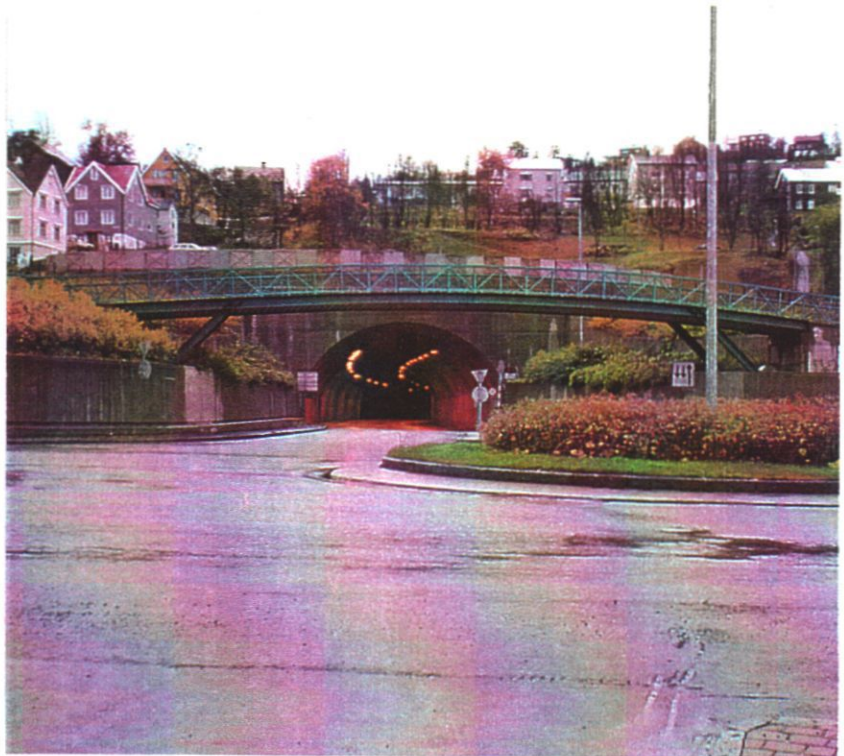


Intern rapport nr. 2132

Tunnelkonferansen 1999
Rica Ishavshotell, Tromsø
19. - 20. oktober 1999



Februar 2000



Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

TUNNELKONFERANSEN 1999, TROMSØ

Sammendrag

Tunnelkonferansen blir arrangert hvert 1,5 – 2 år og samler fagpersoner fra hele etaten, utbygging-produksjon-trafikk. Hovedmålet med konferansen er å samle fagpersoner til felles diskusjon og meningsutveksling, samt å presentere nye erfaringer og derved overføre kompetanse.

Denne rapporten inneholder foredragene på konferansen, enten i form av skrevne innlegg eller kopi av lysark.

Neste tunnelkonferanse er planlagt arrangert våren 2001.

Emneord: *Tunnel, konferanse, bygging, drift og vedlikehold*

Kontor: *Geologi- og tunnelkontoret*
Saksbehandler: *Kjell Inge Davik, Heidi Fostad*
Dato: *Februar 2000*

/ HF

Innhold

1. Innledning
2. Arbeidsopplegg 021, framdrift, hva blir nytt?
3. Samfunnstjenlige vegtunneler
 - et etatsprosjekt i Statens vegvesen
4. Trafikk og brannsikkerhet i vegtunneler
5. E16 Lærdalstunnelen
 - Erfaringer med bygging av lang tunnel
6. Spesielle hensyn ved driving av tunnel gjennom Baneheia
7. Drenering, vegfundament, vegdekke
8. Erfaringstilbakeføring
 - fungerer dette?
 - Definisjon av nytt prosjekt for utredning
9. Grunnvannskontroll/injeksjon ved bygging av Storhaugtunnelen, Rogaland
10. Beredskapsplaner: Drøm og virkelighet
 - informasjon til trafikantene
11. Organisering tunnelproduksjon
12. Tunnelbygging Frøyatunnelen
13. Brann i Bragernestunnelen
14. HMS ved arbeid i trafikkerte vegtunneler Hb. 213

Program for tunnelkonferansen 19.-20.oktober 1999
v/RICA Ishavshotell Tromsø.

Tirsdag 19. oktober:

Sted: RICA Ishavshotell, Rica 1.

Møteleder: Harald Rostad, Nordland

09.00	Åpning, velkommen til Troms	-	Torbjørn Naimak
09.20	Tunnelprosjekter i Tromsø	-	Hallvard Haugan
09.40	Innledning Evaluering forrige tunnelkonferanse Tunnelstatistikken Hvordan arbeider Vegdirektoratet med tunnel ? Program/ opplegg	-	Kjell Inge Davik
10.00	Spørsmål/ kaffepause		

1. Forslag til ny tunnelnormal, 021

10.30	(1.1) Arbeidsopplegg 021, framdrift, hva blir nytt?	-	Kjell Inge Davik
10.40	(1.2) Det formelle grunnlag for planlegging av tunneler-		Roar Midtbøe Jensen
11.00	(1.3) Forundersøkelser i plan og prosjekteringsfasen Tiltak for å sikre omgivelsen, krav i kontrakt	-	Eirik Øvstedal
11.30	Spørsmål/Pause		
12.00	Lunsj		

Møteleder: Erlend Solberg, Troms

13.00	(1.5) Trafikk- og brannsikkerhet	-	Finn H. Amundsen
13.30	(1.6) Drift og vedlikehold	-	Erik Norstrøm
13.50	(4.1) Organisering av tunnelproduksjon - konkurransesituasjonen - nye oppgaver	-	Ingvild Storås
14.10	Spørsmål / Kaffepause		
14.40	(4.2) Samfunnstjenlige tunneler, en status rapport	-	Kjell Inge Davik
15.00	(4.3) Brann, beredskap og informasjon • Visning av video om branner i og utenfor tunneler (moterveg i Nice) • Informasjon til trafikantene • Hva vil vi gjøre gjennom delprosjekt J (kjøreskoler, brosjyrer, internett)? • Hva kan hvert fylke gjøre ?	-	Corinne Chiodini

15.20	(4.4) Framtidige utfordringer i tunnelbyggingen	-	Jan Elvøy
15.40	Spørsmål/ diskusjon		
16.00	Slutt for dagen		
19.00	<i>Felles middag</i>		
20.30	<i>Sosial samvær.</i> <i>For interesserte: Fotballkamp: Borussia Dortmund - Rosenborg vises på storskjerm i foredragssalen</i>		

Onsdag 20. oktober

Sesjon A: Tunnelbygging

Sted: RICA Ishavshotell, Sal: Rica 1

Moteleder: Lars Håkon Seim, Sogn og Fjordane

08.30	(2.1) Grunnvannkontroll/injeksjon ved bygging av Storhaugtunnelen, Rogaland	-	Øivind Kommedal
08.50	(2.2) Spesielle hensyn ved driving av tunnel gjennom Baneheia, Vest-Agder	-	Egil Tveide
09.10	(2.3) Erfaringer fra frysing i Oslofjordtunnelen	-	Eirik Øvstedal
09.30	Spørsmål / Kaffepause		
10.00	(2.4) Lærdalstunnel er ferdig drevet, hvilke erfaringer kan vi høste ved driving av lange tunneler ?	-	Jon Kvåle
10.20	(2.5) Frøyatunnelen - virkelig forhold kontra prognose - tekniske løsninger - bruk av sprøytebetong	-	Arnstein Mehlum
10.40	(2.6) Holdninger til HMS ved tunnelbygging	-	Einar Berge
11.00	Spørsmål/ Pause		
11.20	(2.7) Brann i Ibestadtunnelen - Hvordan fungerte beredskapsplaner etc.	-	Erlend Solberg
11.40	(2.8) Brann i Bragernestunnelen • Hvilke erfaringer kan vi høste ?	-	Tore Gomo
12..00	Spørsmål		
12.15	LUNSJ		

Sesjon B: Drift og vedlikehold

Sted: Skansen Brygge, Restauranthus.

Moteleder: Ole Christian Torpp, Oslo

- | | | |
|-------|---|--------------------|
| 08.30 | (3.1) År 2000 problemet –erfaringer og krav framover - | Erik Norstrøm |
| 08.50 | (3.2) Spektrum som forvaltning og kvalitetssikringssystem - | Erik Norstrøm |
| 09.10 | Spørsmål / Kaffepause | |
| 09.40 | (3.3) Erfaringer fra brannene i Tauern og Mont Blanc tunnelene
- hvilke konsekvenser får dette for oss ? | - Finn H. Amundsen |
| 10.00 | (3.4) HMS i trafikerte tunneler, håndbok 213 | - Harald Buvik |
| 10.20 | Spørsmål/ Pause | |
| 10.50 | (3.5) Beredskapsplaner og virkelighet
- status beredskapsplaner i fylkene | - Corinne Chiodini |
| 11.20 | (3.6) Elektro - hvilke lover og forskrifter styrer virksomheten, -
Tunnelinstallasjoner - en smakebit på generelle krav som vil høyne
kvaliteten uten å være særlig fordyrende,
Statusrapport fra elektroforum | - Arve Jonassen |
| 11.50 | Spørsmål/ diskusjon | |
| 12.15 | LUNSI, Rica Ishavshotell | |

Avsluttende fellessesjon

Sted: RICA Ishavshotell, Sal: Rica 1.

Moteleder: Nils Lausund, Rogaland

- | | | |
|-------|---|-----------------------|
| 13.15 | (1.7) Tunnelen, en annerledes kjøreopplevelse | - Inger Lise Amundsen |
| 13.35 | (1.8) Drenering, vegfundament, vegdekke | - Øystein Myhre |
| 13.55 | Spørsmål/ pause | |
| 14.15 | (4.5) Status vedrørende regelverk for brannsikring og
krav til utstyr til brannvesen | - Erik Norstrøm |
| 14.35 | (4.6) Erfaringstilbakeføring
• fungerer dette ?
• Definisjon av nytt prosjekt for utredning | - Håvard Østlid |
| 14.55 | Spørsmål | |
| 15.15 | Avslutning/ oppsummering | - Alf Kveen |
| 15.30 | Slutt | |

Tunnelkonferansen, Tromsø

18. - 20. oktober 1999

Fylke/ tittel	Navn:	Ikke over- natting.	overnatting. 18.-19.	overnatting 19.-20.
Buskerud				
Byggeleder	Martin Wiig		X	X
Prosjektleder	Tore Gomo		X	X
Kontrolling.	Gunnar Knutsen		X	X
Avd.ing.	Kjell Nykmark		X	X
Overing.	Bjørn Flatekval		X	X
Avd.ing.	Thor Olaf Døvigen		X	X
Senioring.	Per Solberg		X	X
Avd.ing.	Jon Bjørnstad Olsen		X	X
Østfold				
Overing.	Olaf Schmeldling		X	X
Avd.ing.	Roger Nordli		X	X
Telemark				
Overing.	Erling Evju		X	X
Avd.ing.	Hans Sandland		X	X
Prosjektleder	Olav Kjetil Greivstad		X	X
Overing.	Arne Åsheim	X		
Vestfold				
Sjefing.	Karl Høiland		X	X
Overing.	Kristi Kvernevik		X	X
Senioring.	Arvid Veseth		X	X
Overing.	Mette Bergan		X	X
Avd.ing.	Øyvind Pettersen Dahl		X	X
Overing.	Oddvar Bakken		X	X
Hordaland				
Senioring.	Bjarne Lysberg		X	X
Overing.	Sigve Martinsen		X	X
Overing.	Jarle Seim		X	X
	Tore Kåre Austerheim		X	X
Overing.	Gunnar Kråkenes		X	X
Avd.ing.	Gunnar Gjæringen		X	X
Overing.	Torgeir Strand		X	X
	Bjarne Løne		X	X

Fylke/ tittel	Navn:	Ikke over- natting.	overnatting. 18.-19.	overnatting 19.-20.
Hordaland				
	John Bjørge		X	X
	Øystein Birkeland		X	X
	Åsmund Johansen		X	X
	Svein Magne Tunli		X	X
	Jan Elvøy		X	X
	Mona Løvås		X	X
Avd.ing.	Anders Jon Trefall		X	X
Finnmark				
Produksjonsleder	Torgeir Dahle		X	X
Avd.ing.	Per Kling Mathiesen		X	X
Byggeplanlegger	Bjørn Eriksen		X	X
Byggeleder	Terje Kivijervi		X	X
Avd.ing.	Torkjell Johnsen		X	X
Nordland				
Seksjonsleder	Harald Rostad		X	X
Overing.	Viktor Eivik		X	X
Senioring.	Leif Jenssen			X
Anleggsleder	Einar Fjerdingsøy		X	X
Seksjonsleder	Knut Hågensen		X	X
Distriktsleder	Kjell Arne Christensen		X	X
Distriktsleder	Randulf Kristiansen		X	X
Overing.	Kristoffer Angell		X	X
Faggr.leder	Hallvard Øgsnes		X	X
Faggr.leder	Eddvar Sommerset		X	X
Avd.ing.	Arnmod Bjørnstad		X	X
Avd.ing.	Harald Thorbergsen		X	
Avd.ing.	Jon-Roger Sørvang		X	X
	Odd Arntzen		X	X
	Lars Petter Brun		X	X
Sør-Trøndelag				
Prosjektleder	Jon E. Lien		X	X
Byggeleder	Arnstein Mehlum		X	X
Avd.ing.	Kolbjørn Fuglås		X	X
Avd.ing.	Christian Røkke		X	X
Overing.	Almar Aronsen		X	X
Formann	Thor Nygård		X	X
Avd.ing.	Magne Uvsløkk		X	X

Fylke/ tittel	Navn:	Ikke over- natting.	overnatting. 18.-19.	overnatting 19.-20.
Sør-Trøndelag				
Avd.ing.	Jan Olav Sivertsen		X	X
Avd.ing.	Helge Hoven		X	X
Sogn og Fjordane				
Senioring.	Gunnar Lotsberg		X	X
Avd.ing.	David Håndlykken		X	X
Oppsynsmann	Sigmund Hagen		X	X
	Arnfinn Båtevik		X	X
Sjefing.	Audun Aaland		X	X
Senioring.	Lars Håkon Seim		X	X
Oppsynsmann	Jostein Fjøsne		X	X
Oppsynsmann	Sigmar Natvik		X	X
Avd.ing.	Thormod Helset		X	X
Oppsynsmann	Arne B. Strand		X	X
Oppsynsmann	Sverre Rohde		X	X
Overing.	Sveinung Brude		X	X
Oppsynsmann	Kåre Branddal		X	X
Overing.	Jan Nordgulen		X	X
Aust-Agder				
Overing.	Dag Ødegaard		X	X
Overing.	Harald Tobiassen		X	X
Avd.ing.	Ole Bjørn Lindland		X	X
Overing.	John Kristian Stormyr		X	X
Avd.ing.	John Haugsjå		X	X
Møre og Romsdal				
Seksjonsleder	Ivar Hol		X	X
Avd.ing.	Odd Arne Rød		X	X
Avd.ing.	Kolbjørn Engen		X	X
Overing.	Kåre Ingolf Karlson		X	X
Prosjektleder	Rolf Arne Hamre		X	X
Vest-Agder				
Avd.ing.	Finn Frestad		X	X
Senioring.	Egil Tveide		X	X
Avd.ing.	Odd Johansen		X	X
Avd.ing.	Stine Moksnes		X	X

Fylke/ tittel	Navn:	Ikke overnatting.	overnatting. 18.-19.	overnatting 19.-20.
Akershus				
Overing.	Corinne Chiodini		X	X
Seksjonsleder	Per Røisheim		X	X
Oppsynsmann	Anders Mjell		X	X
Avd.ing.	Geir Langerud		X	X
Prosjektleder	Sverre Sundfær		X	X
Byggeleder	Oddbjørn Gule		X	X
Avd.ing.	Ole Gripstad			X
Oslo				
Vegsjef	Ole Christian Torpp		X	X
Senioring.	Pål Tvedt		X	X
Senioring.	Kjell Furre		X	X
Senioring.	Geir Sorte		X	X
Sjefing.	Torstein Kjærvik	X		
overing.	Arve Jonassen		X	X
	Petter Bergersen		X	X
Rogaland				
Prod.sjef	Nils Lausund		X	X
Seksjonsleder	Knut Utaaker		X	X
Prod.leder	Øyvind Langemyhr		X	X
Faggr.leder	Karl Arne Egeli		X	X
	Tor Frøland		X	X
Troms				
	Gudmund Løvli	X		
	Kjell Moen	X		
Prosjektleder	Kåre Tune		X	X
Avd.ing.	Roar Femsteinevik		X	X
Anleggsleder	Halvor Furnes		X	X
Avd.ing.	Per Indal	X		
Avd.ing.	Gunnar Stiberg	X		
Avd.ing.	Mariann Larsen	X		
Oppsynsmann	Trond Fosshaug		X	X
Formann	Inge Andreassen		X	X
Overing.	Trygve Pedersen	X		
Prod.leder	Knut Helge Grimstad			X
Avd.ing.	Torleif Hole		X	X

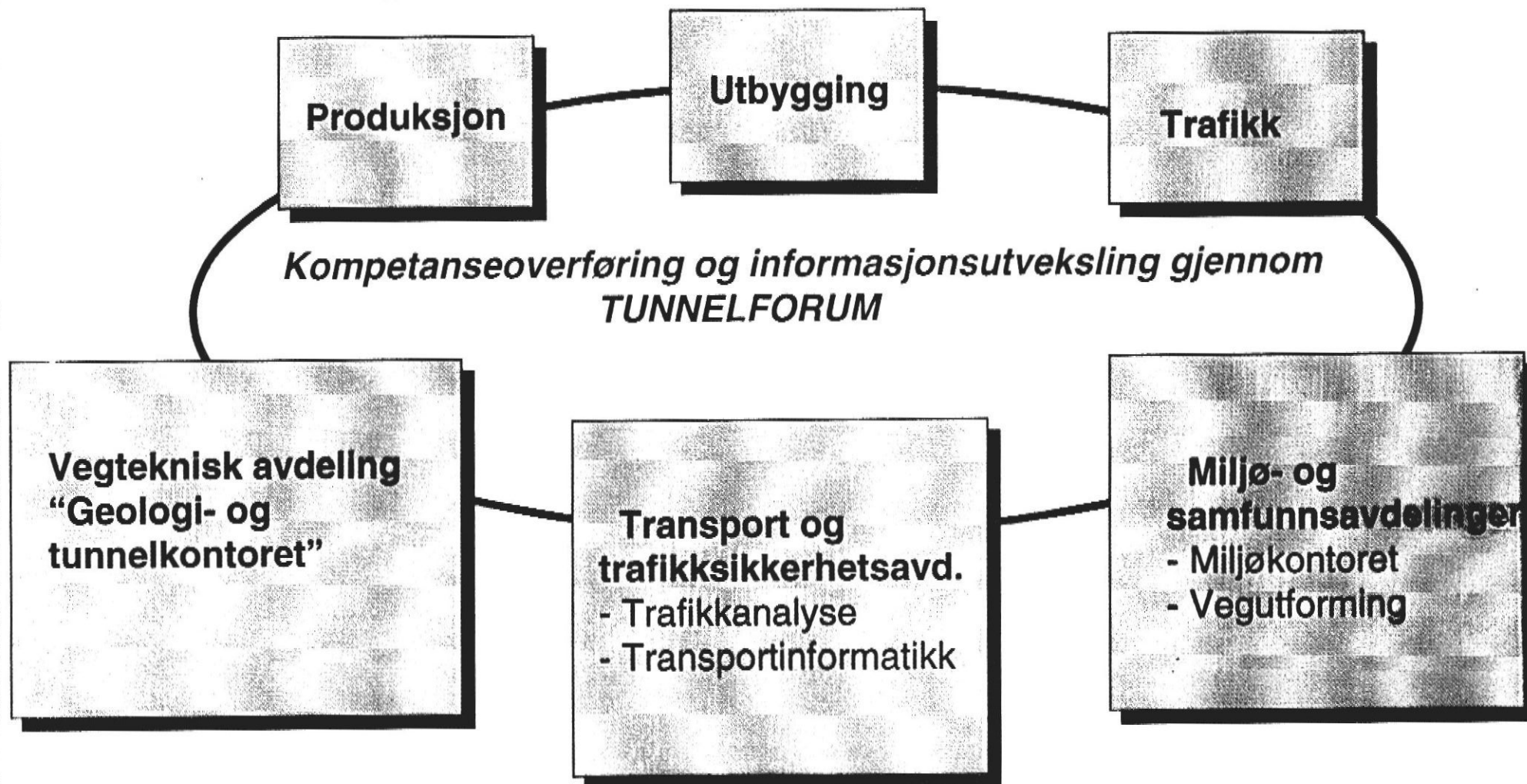
Fylke/ tittel	Navn:	Ikke overnatting.	overnatting. 18.-19.	overnatting 19.-20.
Foredragsholdere:				
Buskerud				
Prosjektleder	Eirik Øvstedal		X	X
	Inger Lise Amundsen	X		
Rogaland				
Prosjektleder	Øivind Kommedahl		X	X
Sogn og Fjordane				
Prosjektleder	Jon Kvåle		X	X
	Einar Berge		X	X
Troms				
Vegsjef	Torbjørn Naimak	X		
Prosjektleder	Halvard Haugen	X		
Vegdirektoratet				
Sjefing.	Roar Midtbøe Jensen		X	
Prosjektleder	Kjell Inge Davik		X	X
Sjefing.	Finn Harald Amundsen			X
Senioring.	Erik Norstrøm		X	X
Overing.	Øystein Myhre		X	X
Senioring.	Harald Buvik		X	X
Sjefing.	Alf Kveen		X	X
	Heidi Fostad		X	X
Senioring.	Håvard Østlid		X	X
Overing.	Jan Lima		X	X
Overing.	Randi Hermann		X	X
Senioring.	Ingvild Storås		X	X
Overing.	Jan Hennestad		X	X
Senioring.	Bjørn Helge Kluver		X	X
Overing..	Mona Lindstrøm	X		
Overing.	Tor Erik Lynneberg		X	X
Overing.	Edvard Iversen		X	X

Per Ingulfsen, Buskerud vktr. deltar 20/10-99, kl. 0830 - 1530

1999-10-11

Innledning

Organisasjon av tunnelmiljøet i Vegdirektoratet



Statens vegvesen

Intern rapport nr. 2108

TUNNELSTATISTIKKEN 1998

- oversikt over byggingen av
vegtunneler i 1998

Rapporten erstatter
Intern rapport nr. 2095.

Oktober 1999

Vegteknisk avdeling

Intern rapport nr. 2108

Tunnelstatistikken 1998

Sammendrag

Rapporten inneholder en oversikt over det totale antall vegtunneler bygget i 1998.

Det gis en kort innledning med utviklingen de siste 20 årene, og en sammenstilling av innrapporteringene fra vegkontorene.

På grunn av at én tunnel var forglemt innmeldt, er denne rapporten en oppdatering av intern rapport nr. 2095 og erstatter således denne.

Emneord: *Tunnel, statistikk, lengde, utsprengt volum*

Kontor: *Geologi- og tunnelkontoret*

Saksbehandler: *Kjell Inge Davik*

/ KID

Dato: *Oktober 1999*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Vegteknisk avdeling

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo

Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

INNHOLD

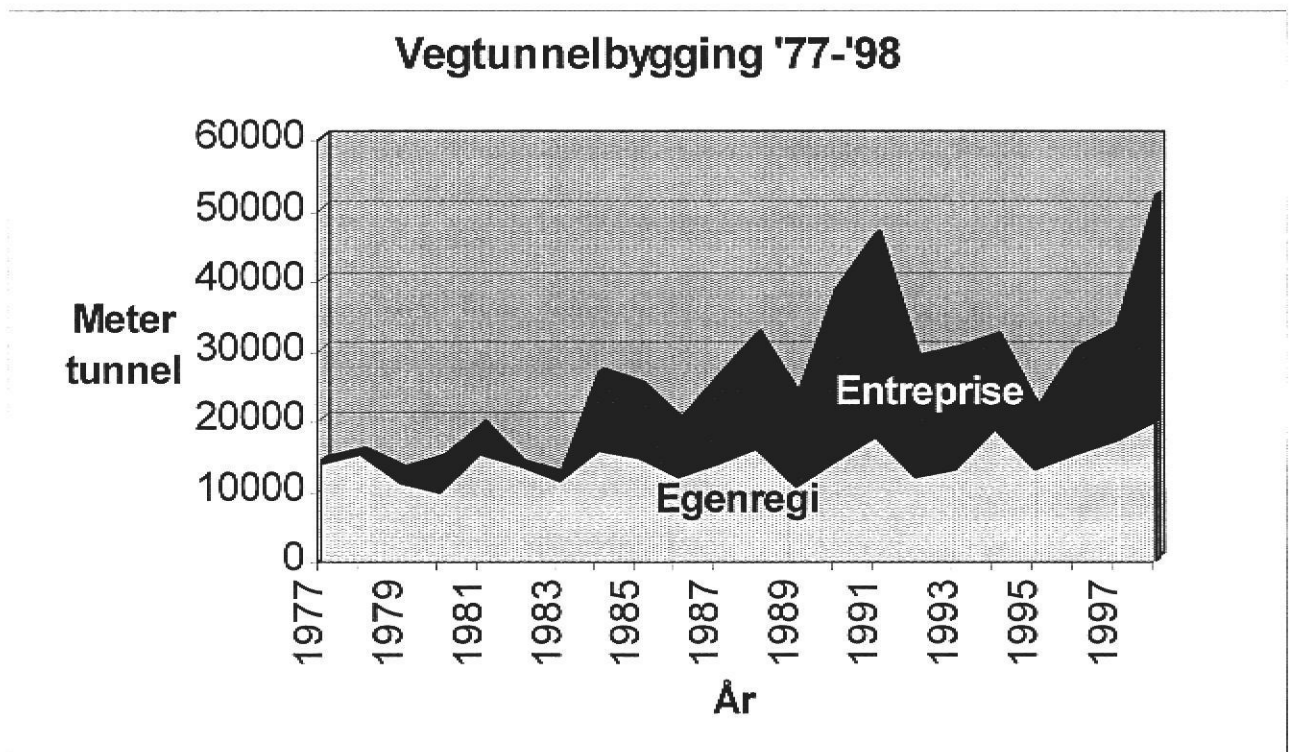
	Side
1. BAKGRUNN	2
2. SAMLEDE RESULTATER 1998	3
3. ENKELTRESULTATER I 1998	4

1. Bakgrunn

Statens vegvesen bygger i gjennomsnitt 30 kilometer vegtunneler pr. år, hvorav omtrent halvparten er gjennomført av egenproduksjon.

Årlig gjennomfører Norsk Fjellsprengningsforening (NFF) en innsamling av data over utsprenge tunneler og bergrom. Oversikten samles tradisjonelt i forbindelse med høstkonferansen (fjellsprengningskonferansen) i slutten av november. Statistikken inneholder tunneler for jernbane, veg, T-bane, vann- og kloakk og vannkraft i tillegg til fjellhaller. Denne rapporten presenterer statistikken for vegtunneler.

Statens vegvesen har siden 1988 hatt den største andelen av det totalt utsprenge volum. Før 1977 bygget etaten alle tunneler i egenregi. Etter dette fikk entreprenørene innpass i norsk vegtunnelbygging og andelen har variert (fig. 1).



Figur 1. Utviklingen av vegtunnelbyggingen fordelt på egenregi- og entreprisedrift.

Som det fremgår av figur 1 har det totale antall løpemeter drevet av egenproduksjon vært relativt konstant i perioden, mens entreprenørene har tatt svingningene. 1998 var et rekordår med et driftresultat på 51.861 meter tunnel. Dette tallet er imidlertid ikke 100% korrekt, da man i forbindelse med innrapportering til høstkonferansen må estimere antatt inndrift i perioden oktober-desember. Statistisk gir imidlertid ikke dette det store avviket.

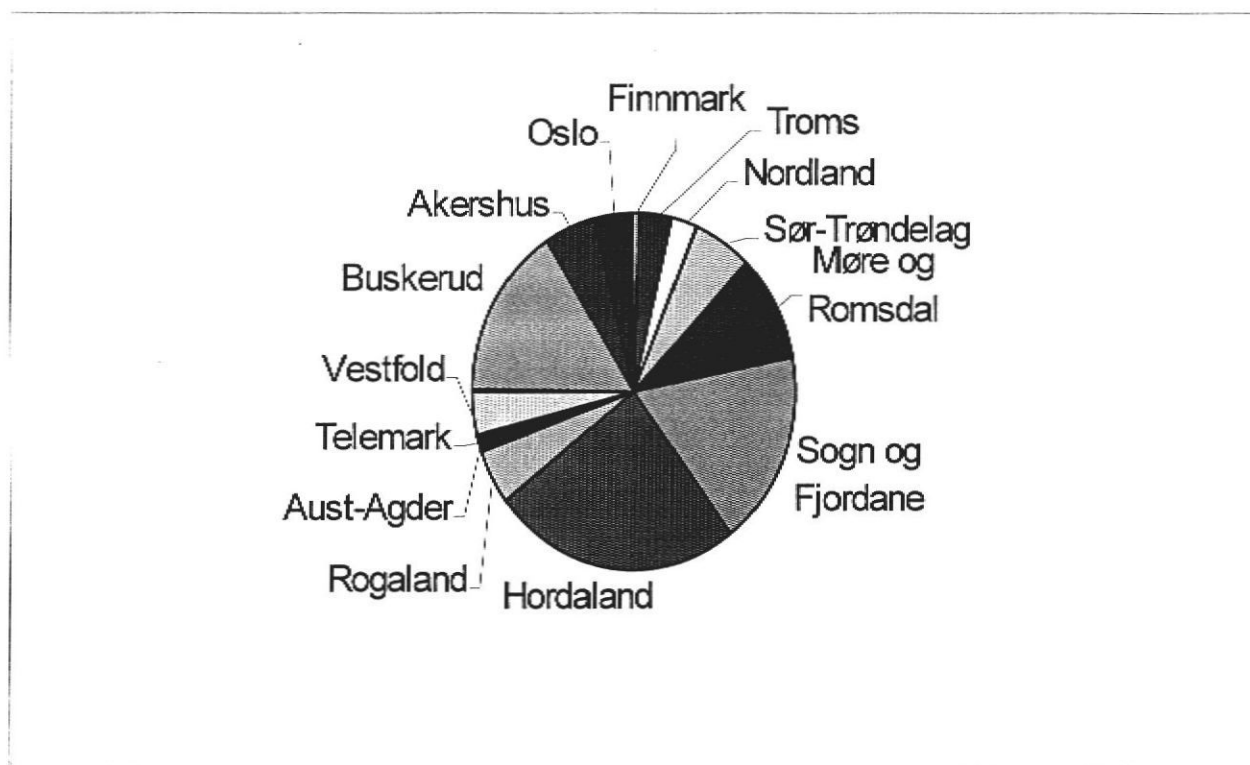
2. Samlede resultater i 1998

I kapittel 3 presenteres en sammenstilt oversikt over enkeltresultatene for 1998.

Fylkesmessig ser fordelingen ut som følger:

Fylke	Meter	% av totalen
Finnmark	461	1
Troms	1694	3
Nordland	1300	3
Sør-Trøndelag	3000	6
Møre og Romsdal	4926	9
Sogn og Fjordane	9484,6	18
Hordaland	12439	24
Rogaland	2586	5
Aust-Agder	520	1
Telemark	110	0
Vestfold	2250	4
Buskerud	8471	16
Akershus	2648	5
Oslo	1972	4

Grafisk kan dette framstilles som i figur 2.



Figur 2. Fylkesvis fordeling av tunnelbyggingen i 1998.

3. Enkeltresultater i 1998

I dette kapitlet presenteres en sammenstilling av de enkeltvise resultatene fra 1998.

Følgende fylker har ikke bygget tunneler i 1998:
Nord-Trøndelag, Vest-Agder, Oppland, Hedmark og Østfold.

**Arbeidsopplegg 021,
framdrift, hva blir
nytt?**

Kapittelinnndeling

1. Det formelle grunnlag ved planlegging av tunneler
2. Forundersøkelser i plan- og prosjekteringsfasen
3. Tiltak for å sikre omgivelsene
4. Geometrisk utforming
5. Estetikk og kjøreopplevelse
6. Trafikk- og brannsikkerhet
7. Arbeider foran stoff, stabilitetssikring og vann- og frost.
8. Drenering
9. Vegfundament og vegdekke
10. Tekniske anlegg
11. Drift og vedlikehold





- kapittel 1: Kvalitetssikring utgår, henv. håndbok 144
- kapittel 9: Belysning og
- kapittel 10: Ventilasjon inngår i nytt kapittel: Teknisk installasjoner
- Kapittel 11: Miljø utgår, behandles under andre kapitler
- Kapittel 12: Spesielle forhold ved undersjøiske tunneler går ut og legges inn under de enkelte kapitler
- Kapittel 13: Andre tunnelkonstr. går ut.



Framdrift:

- omfattende, vidtspennende dokument
- lang prosess
- forsinket
- høringsutkast klart i januar 2000
- ny 021 ferdig høsten 2000



Nye tunnelprofiler

- 0,5 meter bredere, eks. T8 blir T8,5
- høydekrav ved kantstein, ikke hvitstripe
- lik radius på alle veggelementer uansett profil

•Nye tunnelklasser

- lavere grense for overgang fra 1 til 2 løp



Geometrisk mål:

Geometriske mål for tunnelprofil T4-T8,8 er gitt i figur 5.10 og for profil T9,5 - T12,5 og i figur 5.11.

Eksempel på tverrsnittsdata for tunnelprofilene under gitte forutsetninger fremgår av i figur 5.12.

Tabellene gjelder for tunnelprofiler med ensidig tverrfall. Ved ensidig tverrfall dreies profilet om senter vegbane. Tabellene gjelder derfor uavhengig av tverrfallets størrelse.

Takfall benyttes normalt ikke i tunnel.

Et eksempel på utforming av F-tegning (normalprofil) for tunnelprofil T9,5 er vist i figur 5.13.

Profil	B_T	B_K	X	Y_v	R_v	Y_H	R_H
T4	4,0	3,0	-	-	-	1,33	2,40
T5,5	5,5	4,5	-	-	-	2,15	3,50
T6	6,0	4,0	3,06	1,57	4,79	3,38	2,42
T7	7,0	5,0	2,06	1,57	4,79	2,78	3,20
T8,5	8,5	7,0	0,40	1,77	4,79	1,98	4,50

Alle mål gitt i meter.

B_T = Total bredde

B_K = Kjørebanebredde

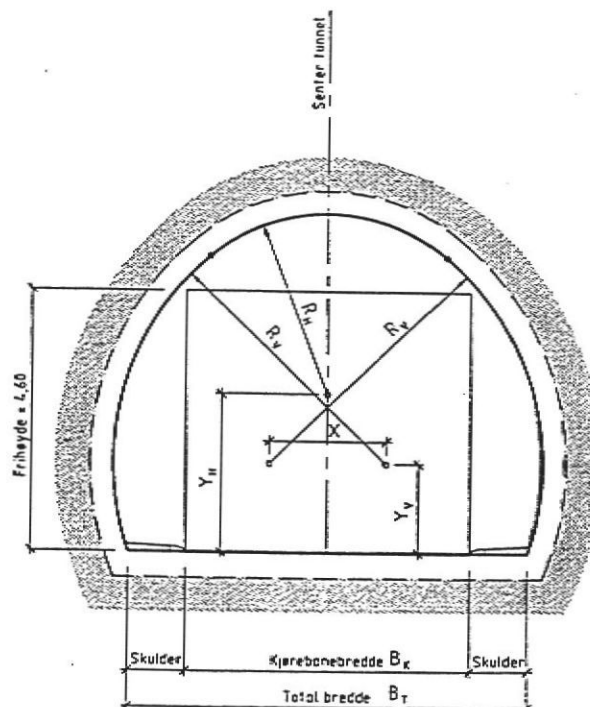
X = Senteravstand veggradier

Y_v = Senterhøyde veggradier

R_v = Veggradius

Y_H = Senterhøyde hengradius

R_H = Hengradius

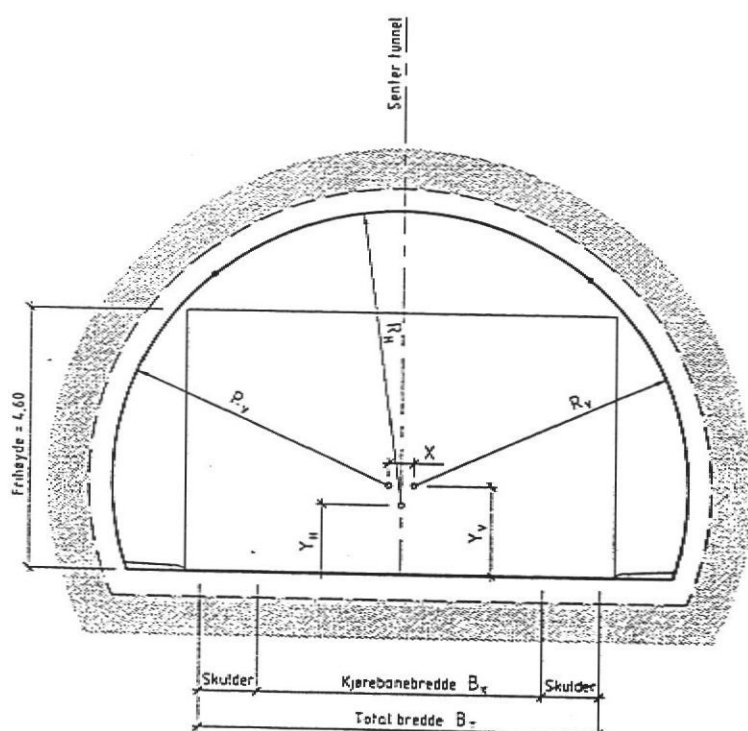


Figur 5.10 Geometriske mål for tunnelprofil T4 – T8,5

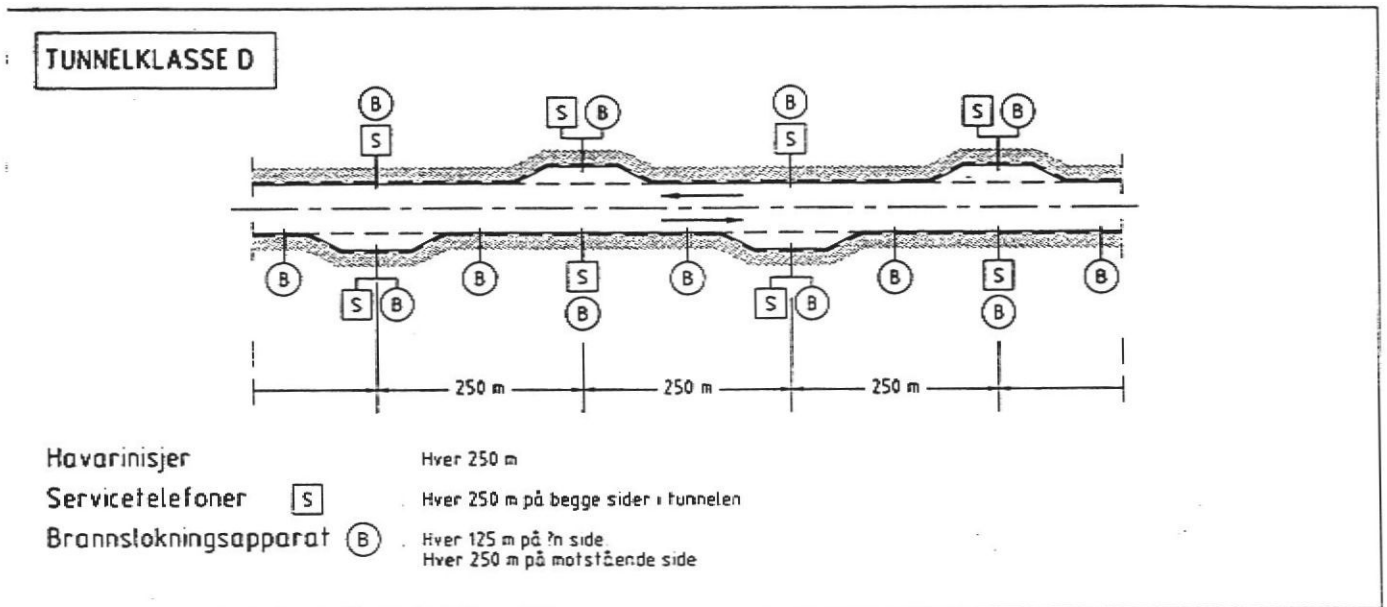
Profil	B_T	B_K	X	Y_V	R_V	Y_H	R_H
T9,5	9,5	7,5	0,44	1,57	4,79	1,22	5,20
T11,5	11,5	10,0	2,44	1,77	4,79	0,37	6,70
T12,5	12,5	10,5	3,44	1,57	4,79	-0,46	7,45

Alle mål gitt i meter.

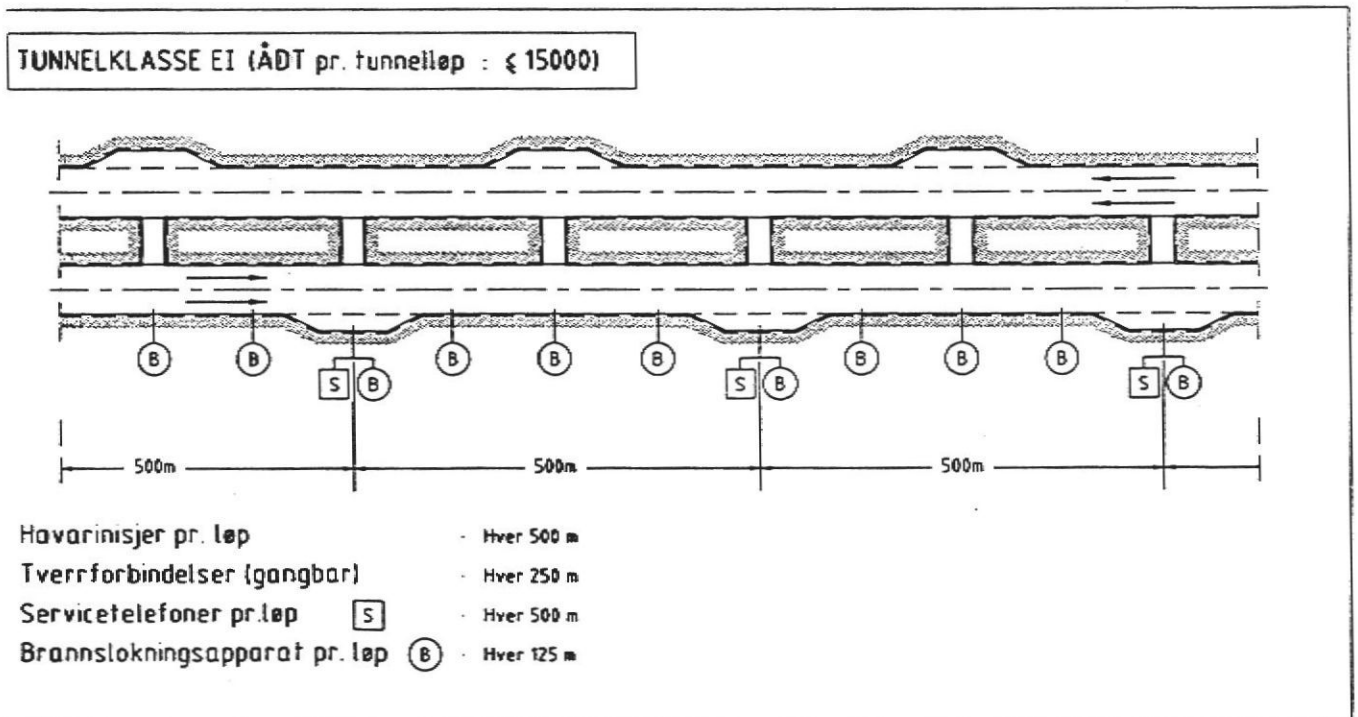
B_T = Total bredde
 B_K = Kjørebanebredde
 X = Senteravstand veggradier
 Y_V = Senterhøyde veggradier
 R_V = Veggradius
 Y_H = Senterhøyde hengradius
 R_H = Hengradius



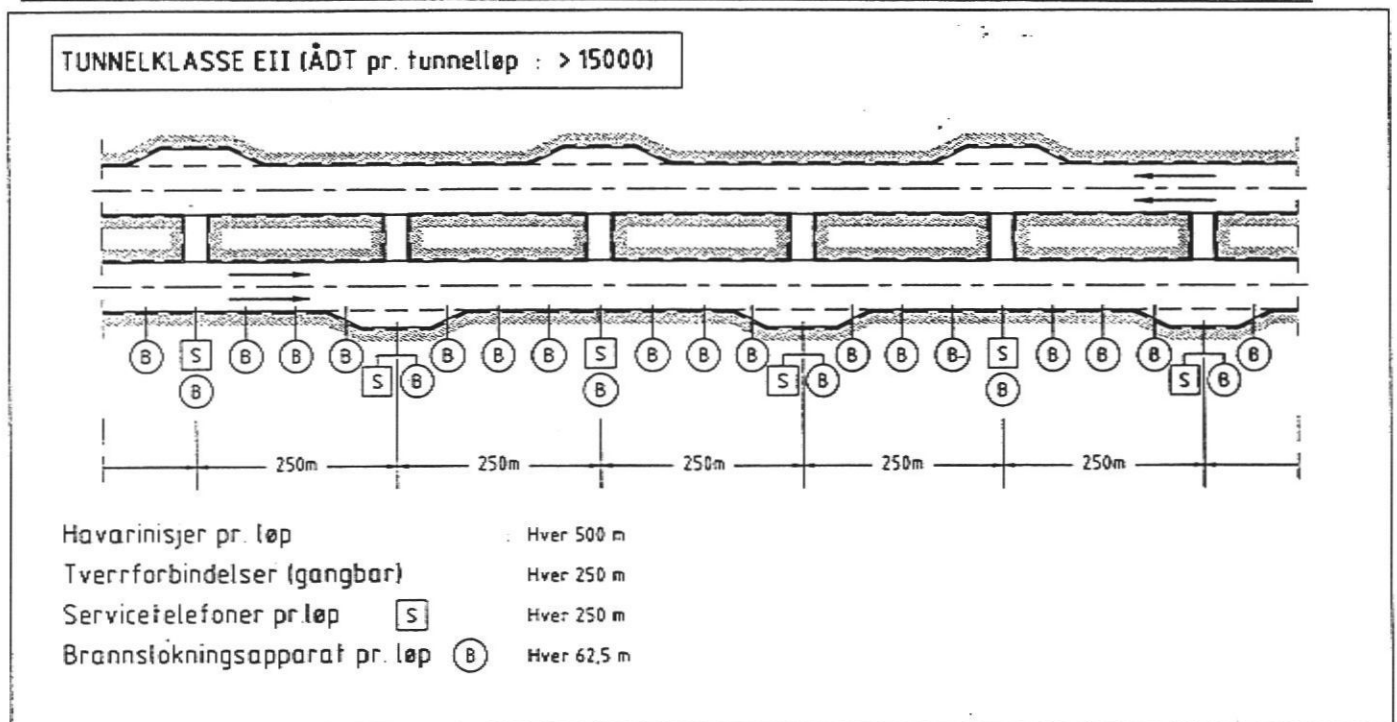
Figur 5.11 Geometriske mål for tunnelprofil T9,5 – T12,5



Figur 7.5 Nisjer og utstyr, tunnelklasse D



Figur 7.6 Nisjer og utstyr, tunnelklasse EI



Figur 7.7 Nisjer og utstyr, tunnelklasse EII

702.2 Krav til utstyr som inngår i sikkerhetsutrustning av tunnel

702.201 Prioritert belysning (nødlys)

Prioritert belysning, (nødlys) skal etableres i alle tunneler som har belysning. Prioritert belysning arrangeres ved at hver fjerde eller femte armatur lyser ca. 1 time når strømmen faller ut. Se kapittel 11, Teknisk anlegg, avsnitt 1102.6

Min.

702.202 Ledelys

Ledelys brukes for å lede trafikantene mot utgangen i røykfylte tunneler. Lysene tennes automatisk eller manuelt i et branntilfelle. Lysene monteres i høyde ca. 1,0 m over kjørebanelen, på én side og med innbrydes avstand på ca. 62,5 m. I kurve gjelder i tillegg at lysene skal være plassert slik at det er sikt fra lys til lys. Lysytelse skal være ca. 1800 lumen og fargetemperatur 4000 K. Lysene skal virke i min. 30 minutter.

↑ 7 time

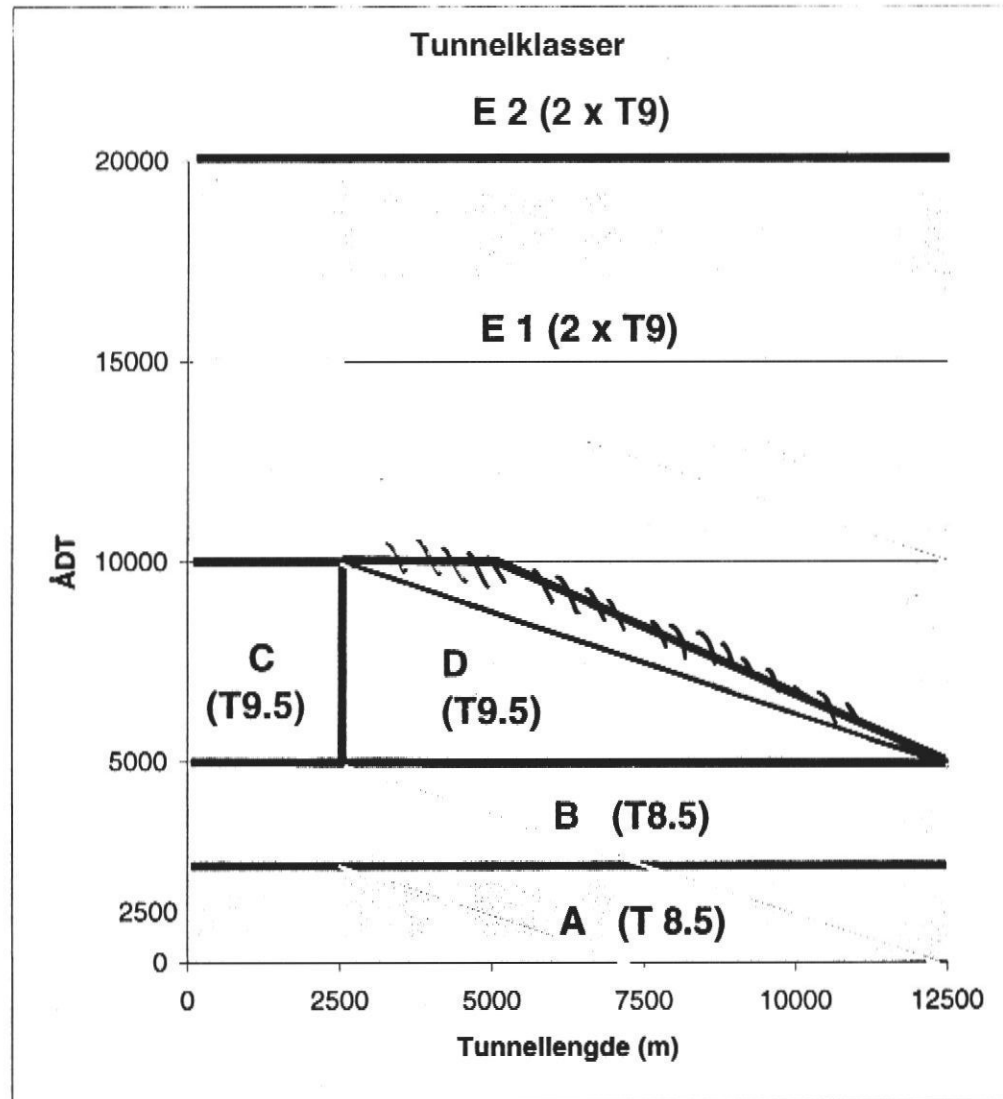
702.203 Servicetelefon

forbrusier ved hjelp av kiosk

Servicetelefon skal være av en type som gir ringesignal når røret løftes. Telefonen skal gi kontakt med bemannet sentral, politi, brannvesen eller lignende. Telefonene skal være koblet slik at det er mulig å se hvilken telefon det ringes fra. Ved ÅDT (20) større enn 2500 skal telefonene ~~montert~~ monteres i støvtett kiosk med innvendig belysning. Eksempel på utforming av nisje med kiosk for servicetelefon er vist i figur 7.3. Servicetelefon skal markeres med skilt 605, Nødtelefon.

ADT Tunnellengde (m)
0 0

20000 12500



Samfunnstjenlige vegtunneler
- et etatsprosjekt i Statens vegvesen

Statusrapport

Juli 1999

INNHold:

1. INNLEDNING	3
2. ORGANISERING	4
3. DELPROSJEKT A-D, "NFR-PROSJEKTET"	5
3.1 Bakgrunn	5
3.2 Organisering	6
3.3 Budsjett	7
3.4 Status forbruk	7
3.5 Informasjon og resultatformidling	8
3.6 Status i delprosjektene	8
<u>3.6.1</u> <u>Delprosjekt A. Forundersøkelser</u>	8
<u>3.6.2</u> <u>Delprosjekt B. Samspill med omgivelsene</u>	8
<u>3.6.3</u> <u>Delprosjekt C. Tetteteknikk</u>	9
<u>3.6.4</u> <u>Delprosjekt D. Prosjektledelse/ organisering</u>	9
3.7 Videre framdrift	9
4. DELPROSJEKT E-J	10
4.1 Innledning	10
4.2 Organisering	10
4.3 Budsjett	10
4.4 Status forbruk	11
4.5 Informasjon og resultatformidling	11
4.6 Status i delprosjektene	11
<u>4.6.1</u> <u>Delprosjekt E. Bergsikring</u>	11
<u>4.6.2</u> <u>Delprosjekt F. Vann og frostsikring</u>	12
<u>4.6.3</u> <u>Delprosjekt G. Levetidskostnader</u>	12
<u>4.6.4</u> <u>Delprosjekt H. Tekniske installasjoner</u>	12
<u>4.6.5</u> <u>Delprosjekt I. Drift og vedlikehold</u>	13
<u>4.6.6</u> <u>Delprosjekt J. Sikkerhet og kjørekomfort</u>	14
4.7 Videre framdrift	15

1. Innledning

For i større grad å fokusere på Statens vegvesen langsiktige eieransvar, ble det i 1998 initiert et etatsatsingsprosjekt på tunneler som skal gjennomføres over 4 år (1998 - 2001).

Etatsprosjektet "Samfunnstjenlige vegtunneler" har pågått siden begynnelsen av 1998 og i henhold til fagdirektørens avtale med etatsdirektøren (Vegteknisk avdelings årsplan, Intern rapport nr. 2093) presenteres det i denne rapporten en status for prosjektet.

Det er høy aktivitet i de fleste delprosjekter, selv om noen arbeidsoppgaver selvsagt har blitt nedprioritert og utsatt som en følge av budsjettkuttet i 1999.

Videre er det nedlagt et betydelig arbeid for å få etablert de fire første delprosjektene som et bransjeprosjekt støttet av Norges forskningsråd.

Det er en generell erfaring at dannelsen av en prosjektledergruppe for lederene av etatsprosjektene i Vegdirektoratet er svært positivt for å kunne diskutere og utveksle de "driftsmessige" erfaringene. I tillegg vil etatsledelsen gjennom dette forumet bli hyppig informert om framdrift og avvik fra opprinnelige planer, samt komme med anbefalinger og innspill i prosessen.

