Statens vegvesen

NBG Temadag 6. mars 2014

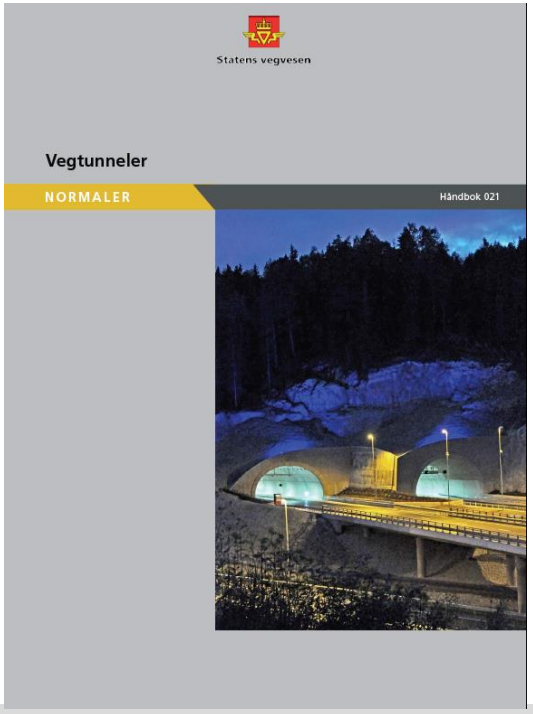
Statens vegvesens krav til sikring – i samsvar med eurokode 7?

Mona Lindstrøm
Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Statens vegvesen

- Håndbok 021 Vegtunneler
- Håndbok 018 Vegbygging
- Håndbok 151 Styring av vegprosjekter (retningslinjer).

- Vegtunneler, bergskjæringer. Geoteknikk er ivaretatt i håndbok 016.



Statens vegvesen

Eurokode 7 (NS-EN 1997-1) Geoteknisk prosjektering

Kontroll av grensetilstand ved hjelp av én eller en kombinasjon av følgende metoder:

- Bruk av beregninger
- Anvendelse av konstruktive tiltak *
- Modellprøving og prøvebelastninger
- Observasjonsmetoden *

Konstruktive tiltak: konvensjonelle og forsiktige prosjekteringsregler. Kontroll av materialer, utførelse, prosedyrer.

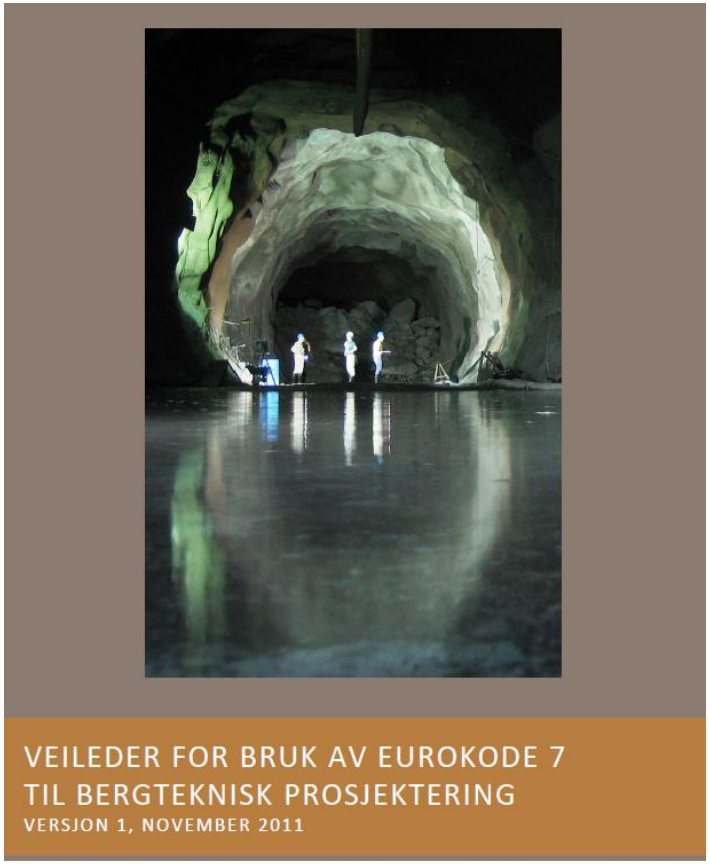
Observasjonsmetoden: prosjektering etterprøves under bygging. Krav til hva som skal være oppfylt før bygging; bl.a. fastsatte grenser for oppførsel, overvåkingsplan, plan for mottiltak.

