



Statens vegvesen

Geologi

E6 Stavsjøfjelltunnelen

Inspeksjon av berg og bergsikring bak hvelv 2007 og 2009

Oppdrag

Ressursavdelinga

Nr. 2011156332-002



Region midt
Ressursavdelinga
Berg- og geoteknikkseksjonen
2011-11-15



Statens vegvesen

Region midt
Ressursavdelinga
Berg- og geoteknikkseksjonen

www.vegvesen.no

Oppdragsrapport

Nr. 2011156332-002

Labsysnr.

Geologi

E6 Stavsjøfjelltunnelen

Inspeksjon av berg og bergsikring bak hvelv 2007 og 2009

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	289743 - 7037743	SVT, Byggherreseksjonen v/Ingunn Simonhjell	8
		Dato:	Antall vedlegg:
		2011-11-15	0
Kommune nr.	Kommune	Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
1663	MALVIK	Stig Lillevik	5
Papirarkivnummer		Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
Ud 450		Per Olav Berg	IneGre
Sammendrag			

Berg- og geoteknikkseksjonen gjennomførte i 2007 og 2009 inspeksjon av berg og bergsikring bak vann-/frostsikringshvelv i E6 Stavsjøfjelltunnelen. Tunnelen ble bygd i perioden 1988 til 1990 og er ca. 1,72 km lang. I innkjøringssonene er det betongelementer langs veggene og PE-skum som vann-/frostsikring i hengen, til sammen 401 m.

Tunnelinspeksjonen ble gjennomført i to omganger. I oktober 2007 ble strekninger som var tilgjengelige fra 4 opprinnelige inspeksjonsluker inspisert. I 2009 ble det satt inn én ny luke for å kunne inspisere så mye som mulig av resten. Rommet bak veggelementene er stedvis så trangt at totalt ca. 6 % av strekningen med veggelementer ikke var mulig å inspisere. I hengen er ca. 50 % av tunnallengden ikke inspisert, dels fordi det er for trangt å inspisere oppå hvelvet og dels fordi vi ikke rakk å gjennomføre resten av inspeksjonen innen befaring oppå hvelv ikke lenger var tillatt.

For tunnelstrekningen med vann-/frostsikringshvelv er det gjort anmerkninger for enkelte forhold som vurderes relevante. Dette er for eksempel tilstand på bart berg i vegger, mindre nedfall fra vegger, bom sprøytebetong i vegger, sprekke-dannelse i sprøytebetong. Alle slike anmerkninger er vist på vedlagte tegninger V001 - V005. Forhold som krever ekstra oppfølging er også kommentert. Det er ingen tegn til nedfall av berg eller sprøytebetong fra bergoverflaten som er truende for tunnelens stabilitet, og heller ikke tegn til pågående sprekke-dannelse i sprøytebetongen på noen deler av strekningene som er inspisert.

Befaring oppå tunnelhvelv er ikke tillatt fra 2009 etter pålegg fra etatens hovedverneombud Det bør arbeides med å finne en løsning som gjør det mulig å inspisere/overvåke hengen over vann-/frostsikringshvelvet i framtiden.

Emneord:

Tunnelinspeksjon, ingeniørgeologi, bergsikring

Distribusjonsliste	Antall	Distribusjonsliste	Antall
Ingunn Simonhjell	1		
Bernt Olav Opheim	1		
Odd Einar Lillebø	1		

GEOTEKNISK PROSJEKTKLASSE

Vurdering av		Prosjekt klasse
Vanskelighetsgrad	Skade-konsekvens	
Lav ☐	Mindre alvorlig ☐	2
Middels ☒	Alvorlig ☐	
Høy ☐	Meget alvorlig ☒	

Skade-konsekvens	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
Mindre alvorlig	1	1	2
Alvorlig	1	2	2
Meget alvorlig	2	2	3

Prosjektklassen er fastsatt av			
	Enhet/Navn	Sign.	Dato
Geoteknisk prosjekterende	Berg- og geoteknikkseksjonen v/Stig Lillevik	<i>Stig Lillevik</i>	2011.11.15
Oppdragsgiver	SVT, Byggherreseksjonen v/Ingunn Simonhjell		2011.11.15

Kommentarer til valg av geoteknisk prosjektklasse	
Geoteknisk prosjektklasse 2 er valgt med bakgrunn i at det ikke vurderes å være spesielt store utfordringer siden tunnelen er bygd og det ikke er påkrevd med omfattende rehabilitering eller supplering av bergsikring.	

PROSJEKTKONTROLL

Prosjektkontroll i henhold til NS 3480			
	Enhet/Navn	Sign.	Dato
Gjennomlesning/Helhetsvurdering	Berg- og geoteknikkseksjonen v/Stig Lillevik	<i>Stig Lillevik</i>	2011.11.15
Teknisk prosjektkontroll etter prosjektklasse 2	Berg- og geoteknikkseksjonen v/Ine Gressetvold	<i>Ine Gressetvold</i>	2011.11.15
Teknisk prosjektkontroll etter prosjektklasse 3			

Geoteknisk prosjektklasse	Kontroll av prosjekteringen
1	<u>Enkel kontroll.</u> Kontrollen utføres av den person som har utført prosjekteringen.
2	<u>Vanlig kontroll.</u> Kontrollen utføres av en annen geoteknisk kyndig person enn den som har utført prosjekteringen.
3	<u>Skjerpet kontroll.</u> I tillegg til <u>vanlig kontroll</u> også kontroll av en person eller organisasjon som er uavhengig av den geotekniske prosjekterende.