Denne statusrapporten inneholder en overordnet gjennomgang av prosjektet, mens det for delprosjektene henvises til resultatrapporter.

2. Organisering

Prosjektet er organisert som vist i figur 1. De hvite feltene i organisasjonskartet indikerer de delprosjekter som er innlemmet i NFR-prosjektet.

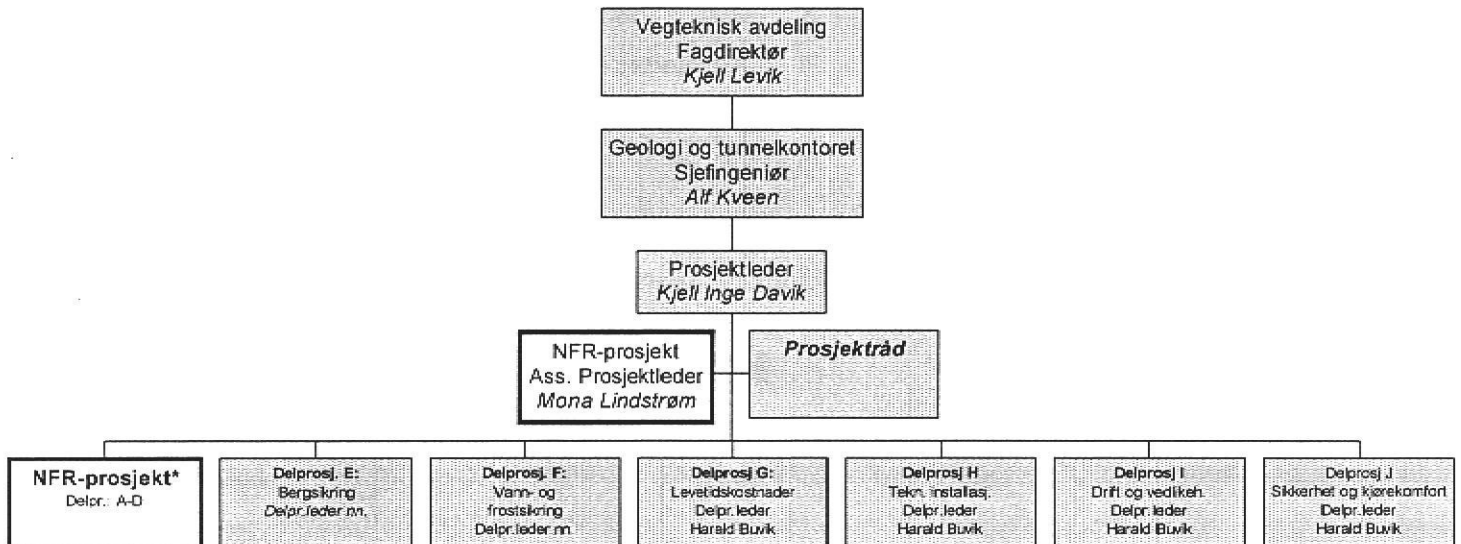


Fig. 1. Organisering av Statens vegvesens etatsprosjekt "Samfunnstjenlige vegtunneler".

* Delprosjekt A-D er tatt ut som et selvstendig prosjekt drevet med støtte fra Norges forskningsråd. Prosjektet "Miljø- og samfunnstjenlige tunneler" ledes av et styre bestående av Jernbaneverket (formannskap), Norconsult AS, NVE, AS Oslo Sporveier, Selmer ASA, Veidekke ASA, SRG AS og Statens vegvesen (prosjektledelse).

Prosjektet har i hovedsak tre "knagger":

- Trafikksikkerhet, kjørekraft
- Samspill med omgivelser
- Levetidskostnader

Det er etablert ti delprosjekter:

- A. Forundersøkelser
- B. Samspill med omgivelsene
- C. Tetteknikk
- D. Prosjektledelse/ organisering
- E. Bergsikring
- F. Vann- og frostsikring
- G. Levetidskostnader
- H. Tekniske installasjoner
- I. Drift og vedlikehold
- J. Sikkerhet og kjørekraft

Prosjektet har ansatt 2 personer i prosjektperioden.
I tillegg er 1 person lønnet over NFR-prosjektet for å bistå prosjektleder med rapportering og gjennomføring.

Da NFR-delen (delpr. A-D) og de øvrige delprosjektene blir gjennomført med ulik økonomisk oppfølging er prosjektene presentert separat i hhv. kapittel 3 og 4.

3. Delprosjekt A-D, "NFR-prosjektet"

3.1 Bakgrunn

Tunnelbransjen har i de to siste årene opplevd mye negativ mediaomtale, i stor grad på grunn av Romeriksporten. Dette førte til at en rekke utdanningsinstitusjoner, forskningsmiljøer etc. i løpet av 1998 søkte Jernbaneverket, Statens vegvesen, Samferdselsdepartementet, Norges forskningsråd m.fl. om støtte til utredninger i forbindelse med grunnvannsproblematikk ved tunneldrift. Disse forslagene hadde tildels likelydene og overlappende problemdefinisjoner.

Med dette som utgangspunkt tok Norges forskningsråd (NFR) initiativ til å samle bransjen for å komme fram til hvordan en videre prosess skulle gjennomføres. Det var på dette allmøtet enighet om at Statens vegvesen og Jernbaneverket i felleskap måtte ta føringen i arbeidet. Da Statens vegvesen allerede hadde etablert et etatsprosjekt som også hadde definert problemstillinger vedrørende grunnvann som område, var det naturlig at vi tok føringen.

Jernbaneverket (v/Strategidir.) og Statens vegvesen (v/K.Levik) sendte sommeren 1998 ut en felles forespørsel til fagmiljøet om deltagelse i NFR-prosjektet, og disse tilbakemeldingene ble evaluert høsten 1998.

NFR hadde gode erfaringer med dannelse av "konsortium" for gjennomføring av denne type prosjekter, både mhp. forpliktelser for deltagerene og en definert egeninnsats for gjennomføring av prosjektets oppgaver.

Statens vegvesen har stilt helt klare krav for å kunne drive dette prosjektet:

- prosjektledelsen må ligge i linjen ved Vegteknisk avdeling.
- prosjektleder for NFR-prosjekt må underlegges/være den samme som PL for etatsprosjekt
- ass. prosjektleder må finansieres over prosjektet

Jernbaneverket har en person i prosjektlederteamet og denne kan sitte i Vegteknisk avdelings miljø når det måtte være behov for det.

Jernbaneverket og Statens vegvesen har vært pådrivere for prosjektet og svært interessert i at det ble etablert så bredt som mulig for å nyttiggjøre erfaringsoverføring fra sektor til sektor. NFR har vært sentrale og nyttige rådgivere i denne prosessen.

I tillegg til de statlige byggherrene er også AS Oslo Sporveier og Norges vassdrags- og Energidirektorat, som forvaltere av vannressurser, tungt inne i prosjektet.

3.2 Organisering

Prosjektets overordnede styring ivaretas av et prosjektstyre ("konsortium") med følgende sammensetning:

Tor Saghaug, Jernbaneverket (formann)
Kjell Repp, Norges vassdrags- og Energidirektorat
Kjell Levik, Statens vegvesen
Steinar Johannessen, SRG AS
Anders Dahl Johansen, Selmer ASA
Ingrid Dahl Hovland, Veidekke ASA
Leif Rune Gausereide, Norconsult AS
Bjørn Erik Selnes, Statens vegvesen
Magne Glomnes, AS Oslo Sporveier
Inger Svensgaard Moe, Jernbaneverket (repr. prosjektlederteam)
Kjell Inge Davik, Statens vegvesen (prosjektleder, sekretær i konsortiet)

Jørn Lindstad, Norges forskningsråd, møter som NFR's representant.

Hvert firma har forpliktet seg til å legge inn 50.000,- i forprosjektet, samt en timeinnsats på 300 timer.

Prosjektstyrets mandat er:

Prosjektstyret, som er satt sammen av 9 likeverdige deltakere, har som mandat å ha overordnet økonomisk styring av prosjektet, samt å foreta faglige strategiske vurderinger i henhold til prosjektets framdrift.

Prosjektet antas å vare fra 1999 - 2003, der 1999 avsettes til et forprosjekt.

Fra Statens vegvesens side går NFR-prosjektet inn som en del av etatsprosjektet "Samfunnstjenlige vegtunneler", se kap. 4.

Det arbeides kontinuerlig med at organiseringen skal være optimal i forhold til de arbeidsoppgaver og strategiske vurdering som gjøres i prosjektet. Således er en økning av deltakende firmaer i prosjektstyret for tiden til vurdering.

Prosjektlederteamet består i forprosjektperioden av:

Kjell Inge Davik, prosjektleder, Statens vegvesen.
Inger Svensgaard Moe, Jernbaneverkets representant.
Mona Lindstrøm, assisterende prosjektleder, Statens vegvesen.

De fire delprosjektene ledes av:

A: Forundersøkelser,	Peer Richard Neeb, NGU
B: Samspill med omgivelsene,	Tor Simon Pedersen, NVE
C: Tetteteknikk,	Oddbjørn Aasen, NVK AS
D: Prosjektledelse/ organisering,	Bjørn Helge Klüver, Statens vegvesen

For hvert delprosjekt er det dannet arbeidsgrupper der fagpersoner fra byggherrer, entreprenører, konsulenter, forskningsinstitusjoner og utdanningsinstitusjoner deltar.

3.3 Budsjett

I forprosjektet er det arbeidet utfra et budsjett som vist i tabell 1.

Tabell 1. Budsjett 1999, NFR-prosjekt (forprosjekt)

Post:	Kontanter:	Utgifter:
Bidrag prosjektstyret, 8 * 50.000,-	400.000,-	
Bidrag NFR	1.000.000,-	
Bidrag NFR, ass. Prosjektleder	400.000,-	400.000,-
Prosjektledelse, sekretariat, delpr. A		200.000,-
Prosjektledelse, sekretariat, delpr. B		200.000,-
Prosjektledelse, sekretariat, delpr. C		200.000,-
Arbeid i delprosjektene		630.000,-
Informasjon, adm., møter + annet		170.000,-
SUM	1.800.000,-	1.800.000,-

I tillegg til dette budsjettet kommer egeninnsatsene fra deltagerene i form av:

- 8 * 300 timer (for deltakende firmaer i prosjektstyret)
- møtetid øvrige deltagere
- tilleggsinnsats

De 630.000,- til arbeid i delprosjektene, ble på siste styremøte (8.juni 1999) fordelt til delprosjektlederne etter en prioriteringsliste slik at arbeidet kom i gang før sommerferien.

3.4 Status forbruk

Pr. 1. halvår 1999 er det forbrukt 109.000,- av de totale kontanter i prosjektet. Dette er som forventet ettersom det i 1. tertial ble nedlagt en stor innsats i form av egeninnsats og at majoriteten av utgiftene vil komme i 2. og 3. tertial.

Regnskapsrapporten til NFR for 1. tertial 1999 viser at deltakerene i prosjektet har lagt inn egeninnsats for 492.000,- i denne perioden.

3.5 Informasjon og resultatformidling

Prosjektet har i første halvår 1999 informert gjennom:

- Foredrag, kursdagene Januar 1999.
- Nyhetsbrev på engelsk i forbindelse med ITA-konferansen i Oslo, Juni 1999.

På sikt legges det opp til informasjon med egen internettside.

3.6 Status i delprosjektene

3.6.1 Delprosjekt A. Forundersøkelser

Det arbeides med flere problemstillinger:

- Målsetting for forundersøkelser
- Referanser til normer og standarder
- Geofysikk
- Geologi
- Spenninger
- Påhugg

Et av målene med delprosjektet vil være å evaluere forundersøkelser som et middel for å forbedre kostnadsoverslagene og øke sikkerheten i gjennomføringen av tunnelprosjekt. Videre er det et mål å komme fram til et riktig nivå avhengig av planfase.

3.6.2 Delprosjekt B. Samspill med omgivelsene

Det arbeides med følgende problemstillinger:

- Hydrologi, geologi og modeller
- Påvirkning på overflaten, utmark
- Påvirkning på overflaten, urbanområder
- Forvaltning, kost/nytte, jus
- Informasjon, kommunikasjon, media

Områdene er delt inn i temagrupper som er i gang med arbeidet.

3.6.3 Delprosjekt C. Tetteknikk

Det arbeides med følgende problemstillinger:

- Prosjekterfaringer-materialer, med hovedvekt på Romeriksporten
- Optimalisering av metoder/utstyr mhp. tidskostnader
- Utprøving av injeksjonsmetode ved liten overdekning/ strenge tetthetskrav/ dårlig fjell, E18- Baneheia.
- Dokumentasjon av aktiv injisering
- Oppdatering av injeksjonshåndbok
- Design tett betongutføring
- Naturlige tetteeffekter/ saltvann
- Naturlige tetteeffekter/ ferskvann
- Vanninfiltrasjon
- Prosjekterfaringer og praksis fra Sverige, en sammenligning.
- Injisering og HMS, en statusgjennomgang

Det vil blant annet bli benyttet diplomstudenter høsten 1999 for arbeid med enkelte av oppgavene.

3.6.4 Delprosjekt D. Prosjektledelse/ organisering

Det arbeides med følgende problemstillinger:

- Organisering og omfang av arbeidene i de ulike faser av et prosjekt
- Forhold til berørte parter, lover og regler
- Ansvarsdeling mellom berørte parter
- Styring av prosessene, dokumentasjon
- Kontraktsmessige forhold
- Forhold til eksisterende standarder og normaler
- Oppgjørsregler med mer.

Målet er at delprosjektet ikke blir for generelt og følgende punkter anses som viktige:

1. må samkjøres med de øvrige delprosjekter og inngå som en naturlig supplering til disse
2. må ta opp konkrete problemstillinger i tilknytning til de øvrige delprosjekter

3.7 Videre framdrift

Arbeidet i delprosjektene vil fortsette fram til medio oktober. Da skal det foreligge en foreløpig sluttrapport for delprosjektene. Disse settes sammen til en foreløpig sluttrapport for hele prosjektet som behandles i styret. Endelig sluttrapport foreligger medio november og vil ligge som et vedlegg til en søknad om hovedprosjekt overfor NFR.

4. Delprosjekt E-J

4.1 Innledning

Delprosjektene E-J gjennomføres innen opprinnelig tidsplan, dvs. fram til år 2001.

Det er stor aktivitet i delprosjektene G-J og mange ressurspersoner innen Statens vegvesen er involvert i arbeidet.

4.2 Organisering

Etatsprosjektet "Samfunnstjenlige vegtunneler" er organisatorisk forankret "i linjen" ved Geologi- og tunnelkontoret, Vegteknisk avdeling i Vegdirektoratet.

Videre er det nedsatt et prosjektråd som vil bistå prosjektledelsen med å holde prosjektets mål og milepæler. Rådet består av:

Andreas Setsaa, Vest-Agder (formann)
Tore Hoven, Sør-Trøndelag
Jan Eirik Henning, Vegdirektoratet
Øivind Søvik, Hordaland
Audun Aaland, Sogn og Fjordane
Eirik Øvstedal, Buskerud
Kjell Inge Davik (prosjektleder og sekretær i rådet)

Delprosjektene ledes av:

E: Bergsikring,	oppstart 2000, Kjell Inge Davik inntil videre
F: Vann- og frostsikring,	oppstart 2000, Kjell Inge Davik inntil videre
G: Levetidskostnader,	Harald Buvik
H: Tekniske installasjoner,	Harald Buvik
I: Drift og vedlikehold,	Harald Buvik
J: Sikkerhet og kjørekomfort,	Harald Buvik

Innen hvert delprosjekt er det dannet arbeidsgrupper med ressurspersoner fra etaten.

4.3 Budsjett

Det er utarbeidet et revidert budsjett iht. de innskrenkninger som er gjort i tildelingene. Prosjektet hadde i beskrivelsen budsjettet med 2.500.000,- i 1999 og fikk tildelt 1.750.000,-. Dette medfører at en del arbeidsoppgaver blir skjøvet fram til neste år. Dette gjelder blant annet fullskala prøving av slukningsutstyr ved brann i vegtunneler. Dette prosjektet vil kreve en betydelig økonomisk innsats, noe det ikke ble rom for i 1999. Prosjektet anser dette som viktig for samfunnstjenlighet av tunnelene og vil igjen prioritere dette i 2000.

Revidert budsjett er vist i tabell 2.

Tabell 2. Budsjett 1999, Etatsprosjekt

<i>Post:</i>	<i>Kontanter:</i>	<i>Utgifter:</i>
Tildeling	1.750.000,-	
Bidrag NFR-prosjekt		50.000,-
Prosjektledelse, INFO, møter pr.råd		230.000,-
Delprosjekt A-D (NFR). Lønn delpr.leder + div forsøk, egenandel*		580.000,-
Delprosjekt E-F, innledende arbeid		40.000,-
Delprosjekt G-J, lønn, utgifter delpr.leder		600.000,-
G: Bistand SvTelemark		50.000,-
I: div . arbeid		50.000,-
J: Estetikkrapport		100.000,-
J: Brann, forberedende arbeid		50.000,-
SUM	1.750.000,-	1.750.000,-

* øvrige utgifter dekkes av NFR-prosjektet (se kap. 3)

4.4 Status forbruk

Pr. 1. halvår 1999 er det forbrukt 890.000,- (51 %) av det totale budsjett i prosjektet. Prosjektets framdrift er i henhold til planlagt etter nevnte revisjon.

4.5 Informasjon og resultatformidling

Prosjektet har i første halvår 1999 informert gjennom:

- Foredrag, kursdagene Januar 1999.
- Nyhetsbrev april 1999.
- Artikkel i Våre vegger 5/1999.
- Side på internett under FoU på Statens vegvesens Web-side.

4.6 Status i delprosjektene

4.6.1 Delprosjekt E. Bergsikring

Oppstart år 2000. Det planlegges spesielt å se på levetidsbetraktninger av bergbolter og en komplettering av arbeid gjort med bestandighet av sprøytebetong i tunneler.

4.6.2 Delprosjekt F. Vann og frostsikring

Oppstart år 2000. Det planlegges spesielt å se på ikke-brennbare konstruksjoner. Det er i 1999 planlagt noe arbeid på membraner for å forbedre kapittel i ny håndbok 163 "Vann- og frostsikring av vegtunneler".

4.6.3 Delprosjekt G. Levetidskostnader

Delprosjektet arbeider utfra følgende delmål:

Gjennom dette arbeidet har Statens vegvesen utarbeidet metoder og/eller modeller som gir etaten som byggherre et verktøy for å oppnå et produkt som er funksjonelt – med optimale levetidskostnader- utifra den funksjon produktet skal ha og for de trafikantene det skal betjene. Vurdering av produktet må sees i lys av etatens langsiktige eieransvar.

Arbeidsgruppen består av:

Harald Buvik, Vegdirektoratet (leder)
Jørund Lien, Telemark
Bjørn Flatekval, Buskerud

Det er i første halvår utarbeidet forslag til en modell for beregning av levetidskostnader. Det er utarbeidet et sett med krav som må settes til analysemodellen. En prototype på modellen vil prøves ut ved flere vegkontor i september 1999.

4.6.4 Delprosjekt H. Tekniske installasjoner

Delprosjektet arbeider utfra følgende delmål/mandat:

- *I løpet av prosjektperioden t.o.m. 1. kvartal 2001 skal gruppen utarbeide rapport (er) som beskriver og prioriterer betydningen av tekniske installasjoner i forhold til tunnelens funksjon og etter en samlet gjennomgang definerer kostnadseffektive tiltak for å redusere levetidskostnadene for installasjonene i tunnel.*
- *Gruppen skal definere hva som finnes av definerte funksjonskrav i dag og vurdere om disse er gode nok.*
- *Gruppen utarbeider funksjonskrav og/eller tekniske krav og beskriver funksjonssikkerhet som ivaretar både eksisterende og foreslåtte framtidige løsninger.*

Arbeidsgruppen består av:

Harald Buvik, Vegdirektoratet (leder)
Petter Bergersen, Oslo
Arve Jonassen, Oslo
Jan Hennestad, Vegdirektoratet
Kjell Moen, Troms
Bjarne Lysberg, Hordaland
Mona Løvås, Hordaland
Heert Daas, Oslo
Tore Breisnes, Oslo
Tor Frøland, Rogaland
Oddmund Lefdal, Sogn og Fjordane
Jan Ø. Pedersen, Vest-Agder

Det arbeides innen en rekke områder:

- Lysanlegg
- Ventilasjon og renseanlegg
- Styring og overvåkning
- Pumper
- Samband/radio
- Rømningsveger
- Felleskrav til utstyr
- M.fl.

Ansvar for delrapportering er fordelt i gruppa.

4.6.5 Delprosjekt I. Drift og vedlikehold

Delprosjektet arbeider utfra følgende delmål/mandat:

- *I løpet av prosjektperioden t.o.m. 2. kvartal 2001 skal gruppen utarbeide rapport (er) som beskriver alle forhold som kan ha betydning for, og påvirker utviklingen av, et mer kostnadseffektivt vedlikehold.*
- *Gruppen skal gjennomgå og vurdere drifts- og vedlikeholdsprosessen i forhold til samtlige tunnelelement på bakgrunn av erfaring utifra dagens geometriske og tekniske løsninger.*
- *Gruppen skal definere områder innen drift- og vedlikehold som har størst betydning i en kostnadseffektiv utvikling. Gruppen isolerer og definerer forbedringspotensiale og fremmer forslag.*
- *Gruppen skal vurdere behov for, og evt. utarbeide funksjonskrav og beskrive funksjonssikkerhet for utvalgte element.*
- *Gruppen skal vurdere erfaringsutvekslingen innenfor drift- og vedlikehold utifra behov for å sikre at slik utveksling blir best mulig ivare tatt.*

Arbeidsgruppen består av:

Harald Buvik, Vegdirektoratet (leder)
Olaf Nordgaard, Akershus
Anders Mjell, Akershus
Sveinung Myklebust, Møre og Romsdal
Gunnar Gjæringen, Hordaland
Helge Hoven, Sør-Trøndelag
Harald Thorbergsen, Nordland
Viktor Eivik, Nordland
David Håndlykken, Sogn og Fjordane

Arbeidet blir delt i to der dette er formålstjenlig for å se på høy- og lavtrafikk tunneler.

Det tas videre "tak i" de forskjellige fasene; planfase, prosjekteringsfase, byggefase, overtakelsesfase, driftsfase og erfaringsoverføringsfase, og hvilke administrative og tekniske krav hver fase vil kreve for et mer kostnadseffektivt vedlikehold.

Håndbok 213 "Helse, miljø og sikkerhet ved arbeid i trafikkerte vegtunneler" er nå ferdig.

4.6.6 Delprosjekt J. Sikkerhet og kjørekomfort

Delprosjektet arbeider utfra følgende delmål/mandat:

- *I løpet av prosjektperioden t.o.m. 2.kvartal år 2000 skal gruppen utarbeide rapport(er) som beskriver forhold som kan ha betydning for, og som kan føre til forbedringer av trafikantenes sikkerhet og kjørekomfort i tunneler, rømningsforhold samt øke den generelle kunnskap til trafikantene om hvorledes sikkerhetsutstyret i tunneler fungerer.*

Arbeidsgruppen består av:

Harald Buvik, Vegdirektoratet (leder)
Corinne Chiodini, Akershus
Finn Harald Amundsen, Vegdirektoratet
Gunnar Lotsberg, Sogn og Fjordane

Arbeidet vil konsentrere seg om følgende temaer:

- Beredskapsplaner
- Rømming
- Kjørefart/kjørekomfort
- Informasjon
- Estetikk
- Sikkerhetskonsept
- Brannsikkerhet
- Risikomodell, farlig gods

Rapport om estetikk er ferdig i høringsutgave. Endelig rapport vil foreligge 1. september 1999.

Tross innskrenket tildeling til prosjektet arbeides det videre med brannsikkerhet i tunneler. Det vil videre bli sett på slukkesystemer og dokumentasjonmetoder i år 2000.

Innen Nordisk Vegteknisk Forening arbeides det i utvalg 32; "Bruer og tunnelkonstruksjoner" med et "Sikkerhetskonsept for tunneler". Dette arbeidet vil være ferdig sommeren år 2000 og gå inn som en sentral del av delprosjektet.

Det vil også sees på forhold til brannvernloven mhp. at det skal utnevnes et beredskapsansvarlig for hver tunnel, som nedfelles i beredskapsplanen. Videre vil problematikken omkring definering og beskrivelse av ulike akseptkriterier som en del av beredskapsplanen, bli evaluert.

4.7 Videre framdrift

Arbeidet i delprosjektene vil fortsette iht. de tidspunkter som er nevnt i mandatene innen de forskjellige delprosjektene (se kap 4.6) . Dersom tildeling i 2000 blir som forutsatt kan også arbeidet med brannsikkerhet og slukkesystemer intensiveres.

Trafikk og brann- sikkerhet i veg- tunneler

Trafikk og brannsikkerhet i vegtunneler

Sjefsing Finn Harald Amundsen
Kontor for trafikkanalyse
Vegdirektoratet

1 Oversikt over vegtunneler i Norge

I løpet av de siste 15 - 20 årene har Norge blitt et av landene i verden med flest vegtunneler. Vi har langt flere vegtunneler enn land som USA og Canada. Tabellen neden for viser antall tunnelrør i en del land (basis ca 1995 - 97).

Land	Antall vegtunneler	Samlet tunnellengde
Norge	863	671 466
Nederland	35	22 400
Frankrike	954	262 081
Storbritannia	53	37 006
Tyskland	261	125 010
Østerrike	203	271 688
Sveits	243	191 235
Japan	7050	-

Tabellen viser at det kun er to land som har flere vegtunneler enn Norge. Med et lite forbehold om at lengdene kan være gale, virker det som om Norge har et av de lengste tunnelnettene. I tillegg har også Norge gjennom de siste årene vært det land som har åpnet flest vegtunneler.

Den neste tabellen viser antall vegtunneler på riksvegnettet i ulike lengdegrupper. I løpet av de siste seks årene er det åpnet 128 nye vegtunneler. De fleste nye vegtunneler ligger i lengdegruppene fra 500m til 3000m. Den gjennomsnittlige tunnellengden er økt med over 50% de siste 10 årene og gjennomsnittslengden er nå 832m.

Tunnellengde i m	Antall tunneler	Samlet tunnellengde i m
Under 100m	118	7 058
100-500m	310	77 042
500-1000m	145	100 954
1000-3000m	131	228 128
Over 3000m	44	217 385
Sum	748	630 567

I tillegg til disse tunnelene på riksvegnettet er det nå åpnet 147 (78 187m) vegtunneler på fylkesvegnettet. Dette betyr at det nå er 895 vegtunneler med en samlet lengde på ca 709km.

De fleste tunnelene har vi i Hordaland (195), Sogn og Fjordane (135), Nordland (90) og Rogaland (74). Til sammen har disse fylkene 2/3 av vegtunnelene i landet.

Typisk for de norske vegtunnelene sammenlignet med utlandet er at de har lave trafikkmengder. 45% av tunnelene har en ÅDT som ligger under 1000, mens kun 20% har en ÅDT som overstiger 5000. Den gjennomsnittlige ÅDT i riksveggtunnelene er 3 800.

Gjennom de siste årene er det investert mye i å øke standarden på de norske vegtunnelene. I dag er det kun 18% av tunnelene som ikke har to kjørefelt, men det er fortsatt ca 1/3 av vegtunnelene som har for lav fri høyde i forhold til vegnormalene (4,6m). Når det gjelder teknisk utstyr har 22% av vegtunnelene mekanisk ventilasjon/langslufting (59% av tunnellengden er ventilert). Det er nå kun et lite antall tunneler lengre enn 100m som ikke har belysning. Særlig er det lagt vekt på å utstyre tunnelene med nødvendig sikkerhetsutstyr. Et spesielt program med særlige bevilgninger vil i løpet av en fireårsperiode kunne dekke opp behovet i eldre vegtunneler. I dag har 217 (68% i forhold til normalene) tunneler brannslukkere og 167 (50%) har nødtelefoner. Utover dette har 154 vegtunneler montert vekselblinkanlegg og 100 har bommanlegg (43 fjernstyrte). 93 tunneler er nå utstyrt med antennekabel.

2 Typiske trekk ved vegtunnelene

Det er en del typiske trekk ved vegtunneler i Norge i forhold til utlandet og vegtunneler i forhold jernbane- og T-banetunneler som er viktig å være klar over.

I forhold til utlandet er det viktig å være klar over at de norske vegtunnelene har meget lave trafikkmengder. Kun våre storbyttunneler har trafikkmengder som tilsvarer de utenlandske vegtunnelene. Ellers har våre vegtunneler knapt 10% av den trafikken som er vanlig i utlandet. Til tross for dette er våre sikkerhetskrav på samme nivå som i utlandet når vi tar hensyn til trafikkmengden. Et annet typisk trekk er at våre tunneler stort sett ligger utenom tettbygd strøk. Under 10% av tunnelene ligger i tettsteder. I Norge brukes kun langslufting som ventilasjonsprinsipp også i ettløps tunneler, mens det i utlandet er vanlig med tverrventilasjon i ettløpstunneler når tunnellengden overstiger ca 1 km. I de fleste land øker imidlertid denne lengden. Ellers må det også nevnes at vi nesten bare har utsprengte tunneler i sikkert fjell. I mange andre land vi gjerne sammenligner oss med er det mange tunneler bygd som betongkulverter eller tunneler boret i løst fjell. Dette betyr at vi stort sett kan ta som

utgangspunkt at tunnelkonstruksjonen vil kunne tåle de fleste tenkelige uhell med farlig gods og at det er personsikkerhet vi skal konsentrere oss om.

Vegtunneler og banetunneler er to vidt forskjellige byggverk sikkerhetsmessig sett. I vegtunneler kan alle med førerkort bruke tunnelen uansett om de har spesiell opplæring i tunnelkjøring eller ikke. De som kjører i banetunnelene har alle spesiell utdanning. I vegtunnelene har vi relativt mange enheter med få personer, mens det i banetunnelene er få enheter med mange personer. Vi må derfor forvente vesentlig høyere hendelsesfrekvenser i vegtunneler, mens personskadefrekvensene blir lavere. Dette betyr at i vegtunnelene må vi legge stor vekt på at tunnelene er utstyrt riktig fordi alle og enhver vil kunne komme opp i en problematisk hendelse, mens det i banetunnelene alltid vil være kvalifisert personell til stede. I vegtunnelene vil det måtte legges særlig vekt på at trafikanter kan orde opp selv i den kritiske første fasen, mens utrykningspersonell kun kan forventes etter en tid. Denne tiden kan flere steder i landet bli opp mot eller mer enn 30 minutter.

3 Strategi for tunnelsikring

Det er ingen diskusjon omkring hovedstrategien for Statens vegvesens sikkerhetsarbeid. Den er å sørge for en meget høy personsikkerhet. Dette betyr både at det blir viktig å redusere antall hendelser som kan føre til ulykker og brann, som igjen kan gi personskader, og sørge for at om det først har skjedd en ulykke så må skaden bli så lav som mulig.

I praksis har vegvesenet fulgt den policy at det ikke skal skje flere personskader pr kjøretøy kilometer i tunneler enn ellers på vegnettet.

I denne forbindelse betyr dette at det er viktig for Statens vegvesen å ha gode kunnskaper om de hendelser som vi vet skjer i tunnelene for å kunne sette inn de mest effektive mottiltakene. Siden kun et lite antall norske vegtunneler overvåkes kontinuerlig er vi helt avhengige av at trafikantene selv melder hva som skjer. Slike meldinger får vi i dag stort sett bare fra tunneler som har nødtelefoner knyttet til de fem Vegtrafikksentralene i landet. Utover dette kjenner en kun til at rapporterte hendelser systematiseres for Ålesundtunnelene. Data i dette foredraget er først og fremst basert på opplysninger innsamlet av VTSene og av Vegdirektoratet gjennom spesielle undersøkelser.

4 Ufrivillig stopp/Havarier etc.

Den mest vanlige hendelse i vegtunneler er at trafikantene må stoppe av en eller annen grunn. De fleste VTSer loggfører hendelser i tunneler og har derfor en god oversikt over hva som faktisk skjer. Hvor god denne statistikken er kan imidlertid diskuteres. For de fleste tunnelers vedkommende kommer slike opplysninger fra tunneler med nødtelefon. I noen tilfeller kan det også være brukt mobiltelefon, ved at medtrafikanter gir beskjed når de kommer ut av tunnelen. Kun i noen tunneler i Osloområdet med TV-overvåking er det mulig for VTSen å følge med hva som faktisk skjer i tunnelene. Erfaringene fra Festningstunnelen (tidligere Oslostunnelen) viser at av 560 loggførte hendelser var 214 meldt på nødtelefon, dvs 38,2%. Dette gir grunn for å anta at vi for tunneler med nødtelefon neppe får kunnskap om mer enn

40-50% av det som faktisk skjer. I tunneler uten nødtelefoner får vi kun kjennskap til de mest alvorlige hendelser som trafikkulykker, branner etc.

Hensikten med å følge så nøye med i slike havarier/hendelser er dels at de kan føre til alvorlige ulykker og dels at de krever innsats fra vegvesenet. I mange tilfeller vil de kunne skape store trafikkproblemer på tider der trafikken allerede er høy.

Selv om hendelses-statistikken blir meget unøyaktig kan det være av interesse å se hva som er årsak til hendelser og hvilken type hendelser det gjelder. Oversikten i tabellen er basert på data fra 4 VTser. Oversikten er basert på data fra 1.1.1997 til 30.06.1998, dvs et og et halvt år.

Type hendelse	Oslo	Bergen	Trondheim	Nordland	Sum i %
Brann	2	3	1	3	0,2
Personskadeulykke	18	16	2	2	2,5
Materiellskadeulykke	57	19	1	1	5,2
Drivstoffmangel	233	90	5	5	22,4
Motorstopp	441	231	40	3	48,0
Punktering	53	35	-	-	5,9
Gjenstand i kjørebanelen	35	-	17	-	3,5
Annet	177	6	-	-	12,3
Sum	1016	390	97	14	1517

Tabellen viser at nesten halvparten av alle ufrivillige stopp i tunnelene skyldes motorproblemer. Ytterligere en fjerdedel har sammenheng med drivstoffmangel. Når det gjelder branner og ulykker behandles disse typer hendelser senere.

Det er vel ikke særlig overraskende at problemer oppstår pga gjenstander i kjørebanelen. Dette vil kun i noen tilfeller gjelde fjellstykker som er falt ned. Langt vanligere er det at lastebiler og andre mister varer og andre gjenstander. Noe mer overraskende er det at det i byområdene i Oslo og Bergen er så mange punkteringer i tunnelene. Av de mer spesielle hendelsene kan nevnes det som skjedde i Skarvbergstunnelen på E69 i Nordland. Her fikk VTS en nødtelefonsamtale fra en person som ikke klarte å få opp kuldeporten. Han var med andre ord stengt inne i tunnelen.

Kun i Oslo hvor rapporteringen er god og trafikken er høy har det vært mulig å se nærmere på hvor hyppig hendelsene skjer. For de tre tunnelene Festningstunnelen, Ekebergstunnelen og Vålerengstunnelen er det beregnet såkalte havarifrekvenser. Disse viser at det i tidsperioden ble registrert i overkant av 5 havarier pr en mill kjørt km. Frekvensen var høyest i Festningstunnelen (5,9) og lavest i Ekebergstunnelen (4,4). Dette kan dels ha sammenheng med tunnelenes utforming og dels med TV-dekningen.

5 Personskadeulykker

I 1997 gjennomførte Vegdirektoratet en undersøkelse av alle vegtunneler åpnet før 1992. Undersøkelsen omfattet 587 vegtunneler med 499 personskadeulykker (5 år). I ca 2/3 av

tunnelene var det ikke registrert personskadeulykker. Dersom vi sammenligner tunnelene i undersøkelsen med tunnelene på riksvegnettet i Norge i dag, er tunnelene litt kortere (gjennomsnittlig lengde ca 800m), men de har omtrent samme trafikk som dagens tunneler (ca ÅDT 4 000).

Det er også gjennomført tilsvarende undersøkelser i Norge tidligere. Den som ligner mest i omfang og metode er utført av NTNU i 1979/80. Tunnelene i denne undersøkelsen var imidlertid vesentlig kortere og hadde mindre trafikk. Resultatene fra denne undersøkelsen viste at ulykkesfrekvensen i overgangssonen (50m utenfor og de første 50m i tunnelen) var 0,86, mens den var 0,17 inne i tunnelene (personskadeulykker pr år pr mill kjt km). Videre viste undersøkelsen at over halvparten av ulykkene (52%) var singelulykker, 20% var møteulykker og 13% var påkjøring bakfra ulykker.

I Vegdirektoratets undersøkelse fra 1997 ble ulykkene sortert etter hvor de hadde skjedd i tunnelene.

Sone 1	50m utenfor tunnelen
Sone 2	de første 50m inne i tunnelen
Sone 3	de neste 100m inne i tunnelen
Sone 4	midtsonen, dvs resten av tunnelen

I tabellen nedenfor er vist beregnet ulykkesfrekvens for de fire sonene.

Sone	Lengde i km	Antall ulykker	Ulykkestetthet (ulykker pr km)	Ulykkesfrekvens (1997)	Ulykkesfrekvens (1980)
1	59	127	0,43	0,30	0,86
2	54	95	0,35	0,23	0,86
3	77	94	0,24	0,16	0,17
4	329	176	0,11	0,10	0,17
Sum	519	492	0,16	0,15	

Tabellen viser at tunnelene har en lav ulykkesfrekvens sammenlignet med tilsvarende veger i dagen (0,15 mot 0,25). Kun selve inngangssonen har høyere ulykkesfrekvens enn veger i dagen. Tabellen viser også at ulykkesfrekvensen er sterkt redusert fra 1980 til i dag. Reduksjonen er vesentlig større enn reduksjonen på veger i dagen (0,25 mot 0,33). Reduksjonen har vært særlig høy i inngangssonene.

I praksis betyr dette at 25% av ulykkene skjer i de første 50m, 25% i de neste 100m og 50% i resten av tunnelen.

I undersøkelsen er det også sett på skadegrad. Det viser seg at de ulykkene som skjer i tunnelene er noe mer alvorlige enn ulykkene på vegnettet forøvrig. I tunnelulykkene blir 3,6% drept, mens 2,8% blir drept i personskadeulykkene ellers på vegnettet. Det blir flest drept like utenfor tunnelen og i tunnelens midtsone. Antall skadde pr ulykke er også noe høyere i vegtunneler (1,51) enn ellers på vegnettet (1,38).

Dersom vi ser på uhellstypene er nå 46% av typen påkjøring bakfra, 17% møteulykker og 30% singelulykker. Disse tre uhellstypene er også overrepresentert i forhold til fordeling på ulike uhellstyper på vegnettet forøvrig. Disse andelene varierer endel fra ettrørs til torørs tunneler. I tunneler med ensrettet trafikk skjer hele 62% ved påkjøring bakfra og 23% i

singelulykker. I tunneler med toveisrettet trafikk skjer 33% av ulykkene ved påkjøring bakfra og 34% i singelulykker.

Den neste tabellen viser sammenhengen mellom ulykkesfrekvens og tunnellengde.

Lengdegruppe	Antall tunneler	Lengde i km	Ulykker	Ulykkesfrekvens
0 - 100m	108	6,2	7	0,35
101 - 500m	244	61,5	123	0,21
501 - 1000m	105	71,8	84	0,15
1001 - 3000m	101	171,9	119	0,11
Over 3000m	29	148,7	32	0,05
Sum	587	460,1	365	0,13

Tabellen viser klart at sikkerheten øker når tunnallengden øker. Selv om vi justerer bort inngangssonene er det en klar sammenheng mellom lengde og ulykkesfrekvens.

Sammenhengen mellom ulykkesfrekvens og ÅDT er ikke like sterk, men det er en tendens mot at tunneler med lav ÅDT har noe høyere ulykkesfrekvens. Dette kan imidlertid også ha sammenheng med at disse tunnelene er kortere enn gjennomsnittet og at de har noe lavere standard, feks vil et stort antall ikke ha belysning.

Sammenhengen mellom vegbredde og ulykkesfrekvens viser at tunneler som ikke har to kjørefelt har høyere ulykkesfrekvens (0,26) enn tunnelene som har to eller flere kjørefelt pr rør (0,11).

Noe overraskende viste det seg at ulykkesfrekvensen i midtsonen i ett og toløpstunneler var den samme (0,10). Ulykkesfrekvensen de første 50 m inne i tunnelen (sone 2) var imidlertid lavere i torørs- (0,16) enn i ettrørs (0,23)-tunneler. Erfaringer fra undersøkelser av ulykker på to- og firefelt motorveger har vist at selv om forskjellen i ulykkesrisiko er relativt lav, kan forskjellene i skadegrad være vesentlig. Det er derfor beregnet en vektet skadegradsrisiko (basert på vedtatte ulykkeskostnader).

Tunnelsone	Ett løps tunneler		To løpstunneler	
	Ulykkesfrekvens	Skadegradsfrekvens	Ulykkesfrekvens	Skadegradsfrekvens
Sone 1	0,29	1,43	0,35	1,03
Sone 2	0,27	1,21	0,16	0,46
Sone 3	0,16	0,77	0,15	0,40
Sone 4	0,09	0,89	0,10	0,28
Tunnelen	0,15	1,13	0,12	0,40

Tabellen viser at selv om ulykkesfrekvensen ikke er så forskjellig for tunneler med en- og toveistrafikk, viser skadegraden stor forskjell. I toveiskjørt vegtunneler er skadegraden nesten tre ganger så høy som i tunneler med ensrettet trafikk. I midtsonen er forskjellen enda større.

Det er forøvrig ganske stor forskjell mellom tunnelenes ulykkesfrekvens. I undersøkelsen har vi kontrollert antall ulykker og beregnet ulykkesfrekvens for alle ulykker med 5 eller flere

ulykker. På denne listen lå to tunneler i Bergen høyest (0,92) og to tunneler i Oslo lavest (0,13).

Ellers er det et interessant problem når det gjelder forholdet mellom uhell med kun materielle skader og ulykker med personskader når vi sammenligner tunneler og veg i dagen.

6 Branner

Bilbrann er den av hendelsene i vegtunneler som veldig mange frykter, men som skjer sjelden. I Norge har ingen personer blitt drept eller varig skadd i en tunnelbrann så vidt vi kjenner til. Internasjonalt sett kjenner vi til 16 såkalte brannkatastrofer i vegtunneler i fredstid etter siste verdenskrig. I 6 av disse var det ikke registrert personskade, i 2 ble 78 personer lettere røykforgiftet, mens det i de 8 øvrige ble drept 33 personer (ca 35 personer skadd). Noen av disse ble drept eller skadd i kollisjonene som førte til at brannene oppstod. Sett i forhold til trafikkulykker er branner et lite problem når det gjelder trafikantenes sikkerhet. Siden det alltid vil være en viss fare for at en slik brannkatastrofe også skal skje i Norge og fordi vi tross alt har mange tunneler er det viktig å ha en forsvarlig brannsikring i tunnelene, slik at trafikantene kan føle seg trygge.

Det er ingen sikker kilde for å få kunnskaper om hvor mange branner som skjer i vegtunneler i Norge. Den beste kilden vi har er opplysninger fra forsikringsselskapene samlet i databasen TRAST. Tabellen viser antall anmeldte brannskader på person- og lastebiler og utviklingen over 5-års perioden.

Årstall	1994	1995	1996	1997	1998
Brann i personbil	2283	2355	2725	2694	2580
Brann i lastebil	342	332	327	333	276
Brann i annet kjøretøy	709	728	844	762	761
Brann totalt	3334	3415	3896	3789	3617

Antall anmeldte branner i kjøretøy økte fra 1994 til og med 1996 og har deretter avtatt noe. Branner i lastebiler lå fra 1994 til og med 1997 på samme nivå, men er deretter redusert.

I vår vegtrafikkulykkesstatistikk, som utgis av SSB, er det i løpet av de siste 10 år registrert 65 personskadeulykker hvor det er oppstått brann etter selve ulykken på hele vegnettet i Norge (95 000km). Her har riksvegnettet på ca 27 000 km ca 65% av trafikkarbeidet.

Vegdirektoratet har gjennom de siste årene forsøkt å finne ut hvor mange branner som er registrert av Statens vegvesen. Gjennom slike registreringer har en fått kunnskaper om 50 bilbranner (inklusive branntilløp) de siste 9 årene. Dette er helt sikkert ikke alle de branner som faktisk har skjedd, men oversikten inneholder sannsynligvis langt de fleste alvorlige branner. Det er i disse brannene ikke registrert personskade utenom at ca 5 personer er meldt røykforgiftet. De registrerte personskadene (4) har skjedd i forbindelse med kollisjonen som har ført til at brannen oppstod. Av brannene har 20% oppstått etter en kollisjon. De fleste bilbranner starter vanligvis i motorrommet. Utenlands statistikk viser at under 5% oppstår pga en kollisjon. Mye tyder imidlertid på at de alvorligste brannene oppstår etter kollisjoner. dette

er også branner hvor sannsynligheten for personskade er størst og hvor muligheten for å slukke (fører/medtrafikanter) er minst.

På grunnlag av våre registreringer er det grunn til å anta at det skjer fra 10 til 15 branner i vegtunneler i Norge årlig. Dette ville gi en brannfrekvens på fra 0,012 til 0,018 pr en mill kjt km. Det er viktig å være klar over at dette tallet inkluderer branntilløp så vel som utviklede branner.

Dette tallet samsvarer godt med internasjonal statistikk som viser at en må forvente 0,01 til 0,02 personbilbranner pr en mill kjt i tunneler. Brannrisikoen for tunge kjøretøy er normalt dobbelt så høy som for personbiler.

7 Sammendrag

Statens vegvesen har gjennom de seneste årene lagt mye arbeid i å vurdere sikkerheten i vegtunnelene våre. Når det gjelder trafikkulykker har vi et system som fungerer og som jevnlig følges opp. Når det gjelder personskader er trafikkulykkene vårt klart største problem, selv om ulykkesfrekvensen generelt sett er lav i forhold til tilsvarende veger i dagen. Det største problemet er fortsatt inngangssonene, men ulykkesfrekvensen er redusert jevnt i de seneste årene. Inngangssonene er fortsatt høyt prioritert sikkerhetsmessig sett. Noe overraskende for mange er det sikkert at ulykkesfrekvensen inne i ettløps og toløpstunneler er omtrent den samme. Skadegradsrisikoen viser imidlertid at det ikke er så mye antallet som er forskjellig, men heller alvorlighetsgraden på de ulykkene som faktisk skjer.

Når det gjelder havarier og branner er datatilgangen dårlig og tilfeldig. Etterhvert som VTSene blir innkjørte med hensyn på statistikk vil dette forholdet bedre seg. Det er imidlertid ingen grunn til å anta at branner er noe stort problem i forhold til personsikkerheten, men kan være et problem for trafikantene på andre måter feks økt utrygghet.

Det bør også nevnes at det arbeides internasjonalt (OECD) med å utvikle en modell for å beregne risiko for uhell med farlig gods i vegtunneler. Norge deltar aktivt i dette arbeidet.

8 Litteratur

Amundsen Finn H, Pål Melvær

Data om tunneler på riks- og fylkesveger 1999
Transport og trafikksikkerhetsavdelingen, Vegdirektoratet
TTS rapport 11:1999
Oslo, september 1999

Funnemark Espen

ERS2 "Transport of Dangerous Goods through Road Tunnels"
Task 1 Mission 2
Report No 97 - 3135
Det Norske Veritas
Høvik, juli 1997

Amundsen Finn H, Pål Melvær

Bilbranner og andre hendelser i norske vegtunneler 1990-96
- erfaringsinnhenting fra vegkontorene og vegtrafikksentralene i 1997 -
Transport og trafiksikkerhetsavdelingen, Vegdirektoratet
TTS rapport 13:1997
Oslo, august 1997

Ingason Haukur, Staffan Bengtson, Fredrik Hiort
Brand og brandskydd i undermarksanlægninger
Litteraturstudie, BRANDFORSK prosjekt 401 - 971
SR rapport 1997:41
Sveriges Provnings- og forskningsinstitut/Brandteknik
Borås, 1998

PIARC

Fire and Smoke Control in Road Tunnels
PIARC committee on Road Tunnels, working group 6
In preparation for the Kuala Lumpur Congress 1999

Amundsen Finn H. Guro Ranæs
Vegtrafikkulykker i vegtunneler
- en analyse av trafikkulykker i vegtunneler på europa- og
riksvegnettet for perioden 1992-96-
Transport og trafiksikkerhetsavdelingen, Vegdirektoratet
TTS rapport 9:1997
Oslo, mai 1997

Norges forsikringsforbund
Veitrafikkulykker 1997 - årsaksstatistikk -motorvogn
Statistikk og EDB-kontoret
Oslo, juni 1998



Til: Ledelsen i Vd, Vegsjefene
Fra: Finn H Amundsen, TAN/TTS
Kopi: TRAF,TTS

Alvorlig ulykke i Tauerntunnelen i Østerrike

Lørdag 29 mai kl 0500 skjedde det en alvorlig ulykke med stor personskade i Tauerntunnelen i Østerrike. Tauerntunnelen ligger på A10 motorvegen mellom Salzburg (i nord) og Villach (i sør). Tunnelen har ett rør med trafikk i begge kjøreretninger, mens motorvegen på begge sider av tunnelen har fire felt med fysisk midtdeler. Midt i 1980-årene var det planer for å bygge et annet rør, men prosjektet ble stoppet av naturverninteresser.

Tunnelen er 6,4 km lang og ble bygd for ca 25 år siden. Årsdøgntrafikken i tunnelen er oppgitt å være 13 700. For tiden pågikk det arbeid for å fornye betongkledningen. Arbeidet var planlagt ferdig september i år og det var videre meningen å stoppe arbeidet under avvikling av sommertrafikken fra juni til august. Arbeidene pågikk i nordenden av tunnelen, mellom portalen og ca 500m inn i tunnelen. Trafikken ble dirigert forbi arbeidsstedet ved hjelp av lyssignaler. Fartsgrensen ved arbeidsstedet var 30 km/t, ellers er fartsgrensen 80 km/t i tunnelen når det ikke pågår arbeid. Tunnelen har tverrventilasjon som er delt i fire seksjoner. To seksjoner luftes mot hver sin portal og de to midterste seksjonene mot en sjakt midt inne i tunnelen.

Informasjon om selve brannhendelsen ble gitt av Østerrikes representant på møte i PIARCs Tunnelkomite i Bergen forrige uke.

Klokken 0500 lørdag morgen var signalet grønt for trafikken som kjørte sørover dvs inn i tunnelen. Ca 600m inne i tunnelen var trafikken stoppet for rødt lys. Det stod først 10 kjøretøy å ventet. Etter disse stoppet en lastebil lastet med malingprodukter, etter denne stoppet så fire personbiler. Etter dette kom en lastebil (sannsynligvis i høy fart) og kjørte inn i bilene foran. Sammenstøtet var så kraftig at to av personbilene ble klemt under lastebilen (med maling) som ganske raskt begynte å brenne. I sammenstøtet ble de to bakerste personbilene klemt inn i fjellveggen.

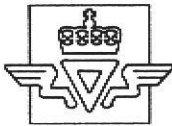
Brannen ble varslet etter ca 2 minutt av det automatiske brannvarslingsanlegget i tunnelen. Ytterligere et minutt etter dette ble tunnelen stengt for trafikk, slik at tunnelen var stengt etter 3 minutter. Vakten i kontrollrommet kunne se brannen på TV-monitoren i noen minutter før røyken gjorde det umulig. Politiet kom ganske raskt frem fra nord, mens brannvesenet (fra sør gjennom tunnelen) kom etter ca 30 min (usikkert). Brannvesenet i området er basert på frivillige mannskaper.

Etter at brannen var varslet ble friskluftstilgangen redusert til 0 - 25% (max kapasitet er 116 m³ pr km. Utsuget fra tunnelen ble tilsvarende økt. Luftkanalene i tunnelen er plassert i taket av tunnelen.

Etter ca 15 til 20 minutter kunne en høre mindre eksplosjoner i tunnelen. Dette antas å ha vært propangassbeholdere i lastebilene. Brannen var ikke utbrent før etter 15 timer. Det ble oppgitt i media at taket i tunnelen var falt ned. Dette var ikke riktig.

Utrykningspersonellet forlangte imidlertid å få støttet opp taket før de kunne rykke inn i tunnelen. Vanntilførselen gjennom tunnelen fungerte også tilfredsstillende under hele brannen. Det samme var også tilfelle for andre tekniske installasjoner. Like etter brannen i Mont Blanc tunnelen var det arrangert en spesiell redningsøvelse i tunnelen.

Brannen i Tauerntunnelen krevde 12 menneskeliv og 60 personer ble skadd. De skadde (røykforgiftning) er alle nå utenfor fare. Av de 12 menneske som døde, ble 7 drept i den kollisjonen som førte til at brannen oppstod, en person døde i forbindelse med eksplosjonen i tunnelen, tre personer ble brent inne i en bil og en døde ellers i tunnelen. Østerrikske myndigheter regner med at tunnelen kan åpnes i løpet av ca 2 måneder. I denne tiden må ca 150m av takkonstruksjonen og 300m vegger bygges om.



Til: Ledelsen, Vegsjefene
Fra: Richard Muskaug og Finn H Amundsen, VD/TAN
Kopi: TTS, TRAF, UTB

Brannen i Mont Blanc tunnelen 24. mars 1999

Sammendrag av foreløpig rapport fra 13. april 1999 og senere konklusjoner i endelige rapporter av juni 1999.

Tekniske data

Mont Blanc er en bompengtunnel mellom Frankrike og Italia som ble åpnet i 1965. Tunnelen er 11600m lang og går i en høyde på ca 1300moh (1274-1395m). Tunnelen har ett rør med tovegstrafikk. Feltbredden er 3,5m og i tillegg er det et fortau (0,8m) på hver side av kjørebanelen. Stigningsgraden er fra 0,2 til 2,4% inne i tunnelen. Fri høyde er 4,5m.

Selv om tunnelen ligger 2/3 i Frankrike er driften fordelt med 50% av lengden på hvert av de to driftsselskapene, dvs 5.800 meter på hver.

Inngangen på fransk side ligger på 1.274 meters høyde, og fram til inngangen er det en 4 km lang stigning med en stigningsgrad på helt opp til 7% på deler av strekningen.

Tunnelen har ellers 2 kontrollsentraler med døgnvakt, CCTV overvåking og nødstasjoner hver 100m. Hver 300 meter i tunnelen er det en parkeringslomme (på annenhver side). Rett overfor disse er det en snumulighet som har kapasitet til tunge kjøretøyer. I hver annen parkeringslomme er det et ventilert oppholdsrom med en «to-timers» branddør. Hver 150 er det vannuttak for brannvesenet.

Tunnelen er halvtverrluftet med kanaler for friskluft plassert under kjørebanelen. Det er to ventilasjonssentraler og ingen sjakter. Maks kapasitet for ventilasjonsanlegget er oppgitt til 900 m³/s (maks effekt 7200 kW). All brukt luft blåses ut gjennom portalene. Den maksimale lufthastigheten i tunnelen er 10-11 m/s ved portalene, mens den er rundt 0 midt inne i tunnelen. Ved brann vil en av kanalene bli snudd slik at den brukes til å frakte ut røyk. Ventilasjonssystemet på fransk side ble modernisert i 1980. På italiensk side startet moderniseringsarbeidet i 1997, og det var da ulykken skjedde ennå ikke fullført.