Statens vegvesen

NBG (2011)

Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering

- Praktisk veiledning i bruk av standarden (berg)
- Omforent tolkning av kravene
- Eksempler



Statens vegvesen

Eurokode 7

Prosjekterings- og utførelseskontroll

- EC7 henviser til Eurokode 0: *Grunnlag for prosjektering* (nasjonalt tillegg til vedlegg).
- Prosjekter deles inn i pålitelighetsklasser (1, 2, 3), sammenholdt med kontrollklasse (B, N, U).

Oppsummert:

Pålitelighetsklasse (CC/RC)	Kontrollklasse	Prosjekteringskontroll	Utførelseskontroll
1	B (Begrenset)	Grunnleggende	Basiskontroll
2	N (Normal)	Grunnleggende og kollegakontroll	Basiskontroll og intern systematisk kontroll
3	U (Utvidet)	B og N, og Uavhengig kontroll bør utføres for kompliserte byggverk. Øvrig: utvidet kollegakontroll.	B og N, og Uavhengig kontroll.

Statens vegvesen

Eurokode 7

Geoteknisk kategori

- Geoteknisk kategori 1, 2, 3 til fastsettelse av krav til geoteknisk prosjektering.
  Skal kontrolleres og eventuelt endres ved hvert trinn i prosjekterings- og byggeprosessen.
- Oppgir noen generelle beskrivelser og eksempler på konstruksjoner i de ulike kategoriene.

- Eurokoden viser ingen sammenheng mellom kontrollklasser og geoteknisk kategori

Statens vegvesen

Geoteknisk kategori

- Statens vegvesen har fastsatt geoteknisk kategori for noen konstruksjoner:

- Håndbok 018 Vegbygging: høye bergskjæringer (> 10 m) er gk 3
- Håndbok 021 Vegtunneler: tunneler er i utgangspunktet gk 3. Deler av tunnelen kan nedklassifiseres til gk 2. Ingen deler av tunnelen er gk 1.

- Håndbok 018 knytter gk 1, 2 og 3 til kontrollklassene, hhv. B, N og U.

Statens vegvesen

Håndbok 151 Styring av vegprosjekter

- Krav som gjelder grunnundersøkelser – anleggsoppfølging

Grunnundersøkelser

Grunnforholdene skal i hovedsak være kartlagt i tidligere planfaser, slik at kun supplerende grunnundersøkelser er nødvendig i prosjekteringsfasen. I utbyggingsfasen bør det kun være behov for grunnundersøkelser i tilknytning til anleggsgjennomføringen, med mindre annet er avtalt i avtalen/kontrakten eller det oppstår uventede forhold.

Statens vegvesen

Håndbok 021 (kap. 2.5)

Geologisk rapport til konkurransegrunnlag

- Ansvarlig for de geologiske undersøkelsene skal kvalitetssikre at konkurransegrunnlaget gjenspeiler de geologiske utfordringene vedr. sikringsmengder og sikringsmetoder ..

- Håndbok 151:

For å sikre en tilfredsstillende prosjektgjennomføring kreves det at dokumentasjon på utført geoteknisk prosjekteringskontroll (i form av kontrollrapport) skal foreligge sammen med konkurransegrunnlaget ved godkjenning i Vegdirektoratet eller i regionene. Kravet gjelder for de deler av prosjektene som er definert i geoteknisk kategori 3.