INNHALDSFORTEGNELSE

INNHALDSFORTEGNELSE	3
VEDLEGGSOVERSIKT	3
1 INNLEDNING/ORIENTERING	4
2 FAKTA OM TUNNELEN	4
2.1 Tidligere undersøkelser	5
3 OBSERVASJONER	5
3.1 Generelt	5
3.2 Inspeksjon oktober 2007	5
3.3 Inspeksjon mai 2009	6
3.4 Funn/sikringstiltak	7
4 VURDERINGER	7
5 HMS - FORHOLD	7
6 VIDERE ARBEIDER/KONKLUSJON	7
7 REFERANSER	8

VEDLEGGSOVERSIKT

	Målestokk	Format
Tegn. V001: Ingeniørgeologisk tunnelkart, profil 13540-13900	1:1000	A3
Tegn. V002: Ingeniørgeologisk tunnelkart, profil 13900-14350	1:1000	A3
Tegn. V003: Ingeniørgeologisk tunnelkart, profil 14350-14800	1:1000	A3
Tegn. V004: Ingeniørgeologisk tunnelkart, profil 14800-15250	1:1000	A3
Tegn. V005: Ingeniørgeologisk tunnelkart, profil 15250-15280	1:1000	A3

1 INNLEDNING/ORIENTERING

Etter oppdrag fra Strategi-, veg- og transportavdelingen i Region midt har berg- og geoteknikkseksjonen utført inspeksjon med hensyn til ingeniørgeologi og bergsikring bak vann-/frostsikringshvelv i innkjøringssonene av E6 Stavsjøfjelltunnelen.

I forbindelse med inspeksjonen og rapportering/beskrivelse av tilstand er det henvist til profiler brukt ved bygging. Profilnummer er merket med spray på tunnelveggene bak hvelvet.

Oversiktskart over tunnelen og området omkring er vist i figur 1.



Figur 1: Oversiktskart E6 Stavsjøfjelltunnelen. Målestokk ca. 1:50 000.

2 FAKTA OM TUNNELEN

E6 Stavsjøfjelltunnelen går gjennom Stavsjøfjellet i Malvik i Sør-Trøndelag, og ble bygd i perioden 1988 til 1990. Tunnelen er ca. 1,72 km lang og har opptil ca. 100 m fjelloverdekning. Bergartene i tunnelen er beskrevet å være metamorfe både opprinnelige sedimenter og til dels av vulkansk opprinnelse, med bergartsnavn fyllitt, gråvakke, konglomerat og rhyolittisk tuff.

Tunnelprofilen er T9 på hele strekningen. ÅDT for tunnelen er omtrent 15 400 i 2010. Tunnelen driftes i driftskontrakt 1606 tilhørende Sør-Trøndelag vegavdeling.

I begge endene av tunnelen er det betongelementer langs veggene med hvelv av PE-skum montert i "normalprofilen" som vann-/frostsikring, ca. 181 m i vestre og 220 m i østre ende, dvs. totalt ca. 401 m.

Opprinnelig var det montert et såkalt "sandwich-hvelv" i begge endene, men dette ble erstattet av dagens hvelv i 2001/2002. Resten er tørre strekninger uten vannavskjerming eller partier med lokale lekkasjer som er avskjermet med "knølmontert" PE-skum. For øvrig er det sprøytebetongsikret berg ut mot tunnelrommet. Dette fremgår av tegningene. En ca. 16 m lang strekning med full utstøping, mellom profil 14308 og 14324, er heller ikke kledd inn med vann-/frostsikring. Dessuten er det ca. 10 m portalstøp i hver ende.

Bergsikringen består dels av både sprøytebetong og bolting og dels av kun bolting. Omfang av sprøytebetongsikret berg bak vann-/frostsikringshvelvene er vist på tegning V001, V004 og V005. Tykkelse er ikke registrert, men stedvis er det observert tykkelse ned mot 3 cm.

Det er også lagt med tegning V002 og V003 for den delen av tunnelen som ikke har vann-/frostsikringshvelv, men der er det ikke utført inspeksjon.

2.1 Tidligere undersøkelser

Før bygging er det utført ingeniørgeologisk kartlegging og utarbeidet rapport.

Under bygging har det vært noe oppfølging av geolog.

3 OBSERVASJONER

3.1 Generelt

I veggelementene var det opprinnelig satt inn 4 adkomstluker for inspeksjon. Ved inspeksjonen i 2007 ble det innsisert så langt det var adkomst bak veggelementene fra disse lukene.

I løpet av høsten 2008 ble det satt inn én ny luke for å kunne innsisere resten av tunnelen. Som grunnlag for å velge plassering av lukene ble det foretatt måling av avstand mellom veggelement og bergvegg ved hjelp av georadar.

Rommet bak veggelementene er normalt omtrent 30 - 60 cm bredt, men stedvis så trangt at det er umulig å passere. Det er også innsisert langs hengen, men også her var det stedvis så trangt at det ikke var mulig å bevege seg langsetter tunnelen, se tunnelkart i tegning V001, V004 og V005 (hele tunnelflaten vist i plan som et utbrettet tunnelprofil).