Hele tunnelen er utstøpt med betonghvelv (ca 0,8m tykkelse), utsprengt tverrsnitt varierer mellom 75 til 90 m². Drenssystem ligger under kjørebanelen. Belysningen i midtsonen er ca 140 lux. Fartsgrensen er 80 km/t med angitt minstefart på 50 km/t.

Tunnelen har en meget uvanlig høy andel tunge biler (46%). Personbiltrafikken er høy om sommeren, men meget lav om vinteren. I 1998 var årsdøgntrafikk 5600.

Brannbeskrivelse (oversatt fra foreløpig rapport)

Utarbeidelsen av rapporten er vanskeliggjort av at det for tunnelen finnes to driftsselskaper, som hver er ansvarlig for halve tunnelen. I tillegg mangler begge selskapene en sentral driftsovervåkning som registrerer funksjonen til de ulike utstyrskomponenter. Undersøkelsen har derfor så langt i hovedsak måttet konsentrere seg om muntlige vitnesbyrd, som det bare delvis har vært mulig å verifisere.

På ulykkestidspunktet var det middels trafikk, med et volum på 163 kjøretøyer, (hvorav 85 tunge) i retning fra Frankrike mot Italia (retningen til ulykkeskjøretøyet).

Ulykkesbilen kjører inn i tunnelen kl. 1046. Kjøretøyet stopper i parkeringslomme 21 (numerert fra Fransk innkjørsel) ca kl 1053, 6.700 meter fra den franske innkjørselen. Da det ble oppdaget røyk på videoskjermene, må det antas at kjøretøyet var stoppet eller i ferd med å stoppe. Røykvarslerne ved parkeringslomme 14 og 18 varslet røyk kl 1052, men dette ble ikke registrert før kl. 1053, da det ble oppdaget røyk på videoskjermene. Temperaturfølerne (hver 8. meter på fransk side) varslet ikke noe unormalt da ulykkesbilen passerte. De registrerte imidlertid temperaturstigningen senere. Deler av brannvarslingssystemet på italiensk side hadde vært ute av drift siden dagen før, og det kom derfor ikke noe varsel fra dette.

Intet unormalt ble registrert på ulykkesbilen ved bomstasjonen ved innkjørselen. Vel inne i tunnelen må det ha kommet røyk, ettersom vitner forteller at motgående biler blinket med lyset for å varsle. I speilet så føreren røyk fra trekkvognen. Han stoppet forsiktig i parkeringslomme 21. Da han gikk ut ville han forsøke å slukke med sitt brannslukningsapparat. Førerhytten var imidlertid overtent, og han rømte mot Italia.

Kl. 1054 ble det varslet over telefon fra parkeringslomme 22 til den italienske siden. Kl 1057 ble alarmknappen i parkeringslomme 21 benyttet, og kl 1058 ble ett av brannslukningsapparatene tatt ned samme sted.

Videoskjermene ved parkeringslommene 16-21 viste røyk. Dette ble registrert i begge lands styringssentraler. Telefonkontakt ble tatt, og alarmen gikk kl. 1054. Innkjørselene ble stengt kl 1055 på fransk side og 1056 på italiensk side. Det undersøkes at tidspunktene må antas å være gitt med 1-2 minutters usikkerhet ettersom klokkene ikke er synkronisert.

Ulykkeskjøretøyet var en semitrailer. Det fraktet antakelig margarin og mel i kjølerom. Kjøretøyet kan i værste fall ha medbrakt over 1000 liter drivstoff (diesel). Kjøretøyet var veiet på et kontrollsted og det hadde ikke overlast.

Det har tidligere vært 5 branner i tunnelen (i løpet av 34 års drift). i 4 av disse vises det til at brannen kan være forårsaket av overopphetet motor, som i sin tur tilbakeføres til den lange og bratte stigningen som fører opp til tunnelmunningen. Ingen av de tidligere brannene ble oppdaget av brannvarslingsutstyret i tunnelen, men av videokameraene. Den lengste av de tidligere brannen varte i 50 minutter, og lengste stengningsperiode var litt over 4 timer.

Helt fra røyken ble oppdaget viste det seg at den fylte hele tunnelrommet og ikke var konsentrert oppe under taket. Dette gjorde det vanskelig å evakuere langs bakken. Det viser seg at 34 av ialt 40-45 personer døde i sine biler. De har altså følt seg tryggere i kjøretøyet og har ikke gått ut for å forsøke å komme seg unna. Kjøretøyene har også stoppet med kort avstand mellom dem.

Brannmannskapene antar, på bakgrunn av de dødes stillinger, at de er døde av forgiftning fra røyk og gasser før de ble tatt av brannen.

Røyken spredde seg raskt i tunnelen, og den naturlige ventilasjonen i tunnelen trykket luften mot den franske siden. På kort tid ble det umulig for redningskjøretøyene å nærme seg brannstedet. Den belgiske semitraileren stopper i parkeringslomme 21 kl. 1053. Første redningsmannskap, som kjører inn i tunnelen kl. 1055 kommer ikke lenger enn til parkeringslomme 18 (750 meter fra brannstedet) før de blir stoppet av røyken. Brannbilen som kjører inn i tunnelen kl. 1057 kommer ikke lenger enn til parkeringslomme 17 før den ble stoppet. Første kjøretøy fra Chamonix kjører inn i tunnelen kl. 1110, for å bli stoppet ved parkeringslomme 12 (2.700 meter fra brannstedet). Andre kjøretøy fra Chamonix, som kjører inn i tunnelen kl. 1136 kommer ikke lenger enn til parkeringslomme 5 (4.800 meter fra brannstedet).

Flere av redningsmannskapene kommer i store vanskeligheter, da de blir blokkert av røyken. I denne situasjonen har det vært umulig å komme de impliserte bilførere til unnsetning, og de må ha omkommet ganske fort på grunn av røyk og gasser. Redningsarbeidet måtte konsentrere seg om å redde de av redningsmannskapet som var kommet i vanskeligheter. Det ble etterhvert en meget vanskelig oppgave, og én omkom.

Før ulykken virket friskluftskanalene på fransk side på 2/4 av kapasiteten og på italiensk side på 2/3 av full kapasitet. Utluftningskanalene på fransk side virket på 1/2 av kapasiteten og på italiensk side på 1/3 av full kapasitet.

Etter ulykken ble 3 av 4 kanaler for tilførsel av frisk luft på fransk side økt til full kapasitet mens den 4. ble satt på 3/4. På italiensk side ble de fire kanalene gradvis økt til full kapasitet. På fransk side hevdes det at utsuget umiddelbart (kl. 1056) ble satt på full kapasitet i de delene av tunnelen som ligger nærmest brannstedet. På italiensk side hevdes det at avtrekket, som er reversibelt, ble stående på full tilførsel av frisk luft. Når denne rapporten skrives er bakgrunnen for denne avgjørelsen ukjent. Kl. 1115 ble det, med et automatisk system, gjort forsøk på å trekke luft ut fra tunnelen ved ulykkesstedet. Dette skal ikke ha virket. Mellom 1230 og 1245 ble det gjort et nytt mislykket forsøk, nå manuelt, på å få luft ut av tunnelen. Resultatet er at utluftingskanalen ikke førte noe røyk ut av tunnelen. Disse opplysningene er framkommet ved intervjuer, men driftsselskapene har ikke registreringssystemer som tillater at opplysningene bekreftes.

Det faktum at man i stedet for å trekke røyk ut av tunnelen har tilført frisk luft til brannstedet er antakeligvis et faktum som det er viktig å ta hensyn til når det gjelder den raske utviklingen av brannen og overføringen av brannen til flere kjøretøyer. På

den annen side må det ikke på det nåværende tidspunkt konkluderes med at dette er det eneste forhold av betydning.

En parallell rømningstunnel som ikke finnes i denne tunnelen, antas å være viktig for sikkerheten. Det faktum at de fleste døde i sine biler, uten å søke å rømme, og likeledes at de fleste utenfor bilene ikke søkte tilflukt i lufterommene, gjør at man må anta at en slik rømningsvei neppe ville hatt noen betydning i dette tilfellet.

Det er flere faktorer som hver for seg kan ha vært medvirkende til omfanget av katastrofen. Det er imidlertid ikke mulig allerede nå å avgjøre hvilken betydning de ulike faktorer har hatt, og hvilke konsekvenser man kan trekke for denne og andre tunneler.

Videre vil det være viktig å få mer informasjon om kjøretøyenes last og drivstoffvolumer. Ved å studere kjøretøyene kan man finne ut hvilke temperaturer som har virket. På bakgrunn av slike opplysninger og detaljert kjennskap til ventilasjonssystemets funksjon vil det kanskje være mulig å regne seg fram til en rekonstruksjon av hendelsesforløpet.

Det er relativt få informasjoner om tiltakene på italiensk side. I det tunnelen blir stengt reiser en motorsykkel inn i tunnelen og kommer, på tross av en del røyk, helt fram til ulykkeskjøretøyet. Sammen med et annet kjøretøy som er kommet inn hjelper han føreren av ulykkeskjøretøyet og andre ut av tunnelen. Et redningskjøretøy blir kl 1115 stoppet av røyk mellom parkeringslomme 21 og 22.

Ettersom motorsyklisten klarte å komme seg helt fram stiller rapporten spørsmålet om ikke et godt utstyrt og godt trent redningsmannsakap på italiensk side kunne ha kommet helt fram og gjort en innsats mot kjøretøyet som brant.

Fra fransk side konkluderes det med at gitt at synbarheten var null, temperaturen var meget høy og redningskjøretøyene ville hatt store motorproblemer pga. manglende oksygen, var det lite de kunne gjøre i dette tilfellet.

Sammendrag av de to sluttrapportene

Det er skrevet flere rapporter etter brannen i Mont Blanc tunnelen. Den første foreløpige rapporten ble skrevet 13. april 1999. Det er tidligere skrevet et norsk sammendrag av denne rapporten. Det vises til denne når det gjelder beskrivelse av tunnelen og redningsinnsatsen.

Senere er det skrevet to utfyllende rapporter:

- Rapport de la mission administrative d'enquête technique sur l'incendie survenue le 24. mars 1999 au tunnel routier du Mont Blanc (juni 1999) (75 sider)
- Rapport commun des missions administratives d'enquête technique Française et Italienne relatif à la catastrophe survenue le 24 mars 1999 dans le tunnel du Mont Blanc (udatert) (33 sider)

Dette notatet er et sammendrag av disse rapportene. Formålet med notatet har vært å forsøke å få svar på hvorfor brannen startet, og hvorfor den fikk et slikt katastrofalt omfang.

Som vanlig i forbindelse med ulykker er det vanskelig å finne enkle éndimensjonale svar på de spørsmålene som er stillet ovenfor. Det er som vanlig en lang rekke forhold som kan ha medvirket til ulykken, og spesielt til at den fikk et slikt omfang. Det er i den sammenheng viktig å skille mellom det at det oppsto brann i et kjøretøy, og det at denne fikk et slikt omfang.

Rapportene gir få holdepunkter for å avgjøre hvorfor det oppsto brann i kjøretøyet. Kanskje har kjøretøyet vært for utbrent, etter 50 timers brann, men uten at dette sies direkte, slik at det ikke har vært mulig å gjøre undersøkelse av dette. Rapportene viser imidlertid til videre undersøkelser av kjøretøyet. Ett forhold som det pekes på som kan ha vært medvirkende til at det oppsto brann er den lange sterke stigningen før innkjørselen til tunnelen. Det hevdes at denne fører til at tunge kjøretøyer er overopphetet når de kommer til tunnelen.

Utover dette dreier det seg hovedsakelig om å komme med hypoteser om forhold som kan ha medvirket til at brannen fikk et slikt omfang. Det dreier seg om forhold rundt organiseringen av driften av tunnelen og om tiltak som er gjort i etterkant av at brannen brøt ut. De forhold som det pekes på i rapportene er listet opp nedenfor.

Forhold ved selve tunnelen

Tunnelen har bare ett løp med trafikk i begge retninger
 Kjørebanebredden er bare 7 meter (mot 7,5-9 m i nyere tunneler)
 På grunn av stor overdekning skjer all utlufting gjennom tunnelåpningene.
 Et system for hendelsesdetektering var til utprøving, men var ennå ikke installert.

Organisering av tunnelen

Da tunnelen ble åpnet var det meningen å etablere ett driftsselskap for tunnelen. Som en midlertidig ordning ble det etablert to separate selskaper, et fransk og et italiensk, som hver drev halve tunnelen. Denne situasjonen er blitt videreført helt til i dag. Det er derfor to kommandosentraler som hver har ansvar for halve tunnelen.

De to selskapene har ofte hatt vanskeligheter med koordineringen, og investeringer i bl.a. sikkerhet er derfor ofte gjort på ulike tidspunkter. Ingen av de oppnevnte samarbeidskomiteer har klart å forhindre dette.

Det forutsettes at driftsselskapene først skal bruke eget mannskap ved en ulykke for deretter å trekke inn det fylkeskommunale redningsapparatet. Det foreligger ingen felles plan for slik innsats i tilfelle en ulykke. Den fylkeskommunale redningstjenesten på hver side av grensen må derfor styre innsatsen.

Regulering av sikkerheten

Som nevnt er det to kommandosentraler. I følge retningslinjene skal den sentralen som først blir alarmert om en hendelse, ta ledelsen av redningsarbeidet. Dette skjedde ikke den 24. mars. Den første alarm var en melding fra en siktmåler ved parkeringslomme

nr. 18 til den franske kommandosentralen kl 1052. Deretter var det tegn til røyk på TV skjerm i den franske sentralen kl. 1053 og kl 1054 i den italienske sentralen. Det skal understrekes at klokkene ikke var synkroniserte og det kan være små avvik i tidsangivelsene. Ingen av de to operatørene tok kommandoen over hele tunnelen.

I 1995 ble det installert radioforbindelse i tunnelen. Først og fremst for å kunne kommunisere på service kanalen, men også for å kunne gi melding til trafikantene på to vanlige franske og italienske frekvenser. Denne muligheten ble ikke benyttet.

Regelverket forutsetter en avstand på minst 100 meter mellom kjørende kjøretøyer. Et system for dynamisk varsling av avstanden var opprinnelig installert, men dette er senere blitt demontert av driftsselskapene. Avstanden mellom inngående kjøretøyer var tilfredsstillende på brann dagen. Regelverket sier imidlertid ikke noe om avstanden når kjøretøyene er stanset.

I tunnelen er det installert rødt lys hver 1200 meter. Disse ble aktivert noen minutter etter at alarmen gikk. De har imidlertid ikke forhindre omfanget av katastrofen. Det er ikke objektive registreringer som kan stadfeste om de faktisk har virket, eller om de bare er blitt neglisjert av bilførerne. Det påpekes at disse lysene er lite synlige.

Ventilasjonen

Mye av diskusjonen rundt omfanget av katastrofen dreier seg om styringen av ventilasjonen, tilførsel av frisk luft og utsuging av røyk.

Ventilasjonssystemet er likt i de to halvdelene av tunnelen. 4 kanaler fører inn frisk luft, hver til ¼ av lengden av halve tunnelen. Hver har en kapasitet på 75 m³/s, dvs 300 m³/s fra hver side eller 600 m³/s totalt. Opprinnelig ble det laget en femte kanal for avtrekk med en kapasitet på 150 m³/s til hver side. I 1979 ble systemet endret slik at denne femte kanalen ble reversibel og derfor kunne brukes til å tilføre frisk luft når forurensningsnivået i tunnelen tilsa det. Følgelig kan det tilføres 450 m³/s fra hver side eller totalt 900 m³/s.

Retningslinjene tilsier at i tilfelle brann skal det tilføres maksimalt med frisk luft. Dette ble gjort av begge operatører. Det understrekes at denne prosedyren kan være gjenstand for kritikk. Massiv tilførsel av oksygen gir næring til brannen. Selvsagt må personer som er på brannstedet ha luft, men det kan oppnås med redusert tilførsel.

Retningslinjene tilsier også at utsuging av røyk også skal settes på maksimalt (hvilket vanskelig kan kombineres med maksimal friskluftstilførsel). Den franske operatøren hevder å ha fulgt retningslinjene på dette punkt, selv om dette ikke kan bekreftes av objektive registreringer koblet til utsuget. Retningslinjene ble ikke fulgt av den italienske operatøren. Denne så på sin TV skjerm at det ved parkeringslomme 22, ca 300 meter fra brannstedet, var kjøretøyer som snudde og at det var folk på kjørebanen. For å redde disse valgte han i stedet å la avtrekket, som er reversibelt, føre inn frisk luft i stedet for å suge ut røyk.

Det påpekes at en streng etterlevelse av retningslinjene ikke er noen garanti for at katastrofen kunne vært unngått, men generelt må det påpekes at det å tilføre frisk luft framfor å suge ut røyk, har ført til en ytterligere utvikling av brannen.

Tilførselen av frisk luft har ført til oppvirvling av luften, slik at røyken har fylt hele tunnelrommet i stedet for å legge seg oppe under taket.

Gjennomtrekken i tunnelen var trolig 1,5 m/s fra Italia mot Frankrike. Dette brakte inn 50-70 kubikkmeter luft per sekund. Denne luftstrømmen kan være skapt av den asymmetrien som rådet mellom ventilasjonssystemene i de to halvdelene av tunnelen. Denne luftstrømmen kan i sin tur forklare hvorfor røyken spredte seg så raskt og langt mot den franske tunnelåpningen. På den andre siden spredte ikke røyken seg mer enn 300 meter i løpet av den første timen, noe som gjorde at alle på italiensk side kom seg ut i god behold.

Førerne og passasjerene i bilene på fransk side av den brennende bilen er trolig døde av luftmangel i løpet av 10-15 minutter.

Det er ikke mulig i dag å si med sikkerhet om andre reguleringer av ventilasjonen hadde ført til at liv var blitt reddet, eller om det kunne ført til at man fra italiensk side kunne kommet til den brennende bilen og angrepet brannen i løpet av de første 10 minuttene.

Selve redningen

Redningskapasiteten er ulik fra de to sidene. På fransk side var det profesjonelle brannmenn 24 timer i døgnet. Dette var ikke tilfelle på italiensk side.

Det forsvares at hovedinnsatsen av til redningstjenesten 24. mars ble konsentrert om å redde dem som deltok i redningsarbeidet. Av mangel på en felles ansvarlig, mangel på tidligere fellestrening og mangel på kommunikasjon, foregikk redningen fra hver side uavhengig av hverandre. Dette er delvis grunnen til at det tok så lang tid før det ble overført midler til den italienske siden, hvorfra redningen kunne utføres med minst fare.

Selve kjøretøyet

En viktig medvirkende faktor til at brannen fikk et slikt omfang er selve kjøretøyets type og last. Kjølevogn med margarin og mel i lasten. Flammer ble oppdaget først etter at kjøretøyet hadde stoppet i parkeringslomme 21. Før det kom det hvit røyk fra kjøretøyet. Det er mulig, men ennå ikke bevist, at dieseltanken i aluminium har sprukket og plutselig frigitt større mengder med brennende drivstoff. Tilhengeren som var i brennbart materiale har begynt lå brenne ca. 4-5 minutter etter at kjøretøyet stoppet. Denne brannen har frigitt både karbonoksyd (CO) og andre meget giftige gasser.

De 9 tonnene med margarin har smeltet og deretter tatt fyr og brent på sammen måte som flytende olje. Denne forbrenningen har trolig vart i flere timer. På kort tid fikk brannen et omfang som er ukjent fra tidligere tunnelbranner i Frankrike og Italia.

Tekniske installasjoner

Meget raskt, dvs. i løpet av noen få minutter, ble all belysningen ødelagt på brannstedet. Dette i tillegg til røyken har gjort all bevegelse vanskelig.

Bruddene i belysningen har også ført til kortslutninger som igjen har ført til svikt i mange av serviceinstallasjonene i tunnelen.

Det var to systemet for brannvarsling i tunnelen. Begge baserte seg på temperaturmåling. På italiensk side var det stadig falske alarmer og deler av systemet der hvor brannen startet var derfor satt ut av drift dagen før brannen. På fransk side kom første varsling ved parkeringslomme 18 ca. 10 minutter etter at brannen startet. Disse systemene har således ikke vært til hjelp.

Det er i dag 40 videokameraer i tunnelen. Etter at alarmen ble gitt av en siktmåler ble det mulig å se røyken ved hjelp av videokameraer. Videokameraene gjorde at operatørene raskt ble oppmerksomme på alvorligheten, men etter en stund gjorde røyken dem ubrukbare. Opprinnelig skulle det foreligge opptak av disse bildene, men beklageligvis var det på fransk side en kassett i spilleren som ikke tillot opptak.

Luften i tunnelen blir overvåket av 9 siktmålere. Disse viste seg å være meget verdifulle. Siktmåleren ved parkeringslomme 18 slo alarm kl 1052 og blokkerte videokameraene i riktig retning.

Rapportene oppsummerer på følgende måte:

- For et kjøretøy som ikke transporterer farlig gods, ifølge definisjonen, var kjøretøyet spesielt brennbart, og de avgitte gassene var meget giftige.
- Ventilasjonssystemet ble benyttet slik at det forsterket brannen og bidro til at røyken spredte seg i hele tunnelrommet i stedet for å ligge oppunder taket.
- Den giftige og varme røyken ble ikke trukket ut i tilstrekkelig volum, både fordi utluftingskapasiteten ikke er tilstrekkelig i tunnelen og fordi deler av kanalen ble brukt til innføring av frisk luft.
- Det var kort avstand mellom de kjøretøyene som stoppet bak den brennende bilen. Dette førte til rask spredning av brannen og til at førerne raskt ble innhyllet i skyen av giftig røyk.
- I tunnelen er det røde lyssignaler hver 1200 meter. Disse ble satt i funksjon, men har ikke bidratt til å redusere omfanget av katastrofen. Enten har de ikke virket etter hensikten, eller så er de ikke blitt respektert. Det legges til at de er relativt lite synlige.
- Når det gjelder selve redningen gjorde brannens omfang at dette arbeidet ble meget vanskelig, og redningsmannskapet nådde ikke fram til den brennende bilen.

Undersøkelseskommisjonen har på bakgrunn av de to rapportene kommet med 41 forslag til forbedringer, fra rene endringer i organisasjonen til store og små tekniske forbedringer.

E16 Lærdalstunnelen

Erfaringer med bygging av lang tunnel

Statens vegvesen

**Tunnelkonferanse i Tromsø
19 - 20 oktober 1999**

E16 Lærdalstunnelen.

Erfaringar med bygging av lang tunnel

- **Arbeidssikring/permanent sikring**
- **Ferdiggjering av tunnelen etter kvart**
- **Ventilasjon**

**Prosjektleder Jon Kvåle
Statens vegvesen, Sogn og Fjordane**

Forholdet: Arbeidssikring og Permanent sikring

Lærdalstunnelen har svært stor overdekning og tunnelen ligg i tillegg i eit område der det er høge tektoniske horisontalspenningar i fjellet. Vedlegg 1 viser lengdeprofil og geologisk oversikt.

Det var forventa at vi ville få betydelege problem med høge bergspenningar med tilhøyrande sprakefjell. Bergtrykksproblema har slått til i overkant av forventa og problemstillinga med å få gjort så grundig arbeidssikring i drivefasen at det står lite att til ettersikring (permanent sikring) har vore eit aktuelt tema i heile driveperioden.

Det å få gjort unna det meste av sikringa som arbeidssikring har vi sett på som eit viktig sikkerheitstiltak i drivefasen og viktig for å sikre god framdrift for prosjektet.

Sikringsmetode

Ved dei driveforholda vi har hatt i Lærdalstunnelen har det vore lite tvil eller dissens om sikringsmetoden.

Endeforankra boltar og fiberarmert sprøytebetong.

Entreprenøren gjorde rett nok ein del eksperiment med å benytte fjellband i tillegg til boltar og sprøytebetong. Vi betrakta dette i første rekkje som eit pristaktisk eksperiment og forsøk på å benytte ein annan sikringsmetode enn det som det var lagt opp til frå byggherren si side i anbudsgrunnlaget. Denne metoden vart det slutt på etter ein kort diskusjons- og eksperimentfase.

Metoden med bolting og sprøytebetong er lik både for arbeidssikringa og for den permanente sikringa. Det er i første rekkje tidspunktet for utførelse og mengde som det kan vere vanskeleg å sei sikkert kva som er rett. Dette gjeld særleg for betongsprøytinga.

For sikring mot sprakefjell/høge bergspenningar har vi desse erfaringane:

- Ved moderat oppbomming kan boltar i første omgang vere tilstrekkeleg som arbeidssikring. Men ein må rekne med at ein som permanent sikring må sprøyte for å hindre nedfall mellom boltane.
- Sprøytebetong må alltid brukast i kombinasjon med boltar. Sprøytebetong åleine gir ikkje forankring av oppbomma fjell og er ikkje åleine godt nok korkje som arbeidssikring eller permanent sikring. Vi har sett som minstemål 15 boltar pr. salve dersom fjellet er så dårleg at spruting er nødvendig.
- Brukar ein sprøytebetong må ein sprøyte så tjukt lag at betongen får tilstrekkeleg styrke og gode nok herdebetingelsar. "Tapetisering" må unngås, det vil sprekke/smuldre opp og føre til behov for tilleggssikring (bolting og ny spruting) av den dårlege sprøytebetongen.
- Sprøytebetong utset oppbomming og nærast eliminerer renskebehovet. Sikrar effektiv framdrift ved vanskelege forhold.
- Er fjellforholda svært vanskelege (sterk sprak) vil det vere ein fordel å sprøyte før ein boltar. NB! ein kan ikkje sjå på berre sprut som tilstrekkeleg arbeidssikring.

- Ved moderat sprak kan ein sprute i etterkant og f. eks. konsentrere sprutinga til ein gang i døgnet, pr. 2-3 salver, eller 1-2 ganger pr. veke.
- Det er lettare å sikre god kvalitet dersom ein sprøyter større parti om gangen.
- Det bør vere lik eller tilnæra lik pris på sikring på og bak stuff (arbeidsikring og permanent sikring). Pris-taktiske forhold med stor prisskilnad på og bak stuff fører lett til at sprøytetidspunktet vert feil.
- I 2-felts tunnel er 18 fot matar i lengste laget med omsyn til å bolte med tunnelriggen.
- Dersom alle boltar på ei salve vert bora frå same riggoppstillinga vert retningen på enkelte av boltane utilfredstillande.
- I ein periode vart det gjort forsøk med 20 fots matarar og delt matar på ein av bommane. Dette eksperimentet var mislykka. Den delte mataren heldt ikkje teknisk og kapasiteten med ein bom til bolting vart for liten når boltemengda kom over 15 boltar pr. salve.

Behov for etter-sikring.

I Lærdalstunnelen har vi lagt som tidlegare sagt lagt opp til at vi skulle få med oss mesteparten av sikringa som stuffsikring. Tankegangen bak denne filosofien var:

- Betre sikkerheita
- Sikre god framdrift
- Optimalisere sikringsvolumet.

Har vi lykkast med dette ?? og har det vore rett filosofi ???

Dei 2 første punkta kan ubetinga svarast med ja.

Det siste punktet er vanskelegare å gi sikkert svar på.

Erfaringa er at der det er spruta for tynt, ned til 3-4 cm, må vi både sprute og bolte som ettersikring. Dette gir ei dyr løysing.

I enkelte parti opplever vi mykje bom i sprøytebetongen (mellom fjell og betong) sjølv om sprøytemengden synes vere tilstrekkeleg og er lite oppsprukke. Her må vi etterbolte sprøytebetongen. Vi har ikkje sikker forklaring på kvifor dette skjer. Dette skjer også der oppbommingen i fjellet synes vere liten.

I snitt ser det ut til at vi får desse sikringsmengdene i Lærdalstunnelen:

	På stuff	Bak stuff	Totalt
Boltar, stk. pr. 1m	6-7	1	7-8
Sprøytebetong, m ³ pr. 1m	1,8	0,1-0,2	1,9-2

Kompletteringsarbeid parallelt med tunneldrivinga.

Den 24.5 km lange tunnelen er i hovudsak driven på 3 stuffer. Medrekna tverrslaget (tilkomsttunnelen) vert stofflengdene 8, 9 og 11 km. Det er 2 omsyn som gjer at det er viktig å få med seg kompletteringsarbeida samtidig med drivinga:

1. Gjere seg nytte av installasjonane i drivefasen.
2. Korte ned på tidsbehovet for etterarbeida i tunnelen.

Samtidig må kompletteringsarbeida utførast på ein slik måte at installasjonane tåler påkjenningane som røff og effektiv tunneldrift påfører dei permanente installasjonane. Påkjenningane i byggjefasen vert vesentleg tøffare enn i den permanente trafikksituasjonen.

I anbudsgrunnlaget var det lagt opp til at denne pakken med etterarbeid skulle kunna gå parallelt med drivinga:

1. Drensledning og kummar
2. Trekkerøyr i plass-støypt kabelkanal (OPI-kanal) med tilhøyrande kummar
3. 22 kV høgspenkabel
4. Vegfundament/Traugbotn
5. 15 cm nedre bærelag av knust fjell 0-60 mm. 15 cm drenslag av einsgradert pukkk under 0-60 massen i parti med vasslekkasje. (Drenslaget ligg "under" traugbotn.)
6. Øvre bærelag, AP 32. 150 kg/m²

Det viktigaste punktet i denne lista er punkt 6: Asfaltert bærelag. Dei første punkta i lista er nødvendig å utføre før ein får lagt bærelaget.

Å kunne ta i bruk det asfalterte bærelaget gir desse fordelene:

1. Reduserer vegvedlikehaldsarbeidet i drivefasen.
2. Sparer transporteiningar for utkøringa.
3. Reduserer slitasje på alt rullande utstyr.
4. Reduserer ventilasjonsbehovet
5. Sprarer tid for all type transport i tunnelen.

God vegbane fører sjølvsagt til at køyrefarten i tunnelen aukar. Dette er ein sikkerheitsrisiko som det er nødvendig å terpe på.

I anbudsgrunnlaget var det lagt inn eit eige punkt 31 i kap. D om korleis kompletteringsarbeidet kunne utførast og korleis entreprenøren kunne gjere seg nytte av desse installasjonane. Denne sida ligg ved som vedlegg 3 til dette forelesningsnotatet.

Forholda med omsyn til vasslekkasje har vore gunstige i Lærdalstunnelen. Vi har difor gjeve entreprenøren løyve til å utføre arbeid med drensledning og trekkerøyr parallelt med tunneldrivinga. Arbeida med vegbygginga og asfaltering har vore gjort 2 gonger pr. år, i samband med sommar- og juleferien. I løpet av ein 2-vekers periode har det då vore bygt 1-1,5 km permanent veg i tunnelen.

Vi har i hovedsak gode erfaringar med dette opplegget.

Vi har så godt som ikkje registert skader på det asfalterte bærelaget.

Drenssystemet er vi litt usikre på om det kan ha blitt påført skade. Det har vore nødvendig å forta fleire opprensing av av slam i sandfang på drensledningen og det vert sansynlegvis nødvendig å spylereiske deler av drensledningen.

Den utførande har teke i bruk 22 kV ledningen for framføring av straum til sine anleggstransformatorar i tunnelen. På dette området burde forholda vore meir gjennomtenkte og gjennomprosjektert før anleggsarbeida starta opp. Her burde det vore lagt opp til at det vart installert permanente transformatorstasjonar etterkvart. Kanskje reine transformatorkioskar og ikkje dei tradisjonelle kombikioskane med både høgspenning og lågspenning fordelingssentral i same bygning. Det hadde vore greitt å kunne stille med komplett høgspenninganlegg for både dei bygningsmessige etterarbeida og til den dagen dei øvrige elektroinstallasjonane startar.

Ventilasjon

I drivefasen.

For den 11 km lange stoffen på **Aurlandsida** har produksjonsavdelingen brukt 1,8 m duk og ein-strengsløysing for sug/blås. Ved påhogget har ein brukt Korfmann GAL 14 (2 x 110 kW) og trykkforsterkar GAL14 5 km inne i tunnelen. Det har vorte utvikla eit sinnrikt system for mellom anna å kunne styre og snu hjelpevifta ettersom lufta gjekk eine eller andre vegen i duken.

Siste året var det tydeleg at ein balanserte på kapasitetsgrensa for dette systemet og det var behov for betydeleg innsats for å halde duken i god nok stand.

Det gjekk betydeleg tid med til å blåse rein duken når ein skulle skifta frå ut- til innblåsing. Dette auka "luftepausen". Tunnelen er sprengt med anolitt som hovedsprengstoff og ein var førebudd på at ein siste året måtte gå over til slurry for på den måten redusere noko på ventilasjonsbehovet. Ein kom i land utan å skifte sprengstofftype og også utan å gå nemneverdig på akkord med grenseverdiane for gass i tunnelen. I ytre deler av tunnelen var til sine tider sikten dårleg, men det skuldast først og fremst vassdamp. NO₂ konsentrasjonen i ytre deler av tunnelen var også ofte i overkant av 2 ppm på slutten av driveperioden, men målingar inne i køyretøya viste tilfredsstillande verdiar. Det skal også nemnast at stigningsforholda har vore gunstige. Tunnelen er frå denne sida driven med 2,1 % stigning.

Siste året var nok ventilasjonsanlegget med å sette begrensningar for framdrifta. Men byggherren kan på ingen måte slå fast at ventilasjonsanlegget med ein-streng-løysing har fordyra tunnelen i forhold til om ein hadde valgt eit dyrare opplegg med 2 separate dukar.

Entreprenøren på **Lærdalsida** har for begge sine 2 stoffar på 8 og 9 km valgt 2 separate dukar, begge med diameter 2m. Ein rein blåse-duk og ein kombinert inn- og utblåsningsduk. Ved påhogget er det bruk Korfmann AL 17 vifter (2 x 250 kW). Desse viftene har via spjeldsystem blåse luft inn i begge dukane når utblåsningsfasen er over. Det har ikkje vore brukt hjelpevifter inne i tunnelen, utanom vifta (GAL 14) ved stoffen som har blåst ladden

ut. Entreprenøren har hatt ein del problem med at ventilasjonsduken har sprukke p.g.a. det store trykket desse viftene kan gi.

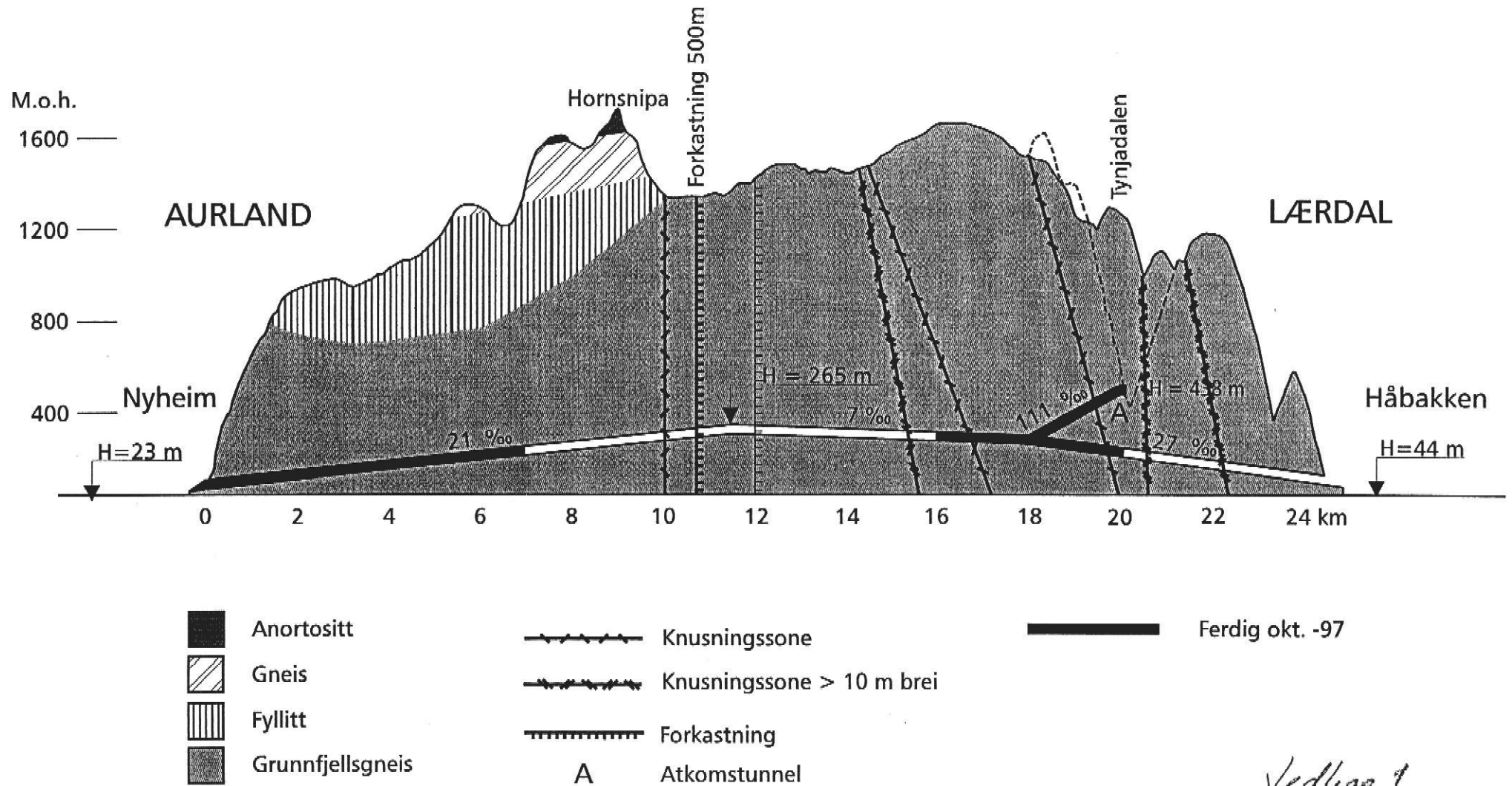
Trass i kortare stoffar har ventilasjonsbehovet på Lærdalsida vore større enn i Aurland. Tverrslaget går m.a. på synk 1:9 og eine stoffen har fall på 2,7 %. Det mykje kraftigare ventilasjonsanlegget på Lærdalsida har heilt klart hatt ein vesentleg større installasjonskostnad, og restverdien for brukt duk er sansynlegvis relativt låg. På den andre sida har anlegget hatt god kapasitet og har ikkje sett begrensningar for aktiviteten i tunnelen. Også i Lærdal er tunnelen sprengd med Anolitt som hovedsprengstoff.

Ventilasjon etter gjennomslaget.

Det er bygd vegg med motordrevne køyreportar (rulleportar) i begge tunnelgreinene ut frå tverrslaget. Mot Aurland er det montert inn 2 stk vifter i denne vegg. Desse viftene gir ei luftmengde på ca. 100 m³/sek i den 18 km lange tunnelseksjonen. Mot Lærdal er det montert ei vifte som sikrar ca. 50 m³/sek i den 6,5 km lange tunnelen. Desse viftene er dei same som skal brukast som impulsvifter i tunnelen. Så langt synes desse installasjonane å gi gode ventilasjonsforhold for etterarbeida i tunnelen. Det svakaste punktet i denne samanheng synes å vere driftsstabiliteten for portane.



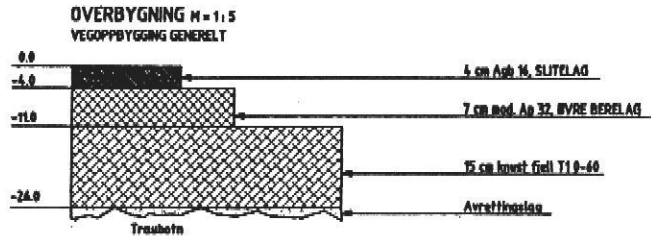
E16 Oslo - Bergen. Parsell: Aurland - Lærdal Geologisk oversikt



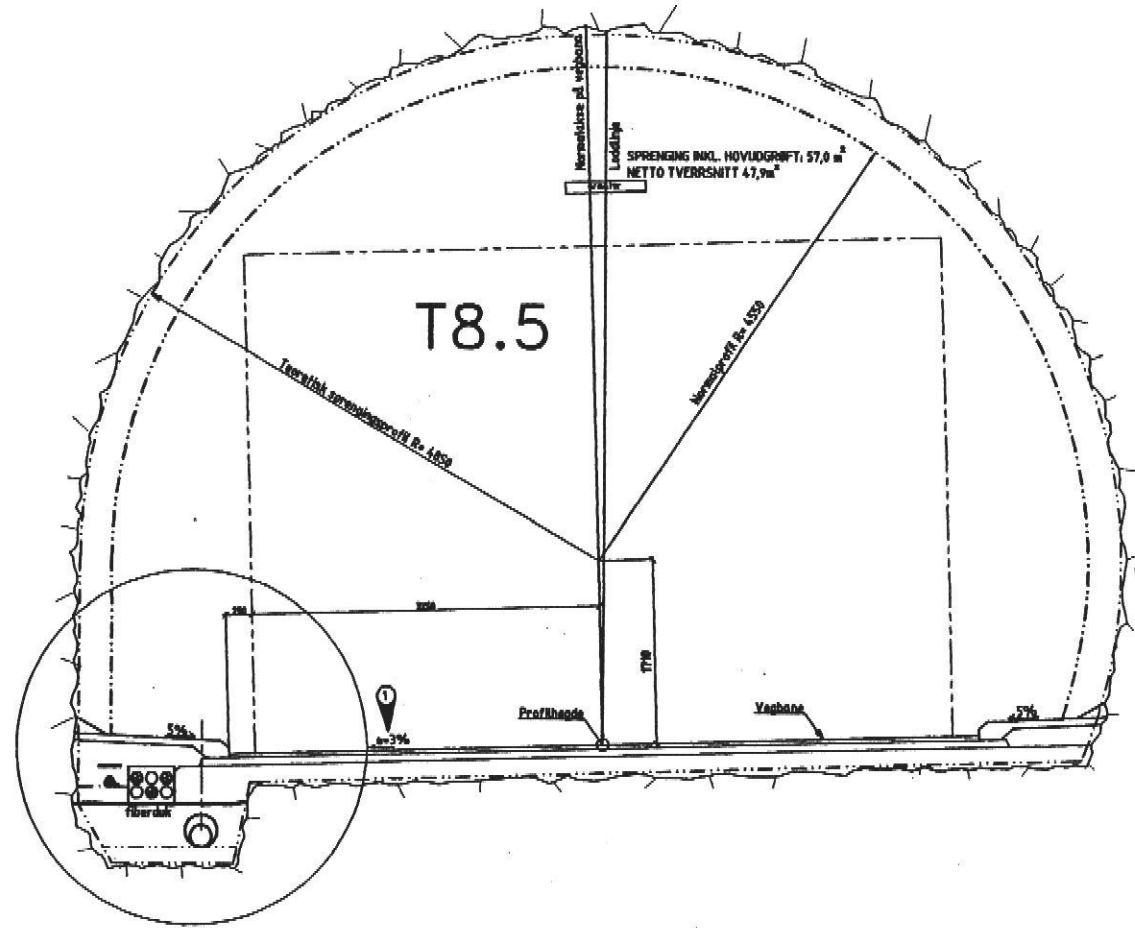
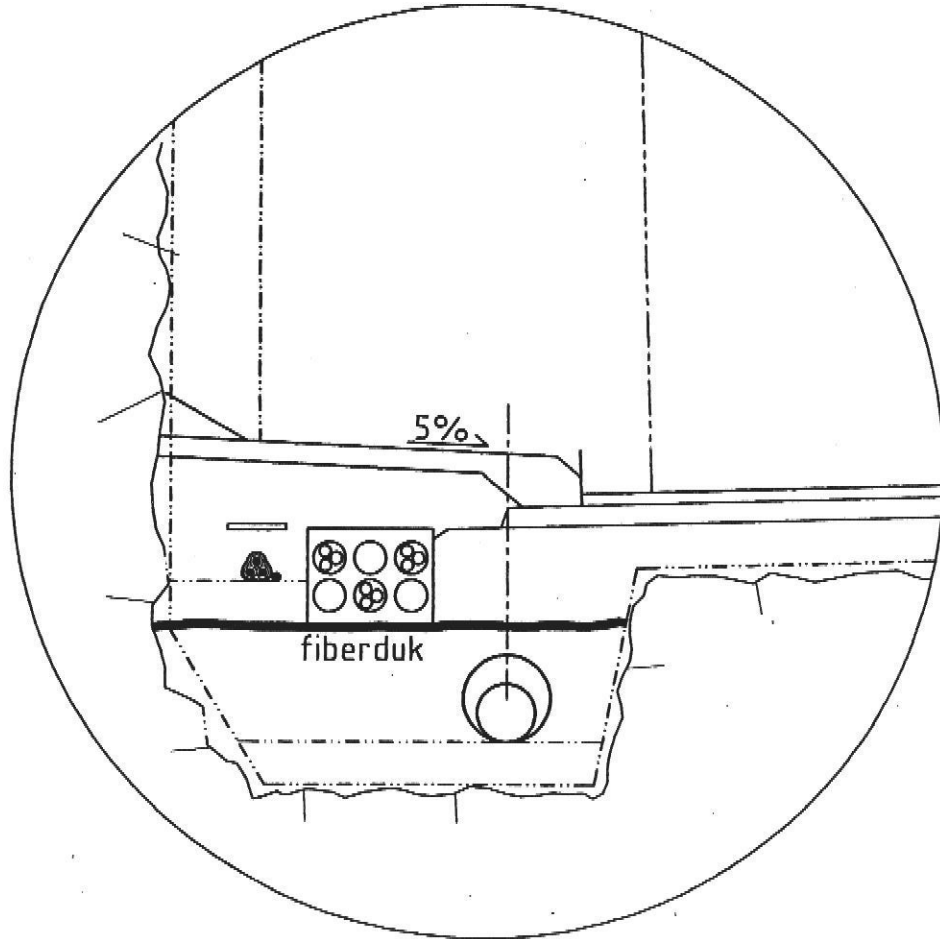
Vedlegg 1

TUNNELPROFIL T8,5

M=1:25



DETALJ A



Vedlegg 2

Rev.	Endring - MATTAHOLD	Dato	Sign.
	Statens vegvesen		Topn. 16.01.195, EV
	Sogn og Fjordane		Selsk.
			Slut.
			Ark. nr.
			Mod. M. 1:25
E 16			
PARSELL: AURLAND - LÆRDAL			Ark. nr.
RVYK BFM AN		HOVLUTUNNEL	Topn. nr. Rev. nr.

Det er opp til entreprenøren å velje om han vil leggje anleggsvegbanane over traugbotn og renske ho systematisk bort til telesikker masse før bygging av overbygningen, eller om han vil leggje anleggsvegbanane under traugbotn på dei skisserte premissar.

31. Kompletteringsarbeid. Tidspunkt for utføring av etterarbeid i tunnelen.

Byggherren legg opp til at entreprenøren kan gjere ferdig mest muleg av etterarbeida i tunnelen før sjølve tunneldringa (sprenginga) er ferdig, og ta dei permanente installasjonane i bruk etter kvart. Entreprenøren skal leggje opp arbeidet slik at dei permanente konstruksjonane ikkje vert forringa av aktiviteten i tunnelen, korkje i byggjefasen eller ved entreprenøren sin seinare bruk av dei permanente konstruksjonane.

Overbygningen, til og med øvre bærelag (Mod Ap 32), kan leggjast fram til ca. 500 m frå stuff. Arbeid med grøfter, trekkerøyr og høgspenkabel skal følgje med og leggjast ferdig parallelt med overbygningen.

Ved anleggstrafikk (utkøyning av masse frå tunneldringa) må entreprenøren ta omsyn til at overbygningen ikkje vert nedknust. Han kan ikkje rekne med at han kan bruke tyngre køyretøy eller køyretøy som gir større belastning på vegen enn det ein får med standard lastebildumperar med tvillinghjulboggi eller lastebildumper med semikasse og tvillinghjul på alle lasteaksjar.

Han må sikra at røyr og pukk i grøft ikkje vert tilslamma av finstoff og søl frå anna anleggsarbeid. Han må minst rekne med at grøfteoverflata må dekkast til med fiberduk e.l. som må takast bort før permanent dekke (betongdekke over grøft) vert lagt. Byggherren vil ta kontroll av tilstanden til drens-systemet - pukk og røyr-system - i slutfasen av anleggsperioden. Entreprenøren må for eigen kostnad utbedre evt. skade ved tilslamming av pukk eller knusing av røyr og kummar.

Når arbeid med overbygning og grøftarbeid (legging av pukk og røyr) pågår vil ikkje byggherren tillate at tunneldringa går. Slike kompletteringsarbeid skal foregå i eigne periodar då stoffen står - feriar for stoffdrivinga eller eigne innlagde avbrot i drivinga. Når slike kompletteringsarbeid vert utført skal det i kvar periode minst gjerast ferdig arbeid over ein strekning på ca. 1 km på den aktuelle tunnelgreina.

Entreprenøren kan gjere seg midlertidig nytte av dei permanente installasjonane for si drift dersom denne bruken ikkje påfører installasjonane ekstra påkjenningar eller at entreprenøren sin bruk av installasjonane ikkje vert til hinder/ulempe for byggherren sine vidare installasjonar (elektro) i tunnelen. Dersom entreprenøren vil ta i bruk noko av dei permanente installasjonane, f.eks. trekkerøyr eller høgspenkabel, skal dette avtalast/godkjennast av byggherren på førehand.

Dersom den forutsette kvalitet på det ferdige produkt kan sikrast/oppnåast ved eit anna driftsopplegg enn skissert ovanfor, kan framlegg om dette leggjast fram for byggherren for godkjenning.

Vedlegg 3

Spesielle hensyn ved driving av tunnel gjennom Baneheia

Tunnelkonferanse 18.- 20. oktober 1999

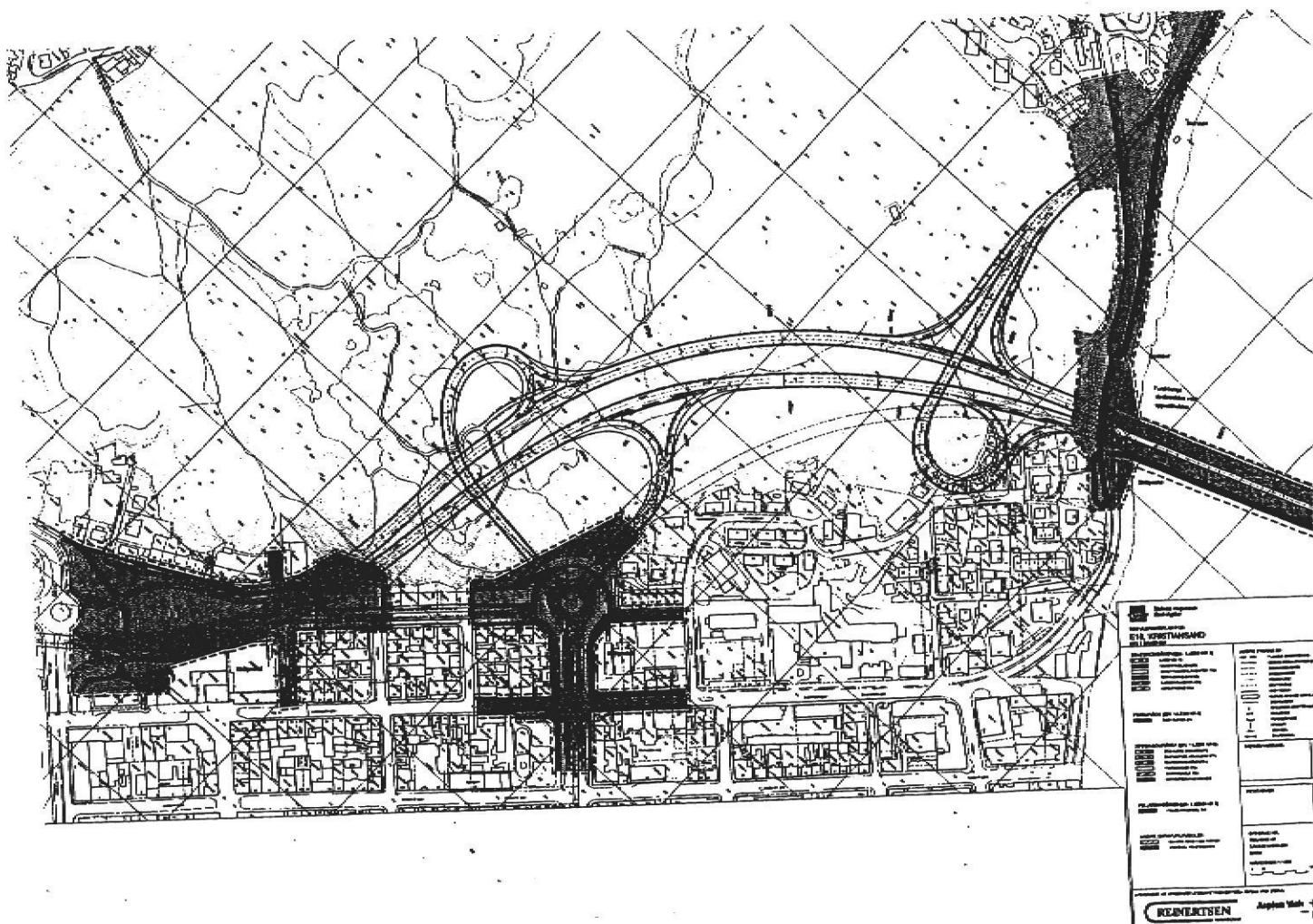
RICA Ishavshotell Tromsø

2.2 Spesielle hensyn ved driving av tunnel gjennom Baneheia (Egil Tvede Vest-Agder)

Linjeføring

Baneheitunnelene skal føre E18 nær inntil sentrum i Kristiansand (Kvadraturen). Øst- og vestførende hovedtunneler er ca 750 meter lange. Det er dessuten to fulle kryss inne i fjellet. Det ene betjener Egsveien som fører til fylkessykehuset og det andre betjener Festringsgata sentralt i Kvadraturen. Til sammen skal det bygges omtrent 3 km tunnel i Baneheia. Tverrsnittene varierer fra utvidet T12 til T 5,5 og med betydelig større spenn der tunnelene splitter. For å komme under andre eksisterende fjellanlegg, og for å få tilstrekkelig fjelloverdekning til vannene må hovedtunnelene stupe ned slik at de får lavbrekk inne i fjellet.

figur 1.



Geologi

Baneheia er avgrenset av to nord/sydgående forkastninger, den ene langs Otra og den andre nordover langs Setesdalsveien. Tunnelsystemet går hovedsakelig i godt tunnelfjellet - gneis med moderat oppsprekking.

Fjelloverdekningen ligger i området 10 - 40 meter. Der tunnelene ligger under vann er fjelloverdekningen 18,5 meter på det minste.

figur 2.



Opinion

I Kristiansand er Baneheia det nærmeste tur- og friluftsområdet. Terrenget er ypperlig og her er oppdemt fire små vann - første, andre og tredje Stampe og Kristianiafjorden. Tredje Stampe er flittig benyttet til bading om sommeren og skøyting om vinteren.

Under arbeidet med reguleringsplanen for E18 i Kristiansand ble lekkasjeproblerne i Romeriksporten satt i søkelyset. Dette førte til at det oppsto en sterk frykt for hva den planlagte tunnelbyggingen i Baneheia kunne føre til. Foreningen "Baneheias venner" ble stiftet. Medlemmene var til dels svært dogmatiske, Baneheia ble f.eks. omtalt som hellig fjell der all tunnelbygging skulle forhindres.