- Eurokode 7: prosjekteringsrapport skal angi punkter som skal kontrolleres under bygging eller som krever vedlikehold eller overvåking..
  Punkter som skal kontrolleres under bygging eller som krever vedlikehold, skal tydelig identifiseres ..

Statens vegvesen

Håndbok 151 Styring av vegprosjekter

- Teknisk kvalitet og dokumentasjon

Byggherren har ansvaret for at alle prosjekter har den tekniske kvaliteten som er beskrevet i konkurransegrunnlaget.

For tunnelanlegg spesielt

Byggherren skal i byggefasen sørge for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning, med den nødvendige kompetanse ut fra forventede geologiske utfordringer. Minst en av disse skal ha bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse. Vedkommende skal ha overordnet faglig ansvar for permanentsikringen og sørge for at:

- Det utarbeides kvalitetssikringssystem for geologisk kartlegging, sikring og dokumentasjon
- Berget blir kartlagt for å bestemme omfang og metode for permanent sikring
- Registrere og dokumentere geologi og utført sikring iht. gjeldende krav
- Utarbeide ingeniørgeologisk sluttrapport med angivelse av fremtidig inspeksjonsbehov

Vedkommende skal også rapportere og begrunne eventuelle avvik i sikringsomfang og sikringsmetoder i forhold til det som var forutsatt i konkurransegrunnlaget.

Statens vegvesen

Håndbok 021, kap. 7

Permanent stabilitetssikring i tunnel

- Bestemmelse av sikringsmetoder og –omfang bygger på forundersøkelser kombinert med informasjon fra kartlegging i tunnel inkl. bergmasseklassifisering . ..

- Bergmasseklasse/Q–verdi ses i sammenheng med definerte sikringsklasser (tabell 7.1)

Tabell 7.1 Sammenhengen mellom bergmasseklasser (Q-systemet) og sikringsklasser – permanent sikring

Bergmasse klasse	Bergforhold Q-verdi [1]	Sikringsklasse Permanent sikring
A/B	Lite oppsprukket bergmasse. Midlere sprekkeavstand > 1m. Q = 10 – 100	**Sikringsklasse I** - Spredt bolting - Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm, ned til 2 m over såle
C	Moderat oppsprukket bergmasse. Midlere sprekkeavstand 0,3 – 1 m. Q = 4 – 10	**Sikringsklasse II** - Systematisk bolting (c/c 2 m), endeforankrete, forspente, gyste - Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm, sprøytes ned til såle
D	Tett oppsprukket bergmasse eller lagdelt skifrig bergmasse. Midlere sprekkeavstand < 0,3 m. Q = 1 – 4	**Sikringsklasse III** - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 100 mm eller mer. - Systematisk bolting (c/c 1,5 m), endeforankrete, endeforankrete som gyses i ettertid, eller gyste
E	Svært dårlig bergmasse. Q = 0,1 – 1	**Sikringsklasse IV** - Forbolting ved Q < 0,2, ø25 mm, maks. c/c 300 mm - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 mm. - Systematisk bolting, c/c 1,5 m, gyste - Armerte sprøytebetongbuer ved Q < 0,2, buedimensjon E30/6 ø20 mm, c/c 2 – 3 m, buene boltes systematisk, c. 1,5 m, lengde 3 – 4 m. [2] - Sålestøp vurderes
F	Ekstremt dårlig bergmasse. Q = 0,01 – 0,1	**Sikringsklasse V** - Forbolting, c/c 200 – 300 mm, ø32 mm eller stag (selvborende). - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 – 250 mm. - Systematisk bolting, c/c 1,0 – 1,5 m, gyste. - Armerte sprøytebetongbuer, buedimensjon D60/6+4, ø20 mm, c/c 1,5 – 2 m, buene boltes systematisk, c. 1,0 m, lengde 3 – 6 m. [2] - Armert sålestøp, pilhøyde min. 10 % av tunnelbredden.
G	Eksepsjonelt dårlig bergmasse, stort sett løsmasse, Q < 0,01	**Sikringsklasse VI** - Driving og permanent sikring dimensjoneres spesielt.