3.2 Inspeksjon oktober 2007

Befaringer ble utført natt til 11. og 12. oktober 2007 av Ine Gressetvold og Stig Lillevik fra Statens vegvesen. Inspeksjonen ble gjennomført fra 4 opprinnelig eksisterende luker (én på hver side i begge endene av tunnelen). Oversikt over strekninger som ble innsisert i 2007 er

vist i tabell 1.

Tabell 1: Oversikt over strekninger som ble inspisert i 2007

Høyre side			Heng			Venstre side			Tegning nr.	Samlet lengde (m)
Fra	Til	Lengde (m)	Fra	Til	Lengde (m)	Fra	Til	Lengde (m)		
13542	13723	181	13542	13723	181	13542	13723	181	V001	543
15060	15280	220							V004/005	220
						15133	15280	147	V004/005	147
Sum HS		401	Sum heng		181	Sum VS		328	Sum	910

Inspisert lengde var til sammen 970 m når en regner langs begge veggene og hengen, se tunnelkart i tegning V001 - V005. Strekningene som ble inspisert bak veggelementene og over hvelvet i 2007 utgjør ca. 76 % av hele tunnellengden med hvelv.

3.3 Inspeksjon mai 2009

Befaringer ble utført natt til 5. mai 2009 av Ine Gressetvold og Stig Lillevik fra Statens vegvesen. Denne gangen var planen å inspisere resten av tunnelstrekningen bak vann-/frostsikringshvelvet som gjensto etter 2007. Da vi ikke hadde dørvrider for å åpne de gamle lukene, kunne vi bare utføre inspeksjonen fra den nye luken som var laget. Inspiserte strekninger fremgår av tegning V001-V005.

Gjenstående del er strekninger langs hengen i den østre enden av tunnelen som bare har adkomst via de gamle lukene. Siden befaring oppå tunnelhvelv ikke er tillatt fra 2009, etter pålegg fra etatens hovedverneombud, ble det ikke foretatt flere inspeksjonsrunder. Store deler av hengen over hvelvet i den østre enden er derfor ikke inspisert.

Oversikt over strekninger som måtte **utelates** på grunn av at rommet bak vann-/frostsikringshvelvet stedvis ble for trangt å forsere, eller ikke tillatt å befare etter 2009, er vist i tabell 2.

Tabell 2: Oversikt over strekninger bak veggelement eller over hvelv som ikke kunne inspiseres pga. for trang passasje eller nye HMS-bestemmelser.

Høyre side			Heng			Venstre side			Tegning nr.	Samlet lengde (m)
Fra	Til	Lengde (m)	Fra	Til	Lengde (m)	Fra	Til	Lengde (m)		
			15060	15080	20	15110	15133	23	V001	23
			15103	15100	7				V001	7
			15110	15280	170				V001	170
Sum HS			Sum heng		197	Sum VS		23	Sum	220

Andelen av tunnelstrekningene med vann-/frostsikringshvelv som er inspisert er totalt sett ca. 82 %.

Strekninger langs hengen som ikke var tilgjengelig for inspeksjon utgjør ca. 50 % av tunnallengden med vann-/frostsikringshvelv, mens tilsvarende for veggene (bak betongelementer) utgjør ca. 6 %.

3.4 Funn/sikringstiltak

Under inspeksjonen av tunnelen er det gjort anmerkninger for enkelte forhold som vurderes relevante. Dette er for eksempel tilstand på bart berg i vegger, nedfall fra vegger, bom sprøytebetong i vegger og eventuelle sprekke-dannelser i sprøytebetong. Alle slike anmerkninger er vist på vedlagte tunneltegninger, se tegning V001 - V005. Forhold som krever tettere oppfølging eller ekstra oppmerksomhet ved neste inspeksjon er også kommentert.

Punktene som det er anbefalt å følge opp ved framtidige inspeksjoner gjelder løst berg i veggene på venstre side ved profil 15220 og 15255 (tegning V004 og V005).

4 VURDERINGER

Det er ingen tegn til nedfall av berg eller sprøytebetong fra bergoverflaten som er truende for tunnelens stabilitet, og heller ikke tegn til pågående sprekke-dannelse i sprøytebetongen på noen deler av strekningene som er inspisert. Ingen av de nevnte forholdene under kapittel 3.4 angår stabiliteten av hele tunnelprofilen, men kun lokale stabilitetsforhold i veggene.

5 HMS - FORHOLD

Ved befaring av tunnel må det alltid være minst tre personer til stede hvorav minst én oppholder seg i tunnelrommet. Av hensyn til at tunnelen skal være stengt under inspeksjonen kan dette arbeidet bare gjøres om natten.

Ved befaring langs veggene er det ikke nødvendig med spesielle sikringstiltak. Nødvendig utstyr er verneutstyr, lys og gassmåler. For å inspisere oppå tunnelhvelv har klatresele og tau vært påkrevd. Befaring oppå tunnelhvelv er imidlertid ikke tillatt fra 2009 etter pålegg fra etatens hovedverneombud. For visuell kontroll av tunnelhengen kan det benyttes stige. På grunn av vanskelig adkomst langs veggene er det ikke praktisk å dra med seg stige hele strekningen bak veggelementene. Inspeksjon fra stige er derfor bare mulig like innenfor luker.