Våre planer ble særlig kritisert fordi det var lite fjell mellom tunnelene og vannene, og det ble hevdet at selv om vi klarte å tette fjellet ved forinjeksjon, ville injeksjonsmassene kunne trenge inn og ødelegge en påstått kilde som mange mener gir friskt vann til 3. Stampe.

Under bystyrets behandling av reguleringsplanen ble forholdene omkring lekkasjer fra Stampene gjort til et hovedpoeng. Et lite flertall stolte likevel på vegvesenets evne som tunnelbyggere og reguleringsplanen ble godkjent. Motstanderne gav seg imidlertid ikke og fikk senere samferdselsministeren med på nærmere utredning av en alternative linje gjennom Baneheia. Alternativet ble utredet, men senere forkastet av bystyret.

Vann

Vegvesenet har gjennomført omfattende kartlegging av vannforholdene i Baneheia.

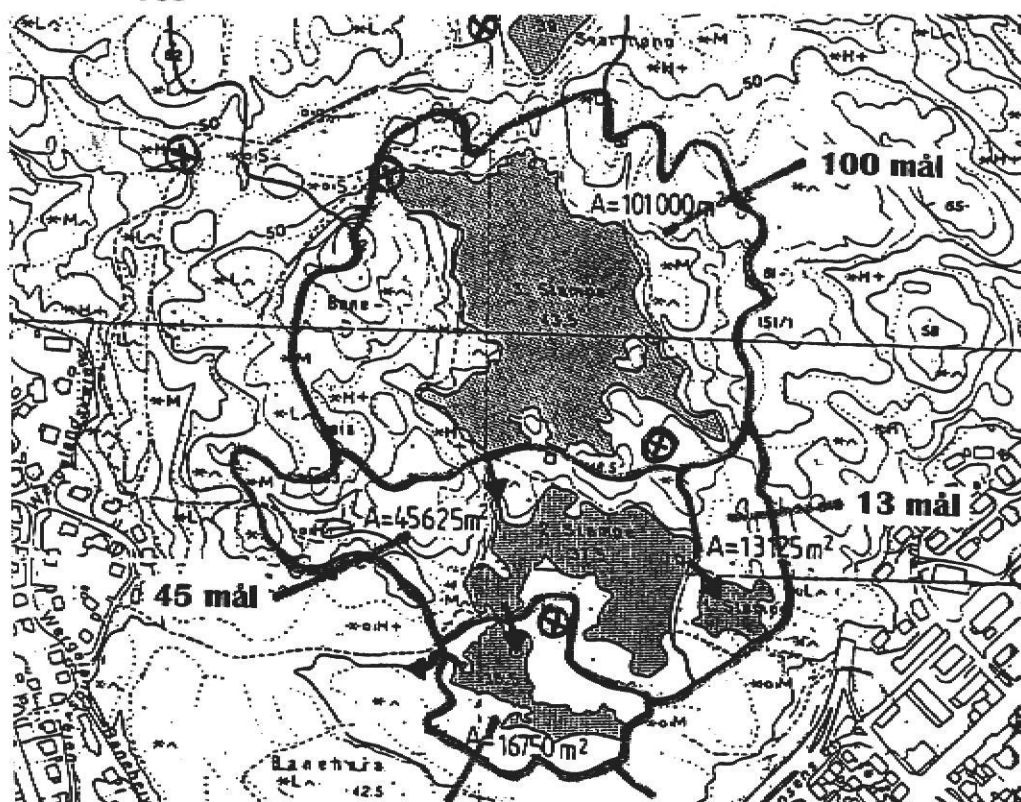
Hydrogeologisk kartlegging, vannstandsmålinger, vannanalyser, observasjonsbrønner, kjerneboringer, vanntapsmålinger, akustikk, seismikk og sonderboringer er bl.a. grunnlaget for vår forståelse av situasjonen.

Vi har å gjøre med et nedslagsfelt på bare 170 mål der vannene utgjør omtrent 1/3 av arealet. Terrenget rundt har mye bart fjell slik at vannene fylles fort opp når det kommer regn, men tilsig avtar også fort i tørrvær. Fjellet under vannene lekker lite og det er ikke funnet noe grunnlag for å tro at vannene får tilsig fra kilder med utspring utenfor nedslagsfeltet.

3. Stampe som er det største av vannene kan gjennom året ha vannstandsvariasjoner på 20 - 30 cm. En del av dette skyldes at demningene lekker en del, selv ved lav vannstand.

Vegvesenets utgangspunkt er at vi har å gjøre med et ømfintlig system som tåler lite nedtapping fra tunnelene som skal bygges under.

figur 3



Lekkasjekrav

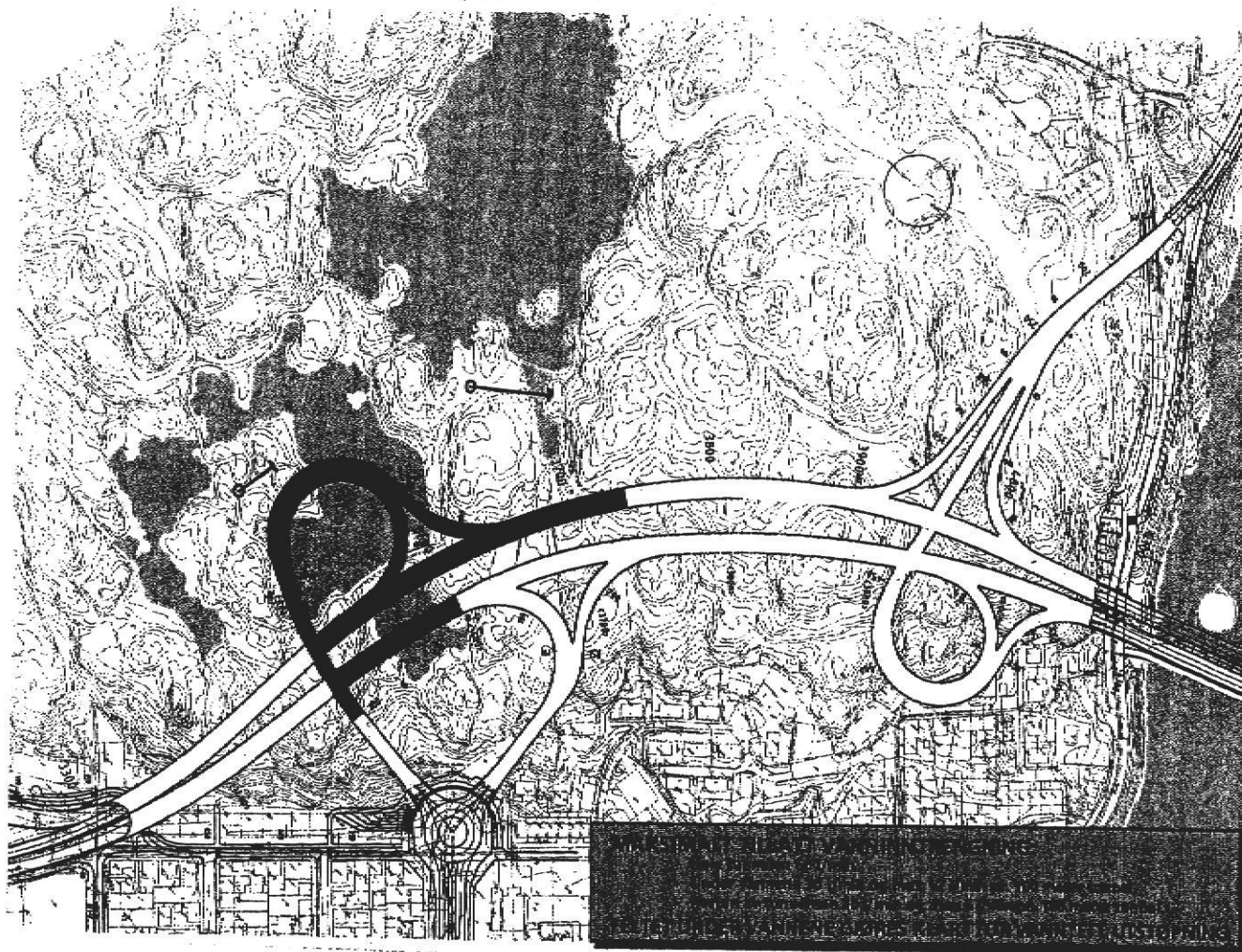
Det er tunnelenes virkning på vannene som det settes krav til. Vi har derfor sett hvor mye tilleggsenkning vannene kan tillates å få i løpet av en måned uten nedbør. Følgende grenser er satt:

- 3. Stampe 2,5 cm
- 2. Stampe 3,5 cm
- 1. Stampe 5 cm

For å overholde disse kravene må 500 meter tunnel nærmest Stampene ikke lekke mer enn 30 l/min, og 100 meter under 1. Stampe må ikke lekke mer enn 2,5 l/min.

Vårt mål er ellers at hele tunnelen ikke skal lekke mer enn 60 l/min

figur 4



Krav til gjennomføring

Fylkesmannen har satt svært strenge krav til gjennomføringen av prosjektet. Enkeltprøver av utslippsvann må ikke ha mer suspendert tørrstoff pr liter enn 200 mg. 90 percentil skal ligge under 100 mg STS/l.

Støykrav er satt til 55 dBA om dagen og 50 dBA etter kl 18 om kvelden. Mellom kl 22 og 07 tillates ikke støyende virksomhet

Rystelser skal ligge under 20 mm/sek, men opp til 40 mm/sek tillates i spesielle tilfeller.

Det forlanges omfattende dokumentasjon på at kravene overholdes.

Selv har vegvesenet pålagt seg at hele tunnelsystemet skal drives fra øst, uten å forstyrre eksisterende trafikk på E18.

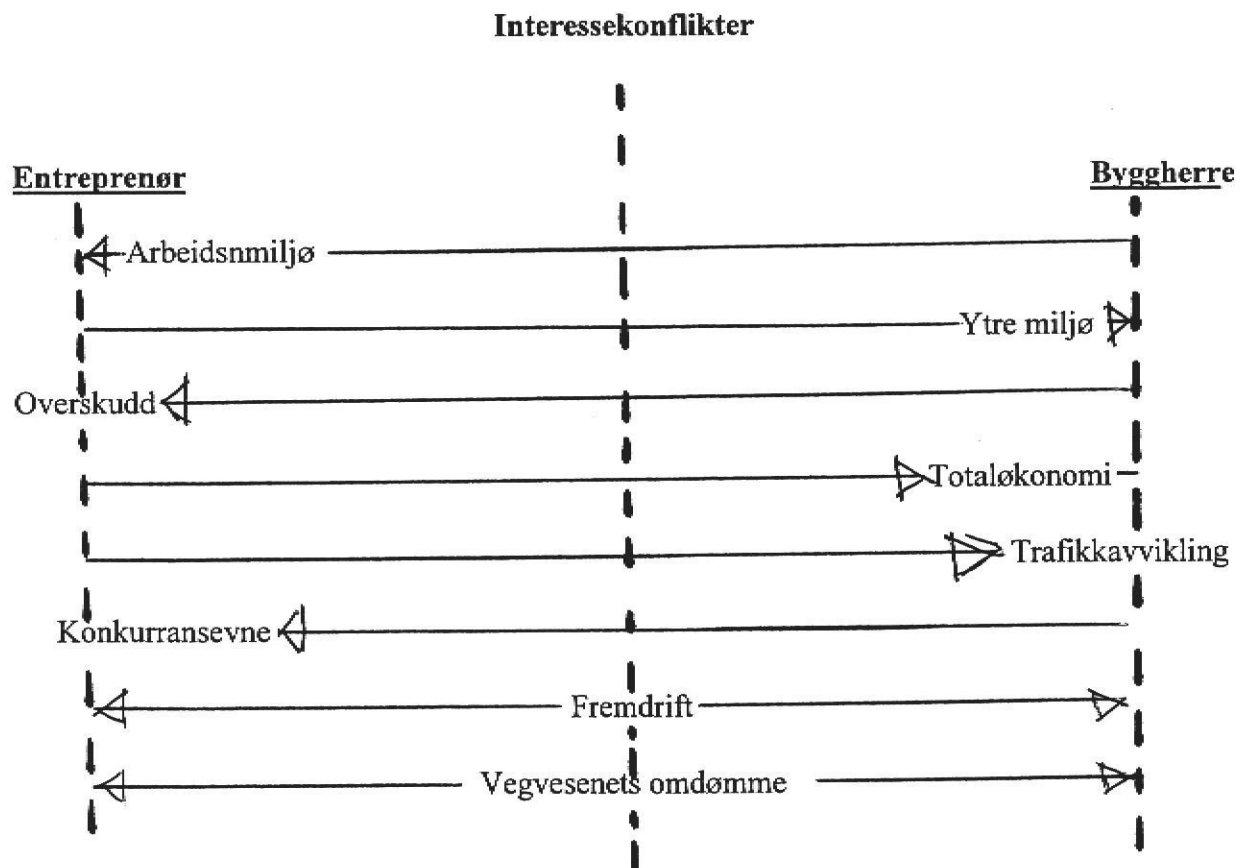
Trafikksituasjonen på E18 skal avlastes ved at det meste av tunnelmassen transporteres bort med lekter.

Entrepriseformer

For at vegvesenet skal ha mest mulig kontroll under gjennomføringen av dette ømfintlige prosjektet, synes vi det er best at vegvesenets produksjonsavdeling gjør jobben. Med denne ordningen tror vi at arbeidet med å tette tunnelen blir prioritert og øvrige ytre miljøkrav blir tatt på alvor.

I dette tilfelle tror vi at interessekonfliktene hadde blitt særlig store mellom vegvesenet og en privat entreprenør, selv om de også vil være tydelige i forholdet mellom produksjonsavdelingen i Hordaland og oss som byggherre.

Produksjonsavtalen for Baneheitunnelen er derfor utformet bl.a. med henblikk på få sammenfallende interesser mellom den utførende og byggherren. Noen slike er forsøkt illustrert nedenfor.



Kontraktsutforming

Injeksjon gjøres opp slik:

Sonderboring 0-24 m	meterpris oppgis	(7,5 m/m tunnel)
Injeksjons- og kontrollhull	meterpris oppgis	(39,5 m/m tunnel)
Sementer og grout aid	fastsatt forhåndspris	(180 kg/m tunnel)
Faste utgifter for injeksjonsutstyr og mannskap	månedspris oppgis	(20 mnd)
Løpende utgifter ved injeksjon	timepris oppgis	(1,2 timer/m tunnel)

Bolting gjøres opp slik:

Entreprenøren gir pris på bolt med lengde 3 m.

- 2,4 m bolt betales med (pris 3m) x 0,85
- 3,0 m bolt betales med (pris 3m) x 1,00
- 4,0 m bolt betales med (pris 3 m) x 1,23
- 5,0 m bolt betales med (pris 3 m) x 1,42
- 6,0 m bolt betales med (pris 3 m) x 1,90

Bonusavtaler

Bruk av sprøytebetong

Sprøytebetong mengde i kontrakten	7000 m ³	(2,3 m3 pr tunnelmeter)
Bonusområde	7000 - 4500 m3	(2,3 - 1,5 m3 pr tunnelmeter)
Bonuspotensiale	0 - 2,6 mill kr	

Bolting

Antall bolter i utgangspunktet	22000 stk	(7,3 stk pr tunnelmeter)
Bonusområde	22000 - 18000 stk	(7,3 -6,0 stk pr tunnelmeter)
Bonuspotensiale	0 - 1,0 mill kr	

Forutsetning for bonusavtalene ovenfor:

- Det gis en rabatt på 1,0 mill kr
- I tillegg til rabatten reduseres beregningsgrunnlaget for dekningsbidraget med 2,0 mill kr

Dekningsbidraget i produksjonsavtalen skal ikke reguleres.

Injeksjonsarbeidene.

I produksjonsavtalen var beskrevet prosedyrer for injeksjonsarbeider som er forutsatt revidert etterhvert som vi opparbeidet praktisk erfaring med utstyret, injeksjonsmassene og fjellet. Vi har hittil erfart at så godt som alt fjell må injiseres, etter injeksjon kan det enda forekomme enkelte drypp, men det ser ikke ut til at vi har vanskeligheter med å overholde lekkasjegrensene.

Grensene for injeksjon bør ikke slakkes, og vanntapsmålingene i sonderhullene bør fortsette. Det bør vurderes om antall sonderhull skal økes, f.eks. fra 6 til 12 stk.

Mikrosement (ultrafin 12) fungerer fint sammen med grout aid. Thermax også med grout aid fungerer godt som hurtigherder og blokkering av utganger, men jeg er noe usikker på hvor hurtig herdingen smitter over på den vanlige mikrosegmenten. Fjellet har hittil hatt såvidt fine sprekker at det hittil ikke er brukt industrisement.

Forbruket av mikrosegment har hittil vært større enn forutsatt.

Vi har hatt gode erfaringer med å konsentrere injeksjonshullene i de områdene lekkasjene er, og å rette hullene noe i forhold til sprekkeretninger og struktur i fjellet. Vi tror det kan være mye å spare på dette i forhold til å bruke en forhåndsbestemt og fastlagt injeksjonsskjerm.

Injeksjonsementen kommer nå i sekker som må åpnes manuelt. Dette støver og er ikke tilrådelig med de mengder det her er snakk om. SvH har derfor skiftet ut det gamle utstyret med en mer effektiv rigg der man unngår manuell håndtering av sementen.

Vi er ennå i en opplæringsfase der det er viktig å bli fortrolig med fjellet, injeksjonsstoffene og utstyret. Vi eksperimenterer litt, og vil også gjøre dette framover, men det er viktig for oss bare å variere en faktor av gangen slik at vi kan være sikre på hvilke virkninger vi får.

figur 5

INJEKSJONSKRITERIE
 (kriteriet for boring av full injeksjonsskjerm)

- lekkasje fra enkelthull større enn 2 liter pr. min.
- gjennomsnittlig lekkasje for alle hull større enn 1 liter pr. min.
- varmtapsmåling mer enn 0,5 liter i et enkelthull
- varmtapsmåling mer enn 0,25 liter i gjennomsnitt for alle hull
- injeksjonskriteriene revideres på grunnlag av lekkasjemålinger i tunnelen.

Hver injeksjonsomgang avsluttes med en ny sonderboring.

UKERAPPORT - BANEHEITUNNELEN

Uke: 40

Framdrift



		Totalt	Utført	% utført	Endring siste uke
Driving lm .	lm	2940	283	9,6	1,7
Driving fpm 3	m 3	217300	18357	8,4	0,9
Injeksjon	kg	530000	105723	19,9	6,4
Bolting	stk	20500	611	3,0	0,2
Sprøytebetong	m 3	7000	325	4,6	1,5
Sonderboring	lm	30600	2305	7,5	3,6
Injeksjonsboring	lm	118500	8665	7,3	1,7
Timer injeksjon	t	3700	438	11,8	2,6
Tidsforbruk	uker	89	10	11,2	1,1

Økonomi



- Pr. 1. oktober har SvH fakturert --- mill. inkl. tilleggsarbeid. Dette er ca. ----- lavere enn antatt betalingsplan.
- Det er ennå for tidlig å si noe om prognose på sluttsummen.

Injeksjon



- Det ble denne uken injisert 11 tonn i to injeksjonsskjermer på rampe 2600, 14,3 tonn i 2 injeksjonsskjermer på rampe 2700 og 8,9 tonn i to injeksjonsskjermer på rampe 2800.
- Injeksjonsmengden er denne uken den høyeste til nå med 712 kg/m.

Sikringsarbeider



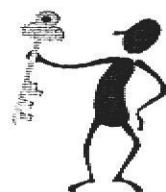
- I denne uken ble det montert 5 tremetersbolter i rampe 2600, 13 tremetersbolter i rampe 2700, og 24 tremetersbolter i rampe 2800
- Sprøytebetongforbruket ble 12 m³ i rampe 2600, 29 m³ i rampe 2700, og 35 m³ i rampe 2800. I tillegg ble skjæringen under Baileybrua sikret med 29 m³.

HMS



- Det har vært en nestenulykke denne uken. Vannledning ved Baileybruas østre fundament ble lekk og forårsaket et ras i skjæringa under brua. Det var ingen fare med brua, men raset var så stort at det kunne ha tatt liv dersom det hadde vært folk i nærheten.

Konklusjon



- Samarbeidet går greit mellom alle aktørene.
- Framdriften i tunnelen er fortsatt bra. Det er litt mye injeksjon i forhold til planlagt, men dette kan endre seg.
- Det ser ut som om at vi nå snart kan begynne å tippe stein i Vigebukta. Det er ennå ikke avklart om vi får fortsette å tippe stein i Kongsgårdbukta.

**Drenering,
vegfundament,
vegdekke**

VEGDIREKTORATET
VEGTEKNISK AVDELING

TUNNELKONFERANSE

Rica Ishavshotel Tromsø, 18.-20. oktober 1999

(1.8) Drenering, vegfundament, vegdekke

Øystein Myhre
Vegteknisk avdeling,
Overbygningskontoret

oystein.myhre@vegvesen.no

u:\.....\tunnko-1.doc

Innhold

1. OVERBYGNING, TUNNELER I OSLO-OMRÅDET (OSLO, AKERSH., BUSK.)	3
2. OVERBYGNING, TUNNELER I NOEN ANDRE FYLKER	3
3. SKADEREGISTRERING I NOEN TUNNELER	3
4. NOEN SKADEÅRSAKER.....	4
5. LITT OM AVRETTINGSLAG/DRENSLAG	4
6. SLØYFE/REDUSERE BRUK AV ISOLASJON?	5
7. ANDRE ISOLASJONSMATERIALER?	5
8. HÅNDBOK 021 VEGTUNNELER	5
9. ANNEN INFORMASJON.....	6

1. Overbygning, tunneler i Oslo-området (Oslo, Akersh., Busk.)

Mange av tunnelene i Oslo-området (Oslo, Akershus og Buskerud) har overbygning som består av såleisolasjon med skumplast (ekstrudert polystyren, XPS) og bærelag av f.eks. sementstabilisert grus (Cg), pluss asfaltdekke.

Noen av tunnelene har tildels store trafikkmengder (ÅDT opp til 20 000, eller mer).

Noen av tunnelene med den nevnte type overbygningskonstruksjon har fått dekkeskader av til dels betydelig omfang og etter forholdsvis kort tid. Dette skyldes at konstruksjonen er "ømtålig" og medfører risiko for "feilslag".

2. Overbygning, tunneler i noen andre fylker

Den nevnte typen overbygningskonstruksjon (såleisolasjon med XPS) er i mindre grad benyttet i tunneler utenom det nevnte "Oslo-området". Noen full oversikt over ulike overbygningstyper i samtlige tunneler har vi imidlertid ikke.

Vi har fått eksempler på oppbygning fra noen av fylkene, men det har ikke foregått noen systematisk innsamling.

Varierende praksis med hensyn til valg av overbygning er trolig resultat av at flere fylker enten har vedtatt en bevisst og intern "policy" for valg av overbygningsmaterialer og -utførelse, og/eller at de bruker bare slike løsninger som de føler seg "trygge" på, løsninger som de er flinke med og som de har gode erfaringer med. Dette gjelder da gjerne overbygning både i tunneler og på veg i dagen.

3. Skaderegistrering i noen tunneler

Her skal det nevnes noen av tunnelene hvor man har registrert skader på dekke og vegfundament:

- Kjørbo (Sandvika, Akershus) tunnellengde ca. 350 m
- Eidsvoll (Akershus)
- Diverse tunneler i Buskerud

- I Granfoss-tunnelen (Oslo/Akershus) er det registrert en enkelt dekkeskade som var åpenbar og som hadde "vanlige" kjennetegn. Ved nøyere undersøkelse av hele tunnelen har en imidlertid ikke funnet flere alvorlige dekkeskader, men svinnsprekker forekommer.

En har også gjort noen spredte undersøkelser av tilstanden på dekke/vegfundament i andre tunneler med denne type overbygning, men uten at man foreløpig har funnet skader.

4. Noen skadeårsaker

Noen årsaker til skader på overbygning med såleisolasjon av skumplast (ekstrudert polystyren, XPS) er:

- Generelt ømtålig materialkombinasjon pga. lav E-modul for skumplasten og høy E-modul for overliggende lag (som kan bestå av grus, evt. sementstabilisert grus, eventuelt betong eller andre "stive" materialer i forhold til skumplastens stivhet). Dersom det oppstår svikt i skumplastlaget vil overliggende bærelag og dekke raskt brytes i stykker av trafikken.
- Overbelastning av skumplastplatene i anleggsfasen. Trykkfastheten for ekstrudert polystyren til vegbygging er i området 400-800 kN/m², mens ringtrykk hos kjøretøy kan være opp mot 1000 kN/m² (145 psi) eller mer. Dvs. at man i praksis ALLTID vil overbelaste skumplasten dersom det ikke er et beskyttende lag (grus, Cg, etc.) over skumplasten før anleggstrafikk (eller annen trafikk) tillates.
- Overbelastning av platene kan også skje fra "undersiden", f.eks. når det brukes grove drenerende materialer med mangelfull eller feil avretting. Det grove materialet virker da som en "spikerseng" og trenger opp i platene når overbygningen belastes, selv om den har tykkelse som forutsatt.
- For svake skumplasttyper kan være benyttet. Tidligere var det vanlig å benytte plater med trykkfasthet 400 kN/m² (fra først av var de 350 kN/m²). Slike plater benyttes fortsatt, selv om det enkelte steder nå heller benyttes 500 kN/m² eller 700 kN/m². Selv disse "sterke" typene XPS vil ikke tåle direkte trafikering, og behovet for tilstrekkelig tykkelse på overliggende lag er fortsatt til stede.

I følge vegnormalene 018 (ny utgave 1999) skal overdekningen over isolasjonsplatene være minst følgende, avhengig av materialene som brukes:

Trykkfasthet, kN/m ²	200	300	400	500	700
Grustykkelse, cm	60	40	30	30	
Tykkelse Cg, cm			25	23	20

I forslaget til den nye håndbok 021 vil man i utgangspunktet unngå kombinasjonen av Cg pluss isolasjon, samt at man vil unngå å bruke isolasjon med skumplast i den "sentrale delen" av tunnelsålen (kjørebanen). Det vil likevel kunne være behov for noe isolering, i forbindelse med grøfter og eventuelle mindre partier som behøver isolasjon ("punktisolasjon").

Kravene til isolasjon og overdekning vil trolig bli noe annerledes i den nye 021 enn de nåværende (1999) kravene i 018.

5. Litt om avrettingslag/drenslag

Valg av drenslag/avrettingslag under isolasjonsplater har voldt en del problemer. Det har vært tilfeller av at for grove materialer er benyttet, og/eller at det har vært manglende avretting med finere materialer. Jevnheten på avrettingen, dvs. underlag for isolasjonsplatene, har også betydning. Det er viktig at platene "ligger an" og at de ikke rir på ujevnheter.

Det har vært eksperimentert en del med "spesialfraksjoner" som f.eks. 2-32 mm til drenslag. Noen har rapportert gode erfaringer med slikt (brukt bl.a. i Ekeberg-tunnelen, Oslo).

Bruk av sand eller grus til drenslag og/eller avrettingslag er lett å avrette til et "plant" underlag for isolasjonsplatene, men kan være et "uheldig" valg dersom det er store vannmengder som skal ledes vekk, eller når det blir stående vann i trauret (lavbrekk).

6. Sløffe/ redusere bruk av isolasjon?

Som nevnt foran legger forslaget til ny tunnelnormal opp til redusert bruk av såleisolasjon. Begrunnelsen for dette er både å unngå de ømtålige eller "vanskelige" konstruksjonene med XPS pluss tynne/stive bærelag, og at behovet for frostsikring med isolasjon antas å være mindre enn den nåværende tunnelnormalen legger opp til.

Man vil i stedet konsentrere seg mer om drencsystemet, og eventuell isolasjon av dette.

7. Andre isolasjonsmaterialer?

Dersom man erkjenner å ha et behov for såleisolering, vil andre isolasjonsmaterialer enn XPS kunne bli aktuelt.

Fra før kjenner man bruk av ekspandert leire ("leca"). Dette kan være et alternativ for såleisolering. Tradisjonelt har man imidlertid tillagt ekspandert leire "betydelig" dårligere isoalsjonsegenskaper enn XPS. Ubeskyttet leca (løs leca) regnes å måtte ha 8 ganger tykkelsen av XPS for å være like godt isolerende. Emballert leca (i plastsekker) regnes å måtte ha 4 ganger tykkelsen av XPS. Disse faktorer har å gjøre med materialets motstand mot fuktopptak (som svekker isolasjonsegenskapene).

Det kan imidlertid være aktuelt å revurdere den nødvendige tykkelsen av eventuell leca-isolasjon, for å redusere lagtykkelser/kostnader.

Et annet isolasjonsmateriale- helt "nytt" i norsk sammenheng - er skumglass. Det kan leveres i granulatform (f.eks. sortering 10-50 mm eller 20-50 mm) og har en egenvekt på ca. 200-400 kg/m³ (avhengig av materialkvalitet og målemetode). Skumglass i form av hele plater har tidligere vært en del benyttet til isolasjon, men granulatform er nytt hos oss. Det er for tidlig å uttale seg sikkert om langtidsegenskapene, men man har i alle fall utført noen prøvestreknings med slik isolasjon (veg i dagen), med tilsynelatende meget lovende resultater etter første vinteren. Hvorvidt dette blir et reelt og fullgodt alternativ i tunneler, får vi se etter hvert.

8. Håndbok 021 Vegtunneler

Ny utgave er på "beddingen". Det vises til egen omtale ved andre foredragsholdere på dette kurset. Undertegnede vil si litt mer om kapitlet om overbygning (vegfundament).

Det foreligger et foreløpig utkast til nytt overbygningsskapittel. Det er forholdsvis omfattende, og det er derfor ikke helt avklart hvor mye som kommer med i selve 021, og om det eventuelt er noe som kan egne seg for plassering i hb 163 eller i andre håndbøker (det er vel helst ønskelig å ha "alt på ett sted").

9. Annen informasjon

Vegteknisk avdeling (daværende Veglaboratoriet) laget i juli 1993 et informasjonsark i serien "Vegdirektoratet informerer", under tittelen: "Sementstabilisert grus på isolasjonsplater i tunneler - ikke så greit".

I 1997 og 1998 er det holdt temamøter om valg av overbygning i tunneler, spesielt med tanke på problematikken rundt isolasjon og dekkeskader. Det som har framkommet gjennom disse temamøtene har dannet en del av grunnlaget for forslaget til den nye håndbok 021.

I første halvdel av 1980-tallet ble det utført en større undersøkelse bl.a. i Buskerud, der man så spesielt på skadeutvikling på veger med isolasjon av skumplast. Konklusjonene den gang var bl.a. at tykkelsen på gruslaget var sterkt medvirkende til om man fikk skader eller ikke (slett ikke overraskende). Det ble også konkludert at skader ofte kunne tilbkeføres til feil eller unøyaktigheter ved utførelsen, bl.a. pga. overbelastning i anleggsfasen.



Statens vegvesen

Vegoverbygninger i tunneler



Statens vegvesen

Innhold

- **Bakgrunn**
 - **Hovedprinsipp**
 - **Grøfter/drenering**
 - **Vegoverbygning**
-



Statens vegvesen

Bakgrunn

- **Problemer i tunneler med Cg og såleisolasjon**
 - for grove materialer over/under plater
 - for liten trykkstyrke for plater
 - for liten overdekning over plater
 - mangelfull utførelse
 - dårlig vedheft Cg-bindlag
-



Statens vegvesen

Bakgrunn

- **Gjeldende retningslinjer**
 - mangelfulle/ ikke fullstendige
 - **Arbeidsgruppe for revisjon av hb. 021**
 - SV Akershus
 - SV Buskerud
 - SV Hordaland
 - SV Oslo
 - SV Sør-Trøndelag
 - SV Telemark
 - Vegdirektoratet
-



Hovedprinsipper

- **Forsterkningslagsmaterialer:**
 - Åpen puk
 - **Bruk av isolasjon:**
 - til grøfter etter behov
 - bare unntaksvis i sålen:
 - plasseres dypest mulig i konstruksjonen
 - Cg direkte på isolasjonsplater benyttes ikke
-



Grøfter

- **Hovedgrøft**
 - kontinuerlig gjennom hele tunnelen
 - **Langsgående hjelpegrøft**
 - i våte partier
 - **Avskjærende tverrgrøft**
 - i nedkant av våte partier
-



Grøfter

- **Plassering**
 - Utenfor kjørebanelen
 - **Dybde**
 - 35 cm under laveste sprengningsnivå i sålen
 - min. 1,0 m under topp veg for $F_{10T} < 10.000$
 - min. 1,5 m under topp veg for $F_{10T} > 10.000$
 - **Bredde**
 - min. 0,5 m i bunnen
-



Frostsikring av grøfter

- **Behov**
 - $F_{10T} < 15.000$: ikke behov for frostsikring
 - $F_{10T} > 15.000$: behov for frostsikring
 - **XPS**
 - **Trykkstyrke**
 - 400 kPa
 - i kjørebane/hjulspor: 700 kPa
 - **Tykkelse isolasjonsplater**
 - min. 50 mm
 - ihht. hb. 018
-



Grøfter

- **Utlegging av over- og underliggende materialer:**
 - 400 kPa: min. 35cm
 - 500 kPa: min. 30 cm
 - 700 kPa: min. 25 cm
 - **Avstrøing/materialer over- og under:**
 $D_{maks} \leq 8\text{mm}$
-



Vegoverbygning

- **Sprengning av såle**
 - Fall: 5 %
 - Plass til overbygningen
 - $F_{10T} > 15.000$: min avstand fra topp veg til fast fjell 75 cm
 - **Utlastingsnivå:**
 - Plass til overbygningstykkelsen
 - Slam og finstoffholdige materialer fjernes
 - $F_{10T} > 15.000$: rensk til fast fjell
-



Frostisolering av såle

- **Normalt ikke behov for frostisolasjon**
 - **Ved oppressing av vann i sålen og $F_{10T} > 15.000$:**
 - masseutskiftning
 - avskjærende grøfter
 - isolasjon:
 - på avrettet traubunn (dypest mulig)
 - min. trykkstyrke: 700 kPa
 - Cg direkte på isolasjon unngås
-



Overbygning

- **Forsterkningslag**
 - tykkelse: 30 cm
 - materialer: åpen pukklag eller kult
 - maks. 15 % < 2 mm
 - **Avretting av forsterkningslag:**
 - knust fjell
 - bituminøse masser
-



Statens vegvesen

Overbygning

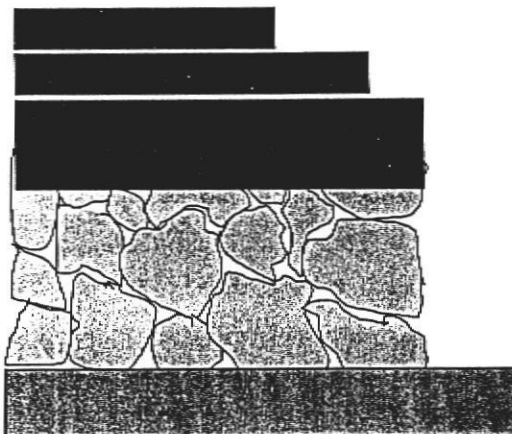
- **Bærelag**
 - **Mtr. typer og lagtykkelser iht. hb. 018**
 - **Sementstabilisert grus (Cg):**
 - **min. trykkstyrke 15 MPa**
 - **min tykkelse: 15 cm**
-



Statens vegvesen

Overbygning

Eksempel for ÅDT: 5.000-10.000



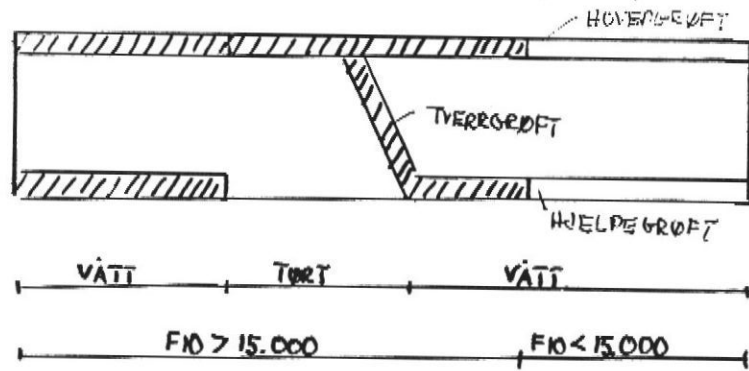
Ska 16: 4,5 cm

Ab 16 t: 4,5 cm

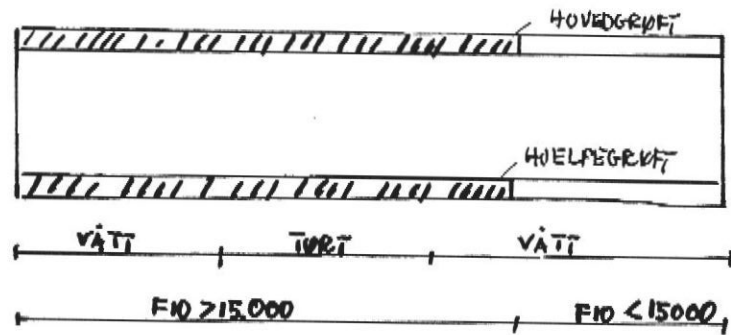
Ag 16: 11 cm

Pukk/kult: 30 cm

IKKE KONTINUERLIG HJELPEGRØFT

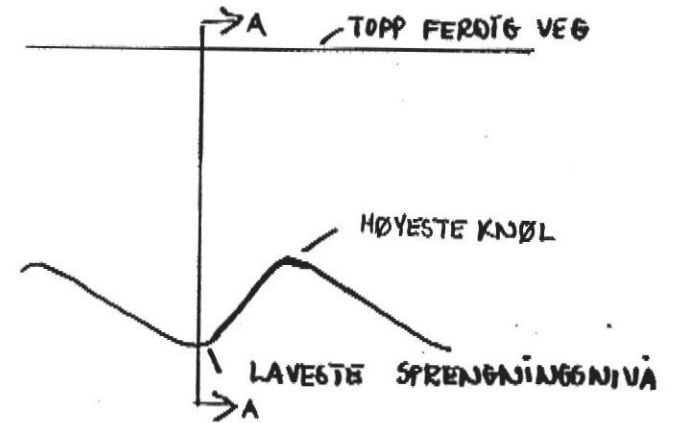


KONTINUERLIG HJELPEGRØFT

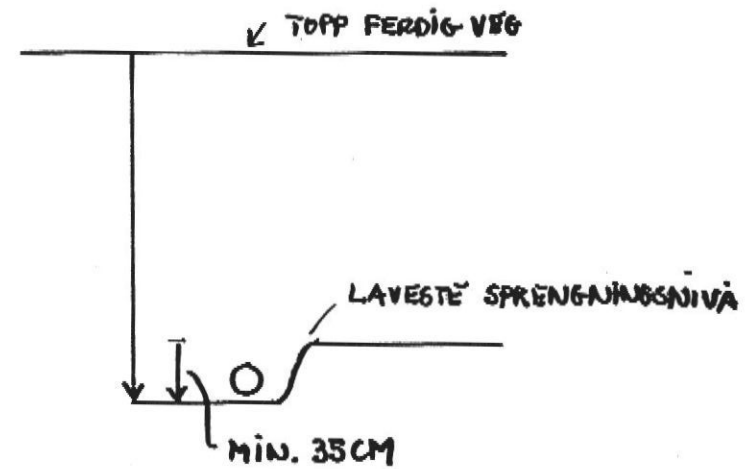


/// = ISOLASJON

LENGDEMITT



TVÆRSNITT A-A



Kapittel 9 Drenering

901 Generelt

Vannlekkasjer i tunneler skal føres frostsikkert ut av tunnelen via drensssystemet. Lekkasjer i vegger og heng skal samles opp ved at det monteres avskjerming som fører vannet ned i grøft.

Lekkasjer i tunnelsåle er vanlig på samme måte som lekkasjer i vegger og heng og samles opp via forsterkningslaget, jfr. kapittel 1004

I tillegg til drensssystem for lekkasjevann skal det normalt også etableres et eget system for oppsamling av spylevann fra spyling/vasking av tunnelen. Avstanden mellom spyle/stakekummer bør ikke overstige 80 m. I tunneler med lengde under 100 m kan det vurderes å etablere et system for oppsamling av spylevann utenfor tunnelen.

Rørdimensjoner for drensssystemet vil kunne fastlegges endelig først etter at tunnelen er ferdig drevet når fordelingen mellom våte og tørre partier og samlet vannmengde er kjent. Med våte partier menes områder hvor det drypper eller renner vann fra tak, vegger eller såle.

Drensssystemet skal dimensjoneres for den vannmengden som blir i tunnelen når den er ferdig. Hvis det er aktuelt med legging av drensssystemet parallelt med drivingen må det ved dimensjoneringen av drensssystemet tas hensyn til en eventuell uforutsett økning i lekkasjemengden fra tak, vegger eller såle.

Normalt skal det ikke brukes drenerør med diameter mindre enn 160 mm i hovedgrøft. I hjelpegrøfter kan en legge en pukkestreng med fiberduk rundt. Behov for et eget drenerør i pukkestrengen vurderes etter vannmengde, jfr. kap. 433.2 i hb. 018.

I undersjøiske tunneler skal drensssystemet dimensjoneres rikelig. Hvis fallet er under 1 % bør kapasiteten dobles i forhold til beregnet kapasitet etter vanlige dimensjoneringsregler.

I tillegg til dreneringen kan det være nødvendig å benytte en egen transportledning for dreneringsvann. Normalt benyttes en egen transportledning fra det stedet i tunnelen der samlet lekkasje fører til at halvparten av dreneringens kapasitet er utnyttet. En egen transportledning bør også vurderes hvis det er lange strekninger med lite fall og fare for tilslamming av dreneringen.

902 Grøfter

902.1 Generelt

Hovedgrøft skal legges kontinuerlig gjennom hele tunnelen. I våte partier bør en vurdere å legge tosidig drenering med hovedgrøft, langsgående hjelpegrøft og eventuelt tverrgrøfter, se figur 9.1. I nedkant av våte partier vil det ofte være nødvendig å etablere en avskjærende tverrgrøft for at vannet i sålen ikke skal spre seg til tørre partier og for å føre vannet til hovedgrøfta, se alternativ 1 i figur 9.1. Ved mange og lange våte partier vil det ofte være kostnadsbesparende å legge en kontinuerlig langsgående hjelpegrøft gjennom hele tunnelen, se alternativ 2 i figur 9.1.

Figur 9.1. Eksempler på frostsikring og plassering av drensledninger i tunneler

902.2 Plassering og utforming

Langsgående grøfter bør fortrinnsvis plasseres utenfor kjørebanelen, dvs. under skuldrene og inntil tunnelveggen.

Grøftebunnen skal være minimum 35 cm under laveste sprengningsnivå i sålen. I tillegg avhenger minimum grøftedybde av frostmengden som vist i tabell 9.1, se prinsippskisse i figur 9.2. Grøftedybde under topp ferdig veg skal generelt ikke være mindre enn 1,0 m. For frostmengder F_{10T} større enn 10.000 h°C skal grøftedybden være minimum 1,5 m under topp ferdig veg.

Tabell 9.1 Grøftedybde og frostsikring.

Frostmengde i tunnel (h°C)	Minimum grøftedybde under topp ferdig veg (m) 1)	Behov for frostsikring av grøfter 2)
< 10.000	1,0	Grøfter frostsikres ikke
10.000-15.0000	1,5	Grøfter frostsikres ikke
> 15.000	1,5	Grøfter frostsikres

1) Grøftebunnen skal også være minimum 35 cm under laveste sprengningsnivå i sålen

2) Gjelder hovedgrøft, hjelpegrøft og tverrgrøft

Grøfter skal minimum være 0,5 m brede i bunnen, se også kapittel 441.1 i hb. 018.

Utformingen av grøftene for øvrig avhenger av plassbehov i forbindelse med gjennomføring av rør og kabler og eventuelle krav til at grøfta skal frostsikres, jfr. kapittel 902.3.

Figur 9.2 Krav til grøftedybde, prinsippskisse

902.3 Frostsikring

Grøfter skal frostsikres for frostmengder (i tunnelen) større enn 15.000 h°C, jfr. tabell 9.1 For frostmengder $F_{10T} < 15.000$ (h°C) er det ikke nødvendig å isolere grøfter. Ved beregning av frostinntrengning i tunneler må en ta hensyn til evt. mekanisk ventilasjon i tunnelen. jfr. kapittel 8 " Arbeider foran stoff, stabilitetssikring og vann- og frostsikring".

Ved frostsikring med skumplast skal ekstrudert polystyren (XPS) benyttes. Andre materialer enn XPS kan også være aktuelle til frostsikring av grøfter i tunneler. Dette utredes i hvert enkelt tilfelle.

Ekstrudert polystyren (XPS) til frostsikring av grøfter skal ha en korttids trykkfasthet på minimum 400 kPa. Dersom utformingen av grøftene er slik at isolasjonen delvis blir liggende i kjørebanelen/ hjulsporene skal korttids trykkfasthet være minimum 700 kPa. Minimumstykkelsen for isolasjonsplatene ~~er~~ 50 mm. For øvrig bestemmes isolasjonstykkelsen ut fra hb. 018. *skal være*

Isolasjonsplater skal generelt plasseres lavest mulig i grøfta, se alternativ 1 i figur 9.3. Isolasjonsbredden er i slike tilfeller lik grøftebredden på det aktuelle nivået. Dersom denne utformingen ikke gir en frostsikker grøft (kuldebro fra kjørebanelen og ned under isolasjonen), legges isolasjonen høyere opp i grøfta samtidig som isolasjonsbredden økes, se alternativ 2 i figur 9.3.

For å sikre en god drenering av platehvelvene og unngå kuldebruer skal det i områder med $F_{10T} > 15.000$ h°C legges kontinuerlig frostisolasjon ~~er~~ fra platehvelvene og over grøfta, se figur 9.3. Platehvelvene skal hvile på egne punktfundamenter (ikke direkte på isolasjonsplatene) som isoleres ned langs sidene.

Figur 9.3 Isolering av grøfter i partier med $F_{10T} < 15.000 \text{ h}^\circ\text{C}$, prinsippskisse.

For å redusere faren for overbelastning av platene i anleggsperioden skal tykkelsen på overliggende forsterkningslagsmaterialer ikke være mindre enn verdier angitt i tabell 9.3, se også prinsippskisse i figur 9.3. I tillegg må en ved valg av valseutstyr også vurdere faren for overbelastning av platene i anleggsperioden.

For lagtykkelser større enn 30-35 cm kan legging i 2 omganger være hensiktsmessig av hensyn til komprimeringen. Det første laget skal ha en tykkelse på minimum 25 cm (ferdig komprimert), og det andre laget må ut legges umiddelbart etter det første (begge deler pga. faren for overbelastning av platene i anleggsperioden).

Tabell 9.3. Minimum tykkelse på Fk-lag over isolasjonsplater

Trykkstyrke	Minimum overdekning (cm) ved belastning med anleggstrafikk 1).
400	35
500	30
700	25

1) Ferdig komprimert

Underlaget for isolasjonsplatene skal være plant og jevnt. Av hensyn til faren for lokal punktering av platene skal maksimal steinstørrelse for materialene rett over eller under isolasjonsplatene ikke være større enn 8 mm, se prinsippskisse i figur 9.3. Sorteringen 2-4 mm evt. 4-8 mm anbefales til forkiling/avstrøing av grøftepukken dersom maksimal kornstørrelse for materialene i grøfta er større enn 8 mm. Korngraderingen for materialene må vurderes bl.a ut fra faren for lokal punktering av platene, stabiliteten av underlaget, lagtykkelse og valg av materialer i vegoverbygningen for øvrig.

Kapittel 10 Vegfundament og vegdekke

1001 Generelt

I tunneler vil bæreevneproblemer ofte være knyttet til vannømfintlige materialer som blir liggende igjen i sålen, i kombinasjon med vann og evt. frost. Over traubunnen er det nødvendig med en oppbygging som sikrer jevnheten på dekket og drenerer ut evt. lekkasjer fra sålen.

Rim og isdannelse som følge av utstråling kan man se bort fra i tunneler, men det vil alltid være nødvendig å vurdere spesielle tiltak mot iskjøving i frostsone nær tunnelåpningene. Dette gjelder bl.a overgangen mellom tunneltaket og portalen som må tettes på en slik måte at det ikke drypper vann på kjørebanelen.

Overbygningen i en tunnel skal ha et dekke og bærelag som er dimensjonert som for en vanlig veg, jfr. hb. 018. Forsterkningslaget skal bestå av åpne og godt drenerende pukkmaterialer med en standard tykkelse, jfr. kap. 1004.

i høringsfasen
Kommentar: Dimensjonering av slitelag, bindlag og bærelag etter hb. 018 kombinert med forsterknings- og avrettingslag av åpne pukkmaterialer med tykkelse i hht. kapittel 1004, gir tilstrekkelig lastfordelende evne ned til fast fjell og samtidig en vegoverbygning med gode dreneringsegenskaper. Foreliggende utkast til hb. 021 er ellers basert på følgende prinsipper når det gjelder dimensjonering og valg av materialer:

- En har gått bort fra kombinasjonen av isolasjonsplater og Cg pga. usikkerheter knyttet til anleggsteknisk utførelse og bestandighet.
- Isolasjonsplater brukes i forbindelse med isolering av grøfter i frostsone men bare unntaksvis til isolering av sålen, se kapittel 902.3 og 1003. Dersom det på korte partier også er behov for frostsikring av sålen, legges isolasjonen dyppest mulig i overbygningen, dvs. på drenslag/avrettet traubunn.

Tabell 10.1 viser eksempler på aktuelle vegoverbygninger i tunneler uten såleisolasjon. De ulike lagene og materialvalgene kommenteres nærmere i etterfølgende kapitler. For generelle krav til materialer, utførelse og toleranser for høyder, jevnhet og lagtykkelser samt valg av dekke og bærelag henvises det til hb. 018.

Tabell 10.1 Eksempler på oppbygging av vegoverbygning i tunneler

Lag	Alternativ	Materialtyper og lagtykkelser (cm) for ÅDT 2) 3)					
		<600	600-1500	1500-4000	4000-5000	5000-10000	10000-20000
Slitelag 1) 4)	se hb. 018	Agb 11: 3,5	Agb 16: 4,5	Ab 16t: 4,5	Ab 16t: 4,5	Ska 16: 4,5	Ska 16: 4,5
Bindlag 1)	se hb. 018	-	-	Agb 11: 3,5	Agb 11: 3,5	Ab 16: 4,5	Ab 16: 4,5
Bærelag 1)	Alt. 1	Ag: 8,5	Ag: 8,5	Ag: 9	Ag: 9	Ag: 11	Ag: 12
	Alt. 2	Ag: 5 +Ap: 5	Ag: 5 +Ap: 5	Ag: 5 +Ap: 6	Ag: 5 +Ap: 6	Ag: 5 +Ap: 9	Ag: 5 +Ap: 10
	Alt. 3	Ag: 4 +Fk: 10	Ag: 4 +Fk: 10	Ag: 5 +Fk: 10	Ag: 5 +Fk: 10	-	-
	Alt. 4					Cg: 15	Cg: 16
Avretting av forsterkningslag 5)		Knust fjell: ca. 5	Knust fjell: ca. 5	Knust fjell: ca. 5	Knust fjell: ca. 5	Knust fjell: ca. 5	Knust fjell: ca. 5
Forsterkningslag		Pukk/kult: min. 30	Pukk/kult: min. 30	Pukk/kult: min. 30	Pukk/kult: min. 30	Pukk/kult: min. 30	Pukk/kult: min. 30

1) Slitelag, bindlag og bærelag dimensjoneres i hht. hb. 018

2) Tykkelser av slite-, bind- og bærelag er justert i forhold til hb. 018 av leggetekniske hensyn (forholdet mellom maksimal steinstørrelse og lagtykkelse)

3) Tabellen viser oppbygging i tunneler uten såleisolasjon, jfr. kap. 1003.

4) Betongdekker er lite aktuelt, bl.a. pga. utviklingen av slitesterke bituminøse dekketyper (Ska), redusert piggdekkbruk og relativt høye produksjonskostnader for betongdekker sammenlignet med asfalt

5) Korngradering og mengde tilpasses slik at materialene ikke forsvinner ned i forsterkningslaget og slik at forsterkningslaget "mettes" og forkiles i toppen, se kap. 1005.

1002 Sprenging og utlasting

Traubunnen sprenges med et ensidig fall på 5%. Det skal sprenges og lastes ut til et nivå som gir plass til vegoverbygningen, jfr. figur 9.2 og kapittel 1003. Dersom det er slam og finstoffholdige materialer under nevnte nivå skal også dette fjernes og masseutskiftes.

For frostmengder (F_{10T}) større enn 15.000 °C (i tunnelen) bør det dypsprenges slik at avstanden fra ferdig vegbane ned til fast fjell (høyeste oppstikkende "knøl") blir minimum 75 cm, se figur 9.2. I nevnte partier skal traubunnen renskes til fast fjell.

1003 Frostisolering av såle

Normalt er det ikke behov for frostsikring av sålen i tunneler. Dette forutsetter at dypsprengingen utføres slik at sålen har riktig fall og er godt drenert. For isolering av grøfter henvises det til kapittel 902.3.

I områder med $F_{10T} > 15.000$ °C (i tunnelen) der vannet presses opp pga. et hydrostatisk overtrykk bør en vurdere masseutskifting og avskjærende grøfter. Dersom dette ikke er tilstrekkelig kan frostisolering av sålen også være aktuelt. Såleisolasjon av XPS skal ha en korttid trykkfasthet på minimum 700 kPa. Masseutskifting, bruk av avskjærende grøfter og evt. isolering av sålen må vurderes så tidlig som mulig under drivingen av tunnelen dvs. i forbindelse med sprenging og utlasting.

Eventuell såleisolasjon legges på en avrettet traubunn, dvs. så dypt som mulig i vegkonstruksjonen, se figur 10.1. Kombinasjonen av Cg direkte på såleisolasjon må unngås, jfr. kap. 1006.2. For øvrig henviser en til kapittel 902.2 og 902.3 for valg av materialer over og under isolasjonsplatene.

Figur 10.1 Eksempel på vegoverbygning i tunneler med såleisolasjon.

1004 Forsterkningslag

Forsterkningslaget bygges opp av utsortert sprengt stein eller kult i 30 cm tykkelse. Forsterkningslaget bør generelt bestå av åpne og velgraderte materialer da laget også fungerer som et drenslag for eventuelle sålelekkasjer.

Eksempler på sorteringer som kan være egnet er 0-64, 10-100, 0-120, 20-120 og 0-150 mm. Anvendt sortering skal maksimalt inneholde 15 % materiale < 2 mm. For øvrig gjelder materialkrav som for nedre forsterkningslag i hb. 018.

Ved bruk av isolasjonsplater er det krav til maksimal kornstørrelse for under- og overliggende materialer, jfr. kapittel 902.3.

1005 Avretting av forsterkningslag

Forsterkningslaget rettes av med knust fjell (Fk) eller bituminøse masser (f.eks. Gja, Eg, Sg etc.). Korngradering og mengde tilpasses slik at:

- materialene ikke forsvinner ned i forsterkningslaget
- forsterkningslaget "mettes" og forkiles i toppen.