[1] Q-verdiene er gitt for uniaxial compressive strength, UCS = 100 MPa

[2] For krav til materialer, metoder og løsninger henvises til Teknologirapport nr. 2538: Arbeider foran stuff og stabilitetssikring i vegtunneler.

Statens vegvesen

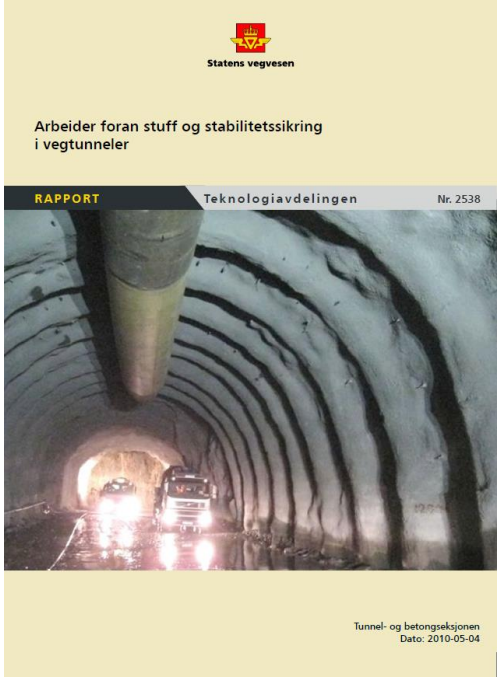
Håndbok 021, kap. 7

Permanent stabilitetssikring i tunnel

- Krav til geologisk kartlegging og dokumentasjon
- Utført sikring dokumenteres.