Før inspeksjon må en for å forsikre seg om at det ikke er elektrisk strøm på avveie.

6 VIDERE ARBEIDER/KONKLUSJON

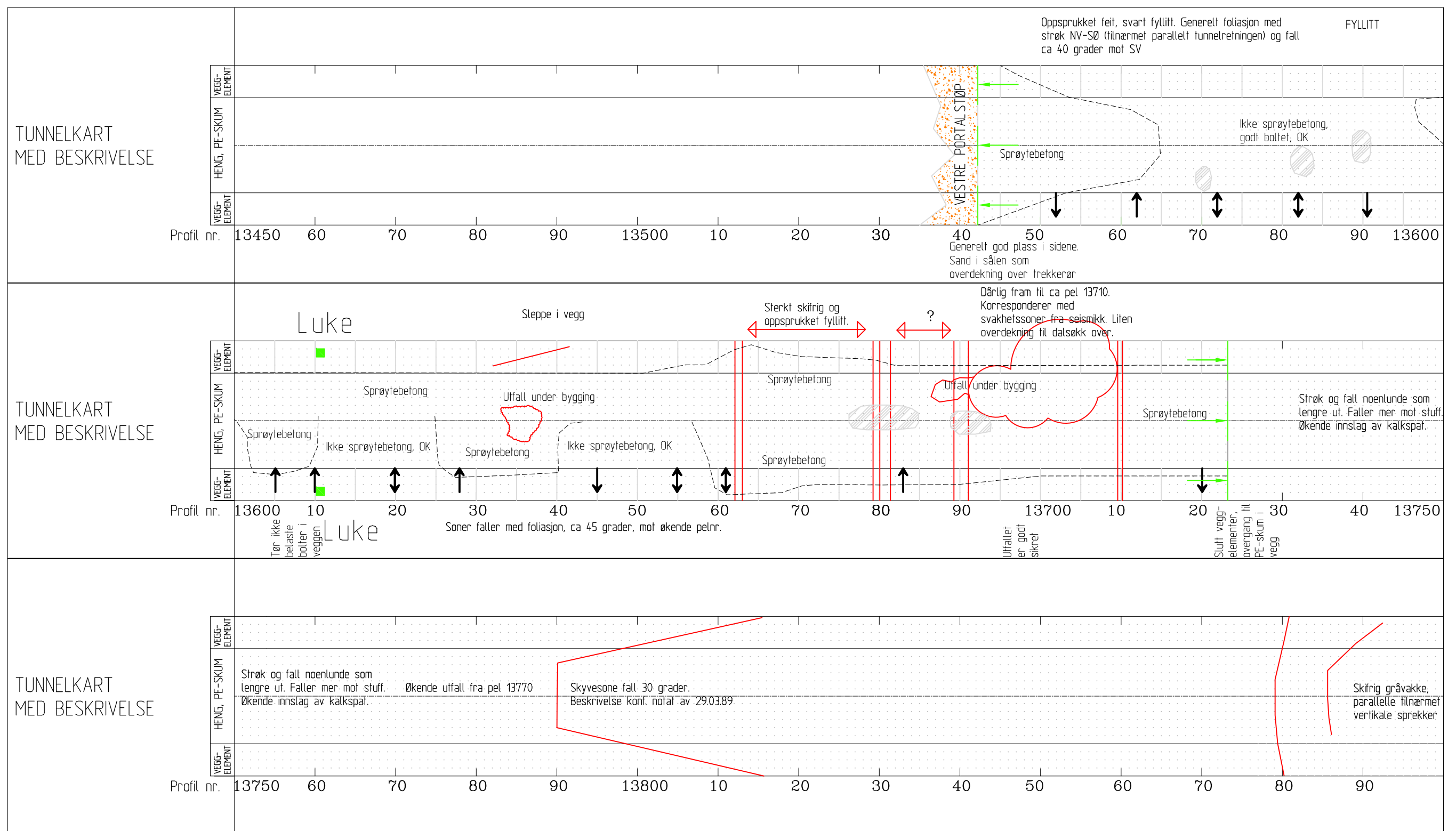
Det bør lages en plan for framtidige inspeksjoner av tunnelen. Slik tunnelens vann-/frostsikringskonstruksjon er bygget er det ikke mulig å inspisere store deler av hengen der det er hvelv av PE-skum, og etter 2009 er det heller ikke tillatt å bevege seg oppå hvelvet. Av den grunn er ca. 50 % av strekningen bak hvelv i hengen **ikke inspisert**. Derfor bør det arbeides med å finne en løsning å kunne gjøre observasjoner av hengen på en enklere måte.

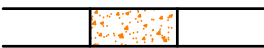
I vegger er det ca. 6 % av strekninger med veggelement som ikke kan inspiseres pga. for trangt rom på baksiden.

På strekningene som er inspisert er det ikke avdekket forhold ved berget eller bergsikringen som har direkte betydning for tunnelprofilets stabilitet.