Bruk av bituminøse masser til avretting har en rekke fordeler: god fortanning og lastoverføring til underliggende lag og en får et godt anleggsdekke som er lett å rengjøre. Gjenbruksmasse anbefales spesielt til avretting av forsterkningslaget. Om massen skal anrikes eller ikke må vurderes bl.a. ut fra samlet trafikkbelastning før legging av bærelag. Bruk av Gja til forkiling av forsterkningslaget kan også kombineres med et nedre bærelag av samme masstype, jfr. figur 510.4 i hb. 018.

1006 Bærelag

1006.1 Generelt

Bærelagsmasser og lagtykkelser bestemmes ut fra hb. 018. Dersom det skal foregå massetransport på bærelaget i anleggsperioden er det viktig å velge en masstype som tåler anleggstrafikken uten at det oppstår spordeformasjoner av betydning eller andre skader.

For valsebetong og ordinære varme massetyper henviser en til hb. 018. I etterfølgende kapittel kommenteres bruk av sementstabilisert grus (Cg) spesielt.

1006.2 Sementstabilisert grus (Cg)

Det forutsettes at Cg-laget legges direkte på et avrettet forsterkningslag, jfr. tab. 10.1 og kap 1005. Trykkfastheten for Cg bør være minimum 15 MPa (gjennomsnitt for minst 3 utborede prøver pr. 500 m veg herdet ved 20 °C til 28 døgns alder). Tykkelsen på Cg-laget økes med økende trafikkmengde, jfr. figur 512.3 i hb. 018. Minimumstykkelsen er 15 cm.

Eksempler er vist i tabell 10.1

Skal være min. 15cm

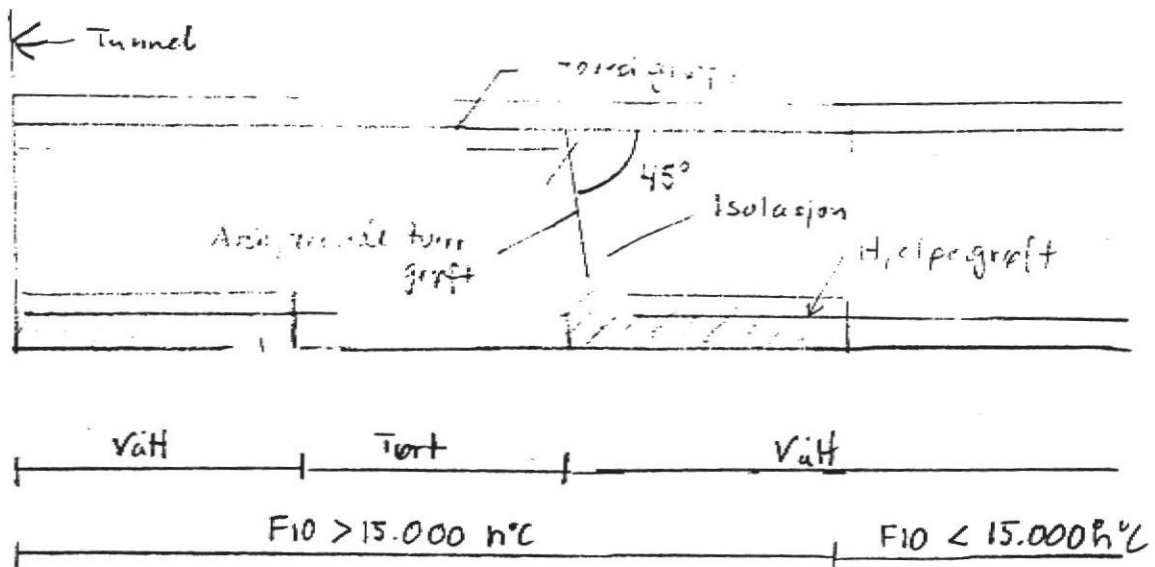
I fersk tilstand er Cg svært ømfintlig for dryppskader fra taket. Fritt vann på overflaten kan også føre til vedheftsproblemer mellom Cg-laget og overliggende asfaltlag. For å unngå nevnte skader kan det være fordelaktig at vann og frostsikring monteres før legging av Cg-laget. Dersom dette ikke er mulig, er tildekking umiddelbart etter legging også et alternativ.

Emulgert polymermodifisert bitumen PmBE skal benyttes til klebing mellom Cg og overliggende bituminøse lag. Klebingen bør utføres så sent som mulig før legging av bindlaget. Av hensyn til brytningen av emulsjonen bør klebingen ligge minimum 2 døgn før det legges bituminøse masser oppå. Cg-laget må ikke trafikkeres etter at klebingen er påført da trafikk medfører stor fare for at klebingen blir skadet. Cg-overflaten må tilnærmet være fri for løse korn og belegg når klebingen påføres. Når klebingen påføres skal temperaturen være høyere enn 5 °C og overflaten skal være tørr evt. svakt fuktig ("jordfuktig"). En må unngå at overflaten er for våt, dvs. at det er fritt vann tilstede.

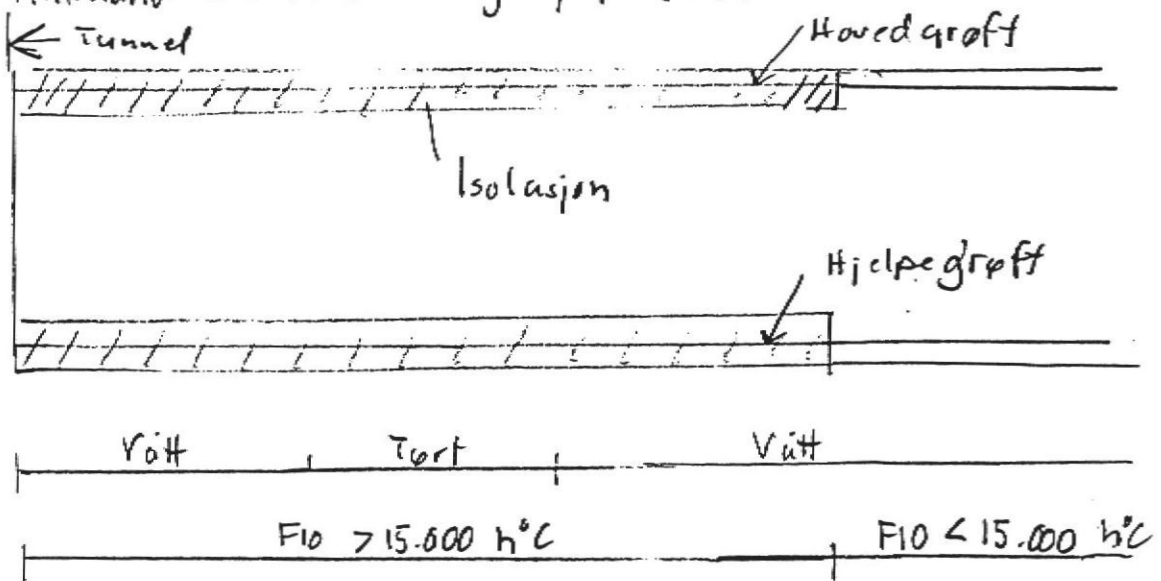
1007 Bindlag og slitelag

Massetyper og lagtykkelser for slitelag og bindlag velges ut fra hb. 018. I tabell 10.1 er det vist en del eksempler på aktuelle slite- og bindlag i tunneler avhengig av trafikkmengde.

Alternativ 1: Ikke kontinuerlig hjælpegrøft

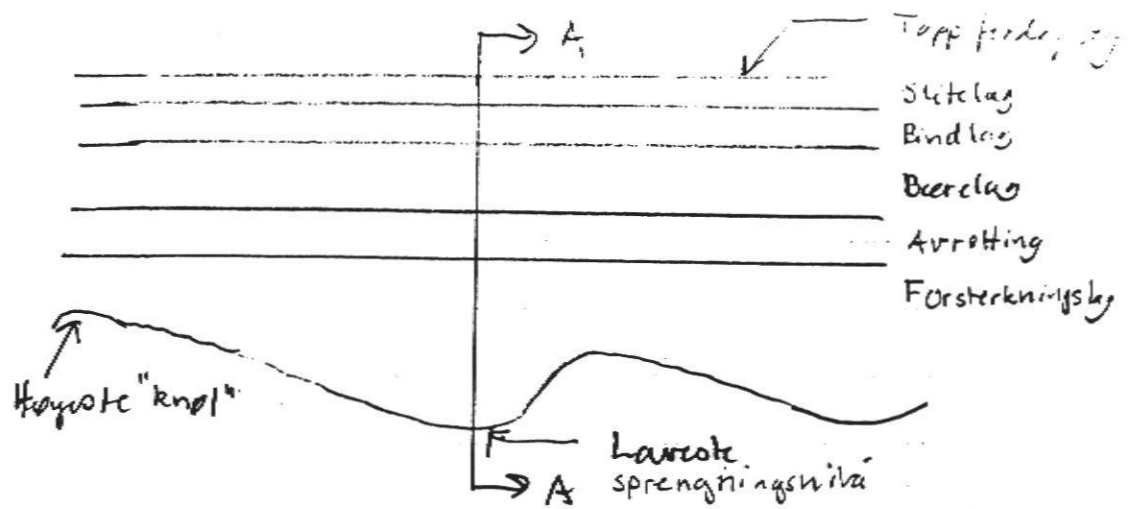


Alternativ 2: Kontinuerlig hjælpegrøft

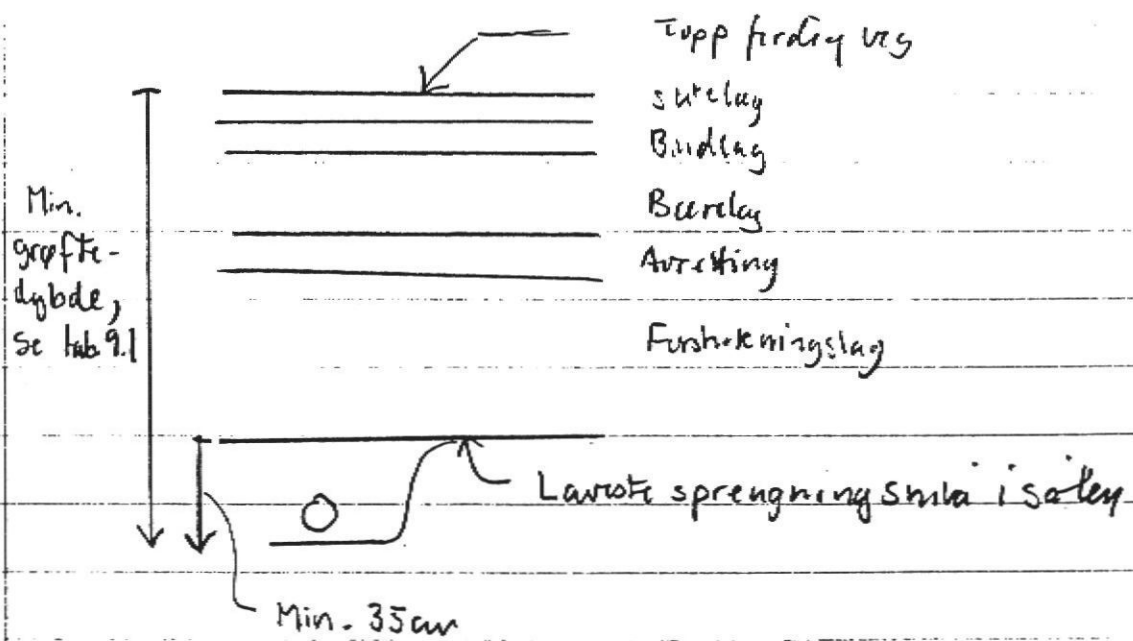


Figur 9.1

Lengdesnitt

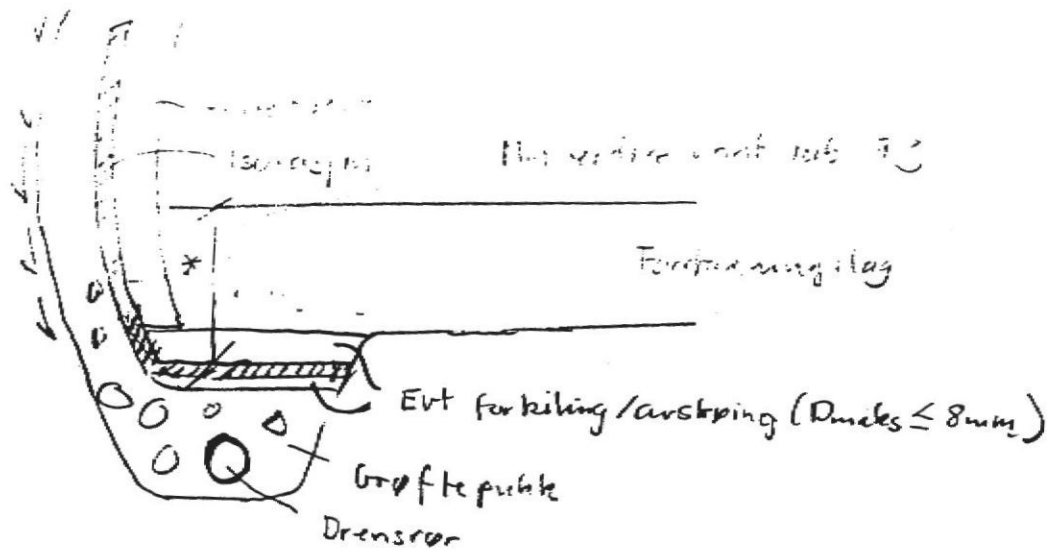


Tverrsnitt A-A

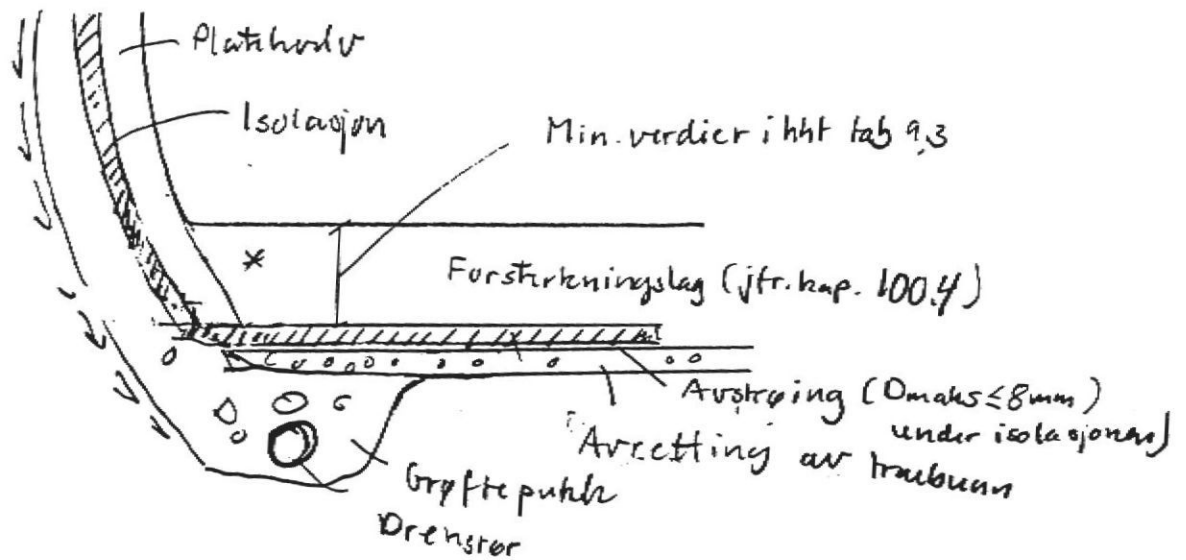


Figur 9.2

Alternativ 1:

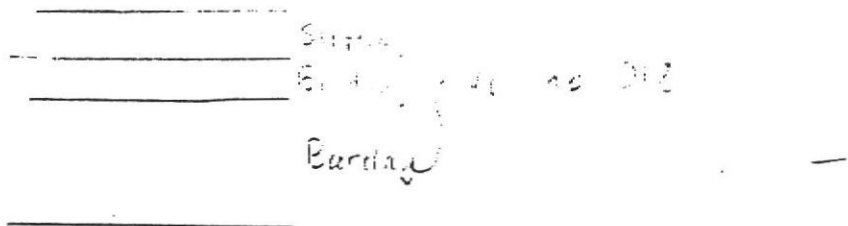


Alternativ 2

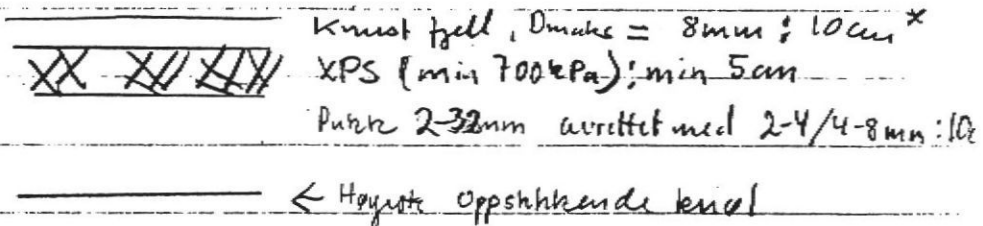


* Plate hodvorne skal hvile på egne punktfundamenter, ikke direkte på isolasjonsplattene

Figur 9.3



Pukk/kull; 2-32mm; 15cm



* Anleggskemisk utførelse må vurderes, transport på toppen av laget tillates ikke, ifr. Tab. 9.3

Figur 10.1

Erfarings- tilbakeføring

- fungerer dette?
- Definisjon av nytt prosjekt for utredning

TUNNELKONFERANSEN

19-20 OKTOBER

1999

4.5 Erfaringstilbakeføring

- Fungerer det?
- Definisjon av nytt prosjekt

Håvard Østlid
Vegteknisk avdeling
Vegdirektoratet

SAMMENDRAG

Litt filosofering på slutten av konferansen:

- **Hvordan skal vi skaffe oss de nye kunnskapene som kreves for å løse de nye oppgavene?**
- **Hvordan kan vi sikre oss at de kunnskapene vi har er de beste for å løse de oppgavene vi har i dag?**
- **Hvilke gamle og velprøvede kunnskaper og metoder er blitt borte, eller blir borte, men burde ikke blitt det?**

Litt personlige inntrykk:

Det blir stadig flere av oss som vil noe, men stadig færre som kan!

Kan vi gjøre noe med det?

Hvis de arbeidsoppgavene som blir beskrevet i dette innlegget blir helt eller delvis gjennomført, tror jeg vi kan gjøre noe, vi kan kanskje få til noe som et ialle fall et lite fremskritt på dette området.

Det første vi bør gjøre er å bli klar over at det finnes veldig mange flinke mennesker her i verden og at alle disse ikke bor i Norge!

Utgangspunktet er derfor:

La oss holde oss godt orientert om hva de aller beste kan og gjør, uansett hvor de bor hen!

La oss se litt på et konkret forslag .

ERFARINGSTILBAKEFØRING I STATENS VEGVESEN

Formålsbeskrivelse:

“Et prosjekt som skal hjelpe oss til å beholde og videreutvikle det beste av våre metoder, teknologi og løsninger og samtidig peke ut samfunnsnyttige retninger for forskning og utvikling innenfor vårt ansvarsområde. Resultatene skal nedfelles i vårt regelverk så raskt som mulig.”

Denne målsettingen skal forsøkes oppnådd etter følgende program inndelt i to faser, Fase 1. ,1999 og Fase 2. 2000-2003.

I begge fasene er det en forutsetning at de eksisterende systemer, rapportserier, IT-program ,etc. innenfor Statens Vegvesen skal benyttes, før det eventuelt foreslås nye systemer.

Styrende dokument vil være HB 144.

Fase 1. 1999

1. Tekniske sluttrapporter

Tekniske sluttrapporter sendes Vegteknisk avdeling hvor de fordeles og gjennomgås og kommenteres av de aktuelle kompetanseenheterne. Resultatene av dette sammenfattes i en årsrapport som skal være en oppsummering med aktuelle eksempler og dessuten inneholde anbefalinger til styringsenhetene Utb., Traf. og Prod.

Det skal legges vekt på at årsrapportene inneholder styringsinformasjon som kan dokumenteres.

Det skal utarbeides en ny mal for tekniske sluttrapporter, denne malen må utformes slik at den oppfattes som nyttig for både fylkene og Vegdirektoratet.

Det skal utformes en ny mal for rapportering fra ferdigstilte anlegg etter 3 års driftserfaring, denne malen skal i første omgang være enkel og konsentrere seg om viktige teknisk/økonomiske driftserfaringer. Utarbeidelsen av malen skal skje i samarbeide med fylkene.

Forslag skal være ferdig ved utgangen av inneværende år.

2. Oppdatering på systemer for erfaringsoverføring

Det skal gjøres en undersøkelse av hva andre land/institusjoner har og praktiserer på dette området.

Aktuelle land er USA , England, Tyskland og de nordiske landene.

Rapport om dette skal være ferdig ved utgangen av inneværende år.

3. Et ideseminar skal gjennomføres i løpet av høsten, programforslag vil foreligge til neste møte i styringsgruppen.

4. Plan for videreføring av prosjektet i Fase 2. skal utarbeides og foreligge som forslag til styringsgruppen ved årsskiftet

Fase 2. 2000-?

Et foreløpig forslag er utarbeidet for Fase 2, dette forslaget skal først diskuteres med UTB , Vegtek. og Styrings/referansegruppen før det forelegges TUP.

Det er ønskelig at TUP inkluderer en representant fra Vegtek.

Et aktivitets/budsjettforslag er satt opp, intensjonene er at det i meget liten grad skal brukes private konsulenter, pengene skal gå til medarbeidere i Statens Vegvesen da etaten selv har den beste totalkompetanse for å kunne løse disse oppgavene.

Som en foreløpig plan er følgende system tenkt utviklet:

Grunnfilosofi: Nødvendig informasjon må være tilgjengelig i det området det arbeides på, det blir stadig vanskeligere å holde oversikt over regelverk, standarder, håndbøker, rundskriv og ikke minst erfaringer.

Forslag:

Vi tar utgangspunkt i Prosesskoden og i håndbøkene i elektronisk form.

På hvert punkt, nummer, ligger det linker eller flagg som viser de relevante dokumentene som gjelder for dette spesielle punktet.

Det ligger også en link til erfaringsdata på det spesielle punktet.

Plassering av linker fra våre eksisterende dokumenter inn i regelverkene er en vanlig arbeidsoppgave som teknisk sett ikke er vanskelig, men det vil kreve at arbeidet blir gjort.

Plassering av erfaringsdata krever en forutgående prosess hvor bare de verdifulle opplysningene får plass, denne prosessen er kontinuerlig og krever en klarering på samme måte som stoff som skal inn i regelverket.

Ved revisjoner av regelverket vil man da til enhver tid ha opplysninger som kan danne grunnlag for revisjonene.

Dette forslaget innebærer en del nye rutiner og arbeide, det vil kreve kontinuerlige resurser og engasjement, men gevinstene for etaten kan bli store.

Systemet har vært diskutert med ganske mange personer i etaten, det er få innvendinger, untatt at dette merarbeidet vil kunne kreve mye av mange.

Fra teknologisk side sett, er det vanskelig å finne en annen metode for å kunne følge med i utviklingen og å holde oss oppdatert, det skjer mye på alle fronter og det skjer raskt.

Et slikt prosjekt vil bare kunne lykkes om det har full støtte fra ledelsen, medarbeiderne i Vegdirektoratet og i fylkene.

Det kan derfor være grunn til å bruke god tid før detaljerte avgjørelser om prosjektet blir tatt, spesielt viktig vil det være å høre manges mening fra vegkontorene. Dette kan gjennomføres ved aktivitet fra referansegruppe og prosjektleder.

Som avslutning:

Medarbeidere i Statens Vegvesen har meget høy kompetanse på et bredt område innenfor de forskjellige arbeidsområdene, spisskompetanse er spredt og mange ganger vet vi ikke hvem som kan hva.

Kanskje det skulle opprettes en CV/kompetanse-bank, tilgjengelig internt i hele etaten, da kunne Vegdirektoratet og fylkene finne de best egnede personene til både eksisterende og nye oppgaver.

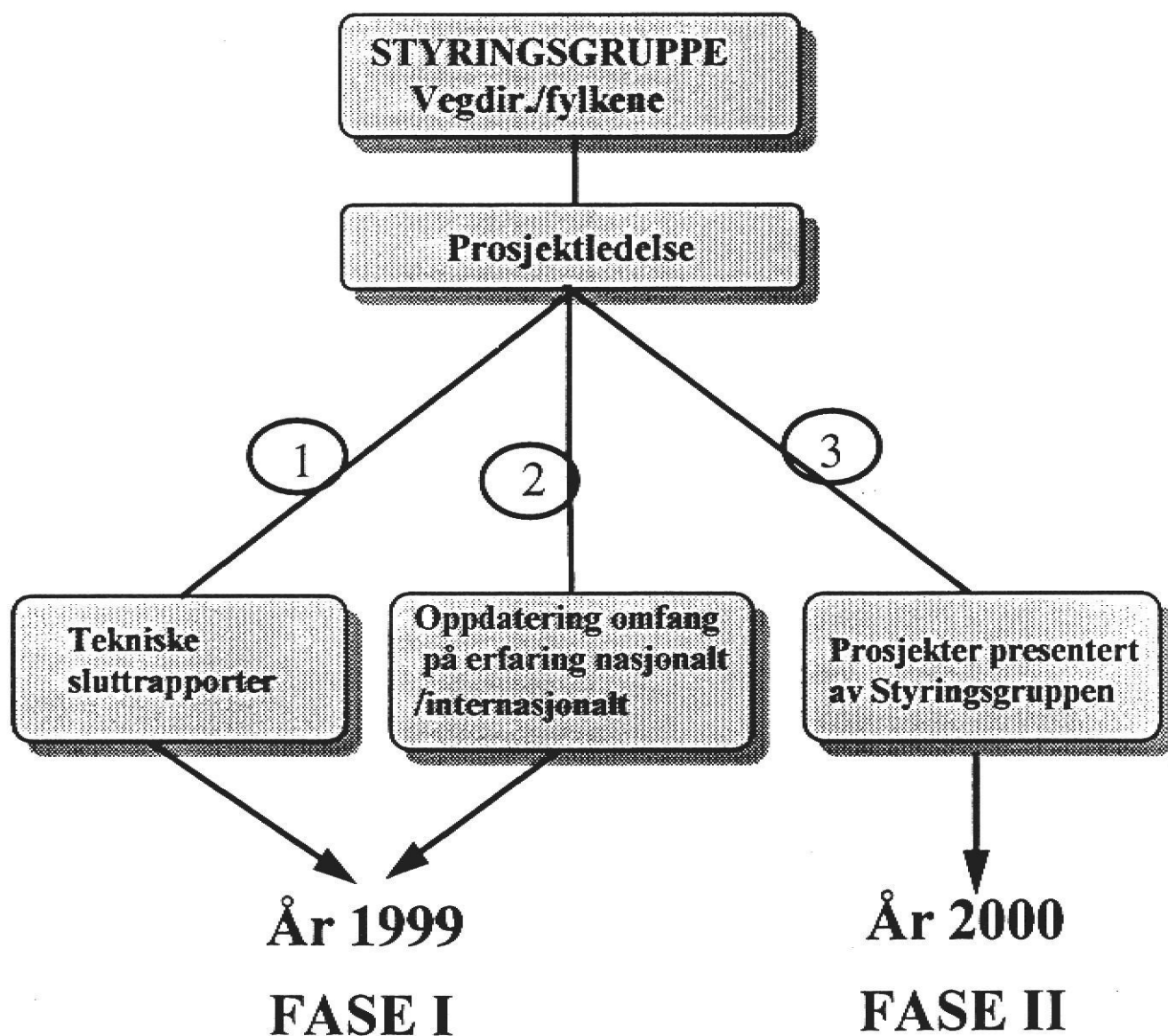
Dette kan også vise seg å være et svært viktig tiltak for øket effektivisering på lengre sikt.

HØ

ERFARINGSOVERFØRING I STATENS VEGVESEN

Et prosjekt som skal øke mulighetene for å lære av både gode og dårlige erfaringer. Prosjektet er bestilt av UTB som representerer alle styringsenhetene. En styringsgruppe er utpekt med representanter fra Vegdirektoratet og fylkene.

ORGANISASJON



ERFARINGSOVERFØRING I STATENS VEGVESEN

Et prosjekt som skal øke mulighetene for å lære av både gode og dårlige erfaringer. Prosjektet er bestilt av UTB som representerer alle styringsenhetene. En styringsgruppe er utpekt med representanter fra Vegdirektoratet og fylkene.

FASE I: 1999

1. Gjennomgang av tekniske sluttrapporter, mulige forbedringer, nye rutiner for rapportering så som årlige oppsummeringer fra Vegtek til styringsavdelingene.
2. Oppdatering på lignende systemer for erfaringstilbakeføring inn- og utland, spesielt følgende:

Norge: Lignende institusjoner som SVV, større firmaer og utdanningsinstitusjoner.

Utlandet: De nordiske landene, England, Tyskland, Nederland og USA.
3. Utarbeide plan for eventuell videreføring av prosjektet basert på erfaringer og resultater fra pkt. 1 og 2. Organisasjon, budsjett, aktivitets- og fremdriftsplan behandles av Styringsgruppen før utgangen av året.

FASE II: 2000 - 2003

1. Eventuell igangsetting av Fase II.

Vegteknisk avdeling
Håvard Østlid, prosjektleder
Februar 1999

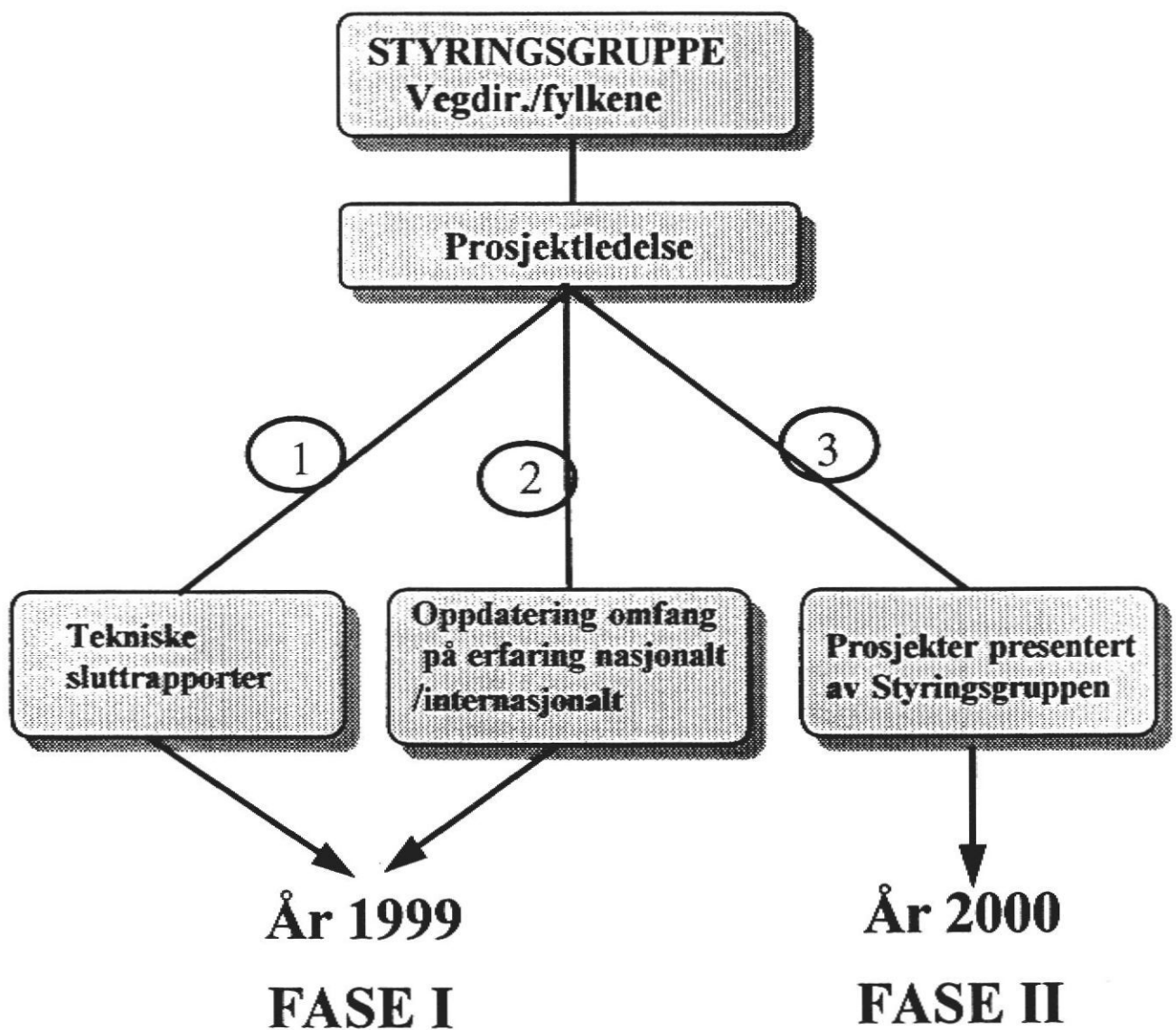


Statens vegvesen

ERFARINGSOVERFØRING I STATENS VEGVESEN

Et prosjekt som skal øke mulighetene for å lære av både gode og dårlige erfaringer. Prosjektet er bestilt av UTB som representerer alle styringsenhetene. En styringsgruppe er utpekt med representanter fra Vegdirektoratet og fylkene.

ORGANISASJON

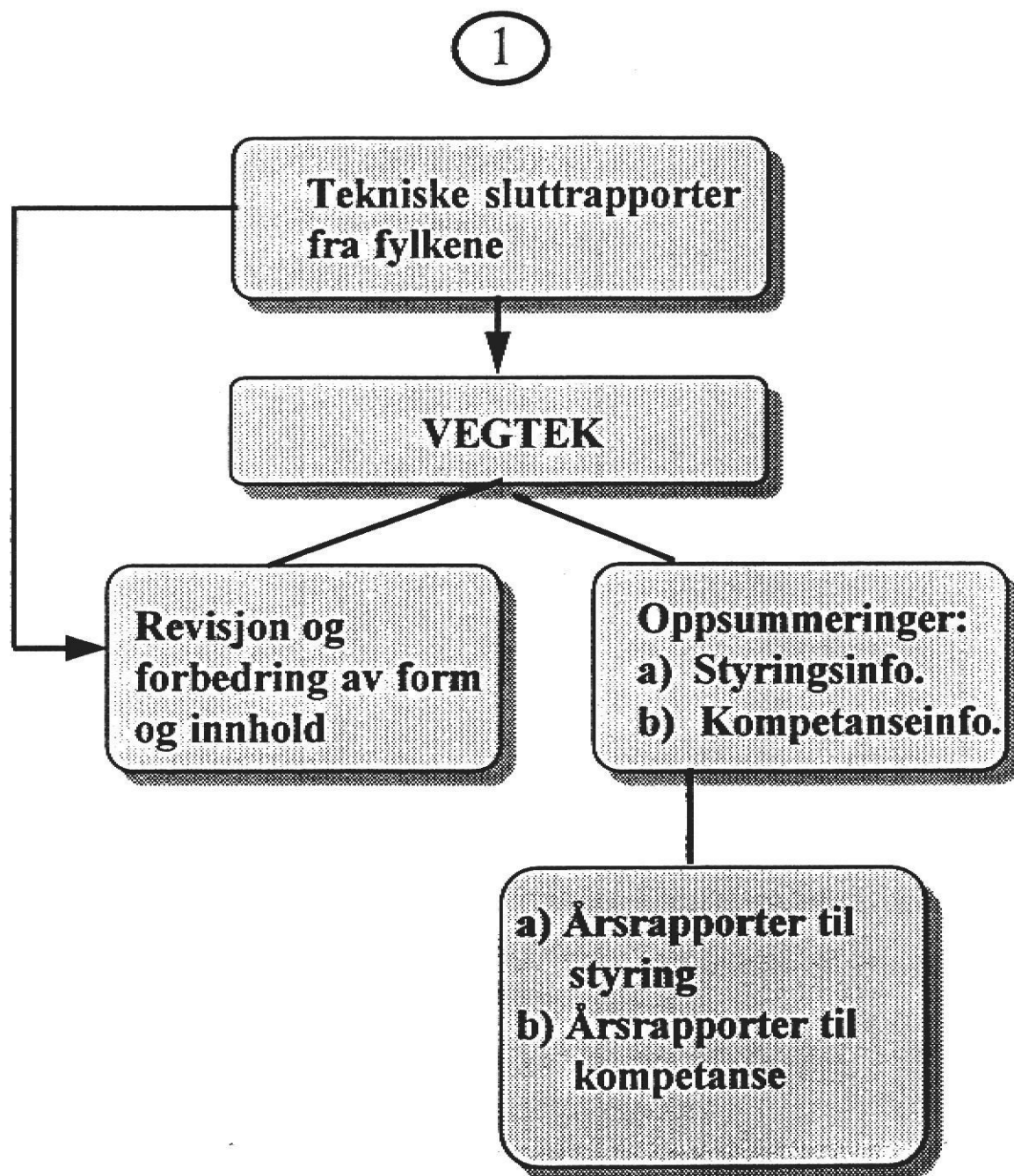


Statens vegvesen

Vegteknisk avdeling
Håvard Østlid, prosjektleder
Februar 1999

ERFARINGSOVERFØRING I STATENS VEGVESEN

Et prosjekt som skal øke mulighetene for å lære av både gode og dårlige erfaringer. Prosjektet er bestilt av UTB som representerer alle styringsenhetene. En styringsgruppe er utpekt med representanter fra Vegdirektoratet og fylkene.



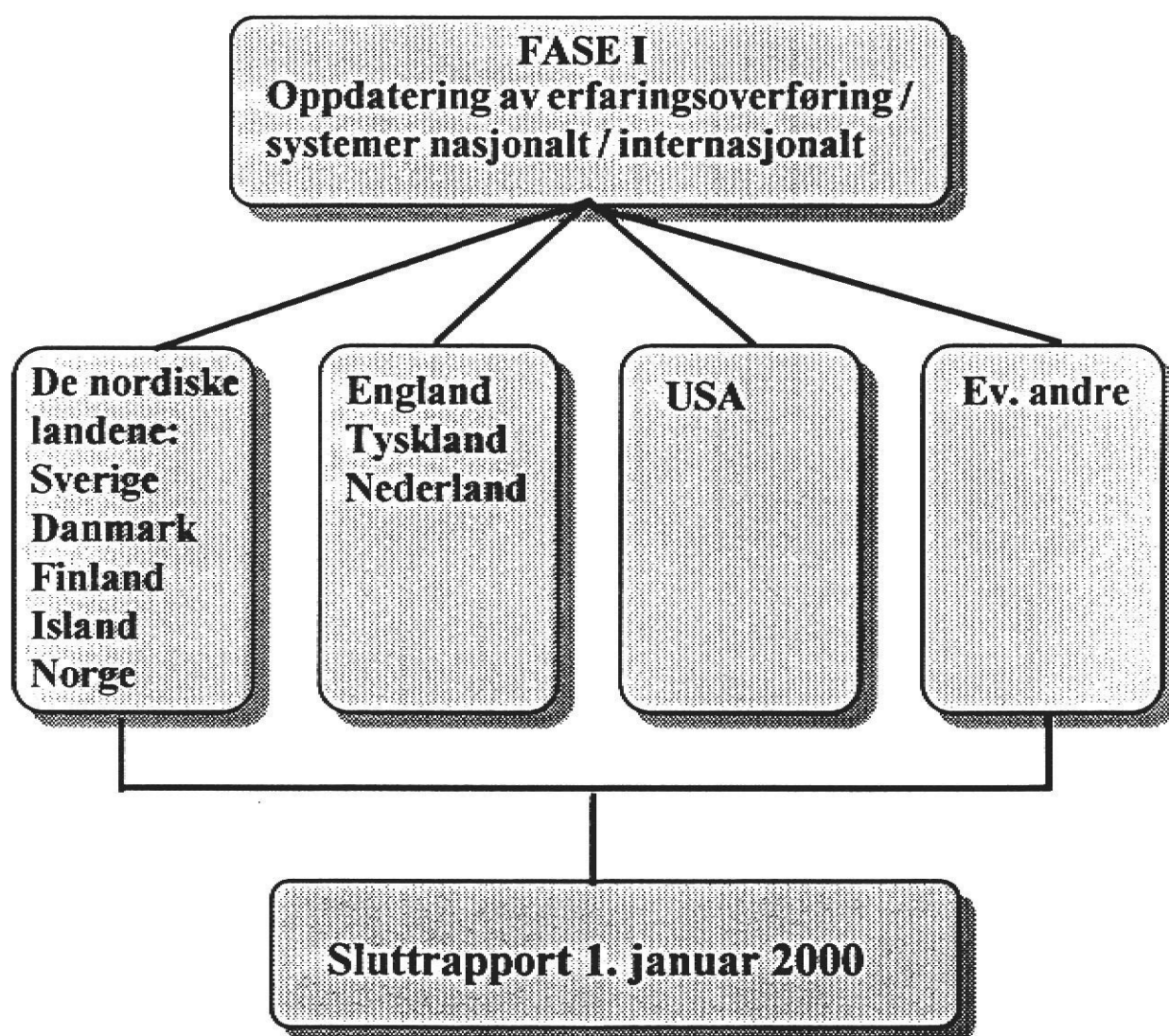
Statens vegvesen

Vegteknisk avdeling
Håvard Østlid, prosjektleder
Februar 1999

ERFARINGSOVERFØRING I STATENS VEGVESEN

Et prosjekt som skal øke mulighetene for å lære av både gode og dårlige erfaringer. Prosjektet er bestilt av UTB som representerer alle styringsenhetene. En styringsgruppe er utpekt med representanter fra Vegdirektoratet og fylkene.

2



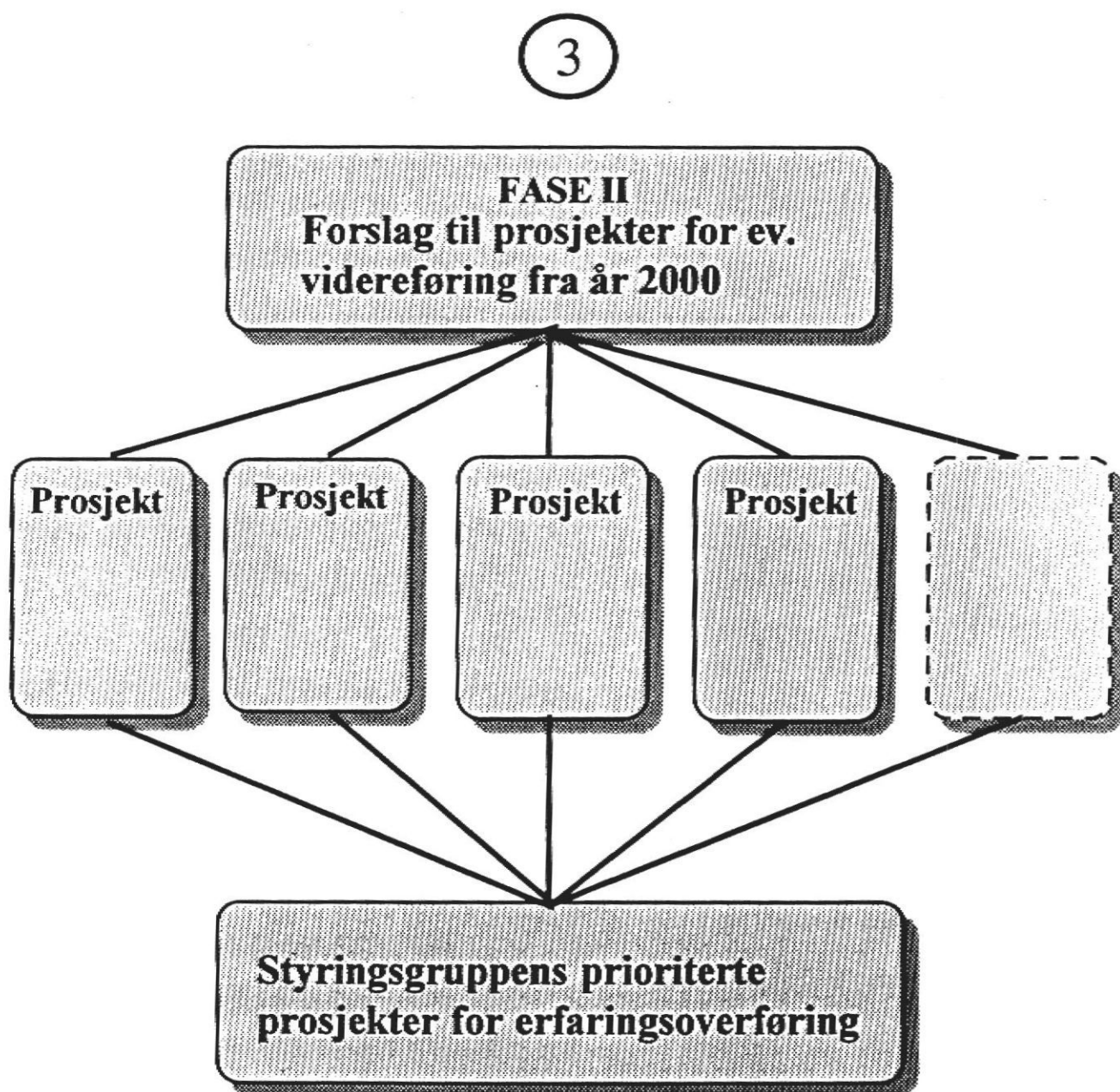
Statens vegvesen

Vegteknisk avdeling
Håvard Østlid, prosjektleder
Februar 1999

ERFARINGSOVERFØRING I STATENS VEGVESEN

5

Et prosjekt som skal øke mulighetene for å lære av både gode og dårlige erfaringer. Prosjektet er bestilt av UTB som representerer alle styringsenhetene. En styringsgruppe er utpekt med representanter fra Vegdirektoratet og fylkene.



Statens vegvesen

Vegteknisk avdeling
Håvard Østlid, prosjektleder
Februar 1999

ERFARINGSOVERFØRING I STATENS VEGVESEN

Et prosjekt som skal øke mulighetene for å lære av både gode og dårlige erfaringer. Prosjektet er bestilt av UTB som representerer alle styringsenhetene. En styringsgruppe er utpekt med representanter fra Vegdirektoratet og fylkene.

FASE I : 1999

Ideseminar - Erfaringsoverføring

- * Arrangør: Vegdirektoratet
- * Deltagelse fra alle fylker
- * Begynner med lunch dag 1, fortsetter dag 2 og avsluttes til lunch dag 3
- * Forberedende dokumenter utarbeides
- * Eksternt innlegg dag 1
- * Sluttdokument: Intern rapport



Statens vegvesen

Vegteknisk avdeling
Håvard Østlid, prosjektleder
Februar 1999

**Grunnvannskontroll/
Injeksjon ved bygging
av Storhaugtunnelen,
Rogaland**

TUNNELKONFERANSE

Rica Ishavshotell Tromsø, 19.-20. oktober 1999

Grunnvannskontroll/Injeksjon ved bygging av Storhaugtunnelen, Rogaland



Statens vegvesen
Rogaland

Fv 427 Storhaugtunnelen – bakgrunn for prosjektet

- **Omlegging av eksisterende fylkesveg
– bygging av ny tunnel**
 - Store trafikale problemer i området
 - Miljømessige forhold ikke ivaretatt med eksist. veg (støy, støv mv.)
 - Eksist. veg en barriere i forhold til bolig og skole, kultur, idrett, mv.



Fv 427 Storhaugtunnelen – bakgrunn for prosjektet

- **Ny veg gjør området mer attraktivt som bolig- og rekreasjonsområde**
 - Kommunen/vegvesenet har planlagt flere miljømessige tiltak når tunnelen er bygd
 - Det er planlagt og skal bli bygd egne sykkelruter i området
- **Åpner opp for økt kollektivsatsing med buss mellom boligområder og kontor-/ industriarbeidsplasser**
- **Sterkt forbedret adkomst mellom næringsområder (i øst) og hovedveinett (E39)**



Fv 427 Storhaugtunnelen – bakgrunn for prosjektet

Prosjektet er kostnadsberegnet til 130 mill. kr og er finansiert ved statlige, fylkeskommunale og kommunale midler.

Statens vegvesen Rogaland er byggherre og utførende.



Statens vegvesen
Rogaland

Beskrivelse av prosjektet og området

- Tunnel / T9- profil, lengde 1260 m og kjørebanebredde 7,0 m.
Veg i dagen ca. 500 m inkl. 4 rundkjøringer
- Stigning i tunnel, maks. 5,1 %
Minste kurveradius $R = 270$ m
(Styrt bl.a. av tilknytningspunkter og geologi-/ løsmasseforhold)
- Rystelses- og setningsproblematikk i tilknytning til tunnelarbeidene
- Anleggstart ved årsskiftet 1998/99 og planlagt åpning mai 2001



Løsmasse- og grunnvannsforhold

- Ca. 1/3 av strekningen består av løsmasser med noe mektighet (5–12 m). Massen er velgradert morene (grusig, sandig, siltig materiale).
- Grunnvannet varierer fra 1,5–3 m under terrengnivå og lekkasjer inn i tunnelen vil kunne senke grunnvannsnivået i influensområdet for tunnelen.
- Ved profil 1450 passerer tunnelen i kanten av en gammel torvmyr (mektighet 2,5–3,5m) hvor grunnen i tillegg er mer siltig/leirig. Området vil være spesielt utsatt ved en eventuell grunnvannsenkning.



Geologiske forhold

- **Berggrunnen i området er fyllitt.**
Fyllitten kan deles i en grågrønn og en mer svart variant – ujevnt fordelt i bergmassen. Den grågrønne synes å ha et noe høyere kvartsinnhold.
- **Fyllitten – som er en finkrystallinsk glimmerskifer – har god spaltbarhet langs de parallelle glimmersiktene.**
Den mest skifrige er lettest spaltbar og svakest.



Geologiske forhold

- Det er langstrakte forsenkninger i terrenget omtrent parallelt med skifrihetens strøkretning der hvor de mest skifrige sonene går. Tunnelen krysser de sterkt skifrige og løse fyllittlagene.
- Det er 3 områder hvor sprekkeintensiteten er større enn langs traséen forøvrig.

(For den delen av tunnelen som er drevet til nå er de geologiske forholdene stort sett som beskrevet. Leiremengden i de større bruddsonene er imidlertid noe undervurdert.)



Grunnvannsnivå – lekkasjekrav for tunnel

- Tidligere erfaringer (publisert)

Tunneler under leirfylte dyprenner – som oftest med et permeabelt sand/gruslag i bunn mot overgangen til fjell (fra Oslo-området).

Erfaringskurver som viser:

- 1) Sammenhengen mellom innlekkasjer i tunnel og poretrykksreduksjon/grunnvannsenkning og
- 2) Sammenhengen mellom innlekkasjer til tunnel og influensavstand.

Akseptable lekkasjer er 2–4 l/min. pr. 100 m tunnel for å unngå skadelige setninger.



Grunnvannsnivå – lekkasjekrav for tunnel

• Området over Storhaugtunnelen

Tunnelen kan grovt deles inn i 3 kategorier:

- 1) Område med betydelig overflateinfiltrasjon og med løsmasse over fjell bestående av sand/grus/morene. Påfyll og «lagerkapasitet» god – relativt lite setningsømfintlig.
- 2) Område med liten overflateinfiltrasjon pga. bebyggelse og tette dekker, forøvrig med masser i grunnen som over. Mindre påfyll, men god «lagerkapasitet» – relativt lite setningsømfintlig.
- 3) Område med liten overflateinfiltrasjon og med torv og siltige/leirige masser under. Mindre påfyll og dårligere lagerkapasitet – svært setningsømfintlig.

Ut fra ovenforstående er det bestemt innlekkasjekrav til tunnel på fra 3 til 10 l/min. pr. 100 m.



Målsettinger lagt til grunn ved bygging

- Hindre grunnvannsenkning i utsatte/sensitive områder for derigjennom å unngå setningsskader på oven-/omkringliggende bebyggelse
- Ha nødvendig beredskap for å oppdage og hindre grunnvannsenkning i utsatte områder
- Ha nødvendig beredskap for å oppdage og hindre utgang av injeksjonsmasse til omgivelsene
- Begrense midlertidige tiltak



Målsettinger lagt til grunn ved bygging

- La midlertidige tiltak inngå i permanente løsninger når dette er tekn./økonomisk fordelaktig
- Lavest mulig kostnad (investering) med minst mulig konsekvenser for framtidig vedlikehold og drift
- Unngå bruk av kjemiske injeksjonsmidler så langt dette er mulig
- Unngå sprengnings- og rystelsesskader på bygninger mv.
- Erfaringsoverføring, jfr. FOU- prosjekt i regi av Vdr.



Tiltak for å kontrollere og ivareta grunnvannssituasjonen

- **Installering av poretrykksmålere (piezometre) og måling av grunnvannsnivå**
- **Etablering av infiltrasjonsbrønner**
- **Sonderhull / vannlekkasjemålinger**
- **Injeksjon**
- **Mulighet for vanntett utstøping**



Drive- og tettingsmetodikk

- Tradisjonelt driftsopplegg med boring og sprengning.
Av miljøhensyn ble benyttet slurry som sprengstoff.
- Rystelsesproblematikk (og dermed sprengningsopplegg) som typisk for byområder.
- Fokus på tettingsarbeidet i områder spesielt utsatt for setningsskader («heller en tett tunnel enn stor inndrift»).



Drive- og tettingsmetodikk

- Injeksjonsopplegg tilpasset fjell og omgivelser
- Optimal bruk av injeksjonsmaterialer
- Før- og etterkontroll av lekkasjer
- Unngå å ødelegge en tett injeksjonsskjerm med bolter, grøftesprenget mv.



Resultater / erfaringer til nå

- **Grunnboringer / grunnvannsmålere / poretrykksmålere**

- Kartlegging av fjelloverflaten med vanlig grunnboringsutstyr (etter grunnundersøkelsen må borhullene plugges)
- Grunnvannsmålere og poretrykksmålere nær injeksjonsområdet reagerte når injeksjonsmasse ble presset ut i løsmassene (vi fikk en lokal trykkoppbygging)
- Poretrykksmålerne ga hurtigst tilbakemelding på forandringer, mens grunnvannsmålerne gir sikrest resultater over tid



Resultater / erfaringer til nå

• Geologi

- De geologiske forholdene har stort sett vært som forventet (ihht. rapporter)
- Det har vært noe større grad av leire i sleppene og enkelte områder har vært delvis ustabile pga. leirigheten i fylltitten



Resultater / erfaringer til nå

• Sonderboring / Utlekkasje- og vanntapsmåling

- Utlekkasje fra sonderborhull
 - 1. hull 1,5 l/ min.
 - samlet 3,0 l/ min.
- Vannlekkasjemåling (Lugeon-måling) stedvis utført parallelt med utlekkasjemålingene for å sammenligne resultater og få erfaring med metoden
 - ==> Dårlig sammenheng mellom vanntapsmåling og utlekkasjemålinger
- Vannet i fjellmassen følger vannkanaler man er avhengig av å treffe for å få et korrekt bilde av lekkasjesituasjonen
- Antall og plassering av sonderborhullene øker «treffprosenten» på vannkanalene. Antall hull bør ligge i størrelsesorden 5–10 stk, muligens høyere i kritiske områder



Resultater / erfaringer til nå

- **Logging av borerresultater**

- Det er gjort forsøk på manuell logging av borerresultater for å registrere svakhetssoner, slepper mv. for å kunne velge rettest mulig løsning/opplegg mht. injeksjon. Resultatet til nå noe variabelt.

