

RAPPORT

Vei 2013/05



RAPPORT OM BRANN I VOGNTOG PÅ RV 23, OSLOFJORDTUNNELEN, 23. JUNI 2011



English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre trafikksikkerheten. Formålet med undersøkelsene er å identifisere feil og mangler som kan svekke trafikksikkerheten, enten de er årsaksfaktorer eller ikke, og fremme tilrådinger. Det er ikke havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sikkerhetsarbeid skal unngås.

Statens havarikommisjon for transports virksomhet er hjemlet i lov 18. juni 1965 nr. 4 om veitrafikk § 44 jf. forskrift 30. juni 2005 nr. 793 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv. § 2

INNHALDSFORTEGNELSE

RAPPORT OM VEITRAFIKKULYKKE.....	3
MELDING OM ULYKKEN	3
SAMMENDRAG.....	4
ENGLISH SUMMARY	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	6
1.1 Hendelsesforløp	6
1.2 Brannslukking og redningsarbeid	9
1.3 Personskader	12
1.4 Skader på kjøretøy	13
1.5 Andre skader og følger av brannen	14
1.6 Ulykkesstedet.....	15
1.7 Trafikanter.....	15
1.8 Kjøretøy	16
1.9 Oslofjordtunnelen – utforming, trafikk og sikkerhetsutrustning	17
1.10 Selvredningsprinsippet.....	22
1.11 Sikkerhetsoppfølging av Oslofjordtunnelen	23
1.12 Myndigheter, organisasjoner og ledelse	31
1.13 Regelverk og retningslinjer	35
1.14 Branner i veitunneler.....	42
1.15 Rapporter om sikkerhet i veitunneler.....	46
1.16 Iverksatte tiltak.....	50
2. ANALYSE.....	54
2.1 Innledning	54
2.2 Hendelsesanalyse	54
2.3 Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå.....	57
2.4 Selvredningsprinsippet.....	63
2.5 Sikkerhetsstyring av Oslofjordtunnelen.....	65
2.6 Overordnede læringsaspekter og sikkerhetsbetraktninger	71
3. KONKLUSJON	74
3.1 Undersøkelseresultater	74
3.2 Vesentlige undersøkelsesresultater av betydning for sikkerheten	76
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	78
REFERANSER	80
VEDLEGG.....	82

RAPPORT OM VEITRAFIKKULYKKE

Dato og tidspunkt:	Torsdag 23. juni 2011 kl. 1436
Ulykkessted:	Oslofjordtunnelen, Frogn kommune, Akershus
Veinr, hovedparsell (hp), km:	Riksvei 23, hp 1, km 7,764
Ulykketype:	Brann i kjøretøy i tunnel
Kjøretøy type og kombinasjon:	MAN TGA 18.430 trekkbil med 3-akslet Swartzmüller semitrailer
Type transport:	Godstransport, løyvepliktig

MELDING OM ULYKKEN

Torsdag 23. juni 2011 kl. 1448 ble Statens havarikommisjon for transport (SHT) varslet om brann i et vogntog på Riksvei 23 (Rv 23) i Oslofjordtunnelen av Vegtrafikksentralen (VTS) i Region øst. Hendelsen inntraff kl. 1436. Gjennom et overvåkingskamera i tunnelen hadde VTS fanget opp stedet hvor vogntoget hadde stanset og hele brannens forløp var filmet av dette kameraet. Utfra en helhetsvurdering av situasjonen, med en røykfylt tunnel og pågående redningsarbeid, valgte SHT ikke å rykke ut samme kveld. SHT var på befaring i tunnelen 28. juni 2011.



Figur 1: Kart som viser Rv 23 Oslofjordtunnelen som forbinder Måna i Frogn kommune i Akershus og Verpen i Hurum kommune i Buskerud. Kartgrunnlag: Statens kartverk, geovekst og kommuner

SAMMENDRAG

Torsdag 23. juni 2011 kl. 1436 begynte det å brenne i et polskregistrert vogntog inne i Oslofjordtunnelen som følge av motorhavari. Vogntoget var da i stigningen mot Drøbak ca. 5,5 km fra tunnelutgangen på Hurumsiden og 1,7 km fra tunnelutgangen på Drøbaksiden. Føreren forsøkte å slukke brannen etter beste evne før han selv måtte evakuere tunnelen på grunn av sterk varme- og røykutvikling. Ca. 4 minutter etter at Vegtrafikksentralen (VTS) registrerte via overvåkingssystemet at det brant i vogntoget ble brannventilasjonen igangsatt. Ventilasjonsretningen var predefinert med bakgrunn i brannvesenets slokkingsinnsats og dette resulterte i at 5,5 km av tunnelen ble fylt med tykk, sort røyk i en hastighet på 2-3 m/s.

Faresituasjonen for trafikantene ble forsterket av at tunnelens sikkerhetsutrustning og beredskapsløsning ikke var tilstrekkelig tilrettelagt for selvredning. Det var kun en rømningstunnel (3 480 m unna brannstedet) i tillegg til tunnelutløpene og det manglet røyktette evakueringsrom. Flere trafikanter fikk ikke informasjon fra VTS over bilradio i tide til å snu/evakuere før de ble fanget i røyken.

Brannslokkingsarbeidet fra Drøbaksiden fungerte tilfredsstillende og som forventet. Redningsinnsatsen fra Hurumsiden fikk store problemer som følge av røykutviklingen, fare for påkjørsler og avstanden til brannobjektet. 25 av 34 trafikanter kom seg ut av tunnelen på egenhånd. Ni trafikanter ble senere evakuert fra tunnelen av redningsmannskap. Oversikten VTS hadde gjennom kameraovervåking av tunnelen og direkte kontakt med trafikantene i SOS-boksene, i tillegg til nødetatenes brann- og redningsinnsats, reddet liv denne dagen.

Gjennom denne undersøkelsen har SHT avdekket fem viktige sikkerhetsproblemer som har bidratt til å svekke systemsikkerheten omkring Oslofjordtunnelen, og som medførte at trafikanter ble fanget i røyken:

- a) Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå gjennom beredskapsløsning og sikkerhetsutrustning var ikke tilfredsstillende sett opp mot trafikkveksten og – sammensetningen.
- b) Oslofjordtunnelens brann- og redningsberedskap var ikke dimensjonert, utrustet eller organisert i forhold til hva som kan forventes hva gjelder lokalisering og størrelse av branner i tunnelen.
- c) Det foreligger ikke tilstrekkelig dokumentasjon for bruk av langsgående ventilasjon ved tunnelbranner og hvordan evakuering skal gjennomføres når tunnelen fylles med røyk.
- d) Forutsetningene for selvredningsprinsippet var ikke tilstrekkelig ivaretatt gjennom Oslofjordtunnelens sikkerhetsutrustning og beredskapsløsning.
- e) Statens vegvesens sikkerhetsstyring av Oslofjordtunnelen hadde ikke fanget opp det aktuelle risikobildet, og den risikobaserte tilnærming til sikkerheten og beredskapen var mangelfull.

Med bakgrunn i denne undersøkelsen er SHT bekymret for at brannrisiko i ettløpstunneler møtes med prioriteringer som kun sikrer minimumssikkerhetsnivå. Beslutningsgrunnlaget for hva som er akseptabelt sikkerhetsnivå bør bygge på vurdering av det reelle risikobildet i den særskilte tunnelen og på konsekvensanalyser av branntilløp, i tillegg til læring fra overvåking og tilsyn.

SHT fremmer fire sikkerhetstilrådinger basert på denne undersøkelsen.

ENGLISH SUMMARY

On Thursday, 23 June 2011, at 1436 hours, a lorry truck registered in Poland started burning in the Oslofjord tunnel as a result of engine breakdown. The lorry truck was climbing the incline towards Drøbak approximately 5.5 km from the tunnel exit on the Hurum side and 1.7 km from the tunnel exit on the Drøbak side. The driver tried to extinguish the fire as best he could before being forced to evacuate the tunnel due to increasing heat and smoke. The fire ventilation system was activated about 4 minutes after the Road Traffic Centre (VTS) registered the fire in the lorry truck. The ventilation direction was predefined on the basis of the fire department's extinguishing effort, resulting in 5.5 km of the tunnel being filled with thick, black smoke at a speed of 2-3 m/s.

The danger to road users was exasperated by the tunnel's safety equipment and emergency preparedness solution not being sufficiently designed for self-rescue. There was only one escape tunnel (3480 metres away from the location of the fire) in addition to the tunnel exits and no smoke-proof evacuation rooms. In addition, many road users did not receive information from the VTS via radio on time to turn/evacuate before being trapped in the smoke.

The fire extinguishing from the Drøbak side functioned in a satisfactory manner and as expected. The rescue effort from the Hurum side encountered major problems due to the smoke development, risk of collisions and the distance to the fire location. 25 of 34 road-users exited the tunnel under own power. Nine road-users were later evacuated from the tunnel by rescue crews. The overview VTS had through CCTV monitoring of the tunnel and direct contact with road users in the SOS boxes, in addition to the emergency services' fire and rescue efforts, saved lives that day.

Through this investigation, the AIBN has uncovered five important safety problems that have contributed to weaken system safety in relation to the Oslofjord tunnel, and which resulted in road-users becoming trapped in the smoke:

- a) The Oslofjord tunnel's safety level, through its emergency preparedness solution and safety equipment, was not satisfactory seen in relation to traffic growth and - composition.
- b) The fire and rescue preparedness for the Oslofjord tunnel was not designed, equipped or organised in relation to what can be expected as regards location and size of fires in the tunnel.
- c) Sufficient documentation for use of longitudinal ventilation in tunnel fires and how to effect evacuation when the tunnel is filled with smoke is not available.
- d) The preconditions for the self-rescue principle were not sufficiently present in the Oslofjord tunnel's safety equipment and emergency preparedness solution.
- e) The Norwegian Public Roads Administration's safety management of the Oslofjord tunnel had not captured the relevant risk situation, and the risk-based approach to safety and preparedness was deficient.

Based on this investigation, the AIBN is concerned that the fire risk in single-lane tunnels is only countered with prioritisation which ensures a minimum safety level. The decision base for what the acceptable safety level is should be based on an assessment of the real risk situation in the specific tunnel and impact analyses of near-fires, in addition to learning from monitoring and supervision.

The AIBN has made four safety recommendations based on this investigation.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Hendelsesforløp

Basert på samtaler med involverte personer, innsatsmannskap og overvåkingsbilder fra Statens vegvesens vegtrafikkentral (VTS) har SHT sammenstilt et hendelsesforløp som beskrevet nedenfor.

1.1.1 Utløsende hendelse

Etter å ha gjennomført døgnhvile og lossing av vogntoget på formiddagen 23. juni 2011 kjørte føreren av et polskregistrert vogntog til Tofte i Hurum for å laste opp returpapp og papir. Papiret, som ble lastet på ved ankomst hos Hurum Paper Mill AS, skulle fraktes via Svinesund til Tyskland. Føreren har forklart at lasten veide mellom 22 000 – 23 000 kg. Totalvekten av vogntoget var ca. 40 000 kg.

Ca. kl. 1433 kjørte vogntoget inn på Rv 23 og inn i det vestlige tunnelinnslaget av den om lag 7 200¹ m lange Oslofjordtunnelen. Føreren benyttet hovedsakelig trekkbilens retarder² for å holde en jevn hastighet nedover den 7 % bratte hellingen mot bunnen av tunnelen. Retarderen på kjøretøyet var ikke koblet til bremselysene bak på semitraileren. Føreren berørte derfor bremsepedalen for å signalisere med bremselysene til bakenforliggende kjøretøy at vogntogets brems var aktivert. I følge føreren holdt han en hastighet på 70 – 80 km/t nedover den rundt 2 500 m lange bakken ned mot bunnen av tunnelen.

I det vogntoget kom ned i tunnelens lavbrekk akselererte føreren for å opprettholde trafikkflyten og møte den kommende stigningen med høyere hastighet. Et stykke oppe i stigningen mot Drøbaksiden giret han ned til sjette gir. Like etter hørte han en høy metallisk og romlende lyd fra motoren.

Kort tid etter at føreren registrerte lyden stanset han vogntoget. Han var da ca. 1 745 m fra tunnelutgangen på Drøbaksiden. Han aktiverte varselblink og satt på håndbrems. Bilen stanset like ved en dør til en SOS-stasjon. Et vogntog som kjørte bak kom i dette øyeblikket opp på siden og føreren i dette vogntoget informerte føreren av ulykkesvogntoget via samband om at det brant under førerhytta.

Ca. kl. 1436 forlot føreren førerhytta på høyre side, og iverksatte straks sløkkingsarbeid. Tross iherdig sløkkingsforsøk var det ikke mulig å få kontroll over brannen. Han forsøkte med et brannsløkkingsapparat fra bilen og to apparater fra tunnelen (se figur 2), men disse hadde ikke tilstrekkelig kapasitet til å slukke brannen.

¹ I følge beredskapsplanen for tunnelen.

² Retarder er et supplement til de vanlige, friksjonsbaserte hjulbremsene og aktiveres fra førerplass. Føreren kan selv bestemme effekten av denne bremsen.



Figur 2: Førerens slokkingsforsøk. Foto: Utklipp fra videoovervåking i tunnelen – Statens vegvesen



Figur 3: Røyk i tunnelen. Foto: Utklipp fra videoovervåking i tunnelen – Statens vegvesen

1.1.2 Varsling og initial evakuering

Vegtrafikkentralen (VTS) for Region øst i Oslo fanget opp hendelsen kl. 1436³ via videoovervåkingssystemet, og varslet umiddelbart politiet som igjen foretok trippelvarsling til brann og helse.

Føreren ringte 112, og hadde også kontakt med VTS via nødtelefon i tunnelen. Engelskkunnskapene hans var imidlertid ikke tilstrekkelige til å få utnyttet samtalen.

I henhold til tunnelens beredskapsplan stengte VTS kl. 1438 rutinemessig tunnelen i begge retninger med varsellys og bommer. Kl. 1440 satte VTS ventilasjonsviftene i brannventilasjonsmodus (se kapittel 1.2.4 og 1.9.5). Brannen eskalerte, og i det vogntogets tilhenger tok fyr hørte føreren at tunnelens ventilatorvifter startet. Røyken og ventilasjonsluften fra brannen ble ledet 5,5 km mot tunnelåpningen på Hurumsiden, og tunnelen ble fylt med røyk med en hastighet på 2-3 m/s. VTS hadde gjennom sitt videoovervåkingssystem en viss oversikt over de trafikantene som befant seg inne i tunnelen før denne ble røyklagt.

Føreren besluttet å evakuere og begynte å gå i kjøreretning mot Drøbak, i motbakke. Det utviklet seg store mengder røyk i tunnelen, og føreren måtte legge seg ned på asfalten for å få tilgang på oksygen. Han lå der til det kom små tilsig av luft for å kunne fortsette flukten ut av tunnelen. Han ble etter en stund evakuert av en av politiets kjøretøyer. Føreren hadde sikret transportdokumentene fra trekkbilen slik at brannvesenet kunne få informasjon om at det ikke var farlig gods i vogntoget.

1.1.3 Trafikantenes opplevelse av brannen og evakueringen

Brannen inntraff 1 745 m fra Drøbaksiden, mens ventilasjonen førte røyken mot Hurumsiden. Dette resulterte i at den delen av tunnelen (5 591 m) som lå på Hurumsiden av brannstedet ble fylt med tett røyk og mange av trafikantene fikk problemer med å evakuere.

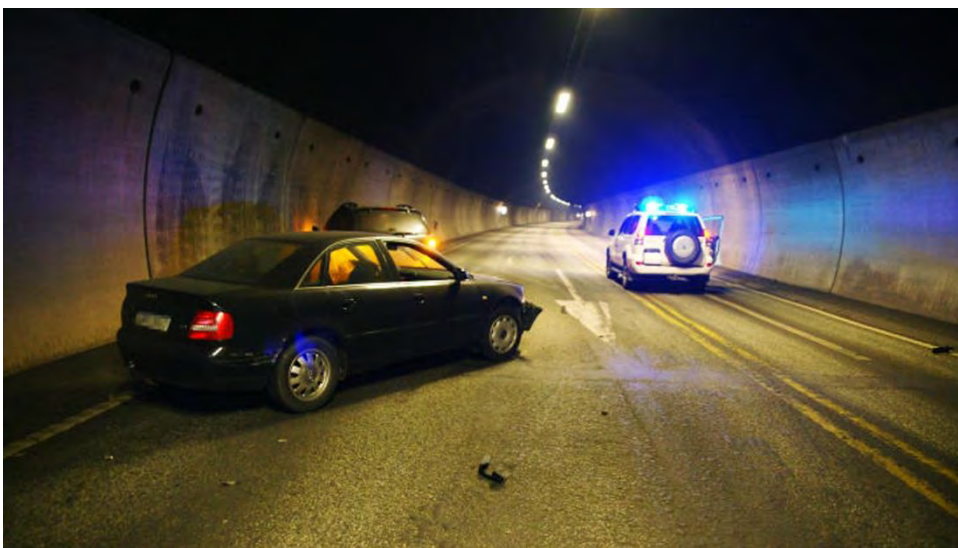
SHT anslår ut i fra innhentet informasjon at det befant seg 34 trafikanter fordelt på 21 kjøretøy i tunnelen da brannen oppsto. I følge VTS' tekniske logg foretok VTS kl. 1445

³ Tidspunktene i dette kapitlet er loggført tid i VTS' hendelsesrapport etter brannen.

innsnakk via bilradio til trafikantene i tunnelen for å forklare situasjonen (dette ble også gjentatt i ettertid).

En del trafikanter klarte å vende om før de entret tunnelen, da det hadde vært en viss opphopning av biler som hadde kjørt bak en arbeidsmaskin i vogntogets kjøreretning. Imidlertid hadde også enkelte kjøretøy forsert bommen og kjørt inn i tunnelen på tross av stengning.

Av de 34 trafikantene var det 25 som etter hvert klarte å komme seg ut av tunnelen på egen hånd, hvorav 21 evakuerte mot Hurum. Trafikantene som evakuerte i bilene sine kjørte i svært tett røyk og uten sikt. De brukte derfor alle tre kjørefeltene i tunnelen, og en del biler kolliderte med hverandre eller med tunnelveggene (se figur 4). Det var også fare for påkjørsel av de trafikantene som hadde forlatt bilene sine og evakuerte til fots. SHT har fått opplyst fra en bilfører at vedkommende, i lav hastighet, kjørte på en person som «trillet over bilen».



Figur 4: Bildet viser skadde kjøretøy som forsøkte å evakuere. Foto: Johnny Olsen/Presseservice

Redningsmannskapet måtte bistå med å evakuere ni trafikanter. Gjennom intervjuer med to av de ni trafikantene som ikke kom seg ut ved egen hjelp har SHT fått en beskrivelse av situasjonen inne i tunnelen mens slokke- og redningsarbeidet pågikk.

De to trafikantene kom kjørende i hver sin bil fra Hurumsiden i retning mot Drøbak, et stykke bak vogntoget. Den ene føreren møtte røykproppen et stykke opp i stigningen mot Drøbak og klarte å snu bilen til tross for minimal sikt. Den andre føreren har forklart at hun forsøkte å snu bilen etter å ha hørt melding på radio fra VTS om å evakuere tunnelen umiddelbart. Imidlertid klarte hun ikke å vende om på grunn av den tette røyken som i løpet av sekunder omhyllet bilen. Føreren forlot derfor bilen og beveget seg i retning mot Hurum til fots. Etter kort tid ble hun plukket opp av føreren som hadde lyktes med å snu bilen lengre fremme. Hun har beskrevet at sikten var så dårlig at hun ikke så hvem som satt ved siden av henne i bilen.

Bilen hadde etter hvert fem passasjerer om bord som var plukket opp underveis. Føreren av bilen forsøkte å kjøre i retning Hurum, men den tette røyken gjorde det svært vanskelig å navigere. Etter en rekke små kollisjoner med objekter inne i tunnelen, samt

flere tilfeller av motorstans, valgte de seks som var i bilen å fortsette til fots. Situasjonen var nå preget av panikk og dødsangst.

Personene som gikk inne i den røykfylte tunnelen beskriver videre at det ikke var sikt i tunnelen og at de måtte føle seg frem langs tunnelveggen for å orientere seg. Etter en stund ble røyken så plagsom at det ble vanskelig å puste og bevege seg. Personene søkte tilflukt i to SOS-bokser, nr. 16 og nr. 21. Ved kontakt med VTS gjennom SOS-telefonene ble personene bedt om å søke tilflukt mellom betongvelvingen og fjellet. Adgang til dette «rommet» fikk de ved å krabbe gjennom inspeksjonsluker som befant seg bak SOS-boksene.

Åtte av de totalt ni personene i tunnelen som søkte tilflukt i SOS-boksene kom seg inn mellom betongvelvingen og fjellet. En person ble igjen i SOS-boksen til redningsmannskapene ankom. I rommet mellom tunnelkonstruksjonen og fjellet var luften mindre røykfylt og kjøligere. Imidlertid er disse rommene beregnet for de som skal inspisere tunnelkonstruksjon, og er i utgangspunktet ikke konstruert som evakuerings- eller tilfluktsrom da de ikke er røykfrie eller brannsikre.

VTS fikk informasjon om hvor de ulike personene i tunnelen befant seg via nummereringen på SOS-boksene. I tillegg fikk VTS-operatøren oppgitt personalia slik at de til en viss grad hadde kontroll på personene som var fanget i røyken. Denne informasjonen ble videreformidlet fra VTS til ledelsen for rednings- og slokkearbeidet.

Etter om lag to timer ble trafikantene evakuert av røykdykkere fra brannvesenet. De to trafikantene som SHT har snakket med opplevde evakueringen fra tilfluktstedene og behandlingen på sykehuset som profesjonell og effektiv. Begge personene ble behandlet for alvorlige røykskader.

1.2 Brannsløkking og redningsarbeid

1.2.1 Organisering av brannvesenets innsats

Oslofjordtunnelen har en utstrekning som gjør at den berører tre brannvesen. Det er Røyken, Hurum og Søndre Follo brannvesen (SFB). Ved behov kan brannvesenet søke bistand fra omkringliggende brannvesen på begge sider av Oslofjorden. Ved melding om brann/ulykke blir det foretatt trippelvarsling for redningspersonell på begge sider av tunnelen.

Det er på forhånd bestemt at fagleder brann ved SFB leder brannvesenets innsats i tunnelen. Direkte innsats mot ulykke-/brannstedet skal foregå fra Drøbaksiden ved SFB som har flest ressurser, jf. Innsatskortet for beredskap i tunnelen (se vedlegg D). Røyken og Hurum brannvesen har ansvar for innsatsen fra Hurumsiden, som i hovedsak omfatter redning og evakueringsarbeid. Hurum brannvesen møter i bunnen av rømningstunnelen på Hurumsiden, mens Røyken brannvesen møter ved tunnelinngangen (bommen) på Hurumsiden.

1.2.2 Varsling og tidslogg for brannvesenets innsats

110-sentralen i Moss (Alarmsentral Brann Øst AS) ble varslet av VTS, deretter foretok de trippelvarsling, samt varslet 110-sentralen i Drammen (Vestviken 110 IKS). Vestviken

har loggført alarmering fra Brann Øst kl. 1440. Utdalmering av SFB, Røyken brannvesen og Hurum brannvesen ble foretatt tilnærmet samtidig, kl. 1442⁴.

Tidslogg for brann- og redningsvesenets innsats, basert på operative logger fra brannvesenet og samtaler med involverte, er referert i vedlegg C.

1.2.3 Brannslukking

SFB startet slukkingsarbeidet straks de kom fram til brannstedet (kl. 1449 – syv minutter etter at de hadde fått melding om brannen), men måtte i en liten periode trekke seg noe tilbake da en gassflaske og vogntogets dekk eksploderte. Samtidig med slukkingen evakuerte SFB trafikanter som befant seg på Drøbaksiden av brannstedet. Da de etter rundt 45 minutter hadde kontroll over brannen, startet de sammen med Oslo Brann- og Redningsetat også søk på Hurumsiden av brannstedet. Søket fra Drøbaksiden fungerte tilfredsstillende, da røyken ble ventilert mot Hurumsiden.

Brannvesenet fraktet slukkevann til brannstedet med tankbiler, da tunnelens tilførselssystem for slukkevann (brannkummer) ikke blir brukt av brannvesenet. Totalt ble det brukt 20 – 30 m³ med vann/skum i forbindelse med slukkingsarbeidet.

1.2.4 Brannventilasjon

Brannventilasjon (2-3 m/s) i retning fra Drøbak mot Hurum ble igangsatt av VTS i henhold til tunnelens beredskapsplan (se også kapittel 1.9.5). Oslofjordtunnelen har langsgående ventilasjon og ventilasjonsretningen er predefinert uavhengig av lokalisering av ulykke-/brannsted i tunnelen. Retningen er fastsatt med bakgrunn i at brannvesenets direkte slukkeinnsats mot ulykke-/brannstedet skal foregå fra Søndre Follo brannvesen (Drøbaksiden) som har flest ressurser.

Operatørene på VTS var oppmerksom på at det var relativt mange biler og mennesker inne i tunnelen. De avvartet derfor noe før de startet viftene. Av hensyn til at brannvesenet må ha klar sikt for å drive effektivt slukkearbeid, ble viftene til slutt startet. Viftene ble i følge hendelsesrapport fra VTS startet kl. 1440 - ca. fire minutter etter at brannen ble oppdaget av VTS gjennom overvåkingskamera nr. 926.

Fagleder brann tok ansvar for ventilasjonen straks vedkommende ble koblet på saken. Det ble hele tiden gjennom innsatsarbeidet foretatt løpende vurdering av hvordan brannventilasjonen skulle benyttes og etter tilbakemelding om røyksituasjonen fra utrykningsleder Hurum ved rømningstunnelen ble det anmodet om full ventilasjonseffekt (5-6 m/s). I følge hendelsesrapport fra VTS ble full ventilasjon igangsatt kl. 1525.

1.2.5 Redningsarbeid

Innsatspersonellet fra Røyken og Hurum fikk store utfordringer i sitt redningsarbeid grunnet de omfattende røykmengdene. De har beskrevet for SHT at utfallet har vært heldig ved at det ikke ble fatale konsekvenser av brannen.

Røyken brannvesen kom fram til tunnelinnløpet ca. 10 minutter etter at de mottok varsel fra Alarmsentral Brann Øst. Tunnelen var på det tidspunktet røykfri på Hurumsiden. Fire røykdykkere (to røykdykkerlag) gikk raskt inn i tunnelen for å starte søk. Da de kom

⁴ Tidspunkt i rapport fra Søndre Follo Brannvesen IKS etter hendelsen.

rundt 600 m inn i tunnelen møtte de «røykproppen» som beveget seg raskt mot Hurumsiden. De mistet brått all sikt, og etter en rask rådslaging bestemte de seg for å gå ut av tunnelen. Røyken i tunnelen var på det tidspunktet så tett at de hadde mistet muligheten til å orientere seg. De la derfor en rund gjenstand på veibanen for å se hvilken vei den rullet, slik at de visste hvilken retning som var oppover og ut av tunnelen. Evakueringen ble foretatt langs tunnelveggene, både for å vite hvor de var og for å unngå å bli påkjørt av kjøretøy som kjørte mot Hurumsiden.

For å holde kontakt med hverandre hadde røykdykkerne i hvert lag fysisk kontakt, men sikten var så begrenset at de ikke så hverandre. De klarte etter hvert komme seg ut av tunnelen, godt hjulpet av et infrarødt røykdykkerkamera. Røyken var da så tett også på utsiden av tunnelen at det ikke var mulig å se noe før de var rundt 50 – 60 m utenfor tunnelen (se figur 5). Innsatslederen besluttet at de ikke skulle gå inn i tunnelen før det var tilstrekkelig sikt til å gjennomføre søk på en sikker måte.

Røykdykkere fra Hurum brannvesen kom fram til rømningstunnelen (ca. 1 900 m fra tunnelåpningen på Hurumsiden) rundt 20 minutter etter at de hadde mottatt varselet. Da var det kun 10 – 20 cm sikt inne i tunnelens hovedløp. Det ble benyttet standard prosedyrer for røykdykking, men røykdykkerne benyttet et forlenget brannslangeutlegg på 100 m i stedet for 50 m. Dette begrenset røykdykkernes rekkevidde til rundt 100 m til hver side av innslaget for rømningstunnelen. Røykdykkerne opplevde at det var vanskelig å orientere seg ved hjelp av termokamera pga. liten eller ingen temperaturdifferanse mellom vei og tunnelvegger så langt inne i tunnelen (for å være effektivt må kamera oppfatte forskjell i temperatur i omgivelsene).

Mens de holdt på med søket hørte de biler passere i tunnelen uten at de hadde mulighet for å se dem, og de opplevde stor fare for å bli påkjørt. Da nødtelefonbokser og inspeksjonsluker innenfor denne rekkevidden var gjennomført ble røykdykkerne av sikkerhetsmessige grunner trukket tilbake. De gikk ikke inn i tunnelen igjen før det var tilstrekkelig sikt til at de kunne bevege seg fritt med medbrakt luft.



Figur 5: Bildet viser røyken som kom ut av tunnelen på Hurumsiden. Foto: Politiet

1.2.6 Helsevesenets innsats

Flere ambulanser og helikoptre gjennomførte innsats på begge sider av tunnelen. Ambulansetjenesten var raskt på stedet, da et utrykningslag kom direkte fra en ulykke på E6 i Nordbyttunnelen. Omfanget og potensialet i hendelsen ble oppfattet umiddelbart, og de ba om å få sendt flere ambulanser og ambulanshelikopter til begge sider av Oslofjordtunnelen. En «helsebuss» som passerte på E6 ble omdirigert til Drøbaksiden av tunnelen, slik at helsepersonellet hadde et sted å behandle de som kom ut av tunnelen. Ambulanser ble kjørt inn til skadestedet for raskere å kunne frakte personer ut. Det ble foretatt en fortløpende vurdering av de som ble evakuert fra tunnelen. Trafikantene som var lettere skadet ble behandlet på stedet, mens de som ble vurdert til å ha alvorligere røykskader raskt ble sendt videre til akuttmottaket ved Ullevål sykehus. På Hurumsiden ble de tilsvarende vurdert og sendt til Drammen sykehus.

1.2.7 Oversikt over innsatspersonell og utstyr

Omkring 120 personer var involvert i det operative redningsarbeidet i Oslofjordtunnelen. Politiet hadde 13 personer på Drøbaksiden og sju på Hurumsiden, mens brannvesenet hadde 23 personer på Drøbaksiden og 21 på Hurumsiden. Helsevesenet var fordelt med 27 på Drøbaksiden og ca. 30 på Hurumsiden.

Det digitale nødsambandet opplyses å ha fungert godt mellom nødetatene.

