge ut bolter fra både tørre og våte områder.
 - Dersom boltene ikke ser ut til å være mye reduserte pga rust, kan en gå ut fra at boltene i tunnelen vil holde mål i enda mange år. Dette baserer vi på den tidligere dokumenterte lave groptæringshastigheten (se avsnitt 3).

5. Referanser

¹ Kopi av dagbok/logg som formann Håkon Leganger (Mesta Hordaland) førte under renskearbeidet i Haukelitunnelen sommeren 2002.

² Foredrag av Eystein Grimstad (NGI) og Knut B. Pedersen (Veglab.) fra Fjellsprengningskonferansen 1986: "Langtidsvirkning på polyesterforankrede og mørtelinnstøpte fjellbolter. Foreløpige erfaringer." s. 35.1 - 35.16

³ Statens vegvesen Vegdirektoratet, Veglaboratoriet januar 1990: "Intern rapport nr. 1430. Vatn- og frostsikring i 7 tunnelar langs E-76 i Hordaland."

⁴ Statens vegvesen Telemark, "Befaringsnotat. 17/97. E-134, Hordaland, østende av Haukelitunnelen. Vurdering av rasfare ved sнопlass for brøytebiler innenfor østlig tunnelportal" datert 19/12 1997.