7 REFERANSER

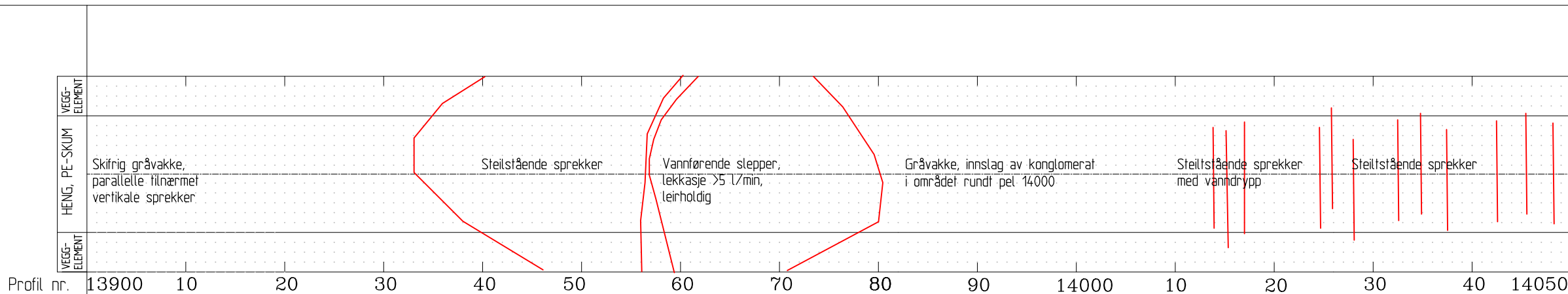
1. Statens vegvesen Sør-Trøndelag, 1991: Teknisk/økonomisk sluttrapport. Stavsjøfjellet tunnel.
2. Statens vegvesen, 2010: Håndbok 021. Vegtunneler.



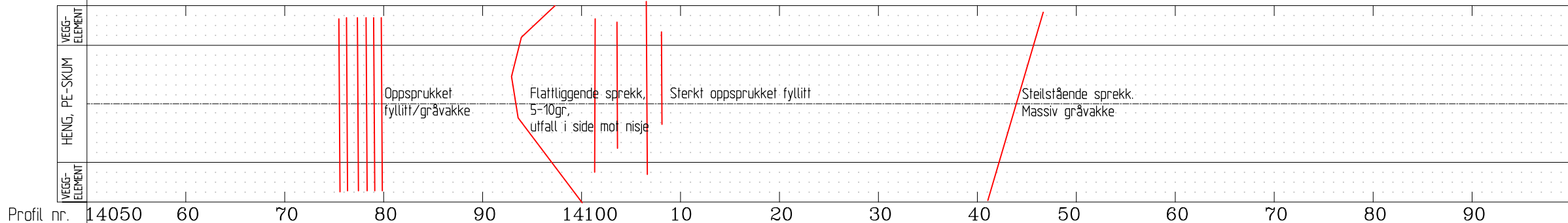
- | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|
|  | Inspeksjonsluker
(ny og gammel) |  | Skifri ighet, lagdeling |  | Bolter, forspente/innstøpte |
|  | Ikke adkomst
(for trangt) |  | Sprekk, stikk / sleppe | | <u>B(c) x:</u> Bolter, ct,
x = midlere bolteavstand (m) |
| | |  | Sprekke-/sleppesone | | (p) polyesterforankret
(i) fullt innstøpt |
|  | Adkomst opp/ned fra
hvelv (via medbrakt
stige og klatretau) |  | Leir-/knusningsone |  | Bolter med band/armerte ribber |
|  | Inspisert strekning 2007 | | kv - kvarts
le - leire
kl - kloritt
sv - svelleleire
ka - kalkspat |  | Sprøytebetong; uarm./arm./fiber |
|  | Inspisert strekning 2009 | | |  | <u>Sfr y:</u> Fiberarmert sprøytebetong,
y = midlere tykkelse (cm) |
| | | | | | Ustøping |

Indeks	Revideringen gjelder	Navn	Dato
 Statens vegvesen Region midt		Tegn: IneGre	2011-03-31
		Prosjans:	
		Godkj:	
E6 Stavsjøfjelltunnelen			
Tunnelkart		PROFnr:	
Profil 13540-13900		Målestokk: 1:500	
Inspeksjon bak hvelv 2007-10		Tegn nr: V001	
Produsert av:		Arkiv referanse:	