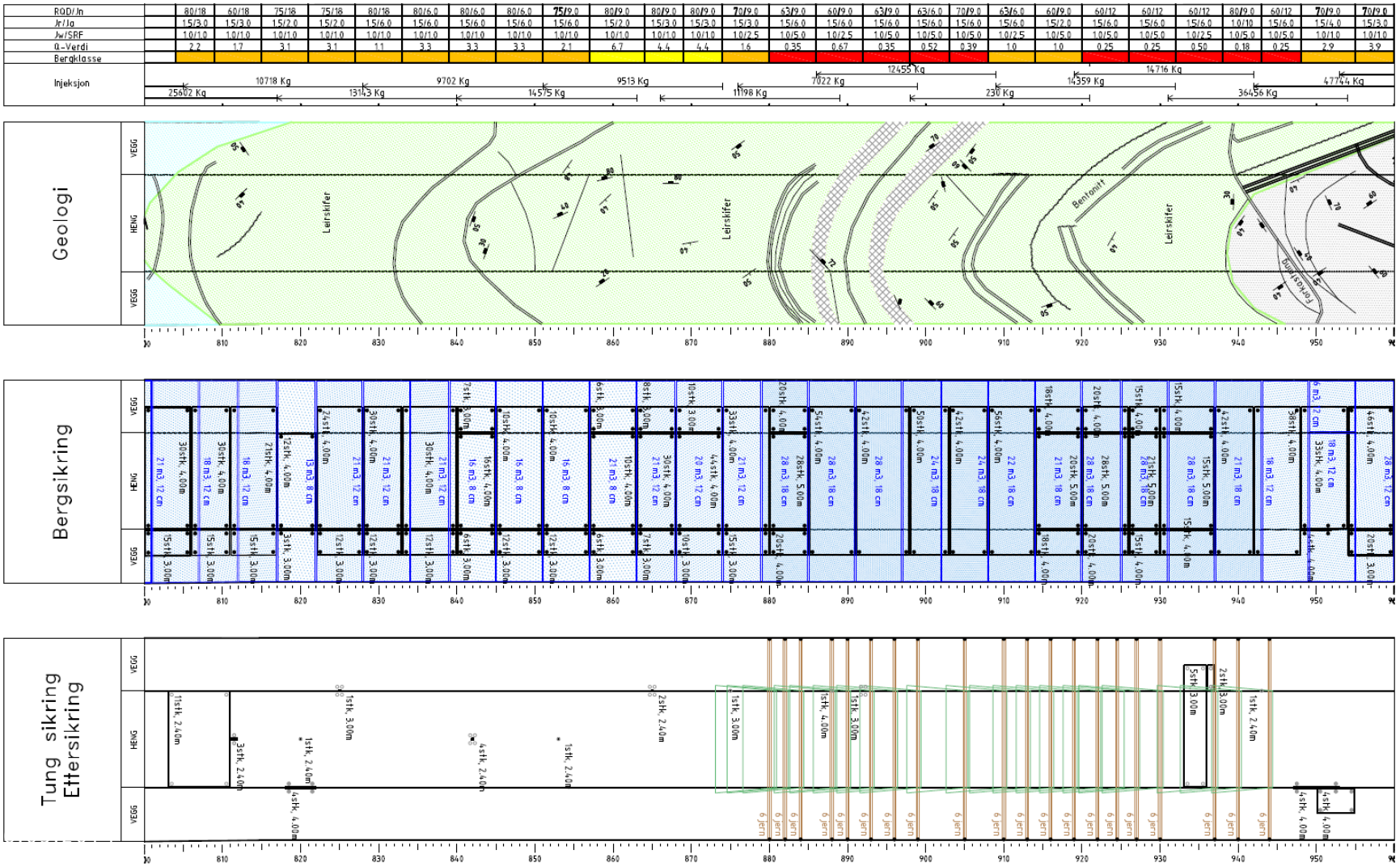
'Planlagte mottiltak', f.eks.:

- Sikringsklassene
- Driving inn mot svakhetssone, utførelse av sprøytebetongbuer
  (m/ veiledning i Tek-rapport nr. 2538)
- Salvestørrelse rel. til bergforhold og spennvidde
- Bolter: gyst vs. endeforankret (bergtrykk)
- Betongutstøping ved svelleleire, og partier med kritisk bergoverdekning.