- = => Borutstyr som automatisk registrerer f.eks. borsynk, matetrykk, slagtrykk, rotasjonstrykk vil muligens kunne føre oss videre når det gjelder den aktuelle kartleggingen!??



Resultater / erfaringer til nå

• For-injeksjon

- Ut fra situasjonen ble det valgt systematisk forinjeksjon i influensområdet for torvmyra
- Injeksjonsskjerm med lengde 14 (8) m – ny skjerm hver 6. meter (dvs. dobbel skjerm). Av hensyn til fjelloverdekningen ble stikningen i hengen satt til 2,0 m ytterst i hullet i forhold til tunnelen. For vegger og sole ble stikningen tilsvarende satt til 6,0 m.
- Injeksjonsskjermer med antall hull fra 38–62 stk. er prøvd. Det relativt store antall injeksjonshull har sammenheng med fjelltype og kravet til tetthet. For å oppnå tilstrekkelig tetthet er det for det meste blitt benyttet en skjerm med 62 hull.
- Overgang mellom vegg og sole har krevd spesiell oppmerksomhet for å få tilstrekkelig tetthet



Resultater / erfaringer til nå

• For-injeksjon

- Nødvendig med «kommunikasjon» mellom hullene (massen flyter rundt profilet) for å oppnå tilstrekkelig tetthet
 - Det er blitt benyttet en finmalt microsement (95 % $< \mu\text{m}$) for å oppnå god flyt på massen da fylltitten vanligvis er svært tett
 - Det er også benyttet diverse spesialprodukter, bl.a. til plugging av hullene og for å påskynde herdeprosessen
 - Injeksjonstrykk på 30–50 bar i hengen og 50–70 bar i solen har vært vanlig
 - Herdetiden på injeksjonsmassen har vist seg å være opptil 20 timer!!
- ==> Kan vi påvirke utviklingen av produkter som styrer herdeprosessen??

Målt innlekkasje pr. 100 m tunnel i området som til nå er injisert er ca 1,0 l/min



«Suksess-kriterier»

For at injeksjonsarbeidet skal bli mest mulig vellykket, er det flere forhold man bør ta hensyn til / rette oppmerksomhet mot ut fra den erfaringen dette arbeidet har gitt oss. Dette gjelder bl.a. følgende uten at rekkefølgen er prioritert:

- **Prosjektet og de geologiske forholdene er unike (ikke «blåkopi» av tidligere arbeider)**
- **Anbuds-/ arbeidsbeskrivelse (kontraktsforholdet) må ha en utforming og prising som gjør at prosessen har fokus på resultat og kvalitet**
- **Det må avsettes tilstrekkelig tid til å gjennomføre arbeidet**



«Suksess-kriterier»

- Man må tilstrebe å treffe vannkanalene gjennom tilstrekkelig med injeksjonshull
- Injeksjonsmassen må være tilpasset bergart og situasjon
- Injeksjonstrykket må være tilpasset situasjonen, men samtidig ikke for lavt
- Man må vise tålmodighet mens arbeidet pågår
- Det er nødvendig med erfaring fra tilsvarende arbeider



«Suksess-kriterier»

- De utførende må ha forståelse for helhetsløsningene
- De utførende må være kvalitetsbevisste
- Det er nødvendig med «tett» oppfølging mens arbeidet pågår
- Fokus må være rettet mot injeksjonsarbeidet (ikke meter inndrift i tunnelen)



Beredskapsplaner: Drøm og virkelighet

Corinne Chiodini er tunnelingeniør på UTEK, teknisk fagseksjon på utbyggingsavdelingen i SV Akershus. Hun deltar i Vegdirektoratets prosjekt "Samfunnstjenlige tunneler", gjennom delprosjektet J "Sikkerhet, estetikk og kjørekomfort". I denne sammenheng har hun kombinert revidering av beredskapsplaner for tunneler i Akershus (oppdrag av Trafikkavdelingen) med utarbeidelse av en ny mal for beredskapsplaner for høytrafikkerte tunneler.

Beredskapsplaner : Drøm og virkelighet

1. Beredskapsarbeid : Status i landet

Trafikkkontoret i Vegdirektoratet har laget en spørreundersøkelse i de forskjellige fylkene om status med beredskapsplanarbeid, det vil si utarbeidelse og bruk av slike planer for tunneler lengre enn 500m.

Status

61 % (324 vegtunneler) har beredskapsplan

19 % har plan under utarbeidelse

20 % (60 tunneler) er uten beredskapsplan (FY!!!)

Utarbeidelse av planer

Stort sett er det Statens vegvesen som utarbeider planene,
ved utbygging for de nye tunnelene,
ved trafikk for de eksisterende tunnelene.

For nye tunneler er det vanlig at utrykningsetatene deltar i planleggingen, mens de er med som høringsinstans for eksisterende tunneler.

Det brukes hovedsakelig en **mal** som fylles ut. Noen fylker har utarbeidet kortere versjoner av planene (innsatsplaner), med oversiktsplansjer (Hordaland).

Øvelser

Øvelsesfrekvens varierer fra sted til sted. Kun få steder har man klart å holde øvelser etter åpning for trafikk (mangel på oppfølging).

Øvelsene defineres stort sett som **lærerrike**, det som kan tolkes som **negativt** : De avdekker ofte problemer med teknisk utstyr og kommunikasjon.

Statistikk og data er tilgjengelige hos Finn Harald Amundsen - september 1999.

2. Beredskapsplaner er et viktig verktøy i planfase

Beredskapsplaner er et av de viktigste elementene i planfasen, fordi de setter premisser og hjelper å velge riktig standard for tunneler i et prosjekt.

Risikoanalysen er det første skrittet :

- Sannsynlighetsberegninger definerer hvor ofte tunnelen(e) må stenges, og er dermed med på vurderingen av om **omkjøringsvegen** har en akseptabel standard.
- Konsekvensvurdering definerer hva slags sikkerhetsutstyr og hvilket styringsnivå som er best **tilpasset** redningsetatenes muligheter. Derfor må redningsetatene trekkes inn fra tidlig planfase.

- **Innsatstider** (hvor lang tid redningsetater bruker til å komme til stedet og starte innsats) er et viktig element som må tas i betraktning.

Beredskapsarbeidet starter ikke med en beskrivelse av anlegget, men må være grunnlaget for alle forprosjekter (særlig elektro).

Det må helst settes i gang fra kommunedelplanen (*omkjøringsveger*), i hvert fall reguleringsplan (*valg av standard*). Beredskapsplaner hjelper oss til å oppfatte vegnettet i en realistisk sammenheng og å velge prosjekter som virkelig kan lønne seg i framtiden (*vurdering av vedlikeholdskostnader*).

3. Beredskapsplaner er ypperlig hyllefyll

....fordi de er tunge å lese og småkjedelige.

Vi må prøve å gjøre dem

forståelige og brukbare

- Kap 1 **Beskrivelsen av tunnelen** må være like spennende som Donald
- Kap 2 **Risikoanalyse** må inneholde både sannsynlighet og vurdering av konsekvensene
- Kap 3 **Innsats ved hendelser** må være krystallklar og kortfattet

komplette og fullstendige

- Kap 0 **Generelt** må beskrive **krystallklart** ansvarsforholdet mellom SV og etatene
- **Vedlegg** er ikke pynt

klare til bruk ved behov

- **Oversiktsplansjer** (kortversjoner av planene) gir oversikt når man ikke kan bla gjennom planen.

realistiske

Planer er ikke drøm på papir, de må beskrive viktige forhold.
Et av dem er at **“ingen har tid”** til å lese planen.

produkt av et samarbeid

Vi lager planer for utrykningsetatenes bruk.

4. Hovedendringer i forhold til den eksisterende malen

Innholdsfortegnelse for beredskapsplaner : se vedlegg 1.

A. Plansjer

- ◊ Skisse av tunnelen (*gjørne i en plastlomme som kan settes i bil*)
med nummerering av nødtelefoner og brannskap
normal ventilasjonsretning
brannkummer - hydranter

Enkel beskrivelse av tunnelen (viktigste data)

lengde, nøkler osv...

Nødfunksjoner fra VTS og lokalt

Se vedlegg 2 (plansje for E6 Smiehagen tunnel).

- ◊ Telefonliste for nødsituasjoner
- ◊ Oversiktskart med anlegg i området og omkjøringsveger

B. Kap 0 - Generelt

Beskrivelse av

- ◊ ansvarsforholdet generelt og ved hendelser (“politi er ansvarlig for...” osv)
- ◊ trippelvarsling (hvordan det foregår i praksis)

C. Kap 1 - Beskrivelse av tunnelen

Vi følger den opprinnelige malen, men setter inn

- ◊ kun de viktigste informasjonene
- ◊ **bilder** tatt i tunnelen (se vedlegg 3)
- ◊ bilder av portalene med **plassering** av utstyr
nødstyreskap, brannkummer (se vedlegg 4)

D. Kap 2 - Risikoanalyse

Risiko = sannsynlighet x konsekvenser.

Som regel er det bare kjørt en sannsynlighetsberegning. Den sier litt om hvor ofte ne tunnel må stenges, men lite om konsekvensene (og dermed nødvendig utstyr).

Vegdirektoratet jobber med en modell som vil ta i betraktning konsekvensene, slik at planene vil være i henhold til brannforskriftene (NS 3901).

E. Kap 3 - Innsats ved hendelser

- ◊ Kommandoforhold mellom etatene.
- ◊ Innsatstider (hvor lang tid det tar etatene å komme til stedet)
- ◊ Sannsynlige hendelser må tilpasses hvert anlegg (på landet, motorveger, i byområdet osv).

Husk å prioritere **riktig** :

Hovedpoenget ved en brann er ikke å slukke den, men å **redde liv**.

Det viser seg å være umulig å gi en total beskrivelse av hver etat gjør når det skjer noe alvorlig. Risikoen er stor for at ingenting ville gå som forutsatt uansett.

Det kan imidlertid lønne seg å sette seg inn beredskapsproblematikken ved å lage en rekke **scenario**. Problemet er at dette arbeidet kan være så krevende at det aldri gjøres bra nok, og at det er virkelig lærerikt for de som utarbeider dem, ikke for de som leser “fasit”.

Vi har valgt å beskrive **hva VTS kan og vil gjøre** i ulike situasjoner, med merknader om etatenes rolle f.eks. Dette kan avdekke behov for å avklare en del viktige punkter.

Se vedlegg 5.

Har man ikke beredskap ved driftsstans,
kommer brannvesenet alltid før politi,
har en operatør alene ikke mulighet til å bruke innsnakk....
....må dette stå i planen, fordi det er sånn det ER.

F. Vedlegg

Beredskapslager må vurderes for hver tunnel (“kokes” ikke).

Nødstyretablå kan trenge **bruksanvisning** (hva skjer først når man trykker på knappen?).

Telefonlister oppdateres fortløpende.

G. “Test”

De fleste funksjonene av en tunnel kan læres i løpet av en skoletime, og det er bedre med “litt for lite” enn med “ingenting”.

Derfor har vi tenkt å oppfordre etatene om å videreformidle informasjon blant personellet sitt gjennom et **presentasjonsmøte**, og/eller sende planen til høring, med en “test” etter gjennomgangen. Testen er en liste med sjekkpunkter (se vedlegg).

Malen legges inn på Intranett i januar 2000.

5. Planer må fungere VIRKELIG

Det er vårt plikt å påse at alle har forstått planene på samme måte og KAN ta den i bruk.

A. Etater må forstå tunnelen

VI må tenke 'beredskap', og ikke forvente at DE tenker 'veg'.

VI må passe på at etatene får med seg det viktigste DE trenger :

- innsatsretning og innsatstid
- hva VTS kan gjøre og ikke gjøre
- bruk av nødstyretablå
- at nødstyring overstyrer fjernstyring fra VTS
- at ventilasjon ikke kan snus umiddelbart
- m.m.

B. VTS må være parat for enhver hendelse

VTS må ha klare rutiner for

- svar på nødtelefoner, evt. mobiltelefoner
- innsnakkmeldinger
- informasjon og videreformidling (til vegkontoret og media) ved alvorlige hendelser

(Se rutiner i vedlegg)

Mye skjer samtidig når en stressende situasjon oppstår.

Operatørenes ansvar for vurdering av en situasjon må være minimal.

Bruk av CD med standard meldinger for **innsnakk** kan vurderes.

Statens vegvesen må være i stand til å gi **informasjon til media** i krisesituasjoner.

C. Våre anlegg må fungere til enhver tid

Vi må ha rutiner og serviceavtaler for **vedlikehold og reparasjoner**.

Hva vil vi si til media hvis man oppdager at nødtelefonene ikke fungerte eller tunnelen ikke var styrbart fra VTS da en ulykke skjedde?

D. Øvelser og oppdatering av planen

Statens vegvesen har ansvar for at det blir gjennomført øvelser.

Vi har også ansvar for å holde planene à jour. *Hvor mange gjør det ?*

En avklaring av **brannvernlederens stilling** - som regel **leder for trafikkstasjon** - vil kanskje hjelpe å få en bedre oppfølging på dette området. Den vil innebære opplæring (planlagt for begynnelse av 2000).

Brannmyndighetene stiller følgende krav til denne funksjon :

For ethvert særskilt brannobjekt skal det være en ansvarlig leder for brannvernet utpekt av eier/bruker. Den ansvarlige leder skal ha tilstrekkelig kunnskap om

- Ø Gjeldende lover og forskrifter om brannvern
- Ø Tiltak som er gjennomført og som kan bli nødvendig å gjennomføre for å opprettholde tilfredsstillende brannsikkerhet
- Ø Brannvesenets organisering og innsatsmuligheter
- Ø Varslingsprosedyrer, pliktfordeling og ledelse i brannsituasjoner og krav som etaten selv i egenskap av objekter vil måtte stille til en slik funksjon.

Oslo har for øvrig dannet en tverretattlig beredskapsgruppe som holder møte hver 3. måned i forbindelse med de nye anleggene. De planlegger nå øvelser som vil holdes hver annet år i hver tunnel i Oslo.

6. Konklusjoner

Beredskap er ikke vårt fag, men det er vårt ansvar !

Målet for år 2000 bør være :

- 100 % dekning med **beredskapsplaner** i alle fylker for alle tunneler over 500m.
- **realistiske** programmer for gjennomføring av øvinger
- utnevne kompetente **brannvernledere** for alle tunneler

Beredskap er som en kjetting,
den er brukbar kun hvis alle ledd er kraftige nok.

- Anlegget må fungere,
- VTS må være parat,
- etatene må kunne bruke planene (øvelser)
- planene må revideres.

Det er ikke sikkerhetsutstyr som koster,
det er å ikke ta det i betraktning tidlig nok.

En tunnel må eller vil være utstyrt i forhold til regelverket - vi har ikke noe valg.
Så vi må bare inkludere i prislappen alle de nødvendige elementene fra et tidlig stadie.
For å unngå "overraskelser" må samarbeidet mellom vegvesenet og utrykningsetatene stadig utvikles.

INSTRUKS FOR TRAFIKKSTYRING VTS VED BRANN I TUNNEL

Spesielle sjekkpunkter ved mottak av SOS-telefon:

- **Kan du slukke?** <<< JA: Informer om brannskap NEI: **Gi beskjed om å evakuere!**
- **Hva slags kjøretøy(er) brenner det i?**
- **Er noen skadd?** <<< JA: Antall skadde? Bevisstløse? Fastklemte?

>>> Jfr. "Veiledning for mottak av nødtelefon"

1. STENG TUNNELEN Nødstengning, begge løp	2. VARSLER POLITI Operatør 2 varsler politi
4. VENTILASJON Ventilasjon settes på fullt, normal retning.	3. VARSLER BRANNVESEN Operatør 2 varsler brannvesen
6. BELYSNING Belysning settes på fullt	5. RADIOINNSNAKK Operatør 2 går ut med meldinger til trafikanter i tunnelen på radio >>> Jfr. Veiledning for innsnakk
8. ENKELTSTYRING Gjør klar for å slippe inn utrykningskj.	7. INFORMASJON VTS Operatør 2 setter operatør på info inn i situasjonen. >>> Jfr egen instruks for info
9. KOORDINERE Opprette kontakt med operativ uteleder i politiet – via politiet VTS når bemannet.	10. INFORMERE PROD.OMR Operatør 2 varsler beredskapsvakta Eventuelt avtale at det forberedes å etablere omkjøring
MERK: All styring skal skje etter avtale med politiet – gjelder også vifter og lys!	
12. ÅPNING AV TUNNELEN Tunnelen skal KUN åpnes etter beskjed fra politiet! Sørg for å kontrollere at det er forsvarlig å åpne (feilmeldinger/alarmer)	11. INFORMASJON Operatør 2 sørger for at operatør på info får beskjed ved åpning

>>> Utfyllende dokumentasjon: Beredskapsperm for aktuell tunnel

INSTRUKS FOR TRAFIKKSTYRING VTS VED HENDELSE I TUNNEL

Spesielle sjekkpunkter ved mottak av SOS-telefon:

- Står bilen i kjørefelt? <<< JA: Hvor, hvilket felt?
- Hva er problemet? <<< MOTORSTOPP: Er det drivstoff på bilen?
- Er du medlem i en bilorganisasjon? <<< JA: Hvilken? NEI: Hvor er du forsikret?
- Informasjon om bil: Merke/type, registreringsnr., farge
- Informasjon om eier: Navn på eier / navn på fører.

Gjør melder oppmerksom på at assistanse vil koste penger!

>>> Jfr. "Veiledning for mottak av nødtelefon

1. REGULERING

Utfør nødvendig regulering – steng kjørefelt eller tunnellop.

2. INFORMER POLITIET

Informert politiet om evt regulering. Beskjed gis til politiet på VTS når bemannet

3. REKVIRÈR ASSISTANSE

Rekvirer bergingsfirma i.h.t. avtale med fører. Hvis fører ikke ønsker annet:

Romerike: Nilsens Bilberging

Follo: Viking Follo

A&B/Oslo: Viking

4. INFORMASJON VTS

Gi operatør info beskjed om hendelsen og hvilken regulering den medfører.

>>> *Se egen instruks for info*

5. VARSLE PRODUKSJONSOMRÅDET

Ved hendelser som har eller kan ha medført skader i tunnelen, eller hvis det er behov for opprydding, strøing etc skal beredskapsvakta varsles.

6. ÅPNING/NORMALSITUASJON

Tunnellopet/kjørefeltet kan åpnes når:

- Politiet har gitt beskjed (**kun** etter beskjed fra politi når de er på stedet!)
- Bergingsselskapet har gitt beskjed om at det er klart for åpning
- Dersom det gjennom kontroll på ITV er åpenbart at det er klart for åpning.

Merk: Ved feltstengning skal **hele tunneløpet** kontrolleres via ITV før åpning!

INSTRUKS FOR TRAFIKKSTYRING VTS VED ULYKKE I TUNNEL

Spesielle sjekkpunkter ved mottak av SOS-telefon:

- **Er det personskade?** <<< JA: Hvor mange er skadd? Bevisstløse?
- **Sitter noen fastklemt?** <<< JA: Hva slags bil(er)? (Merke/type)
- **Sperrer bilen(e) alle kjørefeltene?** <<< NEI: Hvilke felt er sperret?

>>> Jfr. "Veiledning for mottak av nødtelefon"

1. STENG TUNNELLØP Steng tunnellopet – nødstengning (evt kun kjørefelt hvis tilstrekkelig)	2. VARSLE POLITI Operatør 2 varsler politi
4. BELYSNING Ved stengt tunnel: Lys settes i fullt	3. INFORMASJON VTS Operatør 2 gir operatør info opplysninger om hendelsen >>> <i>Se egen instruks for info</i>
6. ENKELTSTYRING Gjør klar for å slippe inn utrykningskj.	5. RADIOINNSNAKK Viktig: Operatør informerer trafikanter i tunnelen via meldinger på radio >>> <i>Jfr. Veiledning for innsnakk</i>
7. KOORDINERING Opprette kontakt med operativ uteleder i politiet – via politiet VTS hvis bemannet	8. INFORMERE PROD.OMR. Operatør 2 informerer beredskapsvakta. Avtaler eventuelt at det forberedes å etablere omkjøring
9. TRAFIKKSTYRING Etablere tovegstrafikk eller omkjøring i samråd med politiet	10. ENKELTSTYRING Operatør 2 overtar styring av bommer for utrykningsenhetene
MERK: All styring skal skje etter avtale med politiet – gjelder også vifter og lys!	
12. ÅPNING AV TUNNELEN Tunnelen skal KUN åpnes etter beskjed fra politiet! Sørg for å kontrollere at det er forsvarlig å åpne (feilmeldinger/alarmer)	11. INFORMASJON Operatør 2 sørger for at operatør på info får beskjed ved åpning

>>> *Utfyllende dokumentasjon: Beredkapsperm for aktuell tunnel*

STANDARD MELDINGER FOR RADIOINNSNAKK (P1) I TUNNELER

Gi informasjon til trafikantene i tunnelen ved innbryting på NRK P1 (P4) ved hendelser, uhell, uvanlige kødannelser m.m.

- Snakk rett inn i mikrofonen, rolig og tydelig.
- **Skriv gjerne ned meldingen** og les den høyt for deg selv før du går "på lufta".
Unngå å bruke panikkdannende ord som brann, ulykke o.l - bruk i stedet fellesbetegnelsen "trafikkuhell".
- Les meldingen **to ganger**..."Jeg gjentar....(melding)" - ved lange meldinger gjentas kun hovedpunktene i meldingen.

TUNNEL MED TO ADSKILTE LØP

Hendelse/uhell

Dette er Statens vegvesen med en melding til trafikantene i tunnelen.

Det har skjedd et trafikkuhell i retning mot XXXXX. (Evt.: Køen skyldes et trafikkuhell...) Gjør plass for utrykningskjøretøy - biler i venstre felt; hold godt til venstre, biler i høyre (og evt. midtre) felt; hold godt til høyre. Ny informasjon vil bli gitt på samme frekvens, behold radioen på.

Jeg gjentar.....

Ved stillestående kø: Gjenta at bilene skal trekke godt inn til siden, gi følgende beskjed: "Stans motoren, hold deg i bilen". (Les deretter at nærmere informasjon vil bli gitt på samme frekvens, behold radioen på).

Behov for evakuering

Dette er Statens vegvesen med en melding til trafikantene i tunnelen. Det har skjedd et uhell i retning mot XXX og tunnelen må evakueres umiddelbart.

Parker bilen så langt inn til siden som mulig, gå rolig mot nærmeste rømningsvei.

Rømningsvegene er på venstre side med kjøreretningen, se etter grønt skilt.

Jeg gjentar.....

Bilister i XXXX-tunnelens XXX-gående løp (motsatt av det som skal evakueres); se opp for fotgjengere - la gående sitte på ut av tunnelen hvis mulig. Jeg gjentar....

TUNNEL MED ETT LØP

Hendelse/uhell

Dette er en melding fra Statens vegvesen. Det har skjedd et trafikkuhell i tunnelen. Gjør plass til utrykningskjøretøyer - hold godt til siden.

Nærmere informasjon vil bli gitt på samme frekvens, hold deg i bilen og ha radioen på.

Jeg gjentar.....

Behov for evakuering

Dette er en melding fra Statens vegvesen. På grunn av trafikkuhell må tunnelen evakueres umiddelbart. Hvis mulig; snu bilen og kjør forsiktig mot utgangen. Hvis ikke, parker bilen så godt inn til siden som mulig og gå rolig mot tunnelåpningen. Jeg gjentar.....

Ved stillestående kø: Kjør godt inn til siden og stans motoren. Ny beskjed vil bli gitt på samme frekvens - hold deg i bilen og ha radioen på.

Jeg gjentar...

MOTTAK AV NØDTELEFONER

01 - RÅD OM MOTTAK

- Nødtelefoner besvares med "Statens vegvesen"
 - Vær rolig og bestemt - det er viktig at operatøren "styrer" samtalen
 - Gi med en gang innringer beskjed om at han ikke må bryte samtalen / legg på (Eks.: "Jeg vil trenge flere opplysninger fra deg, ikke legg på!")
- La innringer forstå at du har kontroll, f.eks. ved å fortelle at du ser hvor han ringer fra

02 - SJEKKPUNKTER (gjelder alle situasjoner)

- Hvor ringer du fra? (Dersom du ikke kan se noe på ITV)
- Hva har skjedd?
- Hvor mange biler er innblandet?

02a - SJEKKPUNKTER VED BRANN

- Kan du slukke? Hvis **nei**: Gi innringer beskjed om å forlate stedet - gi veiledning om evakuering!
Hvis **ja**: Gi innringer beskjed om hvor han kan finne brannslukker
- Ser du flammer eller kun røyk?
- Hva slags kjøretøy(er) er innblandet? (Personbil/buss/lastebil/tankbil)
- Vet du om det kan være farlig gods på bilen - har den orange varselskilt? (Gjelder lastebil/tankbil)
- Er det personskader? Hvor mange?
- Sitter noen fastklemt?

En brann utvikler seg raskt, og innringer **MÅ** få beskjed om å evakuere tunnelen straks og å gi denne beskjeden til medtrafikanter, dersom det er den minste tvil om forsøk på slukking vil være forsvarlig. Indiker **rømmingsmåte** (med/uten bil), og **rømmingsveg** (tverrslag med grønt skilt i to-løps tunneler, tunnelmunning ellers)

02b - SJEKKPUNKTER VED UHELL

- Er det personskade? <<< Hvis ja: Hvor mange er skadd? <<< Førstehjelp - frigjør luftveier på bevisstløse
- Sitter noen fastklemt? <<< Hvis ja: Hva slags bil(er) er det? (Merke/type)
- Sperrer bilen(e) alle kjørefeltene? <<< Hvis nei: Hvilke felter er sperret?

Råd til innringer: Hvis mulig, slå av tenningen på involverte kjøretøy(er). Ta ut brannslukkere fra de nærmeste brannskap og sett disse i nærheten av bilen(e). Forsøk å få ventende biler flyttet dersom de sperrer for utrykningskjøretøyene.

02c - SJEKKPUNKTER VED HENDELSER

- Står du i kjørefelt eller inne på havarilomme? (Hvis du ikke ser bilen på ITV)
- Hvis "motorstopp": Er det drivstoff på bilen? <<< Hva slags drivstoff bruker du?
- Hvis punktering: Har du reservehjul i bilen?
- Hva slags bil har du? Registreringsnr.? Farge?
- Er du medlem i noen av bergingsselskapene? <<< Hvis nei; hvor er du forsikret, hva slags forsikring?
- Informer om at assistanse vil koste dersom vedkommende ikke er medlem eller har kasko/delkasko.
- Navn på bileier, evt. på medlem hvis NAF-medlem.

Råd til innringer: Vent inne i bilen, evt. inne i nødtelefonkiosken, til hjelpen kommer. Sett på nødblink!

0 GENERELT	5
0.1 Planens hensikt og omfang	5
0.2 Eier- og ansvarsforhold	5
0.2.1 Eierforhold	5
0.2.2 Ansvarsforhold	6
0.2.3 Øvelser	8
0.2.4 Brannsyn/loggbok etc	9
0.3 Referanser til lover og forskrifter	10
1 OPPLYSNINGER OM TUNNELEN	11
1.1 Tunnelens beliggenhet og omkjøringsruter	11
1.2 Tunnelens utforming	12
1.3 Teknisk utstyr	13
1.3.1 Belysning	14
1.3.2 Ventilasjon	14
1.3.3 Pumper	15
1.3.4 Strømtilførsel	15
1.3.5 Nødstrøm (UPS)	15
1.3.6 VA-Anlegg	15
1.3.7 Sikkerhetsutstyr	15
1.4 Trafikkteknisk utstyr	21
1.4.1 Fartsgrense	21
1.4.2 Kjørefeltssignaler	21
1.4.3 Trafikkdetektorer	22
1.4.4 Andre skilt	22
1.4.5 Mekanisk variable skilt	22
1.4.6 Høydeavvisere	22
1.4.7 Lager	22
2 RISIKOANALYSE	23
2.1 Beregning av hendelser	23
2.2 Trusselbeskrivelse/vurdering	23
2.3 Farlig gods	24
2.4 Innsatstider	25
3 INNSATS VED HENDELSER	26
3.1 Detektering av hendelser	26
3.2 Varsling om hendelser	26
3.2.1 Varsling via SOS-telefoner	26
3.2.2 Varsling via mobiltelefon	26
3.2.3 Trippelvarsling	27
3.3 Kommandoforhold	28
3.4 Aksjonsplaner	29
3.4.1 Driftsstans teknisk utstyr	30
3.4.2 Gående eller dyr i tunnelen	30
3.4.3 Havari, driftsstopp, uhell uten personskade	31
3.4.4 Lekkasje, løse gjenstander	32
3.4.5 Trafikkulykke	33
3.4.6 Brann	34
3.4.7 Uhell med farlig gods	35
3.4.8 Alvorlige hendelser, eksplosjon, gasslekkasje, etc	36
3.4.9 Angrepsveger og omkjøring	37
3.5 Avslutning, opprydding og rapportering	38
3.5.1 Avslutning av innsatsen og opprydding	38
3.5.2 Rapportering etter hendelse	38

3.6 Varsling ved vedlikehold	38
4 VEDLEGG	39
4.1 Beredskapslager for Nordbytunnelen	39
4.2 Alarmer, feilmeldinger	39
4.3 Tegninger	40
4.4 Nødstyretablå	40
4.5 VTS rutiner	40
4.6 Øvelsesprotokoller	40
4.7 Distribusjonsliste	41

E6 SMIEHAGEN

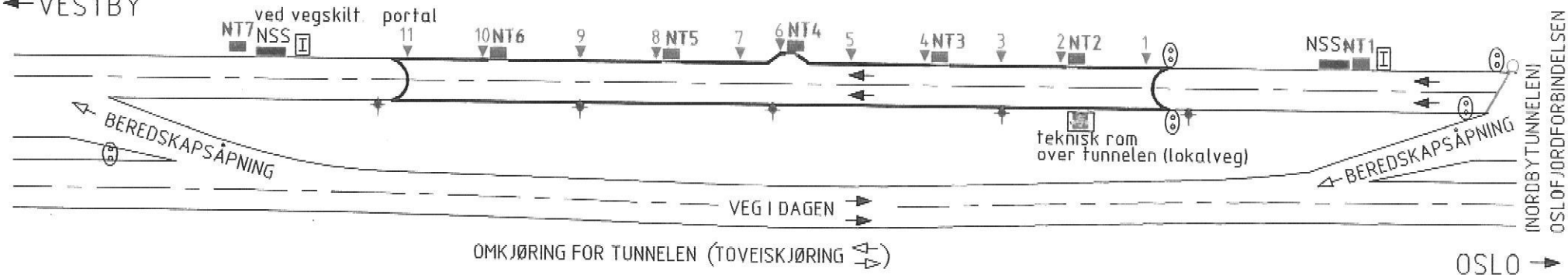


HORGEN

NORMAL VENTILASJONSRETNING ←

VASSUM

← VESTBY



Tegnforklaring

- automatiske bommer (kan betjenes manuelt)
- NSS, nødstyreskap
- NT, nødtelefoner
- ▲ BS, brannslukningsapparat
- brannhydrant i luke i hvelvet og i brannkum utenfor tunnelen
- ⌈ innsnakk
- ⊙ rødblink
- tekniske rom

Nøkkel

Tunnelutforming

vertikal kurvatur

horisontal kurvatur

R=∞

OVV

010 2 løp a 2 kjørefelt, profil T9
Obs! En kjøreretning

015 betong vegg- og takelementer
asfaltdekke

Utstyr	Vegtrafikksentralen:-(VTS) kan	lokalt
automatiske bommer + røde blink	stenge tunnelen med omkjøring	Samme som VTS Nødstyreskapene overstyres VTS
5 vifter	sette ventilasjon på fullt forover (= i kjøreretningen) eller reverse	
belysning	sette lys på fullt	
ledelys (under BS)	slås på automatisk v/ åpning av BS	
brannslukkere hver 85.m	Vegtrafikksentralen (VTS) får alarm "brannskap nr...." + frysfunksjon på kameraer	alarm på Follo driftsrom
SOS-telefoner hver 170.m	tar imot samtalen + får alarm "nødtelefon nr." + frysfunksjon på kameraer	alarm på Follo driftsrom
ITV-kamera	får full dekning med sekvensielle bilder med frysfunksjon	monitor i T5 Vinterbro UTEN frysfunksjon
innsnakk	kan gi meldinger på P1 i tunnelen	også mulig fra NSS
Co- og No-målere	få alarm etter 15min over grensen	

Diverse

- snumulighet for tunge kjøretøy utenfor portalene
- rømming gjennom tunnelmunningene
- Obs ! Fredet område, økologisk ømfintlig
- Follo driftsrom ligger ved Follo vegstasjon (Korsegården)

Annet utstyr

radiosamband FM (P1) + redningskanaler for hver etat og felles

mobiltelefon NMT 450 + 900

nødstrom i 60 min for nødlys, telefon, samband

1.3.7.2 Havarinisjer

Det er anlagt 1 havarinisje for lette kjøretøy på høyre side, ca. halvveis inn i tunnelen.

Det er ikke anlagt spesielle snunisjer for tunge kjøretøy i tunnelen.

Utenfor hver tunnelmunning er det mulig å hensette utrykningskjøretøy ved hendelser i tunnelen.



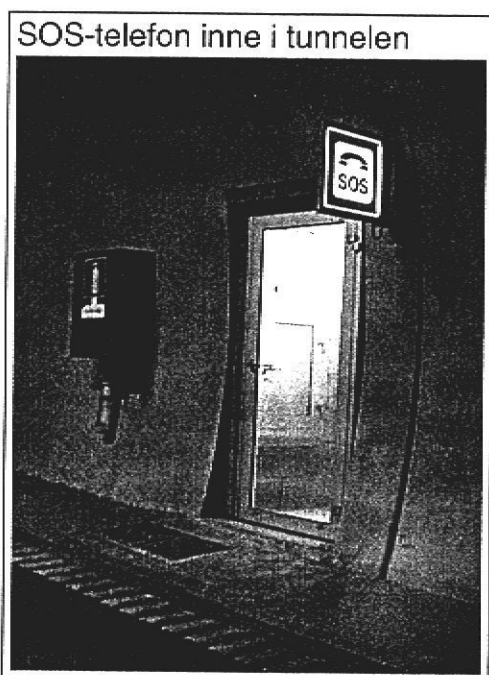
Brannskap

SOS-telefon

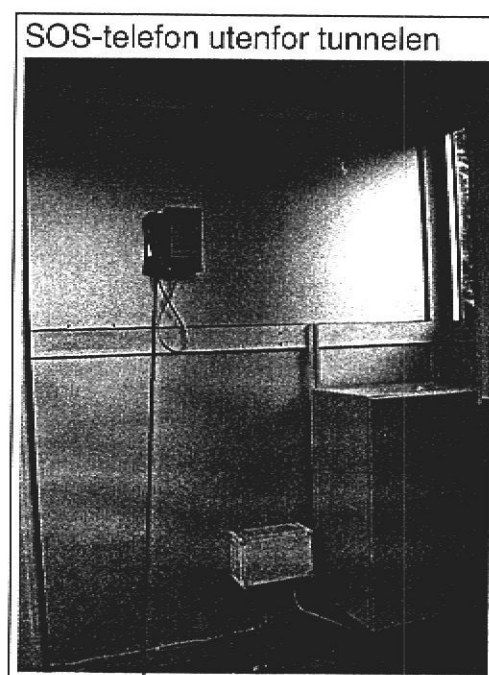
1.3.7.3 SOS-telefoner (eller "nødtelefoner")

I tunnelen er det i alt plassert

- 5 SOS-telefoner på høyre side (ca. 170m mellomrom)
- 2 SOS-telefoner på høyre side ved tunnelportalene.



SOS-telefon inne i tunnelen



SOS-telefon utenfor tunnelen

Servicetelefonene er nummerert i
Kjøreretningen fra Mossen

Når et rør tas av,
går det **automatisk alarmsignal** (med nummer) til VTS i Oslo
oppnås det **direkte kontakt med VTS**.

Samtalen kan **kobles direkte** videre til politiet i VTS.

Telefonen er koblet uavhengig av hverandre, slik at flere samtaler kan føres samtidig.

Portal SYD Horgen

Nødstyreskap (1.3.7.10)
Innsnakk (1.3.7.7)
SOS-telefon nr.7 (1.3.7.3)

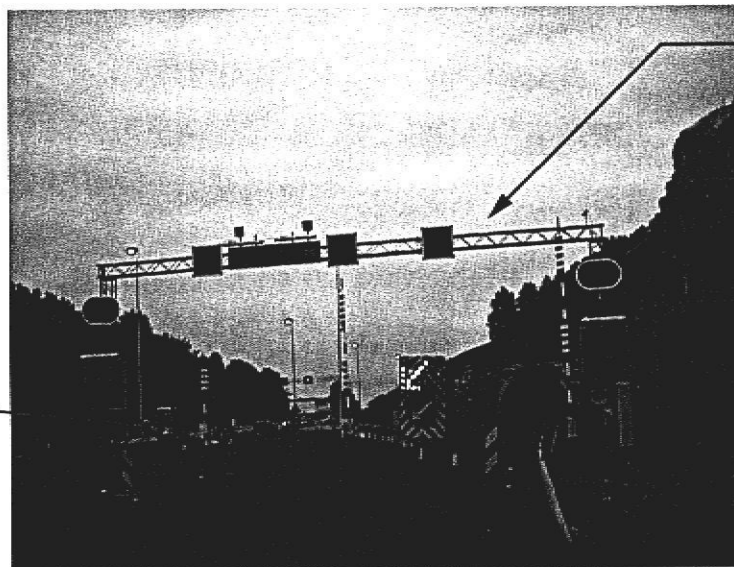
sluse (1.1)



Veg i dagen
for sydgående
trafikk
(omkjøringsveg
to-veis trafikk
når tunnelen er
stengt)
(1.1)

Portal NORD Vassum

Veg i dagen
for sydgående
trafikk
(omkjøringsveg
to-veis trafikk
når tunnelen er
stengt)
(1.1)



kjørefeltsignaler
(1.4.2)

rødblinsk (1.3.7.6)

variabelt skilt (1.4.5)

bommer (1.3.7.6)

Portal NORD Vassum

brannkum (1.3.7.5)

Nødstyreskap (1.3.7.10)
Innsnakk (1.3.7.7)
SOS-telefon nr.1 (1.3.7.3)



rødblinsk (1.3.7.6)

3.4.5 Trafikkulykke

Kollisjoner vil normalt registreres på ITV på VTS, etter en oppringning fra **SOS-telefon** eller eventuelt fra mobiltelefon.

Hva VTS vil gjøre	Merknader
VTS stenger tunnelen med skiltet omkjøring.	
VTS svarer på eventuell henvendelse på SOS-telefon og samler opplysninger ¹⁰ .	Hvis en annen etat får henvendelsen, ber de personen om å ta kontakt med VTS via SOS-telefon. De varsler VTS.
VTS varsler politiet.	Politiet tar skadestedsledelse. Politiet setter i gang trippelvarslingen ved behov.
	Skadestedslederen (fagleder brann) angir angrepsveg.
	Politiet avgjør på stedet om tunnelen skal stenges helt.
VTS angir angrepsveg ved tilkalling av politi og andre utrykningskjøretøy	
VTS varsler vegkontoret i Akershus og Follo vegstasjon (vakt).	
	Bilbergingselskap tilkalles av politiet for å få fjernet impliserte kjøretøy.
VTS er til disposisjon for styring av ventilasjon, lys, innsnakk, ved forespørsel av skadestedslederen .	Skadestedslederen vurderer med VTS behov for lokal styring (nødstyretablå). Viktig ! Lokal styring overstyrer VTS
VTS - i samråd med politi - gir informasjon til trafikanter i tunnelen på radiokanalene.	Informasjon til trafikanter kan gis fra nødstyreskapene (NSS). Obs ! NSS overstyrer VTS !

For opprydding, se pkt 3.5

¹⁰ egen rutine



BRANN I IBESTADTUNNELEN

Hvordan fungerte beredskapsplan ?

Erlend Solberg, Statens Vegvesen Troms, 20.10.99



BEREDSKAPSPLAN av 13.05.98

- Rutiner og ansvarsfordeling
- Telefonliste
- Beskrivelse UHF og Telefonfunksjon
- Beredskapsbeskrivelse, 7 punkt
- Instruksjer for brann og arbeidsulykker
- Kartskisse/oversiktstegninger



BRANN 05.07.99

- Brann oppdaget på boreriggen
- Varslet på UHF, og stoppet riggen
- Forsøkte å få med slurrytruck
- Tvunget til evakuering p.g.a. røyk
- Varslet/evakuert mannskaper som arbeidet ca 100 m bak boreriggen.
- Evakuerte videre utover tunnelen
- Elektriker koblet ut 1000 V, strømforsyning



BRANN 05.07.99 forts.

- Alle mannskaper ble bekreftet evakuert ut
- Tunnelpåhugget ble fysisk sperret
- Viftene ble stoppet
- Nøyaktig rapportering av sprengstoff i tunnel
- Brannvesen varslet for beredskap
- Politi varslet, kontaktet videre DBE
- Vegkontoret varslet linjevegen, + verneleder
- Vegdirektoratet varslet



BRANN 05.07.99 forts.

- Representant fra Vegkontoret reiste til anlegget for å bistå, spesielt mot media
- Politiet, i samarbeid med DBE, valgte å evakuere området foran påhugget, samt sperre Rv 848
- Pressemelding sendt ut



ERFARINGER

- Evakueringen fungerte tilfredsstillende
- Varslingen fungerte godt
- Godt samarbeid med Politiet
- Økt forståelse for nødvendigheten av øvelser



TILTAK

- Mulige brannkilder elimineres
- Fri vei for evakuering
- Kjøretøy med fronten utover
- Klargjøringstid med sprengstoff minskes
- Øvelser

Corinne Chiodini er tunnelingeniør på UTEK, teknisk fagseksjon på utbyggingsavdelingen i Sv Akershus. Hun deltar i Vegdirektoratets prosjekt "Samfunnstjenlige tunneler", gjennom delprosjektet J "Sikkerhet, estetikk og kjørekomfort".

Informasjon til trafikanter

Introduksjon : Visning av en video

Videoen er ITV-bilder av bil- og lastebilbranner, i og utenfor tunneler på A8-motorvegen ved Nice i Syd Frankrike.

Vegen består i 42 km av en rekke tunneler (16 stk) og bruer (19 stk), og bratte bakker (opp til 6%). Tunnelene er 500-600 m lange i gjennomsnitt, og den lengste er på 1600 m. ÅDT er 18 000 til 60 000 kjt/døgn, avhengig av strekningen, med en andel tunge kjøretøy fra 12 til 20%.

Det er videoovervåking langs hele strekningen, og 60 av 140 videokameraer er utstyrt med AID (Automatic Incident Detection). Dessuten er det trafikkregulering med variable skilt og innsnakk-muligheter på radio.

Statistiske erfaringer fra denne strekningen :

400 ulykker på 3 år, 7% var branner (30 per år).

- ◊ De fleste brannene er ikke forårsaket en ulykke
- ◊ 98% av lastebilbranner kommer fra bakakselen
- ◊ Når en brann oppstår i et kjøretøy, prøver sjåføren først å **kjøre ut** av tunnelen
- ◊ Sjåfører bruker **svært sjeldent** brannslukkingsapparater.
- ◊ En bilbrann utvikler seg i ca. **5 min**, en lastebil i ca. 20 min.
- ◊ Når brannen ikke blir slukket i utviklingsfasen, vil det kunne ta flere timer til å slukke det. Kan brannvesenet komme tidsnok for å redde liv ?

Trafikantene bør minst ha en **anelse** om hva de bør gjøre innen redningsetatene ankommer.

Mer generelt :

Erfaringene viser at tunneler er en **ukjent verden** for trafikantene.

Dette kan føre til en risiko for

- uønsket eller farlig oppførsel ved mindre hendelser
- uforutsigbare reaksjoner (panikk) ved mer alvorlige uhell
- ubehag eller redsel ved kjøring

Vi bruker dessuten store ressurser for installasjon og vedlikehold av sikkerhetsutstyr som er lite kjent og dermed lite brukt.

Et mål av delprosjekt J "Sikkerhet, estetikk og kjørekomfort" er å forbedre informasjon om tunneler til publikum. Vi har valgt å fokusere på følgende :

- 1 informasjon via trafikkskolene
- 2 generell brosjyre om sikkerhet i tunneler
- 3 Statens vegvesens internett-område
- 4 brosjyrer for enkelte tunneler (Lærdal) eller vegstrekninger
- 5 aktiv bruk av media

1 Informasjon via trafikkskolene

Vi ha laget en **grunnleggende informasjon** som beskriver

- utstyret som er til disposisjon i de fleste tunnelene
- vanlige problemer som kan oppstå i tunneler
- ønsket adferd ved mer eller mindre alvorlige hendelser

Teksten kan brukes av ATL (Autoriserte trafikkskolers lansforbund) for å gi informasjon først til **sjåførlærere** via deres informasjonsblad.

Per i dag finner man i **teoribøkene** ingenting om rødblink, bommer eller FM-skilt. Derfor vil et utdrag av teksten være tatt med ved neste revidering (i løpet av 2000 for den mest solgte boken).

Neste prosjekt er å **lære opp yrkessjåfører** til å hjelpe å evakuere, gi første hjelp osv... i en nødsituasjon, at dette eventuelt blir en del av kjøreprøvene kl. C og D.

2 Generell brosjyre om sikkerhet i tunneler (*den lille runde sorte*)

En kort beskrivelse med den viktigste informasjonen vil være samlet i en liten brosjyre.

Vi har valgt å fokusere på

- typiske men ukjente trekk (rødblink, FM-skilt, nødtelefoner)
- typiske problemer (dugg på fronten, blinding, vedlikeholdsarbeider)
- bruk av nødtelefon (servicetelefon) kontra mobiltelefon
- bruk av brannsløkkingsapparater
- adferd ved en ulykke
- rømmingsmuligheter ved brann.

Den kan deles ut på trafikkstasjoner, bomstasjoner, bensinstasjoner, trafikkskoler, NAF, m.m.

3 Statens vegvesens internett-område

På grunnlaget av den generelle brosjyren, kan vi sette i gang utarbeidelsen av en side om tunneler i Sv's internett-område.

Målet er å viderefremde en mer omfattende mengde av opplysninger, som brukere fritt kan velge imellom.

- Hva er en tunnel ? (skisse og bilder)
- Hva kan jeg gjøre når jeg får et problem ? ved brann ? (bilder og video)
- Hvordan fungerer beredskap i tunneler ?
- Hva er en vegtrafikksentral ? (bilder)

- m.m.

Vi satser på brukervennlighet og rask informasjon (klikk klikk)

En av fordelene er at den tilgjengelige informasjonen kan oppdateres fortløpende, og **at siden vil kunne utvides ved behov**. Alle ideer mottas derfor med glede (...litt forsiktig glede foreløpig, så lenge siden ikke er tatt i bruk.)

4 Brosjyrer for enkelte vegstrekninger ("*din*" brosjyre)

Hver enkelt fylke oppfordres til å produsere en tilpasset brosjyre for nye tunneler, nye vegstrekninger eller områder med mange tunneler.

Brosjyren kan være

- en presentasjon av et prosjekt
- omkjøringsveger i et område ved stengt tunneler/veger.

Det er utgitt brosjyrer for noen tunneler i Europa (St-Gotthard i Sveits, Puymorens i Frankrike). De deles ut ved bomstasjonen ved tunnelinngangen.

Råd bør innhentes på informasjon avdelingen i hvert fylke. Det "grunnleggende informasjonshefte" (pkt 1) kan brukes til det formålet og er til disposisjon hos undertegnede.

5 Aktiv bruk av media (*....er noe kjekt...*)

Vi hører dessverre litt for ofte om tunneler når ulykker har skjedd, eller i forbindelse med den ukomfortable brannproblematikken. Dette er med på å forsterke en **negativ oppfatning av tunnelene hos trafikantene**, og setter Statens vegvesen i en evig forsvarsposisjon.

Det er derfor viktig å gripe hver positiv anledning for å vise at vi stadig jobber med sikkerhet i tunneler, at Statens vegvesen er en bevisst og serviceinnstilt etat.

Det er naturligst å ta kontakt med media ved åpning av nye tunneler, oppgraderingsarbeider o.l.

Skaff deg og informasjonsavdelingen fine bilder av tunneler
Skaff positiv informasjon til TV-kanaler, radio, aviser

Vær alltid forberedt. De fleste spørsmålene gjelder generelt :

- brannsikkerhet og bruk av PE-skum
- tunnelskrekke
- beredskap ved hendelser
- 'er dette farlig', 'hvor mye koster det', 'hvem er ansvarlig', 'har SV gjort en bra/dårlig jobb', etc...

Det er viktig å kunne gi klare, ærlige og beroligende svar.

Ja, så fint, men hvem betaler for alt dette ?

- **Brosjyrer** er selvfølgelig ikke gratis, men....

Kostnader som bør komme i betraktning er de som gjelder sikkerhet generelt.

Brosjyrer kan være **en del av informasjonsbudsjettet** for et prosjekt (Smiehagen tunnel - SvA, Lærdalstunnelen - SvSF)

- **Kampanjer** koster på samme måte, men gir resultater i samfunnskostnads-balansen.
- **Aktiv bruk av media** koster derimot lite og lønner seg mye ! Med noen bilder, en åpen dialog og noe ferdig informasjon til disposisjon (korte og forståelige sammensetninger) kan man få et fruktbart samspill med media.

Organisering tunnelproduksjon

Organisering tunnelproduksjon

- konkurransedyktighet og dokumentasjon
- fleksibilitet
- kostnadseffektiv
- svingninger i oppgaveomfang
- kvalitet og arbeidsmiljø



AF tunnelproduksjon

Hvorfor?

- bedre utnyttelse av ressursene på tvers av fylkesgrensene
- mer fleksibel organisasjon til å takle svingninger i markedet



Organisering tunnelproduksjon

- konflikt mellom Vegsjefens interesser og landsdekkende enhets interesser
- påtvunget ansvar og helhetstenking



Organisering tunnelproduksjon

- 0-alternativet - organisering som i dag
- organisering i en enhet underlagt ett fylke
- ressurspool
- organisering i en enhet - et arbeidsfelleskap (AF)



AF Tunnelproduksjon

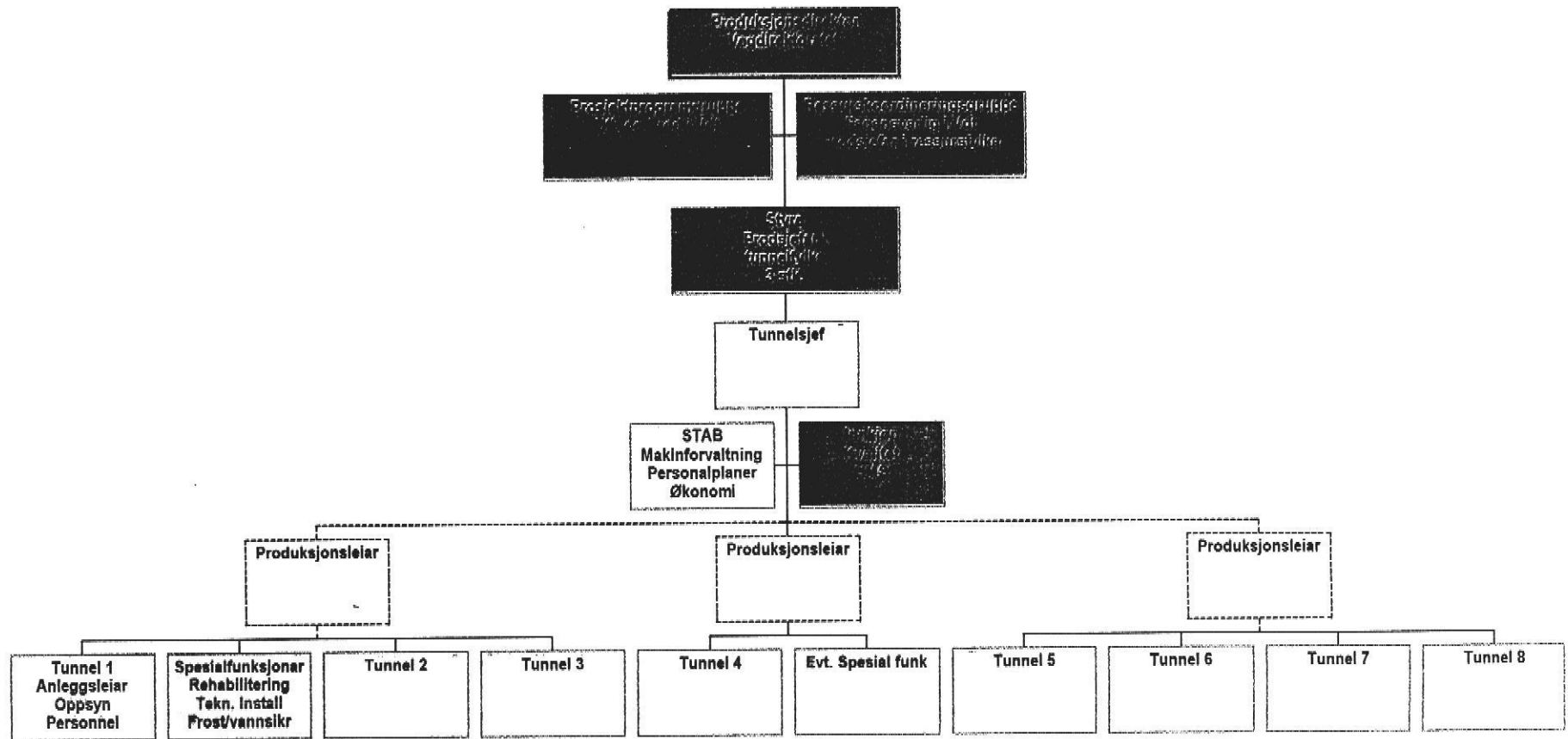
- Ressurser fra 6 fylker: Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, Nordland, Troms
- Økonomisk ansvar fordelt på seks fylker etter avtalt fordelingsnøkkel



En dag da satan fikk i sinn
at intet måtte skje
Da satte han i verden inn
den første komité.