Tabell 1 viser oversikt over innsatspersonellet i forbindelse med slukke- og redningsarbeidet.

Tabell 1: Oversikt over innsatsmannskap i forbindelse med slukke- og redningsarbeidet

Innsatsmannskap	Antall	Utstyr
Politi		
Ledelse	4	
Politibetjenter	16	
Krimteknikere	3	
Brannvesen		
Fagledere	2	Mannskapsbiler, tankbiler, ATVer,
Utrykningsledere	5	pickup, røykdykkerbil, hjullaster,
Røykdykkere/brannkonstabler	37	gravemaskin, personbiler
Helse		
Helsepersonell	ca. 57	Ambulanser, helikoptre, legebil, helsebuss

1.3 Personskader

Trafikantene ble både fysisk og psykisk påvirket av den massive røykmengden som fylte tunnelen. Av de 34 trafikanter som evakuerte ut av tunnelen ble 32 transportert til sykehus for behandling, mens to ikke hadde behov for behandling.

1.4 Skader på kjøretøy

1.4.1 Skader på ulykkesvogntoget

1.4.1.1 *Skader på vogntog og last*

Både trekkbilen og semitraileren ble helt utbrent (se figur 6). Alt av materiell og komponenter som ikke var av metall ble forkullet. Komponenter av aluminium var sterkt deformert eller helt smeltet, mens komponenter av stål var til dels deformert på grunn av varmeutviklingen ved brannen. Lasten som vogntoget transporterte ble delvis utbrent i brannen. Søndre Follo brannvesen anslår at 30 – 50 % av lasten brant opp. Fartsskriveren og andre registreringssystemer fra kjøretøyene var så skadet at det ikke var mulig å laste ned data fra disse.



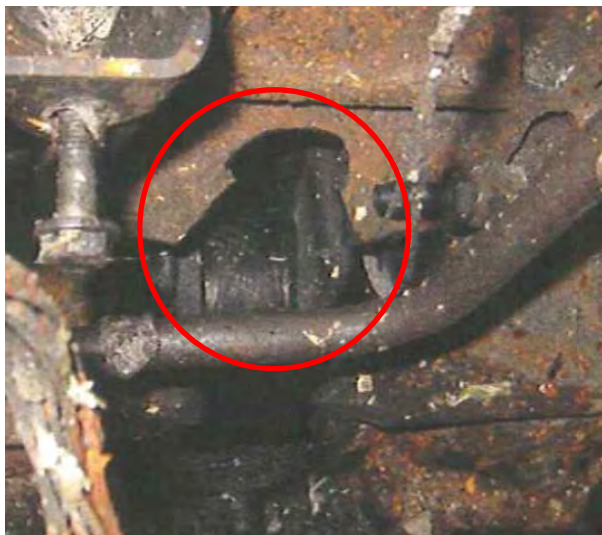
Figur 6: Vogntoget etter at brannen er slokkt. Foto: Politiet

1.4.1.2 *Skader på motor*

Ved undersøkelse av vogntoget ble det avdekket et stort hull i motorblokkens nedre venstre side (se figur 7). En av motorens veivstenger⁵ ble funnet utenfor motoren – oppå trekkbilens foraksel. I motorens bunnpanne lå lageroverfallet (nedre del av veivstangen) til denne veivstangen, de to boltene som fester lageroverfallet til veivstangen og deler av lagerskålene som var montert mellom veivstangen og veivakselen (se figur 8).

Den ene festebolten var røket, og den andre var bøyd. På den bøyde bolten var den delen av gjengepartiet som var skrudd inn i veivstangen deformert. Tilsvarende deformasjon ble funnet på det innvendige gjengepartiet i veivstangen. Deler av bolten som var røket satt fortsatt i den delen av veivstangen som ble funnet utenfor motoren.

⁵ Stang som er montert mellom stempel og motorens veivaksel.



Figur 7: Hull i motorblokk. Foto: Statens Vegvesen



Figur 8: Veivstang, lageroverfall og løs bolt. Foto: SHT

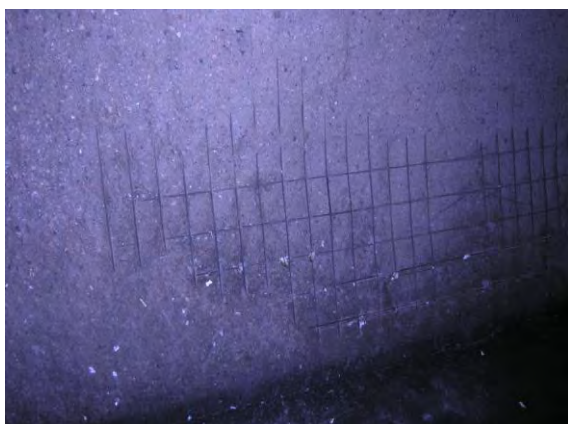
1.4.2 Skader på andre kjøretøy

Fra ulykkesvogntoget og ca. 1 500 m i retning mot Hurum sto det totalt 15 kjøretøy (7 lastebiler/vogntog, 7 person/varebiler og 1 campingbil) som ikke hadde klart å evakuere da tunnelen ble fylt med røyk. Disse kjøretøyene var påført røykskader. I tillegg var en del av kjøretøyene også påført karosseriskader i forbindelse med sammenstøt med andre kjøretøy eller tunnelveggene.

1.5 Andre skader og følger av brannen

1.5.1 Skader på tunnelkonstruksjon

Basert på informasjon fra konsulentselskapet Aas-Jakobsen AS, som på oppdrag fra Statens vegvesen har befart og registrert skader, er det påvist betongavskalling på ca. 5-6 cm på veggelementene i nærheten av brannstedet (veggelementene har en tykkelse på 15 cm) (se figur 9). I tillegg er det registrert en avskalling på 1-3 cm i sprøytebetonghvelvet i det samme området, samt oppbrente og smeltede fuger og forkullet membran. Det ble også avdekket grove parallelle sprekker på baksiden av de skadede veggelementene. Kabelbruer og SOS-stasjon nærmest brannstedet ble også påført skader (se figur 10).



Figur 9: Avskalling på veggelement ved brannstedet. Foto: SHT



Figur 10: Brannskader på dør til SOS-stasjon. Foto: SHT

1.5.2 Trafikale følger

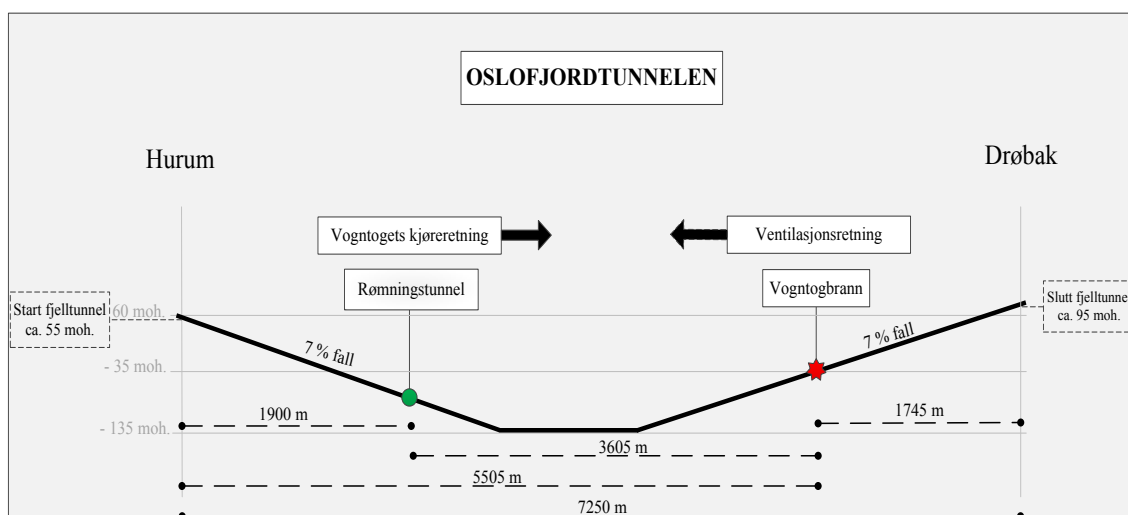
Som følge av brannen ble tunnelen først stengt for all trafikk frem til 8. juli 2011. Deretter ble tunnelen åpnet for kjøretøy under 7,5 tonn frem til 27. februar 2012. Da åpnet tunnelen også for tyngre kjøretøy, dog ikke for transporter med farlig gods og for kjøretøylengde over 12 m. Først 29. juni 2012 ble tunnelen åpnet for all trafikk.

1.6 Ulykkesstedet

Vogntoget stanset i høyre kjørefelt 1 455⁶ m oppe i stigningen mot Drøbaksiden, like ved dør til en SOS-stasjon (se figur 11). Dette er 1 745 m fra tunnelåpningen på Drøbaksiden.

Fra brannstedet til tunnelåpningen på Hurumsiden er det 5 505 m, og til rømningstunnelen 3 605 m i retning mot Hurum.

Ifølge videoovervåkingsbilder fra tunnelen startet brannen sannsynligvis noen meter før vogntoget stoppet.



Figur 11: Skjematisk tegning av Oslofjordtunnelen med avstander, fall m.m. Avstandene på skissen tar utgangspunkt i data fra beredskapsplanen for Oslofjordtunnelen. Illustrasjon: SHT

På tunnelveggen ved SOS-stasjonen hvor vogntoget stoppet var det montert ett brannskap med to brannslukningsapparat. Fra brannstedet til nærmeste snunisje var det ca. 400 m i hver retning.

1.7 Trafikanter

1.7.1 Føreren av vogntoget

Føreren var mann, polsk statsborger, og var 62 år på ulykkestidspunktet. Han fikk førerkort for vogntog i 1973. Han arbeidet for firmaet F.H.U Kolanek og hadde kjørt det aktuelle vogntoget i ca. ett år. Føreren hadde kjørt til Norge i ca. åtte måneder og hadde kjørt Oslofjordtunnelen i begge retninger fire til seks ganger tidligere.

⁶ Stedsangivelse av ulykkesstedet er gjort med utgangspunkt i avstander gitt i beredskapsplanen for tunnelen.

1.7.2 Øvrige trafikanter

Det var registrert totalt 34 personer i tunnelen i perioden denne var fylt med røyk. Disse omtales ikke nærmere i denne rapporten, utover den beskrivelsen som er gitt i kapittel 1.1 og 1.3.

1.8 **Kjøretøy**

1.8.1 Vogntoget

Vogntoget var polskregistrert og besto av en 2005-modell trekkbil av typen MAN TGA 18.430 og en 3-akslet semitilhenger av typen Swartzmüller. Både trekkbil og semitrailer var registrert på Millenium leasing SP.Z.O.O, Warszawa. Bruker av vogntoget var transportfirmaet F.H.U. Kolanek, Wroclaw.

Etter ulykken ble vogntoget kontrollert av representanter for SHT, krimteknisk Follo politidistrikt og Statens vegvesen Jessheim trafikkstasjon. MAN Last og Buss AS, som representerer MAN i Norge, bisto ved kontrollen.

Bremsene på både trekkbil og semitrailer ble inspisert i den grad tilstanden tillot dette. Det var ingen indikasjon på at det var mekaniske feil ved bremsene eller at disse var varmkjørt. På grunn av de omfattende brannskadene ble det ikke gjennomført annen kontroll av vogntoget.

Like før ulykken hadde det aktuelle vogntoget stått på det polske transportfirmaets (FHU Kolanek) eget verksted i ca. 1,5 måned. Føreren har forklart at hovedårsaken til verkstedoppholdet var en lekkasje/feil i dysespissene. I løpet av verkstedoppholdet ble blant annet det elektriske anlegget gjennomgått, olje og oljefilter byttet, småfeil ble utbedret og slidedeler byttet ut med nye deler. SHT har ikke avdekket at bilen hadde kjente feil på motoren på dette tidspunktet.

Vogntoget hadde originale MAN dieseltanker på hver side med volum på ca. 700 og 400 liter. Føreren hadde tanket i Polen dagen før ulykken og har anslått at det var mellom 700-800 liter diesel på tankene på ulykkestidspunktet.

1.8.2 Beregning av branneffekt for vogntog og last

SINTEF NBL AS har på oppdrag fra SHT beregnet branneffekten i vogntoget som brant i Oslofjordtunnelen 23. juni 2011 (se vedlegg E).

Grunnlaget for beregningene er en toakslet MAN TGA trekkbil påkoblet en treakslet semitrailer med presenningsoverbygg. Trekkbilens dekk og innhold i drivstofftanker er tatt med i beregningene, mens brennbare detaljer i bilens førerhus ikke er tatt med. SINTEF NBL har i beregninger lagt til grunn at 17 000 kg av lastens totalvekt på rundt 22 000 kg brant opp. På grunnlag av disse dataene har de estimert branneffekten til å ligge i området 110 – 130 MW.

Da SHT i ettertid har fått opplysninger om at rundt 10 000 kg av lasten brant opp, anslås branneffekten med bakgrunn i figur 3-1 i rapporten fra SINTEF NBL å ligge i området 70 – 90 MW.

1.8.3 Øvrige kjøretøy

SHT har valgt ikke å gjøre ytterligere undersøkelser på de andre kjøretøyene som ble stående i tunnelen.

1.9 **Oslofjordtunnelen – utforming, trafikk og sikkerhetsutrustning**

Oslofjordtunnelen er en undersjøisk ettløpstunnel som ligger på Rv 23 mellom Måna⁷ i Frogn kommune i Akershus og Verpen⁸ i Hurum kommune i Buskerud. Tunnelen er en del av det transeuropeiske veinett (TEN-T-veinettet), og ble åpnet i juni 2000. Norge har forpliktet seg til oppgradering av sin del av TEN-T-veinettet, med frist innen 2019.

Tunnelutformingen og de tekniske installasjonene som er beskrevet i de påfølgende underkapitlene gjaldt for tunnelen på ulykkestidspunktet. I ettertid er det gjennomført tiltak som beskrevet i kapittel 1.16.

1.9.1 Valg av tunnel for Rv 23 Oslofjordforbindelsen

I Stortingsproposisjon nr. 87 (1995-96), som Samferdselsdepartementet la fram den 28. juni 1996, ble det foreslått å bygge Oslofjordtunnelen. Følgende anbefaling ble gitt:

Endelig stilling til gjennomføring og finansiering av andre byggetrinn bør tas på et senere tidspunkt når trafikkutvikling og behov blir mer avklart.

Vegdirektoratets hovedplanverk av 4. mai 1992, som inneholdt vedtak om fjordkryssing via bru, ble endret av Samferdselsdepartementet i brev av 19. jan. 1994 til fjordkryssing via undersjøisk tunnel. Dette skjedde etter at Vegdirektoratets vedtak om å bygge bru ble påklaget. Samferdselsdepartementet vektla at de økonomiske forutsetningene på daværende tidspunkt likestilte brualternativet og alternativet med undersjøisk tunnel. I tillegg ville brualternativet ha negative virkninger for fjordlandskapet, naturverdiene og fritidsbebyggelsen i området.

I proposisjonen fremkommer det at tunnelen er regulert med to parallelle løp. En trafikkprognose fra Vegdirektoratet var grunnlaget for at det ble valgt å bygge tunnelen i takt med trafikkutviklingen. Byggingen av to separate tunnellop ble derfor planlagt gjennomført i to byggetrinn. Det første byggetrinnet omfattet tunnelen slik den er i dag; en trefelts undersjøisk tunnel. Det andre byggetrinnet omfattet en tofeltstunnel, parallelt med det eksisterende tunnellopet.

Byggingen av første byggetrinn ble planlagt delvis bompengefinansiert, og det ble ikke ansett behov for to parallelle tunneler før mot slutten av bompengeperioden (anslått til 2015).

I kapittel 2.5 i Stortingsproposisjonen påpekes det av Samferdselsdepartementet at Vegdirektoratet har vurdert sikkerheten som tilfredsstillende ivaretatt ved en etappevis utbygging av Oslofjordtunnelen. I proposisjonen forutsettes det at Oslofjordforbindelsen vil gi en ulykkesreduksjon på 6,4 personskadeulykker når tunnelen bygges med ett løp. Ved realisering av det andre tunnellopet var det beregnet ytterligere reduksjon på 0,7 personskadeulykker. Det ble påpekt at alvorlighetsgraden ville bli noe lavere ved

⁷ Måna i Frogn omtales i rapporten som Drøbaksiden

⁸ Verpen i Hurum omtales i rapporten som Hurumsiden

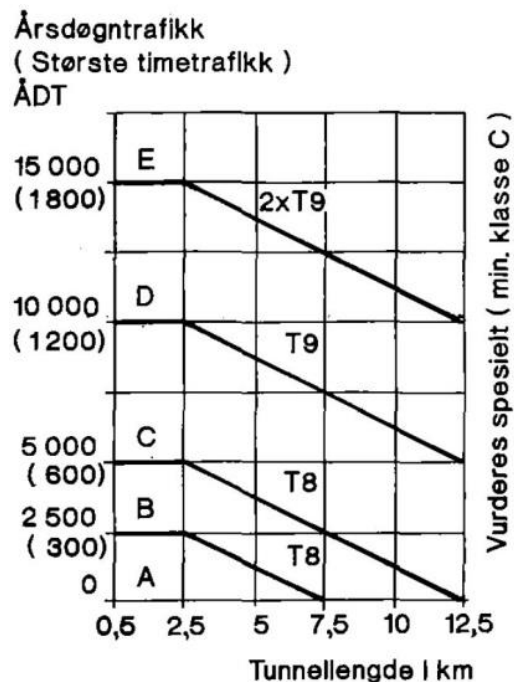
realiseringen av det andre tunnellopet grunnet fjerning av møteulykker ved overgangen fra ettløps- til toløpstunnel.

Det fremkom i Stortingsproposisjonen at mange kjøretøy ville frakte farlig gods i tunnelen, men at det skulle planlegges tiltak for å redusere faren ved uhell med farlig gods. Videre fremkommer det at det ville bli lagt inn snumuligheter som skulle benyttes i tilfelle brann. I tillegg ville en anleggstunnel til Slottet i Hurum fungere som rømningsvei.

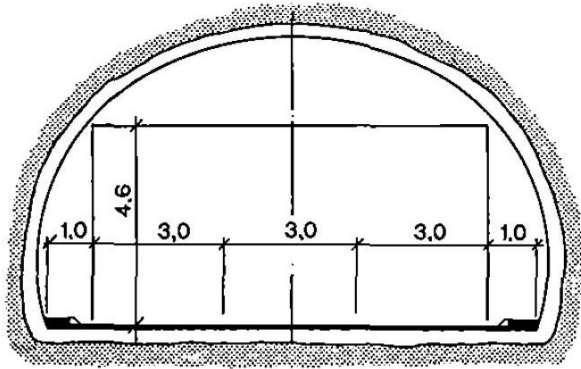
1.9.2 Tunnelklasse og tunnelprofil

I følge beredskapsplanen er Oslofjordtunnelen om lag 7 200 m lang og er bygd etter retningslinjer gitt i Håndbok 021 fra 1992. Den er klassifisert i tunnelklasse C og har en T11 tunnelprofil med tre kjørefelt, hvorav to oppover og et nedover i begge kjøreretninger. Vertikal kurvatur er på 7 % med lavbrekk på 134 m.u.h. Laveste punkt er 2 700 m fra vestre utløp (mot Hurum). Tunnelstrekningen hadde på ulykkestidspunktet en fartsgrense på 80 km/t. Ifølge anleggstegningene fra Statens vegvesen (C1 og C11) ligger utløpet på Hurumsiden ca. 55 moh. og på Drøbaksiden ca. 95 moh. Høydeforskjellen på utløpene er ut fra tegningene målt til ca. 40 m.

Klassifiseringen av tunneler gjøres ut fra ÅDT og tunnelens lengde. Tunnelens tverrprofil avhenger bl.a. av tunnelklasse og stigningsgraden. Figur 12 viser grunnlaget for klassifisering av Oslofjordtunnelen og skjematisk tegning av tunnelens tverrprofil vises i figur 13.



Figur 12: Tunnelklasser. Kilde: Håndbok 021 - Vegtunneler. Statens vegvesen. 1992



Figur 13: T11 profil. Kilde: Håndbok 021 - Vegtunneler. Statens vegvesen. 1992

1.9.3 Tunnelkonstruksjon

Tunnelen er innvendig kledd med 15 cm tykke betongelementer på begge sider av tunneløpets nedre del, mens tunneltaket er dekket med et 8 cm tykt lag med nettarmert sprøytebetong tilsatt 2 kg PP fiber (Polypropylenfiber) per m³.

Bak betongelementene og sprøytebetongen er det lagt varmeisolerende matter av PE-skum (Polyetylen). PE-skummet smelter ved 120 – 130 grader og har et flammepunkt på ca. 300 grader. Betongelementene og sprøytebetonglaget kan utsettes for en temperatur på 1200 – 1300 grader uten at PE-skummet begynner å brenne.

1.9.4 Rømningsveier og rømningslys

Oslofjordtunnelen har tre rømningsveier; tunnelutløpene og en skiltet gangbar rømningsvei gjennom en rømningstunnel. Denne rømningstunnelen ligger ca. 1 900 m fra inngang på Hurumsiden og ca. 5 400 m fra inngangen på Drøbaksiden av tunnelen (se figur 11).

Porten kan brukes som kjørbare innsatsvei for nødetatene i Buskerud.

Rømningslys er plassert med 62,5 m mellomrom på venstre side av tunnelen i retning Hurum.

Tunnelen har 16 havarilommer på vekslende side, samt seks snunisjer.

1.9.5 Ventilasjon

1.9.5.1 *Teknisk beskrivelse*

Med bakgrunn i høydeforskjellene ved utløpene vil det oppstå en naturlig trekk mot Drøbaksiden. Effekten av denne påvirkes av tunnelens lengde og totale høydeforskjell.

Oslofjordtunnelen har en langsgående ventilasjon med luftinntak og – uttak gjennom tunnelinngangene. Det er 34 vifter à 1250N styrt på fire trinn som ivaretar ventilasjonen. Blåseretning for viftene er fra Drøbak mot Hurum.

Fullkraft ventilasjonseffekt er 1515 KW med dimensjonerende lufthastighet på 5-6 m/s, hvilket er i samsvar med beregningmodellene i Håndbok 021 fra 2010.

Brannventilasjonseffekten er halv kraft (2-3 m/s) i følge tunnelens beredskapsplan (se kapittel 1.11.3).

Ventilasjonsretningen kan reverseres. Reverseringen av ventilasjonsretningen tar lang tid (anslagsvis 20 min), men selve snuoperasjonen (stoppe viftene og snu andre vei) tar ca. to minutter. I reversert modus yter viftene 70 % av full ventilasjonseffekt.

1.9.5.2 *Bruk av ventilasjon ved brann*

I følge Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) skal god ventilasjonskapasitet gi forutsetninger for bedre sikt og bedre rømningsforhold i tunnelen slik at:

- Trafikantene kan redde seg selv (selvredning)
- Røyken i mindre grad er livstruende, selv om trafikantene (må) forvente å bli utsatt for røyk
- Brannvesenet skal kunne komme til brann/ulykkesstedet med frisk luft i ryggen.
- Restrisikoen blir minst mulig

SHT har fått entydig beskjed om at det er mest forutsigbart for brannvesenets innsatsstyrke at de har forhåndsfastsatte oppgaver ved utrykning til Oslofjordtunnelen. Det vil derfor ikke være aktuelt å snu brannventilasjonsretningen, uansett hvor brannen oppstår i tunnelen. Brannvesenene på Hurumsiden er heller ikke dimensjonert for hovedslokkeinnsats.

DSB opplyser til SHT at det er delte meninger i fagmiljøene hvorvidt det er bedre med mye luft inn i brannen, noe som skal gi mer fullstendig forbrenning og dermed mindre sot og røyk samtidig som røyken blir fortennet og avkjølt, eller om det bør være en begrenset bruk av ventilasjon for å redusere røykutvikling i tid og utstrekning. SHT har ikke mottatt dokumentasjon fra Statens vegvesen eller DSB på faglige vurderinger av denne problemstillingen.

1.9.6 Kommunikasjon og samband

Det var 34 SOS-telefoner med ca. 250 m mellomrom på vekslende side som gir direkte kontakt med VTS. Telefonene var plassert i lydisolerte og belyste nisjer (SOS-bokser) og markert med belyst SOS-skilt. Trafikantene får direkte kontakt med VTS ved å løfte av telefonrøret i SOS-stasjonene.

VTS kan informere trafikanter, som har bilradio på, ved å bryte inn i sending på samtlige radiokanaler. Dette kan også gjøres gjennom nødstyreskap som er montert utenfor hver tunnelinngang.

Det er begrenset dekning for mobiltelefon i tunnelen. Statens vegvesen opplyser at det kan være fare for blokkering av mobiltelefonnettet ved større ulykker.

Alle redningsetatene benyttet digitalt nødnett (TETRA) under innsatsen i Oslofjordtunnelen. Det tidligere analoge nettet gjorde det mulig for VTS å følge med nødetatenes aktiviteter, men VTS hadde ikke tilgang til det digitale nødnettet. Den

informasjonen VTS hadde gjennom dette har fra VTS` side vært oppfattet som svært nyttig ved ulykker, og det har vært framsatt et ønske om å få gjeninnført en slik mulighet.

1.9.7 Kameraer

På tidspunktet som Oslofjordtunnelen ble planlagt og bygget var det ikke krav til videoovervåking (AID – automatic identification detection) i tunnelen. Etter et ras i tunnelen i 2003 og en oversvømmelse i 2004 besluttet likevel Vegdirektoratet å installere hendelsesdetekterende kameraer (AID-kameraer). Disse ble tatt i bruk i tunnelen i januar 2005.

Tunnelen var utstyrt med 99 AID-kameraer som gir sekvensiell bildeoverføring til VTS. Det var i tillegg to kameraer på Drøbaksiden og ett kamera på Hurumsiden.

VTS får gjennom overvåkingssystemet fryst bilder når hendelser oppstår. Når VTS oppdager hendelser i tunnelen varsles dette videre til politiet og redningsetatene.

1.9.8 Skilting, lyssignal og bommer

Utenfor tunnelen var det skiltet med «Radio P1 FM 88,7» og stigningsgrad.

Innenfor tunnelen var det skiltet med fartsgrense, SOS-skilt, brannskilt, rømningskilt og exit-skilt ved rømningstunnelen.

Informasjon om bratt bakke var gitt med et skilt i hver ende av tunnelen som viste at veien hadde en helling på 7 %, med en lengdeanvisning på henholdsvis 2,5 km og 3,0 km i de forskjellige retningene.

Det var manuelle bommer ved rundkjøringene på Drøbaksiden (før bomstasjonen) og på Hurumsiden.

1.9.9 Trafikkmengde og -sammensetning

Årsdøgntrafikken (ÅDT)⁹ for Oslofjordtunnelen var i det planlagte åpningsåret (1999) beregnet til 4 200 kjøretøy, med en tungtransportandel på 16 %. I trafikkprognosen for tunnelen ble det for bompengerelevanteringsperioden (forutsatt å vare i 15 år til 2015) angitt en trafikkvekst på 1,3 % pr. år. Det ble anslått at trafikken vil øke til ca. ÅDT 9 000 etter at bompengerelevanteringsperioden er over.

For linjeføring og andre standardelementer som ikke kan utbedres over tid oppgir Statens vegvesens Håndbok 021 Vegtunneler (1992) at det skal benyttes en ÅDT som forventes 20 år etter åpning av tunnelen. Med utgangspunkt i en ÅDT på 4 200 kjøretøy i åpningsåret og en årlige stipulert vekst på 1,3 % kunne ÅDT 20 år etter åpningen beregnes til 5 500 kjøretøy.

I rapport 554/2002 fra Transportøkonomisk institutt (TØI) «Oslofjordforbindelsen – trafikk og regionale virkninger» fremkommer det at det i første driftsåret (juni 2000 til juni 2001) av Oslofjordforbindelsen var en gjennomsnittlig ÅDT på 3 625. Dette gav et avvik som lå 15-16 % lavere enn prognosen i det planlagte åpningsåret (1999).

⁹ Årsdøgntrafikk, ÅDT, er gjennomsnittlig døgntrafikk over året summert for begge kjøretretninger.

ÅDT tall for Oslofjordtunnelen fra åpningsåret 2000 til og med 2010 kan ses i tabell 2. Beregningene viser at den gjennomsnittlige årlige trafikkveksten har ligget på om lag 6 % over den siste 10-årsperioden (2000-2010).

Tabell 2: Trafikkdata fra Oslofjordtunnelen. Kilde: Statens vegvesen

År	ÅDT	Prosentvis endring	%andel tungtrafikk
2000	3419	-18,5%*	9%
2001	3991	16,7%	9%
2002	4413	10,6%	10%
2003	4504	2,1%	12%
2004	3784	-16,0%**	14%
2005	5198	37,4%**	15%
2006	5619	8,1%	15%
2007	6038	7,5%	16%
2008	6398	6,0%	16%
2009	6647	3,9%	14%
2010	7138	7,4%	15%

* prosentvis endring fra prognosen for første driftsår 2000.

** Tunnelen var stengt i lengre periode grunnet utbedringer etter ras.

1.10 Selvredningsprinsippet

Selvredningsprinsippet er det grunnleggende prinsippet for evakuering av veitunneler ved brann. Det forventes imidlertid at brannvesenet yter innsats når det er faglig forsvarlig ut fra et sikkerhetsaspekt og ut fra omforent beredskapsopplegg tilpasset den enkelte tunnel. Selvredningsprinsippet er ikke spesielt for veitunneler, og det gjelder generelt i forbindelse med evakuering fra objekt i brann.

Utgangspunktet er videre at sikkerheten og muligheten for selvredning skal ivaretas gjennom tunnelens utforming, sikkerhetsutstyr og eventuell videoovervåking i tunnelen. Herunder brannventilasjon som gjør det mulig for brannvesenet å komme inn til brannstedet med frisk luft i ryggen. Dette skal gi brannvesenet mulighet til å yte livreddende innsats og stanse utviklingen av en brann.

I 2010 utgaven av Statens vegvesens Håndbok 021 beskrives det at evakuering av tunneler gjennomføres etter selvredningsprinsippet (fra kapittel 5.1):

Prinsippet for evakuering baserer seg på selvredningsprinsippet, det vil si at trafikantene skal ta seg ut enten til fots eller ved hjelp av eget kjøretøy.

I Statens vegvesens rapport 161 «Etatsprogrammet Moderne vegtunneler 2008 – 2011: strategi trafikantsikkerhet og brann sikkerhet i vegtunneler» heter det i kapittel 3.2 - Selvredningsprinsippet:

Selvbergingsprinsippet er generelt akseptert i samfunnet og det gjelder i prinsippet for alle typer byggverk.

...