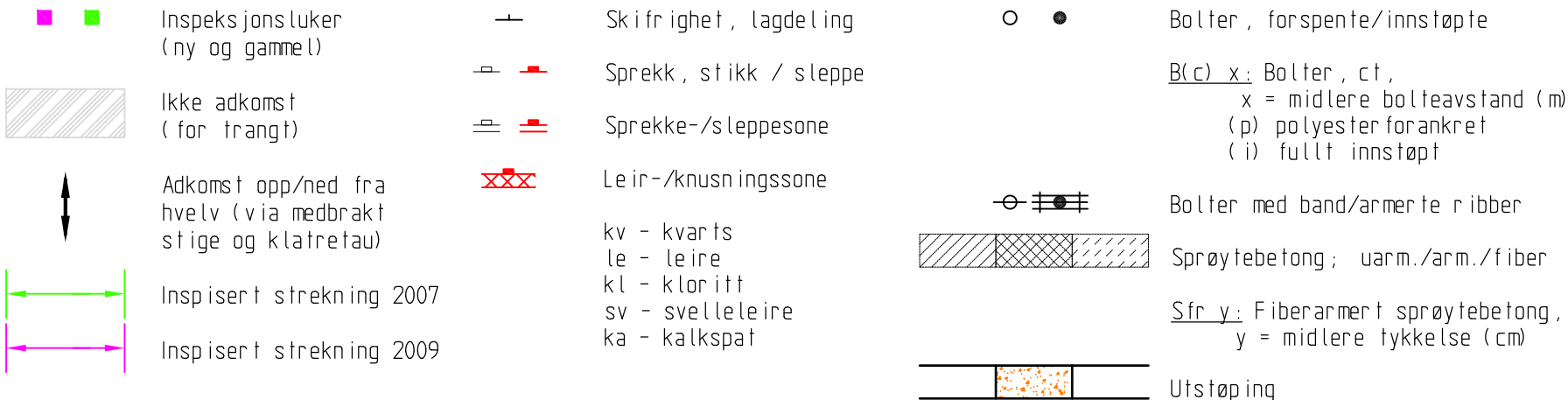
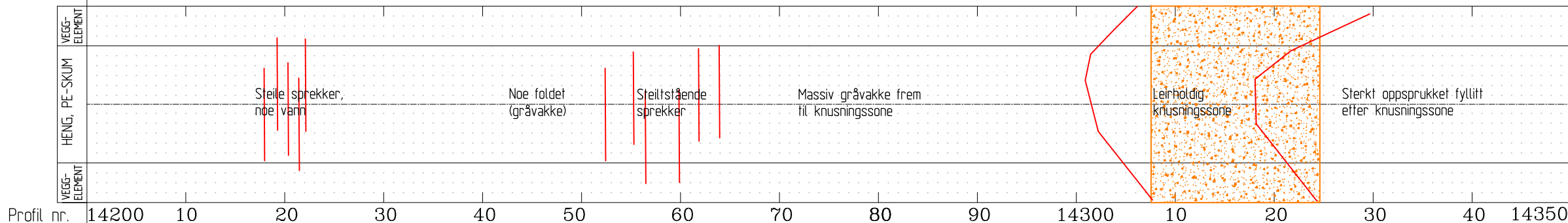
TUNNELKART
MED BESKRIVELSE