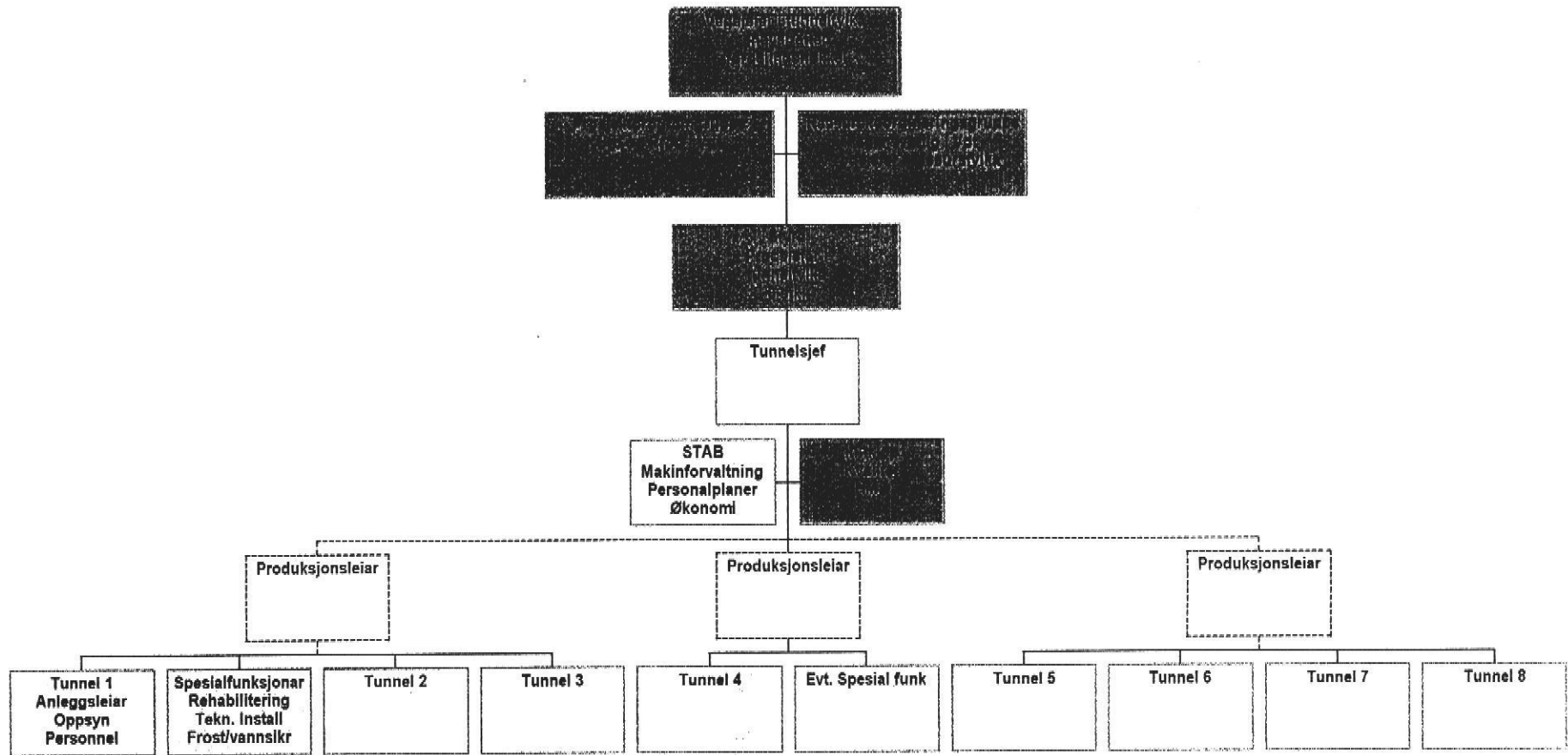
Vilhelm Bergsbe

AF TUNNELPRODUKSJON



Statens vegvesen

AF TUNNELPRODUKSJON





Ny organisasjon

Tunnelsjef

- daglig leder
- ansvar for personell
- ansvar for utstyr





Organisering tunnelproduksjon

- Samordningsgruppe
- Prosjektprogram - Utbygging + Produksjon



Tunnelproduksjon

Strategi:

- utføre alle typer prosjekter, levere «nøkkelferdig»
- kompetanse til å kunne utføre krevende anlegg
- utføre anlegg som er vanskelig å beskrive gjennom anbud
- optimal utnyttelse av ressurser innen ledelse, kompetanse og maskiner/utstyr



AF tunnelproduksjon

- forbilledlig innen HMS
- ledende innen forsknings- og utviklingsprosjekter innen tunnelproduksjon



Tunnelproduksjon

- Tunneldriving
- Etterarbeid / ferdigstilling
- Rehabilitering



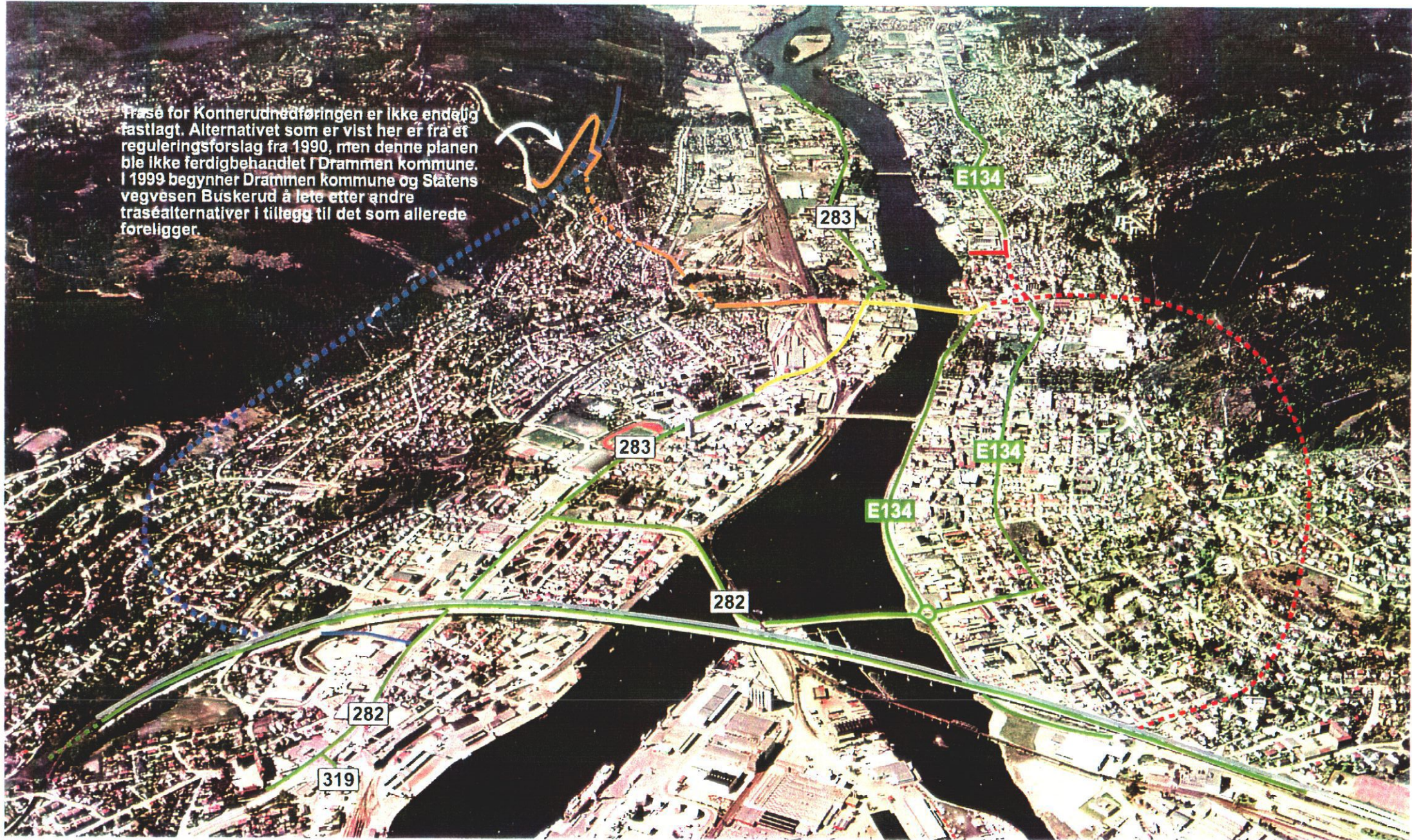
MACHIAVELLI

**“Den som kommer med noe nytt
har store fiender i de som har
fordeler av det gamle”**

Tunnelbygging

Frøyatunnelen

Prøse for Konnerudnedføringen er ikke endelig fastlagt. Alternativet som er vist her er fra et reguleringsforslag fra 1990, men denne planen ble ikke ferdigbehandlet i Drammen kommune. I 1999 begynner Drammen kommune og Ståets vegvesen Buskerud å lete etter andre traséalternativer i tillegg til det som allerede foreligger.

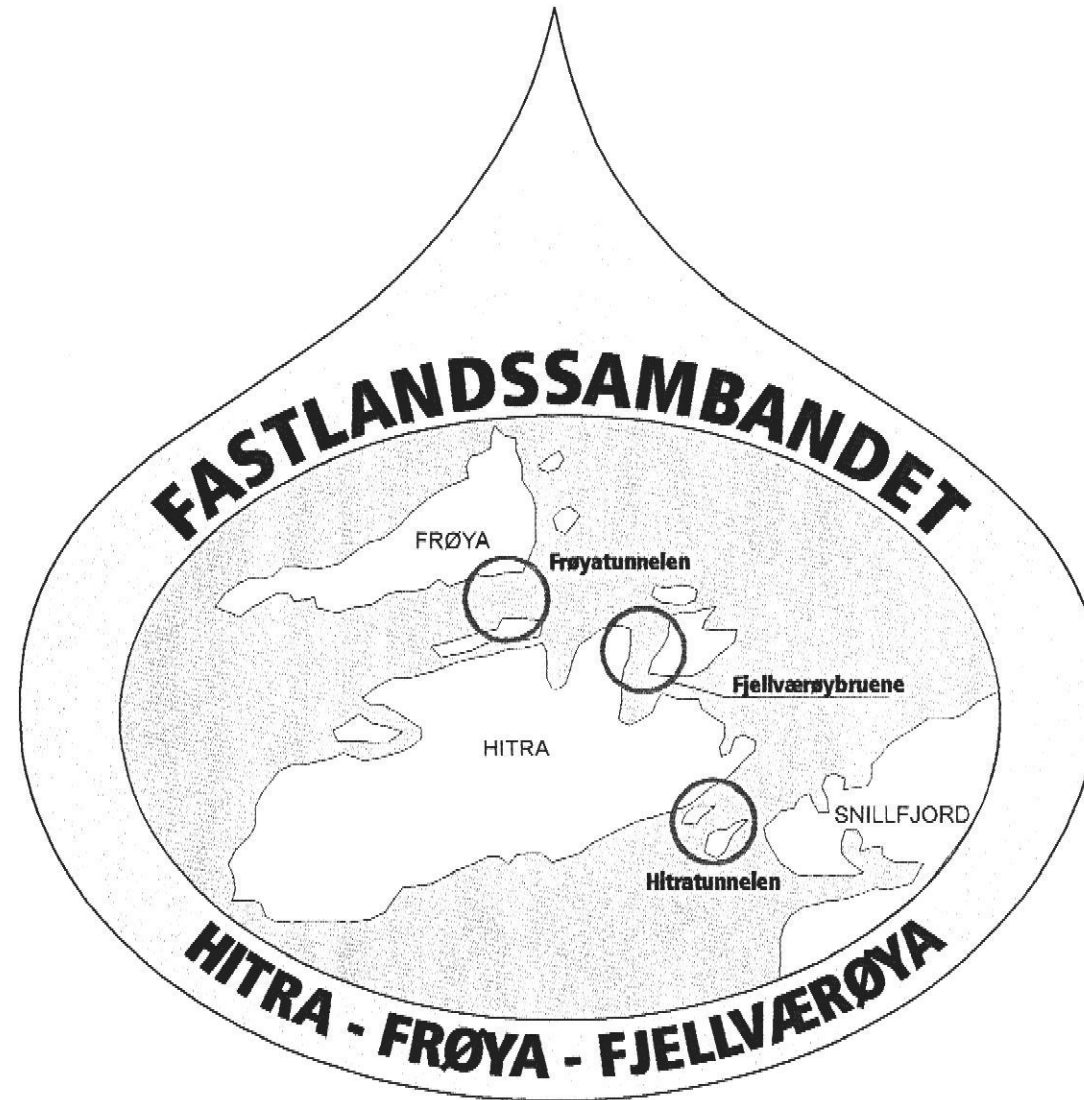




Riggområde

OSRAM

21.10.99



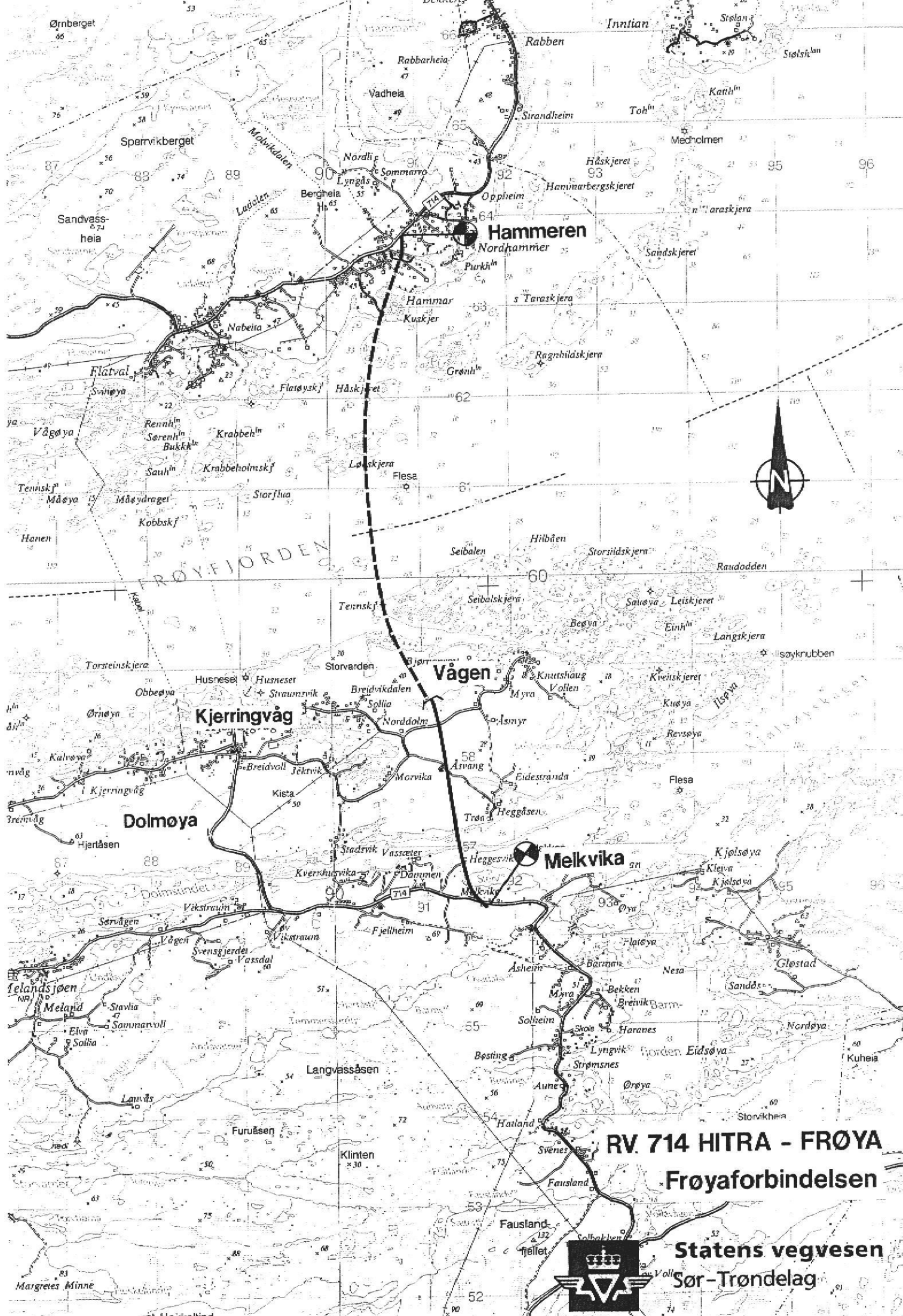
Helheten er mer enn summen av alle delene

(Aristoteles)



Statens vegvesen
Sør-Trøndelag

Prosjektkontor Hitra



RV. 714 HITRA - FRØYA
Frøyaforbindelsen



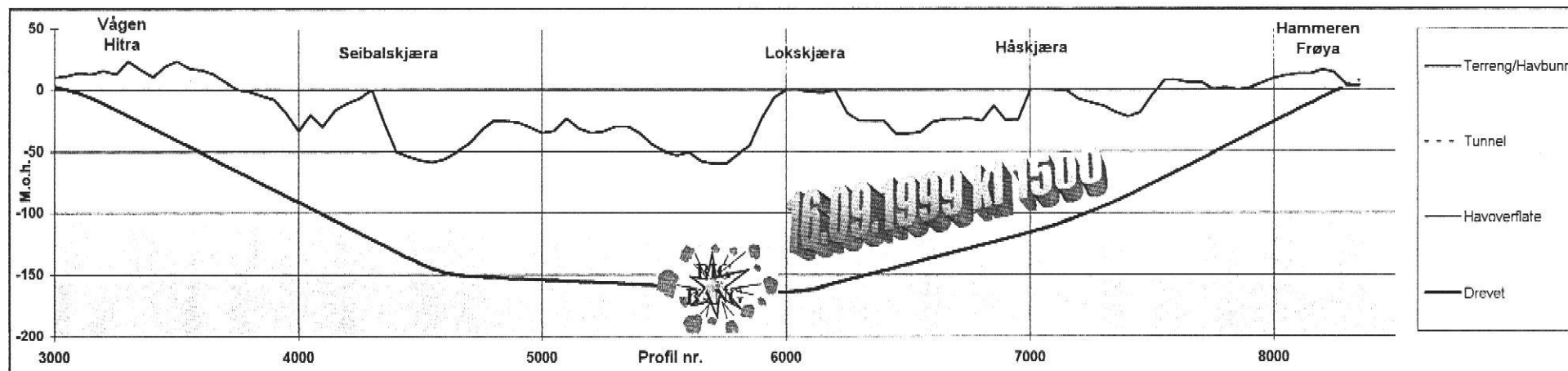
Statens vegvesen
Sør-Trøndelag



Statens vegvesen
Sør-Trøndelag

Framdrift Frøyatunnelen

Lengdeprofil

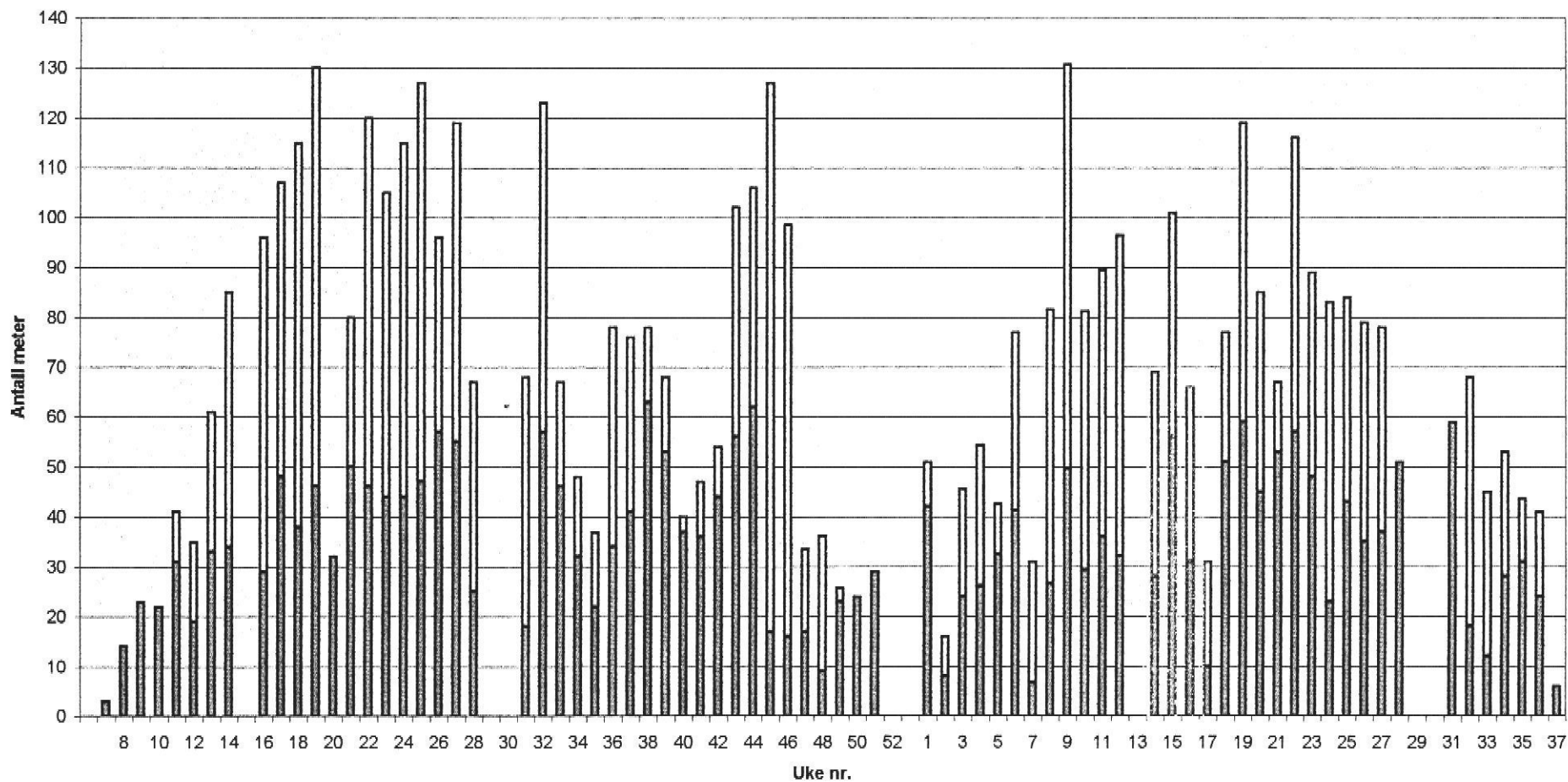


Ajour pr. 16.09.99 kl. 1500

	Hitra	Frøya
Total lengde	5279	
Dypeste punkt (muh)	163,94	
Start ved profil nr.	3000	8279
Framdrift til nå (profil nr.)	5644	5644
Dybde nå (muh)	-160,54	-160,54
Drevet til nå (ant. meter)	2644	2635
Totalt drevet	5279	

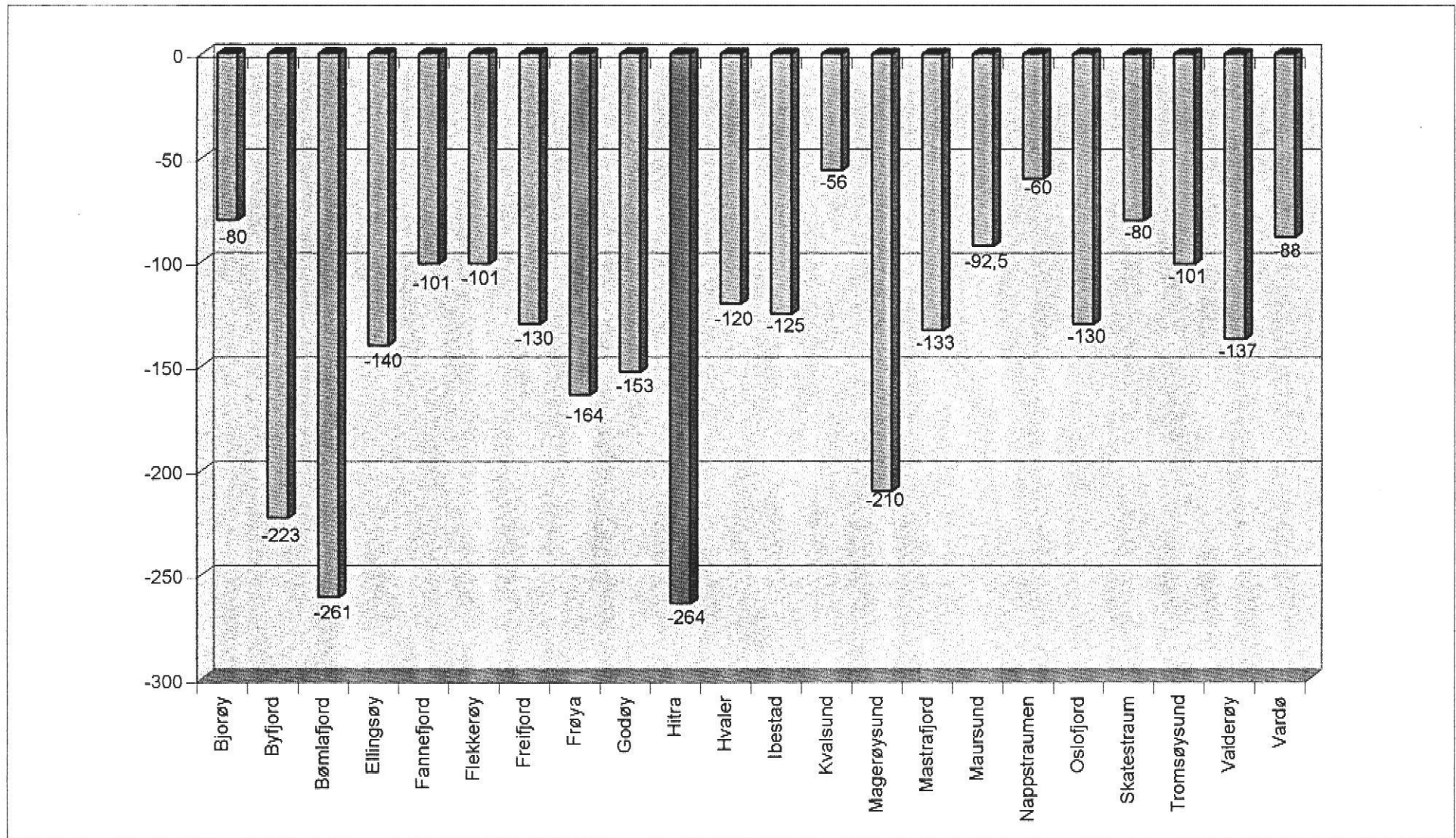
	Hitra	Frøya
Gjenstående	0,0	
Gjenstående (i %)	0,0	
Forventet inndrift	39	35
Gjennomslagdato	16.09.1999	
Antall uker igjen	0,0	
Antall arbeidsuker igjen	0,0	
Gjennomslagspunkt	5644	

Inndrift Frøyatunnelen 1998/99



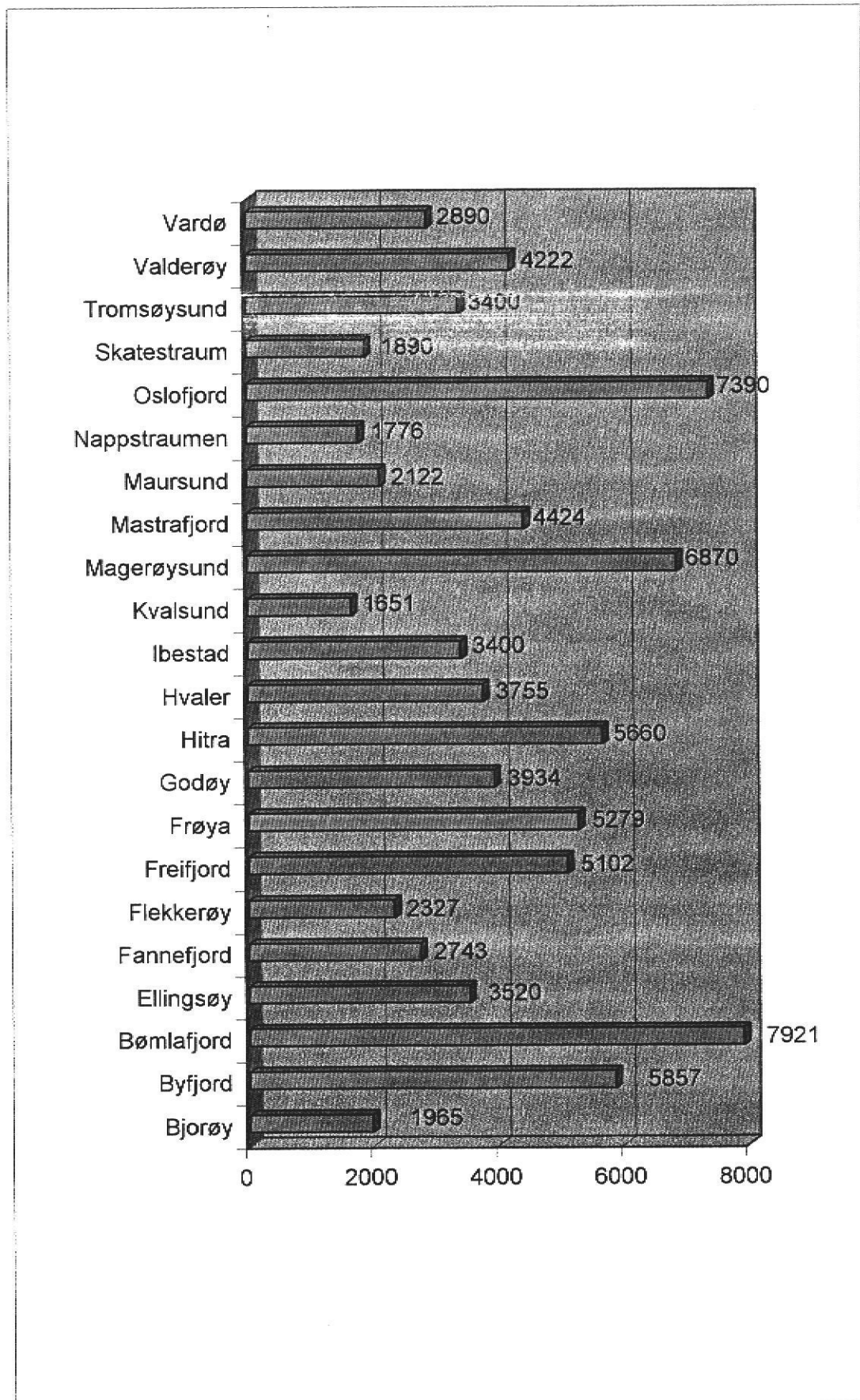
Norske undersjøiske tunneler

Dybde



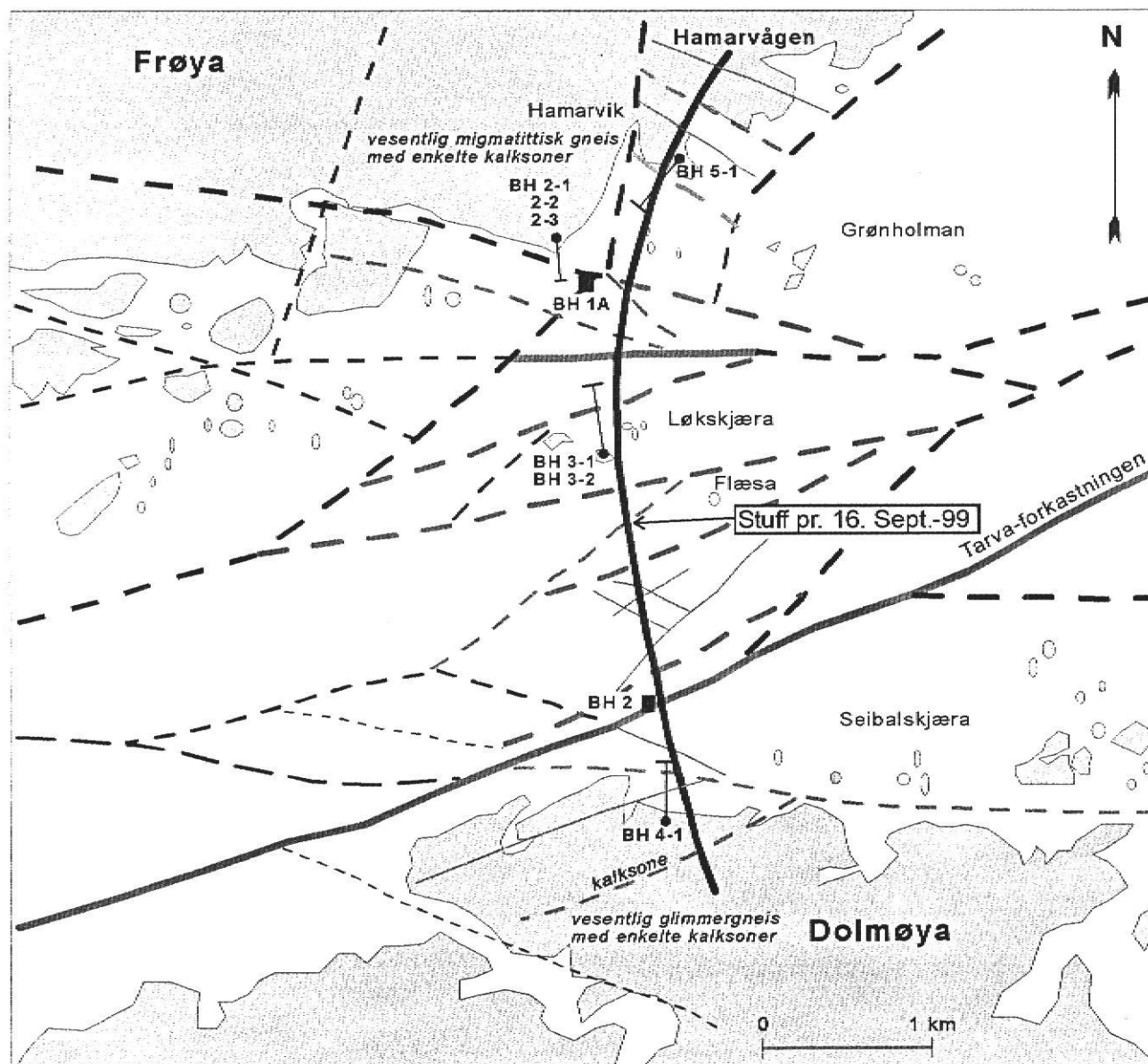
Norske undersjøiske tunneler

Lengde



Rv 714 Hitra - Frøya

Strukturgeologisk oversikt



———— Klasse A
 - - - - Klasse B

- - - - Klasse C
 ————— Klasse D



Statens vegvesen
 Sør-Trøndelag

Prosjektkontor Hitra

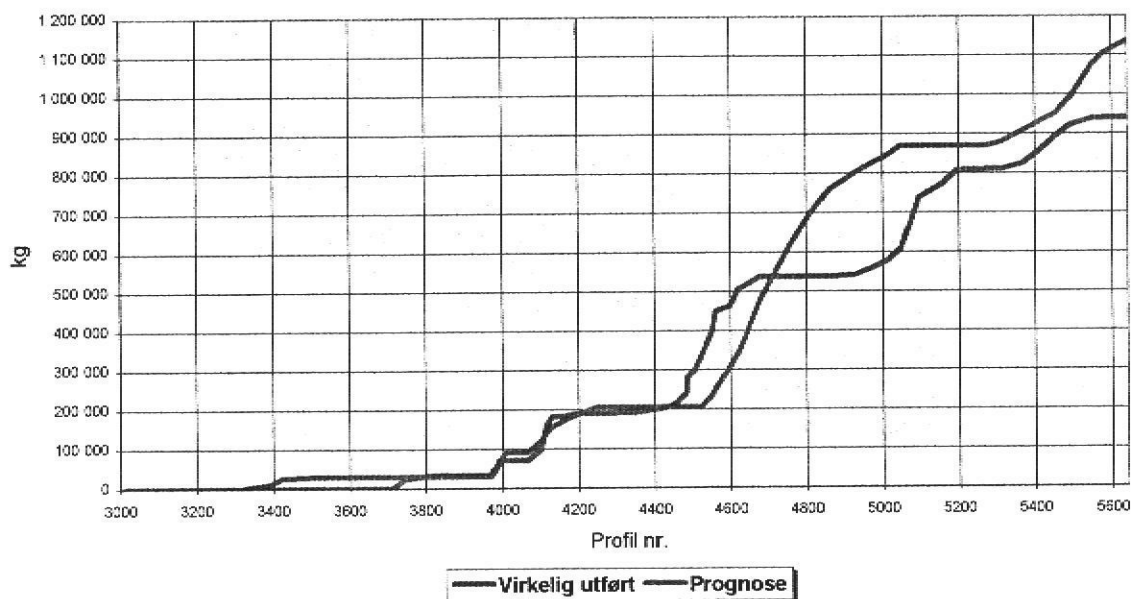
Rv 714 Hitra - Frøya

Anbud Frøyatunnelen

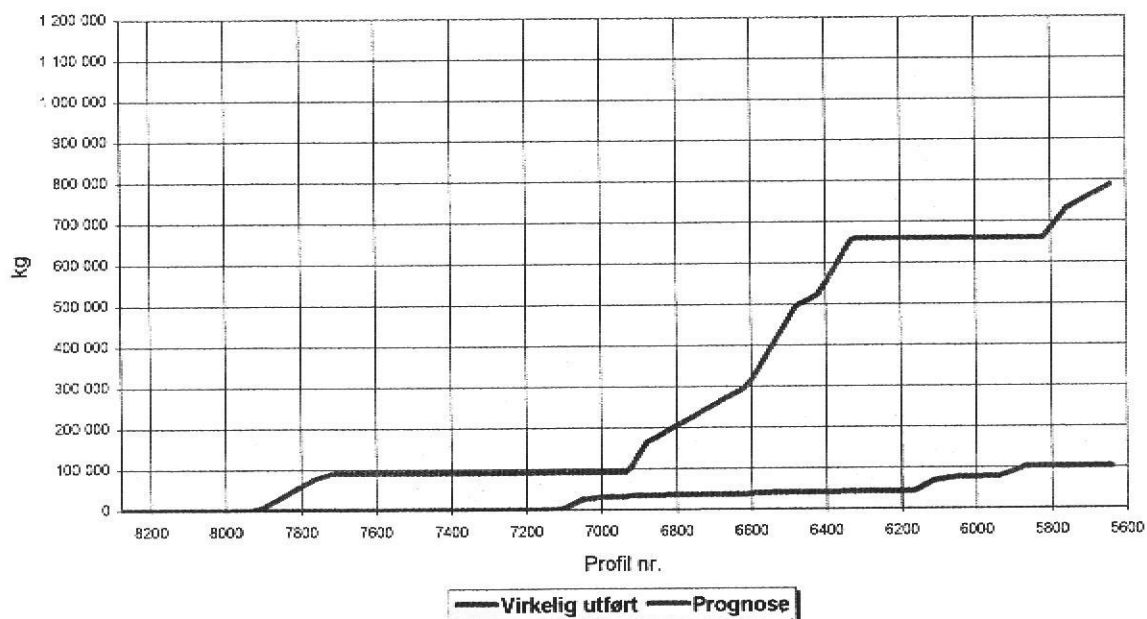
- Selmer ASA kr 305.874.993,-
- NCC EHA AS kr 321.248.635,-
- Vegdekke Anlegg ASA kr 347.910.669,-



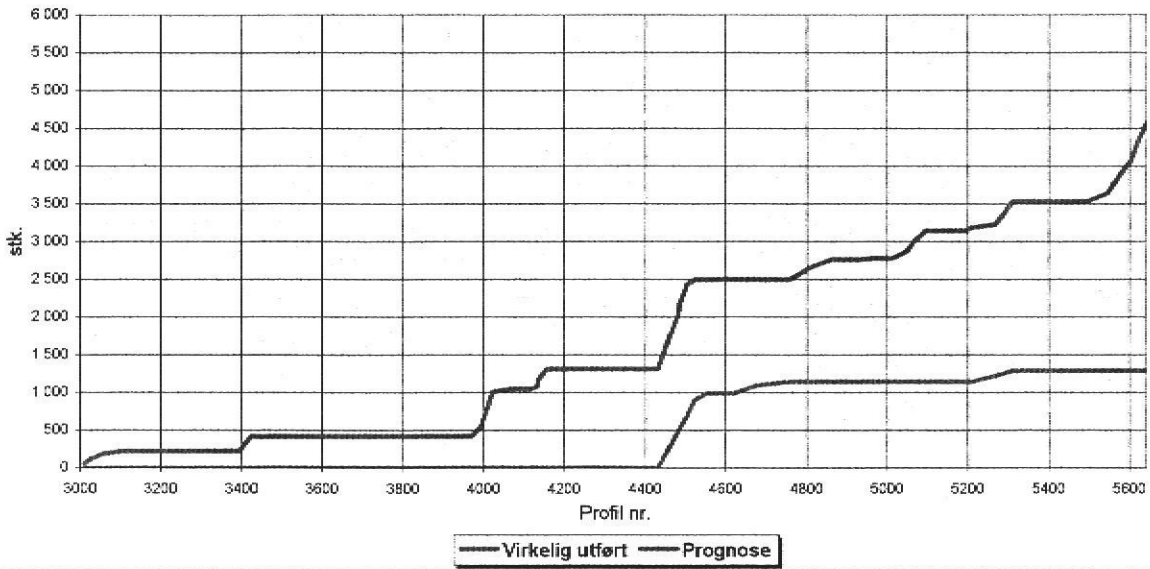
Akkumulert cementinjeksjon på Hitrastuffen
Utført sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille)



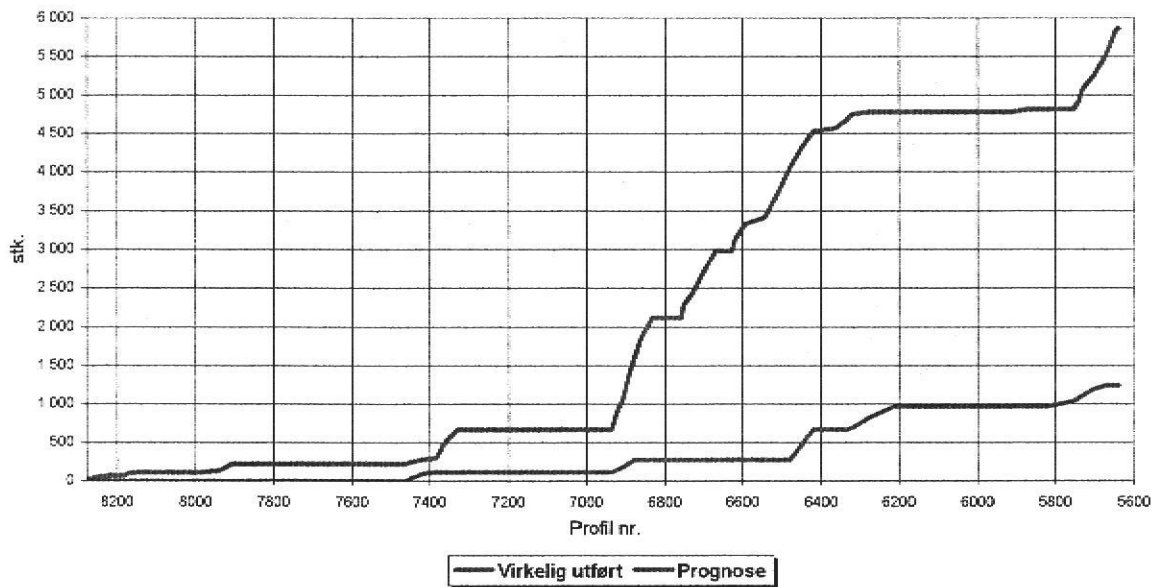
Akkumulert cementinjeksjon på Frøyastuffen
Utført sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille)



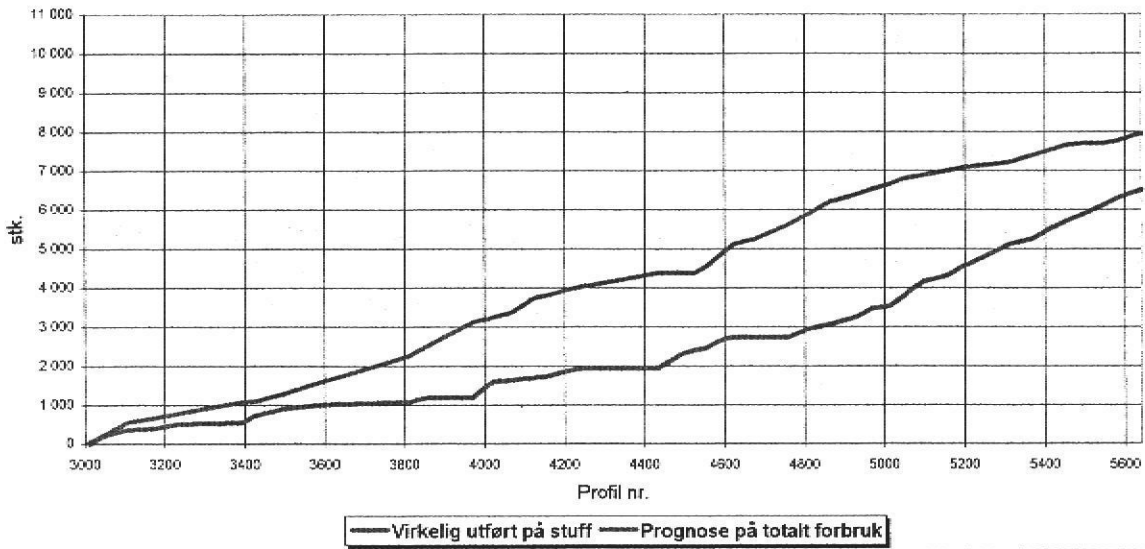
Akkumulert forbolting på Hitrastuffen
Utført sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille)



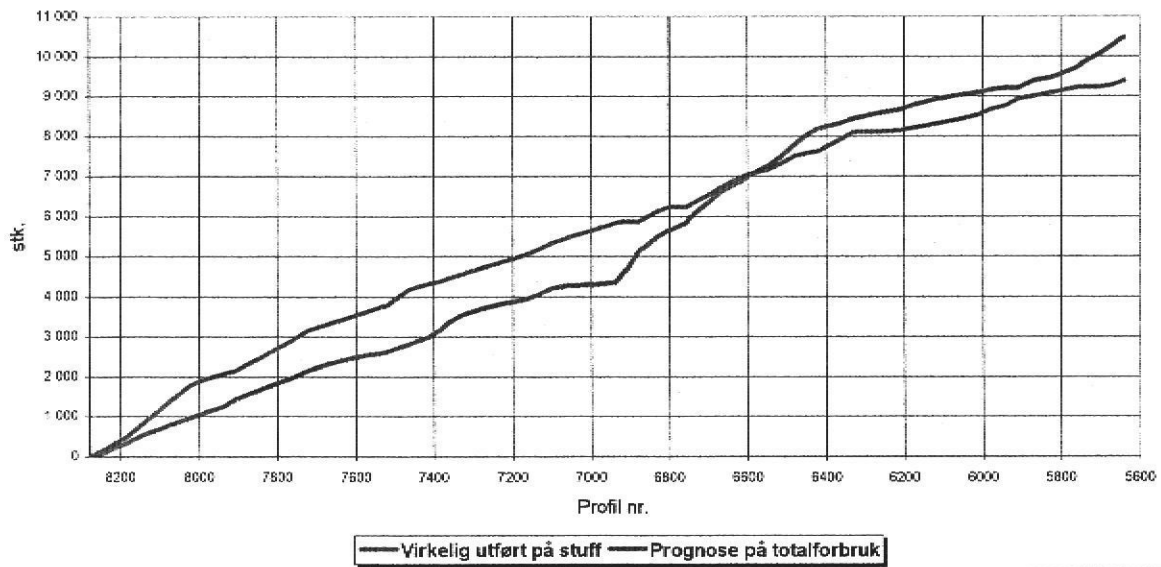
Akkumulert forbolting på Frøyastuffen
Utført sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille)



Akkumulert bolting på Hitrastuffen
Utført på stoff sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille) på totalforbruk

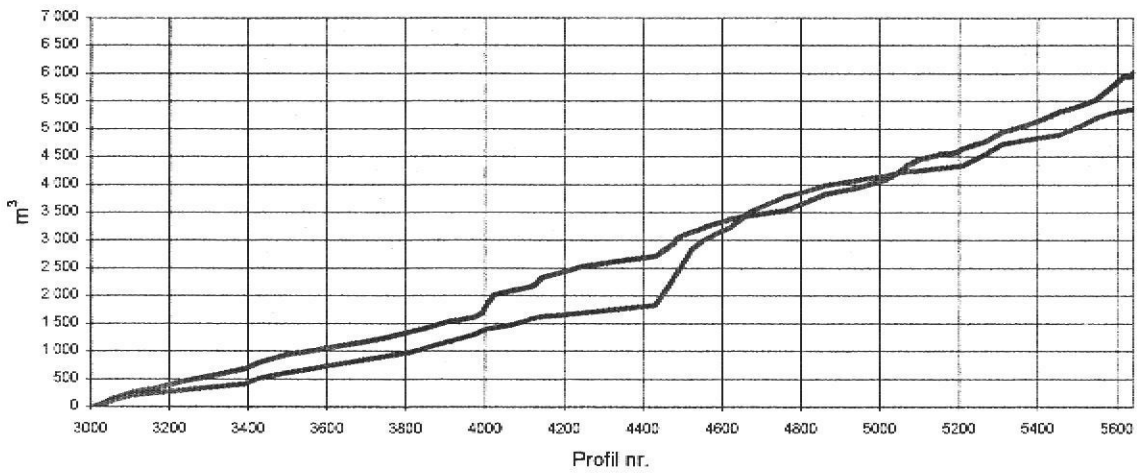


Akkumulert bolting på Frøyastuffen
Utført på stoff sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille) på totalforbruk



Akkumulert sprøytebetong på Hitrastuffen

Utført på stoff sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille) på totalforbruk

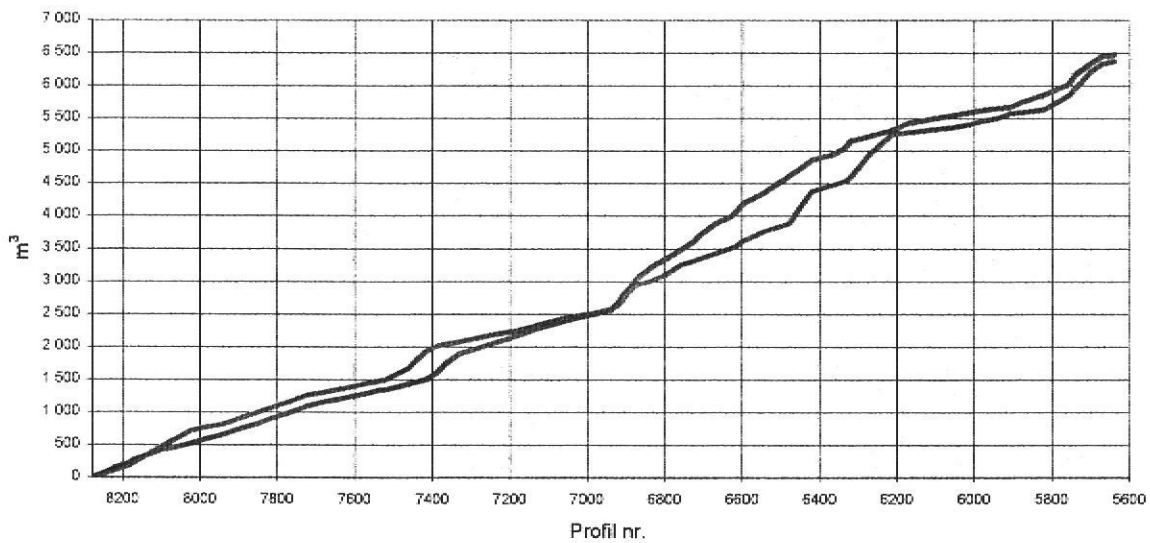


Statens vegvesen
Sør-Trøndelag

— Virkelig utført på stoff — Prognose på totalforbruk

Akkumulert sprøytebetong på Frøyastuffen

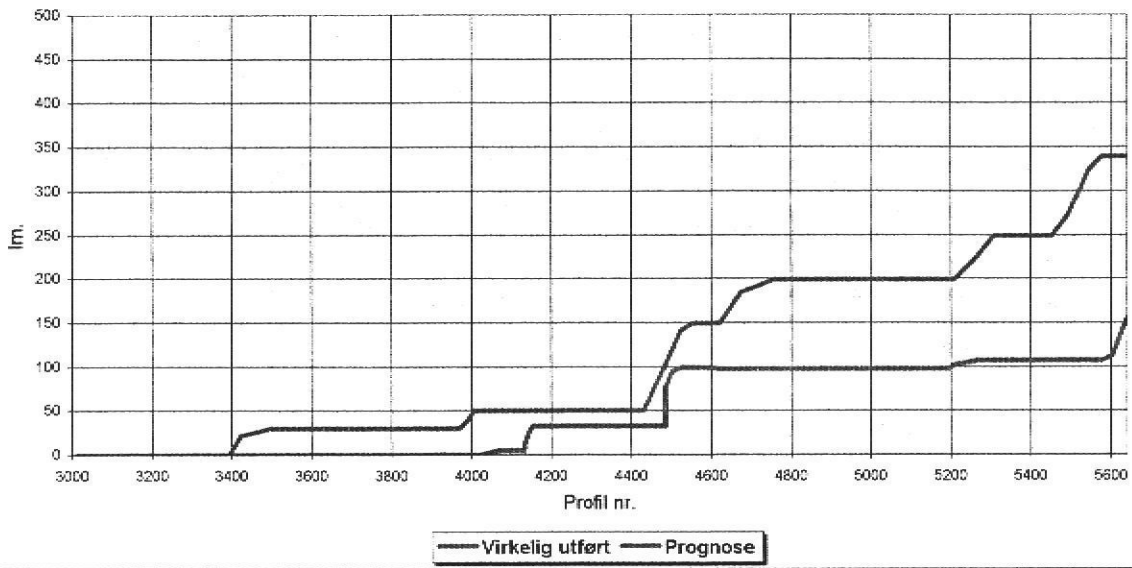
Utført på stoff sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille) på totalforbruk



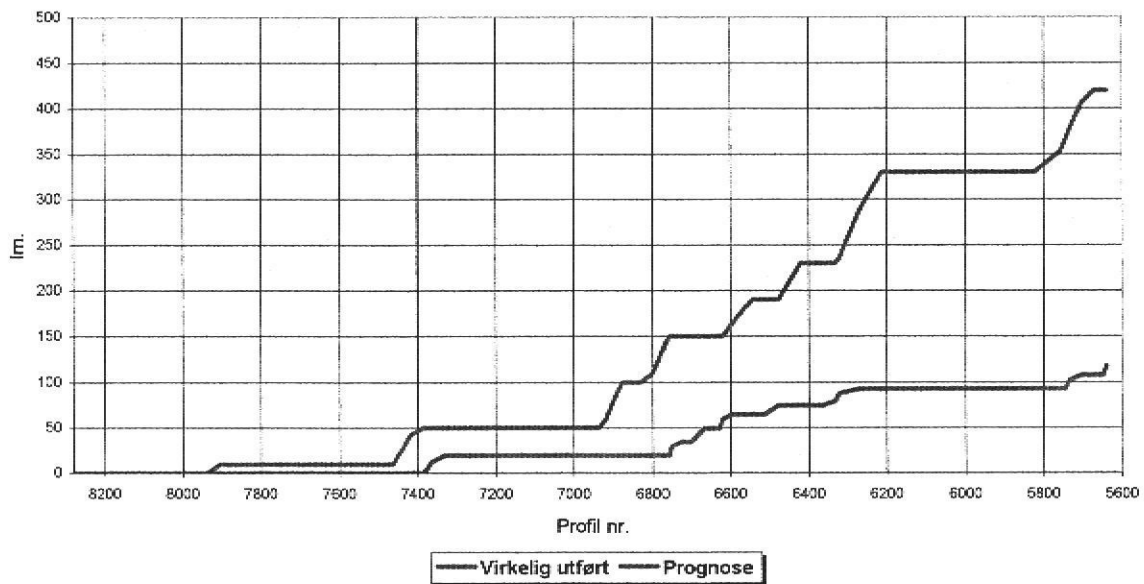
Statens vegvesen
Sør-Trøndelag

— Virkelig utført på stoff — Prognose på totalforbruk

Akkumulert støp på Hitrastuffen
Utført sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille)



Akkumulert støp på Frøyastuffen
Utført sammenlignet med prognose (Nilsen, Palmstrøm og Stille)



FRØYATUNNELEN

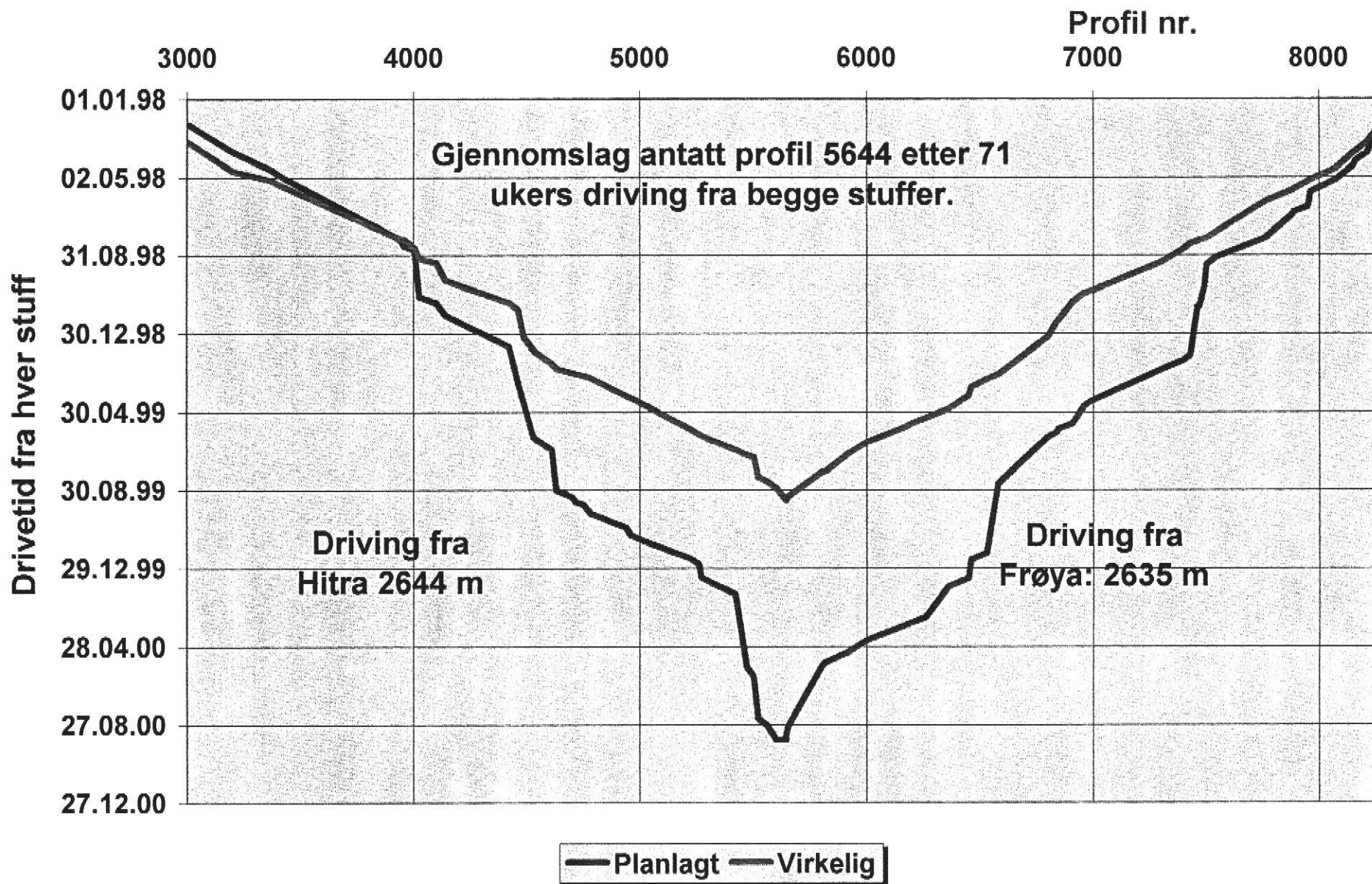
SPRØYTEBETONG <-> UTSTØPING

SIKRINGS- METODE	KONTRAKT	UTFØRT	AVVIK
SPR.BETONG	23,5 MILL	36,0 MILL	+ 12,5 MILL
UTSTØPING	20,1 MILL	6,9 MILL	- 13,2 MILL
TOTALT	43,6 MILL	42,9 MILL	- 0,7 MILL

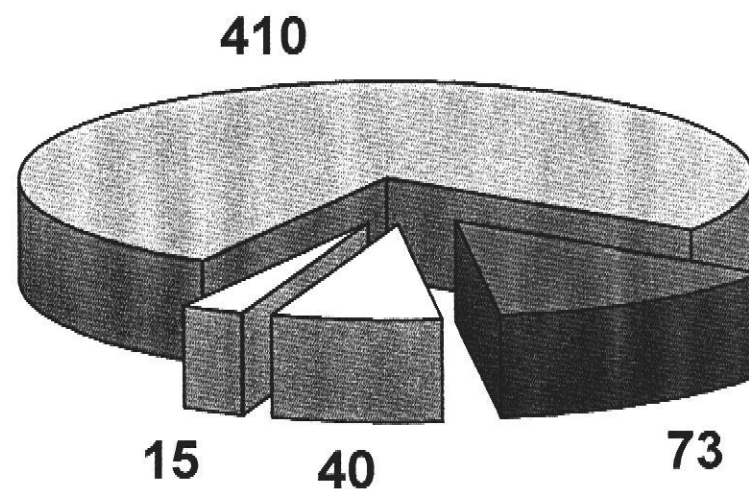
SPR.BETONG OG UTSTØPING SETT UNDER ETT,
VISER ET MEGET LITE AVVIK MELLOM KONTRAKT
OG UTFØRT (1,6 %).