Selvberging gjelder som hovedprinsipp i alle norske vegtunneler. Eksterne redningsmannskaper kan bare i unntakstilfeller komme til unnsetning ved en

hendelse inne i en tunnel. Dette må også trafikantene kjenne til og det påhviler eier et ekstra ansvar at denne forutsetningen er kjent.

...

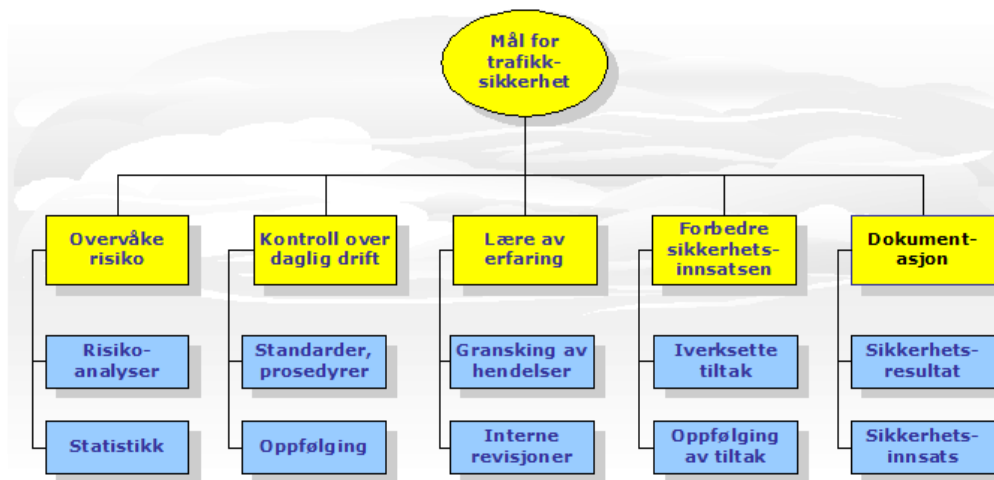
Hovedpoenget for at selvberging skal kunne fungere i praksis er at tunnelen er utformet for og utrustet med tekniske installasjoner som fungerer i en nødsituasjon. All ekstern redningsinnsats skal planlegges og iverksettes i henhold til godkjent beredskapsplan. Men i startfasen av en hendelse vil det alltid være selvbergingsprinsippet som gjelder og som derigjennom påvirker omfanget av hendelsen.

1.11 Sikkerhetsoppfølging av Oslofjordtunnelen

1.11.1 Innledning om sikkerhetsstyring

Sikkerhetsstyring er en samlende betegnelse for alle de systematiske aktivitetene, rutinene og ledelsesprosessene som er etablert for å oppnå og opprettholde et sikkerhetsnivå i overensstemmelse med de mål og krav en organisasjon har satt seg og de krav til sikkerhet som er definert i lover og forskrifter.

Sikkerhetsstyring er basert på elementene i kvalitetssirkelen (planlegge – utføre – kontrollere – korrigere), samt prinsippet om kontinuerlig forbedring og at de systematiske sikkerhetsaktivitetene skal dokumenteres. Figur 14 viser de grunnleggende elementene i sikkerhetsstyring.



Figur 14: Elementer i sikkerhetsstyring. Kilde: Terje Sten, 2002

Risikobasert sikkerhetsstyring innebærer at kartlegging og analyse av risiko vektlegges i sikkerhetsstyringen slik at tiltak iverksettes før en alvorlig hendelse inntreffer. En hendelsesbasert/reaktiv sikkerhetsstyring vektlegger at tiltak iverksettes etter at en uønsket hendelse eller ulykke har skjedd.

Sikkerhetsstyring er en aktivitet som løper parallelt med øvrige aktiviteter i organisasjonen. SHT har gjennom undersøkelsen foretatt en kartlegging av sikkerhetsoppfølgingen knyttet til Oslofjordtunnelen, herunder de systematiske aktivitetene som Statens vegvesen har etablert for å ivareta sikkerheten i Oslofjordtunnelen.

1.11.2 Statens vegvesens kvalitetssystem

SHT er kjent med at det arbeides med et kvalitetssystem i Statens vegvesen. I tilknytning til dette systemet utarbeides det prosessbeskrivelser for forvaltning av sikkerhet i veitunneler. Pr. oktober 2013 er prosessene til behandling i Vegdirektoratet og ikke endelig godkjent. Parallelt med arbeidet med forvaltning av sikkerhet veitunneler gjennomføres det også en kartlegging av andre prosesser i Statens vegvesen med den hensikt å se på muligheten av å integrere sikkerhetsforvaltningen av veitunneler inn i andre eksisterende prosesser.

For alvorlige hendelser i veitunneler er trinnene i prosessen tenkt som følger:

- Forvaltning av sikkerhet i veitunneler
 - Forvalte tunnelsikkerhet i driftsfase
 - Håndtere alvorlige hendelser

I prosessbeskrivelsen «Håndtere alvorlige hendelser» er det beskrevet flere aktiviteter som skal gjennomføres ved enhver betydelig hendelse eller ulykke.

1.11.3 Beredskapsplan for Oslofjordtunnelen

1.11.3.1 *Generelt om beredskapsplaner*

For alle tunneler lengre enn 500 m har tunneleier ansvar for at det utarbeides beredskapsplaner. Beredskapsplaner er nevnt i Statens vegvesens Håndbok 021 Vegtunneler og i Håndbok 269 Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler del 1.

En beredskapsplan er i prinsippet en avtale mellom tunnelens eier og redningsetatene om ansvarsdeling og innsats om det skulle oppstå et uhell i tunnelen. Planen skal også ses i sammenheng med den etablerte trafikkberedskapen med tilhørende omkjøringsruter utenfor tunnelene.

En beredskapsplan kan deles opp i to deler; den ene delen skal omhandle hendelser som involverer trafikanter, mens den andre delen omhandler beredskap ved svikt i teknisk utstyr og konstruksjonselementer som berører trafikanter ved hendelser i tunneler. Det vil si at tunnelforvalteren har vurdert korrektive tiltak for alle hendelser som kan skje med det tekniske utstyret i en tunnel. Eksempelvis lys, pumper, nødtelefoner, styre- og overvåkingssystem, kommunikasjon osv.

Beredskapsplanverket for tunneler består i hovedsak av:

- Beskrivelse av tunnelen, utstyret i tunnelen, omkjøringsmuligheter og disponibelt innsatsutstyr.
- Risikoanalyse.
- Beredskapsplan for hendelser og svikt i det tekniske utstyret, inkludert sikkerhetsutstyret.
- Beskrivelse av en del viktige scenarier med innsatsplaner for hver av disse, og med klargjøring av ansvarsforhold mellom de ulike etatene.

1.11.3.2 Beredskapsplan for Oslofjordtunnelen

For Oslofjordtunnelen ble det utarbeidet to beredskapsplaner før brannen i 2011. Den første er datert 3. april 2003, mens en revidert beredskapsplan er datert 12. mars 2009. I beredskapsplanen fra 2003 er det vedlagt en kort risikovurdering (se kapittel 1.11.5.3). Beredskapsplanen fra 2009 inkluderer ikke en risikovurdering selv om håndbøkene krever dette.

Beredskapsplanene (2003 og 2009) for Oslofjordtunnelen omhandler i all hovedsak en beskrivelse av tekniske installasjoner slik som strøm, ventilasjon, belysning, vannforsyning, sikkerhetsutstyr (SOS-telefoner, brannslukkingsutstyr m.m.), trafikkteknisk utstyr og brannsikkerhet. Det er også en kort redegjørelse for rømningsmuligheter.

I beredskapsplanen fra 2009 er følgende sitat det eneste som SHT har funnet knyttet direkte opp mot evakuering av trafikanter i tunnelen:

0.2.1.1 Rømningsmuligheter

*-Rømning kan skje gjennom **tunnelinngangene**.*

*-En **tverrslagstunnel** 1900 m fra vestre inngangen (Verpen) kan brukes som gangbar rømningsvei for trafikantene, og kjørbar innsatsvei for nødetatene fra Buskerud siden. Døren for trafikantene er ikke låst. Porten for kjøretøy åpnes fra baksiden ift trafikkrommet. Tverrslagstunnelen er skiltet med innvendig belyst skilt (grønn løpende mann) ved porten.*

I beredskapsplanen fra 12. mars 2009 vises det til vedlegg 4.4 VTS-rutiner. Følgende siteres fra denne:

Rv 23 Oslofjordtunnelen

TILTAK VED HENDELSER

BRANN: Steng tunnel

Varsle brannvesen

Varsle politi

Ventilasjon settes i brannventilasjon

Belysning på fullt

Informere trafikantene via radioinnsnakk

Varsle beredskapsvakt SVA

1.11.4 Oversikt over branner og branntilløp i Oslofjordtunnelen

SHT har fått informasjon fra Statens vegvesen om 13 branner (inkludert brannen 23. juni 2011) og tre tilfeller av røykutvikling i kjøretøy i Oslofjordtunnelen siden den ble åpnet i 2000. Ti av brannene var i lastebil/vogntog og tre i personbil. I en av personbilbrannene omkom en person og en ble skadet. SHT har etterspurt rapporter fra de omtalte brannene, men har kun fått oversendt rapporter etter brannene i polske vogntog 29. mars 2011 og 23. juni 2011. Statens vegvesen opplyser at de ikke har skrevet rapporter for de andre hendelsene. Tabell 3 viser oversikt over branner/branntilløp.

Tabell 3: Liste over branner og branntilløp i Oslofjordtunnelen fra Statens vegvesen (SVV)

Branner og branntilløp i Oslofjordtunnelen		
Dato	SVV rapport utarbeidet	Informasjon fra SVV
23. juni 2011	12. april 2012	Se kapittel 1.16.1.
5. april 2011	Ikke skrevet	Varmgang i bremsen i et tungt kjøretøy. Røykutvikling men ingen brann. Tunnel stengt for utlufting.
29. mars 2011	13. juli 2011	Det oppstod en brann i et polskregistrert vogntog (trekkbil og semitrailer) ca. midtveis i Oslofjordtunnelen. Dette vogntoget var lastet med 30 tonn papir som skulle transporteres fra Södre Cell Tofte AS til Sverige.
25. okt. 2010	Ikke skrevet	Kollisjon mellom to personbiler hvor det oppsto brann i det ene kjøretøyet
7. sept. 2009	Ikke skrevet	Brann i førerhytta og motorrom på et tungt kjøretøy grunnet varmgang i bremsen.
9. juli 2009	Ikke skrevet	Begynte å brenne i et tungt kjøretøy fra Estland etter at isolasjonsmateriale kom i kontakt med eksosanlegg. Brannen ble slokket av føreren selv.
22. okt. 2008	Ikke skrevet	Lastebil med henger begynte å brenne. Ifølge SVV er det sannsynligvis grunnet varmgang i bremsen.
16. okt. 2008	Ikke skrevet	Personbilbrann.
5. febr. 2006	Ikke skrevet	Brann i førerhytte på en trekkbil med semitrailer.
25. juli 2005	Ikke skrevet	To personbiler kolliderte hvor det oppsto brann i den ene. En person omkom og en person ble skadet
2. juni 2004	Ikke skrevet	Brann i materialer rundt eksosanlegg i et kjøretøy.
20. okt. 2003	Ikke skrevet	Motorhavari i et kjøretøy som førte til røykutvikling.
17. sept. 2003	Ikke skrevet	Varmgang i bremsen i et hestetransportkjøretøy med henger.
Ukjent 2002	Ikke skrevet	Informasjon fra Røyken brannvesen om brann i vogntog fullastet med gjødsel. Fører klarte å kjøre vogntoget ut av tunnelen før det ble overtent.
19. febr. 2001	Ikke skrevet	Brann i motorrom i en lastebil med henger.
28. sept. 2000	Ikke skrevet	Brann i bil etter trafikkuhell.

1.11.5 Rapporter om sikkerhet og risikoanalyser for Oslofjordtunnelen

1.11.5.1 *DNV: Oslofjordtunnelen – Brannanalyse 2000*

Rapporten er utarbeidet av Det Norske Veritas (DNV) på oppdrag for Statens vegvesen i år 2000, og omfatter brannanalyse med beregninger og simulering av typiske branner. Både brann i personbil (5 MW branneffekt), normal lastebil (20 MW branneffekt) og tungt kjøretøy (100 MW branneffekt) er simulert. Valgte brannplasseringer var i det laveste partiet og en brann 1 km fra Drøbaksiden. Ulik vifteeffekt var en del av simuleringen.

En av konklusjonene var at det for brann i stor lastebil (100 MW) ville oppstå en ustabil situasjon med stor oppsamling av røyk og varme på begge sider av brannen. Oppdriften

til den varme røyken ville forårsake at det tar lang tid å ventilere røyken mot Hurumsiden. Etter 32 min full vifteeffekt var det fortsatt store mengder røyk og varme nedenfor brannen. I tillegg ville de voldsomme svingningene og temperaturen komme opp i 1000 grader C i en avstand på 50 m ovenfor brannstedet, hvilket ville vanskeliggjøre slokking fra Drøbaksiden.

Det legges til grunn at standard ventilasjonsretning er lagt mot Hurum fordi brannvesenet i Follo (Drøbak) er nærmest, og i tillegg best utstyrt for å slokke branner i tunnelen.

Brannanalysen påpeker viktigheten av å starte evakuering øyeblikkelig etter at brannen starter samt at det installeres varslingsystem for trafikanter med klare instruksjoner om evakueringsmåte og -retning. Dette fordi hele tunnelen blir fylt med tett røyk ved brann i oppoverbakken mot Drøbak.

Rapporten ga bl.a. følgende anbefalinger for å forbedre brannsikkerheten i tunnelen:

Det anbefales ikke å starte vifter i retning mot Hurum dersom brannen foregår i det bratte partiet opp mot Drøbak åpningen. Dette kan medføre en forverring av situasjonen på grunn av at høye røykkonsentrasjoner og temperaturer kan oppstå på begge sider av brannen, og videre gjennom hele tunnelen.

Det anbefales å benytte brannvesenet fra Hurumsiden i de tilfellene hvor det er naturlig at røyken går mot Drøbak åpningen.

På grunn av den raske varme- og røykutviklingen er det viktig å starte evakuering øyeblikkelig etter at brannen starter. Det anbefales å installere et varslingsystem for trafikanter i tunnelen med klare instruksjoner om evakueringsmetode (med bil eller til fots) og evakueringsretning. Brannplassering og trekkretning må være bestemmende for evakueringsretning.

1.11.5.2 DNV: Risikoanalyse 2001

I 2001 utførte DNV en risikoanalyse av Oslofjordtunnelen på oppdrag for Statens vegvesen i forbindelse med vurdering av installering av videoovervåkingssystem i tunnelen. Analysen konkluderte ut fra kost-/nytteberegninger at det ikke var samfunnsøkonomisk nyttig å installere videoovervåkingssystem. Rapporten legger til grunn at en brann i Oslofjordtunnelen inntreffer hvert fjerde år, noe som i ettertid har vist seg å være et for lavt estimat.

1.11.5.3 Statens vegvesen: Risikoanalyse 2003

Beredskapsplanen for Rv 23 Oslofjordtunnelen fra april 2003 inkluderte en tosiders risikoanalyse.

I del 1.1 (Forutsetninger og beregninger) er det vist beregningsresultater for antall ulykker/hendelser per år i tunnelen ved en ÅDT på 4 200:

- 1,7 ulykker m/personskade
- 5,1 ulykker u/personskade
- 102 havarier
- 0,14 personbilbranner – dvs. ca. 7,1 år mellom hver brann

Følgende siteres fra del 1.2 (Vurdering) vedrørende styring av ventilasjon ved brann:

Om brannvesenet skal ha mulighet for å kunne arbeide effektivt med brannslukking dypt inne i en tunnel er det av helt avgjørende betydning at man er i stand til å få fjernet røyken slik at man kan rykke inn med frisk luft i ryggen. Ventilasjonen er dimensjonert for å gi frisk luft frem til brannstedet for en dimensjonerende brann på 5 MW¹⁰.

Ventilering er heller ikke uten ulemper. Dersom ventilasjon (røykproppen) styres mot kjørende eller innesperrete biler og personer, kan ulykker bli mer omfattende. Normalt vil det være en fordel å kjøre ventilasjonen på fullt når det oppstår brann under forutsetning at alle personer bak brannstedet er ute av tunnelen.

Brannvesenet bør styre ventilasjonen manuelt når de kommer til stedet og har fått oversikt over situasjonen. Da vil biler som stopper foran brannstedet få frisk luft i ryggen og kunne være utenfor fare. Videre forutsettes det at biler som befinner seg foran brannstedet (sett i kjøreretningen) og kjører mot brannen, kan snus og kjøre ut av tunnelen, eller parkeres slik at trafikantene kan gå ut av tunnelen.

1.11.5.4 SINTEF: Sikkerhet i Oslofjordtunnelen 2004

I 2004 henvendte Rådet for Drammensregionen, som representerer næringsliv og innbyggere i syv kommuner, seg til SINTEF for å få utarbeidet en grov, overordnet vurdering av sikkerhet og pålitelighet av Oslofjordtunnelen. Dette arbeidet er dokumentert i rapporten *Sikkerhet i Oslofjordtunnelen: Uavhengig gjennomgang av Bergsikring – Brann – Beredskap - Teknisk utstyr – Trafikanttiltak*.

SINTEF peker i sin rapport på de viktigste analyser og sikkerhetstiltak som anbefales grundig gjennomført for Oslofjordtunnelen, herunder nevnes risikoanalyser, analyse av registrerte hendelser og tiltak, samt systematisk oppfølging. Andre tiltak som nevnes er blant annet bedre belysning, redusert fartsgrense, tilstrekkelig antall godt synlige nødrom og merking av disse.

Når det gjelder evakuering sier rapporten blant annet:

Tiden det tar å evakuere til fots avhenger blant annet av; ganghastighet, sikt, varme, om røyken er giftig. Binding til kjøretøy, eiendeler, grupper kan medføre at trafikanter nøler med, vegrer seg for, å evakuere til fots. Effektiv evakuering avhenger i stor grad av muligheter for å styre røyken via ventilasjonsvifter. Ifølge normene for evakuering i tunneler, er ganghastigheten satt til 1.5-2.0 m pr sekund. Dette er imidlertid normer basert på observasjoner av friske voksne. Vi vet i dag for lite om hva som er realistiske ganghastigheter i en evakuering. Dette vil sannsynligvis avhenge blant annet av: sikt, trengsel, funksjonshemming, alder (barn, eldre), forsinkelse pga binding til gruppe (familie, reiseselskap, bagasje).

Rømning i Oslofjordtunnelen skal foregå via tunnelinngangene eller via et tverrslag 1900 m fra vestre inngang (Verpen). Tverrslaget kan brukes som en gangbar rømningsvei for trafikantene. I en tunnel som er 7250 m lang, er man avhengig av ventilasjon for å etablere sikre soner. Dette vil være mulig for de aller fleste branner i Oslofjordtunnelen, ved å styre røyken i én retning.

¹⁰ 5 MW er korrekt sitert fra risikoanalysen. SHT har fått opplyst at dette er en skrivefeil og at verdien skal være 50 MW.

Flere nødutganger / rømningsveier enn det ene tverrsalget 1,9 km fra den ene utgangen og 5,3 km fra den andre utgangen kan være en fordel. I tilfelle brann vil slike veier være viktigst for brannvesenet for å ha flere adkomstmuligheter til et ulykkessted. Det er tvilsomt at de som eventuelt er fanget i røyk vil kunne finne fram til slike nødutganger. Et slikt tiltak må vurderes sett i sammenheng med andre mulige tiltak. Et alternativ er å etablere nødrom som er godt synlige. Forsøk med blinkende LED-lys for å lede trafikanter til nødrom, nødutganger bør prøves ut.

Regelmessige øvelser er nødvendig for at atferd og kommunikasjon mellom VTS, politi, redning og trafikanter skal fungere ifølge beredskapsplanen.

Statens vegvesen har opplyst til SHT at Statens vegvesen ved Stor-Oslo distrikt, som da hadde ansvaret for Oslofjordtunnelen, ikke var involvert i utarbeidelsen av rapporten, men fikk kjennskap til rapporten da den forelå. Statens vegvesen oppgir at rapporten delvis ble brukt i sikkerhetsoppfølgingen av Oslofjordtunnelen, men at forbeholdene i rapporten (begrenset mengde informasjon, uten tilgang på førstehåndsinformasjon/intervjuer fra Statens vegvesen, ingen befaring av tunnelen og at rapporten ble gjennomført på kort tid) gjør at annen informasjon har vært viktigere i sikkerhetsoppfølgingen av tunnelen i årene etter 2004.

1.11.6 Sikkerhetsgodkjenning av Oslofjordtunnelen

Forskrift 15. mai 2007 nr. 517 om minimum sikkerhetskrav til visse veitunneler (tunnelsikkerhetsforskriften) gjelder for Oslofjordtunnelen. I forskriften heter det at:

For tunneler som allerede er åpne for offentlig trafikk per 30. november 2006, skal det etter nærmere bestemmelser fastsatt i § 14, jf. vedlegg II, foretas en vurdering av om de er i samsvar med kravene i denne forskriften.

Deler av kravene i forskriften var iverksatt, men full gjennomgang og renovering av tunnelen var planlagt gjennomført innen tidsfristen som i forskriften er satt til 30. april 2019 (tidsfrist gitt av EU til å oppgradere tunneler på TEN-T veinettet for land med vesentlig flere tunneler enn gjennomsnittet). Da det ikke var dokumentert at alle krav i forskriften var gjennomført, var Oslofjordtunnelen heller ikke sikkerhetsgodkjent i henhold til krav satt i tunnelsikkerhetsforskriften og retningslinjer gitt i Håndbok 269 – Sikkerhetsforvaltning av veitunneler (Del 1) på hendelsestidspunktet i juli 2011.

Tunnelen ble sikkerhetsgodkjent før åpningen i 2012 med varighet i fem år.

1.11.7 Tilsyn med Oslofjordtunnelen som særskilt brannobjekt

Søndre Follo brannvesen (SFB) gjennomfører regelmessige tilsyn med tunnelene i sitt område. Det er opp til brannvesenet hvilke av de særskilte brannobjektene innen samme kategori – her Statens vegvesens veitunneler – de vil føre tilsyn med når de velger ut årlige tilsynsobjekter.

SHT har mottatt tilsynsrapportene fra SFB som omhandler Oslofjordtunnelen i perioden fra tunnelen ble åpnet og frem til etter brannen i 2011. SHT har også mottatt Statens vegvesens tilbakemelding på tilsynsrapportene.

Det opplyses fra SFB at historikken omkring Oslofjordtunnelen som særskilt brannobjekt i SFB startet i god tid før den ble åpnet. I følge SFB var det ikke samsvar mellom

tunnelens utforming hva gjaldt sikkerhetsutrustning og hva brannsjefen i SFB mente var nødvendig for at personsikkerheten skulle være tilfredsstillende ivaretatt. Dette gjaldt for både trafikanter og innsatspersonell. Videre har SFB opplyst at de gjentatte ganger påpekte at det ikke gjenspeilte risikomomentene i tunnelen at Oslofjordtunnelen i utgangspunktet var sikkerhetsutrustet for å takle en personbilbrann.

Vedlegg F viser at SFB i forbindelse med tilsynsrapporter ved flere anledninger har bedt om oppdatert risikovurdering og beredskapsplan for Oslofjordtunnelen. Følgende utdypning til vedlegget gis her:

- I 2000 ga brannsjefen pålegg om videoovervåking av tunnelen, noe Statens vegvesen anket til Direktoratet for brann- og elsikkerhet (DBE), som ga Statens vegvesen medhold. DBE mente sikkerheten var ivaretatt og henviste til veitunnelnormalen og utført risikoanalyse.
- I 2003 ba SFB om en oppdatert risikoanalyse for Oslofjordtunnelen. Tilbakemelding fra Statens vegvesen var at den eksisterende risikoanalysen fra i forkant av tunnelbyggingen var god nok.
- I 2005 ba SFB på nytt om oppdatert beredskapsplan inkludert risikoanalyse. På dette tidspunktet forelå det en beredskapsplan (utgave per 3. april 2003, se kapittel 1.11.3) som inkluderte en to siders risikoanalyse for tunnelen (se kapittel 1.11.5.3).
- Deretter, i forbindelse med tre ulike tilsyn i Oslofjordtunnelen (2006, 2007 og 2008), påpekte SFB avvik fra Internkontrollforskriften § 5, 2. ledd punkt 5 og 6, da SFB enda ikke hadde mottatt oppdatert beredskapsplan. Statens vegvesen svarte ved alle tre tilfeller at beredskapsplan ville bli oppdatert i løpet av året. I tilbakemeldingen fra Statens vegvesen i mai 2008 beklaget Statens vegvesen på det sterkeste at beredskapsplan fremdeles ikke var ferdig revidert til tross for at dette var lovet ved flere anledninger.
- Ved tilsyn i 2009 var beredskapsplan for Oslofjordtunnelen ferdig oppdatert (utgave per 12. mars 2009, se kapittel 1.11.3). I tilsynsrapporten fra SFB (anmerkning 1) ble det påpekt behov for en særskilt risikoanalyse som omhandlet sikkerhetskrav til SOS-boksene da «*SFB er av den oppfatning at disse vil være et naturlig evakueringspunkt for trafikanter i en nødssituasjon, spesielt i ettløpstunneler*». Statens vegvesens tilbakemelding viste til Håndbok 021 hvor det fremgår at nødstasjonene ikke gir beskyttelse mot brann, og at dette skal skiltes/merkes. Statens vegvesen hadde som mål å ha iverksatt slik merking innen 31. des. 2009.
- Før brannen, den 14. april 2010, gjennomførte SFB brannteknisk inspeksjon i Oslofjordtunnelen. Ved tilsynet ble det ikke avdekket avvik og/eller anmerkninger.
- Etter brannen, den 7. juli 2011 gjennomførte SFB igjen tilsyn i tunnelen. Det ble påpekt ett avvik og tre anmerkninger. Avviket var «*ikke tilfredsstillende dokumentasjon, risikoanalyse*» etter internkontrollforskriften § 5, 2. ledd punkt 6 og forebyggendeforskriften §§ 2-1, 3-4 og 3-6. Basert på dette avviket ble det fremsatt krav om dokumentert risikoanalyse med tiltaksplan.

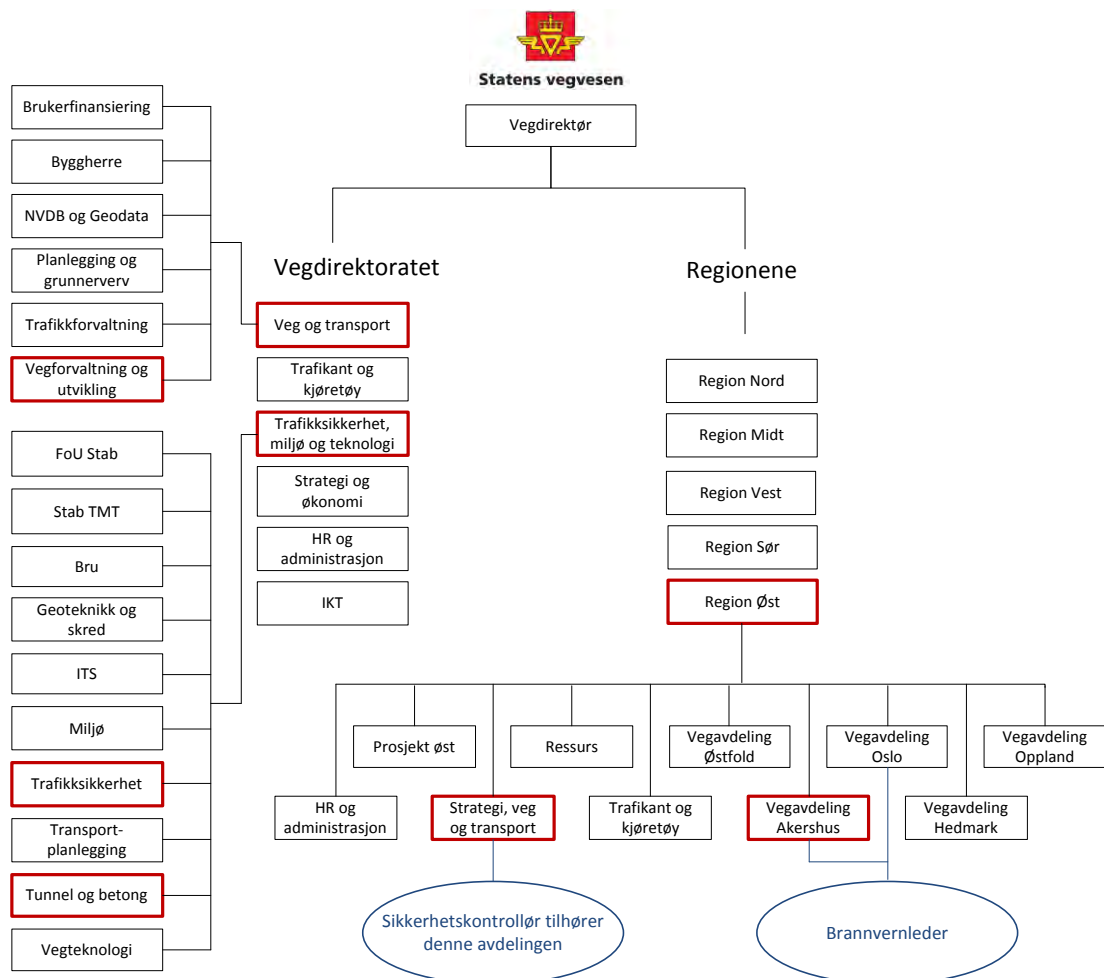
Videre har SFB forklart til SHT at de ikke har særskilt fagkompetanse på veitunneler, og at de dermed må basere seg på gjeldende regelverk/dokumentasjon, historikk og erfaringer. I følge SFB har de derfor ingen grunn til å overprøve en risikoanalyse utført av tunneleier, men må stole på at tunneleier har en oppdatert risikoanalyse i henhold til Internkontrollforskriftens § 5 punkt 6. I henhold til tunnelsikkerhetsforskriften § 10 er Vegdirektoratet ansvarlig for at risikoanalysen er tilfredsstillende utført, og skal kontrollere risikoanalysen minimum to ganger i løpet av en seksårsperiode.

Med bakgrunn i den historiske oversikten over dokumentasjon vedrørende tiltak/tilsyn i Oslofjordtunnelen mener SFB at de har ivaretatt sitt ansvar som tilsynsmyndighet.

1.12 Myndigheter, organisasjoner og ledelse

1.12.1 Statens vegvesen

Statens vegvesen er et forvaltningsorgan underlagt Samferdselsdepartementet. Etaten er organisert i to forvaltningsnivåer – Vegdirektoratet og fem regioner. Statens vegvesen har ansvaret for planlegging, bygging, drift og vedlikehold av riks- og fylkesveinettet, samt godkjenning og tilsyn med kjøretøy og trafikanter. De utarbeider også bestemmelser og retningslinjer for veiutforming, drift og vedlikehold, veitrafikk, trafikantopplæring og kjøretøy. Organisasjonskart for etaten vises i figur 15.