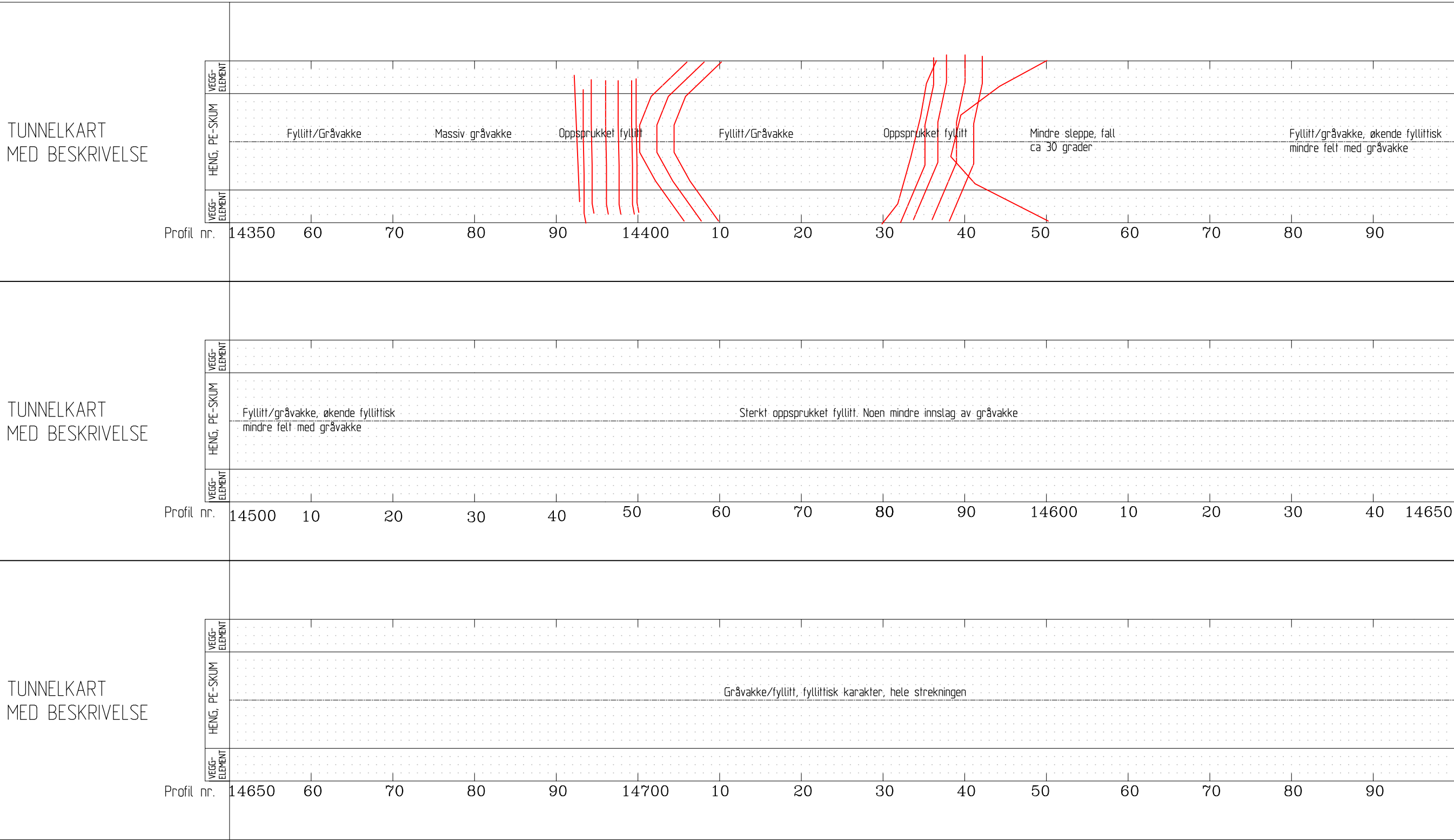
TUNNELKART
MED BESKRIVELSE



TUNNELKART
MED BESKRIVELSE



Indeks	Revideringen gjelder	Navn	Dato
	Statens vegvesen Region midt	Tegn: IneGre	2011-03-31
E6 Stavsjøfjelltunnelen		Prosjans:	
Tunnelkart		Godkj:	
Profil 13900-14350		PROFnr:	
ikke inspisert (ikke hvelv)		Målestokk: 1:500	
Produisert av:		Tegn nr:	V002
		Arkiv referanse:	



Inspeksjonsluker
(ny og gammel)

Ikke adkomst
(for trangt)

Adkomst opp/ned fra
hvelv (via medbrakt
stige og klatretau)

Inspisert strekning 2007

Inspisert strekning 2009

Skifrihet, lagdeling

Sprekk, stikk / sleppe

Sprekke-/sleppesone

Leir-/knusningsone

kv - kvarts
le - leire
kl - kloritt
sv - svelleleire
ka - kalkspat

Bolter, forspente/innstøpte

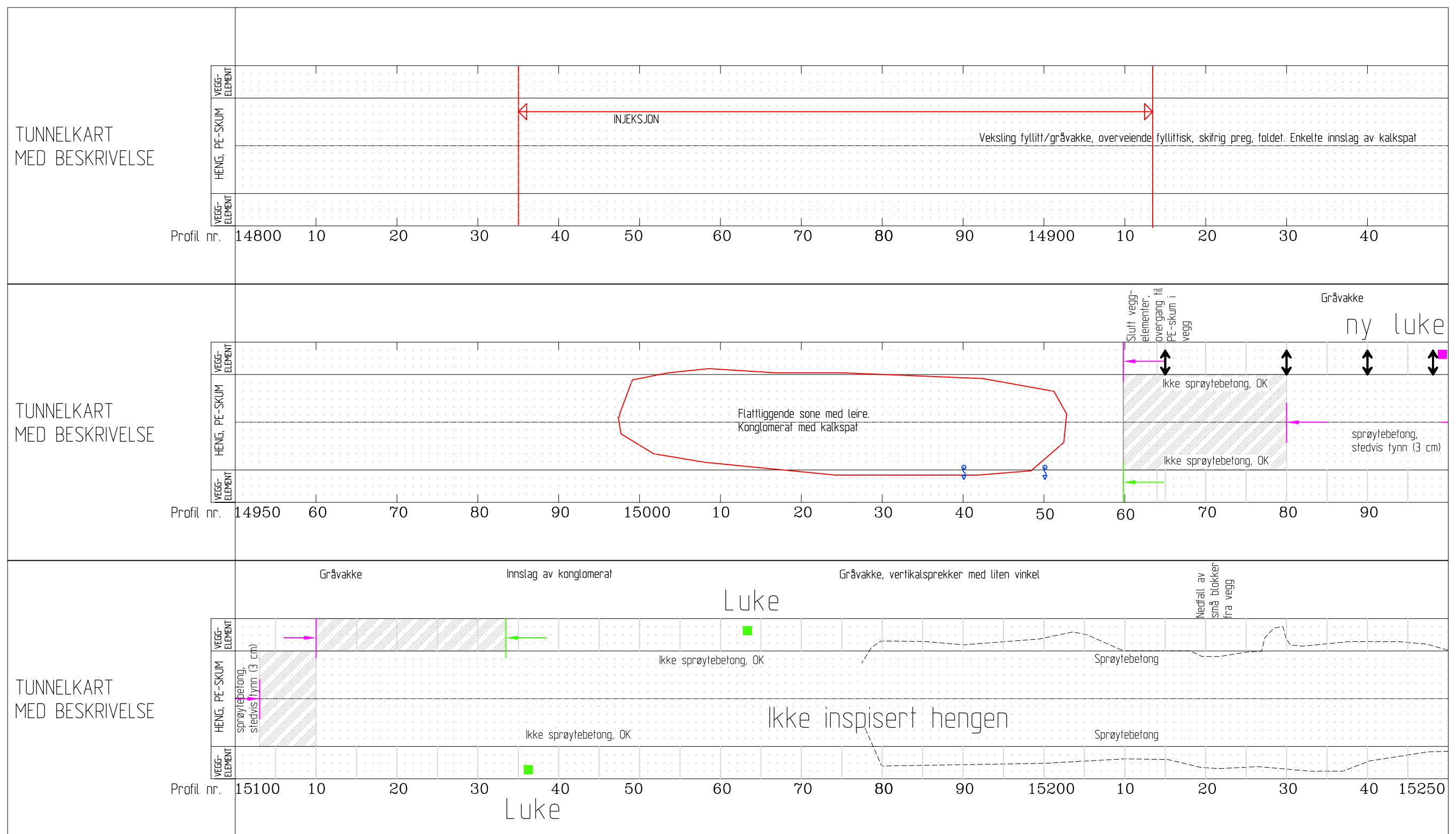
Bolter med band/armerte ribber

Sprøytebetong; uarm./arm./fiber

Sfr_y: Fiberarmert sprøytebetong,
y = midlere tykkelse (cm)