Drivetid for Frøyatunnelen



Kostnadsfordeling fastlandsforbindelsen Hitra - Frøya (alt i mill. 1999-kroner)



■ Frøyatunnelen	■ Dolmsundbrua
□ Veger i dagen på Hitra	□ Veger i dagen på Frøya

FRØYATUNNELEN

ERFARINGER MED SPRØYTEBETONG

* GODE PRØVERESULTATER

* GENERELT GOD UTFØRELSE AV SPRØYTINGEN

- INNSPRØYTING AV LEKKASJER
- FOR TYKKE LAG => STORE NEDFALL

* HVOR "LANGT" BØR DET SIKRES MED SPR.BET?

- ULIK OPPFATNING HOS ENTR. OG SVV
- TEKNISK -> SIKKERHET
- ØKONOMISK -> FRAMDRIFT - FORTJENESTE
- > PERMANENT SIKRING



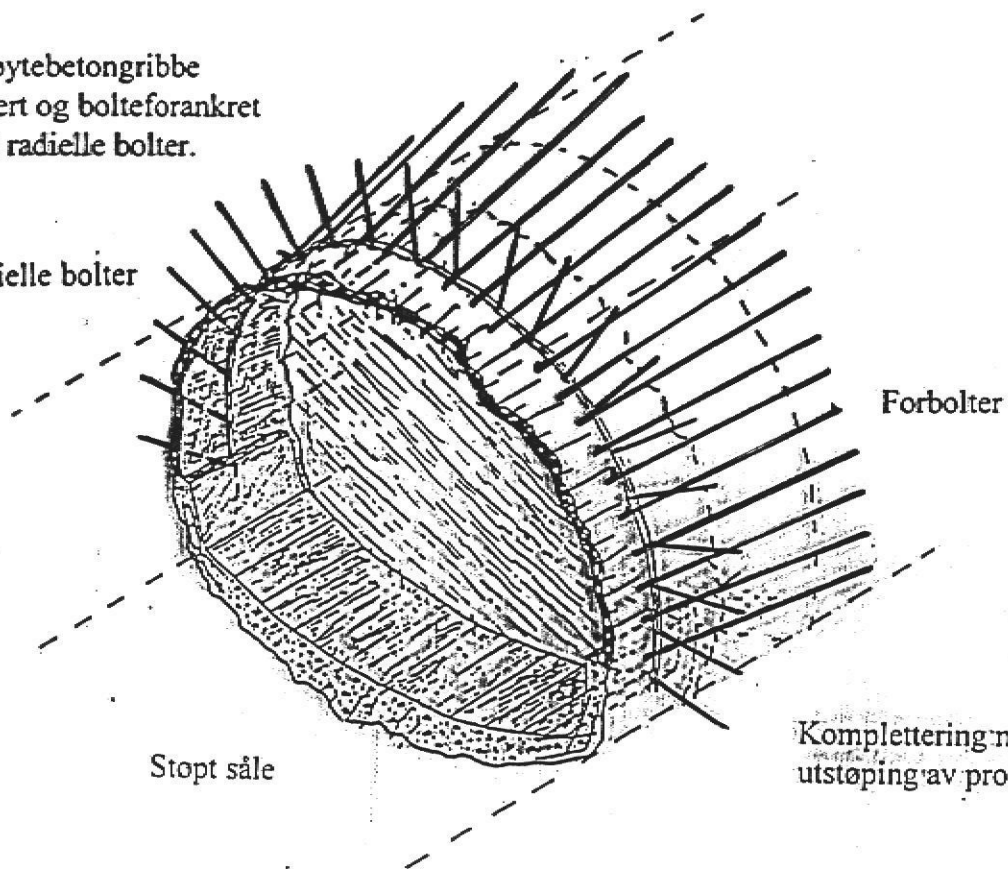
FORDELER MED ALKALIFRI AKSELLRATOR:

- MER HOMOGEN BETONG OG DERMED BEDRE KVALITET
- MINDRE PRELLETAP
- MINDRE STØV, BEDRE ARBEIDSMILJØ ???
- STØRRE TIDLIGFASTHET
- BEDRE EGNET TIL RIBBER OG PANTEXBUER
-
-



Sprøytebetongribbe
armert og bolteforankret
med radielle bolter.

Radielle bolter



Forbolter

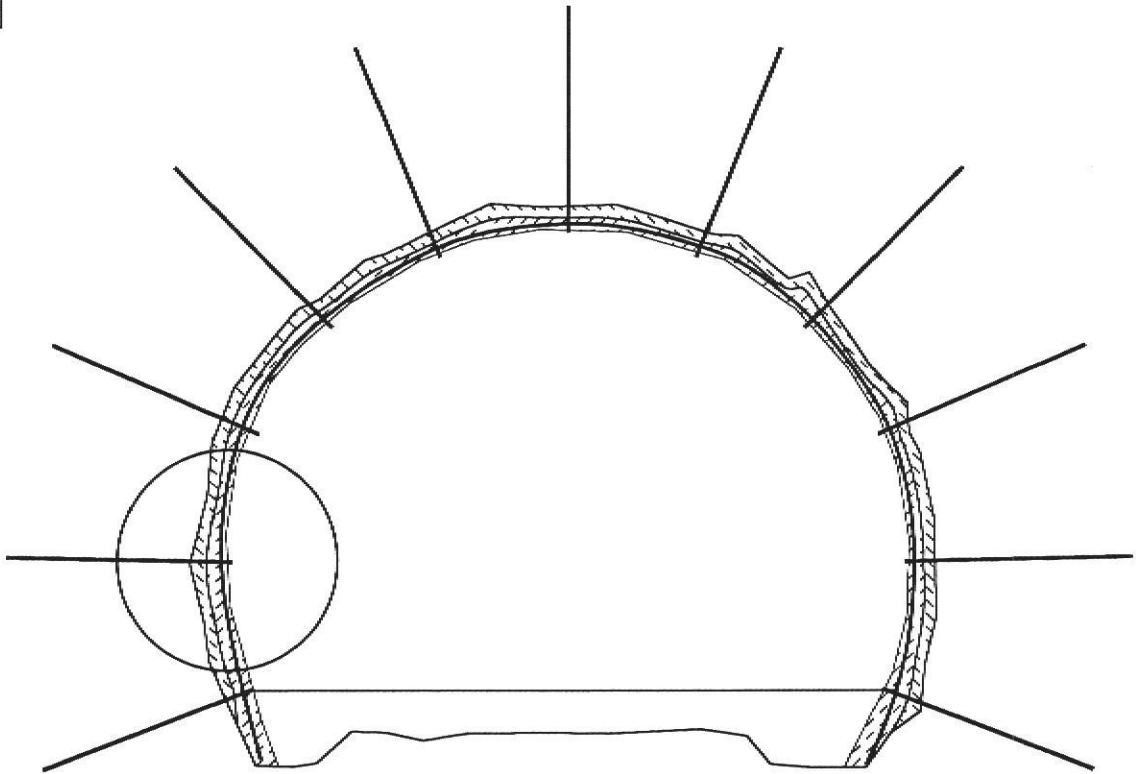
Stopt såle

Komplettering med dimensjonert
utstøping av profilet ikke vist.

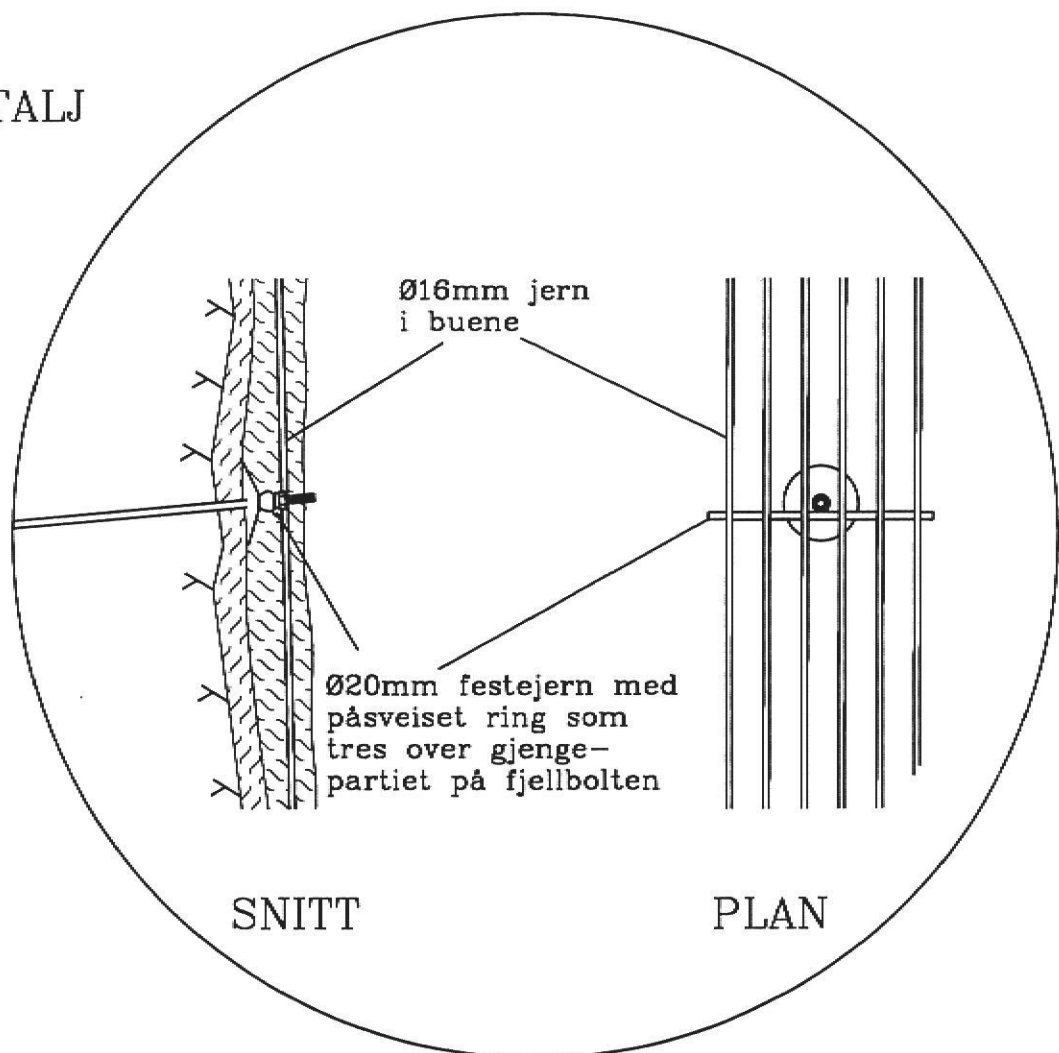
*Skisse av sikring gjennom sone
i BMKL 5, 6, 7.*



ARMERT SPRØYTEBETONGBUE

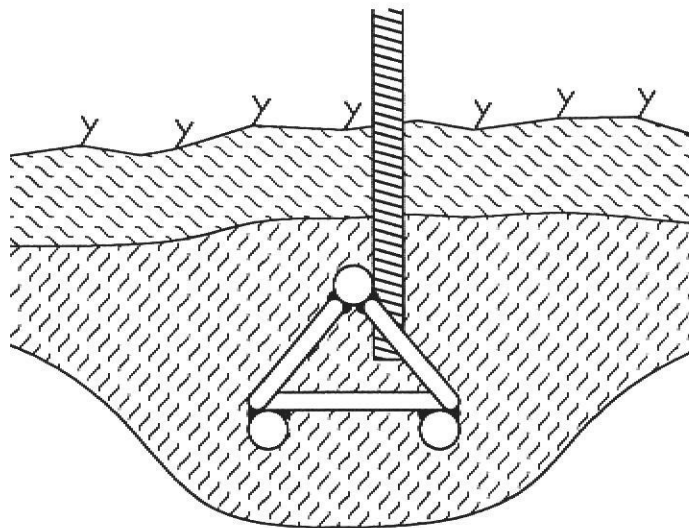
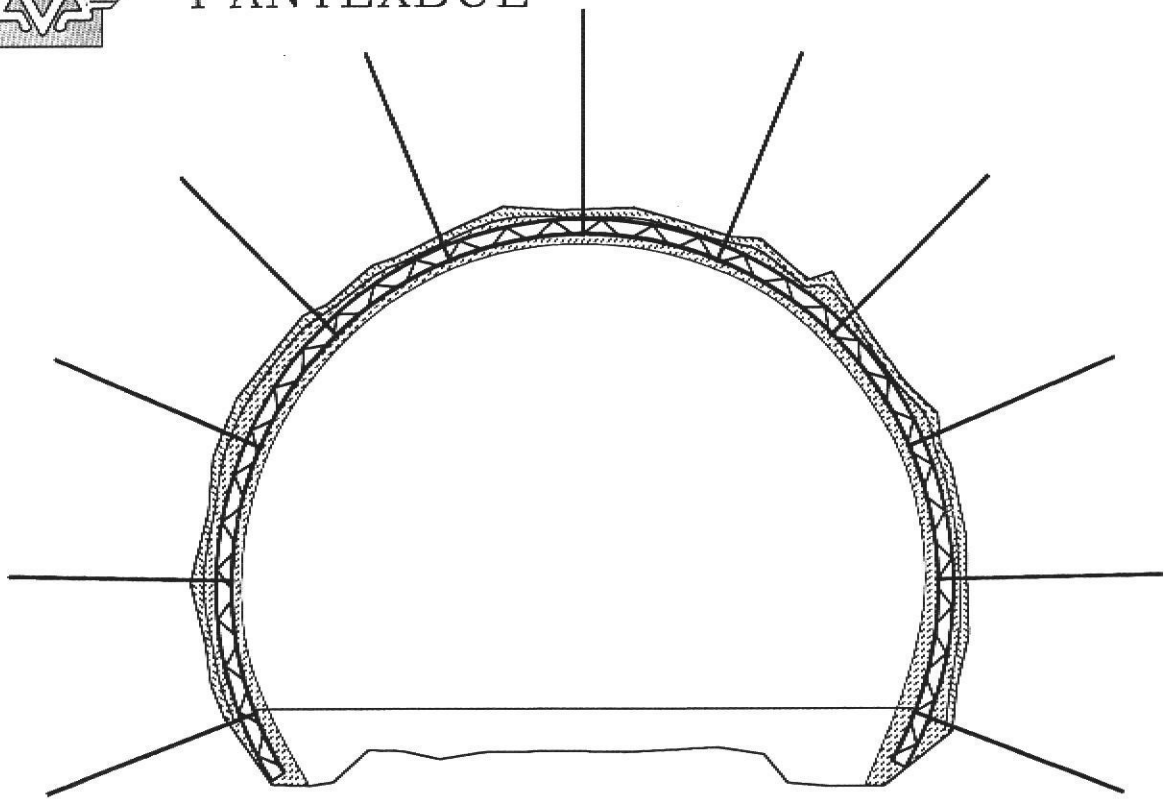


DETALJ





PANTEXBUE



TVERRSNITT AV BUE

Brann i Bragernes- tunnelen

Brann i Bragernestunnelen - Hvilke erfaringer kan vi høste?

PROSJEKTET OG ULYKKESSTEDET

Min framstilling av ulykkesforløpet er basert på delvis ufullstendig informasjon. Det finnes en rekke uklare punkter som jeg håper bl a Politiets etterforskning vil gi flere svar på.

Entreprenøren hadde vært i gang med tunneldriften i ca 2 uker og bare drevet ca 20 m tunnel da det smalt kl 15.44 den 29. Juni.

HVORDAN SKJEDDE DET?

Det pågikk uttransport av stein etter en salve i tunnelen, og mannskap fra entreprenøren drev med sveisearbeid for å få på plass porten som skal stenge av tunnelen for uvedkommende utenom arbeidstid. Gnister fra sveisingen antente en innsugningskanal til tunnelvifta, konstruert av PE-skum og montert av entreprenøren i hensikt å dempe støy fra vifta, som var sveist fast på toppen av en container 40 m inne i kulverten. I forlengelsen av kanalen, utenfor kulvertåpningen, var det montert støyskjermer av PE-skum på toppen av begge vangene i nedføringen til kulverten. Tunnelvifta ble slått av etter hvert, men da hadde brannen allerede fått godt tak pga maksimal tilførsel på luft og spredt seg innover hele kanalen. Etter hvert tok det også fyr i sveisetrafoen utenfor og riggtrafoen straks innenfor kulvertportalen. En pall med polyesterpatroner tok fyr og sto sannsynligvis for den største varmeutviklingen. PE-skummet var derimot allerede praktisk talt utbrent da utrykningsmannskapene ankom ulykkesstedet ca 10 minutter etter at brannen startet.

3 personer befant seg i tunnelen da brannen startet. Bas og stikker fra entreprenøren og underentreprenørens lastemaskinoperatør.

Politiets ankom først av utrykningsmannskapene og fikk etterhvert beskjed om at det var sprengstoff i kulverten. Skadestedsleder løp straks ut i rundkjøringa 70 m fra kulvertåpningen for å stanse trafikk, og befant seg der da brann- og ambulansemannskapene ankom. 2 brannmenn gikk inn i tunnelen, men var i ferd med å trekke seg tilbake pga den sterke varmeutviklingen da det smalt. Brannmennene og lastemaskinoperatøren ble drept momentant. 14 mennesker som befant seg utenfor kulvertåpningen ble skadet og kjørt på sykehus, 2-3 av dem relativt alvorlig, men ikke livstruende skadet. Det kunne gått mye verre -.

HVA UTLØSTE EKSPLOSJONEN?

Viftecontaineren inneholdt totalt ca 80 kg sprengstoff i form av Dynamitt, rørladning, detonerende lunte og tennere - dessuten sannsynligvis en 17 kgs flaske propan. Etter Politiets pressemelding for ca en måned siden, som for øvrig ikke sa stort mer enn det vi visste samme dag som ulykken skjedde, har DBE ifølge pressen angitt som sannsynlig årsak til eksplosjonen at varmeutviklingen i containeren har ført til så stor oppvarming av tennerne/ sprengstoffet at eksplosivene ble ustabile (150 - 200 °C), og at det sannsynligvis var tennere som gikk av først og detonerte resten av sprengstoffet.

ERFARINGER (Hva kunne konkret vært gjort annerledes eller bedre?)

- **Støysisolasjon av tunnelvifta:** Det har blitt gjort et nummer av at det var så dumt å bruke PE-skum til støysisolasjon av tunnelvifta. Det var dumt, men ikke mye dummere enn at det ofte har stått kilometervis med ubeskyttet PE-skum for vann- og frostsikring i andre tunneler. Ulykkens fikk stort omfang fordi det befant seg sprengstoff i kulverten. Ved tilrigging til ny drift etter ulykken er innsugningskanalen til vifta erstattet av sammenmonterte containere med gjennomgående åpning for lufta.
- **Varmt arbeid:** Entreprenøren hadde ikke innarbeidet instruks for varmt arbeid i sin KS-plan, men slik instruks fantes i entreprenørens KS-håndbok.

tnlulyk

- **Opplæring:** Brannen i PE-skummet hadde med stor sannsynlighet vært avverget dersom sveiseoperatøren hadde fått opplæring og fulgt instruksen for varmt arbeid. Hovedbedrift/samordningsansvarlig må også ta vare på sitt ansvar i forhold til opplæring av UE og leverandører.
- **Oppbevaring av sprengstoff:** Det er mye som tyder på at det er begått brudd på lov og forskrift, selv om entreprenøren hittil har bestridt dette. Men det er et stort spørsmål om bestemmelsene i lov og forskrift er klare nok til å sikre entydig praksis. Entreprenørens relativt tynne begrunnelse for å hevde at reglene i dette tilfelle ikke er brutt er at sprengstoffet ikke ble oppbevart, men plassert (forskriftens § 12-3).
- **Oppbevaring av industrigasser:** Også her er det mye som tyder på at entreprenøren har brutt regelverket og sin egen instruks.
- **Ulykkesberedskap og varsling:** Før resultatet av Politiets etterforskning er det mye som er uklart her. Såvidt vites rykket Brannvesenet ut etter brannmelding fra en forbipasserende. Ifølge uttalelsene som er referert i media var det kun et fåtall av hjelpemannskapene som fikk vite at det var sprengstoff i kulverten før det smalt, og først etter at de hadde ankommet stedet. Byggherren hadde verken forhåndsinformasjon eller beskjed underveis. Hos entreprenøren var det også kun et fåtall personer som visste. Den informasjon som ble utvekslet mellom hjelpemannskaper og entreprenørs mannskaper ble derfor i beste fall ufullstendig. Alt tyder på at de fleste som befant seg i kulvertåpningen trodde at de iakktok en relativt beskjeden brann og ikke visste om den virkelige faren. Dette punktet er det mest betydningsfulle i forhold til ulykkens omfang. Kulvertåpningen hadde ikke vært full av mennesker på det tidspunkt eksplosjonen skjedde, hvis det hadde foreligget klar instruks for oppførsel ved brann og hendelser.
- **Øvelser:** Det hadde ikke vært avholdt øvelse før ulykken. Det er meget viktig å gjennomføre øvelser sammen med stedlig brannvesen for å teste ulykkesberedskapen.
- **Ansvar og myndighet:** Organisasjonsplan og stillingsinstrukser må fordele ansvar og myndighet på entydig måte. Alle må forstå sitt ansvar.
- **Informasjon (forhånds-):**
 - Brannvesenet må gis innsyn i anleggets rammevilkår for HMS, inkl beredskapsplan og varslingsrutiner, samt holdes løpende informert om endringer i driftsopplegg.
 - Det er viktig å etablere et godt forhold til det stedlige Arbeidstilsyn.
 - Det må kommuniseres godt mot naboer og trafikanter.
- **Informasjons-/kriseberedskap:** Naboer, trafikkavvikling og delvis media ble tatt dårlig vare på umiddelbart etter ulykken, bl a som følge av utilfredsstillende samarbeid med Politiet. SvB har i første omgang engasjert konsulent for å evaluere informasjonsflyten i forbindelse med ulykken, inkl å skaffe rede på de rutiner som gjelder hos de øvrige aktørene i en krisesituasjon. Med utgangspunkt i resultatene fra denne evalueringen skal SvB vurdere behovet for å lage en kriseberedskapsplan.

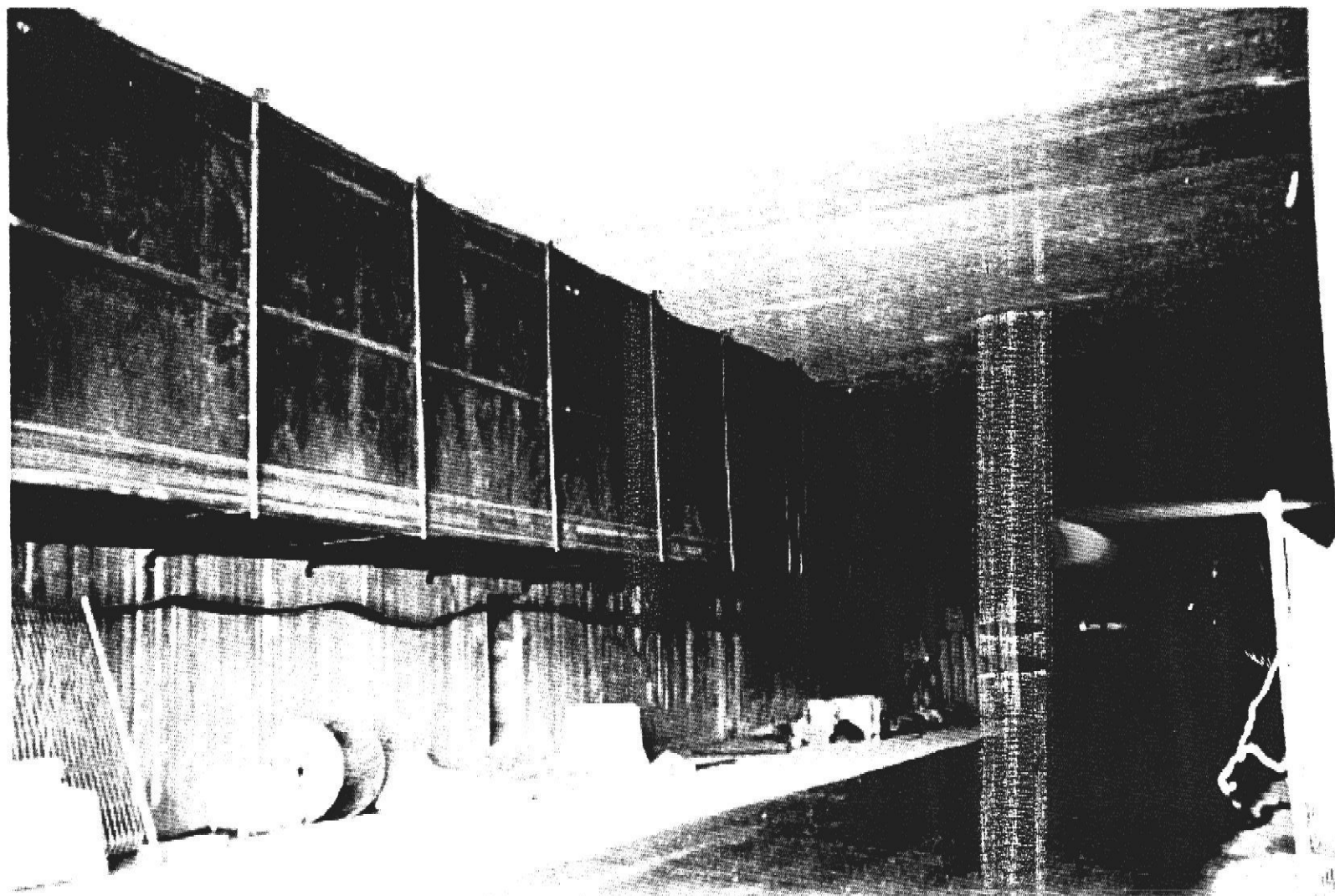
BYGGHERRELÆRDOM

- **Verifiser** entreprenørens HMS, både plan- og utførelsesmessig. Stol ikke på entreprenørens planer, følg opp HMS aktivt. HMS-koordinator må delta aktivt på vernerunder.
- Byggherren må gå foran med et godt eksempel - **holdningsskapende arbeid.**
- **Menneskelig svikt** vil alltid forekomme – forsikre seg at menneskene i organisasjonene er satt skikkelig istand til å ivareta pålagt ansvar.
- **Engasjementet** for HMS på arbeidsplassen er direkte avhengig av engasjement og oppfølging fra ledelse, spesielt toppledelse.

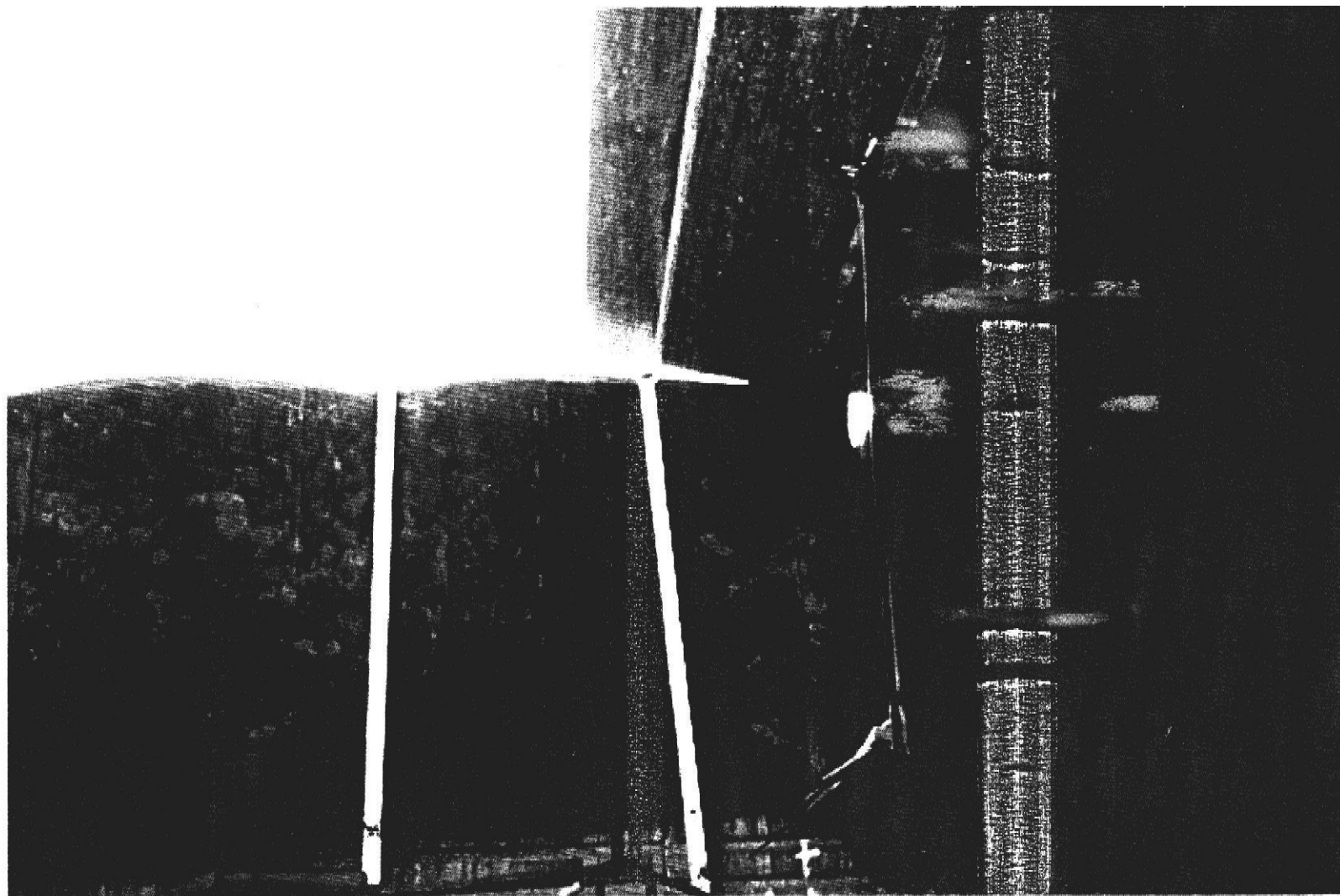
tnlulyk

- Selv alvorlige ulykker får ikke HMS skikkelig på dagsorden før ansvar gjøres gjeldende og gis **konsekvens** på ethvert relevant nivå.

De 2 siste punktene gjelder like mye byggherrer som entreprenører!

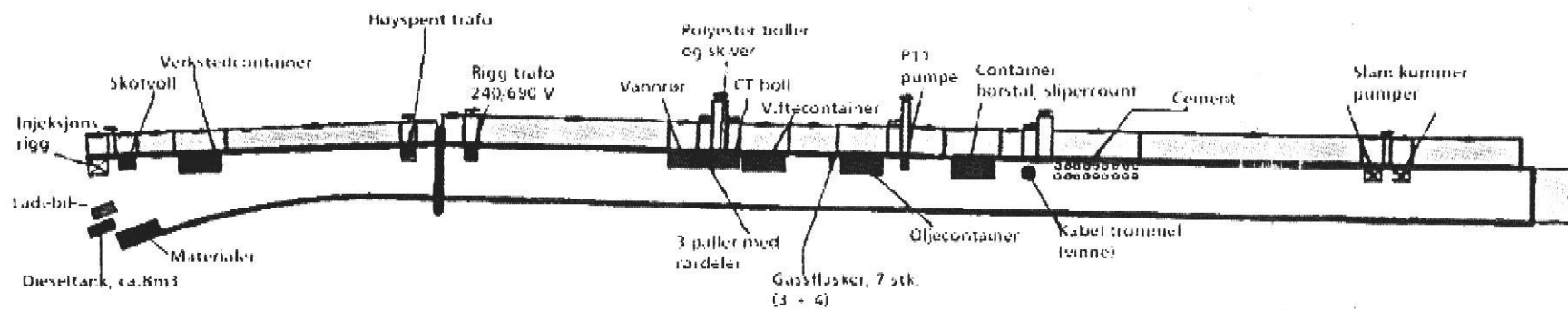


Statens vegvesen
Buskerud



Statens vegvesen
Buskerud

Skisse riggområde M 1:250



Statens vegvesen
Buskerud



Foto:Erik Øie



Statens vegvesen
Buskerud

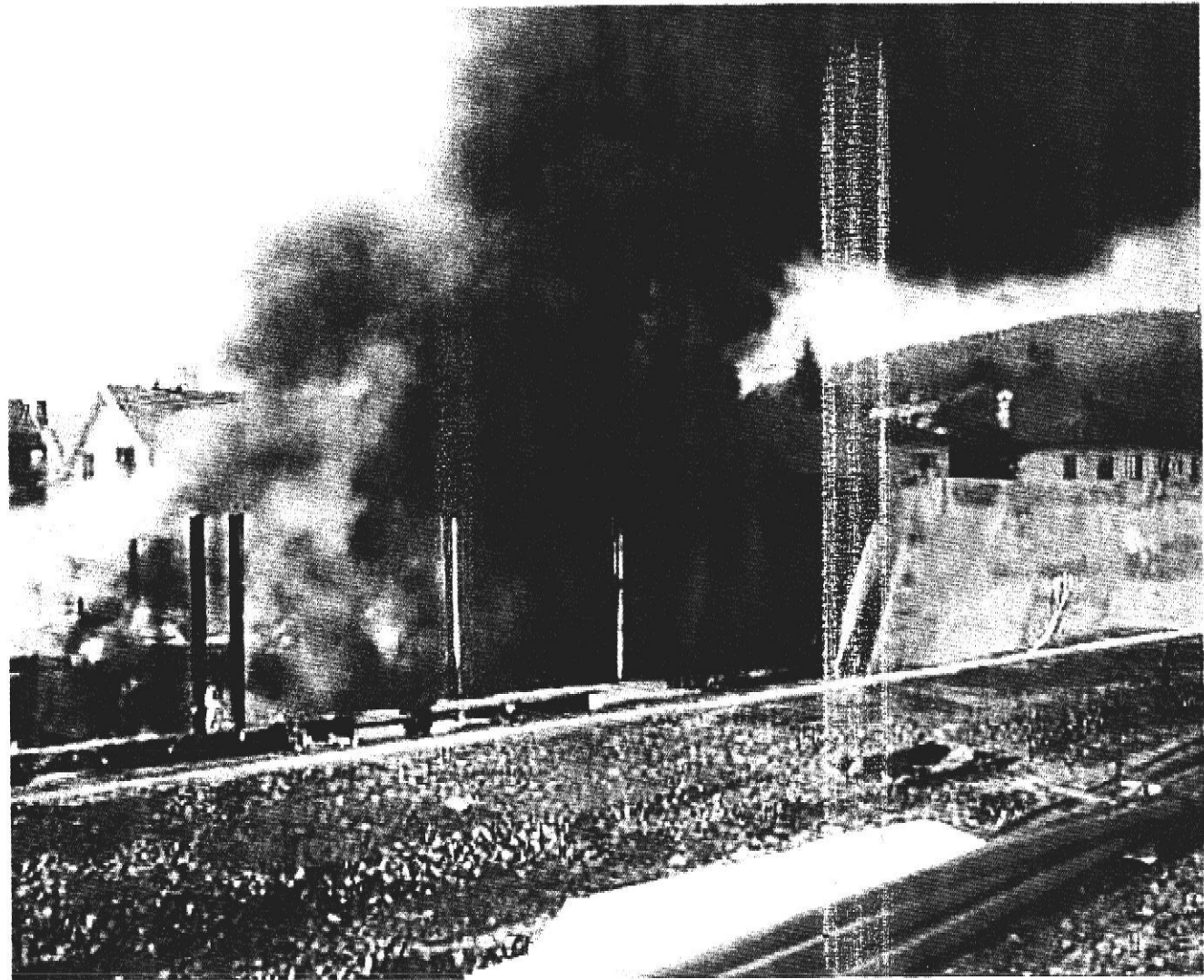


Foto: Erik Øie



Statens vegvesen
Buskerud

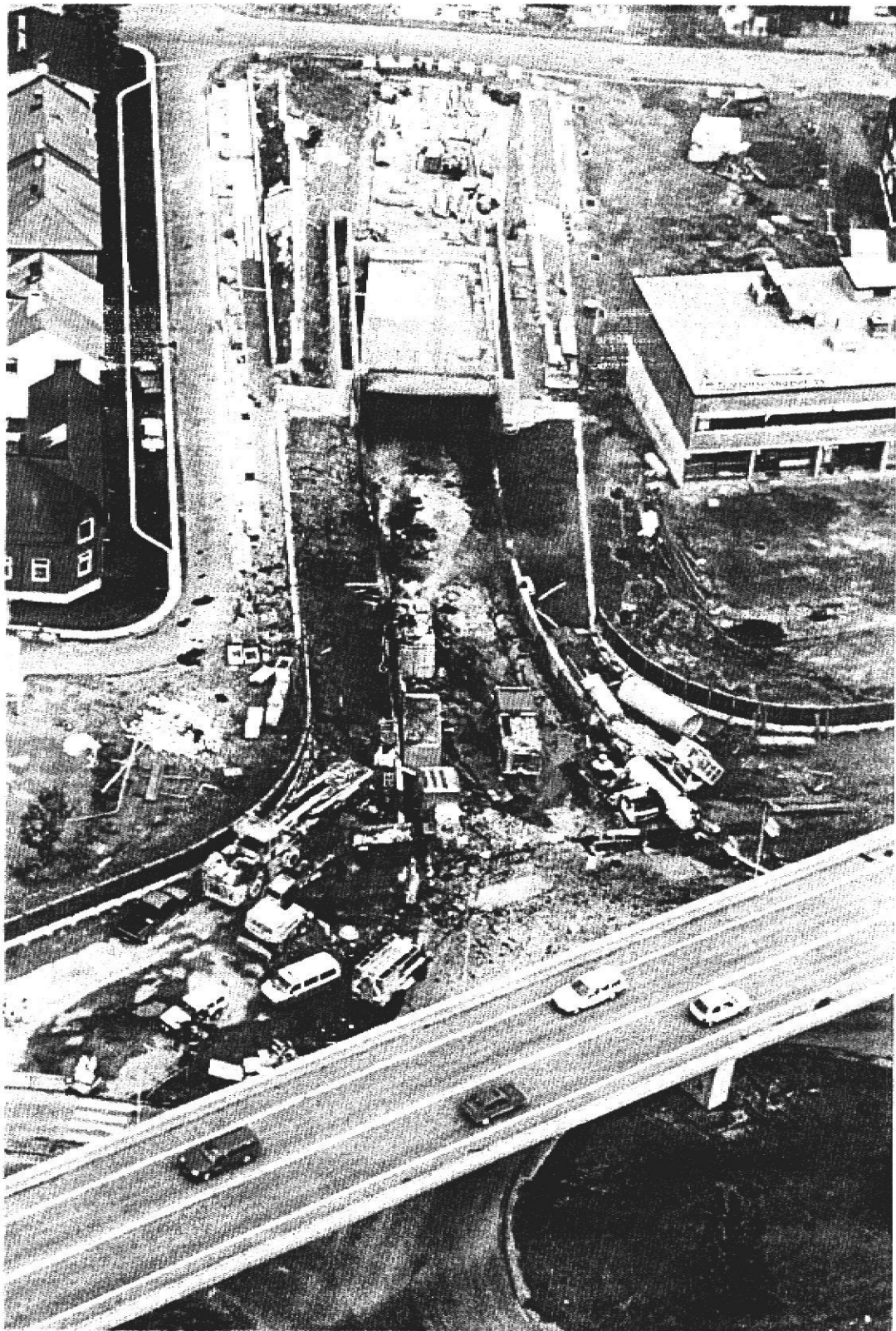


Foto: Pia Solberg, SCANPIX



Statens vegvesen
Buskerud

**HMS ved arbeid i
trafikkerte
vegtunneler Hb.213**

HMS ved arbeid i trafikkerte vegtunneler

Hb. 213

**Tunnelkonferanse
18 - 20 oktober 1999
Tromsø**

**Harald Buvik
Statens vegvesen Vegdirektoratet**

Innledning

Arbeid i trafikkerte vegtunneler kan være belastende. Dette fordi arbeidstakerne er utsatt for mange miljøfaktorer og belastninger samtidig, noe som gjør en samlet risikovurdering opp mot administrative normer og andre grenseverdier vanskelig. Samlet sett synes problemområdene å være trafikkbelastninger, støy, støv og ergonomi.

Gjennom håndboken vil man kunne styrke kunnskapen om de forskjellige miljøbelastningene og hvorledes den enkelte kan bidra til at eksponeringen reduseres. Informasjon omkring de primære HMS-forholdene vil bidra til at man unngår at frykten for enkelte typer luftforurensing eller andre typer miljøforhold som fokuseres i media, etter hvert blir et større problem enn den reelle helserisikoen dette representerer.

I den videre gjennomgangen vil det bli fokusert på følgende tema fra håndboken:

- eksterne og interne krav
- personlig beskyttelse
- risikovurdering
- materialbruk og forholdsregler
- behandling av avfall
- krav til maskiner og biler
- informasjon og opplæring

Eksterne og interne krav

Av eksternekrav er det særlig "Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter", ofte kalt HMS-forskriften, av 1. januar 1997 som er av betydning for arbeidsmiljø og ytre miljø i trafikkerte vegtunneler. Denne forskriften er en samordnet forskrift der sju ulike tilsynsmyndigheter har samarbeidet under utarbeidelsen. De viktigste tilsynsmyndighetene som vil være av betydning for arbeid i trafikkerte vegtunneler er:

- Arbeidstilsynet (Arbeidsmiljøloven)
- Direktoratet for brann og eksplosjonsvern/kommunale brannvernmyndigheter (lov om brannfarlige varer, lov om eksplosive varer og lov om brannvern)
- Produkt- og elektrisitetstilsynet/lokalt tilsyn (lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr samt deler av produktkontrolløven)
- Statens forurensingstilsyn (forurensingsloven og produktkontrolløven)
- Fylkesmennene (forurensingsloven og enkelte forskrifter med hjemmel i produktkontrolløven)

Arbeidstilsynets bestillingsnr. 547 *Helse og sikkerhet i forbindelse med bergarbeid* stiller en del krav som også for innvirkning på tilrettelegging av arbeid i trafikkerte vegtunneler.

Av internt regelverk er det særlig håndbok 214 *Helse, miljø og sikkerhet* som stiller krav til arbeidsmiljø og ytre miljø. Håndboken tar bl.a. for seg sentrale begrep som organisering og tilrettelegging av arbeidet, ansvarsavklaring, risikovurdering, kompetanse og opplæring.

Personlig beskyttelse

I tunneler stilles det krav om bruk av følgende personlig verneutstyr:

- verneklær
- vernefottøy
- hjelm med hakerem
- hørselvern

Dette gjelder for alt arbeid i tunnel.

Personlig hygiene skal vektlegges og forsterkes i forhold til tidligere. Hvis rent vann ikke er tilgjengelig, kan anbefalte våtservietter benyttes. God personlig hygiene er et godt forebyggende tiltak mot bl.a. eksemmer, allergier og forgiftninger.

Risikovurdering

Arbeidstilsynets bestillingsnr. 361 *Administrative normer for luftforurensing i arbeidsatmosfære* angir gjeldende grenseverdier for høyeste tillatte konsentrasjoner av luftforurensing i arbeidsatmosfære.

Det stilles krav om at det skal foretas kartlegging av konsentrasjonen av støv, fiber, gass og støy for å kunne dokumentere "høyeste grad av eksponering". Dvs. at det skal foretas målinger under forhold (bl.a. vær, vind, temperatur, trafikk) da man forventer seg høye konsentrasjoner av de ulike miljøfaktorene.

Risikovurdering utføres generelt ved at man for et bestemt arbeid foretar en vurdering av sannsynligheten for at en skade inntreffer og hvor stor konsekvensen av en slik skade er. Deretter iverettes tiltak for at risikoen reduseres. Det stilles krav om at en risikovurdering skal kunne dokumenteres skriftlig.

I forhold til ulykkesberedskap kan det nevnes at forhåndsvarsling til det lokale helsevesen skal vurderes ved spesielt vanskelige eller farlige arbeidsoperasjoner.

Manglende belysning bør ses i sammenheng med økt ulykkesrisiko. Dette innebærer at bruk av ekstralys vil være et godt forebyggende tiltak i forbindelse med risikovurdering.

Materialbruk og forholdsregler

Informasjon om forholdsregler ved bruk av materialer og kjemiske produkter skal gis av produsent, importør eller leverandør. I henhold til § 11 i Arbeidsmiljøloven har alle virksomheter plikt til å sørge for at HMS-datablader over alle kjemiske produkter som er i bruk. I tillegg skal det forefinnes HMS-datablader i papirform på arbeidsplassen der produktene er i bruk. Det skal foretas en vurdering av HMS-databladene for kjemiske produkter før produktene blir kjøpt inn.

Det er viktig at produktet brukes som brukerinformasjonen foreskriver. Følg forholdsreglene som er gitt i HMS-databladene.

Behandling av avfall

Spesialavfallforskriften gir informasjon om hvilke stoffer som er klassifisert som spesialavfall.

Slamavfall og vaskevann etter tunnelvask er ikke å betrakte som spesialavfall uten videre. Dette avfallet kan mer betraktes som produksjonsavfall. Produksjonsavfall kan deponeres fritt hvis konsentrasjonen av tungmetaller ikke overskrider fastsatte grenseverdier. Siden det ikke finnes egne grenseverdier for innhold av tungmetaller i vegstøv, henviser SFT til tilsvarende grenseverdier for slam som benyttes ved vurdering av kloakkslam og industrielt slam for øvrig.

For å kunne dokumentere innholdet av tungmetaller i slamavfall etter tunnelvask, må det tas prøver av slammet. Hvis slammet inneholder forhøyede verdier av f.eks. bly, må det innhentes

spesiell tillatelse fra Fylkesmannens miljøvernavdeling før lokal deponering kan finne sted. Hvis slammet inneholder forhøyede verdier av tungmetaller slik at det ikke kan gis tillatelse til lokal deponering, må slamavfallet leveres godkjente mottaksstasjoner for spesialavfall.

Krav til maskiner og utstyr

Ved nyanskaffelser av maskiner og biler skal disse tilfredstille gjeldene krav og være CE-merket. For øvrig skal det fortrinnsvis brukes CE-merket utstyr.

For å redusere kjøretøyenes avgasutslipp er det viktig med regelmessig vedlikehold og justering av motoren.

For å ivareta forholdet til gode ergonomiske arbeidsplasser er det viktig at slike forhold blir vektlagt før anskaffelse av nye maskiner eller før ombygging av andre maskiner.

Alle maskiner som brukes i tunneler skal ha ekstra arbeidslys.

Luftinntaket skal være forsynt med finstøvfilter og være plassert slik at føreren unngår eksos og andre avgasser.

Informasjon og opplæring

Det stilles krav om at alle som skal arbeide i tunneler skal ha nødvendig sikkerhetsopplæring.

Det skal gis informasjon om faremomenter knyttet til arbeid i trafikkerte tunneler generelt, og spesielt hvis det er risiko knyttet til bergart, klima eller annet i den enkelte tunnel.

Alle skal ha tilbud om opplæring i førstehjelp. All opplæring skal kunne dokumenteres.

Alle som arbeider i tunnel skal ha tilbud om støvlungeundersøkelse.

Tiltak

Følgende tiltak kan iverksettes for å forebygge skadevirkninger av de viktigste arbeidsmiljøfaktorene som opptrer i trafikkerte vegtunneler:

Støy:

- bruk av (frekvens)tilpasset hørselvern
- sette støykrav til maskiner og utstyr
- stenge tunnelen for trafikk mens arbeidet pågår
- slå av ventilasjonsviftene mens arbeidet pågår (NB! Etter at tunnelen er stengt for trafikk)

Støv:

- bruk av støvmaske
- foreta vask/feing før mer omfattende vedlikeholdsarbeid igangsettes
- bruk av tilslagsmaterialer med lav andel/uten kvarts ved dekkelegging i tunnel
- foreta vedlikeholdsarbeid i perioden av døgnet med lav trafikk

Trafikkfare:

- stenge tunnelen for trafikk mens arbeidet pågår
- foreta vedlikeholdsarbeid i perioden av døgnet med lav trafikk
- foreta nedsetting av hastighet og benytte fysiske sperringer der trafikken ledes i "kunstige" kurver
- sørge for varsling på utsiden av tunnelen (hvis trafikken skal gå mens arbeidet pågår)
- ved bruk av signalregulering av trafikken skal trafikklysene stå utenfor tunnelen

Ergonomiske forhold

- sørge for at ombygginger av maskiner blir gjort med tanke på brukeren og ikke utelukkende med tanke på funksjonalitet for arbeidet

- sørge for at maskintilpasninger blir foretatt før innkjøp av maskiner
- jobbrotasjon

Belysning

- bruk ekstra belysning som hjelmlykt e.l.l.
- sørg for skikkelig renhold av belysningsutstyr

Klima

- sørg for å være kledd etter temperaturforholdene
- unngå tomgangskjøring av maskiner
- bruk personlig verneutstyr som åndedrettsvern med gassfilter
- sørg for overvåking av avgassnivå for CO og NO₂

Konklusjon

Arbeid i trafikkerte vegtunneler skal organiseres og tilrettelegges på en slik måte at uheldige belastninger unngås. Arbeidet bør legges til perioder av døgnet/året med lav trafikk, eventuelt foretas stenging av tunnelen mens arbeidet pågår. Dermed reduseres problemene med

- Dårlig luftkvalitet
- Støy
- Trafikkfare / fare for å bli nedkjørt
- Psykisk stress