Figur 15: Organisasjonskart for Statens vegvesen. Røde markeringer henviser til seksjoner eller avdelinger som enten har et drifts- eller forvaltningsansvar for Oslofjordtunnelen. Illustrasjon: Statens vegvesen/SHT

1.12.1.1 *Vegdirektoratet*

Vegdirektoratet har ansvar for strategisk og overordnet planlegging, budsjett, oppfølging og ressursstyring på overordnet nivå for riksvei. De skal forberede saker som skal behandles i Samferdselsdepartementet, samt betjene departementet etter departementets behov og ønsker. De har også ansvar for internasjonal virksomhet. Vegdirektoratet er organisert i seks avdelinger med underliggende seksjoner og fire staber. Vegdirektoratet er forvaltningsmyndighet for riksveitunneler, men har delegert deler av dette til regionene – se figur 16.

1.12.1.2 *Regionvegkontorene*

Regionvegsjefen som leder av Regionvegkontoret er veiadministrasjon på regionalt nivå både for riks- og fylkesvei. I riksveisaker og andre statlige oppgaver hører regionvegsjefen under Vegdirektoratet, og i fylkesveisaker under fylkeskommunen, jfr. Vegloven § 10. Veiavdelingen i et fylke er en del av regionvegkontoret og avdelingslederen rapporterer til regionvegsjefen.

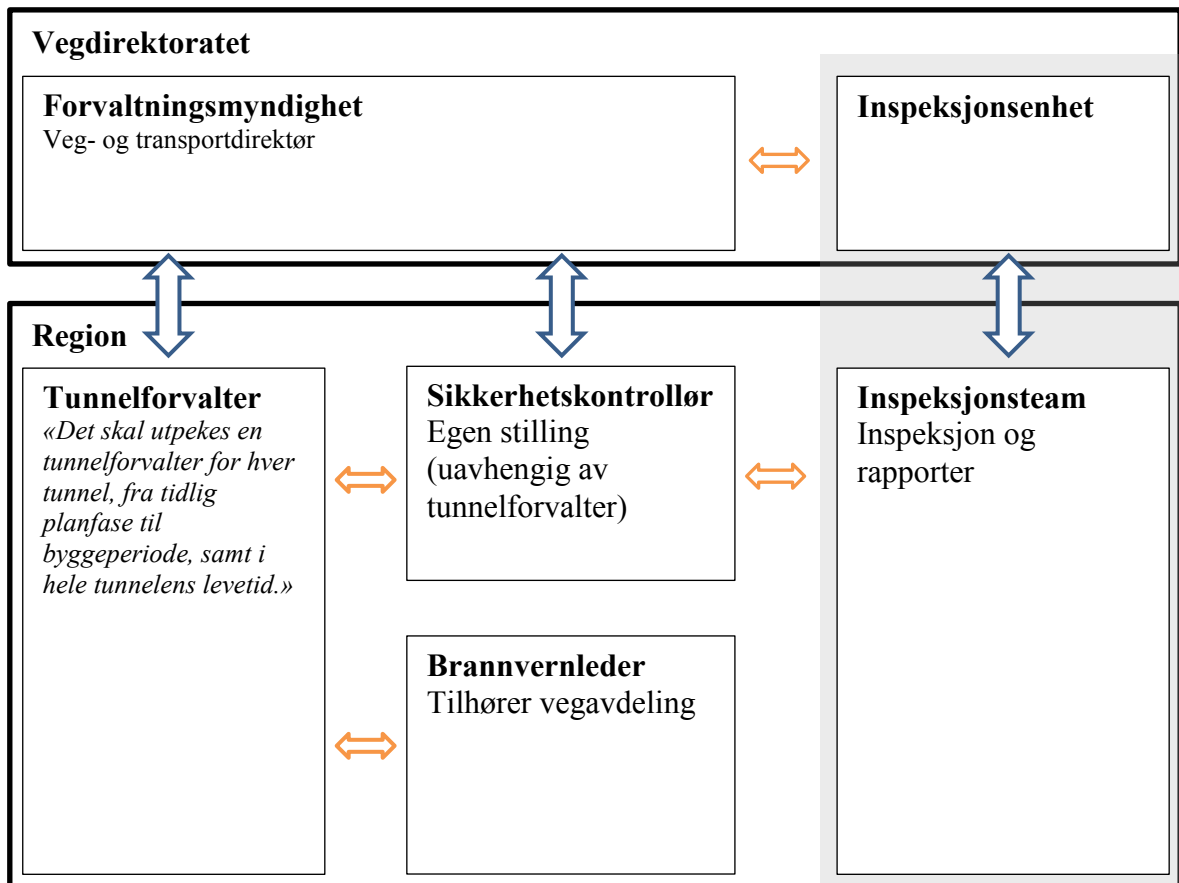
Regionvegsjefen er forvaltningsmyndighet for riksveitunneler med rapportering til Vegdirektoratet. I Vegdirektoratets forslag til tunnelsikkerhetsforskrift for fylkesvei er det foreslått at regionvegsjefen også er tunnelforvalter for fylkesveitunneler. Forslaget er til behandling i Samferdselsdepartementet.

1.12.1.3 *Vegtrafikksentralene (VTS)*

VTS har ansvar for overvåking av veinettet, trafikkstyring og intern varsling i egen region og til Vegdirektoratet. VTS er underlagt de fem regionveikontorene og er plassert henholdsvis i Mosjøen, Trondheim, Bergen, Porsgrunn og Oslo. I tillegg har Region vest en VTS-sentral i Lærdal. Statens vegvesen har gjennom VTS i Region øst, som er i Oslo, ansvar for overvåking og trafikkstyring av trafikken gjennom Oslofjordtunnelen. Vegtrafikksentralen for Region øst har i tillegg et nasjonalt operativt ansvar for veimeldingstjenesten. Veimeldingene innrapporteres fra bl.a. trafikanter, entreprenører og fergeselskaper til VTS.

1.12.2 Forvaltningsmyndighet for Oslofjordtunnelen

Vegdirektoratet er forvaltningsmyndighet for Oslofjordtunnelen. Forvaltningsmyndigheten har ansvaret for å påse at alle sider ved sikkerheten i veitunneler er ivaretatt i samsvar med tunnelsikkerhetsforskriften. De har ansvaret for sikkerhetsgodkjenning av tunnelen og kan også stenge eller begrense bruken av tunnelen dersom sikkerhetskravene ikke er oppfylt. Roller i forbindelse med forvaltning av veitunneler vises i figur 16.



Figur 16: Roller i forvaltningen av en veitunnel. Kilde: Vegdirektoratet

1.12.2.1 Tunnelforvalter

Oslofjordtunnelen er geografisk delt mellom Region øst og Region sør, men det er Statens vegvesen Region øst som er tunnelforvalter for Oslofjordtunnelen. Dette ansvaret ble delegert til Vegavdeling Akershus 1. januar 2010, i tillegg til tunnelforvalteransvaret for 28 andre tunneler i Akershus fylke. Tunnelforvalter skal sørge for at tunnelen driftes etter gjeldende forskrifter og håndbøker.

I følge Håndbok 269 skal tunnelforvalter sørge for at det utarbeides og oversendes en rapport ved enhver betydelig hendelse eller ulykke. Med betydelig hendelse menes brann i kjøretøy eller tunnelkonstruksjon i tillegg til ulykker med drepte og alvorlig personskade. Rapporten skal være utarbeidet innen en måned etter at hendelsen fant sted og sendes til sikkerhetskontrollør for vedkommende tunnel, til Vegdirektoratet ved Veg- og trafikkavdelingen og til redningstjenestene.

Undersøkelserapporter etter betydelige hendelser eller ulykker i tunnelen, utarbeidet av andre, skal også sendes til sikkerhetskontrollør for tunnelen.

Rapportene for veitunneler innen TEN-T-veinettet er grunnlag for forvaltningsmyndighetens rapporter til EFTAs overvåkingsorgan (ESA) om slike hendelser i norske tunneler.

1.12.2.2 Sikkerhetskontrollør

I følge Håndbok 269 skal tunnelforvalter, etter forhåndssamtykke fra Vegdirektoratet, oppnevne en sikkerhetskontrollør for hver tunnel eller en gruppe tunneler. Sikkerhetskontrollør for Oslofjordtunnelen er organisatorisk plassert i Strategi, vei og transportavdelingen i Statens vegvesen Region øst (se figur 15). Sikkerhetskontrolløren er det formelle bindeleddet på det tunnelfaglige området mellom Vegdirektoratet, Region øst og de fem veiavdelingene i regionen.

Oppgaven til sikkerhetskontrolløren er å samordne alle tiltak av forebyggende art og forhold knyttet til vernetiltak for å ivareta trafikantenes og driftspersonalets sikkerhet. Sikkerhetskontrolløren skal være uavhengig av sin arbeidsgiver i alle spørsmål som omhandler sikkerhet i tunnelen. Sikkerhetskontrollør skal motta og formidle ulike rapporter som gjelder tunnelers sikkerhet og delta i evalueringer av alle betydelige hendelser og ulykker.

1.12.2.3 Brannvernleder

Oslofjordtunnelen er et særskilt brannobjekt og det skal utpekes en brannvernleder for tunnelen, i henhold til forskrift 26. juni 2002 nr. 847 om brannforebyggende tiltak og tilsyn, § 3-2. Brannvernlederen er ansatt i heltidsstilling og er administrativt plassert i Vegavdeling Oslo. Brannvernleder har i tillegg til Oslofjordtunnelen også ansvar for øvrige tunneler på riks- og fylkesveiene i både Oslo og Akershus. Stillingen rapporterer til respektive ledere i Vegavdeling Oslo og Vegavdeling Akershus.

Brannvernleder har som oppgave å ivareta brannvernet og være den som tilsynsmyndigheten (brann- og redningsvesenet) skal forholde seg til. Brannvernleder skal rapportere til tunnelforvalter om de brannfaglige svakheter og mangler som identifiseres i tunnelene.

1.12.3 Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)

DSB er et forvaltningsorgan underlagt Justis- og beredskapsdepartementet. DSBs ansvar på samfunnssikkerhetsområdet omfatter nasjonal, regional og lokal sikkerhet og beredskap, brann- og elsikkerhet, industri- og næringslivssikkerhet, farlige stoff, og produkt- og forbrukersikkerhet. DSB har også ansvar for Sivilforsvaret. Etaten ble opprettet i 2003 som en videreføring av Direktoratet for brann- og elsikkerhet (DBE) som ble opprettet i 2002 etter sammenslåing av Produkt- og Elektrisitetstilsynet og Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern.

Fra Justis- og beredskapsdepartementets forventes blant annet følgende av DSB innenfor brann- og redningsområdet i 2012 (Tildelingsbrev DSB 2012):

Nasjonal brannmyndighet DSB skal være en tydelig nasjonal brannmyndighet i fagmiljøet og overfor samfunnet forøvrig. Direktoratet skal iverksette regjeringens strategi med målrettet satsning på forebyggende arbeid for å forhindre og redusere konsekvensene av branner, samtidig som brannvesenets beredskap og håndteringsevne skal styrkes. Departementet forventer en tydelig sammenheng i direktoratets samlede portefølje på brannområdet, med særlig vekt på god samhandling mellom direktoratet, fylkesmennene og kommunene. Departementet forventer videre at direktoratet arbeider for tydelige

sammenhenger mellom de kommunale brannvesens portefølje, og at dette reflekteres i det helhetlige kommunale arbeidet med forebygging og beredskap. DSB gir gjennom regelverk, tilsyn og informasjon føringer for brannvernarbeidet i kommunene.

SHT har fått opplyst at det avholdes fire møter i året hvor DSB møter Vegdirektoratet.

1.12.4 Brann- og redningsvesenet

Brann- og redningsvesenet (brannvesenet) i Norge er underlagt kommunal styring. DSB styrer kommunene gjennom lov 14. juni 2002 nr. 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven) med forskrifter. Lovens formål er å verne liv, helse og materielle verdier. Brann- og redningstjenesten skal drive forebyggende arbeid, herunder tilsyn, slokke brann og være teknisk redningsressurs ved branner og andre ulykker. Mange kommuner inngår i ulike former for samarbeid, f.eks. interkommunale selskaper (IKS).

1.12.4.1 *Søndre Follo brannvesen IKS*

Søndre Follo brannvesen IKS (SFB) er gitt hovedansvar for Oslofjordtunnelen, og samarbeider med Røyken brannvesen og Hurum brannvesen ved innsats og øvelser.

SFB er et interkommunalt selskap for kommunene Frogn, Nesodden og Ås med til sammen ca. 50000 innbyggere. SFB har ansvar for brannforebyggende arbeid, feiing og brann- og ulykkesberedskap. SFB har et mannskap på 35 heltidsansatte og 28 deltidsansatte.

I 2010 flyttet SFB inn i ny hovedbrannstasjon på Korsegården i Ås, 6 minutters kjøretid fra Oslofjordtunnelen. SFB har i tillegg en brannstasjon på Nesodden.

Søndre Follo brannvesen (SFB) skriver selv i sin evaluering etter brannen i Oslofjordtunnelen at deres innsatsstyrke er dimensjonert til å håndtere branner i størrelsesordenen 30 – 40 MW.

1.12.4.2 *Røyken brannvesen*

Røyken brannvesen har en samlet innsatsstyrke på 16 personer hvorav fire til enhver tid er på vakt på brannstasjonen. De som ikke er på vakt er utstyrt med personsøker for tilkalling. I tillegg er fører av tankbil tilgjengelig på hjemmevakt.

1.12.4.3 *Hurum brannvesen*

Hurum brannvesen har en samlet innsatsstyrke på 17 personer, med en roterende hjemmevakt hvor fire personer til enhver tid er tilgjengelig. De øvrige 13 personene tilkalles ved behov.

1.13 **Regelverk og retningslinjer**

1.13.1 Lover

Rammene for bygging, bruk, drift, tilsyn, kontroll og brannberedskap av veitunneler er i hovedsak regulert i følgende lover:

- Lov 21. juni 1963 nr. 23 om veg (veglov).
- Lov 18. juni 1965 nr. 4 om vegtrafikk (vegtrafikklov).
- Lov 14. juni 2002 nr. 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven).
- Lov 27. juni 2008 nr. 71 om byggesaker og saksbehandling (plan- og bygningslov).

Med hjemmel i disse lovene er det vedtatt forskrifter, normaler og retningslinjer.

1.13.1.1 *Vegloven*

Vegloven forvaltes av Statens vegvesen og hjemler forskrifter, normaler og retningslinjer som er grunnlag for utforming og bygging av veianlegg, samt drift og vedlikehold av disse.

1.13.1.2 *Vegtrafikkloven*

Vegtrafikkloven forvaltes av Statens vegvesen og hjemler forskrifter, normaler og retningslinjer vedrørende skilting, oppmerking og andre trafikkregulerende tiltak.

1.13.1.3 *Brann- og eksplosjonsvernloven*

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) er sentral forvaltningsmyndighet etter brann- og eksplosjonsvernloven.

1.13.1.4 *Plan- og bygningsloven*

Miljøverndepartementet er forvalter av plandelen av loven, mens Kommunal- og regionaldepartementet gjennom Statens Byggtekniske etat forvalter bygningsdelen. Både DSB og Statens vegvesen er statlig fagmyndighet med innsigelsesrett etter plan- og bygningsloven.

1.13.2 Forskrifter, normaler og retningslinjer

Følgende forskrifter, normaler og retningslinjer omtales nærmere i forbindelse med denne rapporten:

- Forskrift 15. mai 2007 nr. 517 om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (tunnelsikkerhetsforskriften).
- Forskrift 26. juni nr. 729 om organisering og dimensjonering av brannvesen.
- Forskrift 26. juni nr. 847 om brannforebyggende tiltak og tilsyn (forebyggendeforskriften).
- Forskrift 21. juni nr. 1127 om systematisk helse-, miljø og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften).
- Statens vegvesens Håndbok 021 – Vegtunneler (1992). Håndboken har status som normal og er hjemlet i vegloven.

- Statens vegvesens Håndbok 163 – Vann- og frostsikring i tunneler (2006). Håndboken har status som retningslinje.
- Statens vegvesens Håndbok 269 – Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler del 1 (2007). Håndboken har status som retningslinje.

1.13.2.1 Retningslinjer for saksbehandling og ivaretagelse av brann- og elsikkerhet i vegtunneler. *Tunnelsikkerhetsforskriften*

Tunnelsikkerhetsforskriften gjelder veitunneler med lengde på over 500 m på riksveier og veier på det transeuropeiske veinettet (TEN-T), og har som formål å:

sikre laveste tillatte sikkerhetsnivå for trafikanter i tunneler ved krav til å forebygge kritiske hendelser som kan sette menneskeliv, miljøet og tunnelanlegg i fare og til å sørge for vern i tilfelle av ulykker.

Forskriften ble vedtatt ifm. implementering av EU-direktiv 2004/54 og regulerer forhold rundt:

- Ansvarsområde for forvaltningsmyndighet, tunnelforvalter og sikkerhetskontrollør
- Krav til risikoanalyse
- Minimum sikkerhetskrav til tunneler
- Krav til inspeksjoner
- Rapporteringsrutiner
- Godkjenningsrutiner for
 - o tunneler som ikke er godkjent,
 - o tunneler som er godkjent men ikke tatt i bruk
 - o tunneler som allerede er i bruk
- Tidspunkt for godkjenning av tunneler

1.13.2.2 *Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen*

Forskriften beskriver administrative forhold, organisering og dimensjonering av forebyggende oppgaver, organisering av beredskap og innsats, dimensjonering av beredskap, utrustning av beredskapen, samt opplæring og kompetanse for brannvesenet.

Det er ikke beskrevet spesielle krav som gjelder organisering, dimensjonering og kompetanse relatert til tunneler i forskriften.

I kapittel 5 er det satt generelle minstekrav til dimensjonering av brann- og redningstjenesten. Alle brannvesen skal ha beredskap basert på risiko, og innsatsstyrken skal være på minimum 16 personer. Det er satt krav til vaktberedskap avhengig av

størrelse på tettsted. Det innebærer at de største tettstedene/byene har kasernerte mannskaper mens det i mindre tettsted/ landlige områder er deltidsstyrker.

1.13.2.3 *Forebyggendeforskriften*

Forskriftens formål er å verne liv, helse, miljø og materielle verdier gjennom krav til forebyggende tiltak mot brann og eksplosjon. Forskriften har blant annet bestemmelser om:

- Generelle krav til eier og virksomhet/bruker av brannobjekter
- Krav til organisatoriske tiltak i særskilte brannobjekter
- Krav til tekniske tiltak i særskilte brannobjekter
- Kommunens brannforebyggende oppgaver
- Tilsyn

1.13.2.4 *Internkontrollforskriften*

Internkontrollforskriften gjelder for virksomhet som omfattes av brann- og eksplosjonsvernloven (herunder særskilte brannobjekter). Internkontroll innebærer blant annet at (ref. § 5 punkt 6) virksomheten skal kartlegge farer og problemer og på denne bakgrunn vurdere risiko, samt utarbeide tilhørende planer og tiltak for å redusere risikoforholdene, og at dette skal dokumenteres skriftlig. Se utdrag fra Internkontrollforskriften § 5 i vedlegg G.

1.13.2.5 *Håndbok 021 – Vegtunneler (1992)*

Statens vegvesens Håndbok 021 – Vegtunneler utgave 1992 gjaldt på byggetidspunktet for Oslofjordtunnelen. Håndboken har siden blitt revidert tre ganger, i 2002, 2006 og 2010.

Tabell 4: Aktuelle krav i håndboken fra 1992

<p>Rømning:</p>	<p>Det beskrives i kapittel 3, pkt. 306 hvordan rømningsmulighetene ivaretas både i ettløps- og toløpstunneler:</p> <p><i>Mulighet for å rømme tunnelen skal vurderes i de ulike tunnelklasser. Rømningsmulighet kan ivaretas på to måter:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>I tunneler med tovegstrafikk varsles trafikantene, de snur i tunnelen og kjører ut igjen. Det anlegges tydelige merkede snunisjer. Kfr. avsnitt 307.</i> - <i>I tunneler med to parallelle tunnellop ivaretas rømning ved tverrforbindelser mellom tunnellopene.</i> 																																																																																																							
<p>Vertikal-kurvatur:</p>	<p>Hvis stigningens lengde er over 1 km skal stigningen være maks:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 8 % ved ÅDT 0 – 1 500 kjøretøy - 7 % ved ÅDT > 1 500 kjøretøy <p>Dersom det anlegges forbikjøringsfelt, kan verdiene i tabellen økes med 1 %.</p>																																																																																																							
<p>Sikkerhets-utstyr:</p>	<p>SIKKERHETSUTRUSTNING I TUNNELER</p> <table border="1" data-bbox="555 1003 1252 1702"> <thead> <tr> <th rowspan="2">UTRUSTNING</th> <th colspan="5">TUNNELKLASSER</th> <th rowspan="2">MERKNADER</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rømningslys</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>Ca. 50 m avstand</td> </tr> <tr> <td>Brannslukningsapparat</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>Klasse A, B: For hver ca. 250 m C, D: For hver ca. 125 m E: For hver ca. 50 m</td> </tr> <tr> <td>Brannhydrant</td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>Vurderes i samarbeid med lokalt brannvesen</td> </tr> <tr> <td>Nedtelefon</td> <td>○</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>Klasse B: For hver ca. 500 m C, D: For hver ca. 250 m E: For hver ca. 100 m</td> </tr> <tr> <td>Nedskilt</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>Skilt som viser nærmeste utgang/nedgang. Plasseres ved brannslukningsapparatene.</td> </tr> <tr> <td>Lysignal for innkjøringen (redt blink)</td> <td></td> <td>○</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>Styres av CO-måter eller av tunnelbetjeningen.</td> </tr> <tr> <td>Bommer for stenging (manuelle)</td> <td>○</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>Automatiske bommer vurderes ved ÅDT over 10 000</td> </tr> <tr> <td>Variable tekstsilt</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td>●</td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TV-overvåking</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td>Vurderes spesielt</td> </tr> <tr> <td>Radioamband</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>●</td> <td>●</td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mobiltelefon</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>Avklares med Televerket</td> </tr> <tr> <td>Nedstrømsforsyning</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>Vurderes spesielt</td> </tr> <tr> <td>Kontroll av kjøretøy-høyder</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>●</td> <td>Brukes i klasse A-D ved fri høyde lavere enn 4,8 m</td> </tr> </tbody> </table> <p>● Krav ○ Vurderes</p>	UTRUSTNING	TUNNELKLASSER					MERKNADER	A	B	C	D	E	Rømningslys		○	○	●	●	Ca. 50 m avstand	Brannslukningsapparat	●	●	●	●	●	Klasse A, B: For hver ca. 250 m C, D: For hver ca. 125 m E: For hver ca. 50 m	Brannhydrant		○	○	○	○	Vurderes i samarbeid med lokalt brannvesen	Nedtelefon	○	●	●	●	●	Klasse B: For hver ca. 500 m C, D: For hver ca. 250 m E: For hver ca. 100 m	Nedskilt	●	●	●	●	●	Skilt som viser nærmeste utgang/nedgang. Plasseres ved brannslukningsapparatene.	Lysignal for innkjøringen (redt blink)		○	●	●	●	Styres av CO-måter eller av tunnelbetjeningen.	Bommer for stenging (manuelle)	○	●	●	●	●	Automatiske bommer vurderes ved ÅDT over 10 000	Variable tekstsilt			○	●	●		TV-overvåking				○	○	Vurderes spesielt	Radioamband	○	○	●	●	●		Mobiltelefon	○	○	○	○	○	Avklares med Televerket	Nedstrømsforsyning	○	○	○	○	○	Vurderes spesielt	Kontroll av kjøretøy-høyder	○	○	○	○	●	Brukes i klasse A-D ved fri høyde lavere enn 4,8 m
UTRUSTNING	TUNNELKLASSER					MERKNADER																																																																																																		
	A	B	C	D	E																																																																																																			
Rømningslys		○	○	●	●	Ca. 50 m avstand																																																																																																		
Brannslukningsapparat	●	●	●	●	●	Klasse A, B: For hver ca. 250 m C, D: For hver ca. 125 m E: For hver ca. 50 m																																																																																																		
Brannhydrant		○	○	○	○	Vurderes i samarbeid med lokalt brannvesen																																																																																																		
Nedtelefon	○	●	●	●	●	Klasse B: For hver ca. 500 m C, D: For hver ca. 250 m E: For hver ca. 100 m																																																																																																		
Nedskilt	●	●	●	●	●	Skilt som viser nærmeste utgang/nedgang. Plasseres ved brannslukningsapparatene.																																																																																																		
Lysignal for innkjøringen (redt blink)		○	●	●	●	Styres av CO-måter eller av tunnelbetjeningen.																																																																																																		
Bommer for stenging (manuelle)	○	●	●	●	●	Automatiske bommer vurderes ved ÅDT over 10 000																																																																																																		
Variable tekstsilt			○	●	●																																																																																																			
TV-overvåking				○	○	Vurderes spesielt																																																																																																		
Radioamband	○	○	●	●	●																																																																																																			
Mobiltelefon	○	○	○	○	○	Avklares med Televerket																																																																																																		
Nedstrømsforsyning	○	○	○	○	○	Vurderes spesielt																																																																																																		
Kontroll av kjøretøy-høyder	○	○	○	○	●	Brukes i klasse A-D ved fri høyde lavere enn 4,8 m																																																																																																		

Håndbok 021 Vegtunneler versjon 2010 stiller ved tunnelklassering krav til risikoanalyse hvor særegenheter ved tunnelen skal vurderes, i tillegg til ÅDT og tunnellengde. Dette ivaretar imidlertid bare tunneler planlagt og bygget etter 2010, mens hoveddelen av tunnelene – herunder Oslofjordtunnelen, er eldre.

1.13.2.6 *Håndbok 163 Vann- og frostsikring av tunneler*

Håndboken gir funksjonskrav og dimensjoneringsregler for vann- og frostsikring i veitunneler. Funksjonskrav og dimensjoneringsregler skal sees i sammenheng med de generelle kravene gitt i Håndbok 021 – Vegtunneler og er en utdyping og detaljering av disse.

Håndboken beskriver også dimensjonering i forhold til brann, og sier at tunneler i tunnelklasse C skal dimensjoneres og ventileres for en dimensjonerende brann på 50MW.

1.13.2.7 *Håndbok 269 – Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler del 1*

Håndboken er utarbeidet for å gi retningslinjer som sørger for at sikkerheten i norske veitunneler tilfredsstiller kravene i tunnelsikkerhetsforskriften, brannvernloven og interne pålegg gitt av Statens vegvesen.

Vedlegget til håndboken inneholder også instruks for:

- Forvaltningsmyndigheten
- Tunnelforvalter
- Sikkerhetskontrollør
- Brannvernleder
- Inspeksjonsenheten
- Inspeksjonsteam

Vedlegget inneholder i tillegg krav til sikkerhetsdokumentasjon før bygging av tunneler, før åpning av tunneler og krav til tunneler som er i drift.

1.13.2.8 *Retningslinjer for saksbehandling og ivaretagelse av brann- og elsikkerhet i vegtunneler*

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og Statens vegvesen har i fellesskap utarbeidet «Retningslinjer for saksbehandling og ivaretagelse av brann- og elsikkerhet i vegtunneler» (2011). Disse erstattet tidligere «Retningslinjer for saksbehandling ved brannsikring av vegtunneler» utgitt av Samferdselsdepartementet og Kommunal- og regionaldepartementet i 2000 og «Veiledning om brannsikkerhet i vegtunneler» utgitt av Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern i 1999.

Til grunn for de nye retningslinjene ligger at brannsikkerheten i tunneler skal oppnås gjennom et nært samarbeid mellom tunneleier og de kommunale brannvernmyndighetene. Retningslinjene gjelder for tunneler på riksveinettet, men bør også legges til grunn for saksbehandlingen for tunneler på fylkesveier og kommunale veier.

Retningslinjene inneholder:

- Oversikt over gjeldende regelverk.

- Beskrivelse av rutiner for samarbeid mellom tunneleier og brannvernmyndighetene.
- Henvisninger til krav til planlegging /bygging av nye og til oppgradering av eksisterende veitunneler, og til krav til drift av veitunneler.

1.13.3 Stortingsmelding nr. 35 (2008-2009)

I Stortingsmelding. nr. 35 (2008-2009) sies bla. følgende om brannsikkerhet i tunneler:

Brann i veg- og jernbanetunneler kan få alvorlige konsekvenser. Personikkerheten i en tunnel er basert på selvredning. Det er derfor viktig at tunnelene har pålitelig røykventilasjon og tilgjengelig rømningsvei. I mange tilfeller finnes det kun ett tunnellop og evakueringen må da skje gjennom det samme løpet hvor røykgasser skal ventileres ut og redningsmannskaper skal komme til. Røyk og varme kan derfor fort føre til alvorlige konsekvenser for de som befinner seg i tunnelen.

Statens vegvesen og Jernbaneverket er i gang med å oppgradere eldre tunneler. Det er et mål at alle veg- og jernbanetunneler skal ha et sikkerhetsnivå som tilfredsstillende gjeldende krav og standarder, og at gamle tunneler på sikt skal oppfylle de samme kravene som gjelder for nye. Statens vegvesen har i den forbindelse utarbeidet et oppgraderingsprogram for samtlige tunneler, mens Jernbaneverket arbeider med en rekke tiltak som for eksempel utbygging av ledelys i de lengste tunnelene, økt brannbeskyttelse og bruk av øvelser. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap har, i samarbeid med vegmyndighetene, utarbeidet forslag til reviderte retningslinjer for saksbehandling ved brannsikring av vegtunneler. Forslaget vil bli vurdert av Justisdepartementet i samråd med berørte myndigheter.

1.14 Branner i veitunneler

1.14.1 Databaser og rapportering av hendelser og ulykker i tunneler

Statens vegvesen har følgende databaser for registrering av hendelser og ulykker:

Tabell 5: Oversikt over databaser i Statens vegvesen

Database	Beskrivelse
STRAKS	Inneholder data fra politirapporterte veitrafikkulykker med personskade og omkomne. Databasen danner grunnlag for den offisielle ulykkesstatistikk fra Statistisk sentralbyrå. Databasen er et svært sentralt verktøy i Statens vegvesens løpende trafikksikkerhetstiltak. Databasen er søkbar med kombinasjon av alle data.
UAG	Databasen inneholder opplysninger om alle dødsulykker fra 2005. Databasen brukes som grunnlag for analyser, nasjonale årsrapporter, temarapporter mm. og er mer detaljert enn STRAKS. Databasen er søkbar med kombinasjon av alle data.
Vegloggen	Database hvor alle innkomne meldinger til VTS lagres. Databasen brukes som grunnlag for oppfølging av avvik. Den brukes ikke som grunnlag for statistikk og analyse. Vegloggen erstattet MERKUR databasen våren 2008
PLANIA	Registrering av drift- og vedlikeholdsdata for tunneler. Registreres av entreprenørene. Databasen er ikke søkbar. Opplysninger må hentes ut manuelt.