Utstøping

Indeks	Revideringen gjelder	Navn	Dato
	Statens vegvesen Region midt	Tegn: IneGre	2011-03-31
E6 Stavsjøfjelltunnelen Tunnelkart Profil 14350-14800 ikke inspisert (ikke hvelv)		Prosjans:	
		Godkj:	
		PROFnr:	
		Målestokk: 1:500	
Produsert av:		Tegn nr:	V003
		Arkiv referanse:	

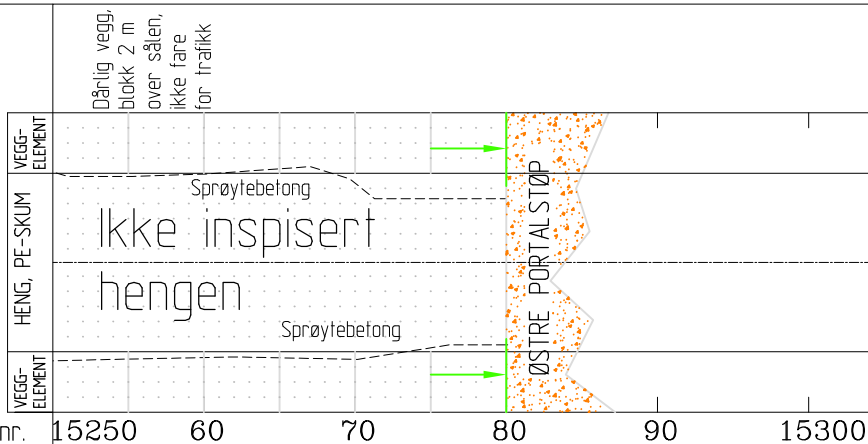


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|---|
|  |  | Inspeksjonsluker
(ny og gammel) |  | Skifrihet, lagdeling |  | Bolter, forspente/innstøpte |
|  | | Ikke adkomst
(for trangt) |  | Sprekk, stikk / sleppe | | <u>B(c) x:</u> Bolter, ct,
x = midlere bolteavstand (m) |
| | | |  | Sprekke-/sleppesone | | (p) polyesterforankret
(i) fullt innstøpt |
|  | | Adkomst opp/ned fra
hvelv (via medbrakt
stige og klatretau) |  | Leir-/knusningsone |  | Bolter med band/armerte ribber |
|  | | Inspisert strekning 2007 | | kv - kvarts
le - leire
kl - kloritt
sv - svelleleire
ka - kalkspat |  | Sprøytebetong; uarm./arm./fiber |
|  | | Inspisert strekning 2009 | | |  | <u>Sfr y:</u> Fiberarmert sprøytebetong,
y = midlere tykkelse (cm) |
| | | | | | | Ustøping |

Indeks	Revideringen gjelder	Navn	Dato
 Statens vegvesen Region midt		Tegn: IneGre	2011-03-31
		Prosjans:	
		Godkj:	
E6 Stavsjøfjell tunnelen			
Tunnelkart		PROFnr:	
Profil 14800-15250		Målestokk: 1:500	
Inspeksjon bak hvelv 2007-10 og 2009-05		Tegn nr: V004	
Produsert av:		Arkiv referanse:	

TUNNELKART
MED BESKRIVELSE

Profil nr.



TUNNELKART
MED BESKRIVELSE

Profil nr.

TUNNELKART
MED BESKRIVELSE

Profil nr.



Inspeksjonsluker
(ny og gammel)



Ikke adkomst
(for trangt)



Adkomst opp/ned fra
hvelv (via medbrakt
stige og klatretau)



Inspisert strekning 2007



Inspisert strekning 2009



Skifriighet, lagdeling



Sprekk, stikk / sleppe



Sprekke-/sleppesone



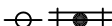
Leir-/knusningssone

kv - kvart
le - leire
kl - kloritt
sv - svelleleire
ka - kalkspat



Bolter, forspente/innstøpte

B(c) x: Bolter, ct,
x = midlere bolteavstand (m)
(p) polyester forankret
(i) fullt innstøpt

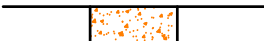


Bolter med band/armerte ribber



Sprøytebetong; uarm./arm./fiber

Sfr_y: Fiberarmert sprøytebetong,
y = midlere tykkelse (cm)



Utstøping

Indeks	Revideringen gjelder	Navn	Dato
	Statens vegvesen Region midt	Tegn: Stigli	2011-03-31
		Prosjans:	
		Godkj:	
E6 Stavsjøfjelltunnelen Tunnelkart Profil 15250-15280		PROFnr:	
Inspeksjon bak hvelv 2007-10		Målestokk: 1:500	
Produsert av:		Tegn nr:	V005
		Arkiv referanse:	