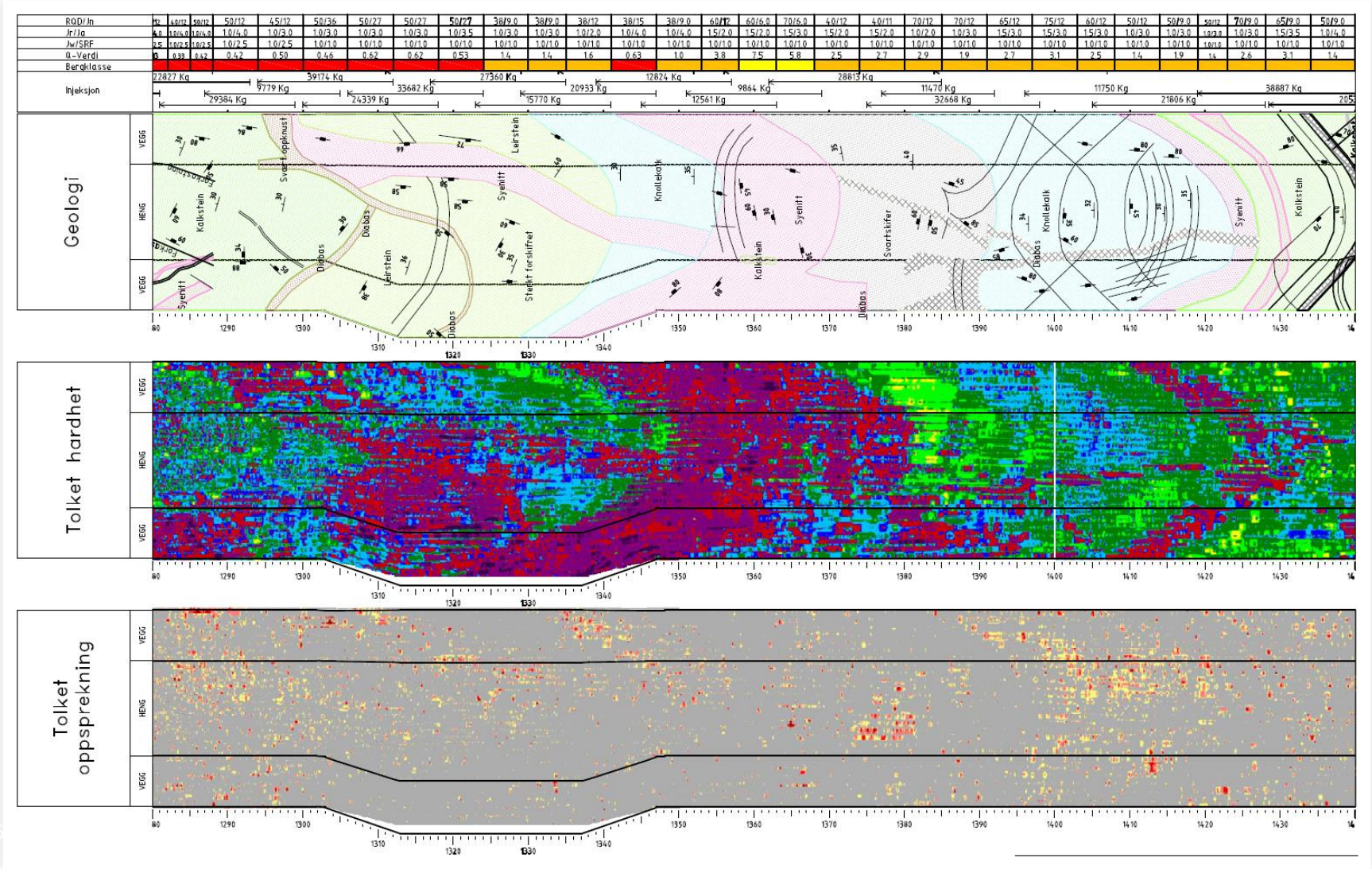
Statens vegvesen

Dokumentasjon av geologi og sikring



Statens vegvesen

Dokumentasjon av geologi og sikring



Statens vegvesen

Uavhengig kontroll av utført sikring

Statens vegvesen

Uavhengig kontroll under utførelse

Bestilling av uavhengig kontroll av utført permanent bergsikring:

- Utføres flere befaringer etter hvert som tunnelen er ferdig sikret
- Gjennomgang av dokumentasjon (NP), registreringer fra tunnelen, meldinger, måleresultater (poretrykk, deformasjoner o. a.), lab-resultater (svelleleire).
- Kort rapport til byggherre: hva er undersøkt, hvilke strekninger, eventuelle bemerkninger, mangler, forslag til utbedringer
- Rapporter arkiveres sammen med dokumentasjon fra tunnelen.

Samme person / firma utfører kontrollen. Kompetanse iht. hva som skal kontrolleres. Retningslinjer under utarbeidelse.

Statens vegvesen

- Sluttdokumentasjon (hb 021, hb 151):
  med geologisk dokumentasjon og utført sikring.
  Inspeksjonsrutiner, områder som krever spesiell oppfølging.
  Ev. avvik i forhold til konkurransegrunnlaget.

- Håndbok 111 Standard for drift og vedlikehold ..
  Gir beskrivelse av inspeksjon og inspeksjonsrutiner.