I henhold til Håndbok 269 skal det utarbeides rapporter etter branner i tunneler. Disse rapportene registreres ikke i egen database, men arkiveres i Statens vegvesens saksbehandlingssystem.

DSB opplyser at det ikke finnes egen overordnet database for registrering av branner i veitunneler. Tunnelbranner rapporteres sammen med øvrige branner i Norge. DSB har derfor ikke systematisk og detaljert informasjon om alle branner i tunnel. DSB har etter en del branner bedt om særskilte rapporter fra brannvesenet og i noen ganske få tilfeller, utarbeidet egne rapporter.

Brannvesenet hadde tidligere kvartalsvise innrapporteringer om branner til DSB. For noen år siden ble dette endret til et rapporteringssystem på skjema, som skulle innsendes etter hver brann. Disse rapportene blir kun sendt til DSB, og ikke til tunneleier (tunnelforvalter i Statens vegvesen m.fl.). I de tilfellene brannvesenet gjennomfører tilsyn i tunneler blir rapportene tilsendt tunneleier.

1.14.2 Branner i kjøretøy i andre veitunneler

SHT har i forbindelse med undersøkelsen innhentet informasjon om branner i andre veitunneler.

I januar 2012 oppsto det brann i en personbil i Eidsvolltunnelen (Eidsvoll i Akershus) etter at den kjørte inn i tunnelveggen i en havarilomme. Sammenstøtet medførte brudd i veggelementet slik at PE-skummattene ble eksponert og tok fyr og medførte en kraftig brann bak tunnelhvelvingen. I 2009 skjedde det en møteulykke på Rv 653 i Eiksundtunnelen i Ørstad i Møre og Romsdal. Her omkom fem personer på grunn av skader i forbindelse med sammenstøtet. Den ene personbilen begynte å brenne etter kollisjonen.

I 2000 og i 2006 brant det i kjøretøy på E134 i Seljestadtunnelen i Odda i Hordaland. 17. desember 2012 begynte det å brenne i en semitrailer i et vogntog på E39 i Mastrafjordtunnelen i Rennesøy i Rogaland. Det samme skjedde 17. januar 2013 på Fv 827 i Brattlitunnelen i Tysfjord i Nordland. 5. august 2013 begynte det å brenne i et vogntog i Gudvangatunnelen i Aurland i Sogn og Fjordane. Disse ulykkene omtales nærmere i kapitlene under.

1.14.2.1 *Branner i kjøretøy på E134 i Seljestadtunnelen i Odda*

I 2000 oppsto det brann etter sammenstøt mellom seks kjøretøy på E 134 i Seljestadtunnelen. Førerne og passasjerene i de seks kjøretøyene klarte å evakuere før tunnelen ble fylt med røyk. Under gjennomløp av tunnelen med røykdykkere etter at brannen var sløkket, ble fire personer funnet i live i nærheten av en forlatt personbil. Disse ble evakuert av brannvesenet.

I oktober 2006 oppsto det igjen brann i et kjøretøy på E134 i Seljestadtunnelen, da en buss med fører og to passasjerer begynte å brenne (se figur 17). Alle personene klarte å evakuere før tunnelen ble fylt med røyk.



Figur 17: Bildet viser røyk i tunnelåpning i forbindelse med brann i Seljestadtunnelen i 2006. Foto: Hardanger Folkeblad - Arne Hesjedal

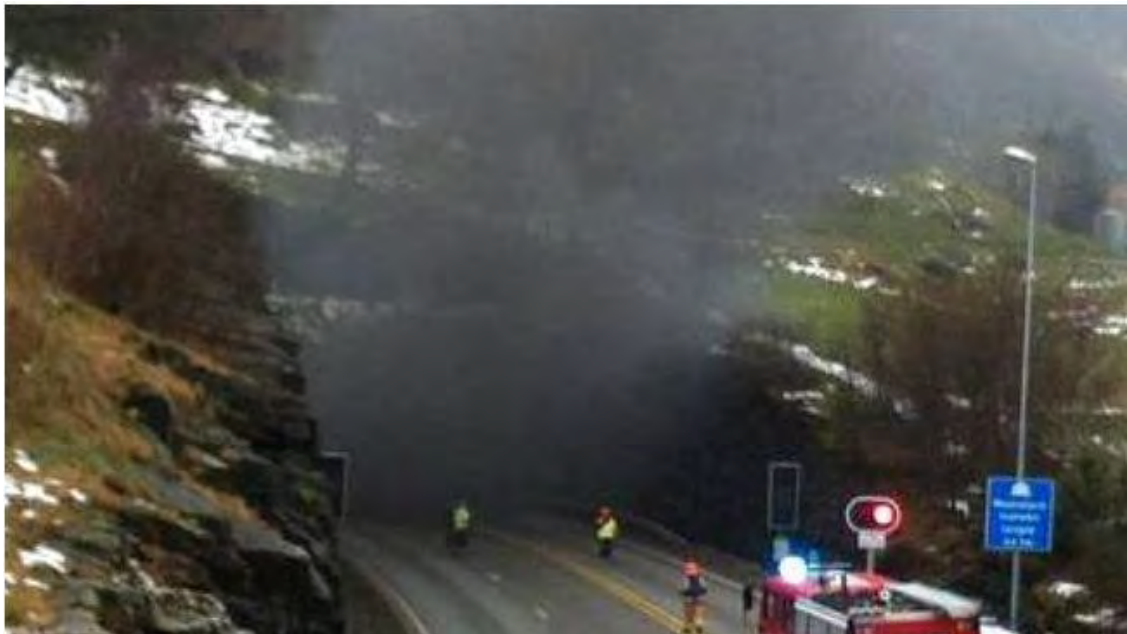
1.14.2.2 *Brann i vogntog på E39 i Mastrafjordtunnelen i Rennesøy*

Et vogntog bestående av trekkbil og semitrailer var på vei fra Froland i Aust-Agder. Det var lastet med en mobil lift som skulle leveres i Bergen. Omkring kl. 1440 kjørte vogntoget inn i den 4,4 km lange Mastrafjordtunnelen. Da det kom omtrent halvveis ned i tunnelen hørte føreren et smell fra tilhengeren men oppdaget ikke noe feil da han så i speilet. Han kjørte deretter ned i bunnen av tunnelen, hvor han stoppet i en havarilomme. Da han gikk ut av førerhuset oppdaget han at det brant ved tilhengerens bakre høyre hjul.

Han prøvde å slukke med brannslukkingsapparat, men brannen blusset opp igjen. Selv etter å ha brukt flere brannslukkingsapparater fikk han ikke slukket brannen. Han koblet da fra tilhengeren og ventet på brannvesenet, som allerede var varslet.

Brannen tiltok og det ble økende røykutvikling i tunnelen. Ventilasjonen ble satt på full styrke (100 %) og røyken ble blåst nordover slik at 2 km av tunnelens nordre del ble fylt med tykk røyk.

Alle personene som var i den nordre, røykfylte delen av tunnelen kom etter hvert ut. Tre personer fikk røykskader, hvorav tilstanden til en ble betegnet som alvorlig. Figur 18 viser røykutslag fra Mastrafjordtunnelens nordre tunnelåpning. Røyken kom fra brann i tilhengerens to bakdekk på venstre side.



Figur 18: Bildet viser røykutslag fra Mastrafjordtunnelens nordre tunnelportal. Foto: NRK - Kjell Bua

1.14.2.3 *Brann i tilhenger på Fv 827 i Brattlitunnelen i Tysfjord*

Om kvelden torsdag 17. januar 2013 kjørte et vogntog (lastebil og tilhenger) på Fv 827 fra Narvik mot Kjølpsvik i Nordland. Tilhengeren i vogntoget var lastet med åtte paller ost. Da vogntoget nærmet seg den søndre utgangen av den 3 560 m lange Brattlitunnelen merket føreren at vogntoget «dro tungt», og at det brant i et av tilhengerens bakre hjul.

Ca. 150 m innenfor tunnelens søndre inngang stoppet vogntoget, da bremsene på tilhengeren hadde lagt seg på. Føreren fikk koblet fra tilhengeren og kjørte lastebilen ut

av tunnelen. Brannen i tilhengeren eskalerte og det begynte etter hvert å brenne i PE-skummet i tunnelen. PE-skummet var ikke tildekket med betong eller annet brannhemmende materiale, og brannen utviklet seg av den grunn meget raskt. Brannvesenet fikk melding om brannen kl. 19.33, og iverksatte umiddelbart tiltak. De hadde store utfordringer med å slokke brannen, og hadde først kontroll på den omkring kl. 02.30 18. januar 2013.

På grunn av naturlig ventilasjonsretning fra syd mot nord ble hele tunnelen raskt fylt med røyk. Føreren i en personbil som var inne i den nordre delen av tunnelen da brannen eskalerte fikk snudd da han oppdaget at tunnelen ble fylt med røyk. Røykutviklingen tiltok så raskt at han hadde store problemer med å ta seg ut av tunnelen. Han ble påført lettere røykskader.

På grunn av stor varme- og røykutvikling ble kun området rundt den nordre tunnelåpningen gjennomført for å se om det befant seg flere personer i tunnelen. Området videre ned mot brannstedet (ca. 1 km) ble først gjennomført av røykdykkere på formiddagen den 18. januar 2013.



Figur 19: Brann i tilhenger i Brattlitunnelen. Foto: Avisa Nordland – Ann-Cathrin Braseth

1.14.2.4 Brann i vogntog i Gudvangatunnelen i Aurland

Et polskregistrert vogntog bestående av trekkvogn og semitilhenger uten last på tur østover E16 i retning Aurland begynte å brenne under kjøring inne i Gudvangatunnelen mandag 5. august 2013, ca. kl. 12.00. Gudvangatunnelen er Norges nest lengste tunnel på totalt 11,5 km.

Vogntoget ble stående ca. 2,9 km fra enden av tunnelen i Aurland etter å ha kjørt ca. 8,5 km i tunnelen fra Gudvangen. Det oppstod kraftig røykutvikling og 66 personer måtte evakuere fra tunnelen. Etter at brannen var slokket stod 15 kjøretøy igjen inne i tunnelen i tillegg til vogntoget.

Alle involverte trafikanter ble brakt til sykehus, og flere av disse hadde fått alvorlige røykskader. Ingen liv gikk tapt i denne situasjonen, som var svært krevende både for trafikanter og redningsetater. Potensialet for stort skadeomfang var likevel betydelig.

SHT rykket ut til stedet samme dag, og har innhentet informasjon om hendelsesforløpet, tunnelen, kjøretøy, trafikanter og redningsarbeid. SHT har åpnet undersøkelse av hendelsen, og fokus i undersøkelsen vil være rettet mot brannårsak, trafikantenes opplevelser og overlevelsesmuligheter, samt brann- og redningsinnsats.



Figur 20: Brann i vogntog i Gudvangatunnelen. Foto: SHT

1.15 Rapporter om sikkerhet i veitunneler

1.15.1 Rapporter om sikkerhet i veitunneler fra Statens vegvesen

Vegdirektoratet har før brannen i Oslofjordtunnelen utarbeidet flere rapporter med hensikt å få bedre kunnskap om trafikkulykker på veinettet i Norge og hvilke forhold som kan knyttes opp mot disse ulykkene. Dette gjelder veinettet i sin helhet inkludert veitunneler. Noen av disse rapportene omhandler også bilbranner i veitunneler.

Statens havarikommisjon for transport har gjennomgått følgende rapporter:

- Trafikksikkerhet i vegtunneler (1991)
- Trafikkulykker i vegtunneler: En analyse av trafikkulykker i vegtunneler på europa- og riksvegnettet for perioden 1992-96 (1997)
- Trafikkulykker i vegtunneler (1997)

- Bilbranner, alvorlige trafikkulykker og andre hendelser i norske vegtunneler (2001)
- Hendelser i vegtunneler (2004)
- Trafikkulykker i undersjøiske vegtunneler (2005)
- Trafikkulykker i Vegtunneler 2 (2008)

Disse rapportene trekker fram diverse utfordringer med veitunneler, og omtaler både ulykkesfrekvens, ulykkesrisiko, årsaksfaktorer og konsekvenser av ulykker i tunneler:

- Alle rapportene viser at ulykkesfrekvensen er lavere i veitunneler enn på veinettet for øvrig.
- Ulykkesrisikoen er høyere i eldre veitunneler enn i nyere tunneler.
- Tunnelers utforming og geometri omtales som medvirkende årsaksfaktorer til ulykker og kjøretøybranner. Store stigninger/fall (vertikalkurvatur) – spesielt i undersjøiske tunneler – kan føre til større belastning på kjøretøyers bremsesystemer, motor og drivverk.
- Når det gjelder konsekvenser av ulykker trekkes det fram at skadegraden kan bli langt høyere ved ulykker i tunneler enn på veinettet for øvrig.

1.15.2 Etatsprogrammet Moderne veitunneler

Målet for Statens vegvesens forsknings- og utviklingsprogram (FoU-program) Moderne vegtunneler (2008-2011) har vært å utvikle en helhetlig strategi for vegtunneler. I følge hovedrapporten fra programmet utgitt i 2012 omfatter strategien planlegging, bygging, drift og vedlikehold, forvaltning, tilgjengelighet og sikkerhet, levetid, økonomi og konsekvenser, tverrfaglig kompetanse, ledelse og styring, normaler og retningslinjer. SHT har fått oppgitt fra Statens vegvesen at forslag fra FoU-programmet vil bli drøftet nærmere og eventuelt bli innarbeidet i fremtidige regelverk, standarder og normaler.

I rapporten anbefales det å fastsette stigningsgraden til maksimalt 5 % og frafalle tilleggsbestemmelsen i tunnelsikkerhetsforskriften om at stigningsgraden kan økes gitt ingen andre geografiske løsninger. Det slås fast at det ikke er konstruksjonsmessige faktorer som gir denne begrensningen, men trafiksikkerhetsmessige grunner. Det påpekes at det er siste tids hendelser som legges til grunn for å vurdere maksimum stigningsgrad på nytt.

I rapporten påpekes betydningen av at trafikantene tidlig forstår alvoret i situasjoner som krever evakuering. Øvrige gjenstående utfordringer som nevnes er evakueringstid ved brann i lange, bratte ettløpstunneler, samt tiltak mot monotoni og informasjonstiltak for å håndtere frykt. Her stilles det spørsmål ved hvor langt det er naturlig å forvente at en «normalperson» skal gå for å redde seg selv og om ikke maksimal lengde på veitunneler bør ta hensyn til evakuering og ikke kun trafikal kapasitet. Dette spesielt fordi at en langsgående brannventilasjon i tunnelen gjør at de som befinner seg på nedstrømside av brannen vil være i alvorlig fare.

1.15.3 NOU 2000 – Sårbarhetsmeldingen

I 1999 satte Bondevik-regjeringen ned et utvalg med det som mandat å se på samfunnets sårbarhet og beredskap, og synliggjøre samfunnets sårbarhet for å styrke samfunnets sikkerhet og beredskap. Dette resulterte i NOU 2000:24 (Sårbarhetsmeldingen).

I Sårbarhetsmeldingen (NOU 2000) står det blant annet:

Det har til nå ikke skjedd ulykker i tunnel med tap av mange menneskeliv i vårt land, men tunneler gir grunn til bekymring med hensyn til storulykkepotensiale. Kollisjon med påfølgende brann kan føre til mye røykutvikling og vansker med evakuering. En slik situasjon kan bli meget vanskelig å håndtere beredskapsmessig. Det viser tunnelulykker som har skjedd i andre land, for eksempel katastrofebrannene i Mont Blanc-tunnelen og Tauern-tunnelen i 1999. Særskilte forhold i tunneler som påvirker risikoen, er lange rømningsveger, lange inntrengningsveger for redningspersonell og røyk og varme som transporteres i rømningsvegen.

Videre står det i sårbarhetsmeldingen om sikkerhet og beredskap i tunneler;

I sine prioriteringer argumenterer vegvesenet ut fra sannsynlighetsbetraktninger om storulykker i tunneler som underlag for enkle kost-nytte-analyser, mens Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern og brannvesenet mer fokuserer på konsekvenssiden og beredskapen, og at selv om sannsynligheten er lav, så er slike hendelser langt i fra usannsynlige. Tunneler er desidert det mest krevende innsatsobjekt i mange kommuner, samtidig som få brannvesen er opplært og utrustet for innsats i tunneler.

1.15.4 Rapport om redningsinnsats i veitunneler

Räddningsverket i Sverige har gjennomført et prosjekt som har som mål å studere innsatsproblematikken ved brannulykker i tunneler. Rapporten fra 2005 som er utarbeidet i forbindelse med prosjektet omhandler blant annet følgende emner:

- Ulike tunnel- og ventilasjonstyper
- Brannscenarier
- Rømming ved brann i veitunneler
- Redningsinnsats ved brann i veitunneler
- Beslutningsstøtte ved redningsinnsats

En del av de praktiske forsøkene er gjennomført i Runehamartunnelen i Norge.

I forbindelse med forsøkene i Runehamartunnelen ble det registrerte branneffekter på opp mot 203 MW, og varmen under tunneltaket var omkring 1 350 grader C. Disse verdiene ble registrert ved brann i vogntog.

Brann i øvrige kjøretøy hadde en branneffekt fra 1,5 – 47 MW, avhengig av kjøretøystørrelse, type, last og brannspredning. I de store tunnelbrannene i Europa, hvor flere kjøretøy var involvert, ble det anslått branneffekter på 150 – 600 MW.

Oversikt over branneffekter relatert til kjøretøystørrelse vises i tabell 6.

Tabell 6: Oversikt over branneffekt og kjøretøystørrelse

Kjøretøy	1 personbil	2 personbiler	3 personbiler	Liten lastebil	Stor lastebil/vogntog
Branneffekt*	1,5 – 9 MW (flest under 5 MW)	3,5 – 10 MW	7 – 16 MW	13 – 47 MW	66 – 202 MW

* Verdiene er hentet fra rapporten «Räddningsinsatser i vägtunnelar» og fra samtaler med Haukur Ingason. Variasjonene i branneffekt særlig for lastebiler/vogntog er et resultat av ulike brannspredninger i kjøretøyet, hvor brannen oppstod og avhengig av type last.

1.15.5 Rapporter om trafikantatferd i tunneler

SINTEF har i samarbeid med Statens vegvesen Region vest utarbeidet en rapport om menneskelig atferd i tunnel i krisesituasjon og ved normal ferdsel på E39 Rogfast. Rapporten tar for seg hvorvidt undersjøiske tunneler er mer ugunstige enn andre tunneler og om ulike stigningsgrader eller stigningens lengde gjør utslag for fryktfølelsen. Sammenlignet med vanlig vei representerer tunneler en begrensning i menneskers handlefrihet og dermed en mulighet for større grad av utrygghet. Det er færre muligheter til å komme seg unna eller til å redusere risikoen enn på en vanlig vei som har sideterreng.

Likeledes har SINTEF på oppdrag fra Statens vegvesen gjennomført et litteraturstudium om «Atferd ved evakuering av vegtunneler». Her har de undersøkt trafikanters forhold til tunneler og hvilke tiltak de ser for seg som kan redusere den opplevde risikoen i tunnel. Det viser seg at 6 – 9 % er sterkt negativ til kjøring i tunnel. Forslag til tiltak inkluderer blant annet bedre belysning og trafikkskilt som viser hvor langt man har kjørt, samt lys maling på veggen i tunnelen.

Ved evakuering vil folk flest komme seg ut den samme veien de kom inn. Dette fordi det er en rute de har kjennskap til og føler seg trygg på å følge. Folk som er i en krisesituasjon kan foreta handlinger som for utenforstående kan virke irrasjonell, lite systematiske og kaotiske. I en krisesituasjon er menneskers handlinger en tilleggsrisiko som det er viktig å ta med i betraktningen når sikkerhet vurderes.

Mennesker agerer etter bestemte handlingsmønstre i bestemte situasjoner. En person som skal kjøre gjennom tunnelen for å komme til bestemmelsesstedet på andre siden, kan kjøre selv om det er rødt lys ved inngangen til tunnelen. Dette skjer fordi folk handler ut fra det hverdagslige og kjente. Handlingsmønstre som anses som hensiktsmessige i hverdagen kan bidra til at katastrofen eskalerer og risikoen øker. Folk som er i en krisesituasjon har et stort informasjonsbehov. Derfor er det viktig å ha tiltak som gjør at folk fraviker det normale scriptet og agerer på en slik måte at de kommer seg vekk fra trusselen som truer liv og helse.

Det er gjort fullskala brannforsøk i Nederland som viser at folk agerer utfra hvor presis informasjon de får; blant annet belysning, kommunikasjon og skilting av nødutganger. Det må gis konkrete og korte beskjeder som gjør at folk kommer seg ut av sitt normale

script og inn i det ekstraordinære. SINTEF-rapporten konkluderer likevel med at det ikke er så enkelt.

Havarikommisjonen har fått opplyst fra Vegtrafikksentralen at de har observert atferd i tunneler som viser at trafikanter tar seg inn i tunnelen forbi bommer og røde lys. Inne i tunnelen inntreffer det situasjoner som lettere hadde vært løst dersom trafikantene hadde brukt nødtelefonene. Ved hendelser kan trafikantene også handle irrasjonelt, for eksempel at de stopper opp og filmer hendelser med eget kamera framfor å agere konstruktivt, eller ved egen bilstans ringer til bekjente for å få assistanse framfor å bruke nødtelefonene.

1.15.6 TØI rapport - Kartlegging av kjøretøybranner i norske veitunneler

Rapporten «Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2011» fra 2012 er utarbeidet av TØI på oppdrag for Statens vegvesen. Denne rapporten viser at undersjøiske veitunneler med høy stigningsgrad utgjør 4 % av alle veitunneler i Norge. I disse 4 % har det forekommet 44 % av alle branner og branntilløp i norske tunneler. For Region øst i perioden 2008-2011 er Oslofjordtunnelen overrepresentert i denne statistikken. TØI-rapporten konkluderer med at undersjøiske tunneler er spesielt utsatt for brann og branntilløp og at tunge kjøretøy er overrepresentert i denne typen ulykker.

1.16 Iverksatte tiltak

1.16.1 Rapport fra brannen i Oslofjordtunnelen 23. juni 2011

I rapporten utarbeidet av Statens vegvesen, Vegavdeling Akershus beskrives årsaken til at samtlige 34 personer som var fanget i røyken kom ut av hendelsen uten større skader, som en blanding av flaks og dyktighet. Erfaringen fra brannen den 29. mars 2011 ble også vurdert til å ha bidratt sterkt til at ulykken ikke fikk det omfanget som den kunne ha fått.

I rapporten trekkes det fram en mulig økning i trafikkmengden etter at bomstasjonen skal fjernes i 2013. Det påpekes at det har vært økning i antall branner og røykutvikling i større vogntog i Oslofjordtunnelen. Dette settes i sammenheng med tunnelens vertikale kurvatur på 7 %, og varmgang og brann i kjøretøyets motor. Andre tiltak som har vært gjennomført eller tenkt gjennomført av Statens vegvesen omtales i kapittel 1.16.3.

1.16.2 Safetec risikoanalyse

Safetec gjennomførte en risikoanalyse av Oslofjordtunnelen med tilhørende omkjøringsveier høsten 2011 på oppdrag fra Statens vegvesen. I rapporten er det gjennomført en grovrisikoanalyse og en detaljert risikoanalyse av tunnelen. Analysen presenterer en rekke tiltak som totalt sett, i følge rapporten, vil bidra til å redusere risikoen i Oslofjordtunnelen. I analysen er tiltak rettet mot tungbil, brannvesenets slagkraft, og rømning/redning vurdert. Rapporten konkluderer blant annet med at:

... de sannsynlighetsreduserende tiltakene må rettes mot det største risikobidraget i Oslofjordtunnelen. Isolert sett gir ikke disse tiltakene stor nok effekt for å konkludere med at risikonivået er akseptabelt, dersom tunnelen også skal åpnes for tungbiltrafikk. Det anbefales derfor at de konsekvensreduserende tiltakene utredes nærmere, siden disse vil kunne ha stor livreddende effekt.

1.16.3 Gjennomførte tiltak i Oslofjordtunnelen etter brannen

Statens havarikommisjon for transport har fått tilsendt oversikt over de tiltakene som er gjennomført av Statens vegvesen før åpningen av Oslofjordtunnelen for alle kjøretøy 29. juni 2012. Oslofjordtunnelen ble sikkerhetsgodkjent før åpningen og tilfredsstillende således alle krav i tunnelsikkerhetsforskriften.

De gjennomførte tiltakene deles inn i sannsynlighetsreduserende tiltak, konsekvensreduserende tiltak og tiltak som gir raskere og mer effektiv redningsinnsats.

Sannsynlighetsreduserende tiltak:

- Tunnelens innkjøringssoner er skiltet ned til 40 km/t.
- Nedsatt hastighet til 70 km/t gjennom hele tunnelen.
- Installert digitale fartsskilt for bruk bl.a. ved hendelser.
- Installert forbikjøring forbudt for tunge kjøretøy i tunnelens «opp»-soner.
- Installert streknings-ATK i begge retninger.
- Anlagt fartsdumper på hver side av tunnelen.
- Skiltet Low Gear med store skilt og gulblink som automatisk blir aktivert av høye kjøretøy.
- Low Gear er merket opp med veimerking i tunnelen.
- Etablert rumlefelt i tunnelen.
- Utbedring av skilting om forhold i tunnelen på tilførselsveier i Vestfold, Oslo, Akershus og Buskerud.

Konsekvensreduserende tiltak:

- Det er etablert 25 evakueringsrom (for ca. hver 250 m) med frisk luft for inntil 3 timer.
- Installert et dynamisk ledelyssystem i tilknytning til evakueringsrom.
- Installert skilt innvendig i alle nødstasjoner.
- Elektronisk indeks utarbeidet for operatørene på VTS for bruk som oppslagsverk ved ulike hendelser og nødsituasjoner i tunnel.

Tiltak for raskere og mer effektiv redningsinnsats:

- Montert etterlysende nummerskilt utvendig på alle nødstasjoner.
- Skiltet fra hovedvei til utgangsportalen til rømningstunnelen for nødetatene.
- Inngått avtale om brøyting for adkomst til rømningstunnel vintertid.

- Installert automatisk talemelding fra VTS til radiofrekvenser som er tilgjengelig i tunnelen.
- Installert lynifiksering for bedre bildekvalitet for VTS ved stor røykutvikling
- Installert «Snu og kjør ut» skilt hver 1,5 km (aktiveres av VTS).
- Montert nøkkelsafe utvendig ved inngangspartiet til rømningstunnelen på Storesand. Det er også montert utvendig led-belysning på samme sted.

I tillegg til de tiltakene som er beskrevet ovenfor ble det før gjenåpning gjennomført opplæring og øvelser for VTS og nødetatene. Øvelsene omfattet flere scenarier hvor brann, røyk, kommunikasjon og samarbeid var viktige temaer. Noen av øvelsene ble rettet mot et antall trafikanter for å observere reaksjonsmønster ved aktivering av et nytt dynamisk ledesystem og bruk av evakueringsrom.

Det har vært foreslått å gjøre forsøk med reverserende vifteeffekt på 30 % av full kraft, for å vurdere muligheten for innsats fra Hurumsiden av tunnelen. Statens vegvesen har i samråd med brannvesenet valgt å ikke gjennomføre dette.

Brannvernleder har fremmet forslag om omorganisering til vaktlederordning for operatørene på VTS. Forslaget er drøftet med ledelsen for VTS, men er ikke formelt vurdert eller iverksatt.

1.16.4 Brannvesenets anmodning om oppgradering av utstyr

Søndre Follo brannvesen anmodet i etterkant av brannen om å få mer utstyr til slokking og evakuering. Brannvesenene i Røyken og Hurum har også bedt om mer utstyr til redningsarbeidet. De to sistnevnte hadde ikke godt nok utstyr til rådighet når brannen oppsto, og var ikke utstyrt for å gå så langt inn i tunnelen som de måtte i dette tilfellet.

Havarikommisjonen har gjennom undersøkelsen fulgt opp kommunikasjonen mellom brannvesenet, DSB og Statens vegvesen etter brannen 23. juni 2011.

27. februar 2012 ble det avholdt møte mellom Søndre Follo brannvesen og Statens vegvesen Region øst. På møtet representerte Søndre Follo brannvesen også Røyken brannvesen og Hurum brannvesen. Med bakgrunn i en dokumentert risikovurdering (datert 24. januar 2012) av brannvesenets slagkraft ved innsats i Oslofjordtunnelen ba Søndre Follo brannvesen om å få stilt følgende utstyr til disposisjon før de tillot at tunnelen ble åpnet for tunge kjøretøy:

- 3 stk. ATV med henger og pusteluftflasker.
- En industribrannbil med slokkekapasitet inntil 5000 liter pr minutt. Bilen skulle ha vannkanon, pulverslokkeanlegg og trykkluftskum (CAFS).

Begrunnelsen for kravet var at SFB mente brannvesenets slagkraft bør være i overenstemmelse med hva det kan forventes av branner i tunnelen. Det legges til grunn at det trafikkerer 700 vogntog i døgnet som de antar har en brannbelastning på inntil 100 MW. Brannvesenet ønsker også klare begrensninger for kjøretøy som frakter farlig gods hvor brannbelastningen kan være over 300 MW.

I etterkant av møtet besvarte Statens vegvesen ved Region øst kravet med en vurdering av hva som ble ansett å være Statens vegvesen som tunnelforvalter sitt ansvar. Her vises det til brann- og eksplosjonsloven §§ 14 og 15, forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen, samt retningslinjer for saksbehandling og ivaretagelse av brann- og elsikkerhet i veitunneler.

Statens vegvesen vurderte at evakueringsrom og øvrige tiltak i tunnelen vil gjøre det sikkert å slippe til tungtransport og farlig gods gjennom tunnelen igjen. Utstyrskravene ble imøtekommet med en ATV med henger og pusteluftflasker. Når det gjaldt industribrannbil med slokkekapasitet inntil 5000 liter pr minutt begrunnet Statens vegvesen avslaget med at brannvesenet må trekke veksel på omliggende brannvesen, deriblant Rygge Flyplass.

Statens vegvesen Region øst sitt vedtak om innkjøp av en ATV med tilhenger og pusteflasker ble oversendt Vegdirektoratet. Vegdirektoratet sendte 22. mai 2012 brev til SFB, hvor de støttet Statens vegvesen Region øst sitt forslag til utstyr. SFB påklagde dette vedtaket til DSB.

DSB støttet vedtaket fra Statens vegvesen, og begrunnet dette med at brannvernet skal være helhetlig ivaretatt med forebyggende, konsekvensreducerende og beredskapsmessige tiltak. Selvredning som prinsipp betinger at trafikantene skal kunne ta seg ut av tunnelen ved egen hjelp. Ventilasjonsstyring, radiokommunikasjon, ledelys og evakueringsrom skal, i tillegg til brannvesenets innsats ivareta de konsekvensreducerende tiltakene.

Videre hevdet DSB at beredskapen skal med påregnelig sikkerhet for innsatsmannskapene kunne slokke brann og begrense de materielle skadene etter branner opp til 50 MW, slik tunnelen i klasse C er dimensjonert for. DSB la ikke til grunn i sitt avslag at brannvesenet skal innrettes på å gjøre førsteinnsats ved branner på 100 MW. Dermed fant ikke DSB grunnlag for å anvende brann- og eksplosjonsvernloven § 14 annet ledd.

I ettertid har nødetatene og brannvernleder for Oslofjordtunnelen revidert og forbedret innsatskortet, som er den operative delen av beredskapsplanen for tunnelen. Det var bl.a. behov for en mer optimalisering av innsatskortets plassering ved tunnelen, samt at dører ble merket av og beskrevet for lettere å kunne sette inn rett innsats på rett sted.

Ved publisering av denne rapporten har Statens vegvesen og DSB satt ned en arbeidsgruppe som vurderer retningslinjer for tildeling av utstyr til kommunale brannvesen når tunneler representerer en ekstraordinær risiko.

2. ANALYSE

2.1 Innledning

Analysen innledes med en vurdering av den utløsende hendelsen og de operative og tekniske faktorene som medvirket til dette. Her analyseres den tekniske årsaken til motorhavariet. Brannen i vogntoget og den langsgående ventilasjonsløsningen resulterte i at 5,5 km av tunnelen ble fylt med tykk, sort røyk. Dette medførte at de 34 trafikantene hadde store problemer med å evakuere tunnelen. Den videre hendelsesanalysen ser derfor nærmere på hvordan brannslukking, evakuering og redningsarbeid ble gjennomført og hvilken påvirkning det hadde på omfanget av hendelsen.

SHT har avgrenset undersøkelsen av brannen i Oslofjordtunnelen til ikke å omfatte videre bakenforliggende årsaker relatert til kjøretøy og trafikant. Hovedfokus i denne undersøkelsen har i stedet vært på systemsikkerheten omkring Oslofjordtunnelen som veiobjekt, og hvordan dette igjen medførte at ni trafikanter ble fanget i røyken. Den videre analysen vil derfor omhandle følgende forhold:

I kapittel 2.3 beskrives og analyseres det faktiske sikkerhetsnivået i tunnelen på ulykkestidspunktet som var gitt gjennom tunnelens utforming og konstruksjon, brannsikkerhet og beredskapsløsninger, samt trafikkvekst og -sammensetning.

Videre i kapittel 2.4 analyserer SHT selvredningsprinsippet, som tilsier at trafikantene selv skal ta seg ut av en veitunnel enten kjørende eller til fots, og hvilke forutsetninger som SHT mener må være tilstede for at dette skal kunne fungere.

Kapittel 2.5 tar for seg sikkerhetsstyring av Oslofjordtunnelen og utgjør således en vesentlig del av SHTs undersøkelse. SHT vil analysere Statens vegvesens interne sikkerhetsstyring som veiforvalter og eier av tunnelen opp mot prinsipper for risikobasert/proaktiv sikkerhetsstyring. I denne forbindelse vil SHT også drøfte DSBs og brannvesenets bidrag til sikkerhetsoppfølgingen av Oslofjordtunnelen, dvs. tilsyn med tunnelen og oppfølging av inntrufne hendelser.

Til slutt i kapittel 2.6 vil SHT gjennomgå overordnede læringsaspekter og sikkerhetsbetraktninger etter brannen, vurdere de tiltakene som Statens vegvesen allerede har gjennomført, samt se på erfaringsoverføring til andre veitunneler i Norge.

2.2 Hendelsesanalyse

2.2.1 Den utløsende hendelsen

2.2.1.1 *Førers kjøreatferd og innsats i forbindelse med brannen*

Føreren har forklart til SHT at han brukte retarder i kombinasjon med bremsepedal for å holde farten nede i den bratte bakken mot bunnen av tunnelen, og SHT har ikke funnet indikasjoner på at det var varmgang i vogntogets bremsesystem. SHT har valgt å ikke analysere førerens kjøreatferd nærmere da denne sikkerhetsundersøkelsen i hovedsak har fokus på det som skjedde etter at brannen startet.

Da vogntoget var på vei opp bakken mot Drøbak, registrerte føreren en høy metallisk rumlelyd fra motoren. Han stoppet umiddelbart vogntoget og da han ble opplyst om at det brant i motoren igangsatte han straks sløkkearbeid. Føreren forsøkte å slukke brannen,

både med et brannsløkkingsapparat fra vogntoget og to brannsløkkingsapparater fra tunnelen, før han innså at spredningen ble så stor at han måtte berge seg selv. Føreren handlet også riktig da han kontaktet VTS via tunnelens nødtelefon i denne hektiske situasjonen, selv om språkproblemer førte til at kommunikasjonen ble noe begrenset. SHT mener at føreren viste evne til å tenke klart da han fikk med seg transportdokumentene, slik at brannvesenet fikk informasjon om lasten.

2.2.1.2 *Teknisk brannårsak*

SHT mener årsaken til motorhavariet som startet brannen var at en av motorens veivstenger løsnet fra veivakselen (dette var trolig den metalliske rumlelyden som føreren hørte), og trengte gjennom motorblokken. Veivstangen kuttet deretter dieseltilførsel til dieselpumpen og skadet elektriske kabler som lå på venstre side av motoren. Brannen i motoren startet etter SHTs vurdering ved at oljedamp fra den skadde motoren eller diesel fra det skadde dieslrøret ble antent av varme motordeler eller av den elektriske ledningen som ble truffet av veivstangen.

Undersøkelsen avdekket at den ene bolten til lageroverfallet til veivstangen hadde brukket, og at den andre hadde deformerte gjenger. Etter SHTs vurdering tyder disse skadene på at det kan ha vært for stor klaring mellom veivlager og veivtapp¹¹ slik at belastningen på boltene til lageroverfallet har blitt for stor og røket/blitt dratt ut av innfestingen.

Belastningen som hastighetsregulering nedover og den påfølgende stigningen oppover i tunnelen påførte motoren kan ha fremskyndet motorhavariet. Imidlertid åpner SHT også for at det kan ha vært tilfeldig at vogntoget fikk motorhavari akkurat inne i tunnelen.

2.2.2 Brannsløkking, evakuering og redningsarbeid

Hendelsen hadde potensial til å bli en stor ulykke med flere både hardt skadde og omkomne.

2.2.2.1 *Brannsløkking*

SFB var på stedet syv minutter etter at Alarmsentralen brann Øst foretok trippelvarsling, og de hadde sløkket hoveddelen av brannen i underkant av 50 minutter etter at de kom til stedet. Etter dette gjensto kun ettersløkking. SHT vurderer at brannvesenets tidsbruk i forbindelse med sløkkingsarbeidet var innenfor det akseptable og at innsatsen var tilstrekkelig for denne brannen.

2.2.2.2 *Redning og evakuering*

For å komme til brannobjektet og lette sløkkingsarbeidet for SFB måtte røyken fjernes fra innsatssiden (Drøbak) ved å ventilere røyken mot Hurumsiden. Dette førte imidlertid til at 5,5 km av tunnelen i retning Hurum ble fylt av røyk, noe som fikk store konsekvenser for evakueringen.

Røyken brannvesen brukte 10 minutter og Hurum brannvesen 20 minutter fra de ble varslet om brannen til de var framme ved tunnelåpningen og tunnelens rømningstunnel på

¹¹ Den delen av veivakselen som veivstangen er festet til.

Hurumsiden. Imidlertid medførte den kraftige røyken at innsatspersonellet måtte trekke seg tilbake ut av tunnelen.

SHT mener det er urovekkende av brannvesenet med en såpass kort utrykningstid ikke har mulighet til å bistå trafikantene som oppholder seg inne i tunnelen fordi store deler av tunnelen bevisst/rutinemessig er fylt med røyk. Denne ventilasjonsløsningen vil bli omtalt nærmere i kapittel 2.3.7.

De berørte i brannen fikk svært lang og bratt evakuerings-vei tilbake til rømningstunnelen ved Hurum, ca 3 600 m unna brannstedet, eller alternativt hele veien tilbake opp mot Hurum, ca 5 500 m unna brannstedet (se figur 11).

Kaoset som oppstod i røyken medførte at en del av trafikantene ikke fikk snudd og kjørt tilbake for å berge seg selv. Trafikantene som kom inn fra Drøbaksiden kom seg lettere ut, da de ikke var like plaget med røyk og var langt færre, mens trafikken fra Hurumsiden fikk store problemer med å snu og orientere seg i røyken. Mange støtte sammen med andre kjøretøy eller tunnelveggen, og var etter SHTs vurdering til stor fare for de trafikantene som hadde forlatt sine biler for å prøve å komme seg i sikkerhet. Det var også stor fare for røykdykkerne fra Hurumsiden, og dette var en av hovedgrunnene til at innsatspersonellet valgte å trekke seg ut av tunnelen. De tunge kjøretøyene som befant seg i tunnelen hadde ikke mulighet til å snu og ble således fanget av røyken. Havarikommisjonen finner det beskrivende for den alvorlige situasjonen at trafikantene heller valgte å søke tilflukt i SOS-stasjonene enn å evakuere til fots i den lange, bratte og røykfylte tunnelen, selv om SOS-stasjonene ikke var røyktette.

25 av 34 trafikanter kom seg ut av tunnelen på egenhånd, mens de resterende ni trafikantene måtte ha hjelp fra VTS for å komme seg i skjul fra røyken, og ble senere evakuert fra tunnelen med hjelp fra redningsmannskap. Det er SHTs oppfatning at evakueringssituasjonen var dramatisk og at potensialet for at liv kunne gå tapt var meget stor.

2.2.2.3 *VTS sin innsats*

Ved at radioinnsnakk i tunnelen ble foretatt ca. 9 minutter¹² etter at brannen ble oppdaget, og ca. seks minutter etter at brannventilasjonen ble igangsatt, mistet trafikantene verdifull tid til å snu og evakuere tunnelen før de ble fanget i røyken (se kapittel 2.4.2 for beskrivelse av hvordan mennesker agerer i faresituasjoner). Det er SHTs oppfatning at dette utgjør et forbedringspotensial når det gjelder håndtering av brann i tunnel – det å så raskt som mulig formidle tydelig/overbevisende informasjon til trafikantene om at de må evakuere tunnelen umiddelbart. SHT mener at det er behov for en revisjon av retningslinjene for VTS-operatørene ved brann i tunnel. Når selvredning er det bærende prinsippet må informasjon til trafikantene prioriteres før igangsetting av brannventilasjon.

I det videre evakueringsforløpet var oversikten Vegtrafikksentralen (VTS) hadde gjennom sin kameraovervåking av tunnelen etter SHTs vurdering av stor betydning for å få ledet de trafikantene som var fanget i røyken inn i mindre røyklagte områder (SOS-bokser og rommet bak tunnelens betonghvelv). Denne informasjonen gjorde også at redningsmannskapene raskt kunne oppsøke trafikantene så snart det var tilstrekkelig sikt til at de kunne gå inn i tunnelen. En av VTS sine medarbeidere hadde under en omvisning i tunnelen tidligere tilfeldigvis fått kunnskap om at det var mulig å entre inspeksjonsluker

¹² Tidsangivelsen bygger på VTS's tekniske logg. Systemet loggfører operatørens handlinger i sanntid.

i SOS-stasjoner for å komme til bak tunnelveggen. De trafikantene som søkte tilflukt fra røyken i SOS-boksene beskriver dette som livbergende for dem, da de ikke klarte å komme seg ut på egenhånd. Videre tilflukt bak tunnelveggen var ikke fysisk mulig for en av de berørte, slik at det var kritisk kort tid for redningspersonell å få hentet ut denne personen først, og dermed var det viktig at VTS hadde oversikt over hvor trafikantene hadde søkt tilflukt i tunnelen.

2.2.2.4 *Helsevesenets innsats*

Første ambulanse var meget raskt på stedet, og omfanget og potensialet i hendelsen ble oppfattet umiddelbart slik at flere ressurser ble tilkalt. Med bakgrunn i informasjon fra de som deltok i redningsarbeidet, mener SHT at helsevesenets innsats fungerte bra.

2.2.3 Oppsummering hendelsesanalyse

Undersøkelsen har vist at trafikantene ble satt i en betydelig faresituasjon i den bratte, undersjøiske ettløpstunnelen med langsgående ventilasjon, uten røyktette evakueringsrom og tilstrekkelige snumuligheter, da vogntoget begynte å brenne. Ved at radioinnsnakk i tunnelen fra VTS ble foretatt for sent mistet trafikantene verdifull tid til å snu og evakuere tunnelen før de ble fanget i røyken. SHT ser at brannsløkkingsarbeidet i forbindelse med denne brannen har fungert tilfredsstillende og som forventet, men at redningsinnsatsen fra Hurumsiden fikk store problemer som følge av røykutviklingen med minimal sikt, fare for påkjørsler og avstanden til brannobjektet. Røykdykkerne måtte gjøre søk i et 5,5 km langt skadested, men dette er ikke mulig med den utrustningen som finnes per i dag. SHT mener at bruken av videoovervåking og direkte kontakt mellom trafikantene og VTS, i tillegg til nødetatenes brann- og redningsinnsats, har reddet liv denne dagen.

2.3 **Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå**

I henhold til Statens vegvesens Håndbok 021 fra 1992 og med bakgrunn i stipulert ÅDT og tunnelens lengde ble tunnelstandarden for tunnelen satt til klasse C. Tunnelstandarden definerer sikkerhetsutrustningen og beredskapen for Oslofjordtunnelen og slik også tunnelens sikkerhetsnivå. Dette er uavhengig av om tunnelen er ett- eller toløps, samt om den er over- eller undersjøisk. Selv om Oslofjordtunnelen tilfredsstilte de kravene til utforming som gjaldt på tunnelens åpningstidspunkt i 2000, og senere er utstyrt med deteksjonskameraer, er det etter SHTs vurdering flere forhold som har negativ innvirkning på tunnelens totale sikkerhetsnivå. I det følgende omtales tunnelgeometri, tunnelkonstruksjon, evakueringsmuligheter, brannsløkking – utstyr og dimensjonering, redning – utstyr og dimensjonering, trafikkstyring og overvåking, brannventilasjon, samt trafikkutvikling og – sammensetning.

2.3.1 Tunnelgeometri

Tunnelens forholdsvis bratte helling, med en lengde på rundt 3 000 m mot Drøbaksiden og 2 500 m fra Hurumsiden, krever ekstra årvåkenhet fra førere av tunge kjøretøy for å unngå overbelastning av både brems-, retardersystemer og motor.

Rapportene fra Statens vegvesen omtalt i kapittel 1.15.1 viser til de utfordringer undersjøiske tunneler har hva gjelder vertikal kurvatur (stigningsgrad) i tunnelene. Motorproblemer eller varmgang i bremsen i tunge kjøretøy er angitt som utløsende årsak til brann. Det trekkes fram som et særtrekk ved undersjøiske tunneler at

ulykkesfrekvensen er lavere enn på veinettet ellers, men med høyere skadegrad som følge av utformingen av tunnelene og at det er en tendens til økende risiko når tunnelens gradient øker. SHT mener at de omtalte rapportene viser at Statens vegvesen har vært godt kjent med de utfordringer som stor stigningsgrad gir med tanke på brann i undersjøiske tunneler. Etatsprogrammet Moderne vegtunneler har kommet med en viktig anbefaling om at stigningsgraden i tunneler ikke kan økes over 5 % sett i lys av de brannulykker som har skjedd i blant annet Oslofjordtunnelen de siste seks årene.

På ulykkestidspunktet ble informasjon om bratt bakke kun gitt med et skilt i hver ende av tunnelen som viste at veien hadde en helling på 7 %, med en lengdeanvisning på henholdsvis 2,5 km og 3,0 km i de forskjellige retningene. SHT mener førerne burde hatt flere referansepunkter under nedstigningen med påminnelse om veiens vertikale geometri slik at de selv kan tilpasse hastigheten deretter. Selv om det ikke kan påvises at varmgang i bremsesystem var medvirkende årsak i denne ulykken, er dette en velkjent problemstilling. Etter SHTs vurdering har varmgang i bremses medvirket til noen av de andre brannene i Oslofjordtunnelen som er beskrevet i kapittel 1.14.2.

2.3.2 Tunnelkonstruksjon

Undersøkelsen har vist at det ble mulig for mange trafikanter å oppholde seg på baksiden av veggelementene til de ble evakuert. Konstruksjonen tålte brannen så vidt godt at skadene på disse ikke forverret situasjonen for trafikantene inne i tunnelen. Det er viktig å påpeke at mellomrommet mellom veggelementene og tunnelveggen bak ikke var konstruert som tilfluktssted.

PE-skummet (se kapittel 1.9.3) ble ikke blottlagt av skadene. SHT konstaterer at dersom dette hadde skjedd ville det ha ført til alvorlige konsekvenser for trafikantene, spesielt de som oppholdt seg bak veggelementene. Tunnelkonstruksjonen ville i tillegg fått langt mer omfattende skader. SHT viser i den forbindelse til ulykken i Eidsvolltunnelen i 2012 hvor alvorligheten av en slik følgebrann i tunnelkonstruksjonen ble tydelig (se kapittel 1.14.2). I den senere tid har også brannen i Brattlitunnelen vist hvilke konsekvenser brann kan ha for tunnelkonstruksjonen. SHT er kjent med at nyere veitunneler er mer robuste i veggkonstruksjonen, noe som minsker risikoen for alvorlige følgebranner.

2.3.3 Evakueringsrom og evakueringsmuligheter

Sikkerheten for trafikanter som utsettes for brann i tunnel avhenger av at det er lagt til rette for selvredning, dvs. at trafikantene kommer seg ut i sikkerhet gjennom rømningsveier. Denne undersøkelsen viser at forholdene ikke var tilstrekkelig tilrettelagt for at trafikantene kunne evakuere tunnelen på en sikker måte. SHT vil drøfte selvredningsprinsippet i kapittel 2.4.

Det var ikke praktisk mulig å snu tunge kjøretøy raskt for å returnere, selv om det var anlagt flere snunisjer til dette formålet. Lette kjøretøy hadde også utfordringer med å snu, da det stadig kom biler i mot slik at de måtte vente. For de som valgte å forlate bilene og evakuere til fots var heller ikke forholdene lagt til rette for en sikker evakuering. Seks minutter etter at brannen ble oppdaget satte VTS viftene i brannventilasjonsmodus, noe som tilsier en lufthastighet på 2 – 3 m/s. Når vanlig evakueringshastighet for personer til fots ligger i området 1,5 – 2 m/s (med røyk og redusert sikt må det beregnes betydelig lavere evakueringshastighet) ser en at trafikantene har begrenset mulighet til å komme seg i sikkerhet ut av tunnelen hvis de befant seg i nærheten av brannstedet. Avstanden til

rømningstunnelen var da rundt 2 000 – 3 000 m, hvor store deler av strekningen har en stigning på 7 %.

Utover rømningstunnelen (ca 3 600 m unna brannstedet) var det ikke etablert røykfrie områder i tunnelen som kunne benyttes ved brann. Flere trafikanter søkte tilflukt i SOS-stasjonene i tunnelen. Disse er ikke konstruert eller tiltenkt som tilfluktsrom, og dermed ikke robuste nok til å holde varme og røyk unna i en stor brann som denne, eksempelvis ble glasset i døren på nærmeste SOS-stasjon til brannstedet knust ved brannen.

Statens vegvesen har i ettertid opprettet 25 evakueringsrom og ledelys i Oslofjordtunnelen. SHT vurderer dette som positivt, men mener likevel at det ikke er usannsynlig at en del trafikanter vil oppsøke SOS-stasjonene som vern mot røyk og varme. Dette fordi disse kan ligge nærmest et brannsted, men også for å søke informasjon. Evakueringsrommene skal dekke behovet for umiddelbart og i en kort periode å unnsnippe røyken.

SHT er imidlertid også kjent med at det kreves kontinuerlig vedlikehold av disse rommenes tekniske infrastruktur for at de skal fungere som forutsatt. Dette er en bekymring som også er uttrykt fra brannvesenets side. I tillegg erfarte trafikantene og brannmannskapene som var i tunnelen at det ble minimal sikt i den tette røyken. Dette kan medføre at verken ledelys eller de andre iverksatte tiltakene vil kunne lede trafikantene til evakueringsrommene på en tilfredsstillende måte.

2.3.4 Brannslukking – utstyr og dimensjonering

Nødvendig slokkevann ble kjørt til brannstedet med tankbiler. I følge DSB er vann fra tankvogn gjennomgående den foretrukne løsning i førsteinnsats.

Selv om Oslofjordtunnelen sikkerhetsnivå (sikkerhetsutstyr og innsats) er dimensjonert for branner på 50 MW i henhold til forskrifter, normaler og retningslinjer, viser både forskning og beregning av branneffekter i vogntogbranner at disse ligger betydelig høyere enn dette dimensjoneringskravet.

Beregningen som Sintef har gjennomført (jfr. kapittel 1.8.2) viser at effekten i brannen som oppstod i vogntoget var på 70 – 90 MW. Det er 60 – 80 % høyere enn dimensjoneringskravet for tunnelen. Hvis en ser på potensialet i brannen, kunne den oppnådd en effekt opp mot 170 MW hvis hele lasten hadde brent opp. Oslofjordtunnelen er dimensjonert ventilasjonsmessig for branneffekt opp til 50 MW. Søndre Follo brannvesen (SFB) skriver selv i sin evaluering etter brannen at deres innsatsstyrke er dimensjonert til å håndtere branner i størrelsesordenen 30 – 40 MW.

Alle branner over 30 – 40 MW defineres i risikoanalysen til Safetec som store branner og som de mest kritiske hendelser i tunnelen (se kapittel 1.16.2). I tillegg skriver Safetec i sin rapport at en kan forvente branneffekt på opp til 300 MW i tunnelen. Forsøk i Runehamartunnelen og opplysninger fra Sveriges Tekniska Forskningsinstitut avdeling SP Brandteknikk tyder også på branneffekter i denne størrelsesordenen. DNVs brannanalyse fra 2000 av Oslofjordtunnelen konkluderer med at ved store branner (her definert som 100 MW) så vil ingen som evakuerer til fots kunne komme seg ut av tunnelen grunnet stor hastighet på røykfronten.

SFB har etter brannen anmodet om mer og bedre utstyr for at brannvesenets slagkraft kan være i overensstemmelse med hva som kan forventes av branner i tunnelen (se kapittel

1.16.4). SHT har ikke i forbindelse med denne rapporten vurdert brannvesenets kompetanse til å utnytte det utstyret som de ønsker seg. Undersøkelsen har vist at slokkingsarbeidet fungerte tilfredsstillende, men at redningsarbeidet ble vanskelig som følge av røyk, dårlig sikt og fare for påkjørsler.

SHT mener at DSB, Statens vegvesen og de tre brannvesenene som har ansvaret for slokke- og redningsarbeidet i Oslofjordtunnelen sammen bør bli enige om hva som kreves av utstyr og innsats for brannslukking og evakuering av trafikanter som følge av branner som oppstår i tunge kjøretøy. Tunnelens dimensjonerende branneffekt bør ikke ukritisk legges til grunn for dette. Denne undersøkelsen viser at maksimal branneffekt i vogntog med vanlig last ligger i størrelsesorden 50 – 150 MW. Dette sammen med tunnelens særpreg, bør etter SHTs oppfatning være utgangspunktet for hvordan branner skal håndteres. SHT fremmer en sikkerhetstilråding i denne forbindelse.

2.3.5 Redning – utstyr og dimensjonering

Redning og slokking er to ulike håndteringer som krever ulike tilnærminger og gir rom for forskjellige vurderinger av hvilken innsats som skal iverksettes. Behovet for utstyr til redning/evakuering må derfor ses i sammenheng med de forebyggende og konsekvensreducerende tiltakene som er etablert i tunnelen.

Statens vegvesen har imøtekommet deler av utstyrskravet fra SFB med en ATV med tilhenger og oksygenflasker. Om det er nok til at brann- og redningsmannskapet lettere vil kunne rykke inn i en svært røykfull tunnel for å drive redningsarbeid er vanskelig å si, men SHT konstaterer at redningsmannskapet i dette tilfellet hadde et område som strakk seg over flere kilometer inn i en tunnel med stor stigningsgrad. Videre konstaterer SHT at brannvesenet hadde god nytte av ATV i forbindelse med redningsinnsatsen.

Statens vegvesen har også påpekt at bygging av evakueringsrommene vil utsette behovet for umiddelbar evakueringsinnsats fra redningsmannskapet. SHT er for så vidt enig i dette, men det vil likevel være avhengig av trafikantenes atferd i tunnelen (se kapittel 2.4.2), samt utbredelse og hastigheten på røykfronten.

2.3.6 Trafikkstyring og overvåking

Tunnelstandard for klasse C tunnel (Håndbok 021) stiller ikke krav til videoovervåking. Oslofjordtunnelen er likevel videoovervåket med hendelsesdetekterende kameraer, som ble installert og tatt i bruk i tunnelen i januar 2005. Statens vegvesen har gjennom VTS i Region øst ansvar for overvåking og trafikkstyring av trafikken gjennom Oslofjordtunnelen. Når de oppdager hendelser i tunnelen varsles dette videre til politiet og redningsetatene. VTS stenger også tunnelen og har mulighet til å gi trafikantene trafikkmeldinger gjennom de radiokanalene som er tilgjengelig i tunnelen. Før brannen som er omtalt i denne rapporten var det ikke mulig å gi trafikantene informasjon via variable skilt eller informasjonstavler. Dermed var det spesielt ugunstig at informasjon til trafikantene via bilradio først ble gitt 9 minutter etter at VTS oppdaget brannen. Brannen viser viktigheten av å ha oppdaterte tekniske løsninger sammen med en vegtrafikksentral med kompetente operatører som kjenner veinettet, samt oppdaterte og gjennomtenkte rutiner.

2.3.7 Brannventilasjon

Brannventilasjon (halv kraft, 2-3 m/s) ble iverksatt av operatørene på VTS i henhold til tunnelens beredskapsplan. Etter at brannen i vogntoget var slokket anmodet fagleder brann om ventilasjon på full styrke (5-6 m/s) for å forbedre forholdene i tunnelen. Brannventilasjonen fungerte i henhold til beredskapsplanen og de styringssignaler som brannvesenet hadde gitt.

Det er bestemt at slokkeinnsatsen skal gjennomføres fra Drøbaksiden hvor brannvesenet har flest ressurser. For at denne skal være røykfri vil alltid ventilasjonsretningen, og røyken, gå fra Drøbak mot Hurum uansett hvor brannen oppstår i tunnelen. SHT følger denne begrunnelsen et stykke på vei, men har også betenkeligheter med at røyken som genereres ukritisk ventileres mot Hurumsiden. SHT stiller spørsmål ved om forutsigbarhet for brannvesenet og hvilket brannvesen som har flest ressurser til slokkeinnsatsen alltid bør være styrende for brannventilasjonen, uavhengig av hendelsens karakter og hensyn til evakuering av øvrige trafikanter i tunnelen.

Hvis brannen oppstår i kort avstand fra Drøbaksiden vil dette medføre at hele Oslofjordtunnelen raskt fylles med røyk (opp mot 7 km). Etter at brannen hadde vokst en del i branneffekt kunne naturlig ventilasjon gitt en skorsteinseffekt oppover mot Drøbaksiden, men dette motvirkes av den faste ventilasjonsretningen mot Hurumsiden.

I brannanalysen gjennomført av DNV i 2000 (se kapittel 1.11.5.1) beskrives scenario ved brann i oppoverbakken mot Drøbak som har likheter med den aktuelle brannen i tunnelen. I rapporten anbefaler DNV å ikke starte vifter i retning mot Hurum dersom brannen foregår i det bratte partiet opp mot Drøbak, da dette kan medføre en forverring av situasjonen på grunn av høy røykkonsentrasjon og temperatur gjennom hele tunnelen. Rapporten peker på viktigheten av å starte evakuering straks brannen blir oppdaget, og at brannsted og trekkretning må være bestemmende for evakueringsretningen.

SHT har gjennom undersøkelsen fått den oppfatning at både DSB og Statens vegvesen mener at den valgte ventilasjonsløsning har tilført tilstrekkelig med friskluft (O₂) slik at trafikantene kunne oppholde seg i den røykfylte tunnelen og overlevelse var mulig. SHT savner i denne forbindelse mer konkret teknisk og medisinsk dokumentasjon som omhandler menneskets tåleevne med hensyn på røykkonsentrasjon over tid, samt hvordan ventilasjonen påvirker trafikantenes evakuering og mulighet for selvredning. Dette forholdet vil SHT forsøke å dokumentere og analysere nærmere i forbindelse med undersøkelsen av brannen i Gudvangatunnelen (se kapittel 1.14.2.4). SHT er skeptisk til at DSB og Statens vegvesen har argumentert for den valgte brannventilasjonsløsning uten at nødvendig dokumentasjon foreligger.

I brannene i Mastrafjordtunnelen på E39 og Brattlitunnelen på Fv 827 ble trafikanter eksponert for røyk, og i Gudvangatunnelen på E16, beskrevet i kapittel 1.14.2, ble også trafikanter stengt inne i røyken. SHT mener at brannene peker på problematikken omkring brannventilasjon/røykstyring og trafikantenes evakueringsmuligheter. Dette vil SHT drøfte videre i kapittel 2.4 om selvredning.

2.3.8 Trafikkutvikling og -sammensetning

Oslofjordtunnelen ble dimensjonert og bygget etter kravene i tunnelklasse C i daværende Håndbok 021 (1992). Tunnelklassen forutsatte en maksimal ÅDT på 8 000 kjøretøy. Beregnet ÅDT i åpningsåret (2000) var 4 200 kjøretøy, mens ÅDT 20 år etter åpningen

(2020) ble beregnet til 5 500 kjøretøy med en trafikkvekst på 1,3 %, noe som ligger godt under dimensjoneringsgrunnlaget.

Det var denne trafikkprognosen som ble lagt til grunn for at man forventet byggingen av andre tunnellop. Byggingen av første tunnellop ble planlagt delvis bompengefinansiert, og det ble ikke ansett behov for to parallelle tunneler før mot slutten av bompengeperioden (2015). Det ble anslått i Statens vegvesen sine beregninger at trafikken ville øke til ÅDT på ca. 9000 etter at bompengerevurteringsperioden var over.

Den reelle trafikkveksten viser at ÅDT 6 år etter åpningen i 2006 var 5 600 kjøretøy. Dette er 100 kjøretøy mer enn den beregnede trafikkveksten etter 20 år. På ulykkestidspunktet var ÅDT over 7 000. Havarikommisjonens beregninger på den reelle trafikkveksten viser at den gjennomsnittlige årlige trafikkveksten har ligget på om lag 6 % i perioden til og med 2010. Selv om ÅDT ikke hadde nådd maksimal ÅDT for tunnelklasse C på ulykkestidspunktet, har det vært en betydelig større trafikkvekst enn forventet før tunnelen ble åpnet.

I tillegg ønsker SHT å peke på den høye tungbilandelen som en vesentlig sikkerhetsmessig forutsetning for tunnelen. Tungtrafikkandelen har ligget på 14-16 % siden 2004, omtrent som Statens vegvesens beregninger la til grunn for tunnelen ble bygget. SHT påpeker at til tross for at tungtrafikkandelen ikke har økt prosentmessig, så har trafikkveksten blitt betydelig større enn først beregnet og dermed har også antall tunge kjøretøy som trafikkerer tunnelen økt vesentlig.

Risikoanalysen, som Safetec gjennomførte for Statens vegvesen etter pålegg fra Søndre Follo brannvesens tilsyn med Oslofjordtunnelen i etterkant av brannen, identifiserte to kritiske hendelser som relateres til tungbiltrafikken i tunnelen. Dette gjelder 1) store branner (branner over 30-40 MW) og 2) lekkasje av farlig gods fra kjøretøy hvor hverken kjøretøy eller tilleggskompetanse hos fører er regulert av ADR-bestemmelsene. Risikoanalysen skiller ut utenlandske vogntog med hensyn til risiko med bakgrunn i at de er mindre rustet teknisk til å tåle norske veiforhold og med førere som ikke har føreropplæring som er tilpasset norske veiforhold.

2.3.9 Oppsummering Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå

Oslofjordtunnelen hadde i årene 2000-2011 en stadig økende trafikkmengde som langt oversteg prognosene, samt en høy tungbilandel, og et gjentakende problem med branner og branntilløp i tunnelen (ref. kapittel 1.11.4). Sett i lys av dette mener SHT at Statens vegvesen med bakgrunn i tilgjengelig kunnskap burde tatt tak i de kjente problemstillingene omkring Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå på et tidligere tidspunkt. Spesielt burde tiltak for å redusere fare for varmgang i tunge kjøretøyers bremsesystem og motor vært gjennomført. Mulighetene for sikrere selvredning og redningsinnsats burde vært vurdert og forbedret. Brannvesenets dimensjonering og utstyr burde vært tilpasset forventet branneeffekt i vogntog med vanlig last (50 – 150 MW). SHT savner også teknisk og medisinsk dokumentasjon som grunnlag for den valgte brannventilasjon/røykstyring sett opp mot trafikantenes evakueringsmuligheter.

2.4 Selvredningsprinsippet

Selvredningsprinsippet er ledende for myndighetens forventninger til trafikanter ved evakuering. Dette prinsippet tilsier at trafikantene selv skal ta seg ut av en veitunnel enten kjørende eller til fots.

2.4.1 Myndighetenes forventninger til trafikantene

Gjennom utformingen, skilting og oppmerking kan Statens vegvesen uttrykke sine forventninger og krav til trafikantenes kjøreatferd i tunnelen. Dersom en hendelse inntreffer er det den valgte beredskapsløsning med for eksempel markering av evakueringsmuligheter, brannsløkkingsapparater, samt muligheten for kommunikasjon gjennom radio og annet samband som uttrykker ovenfor trafikantene hvordan de skal håndtere nødsituasjonen.

Antall veitunneler i Norge har hatt en sterk økning, særlig fra 1990 og utover, men SHT finner ikke at Statens vegvesen har kompensert med opplærings- og kampanjetiltak ovenfor trafikantene for å bidra til økt kunnskap om sikker atferd i veitunneler. Kjøreopplæringen vektlegger heller ikke kjøring i veitunneler som et særskilt risikomoment. Et annet moment som har endret trafikantbildet gjennom årene er at det blir stadig flere utenlandske førere som ikke behersker norsk tilstrekkelig til å fange opp informasjon og til å kommunisere i en påkrevet situasjon.

DSBs regelverk om beredskap framhever brannvesenets prioriterte oppgave som livbergende innsats. Likevel fastslår de at selvredning er det primære alternativet når brannobjektet ligger langt unna i avstand fra beredskapen.

2.4.2 Trafikantenes forventninger

Trafikanter atferd ved branner i veitunneler avdekker at mange tilsynelatende har en forventning om at beredskapsløsningene skal ligge til rette for en rask og enkel evakuering, samt å bli berget ut av farlige situasjoner. Dette står i kontrast til forvaltningsmyndighetenes prinsipp om selvredning. SHT anser dette som et sikkerhetsmessig gap som kan få alvorlige konsekvenser ved eksempelvis tunnelbranner.

Mennesker agerer etter bestemte mønstre i ulike situasjoner. Handlingsmønstre som anses som hensiktsmessige i hverdagen kan bidra til at katastrofen eskalerer og risikoen øker. Når noe skjer vil folk flest som hovedregel forsøke å komme seg ut av en tunnel samme vei som de kom inn i tunnelen. Dette bekreftes også ved evakueringen av brannen i Oslofjordtunnelen hvor 25 av 34 kom seg ut av tunnelen på denne måten. Dessverre ser man også i forbindelse med hendelser i tunnel – også i denne hendelsen, at noen trafikanter fortsetter selv om det er rødt lys og bommen er nede ved inngangen til tunnelen.

Denne hendelsen viste at trafikantene handlet ulikt når de registrerte at de var i fare. De trafikantene som SHT har snakket med har beskrevet at de opplevde angst og frykt. Atferden varierte fra å vurdere at situasjonen ble best håndtert ved å bli sittende i sin egen bil, til å snu bilen og kjøre tilbake i en tunnel svart av røyk og uten sikt, til de totalt ni personene som forlot bilene og trakk inn i SOS-boksene, hvor de videre ble ledet av VTS via nødtelefon inn gjennom inspeksjonsluken til baksiden av tunnelveggen i påvente av redningsmannskapene. Dette bekrefter at trafikanter har stort informasjonsbehov når de er

i en krisesituasjon og kan foreta handlinger som ellers kan virke irrasjonelle, lite systematiske og kaotiske.

Mennesker har en gjennomgående tendens til å utsette evakuering fra brann i tunneler og andre bygninger. Tiden brukes til å oppfatte tegn på fare og verifisere hvorvidt tegnene skal tas alvorlig eller ikke. Selv når tegn på brann og fare er tydelige, har mange en tendens til å fortsette med det de gjør og vente på at andre skal respondere på situasjonen før de selv foretar seg noe. Tilknytning til mennesker og eiendeler kan også forsinke evakuering. De fleste trafikanter har i tillegg liten erfaring med å bedømme hvordan en brann og spredning av røyk i tunnel vil utvikle seg, og tar derfor beslutninger om å utsette evakuering på feil grunnlag. Tiltak som påskynder evakueringsstart vil øke sannsynligheten for vellykket selvredning ved brann i tunnel, eksempelvis ved bruk av talemeldinger over høyttaler eller radioinnsnakk til kjøretøy i tunneler.

2.4.3 Tunnelens beredskapsløsning og utforming ved selvredning

SHT er ikke uenig i selvredningsprinsippet i seg selv. Men for at selvredningsprinsippet skal fungere, og trafikantene skal kunne evakuere selv, er det etter SHTs oppfatning en del forutsetninger som må være oppfylt:

- Tunnelen må være konstruert og utformet slik at evakuering kan gjennomføres på en effektiv måte.
- Trafikantene må tidlig forstå alvoret i situasjonen, og få rask og tydelig informasjon om når og i hvilken retning evakuering må iverksettes.
- I ettløpstunneler må det tas høyde for at tunge kjøretøy (lastebiler og busser) ikke har tid eller mulighet til å snu og evakuere i samme retning som de kom inn i tunnelen.
- Det må legges til rette for at de som ikke har mulighet til å evakuere kan søke til et sikkert sted.

Hvis en ser på forholdene omkring brannen 23. juni 2011 var det en del forutsetninger som etter SHTs vurdering ikke var optimale for at selvredning kunne gjennomføres på en god måte:

- Brannen skjedde ca. 1 745 m fra Drøbaksiden, mens brannventilasjonen ble styrt mot Hurumsiden ca. 4 minutter etter at VTS registrerte at det brant i vogntoget. Dette resulterte i at 5,5 km av tunnelen ble fylt med røyk i en hastighet på 2-3 m/s.
- Mange trafikanter klarte å evakuere i samme retning som de kom inn i tunnelen, mens flere biler ble fanget av røyken i tunnelen. Mangelfull merking/retningsmarkeringer og tett røyk uten sikt medførte at flere av disse ikke klarte å orientere seg.
- Det gikk 10 minutter fra brannen ble oppdaget av VTS til innsnakk via bilradio i tunnelen ble gitt til trafikantene fra VTS. Gjennom samtaler med trafikanter har SHT fått opplyst at flere ikke fikk tilstrekkelig tid til å snu/evakuere, etter at informasjonen ble gitt over radio, og før de ble fanget i røyken.

- Det var ikke lagt til rette for at de trafikantene som befant seg inne i tunnelen kunne søke til et røykfritt område inntil de kunne evakueres.

Evakuering av denne lange og bratte ettløpstunnelen kan etter SHTs vurdering kun gjennomføres med kjøretøy, unntaket er hvis de som skal evakuere befinner seg i umiddelbar nærhet av tunnelåpninger eller rømningstunnel. Det er begrenset mulighet for å klare å evakuere tunnelen til fots hvis trafikantene befinner seg i andre områder av tunnelen.

2.4.4 Oppsummering selvredningsprinsippet

SHT er ikke uenig i selvredningsprinsippet i seg selv, men ut fra ovennevnte betraktninger mener SHT at forholdene i Oslofjordtunnelen ikke var tilstrekkelig tilrettelagt for selvredning. SHT mener at Statens vegvesen og brannvesenet ikke hadde foretatt en tilstrekkelig vurdering av samspillet mellom trafikantinformasjon, ventilasjonsløsning/røykstyring, brannslukking, sikkerhetsutrustning og sikker evakuering av trafikantene i tunnelen ved brann. SHT har sett også i andre hendelser i brann i tunnel at selvredningsprinsippet ikke er godt nok ivare tatt gjennom tunnelens beredskapsløsning og utforming.

Basert på denne undersøkelsen fremmer SHT en sikkerhetstilråding om at Statens vegvesen, sammen med DSB og brannvesenet, gjennomgår og oppdaterer beredskapsplanene for lange ettløpstunneler, inkludert Vegtrafikkentralens rutiner ved brann, slik at forutsetningene for selvredningsprinsippet er tilstrekkelig ivare tatt.

2.5 **Sikkerhetsstyring av Oslofjordtunnelen**

Undersøkelsen har avdekket at Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå ikke var tilstrekkelig sett opp mot tunnelens trafikkbilde. SHT mener at dette har sammenheng med at Statens vegvesens risikobaserte sikkerhetsstyring av tunnelen var mangelfull. Denne problemstillingen vil bli omhandlet nærmere i dette kapittelet. Strukturen i denne drøftingen følger inndelingen av elementene i sikkerhetsstyring som vist i figur 13. Spesielt vil SHT drøfte hvordan Statens vegvesen har tatt lærdom av tidligere hendelser og brukt statistikk/risikoanalyser til å kartlegge og overvåke risikoutviklingen.

2.5.1 Kartlegge og overvåke risiko

Kartlegge og overvåke risiko er viktig for å ha oversikt over det totale risikobildet som virksomheten innebærer. I et risikobasert sikkerhetsstyringssystem skal innsatsen baseres på risiko og risikoanalyser vil være grunnlaget for valg av sikkerhetstiltak.

SHT kan ikke se at risikovurderinger har vært et sentralt element i Statens vegvesens sikkerhetsoppfølging av Oslofjordtunnelen. Undersøkelsen har avdekket at det på ulykkestidspunktet ikke fantes noen oppdatert risikoanalyse av Oslofjordtunnelen.

På oppdrag for Statens vegvesen i 2000 foretok DNV en brannanalyse av Oslofjordtunnelen og i 2001 foretok DNV en risikoanalyse hvor formålet primært var å vurdere behovet for videoovervåking i tunnelen. I tillegg foreligger det en to siders risikoanalyse i forbindelse med beredskapsplanen fra 2003, men denne er etter SHTs oppfatning så begrenset at den ikke kvalifiserer som en fullverdig risikoanalyse. Etter brannen gjennomførte Safetec en risikoanalyse av Oslofjordtunnelen for Statens

vegvesen. Det vil si at i løpet av tunnelens drift gjennom 10 år hadde ikke Statens vegvesen gjennomført noen fullstendig dokumenterte risikoanalyser.

Det eksisterer krav om at trafikkvekst og -sammensetning skal vurderes løpende for tunneler (i Håndbok 021 og tunnelsikkerhetsforskriften). Imidlertid, slik SHT ser det, har ikke Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå og trafikkutvikling i tilstrekkelig grad blitt fulgt opp og vurdert av Statens vegvesen gjennom risikoanalyser. SHT har ikke funnet dokumentasjon på at Statens vegvesen hadde foretatt vurderinger av Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå og behovet for bygging av et parallelløp. Dette er betenkelig da forutsetningen i Stortingsproposisjon nr. 87 (1995-96) var at Oslofjordtunnelen skulle bygges ut i takt med trafikkutviklingen. SHTs undersøkelse viser at viktige punkter i brannanalysen fra 2000 ikke ble fulgt opp (eksempelvis varsling av trafikanter og styring av brannventilasjon). Ved avvik fra en slik risikoanalyse mener SHT at det må dokumenteres at sikkerheten blir tilstrekkelig ivaretatt gjennom andre kompensierende tiltak. Dette har ikke blitt gjort, og SHT savner en slik risikobasert tilnærming hos Statens vegvesen.

SINTEF foretok i 2004 en analyse på vegne av Rådet for Drammensregionen hvor de blant annet konkluderte med behov for flere rømningsveier, alternativt nødrom (se kapittel 1.11.5.4). SHT har fått opplyst at Statens vegvesen ble kjent med rapporten da den forelå, men at rapporten hadde sine begrensninger og ikke direkte førte til endringer i Oslofjordtunnelen. SHT konstaterer at rapporten peker på problemstillinger og tiltak som er gjennomført i tunnelen etter denne brannen.

Samlet sett er det SHTs oppfatning at Statens vegvesen ikke i tilstrekkelig grad har foretatt risikovurderinger med hensyn til trafikkmengde og – sammensetning, beredskapsløsning og – utforming for Oslofjordtunnelen. Dermed har ikke Statens vegvesen kunnet nyttiggjøre seg slike data til å vurdere og oppgradere sikkerhetsnivået for tunnelen, samt rutiner knyttet til brann og redning.

2.5.2 Kontroll over daglig drift

Kontroll over daglig drift som en del av sikkerhetsstyringen innebærer å følge opp at regelverk, standarder og prosedyrer etterleves. Det innebærer også en systematisk håndtering av eventuelle avvik, samt en effektiv oppdatering av prosedyreverket slik at det imøtekommer utvikling og behov.

2.5.2.1 *Oslofjordtunnelens beredskapsplan*

Beredskapsplaner er i prinsippet en avtale mellom tunneleier og brannvesenet om ansvarsdeling og innsats dersom det skulle oppstå et uhell i tunnelen, og er således, slik SHT ser det, et svært viktig dokument for å sikre god beredskap og innsats. SHT mener at viktigheten av beredskapsplanen for brannvesenet kommer til syne gjennom gjentatte anmerkninger fra SFB om behovet for oppdaterte beredskapsplaner gjennom tilsynene i perioden før 2009 (se kapittel 1.11.7).

Den gjeldende beredskapsplanen for Oslofjordtunnelen på det tidspunktet brannen oppstod, var datert 12. mars 2009. Denne beredskapsplanen var en revidert versjon og erstattet beredskapsplanen fra 3. april 2003.

Beredskapsplanen omhandlet i all hovedsak forhold knyttet til de tekniske installasjonene i tunnelen og behandlet i liten grad forhold knyttet opp mot selvredning og evakuering av

trafikanter annet enn en kort beskrivelse av rømningsmuligheter ved hendelser (se kapittel 1.11.3). Beredskapsplanen beskrev ikke konkrete tiltak for å hindre at trafikanter blir fanget i røyk eller tiltak for å evakuere trafikanter som ikke kommer seg ut. Beredskapsplanen fra 2009 inneholdt heller ikke en risikoanalyse, selv om Statens vegvesens egne håndbøker sier at dette skal gjøres.

2.5.2.2 *Håndbok 269 Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler*

Statens vegvesen fikk i 2007 gjennom Håndbok 269 retningslinjer for hvordan oppnå et enhetlig sikkerhetsnivå i veitunneler på riksveinettet for alle trafikanter og de som skal utføre arbeider i tunnelene. Håndboken skal sørge for at sikkerheten i norske tunneler tilfredsstillt kravene i tunnelsikkerhetsforskriften, brannvernloven og interne pålegg i Statens vegvesen.

I Håndbok 269 og Håndbok 021 er det gitt begrensende retningslinjer for utarbeidelse og bruk av beredskapsplaner. Det henvises i begge håndbøkene til del 3 i Håndbok 269 som enda ikke er utarbeidet. Havarikommisjonen har fått opplyst fra Statens vegvesen at denne håndboken skal revideres og utvides med flere deler. Havarikommisjonen mener at Håndbok 269 er et viktig redskap for Statens vegvesen for å drive forsvarlig sikkerhetsforvaltning av tunneler. SHT er derfor positiv til at håndboken blir revidert og fullført, og mener videre at resultatene fra denne undersøkelsen kan brukes som input i dette arbeidet.

SHT er kritisk til at det ikke har vært tilstrekkelige retningslinjer internt i etaten for utarbeidelse og bruk av beredskapsplaner. SHT mener at Statens vegvesen gjennom en revisjon av håndboken bør behandle beredskapsplaner i langt større grad en tidligere, og da spesielt med fokus på selvredningsprinsippet, problematikken rundt evakuering av trafikanter i røykfylte tunnellop og bruk av brannventilasjon.

2.5.2.3 *Organisering i sikkerhetsforvaltningen*

SHTs undersøkelse har vist at Statens vegvesen Region øst har oppfylt organiseringen slik den skal være i henhold til Håndbok 269 med blant annet en brannvernleder og sikkerhetskontrollør. Imidlertid har undersøkelsen vist at den informasjonen som spesielt brannvernleder har innhentet og videreformidlet ikke har blitt benyttet systematisk i sikkerhetsforvaltningen og til videre analyser av risikonivået i Oslofjordtunnelen.

Havarikommisjonen hadde tidlig i denne undersøkelsen en forventning om at rollen som sikkerhetskontrollør skulle ivareta den løpende risikokartleggingen i de mest utsatte veitunnelene. SHT har imidlertid fått opplyst at sikkerhetskontrollør ikke har en direkte rolle i å analysere dette eller formidle behov for sikkerhetstiltak utover det som er fastsatt som minimumskrav i Håndbok 021.

Etter SHTs oppfatning er intensjonen og organiseringen på papiret til stede for å kunne ivareta sikkerhetsoppfølgingen av Oslofjordtunnelen. Imidlertid stiller SHT spørsmål ved hvordan Statens vegvesen i sikkerhetsstyringen nyttiggjør seg av organiseringen og den informasjonen som enkeltpersoner har tilegnet seg gjennom sine stillinger og ansvarsområder.

2.5.3 Lære av erfaring

Lære av erfaring utgjør den hendelsesbaserte delen av sikkerhetsstyringen. Gjennom systematiske analyser av ulykker og avvikshendelser kan virksomheten identifisere læringspunkter og behov for sikkerhetstiltak.

2.5.3.1 *Rapportering og oppfølging av branner/branntilløp i Oslofjordtunnelen*

I følge Statens vegvesen (se kapittel 1.11.4) er det registrert 16 branner/branntilløp i perioden fra 2000 fram til brannen i juni 2011. Seks av disse hendelsene skjedde etter at tunnelsikkerhetsforskriften av 15. mai 2007, og herunder krav til rapportering gitt i Håndbok 269, trådte i kraft. Imidlertid har Statens vegvesen Vegavdeling Akershus kun utarbeidet rapport for to av brannene (mars og juni 2011).

Flere av hendelsene som skjedde i perioden 2000-2011 har likhetstrekk med brannen som skjedde i tunnelen i juni 2011. Havarikommisjonen stiller derfor spørsmål ved at de tidligere hendelsene ikke har ledet til konkrete sikkerhetstiltak og forbedringer av tunnelens sikkerhetsnivå. Det er SHTs oppfatning at Statens vegvesen ikke har hatt et sikkerhetsstyringsystem som har ivaretatt oppfølging, rapportering og implementering av korrektive tiltak etter denne type hendelser. SHT mener at konsekvensene i forbindelse med brannen i juni 2011 kunne vært redusert dersom et slikt system hadde vært tilstede.

2.5.3.2 *Rapportering og oppfølging av brann/branntilløp i veitunneler i Norge*

Vegdirektoratet skal annethvert år utarbeide rapporter om branner i tunneler, og om ulykker som i betydelig grad angår sikkerheten til trafikanter i tunneler, jfr § 15 i tunnelsikkerhetsforskriften. Undersøkelsen har vist at Vegdirektoratet ikke har utarbeidet slike rapporter.

Havarikommisjonen har fått opplyst av Vegdirektoratet at de høsten 2011 etterspurte en oversikt over branner i veitunneler fra regionene, men at de fikk liten respons på henvendelsen.

Vegdirektoratet har utarbeidet rapporter om trafiksikkerhet i veitunneler i Norge (se kapittel 1.15.1), men ingen av disse rapportene gir en god oversikt over branner i veitunneler i Norge. SHT begrunner dette med at ulykkesdata som er brukt stort sett er basert på STRAKS-registrerte ulykker. Mange hendelser med brann i tunneler har ikke ført til personskader og inngår derfor ikke i datagrunnlaget. SHT mener dermed at Vegdirektoratet ikke har hatt et tilstrekkelig grunnlag for vurderinger eller beslutninger om sikkerhetsnivået i veitunneler i Norge. Dette er etter SHTs syn en klar svakhet i Statens vegvesens sikkerhetsstyring.

Statens vegvesen har manglet data som skal danne grunnlaget for å vise det faktiske risikobildet for brann i undersjøiske veitunneler. TØI har på oppdrag fra Statens vegvesen kartlagt branner og branntilløp i norske veitunneler for perioden 2008-2011 (se kapittel 1.15.6). Rapporten viser at undersjøiske tunneler med høy stigningsgrad, herunder Oslofjordtunnelen for region øst, er overrepresentert i statistikken over branner/branntilløp. I rapporten fra TØI fremkommer det at de måtte gå bredt ut i Statens vegvesen og utenfor vegvesenet for å samle inn data om veitunnelbranner og branntilløp, herunder er data fra Vegloggen/MERKUR benyttet.

2.5.3.3 *Brannvesenets rapportering til DSB og Statens vegvesen*

Brannvesenet sender etter brannutrykning bare rapport til DSB, og ikke til Statens vegvesen som tunnelforvalter. Havarikommisjonen har ikke fått dokumentert hva disse rapportene systematisk anvendes som grunnlag for, og ser derfor at verdifulle erfaringer som skulle vært anvendt i beslutningsgrunnlag kan gå tapt ved dette. SHT har også fått opplyst om at DSB heller ikke har noen databaser for registrering av de rapporter som kommer inn om branner i veitunneler.

Basert på denne undersøkelsen fremmer SHT en sikkerhetstilråding om at Statens vegvesen og DSB etablerer systemer for registreringer av brann og branntilløp i veitunneler, for bruk i det systematiske sikkerhetsarbeidet.

2.5.4 Forbedre sikkerhetsinnsatsen

Kontinuerlig forbedring er et viktig prinsipp i sikkerhetsstyring. Virksomheten bør ha en samlet plan for langsiktige tiltak og en systematisk styring på kortsiktige tiltak som skal forbedre sikkerheten. I et risikobasert sikkerhetsstyringssystem skal risikovurderinger ligge til grunn for valg av tiltak.

Som omtalt i kapittel 2.3 har ikke Oslofjordtunnelens særegenheter ved geometri, trafikkvekst og trafikksammensetning medført oppgradering av tunnelens sikkerhetsnivå i perioden 2000-2011. Dette til tross for at tunnelen opprinnelig var ordinært regulært som toløpstunnel, og at byggetrinn to skulle vurderes når trafikktviklingen og behovene var tilstede. Unntaket fra dette er installeringen av videoovervåkingskameraene i 2005, som en følge av raset i 2003 og oversvømmelsen i 2004. Andre tiltak basert på inntrufne ulykker/hendelser i tunnelen har ikke vært gjennomført. Dette kan begrunnes med mangelfull rapportering og gransking av hendelser, samt manglende risikoanalyser.

SHT vil kreditere Statens vegvesen for de utførte tiltakene som er foretatt i tunnelen etter denne brannen. Disse tiltakene er beskrevet i kapittel 1.16. Imidlertid, det faktum at det skulle en så alvorlig hendelse til før tiltak ble iverksatt vitner om en hovedsakelig hendelsesbasert tilnærming til sikkerhetsstyring.

2.5.5 Brannvesenets tilsyn med Oslofjordtunnelen

Brannvesenet i Søndre Follo skal i tillegg til ansvaret for organisering av innsats ved brann i Oslofjordtunnelen også føre tilsyn med Oslofjordtunnelen som særskilt brannobjekt.

Vedlegg F og beskrivelsen i kapittel 1.11.7 viser at SFB i forbindelse med tilsynsrapporter ved gjentatte anledninger påpekte avvik når det gjelder oppdatert risikovurdering og beredskapsplan for Oslofjordtunnelen. Det faktum at påpekte avvik og merknader etter tilsyn ikke ble lukket tilfredsstillende av Statens vegvesen indikerer at den risikobaserte sikkerhetsstyringen av tunnelen var mangelfull. SHT er kritisk til at det gikk flere år før beredskapsplan for tunnelen ble oppdatert etter at det ble påpekt i forbindelse med SFBs tilsyn.

I forbindelse med den oppdaterte beredskapsplanen som kom i mars 2009 forelå det ingen oppdatert risikoanalyse for bruk og evakuering av tunnelen slik SHT kan se. I SFBs tilsyn etter brannen i 2011 ble det gitt pålegg om dette. SFB var delvis inne på dette temaet i tilsynet i 2009 relatert til behov for en særskilt risikoanalyse knyttet til SOS-bokser.

Imidlertid ble denne anmerkningen lukket av Statens vegvesen ved å vise til krav i Håndbok 021.

SHT forstår at brannvesenet, som i følge SFB ikke har særskilt fagkompetanse på vegtunneler, vanskelig kan argumentere imot når tunneleier mener eksisterende risikoanalyse er dekkende eller at tunnelens sikkerhetsutrustning oppfyller håndboks krav. Samtidig ser SHT at det kan være behov for justeringer slik at brannvesenets tilsynsrolle ovenfor veitunneler bedre kan fungere som et korrektiv til Statens vegvesens sikkerhetsstyring og håndbøker. I tillegg bør det vurderes om brannvesenet kan være en mer delaktig part i utarbeidelsen av beredskapsplaner for veitunneler.

2.5.6 Oppsummering sikkerhetsstyring

Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå var på ulykkestidspunktet ikke tilfredsstillende. SHT begrunner dette med gapet mellom tunnelens sikkerhetsutrustning og beredskapsløsning sett opp mot trafikkutviklingen og - sammensetningen. SHT mener at dette har sammenheng med at Statens vegvesens risikobaserte sikkerhetsstyring av tunnelen var mangelfull.

SHT har gjennom denne undersøkelsen blitt gjort kjent med at Statens vegvesen er i ferd med å etablere et kvalitetssystem for hele etaten. Som en del av dette kvalitetssystemet ligger det et forslag til prosesser for å sikre sikkerhetsforvaltning av veitunneler. SHT ser på dette arbeidet som positivt, men savner likevel en mer proaktiv og risikobasert sikkerhetsstyring som i større grad er basert på risikovurderinger, sårbarhetsanalyser og analyser av branntilløp enn tiltak i etterkant av alvorlige hendelser/branner. Følgende forhold er sentrale for SHTs vurdering av Statens vegvesens risikobaserte sikkerhetsstyringen knyttet til tunnelen:

- Risikovurderinger har ikke vært et sentralt element i sikkerhetsoppfølgingen av tunnelen. I løpet av tunnelens drift gjennom 10 år hadde ikke Statens vegvesen gjennomført noen fullstendig dokumenterte risikoanalyser.
- SFB påpekte gjentatte ganger avvik når det gjelder oppdatert beredskapsplan og risikovurdering for tunnelen. Imidlertid gikk det flere år før beredskapsplanen ble oppdatert (fra 2003 til 2009) og ingen risikoanalyse lå til grunn for den oppdaterte planen.
- Beredskapsplanen fra 2009 omhandlet i liten grad forhold knyttet til selvredning og evakuering av trafikanter. SHT er kritisk til at det ikke finnes tilstrekkelige retningslinjer internt i etaten for utarbeidelse og bruk av beredskapsplaner.
- SHT stiller spørsmål ved hvordan Statens vegvesen i sikkerhetsstyringen nyttiggjør seg av organiseringen og den informasjonen som enkeltpersoner har tilegnet seg gjennom sine stillinger og ansvarsområder.
- Flere av hendelsene som skjedde i tunnelen i perioden 2000-2011 har likhetstrekk med denne brannen, men hendelsene hadde ikke vært gjenstand for videre analyser og således ikke ledet til konkrete sikkerhetstiltak og forbedringer av tunnelens sikkerhetsnivå (foruten videoovervåking i 2005).
- Statens vegvesen og DSB har manglet et godt utviklet rapporteringssystem for overvåking og kontroll over branner og branntilløp i veitunneler. Dette har ført til

manglende innrapporteringer, samt mangelfulle analyser av og oversikt over det reelle sikkerhetsnivået for Oslofjordtunnelen.

- Det er SHTs oppfatning at Statens vegvesen, som forvaltningsmyndighet (Vegdirektoratet) og som tunnelforvalter (Region øst), ikke har hatt tilstrekkelig oversikt over risikobildet for brann i tunneler i Norge generelt og i Oslofjordtunnelen spesielt.

Med bakgrunn i SHTs gjennomgang av sikkerhetsstyringen i forbindelse med Oslofjordtunnelen og punktene ovenfor, tilrår SHT at Statens vegvesen videreutvikler sitt sikkerhetsstyringssystem i retning av mer risikobaserte og proaktive prinsipper for å sikre et tilfredsstillende sikkerhetsnivå for Oslofjordtunnelen og tilsvarende veitunneler.

2.6 Overordnede læringsaspekter og sikkerhetsbetraktninger

2.6.1 Tunnelsikkerhet

I forbindelse med undersøkelsen har SHT sett at det arbeides i positiv retning med dette risikoområdet som tunneler utgjør både fra Statens vegvesen, brannvesenet og DSB sin side. SHT opplever samtidig at brannene i Oslofjordtunnelen 23. juni 2011 og senere i Gundvangatunnelen 25. august 2013 har vært viktige vekkerer. Det må jobbes aktivt med å trekke lærdom fra disse hendelsene for å forbedre sikkerheten.

SHT er klar over at ingen personer har blitt drept som en direkte følge av brann i tunnel (de som har omkommet i tunneler har blitt drept som følge av kollisjoner som evt. senere har medført brann). I denne sammenheng kan man tilsynelatende trekke en slutning om at tunnelenes sikkerhetsutrustning, beredskapsplaner og redningsarbeid er tilfredsstillende – all den tid ingen personer har omkommet.

Denne undersøkelsen viser at beredskapsplanene ikke omtaler hvordan selvredning er tenkt gjennomført når tunnelen fylles med røyk, og at slokking av brann har vært overordnet redning av personer som er stengt inne i røyken. Trafikantene som oppholdt seg i tunnelen overlevde, men det finnes ikke konkrete data, medisinske vurderinger og analyser av røykkonsentrasjon – mengde og sammensetning over tid - i vegtunneler og menneskets tåleevne med hensyn på dette.

I denne rapporten (se kapittel 1.14.2) viser SHT til flere branner og røykutvikling i tunneler i den senere tid: Seljestad-, Mastrafjord-, Brattli-, Gudvangatunnelen. SHT vil minne om at risiko er kombinasjonen av sannsynlighet og konsekvens. Med det store antallet ulykker i veitrafikken har Statens vegvesen vært vant til å tenke statistikk basert på ulykkesfrekvens i det forebyggende sikkerhetsarbeidet. SHT mener imidlertid at brannene i spesielt Oslofjord- og Gudvangatunnelen vitner om et katastrofepotensial ved brann i tunge kjøretøy i lange ettløpstunneler med påfølgende røykutvikling. Sikkerhetstankegangen må derfor, i tillegg til den tradisjonelle metodikken, rettes mot analyse av konsekvenser og skadebegrensning så langt det er mulig ved brann i tunnel. Denne tankegangen savner SHT i tunnelforvaltningen.

I denne sammenheng vises det til beskrivelsen i Safetec' risikoanalyse av Oslofjordtunnelen etter brannen (se kapittel 1.16.2) hvor det påpekes betydningen av konsekvensreducerende tiltak med livreddende effekt all den tid de risikoreducerende tiltakene ikke kan redusere risikoen tilstrekkelig.

2.6.2 Vurdering av iverksatte tiltak i tunnelen

Oslofjordtunnelen ble sikkerhetsgodkjent før åpningen i 2012 og tilfredsstillende således alle krav i tunnelsikkerhetsforskriften.

De sannsynlighetsreducerende tiltakene som ble gjennomført vil etter SHTs vurdering kunne redusere kjøretøyenes hastighet i tunnelens nedkjøring og stigning, og dermed redusere mulighetene for varmgang i både bremsesystemer og motor.

Når det gjelder konsekvensreducerende tiltak og tiltak for raskere og mer effektiv redningsinnsats vurderer SHT at disse hovedsakelig har til hensikt å få trafikanter raskere i sikkerhet hvis det oppstår brann.

Automatisk talemelding fra VTS til tilgjengelige radiokanaler og «Snu og kjør ut» skilt hver 1,5 km er etter SHTs vurdering et positivt tiltak som vil ha god effekt når det gjelder å få trafikantene raskt ut av tunnelen (for de som har radioen påslått eller står slik plassert at de ser informasjonsskiltene). For å ytterligere bedre tilgang til viktig informasjon mener SHT at Statens vegvesen bør vurdere å etablere innsnakk direkte i tunnelen gjennom høyttalere, og redusere avstanden mellom skiltene slik at denne informasjonen blir tilgjengelig for alle som befinner seg inne i tunnelen. Statens vegvesens rapport nr. 161 «Etatsprogrammet Moderne vegtunneler: strategi trafikkikkerhet og brannikkerhet» (2012), påpeker også betydningen av at trafikantene tidlig forstår alvoret i situasjoner som krever evakuering.

Evakueringsrommene som er bygd for hver 250 m er viktig for å få trafikantene som ikke har mulighet til å evakuere gjennom tunnelåpningene eller rømmingstunnelen i sikkerhet inne i tunnelen. Forutsetningen for dette er at de får tidlig informasjon om evakuering. Hvis trafikantene ikke oppfatter at det må evakueres før tunnelen fylles med røyk, mener SHT at en kan komme opp i samme situasjonen som oppstod ved brannen i juni 2011. Det vil raskt bli minimal sikt slik at verken ledelys eller de andre iverksatte tiltakene vil kunne lede trafikantene til evakueringsrommene. SHT påpeker også viktigheten av at evakueringsrommenes tekniske infrastruktur til enhver tid må være funksjonelle og at det derfor innebærer kontinuerlig vedlikehold (se kapittel 2.3.3). SHT vil igjen minne om viktigheten av samspillet mellom informasjon, brannsløkking og røykstyring, slik at trafikantene har mulighet til å evakuere eller komme i sikkerhet i evakueringsrommene før tunnelen fylles med røyk.

2.6.3 Tiltak knyttet til trafikant og kjøretøy

Som tidligere nevnt har SHT valgt å ikke analysere nærmere førerens kjøreatferd og bakenforliggende årsaker til at kjøretøyet kom i brann. Dette da denne undersøkelsen i hovedsak har fokus på systemsikkerheten omkring Oslofjordtunnelen, samt brann- og redningsaspekter. Imidlertid vil SHT avslutningsvis kort kommentere noen viktige forhold knyttet til kjøretøy og trafikant.

Det foreligger ikke statistikk for utenlandske tunge kjøretøy og involvering i brannhendelser i tunnel. Imidlertid hevdes det fra flere hold at førere og kjøretøy fra utlandet økende grad er involvert i trafikkulykker generelt og branner i kjøretøy spesielt. Det stilles også spørsmål ved utenlandske sjåførers førerkompetanse når det gjelder norske forhold, herunder vær, føre og geometri.

SHT ser at det kan være formålstjenlig å vurdere behovet for i større grad å sette restriksjoner for tunge kjøretøy i lange og/eller bratte tunneler. Alternativt kan det å intensivere kontrollvirksomheten utenfor tunnelen eller faste installasjoner i tunnelen med hensyn på å kontrollere varmgang være et forebyggende tiltak. Samtidig kan det ikke påpekes i forbindelse med denne brannen i Oslofjordtunnelen at varmgang var utløsende brannårsak.

I tillegg er det viktig at en vurdering av kjøretøyrestriksjoner må inngå i en helhetlig risikovurdering relatert til det øvrige veinettet omkring den særskilte tunnelen. Alternativet for Oslofjordtunnelen er at tungrafikken kjøres gjennom Oslo, men her er det igjen flere tunneler og større trafikkmengde slik at risikoen for brann trolig vil være større.

Trafikantopplæring med hensyn på kjøring og evakuering av tunneler er aspekter som SHT ikke har vurdert nærmere i denne undersøkelsen. SHT konstaterer at trafikanter har et stort informasjonsbehov knyttet til hvordan de skal handle i en krisesituasjon i tunnel.

2.6.4 Erfaringsoverføring til andre undersjøiske veitunneler

SHT mener at læringen og hovedprinsippene etter denne brannen angående blant annet tilrettelegging for selvredning og risikobasert sikkerhetsstyring må overføres til andre lignende veitunneler i Norge som proaktive tiltak for å forhindre lignende scenarier.

SHT anser det også som meget viktig at den oppgradering av tunnelene som er planlagt for at Norge skal oppfylle EUs krav innen 2019 iverksettes. Statens vegvesen forvalter om lag 1000 veitunneler over hele landet, og en stor del av disse har ulik utforming og sikkerhetsutrustning. Dette kan forklares med forskjellig trafikk tetthet og – sammensetning i tillegg til at tidligere utgaver av håndbøker ikke stilte samme høye krav til sikkerhetsnivå som dagens gjeldende utgaver.

Undersøkelsen har vist at de oppgraderingene som har vært gjort i tunneler gjerne har vært utløst av alvorlige hendelser og ulykker. Det vil si hovedsakelig en hendelsesbasert tilnærming til sikkerheten. Eksempelvis var Statens vegvesen Vegdirektoratet godt kjent med de utfordringer som stor stigningsgrad gir med tanke på brann i undersjøiske tunneler, men det ble likevel ikke iverksatt ekstra eller forsterkede tiltak for Oslofjordtunnelen på grunn av stigningsgraden før etter brannen i juni 2011.

SHT mener at utgangspunktet burde være en risikovurdering, hvor farlige forhold identifiseres og blir brukt som beslutningsgrunnlag for valg av enten oppgradering eller kompensierende tiltak, med bakgrunn i analysens akseptkriterier. SHT presiserer at det er avgjørende at den enkelte tunnel blir kartlagt med hensyn til trafikkbildet, for å fange opp særtrekk om endringer i industri i nærområdet, turisttrafikk, type kjøretøy, omfang av utenlandske vogntog mv. SHT etterlyser en mer risikobasert tilnærming til sikkerheten og beredskapen i tunneler.

Rapporten som TØI utarbeidet i 2012 viser til at det er flere branner i undersjøiske tunneler enn i ikke-undersjøiske, og ser behov for at dette undersøkes nærmere. Havarikommisjonen vil imidlertid påpeke at kunnskapen om brannrisikoen i disse tunnelene har vært kjent for Statens vegvesen. I rapport fra DNV i år 2000 ble det beskrevet scenario lik det som fant sted i Oslofjordtunnelen i 2011. Brannvesenene og forskningsmiljøer har også pekt på brannrisikoen, og brannene nedover i Europa har bidratt med alvorlige erfaringer. NOU 2000 – Sårbarhetsmeldingen beskriver at tunneler

gir bekymring mht. storulykkepotensiale og at en brann kan føre til mye røykutvikling og vansker med evakuering. Selv om sannsynligheten for hendelser er lav, er det langt fra usannsynlig at alvorlige hendelser inntreffer.

3. KONKLUSJON

Brannen i vogntoget oppstod som følge av motorhavari. Faresituasjonen for trafikantene ble forsterket av at tunnelens sikkerhetsutrustning og beredskapsløsning ikke var tilstrekkelig tilrettelagt for selvredning, og dermed ble flere trafikanter fanget i røyken. Det er SHTs oppfatning at evakuerings situasjonen var dramatisk og at potensialet for at liv kunne gå tapt var meget stor. Undersøkelsen har avdekket at Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå ikke var tilstrekkelig sett opp mot tunnelens trafikkilde. SHT mener at dette har sammenheng med at Statens vegvesens risikobaserte sikkerhetsstyring var mangelfull.

3.1 Undersøkelseresultater

3.1.1 Operative og tekniske forhold

- a) Som følge av motorhavari begynte det polskregistrerte vogntoget å brenne i stigningen mot Drøbak (ca. 5,5 km fra tunnelutgangen på Hurumsiden og 1,7 km fra tunnelutgangen på Drøbaksiden).
- b) Motorhavariet var forårsaket av at en av motorens veivstenger løsnet fra veivakselen og trengte gjennom motorblokken.
- c) Effekten i brannen som oppstod i vogntoget er beregnet til 70 – 90 MW. Det er 60 – 80 % høyere enn dimensjoneringskravet for tunnelen som er på 50 MW.
- d) Føreren forsøkte å slukke brannen etter beste evne før han selv måtte evakuere tunnelen på grunn av sterk varme- og røykutvikling.
- e) Brannventilasjonen ble styrt mot Hurumsiden ca. 4 minutter etter at VTS registrerte at det brant i vogntoget. Dette resulterte i at 5,5 km av tunnelen ble fylt med røyk i en hastighet på 2-3 m/s.
- f) Det gikk 9 minutter fra brannen ble oppdaget av VTS til innsnakk via bilradio i tunnelen ble gitt til trafikantene fra VTS. Flere trafikanter fikk ikke tilstrekkelig tid til å snu/evakuere, etter at informasjonen ble gitt over radio, og før de ble fanget i røyken.
- g) Retningen for den langsgående brannventilasjonen er forhåndsbestemt og uavhengig av lokalisering av ulykke-/brannsted i tunnelen. Retningen er fastsatt med bakgrunn i at brannvesenets direkte slukkeinnsats mot ulykke-/brannstedet skal foregå fra Søndre Follo brannvesen (Drøbaksiden) som har flest ressurser.
- h) Brannvesenets tidsbruk og innsats i forbindelse med slökkingsarbeidet fra Drøbaksiden fungerte tilfredsstillende og som forventet.

- i) Redningsinnsatsen fra Hurumsiden fikk store problemer med å bistå trafikantene i tunnelen som følge av røykutviklingen med minimal sikt, fare for påkjørsler og avstanden til brannobjektet.
- j) Etter at brannen i vogntoget var slokket anmodet fagleder brann om ventilasjon på full styrke (5-6 m/s) for å forbedre forholdene i tunnelen.
- k) Brannventilasjonen fungerte i henhold til beredskapsplanen og de styringssignaler som brannvesenet hadde gitt.
- l) Den bratte, undersjøiske ettløpstunnelen med kun en rømningstunnel (3 480 m unna brannstedet) i tillegg til tunnelutløpene, uten røyktette evakueringsrom og tilstrekkelige snumuligheter for tunge kjøretøy, forsterket faresituasjonen for trafikantene og vanskeliggjorde selvredning.
- m) 25 av 34 trafikanter kom seg ut av tunnelen på egenhånd. De resterende ni trafikantene søkte tilflukt i SOS-boksene, som ikke er konstruert eller tiltenkt som tilfluktsrom.
- n) Åtte trafikanter ble ledet av VTS inn i mindre røyklagte områder mellom betongvelvingen og fjellet, en trafikanter ble igjen i SOS-boksen, og alle ni ble senere evakuert fra tunnelen av redningsmannskap.
- o) Oversikten VTS hadde gjennom kameraovervåking av tunnelen og direkte kontakt med trafikantene, i tillegg til nødetatens brann- og redningsinnsats, reddet sannsynligvis liv denne dagen.

3.1.2 Bakenforliggende forhold

- a) Oslofjordtunnelen hadde i årene 2000-2011 en stadig økende trafikkmengde som langt oversteg prognosene, samt en høy tungbilandel, og et gjentakende problem med branner og branntilløp i tunnelen.
- b) Flere av hendelsene som skjedde i tunnelen i perioden 2000-2011 har likhetstrekk med denne brannen, men hendelsene hadde ikke vært gjenstand for videre analyser og således ikke ledet til konkrete sikkerhetstiltak og forbedringer av tunnelens sikkerhetsnivå (foruten videoovervåking i 2005).
- c) Statens vegvesen og brannvesenet hadde ikke foretatt en helhetlig vurdering av samspillet mellom trafikantinformasjon, sikkerhetsutrustning, brannslukking, ventilasjonsløsning/røykstyring og forutsetningene for selvredning og sikker evakuering av trafikantene i tunnelen ved brann.
- d) Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) og Statens vegvesen har argumentert for den valgte brannventilasjonsløsning – tilførsel av tilstrekkelig friskluft til at opphold i tunnelen var mulig – uten at nødvendig dokumentasjon foreligger.
- e) Risikovurderinger har ikke vært et sentralt element i sikkerhetsoppfølgingen av tunnelen. I løpet av tunnelens drift gjennom 10 år hadde ikke Statens vegvesen gjennomført noen fullstendig dokumenterte risikoanalyser.

- f) Brannvesenet påpekte gjentatte ganger avvik når det gjelder oppdatert beredskapsplan og risikovurdering for tunnelen. Imidlertid gikk det flere år før beredskapsplanen ble oppdatert (fra 2003 til 2009) og ingen risikoanalyse lå til grunn for den oppdaterte planen.
- g) Beredskapsplanen fra 2009 omhandlet i liten grad forhold knyttet til selvredning og evakuering av trafikanter. SHT er kritisk til at det ikke finnes tilstrekkelige retningslinjer internt i etaten for utarbeidelse og bruk av beredskapsplaner.
- h) Statens vegvesen Region øst hadde oppfylt organiseringen slik den skal være i henhold til Håndbok 269 med blant annet en brannvernleder og sikkerhetskontrollør, men SHT stiller spørsmål ved hvordan Statens vegvesen i sikkerhetsstyringen nyttiggjør seg av organiseringen og den informasjonen som enkeltpersoner har tilegnet seg gjennom sine stillinger og ansvarsområder.
- i) Statens vegvesen og DSB har manglet et godt utviklet rapporteringssystem for overvåking og kontroll over branner og branntilløp i veitunneler. Dette har ført til manglende innrapporteringer, samt mangelfulle analyser av og oversikt over det reelle sikkerhetsnivået for Oslofjordtunnelen.
- j) Statens vegvesen, som forvaltningsmyndighet (Vegdirektoratet) og som tunnelforvalter (Region øst), har ikke hatt tilstrekkelig oversikt over risikobildet for brann i tunneler i Norge generelt og i Oslofjordtunnelen spesielt.

3.1.3 Andre forhold

- a) Statens vegvesen har vært godt kjent med de utfordringer som stor stigningsgrad gir med tanke på brann i undersjøiske tunneler.
- b) De nye evakueringsrommene skal dekke behovet for umiddelbart og i en kort periode å unnsnippe røyken, men det kreves kontinuerlig vedlikehold av rommenes tekniske infrastruktur, samt tilstrekkelig sikt for å kunne se ledelysene.
- c) Selv om Oslofjordtunnelen skal dimensjoneres for branner på 50 MW i henhold til forskrifter, normaler og retningslinjer, viser både forskning og beregning av branneffekter i vogntogbranner at disse ligger betydelig høyere enn dimensjoneringskravet (i størrelsesorden 50 – 150 MW).
- d) Det kan være behov for justeringer slik at brannvesenets tilsynsrolle ovenfor veitunneler bedre kan fungere som et korrektiv til Statens vegvesens sikkerhetsstyring og håndbøker.

3.2 **Vesentlige undersøkelsesresultater av betydning for sikkerheten**

Gjennom denne undersøkelsen har SHT avdekket fem viktige sikkerhetsproblemer som har bidratt til å svekke systemsikkerheten omkring Oslofjordtunnelen, og som medførte at trafikanter ble fanget i røyken:

- a) Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå gjennom beredskapsløsning og sikkerhetsutrustning var ikke tilfredsstillende sett opp mot trafikkveksten og – sammensetningen.

- b) Oslofjordtunnelens brann- og redningsberedskap var ikke dimensjonert, utrustet eller organisert i forhold til hva som kan forventes hva gjelder lokalisering og størrelse av branner i tunnelen.
- c) Det foreligger ikke tilstrekkelig dokumentasjon for bruk av langsgående ventilasjon ved tunnelbranner og hvordan evakuering skal gjennomføres når tunnelen fylles med røyk.
- d) Forutsetningene for selvredningsprinsippet var ikke tilstede gjennom Oslofjordtunnelens sikkerhetsutrustning og beredskapsløsning.
- e) Statens vegvesens sikkerhetsstyring av Oslofjordtunnelen hadde ikke fanget opp tunnelens aktuelle risikobilde, og den risikobaserte tilnærming til sikkerheten og beredskapen i tunnelen var mangelfull.

Brannen i Oslofjordtunnelen (og den senere brannen i Gudvangatunnelen) vitner om et katastrofepotensial ved brann i tunge kjøretøy i lange ettløpstunneler med påfølgende røykutvikling. Med bakgrunn i denne undersøkelsen er SHT bekymret for at brannrisiko i ettløpstunneler møtes med prioriteringer som kun sikrer minimumssikkerhetsnivå. Beslutningsgrunnlaget for hva som er akseptabelt sikkerhetsnivå (dimensjonering og utrustning) bør bygge på vurdering av det reelle risikobildet i den særskilte tunnelen og på konsekvensanalyser av branntilløp, i tillegg til læring fra overvåking og tilsyn.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen har avdekket flere områder hvor havarikommisjonen anser det som nødvendig å fremme sikkerhetstilrådinger som har til formål å forbedre trafikksikkerheten.¹³

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/08T

Undersøkelsen av brannen i Oslofjordtunnelen 23. juni 2011 har vist at forutsetningene for selvredningsprinsippet ikke var tilstede gjennom tunnelens sikkerhetsutrustning og beredskapsløsning, og dermed ble flere trafikanter fanget i røyken. SHT savner en helhetlig vurdering av samspillet mellom trafikantinformasjon, sikkerhetsutrustning, ventilasjonsløsning/røykstyring, brannslukking og sikker evakuering av trafikantene (selvredning) som grunnlag for tunnelens beredskapsplan.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen, sammen med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og brannvesenet, gjennomgår og oppdaterer beredskapsplanene for lange ettløpstunneler, inkludert Vegtrafikksentralens rutiner ved brann, slik at forutsetningene for selvredningsprinsippet ivaretas.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/09T

Undersøkelse av brannen i Oslofjordtunnelen 23. juni 2011 har avdekket at Statens vegvesen og DSB manglet et godt utviklet rapporteringssystem for overvåking og kontroll over branner og branttilløp i veitunneler. Dette har ført til manglende innrapporteringer, samt mangelfulle analyser av og oversikt over det reelle sikkerhetsnivået for Oslofjordtunnelen.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap etablerer systemer for registreringer av brann og branttilløp i veitunneler, for bruk i det systematiske sikkerhetsarbeidet.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/10T

Oslofjordtunnelens sikkerhetsnivå var på ulykkestidspunktet (23. juni 2011) ikke tilfredsstillende. SHT begrunner dette med gapet mellom tunnelens sikkerhetsutrustning og beredskapsløsning sett opp mot trafikktutviklingen og – sammensetningen. SHT mener at dette har sammenheng med at Statens vegvesens risikobaserte tilnærming til sikkerheten og beredskapen i tunnelen var mangelfull.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen videreutvikler sitt sikkerhetsstyringssystem med hensyn på risikobaserte og proaktive prinsipper for å sikre et tilfredsstillende sikkerhetsnivå for Oslofjordtunnelen og tilsvarende veitunneler.

Sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/11T

Vogntogbrannen i Oslofjordtunnelen 23. juni 2011, med beregnet branneffekt på 70 – 90 MW, ble tilfredsstillende slokket selv om tunnelen og brann- og redningsvesenets innsats kun var dimensjonert for branneffekt inntil 50 MW. Undersøkelsen har vist at maksimal branneffekt for vogntogbranner ligger i størrelsesorden 50 – 150 MW, samt at redningsinnsatsen i lange og bratte ettløpstunneler stiller store krav til brannmannskap og tunnelens sikkerhetsutrustning. Dette, og ikke dimensjoneringskravene for tunnelklassen

¹³ Undersøkelserapport oversendes Samferdselsdepartementet som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene, jf. forskrift 30. juni 2005 om offentlige undersøkelser og om varsling av trafikkulykker mv., § 14.

alene, bør etter SHTs oppfatning være utgangspunktet for hva som kreves av utrustning og beredskap i tunneler.

Statens havarikommisjon for transport tilrår at Statens vegvesen, sammen med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og brannvesenet, følger opp og dimensjonerer rednings- og brannslukkingsinnsatsen etter reelle branneffekter og den særskilte tunnelens utforming.

Statens havarikommisjon for transport
Lillestrøm, 28. oktober 2013

REFERANSER

Alteren B., Beitnes A., Hokstad P., Jensen G., Opstad K. og Stensaas J.P. (2004): Sikkerhet i Oslofjordtunnelen: Uavhengig gjennomgang av Bergsikring – Brann - Beredskap - Teknisk utstyr – Trafikanttiltak. SINTEF Rapport nr. STF38 A04407.

Amundsen F.H. Raner G. (1997): Trafikkulykker i vegtunneler: En analyse av trafikkulykker i vegtunneler på europa- og riksvegnettet for perioden 1992-96. Statens vegvesen.

Amundsen F.H., Engebretsen A., Raner G. (2001): Bilbranner, alvorlige trafikkulykker og andre hendelser i norske vegtunneler. Statens vegvesen rapport TTS 13/01.

Amundsen F.H., Engebretsen A. (2004): Hendelser i vegtunneler – analyse av registreringer fra MERKUR utført av fem vegtrafikksentraler. Statens vegvesen.

Amundsen F.H., Roald P. O., Engebretsen A., Ragnøy A. (2005): Trafikkulykker i undersjøiske vegtunneler. Statens vegvesen.

Amundsen F.H., Engebretsen A. (2008): Trafikkulykker i Vegtunneler 2. En analyse av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006. Statens vegvesen.

Det Norske Veritas (2000): Oslofjordtunnelen – Brannanalyse. Teknisk rapport Statens vegvesen Vegdirektoratet. Rapport nr. 2000-345.

Det Norske Veritas (2001): Risikoanalyse Oslofjordtunnelen. Teknisk rapport Statens vegvesen Vegdirektoratet. Rapport nr. 2001-0688.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Statens vegvesen (2011): Retningslinjer for saksbehandling og ivaretagelse av brann- og elsikkerhet i vegtunneler.

Hvoslef H. (1991): Trafikksikkerhet i vegtunneler. Statens vegvesen

Ingason H. (2005): Räddningsinsatser i vägtunnelar. Statens räddningsverk ISBN 91-7253-256-4.

Jenssen G.D., Bjørkli C. og Flø M. (2006): Vurdering av trygghet, monotoni og sikkerhet i krisesituasjoner og ved normal ferdsel. SINTEF rapport nr. SFT50A06109.

Lian J.I., Grue B. og Strand S. (2002): Oslofjordforbindelsen – trafikk og regionale virkninger. TØI rapport 554/2002.

Nævestad T.O. og Meyer S.F. (2012): Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2011. TØI-rapport 1205/2012.

Skogvang Ø.S., Rokstad E.M., Værnes R., Øglænd E. og Jenssen G.D. (2011): Risikoanalyse av Oslofjordtunnelen med omkjøringsveier. Safetec dokument nr. ST-04121-4 på oppdrag for Statens vegvesen.

Statens vegvesen (2012): Etatsprogrammet Moderne vegtunneler 2008-2011: hovedrapport. Statens vegvesens rapporter nr. 127.

Statens vegvesen (2012): Etatsprogrammet Moderne vegtunneler: strategi trafiksikkerhet og brannikkerhet i vegtunneler. Statens vegvesens rapporter nr. 161.

Statens vegvesen (1992): Håndbok 021 – Vegtunneler

Statens vegvesen (2010): Håndbok 021 – Vegtunneler

Statens vegvesens (2006): Håndbok 163 – Vann- og frostsikring i tunneler

Statens vegvesen (2007): Håndbok 269 – Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler, del 1

Sten T. (2002): utfordringer ved etablering av sikkerhetsstyringsstyringsystem. Foredrag NTNU-ULA: Kurs i sikkerhetsledelse Statens vegvesen Vestfold 2002.

Stene T.M., Jensen G.D., Bjørkli C., Bertelsen D. (2003) Atferd ved evakuering av vegtunneler – litteraturstudium. SINTEF rapport nr. STF22 A03302.

VEDLEGG

Vedlegg A: Safety recommendations (English translation)

Vedlegg B: Begrepsliste

Vedlegg C: Tidslogg for brann- og redningsvesenets innsats

Vedlegg D: Innsatskort Oslofjordtunnelen

Vedlegg E: SINTEF Beregninger av branneffekt

Vedlegg F: Oslofjordtunnelen – korrespondanse mellom SFB, SVV og DBE

Vedlegg G: Utdrag fra Internkontrollforskriften

Vedlegg A: Safety recommendations (English translation)

Safety recommendation ROAD No. 2013/08T

The investigation into the fire in the Oslofjord tunnel on 23 June 2011 has shown that the preconditions for the self-rescue principle were absent as a result of the tunnel's safety equipment and emergency preparedness solution, resulting in several road-users being trapped in the smoke. The AIBN points out the lack of a comprehensive assessment of the interaction between information to road-users, safety equipment, ventilation solution/smoke control, firefighting and safe road-user evacuation (self-rescue) as a basis for the tunnel's emergency preparedness plan.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration, along with the Norwegian Directorate for Civil Protection and the fire department, reviews and updates the emergency response plans for long single-lane tunnels, including the Road Traffic Centre's routines in the event of fire, to safeguard the preconditions for the self-rescue principle.

Safety recommendation ROAD No. 2013/09T

The investigation into the fire in the Oslofjord tunnel on 23 June 2011 has uncovered that the Norwegian Public Roads Administration and Directorate for Civil Protection lacked a well-developed reporting system for monitoring and controlling fires and near-fires in road tunnels. This has led to missing reports, deficient analyses and an insufficient overview of the real safety level for the Oslofjord tunnel.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration and Norwegian Directorate for Civil Protection establish systems for registrations of fires and near-fires in road tunnels, for use in the systematic safety work.

Safety recommendation ROAD No. 2013/10T

At the time of the accident (23 June 2011), the safety level for the Oslofjord tunnel was not satisfactory. The AIBN basis for this assertion is the gap between the tunnel's safety equipment and emergency preparedness solution seen against traffic volume development and composition. The AIBN is of the opinion that this is connected to the Norwegian Public Roads Administration's risk-based approach to safety and deficient emergency preparedness in the tunnel.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration develop its safety management system further as regards risk-based and pro-active principles to secure a satisfactory safety level for the Oslofjord tunnel and similar road tunnels.

Safety recommendation ROAD No. 2013/11T

The lorry truck fire in the Oslofjord tunnel on 23 June 2011, with a calculated fire effect of 70 – 90 MW, was extinguished in a satisfactory manner in spite of the tunnel and the capacity of the fire and rescue services only being dimensioned for a fire effect of 50 MW. The investigation has shown that the maximum fire effect for lorry truck fires ranges from 50 to 150 MW, and that rescue efforts in long and steep single-lane tunnels pose great demands on firefighters and the safety equipment of the tunnel. This, and not the dimensioning requirements for the tunnel class alone, should in the AIBN's opinion form the basis for required equipment and emergency preparedness in tunnels.

The Accident Investigation Board Norway recommends that the Norwegian Public Roads Administration, along with the Norwegian Directorate for Civil Protection and the fire department, follows up and dimensions the rescue and firefighting effort to realistic fire effects and the specific design of the tunnel in question.

Vedlegg B: Begrepsliste

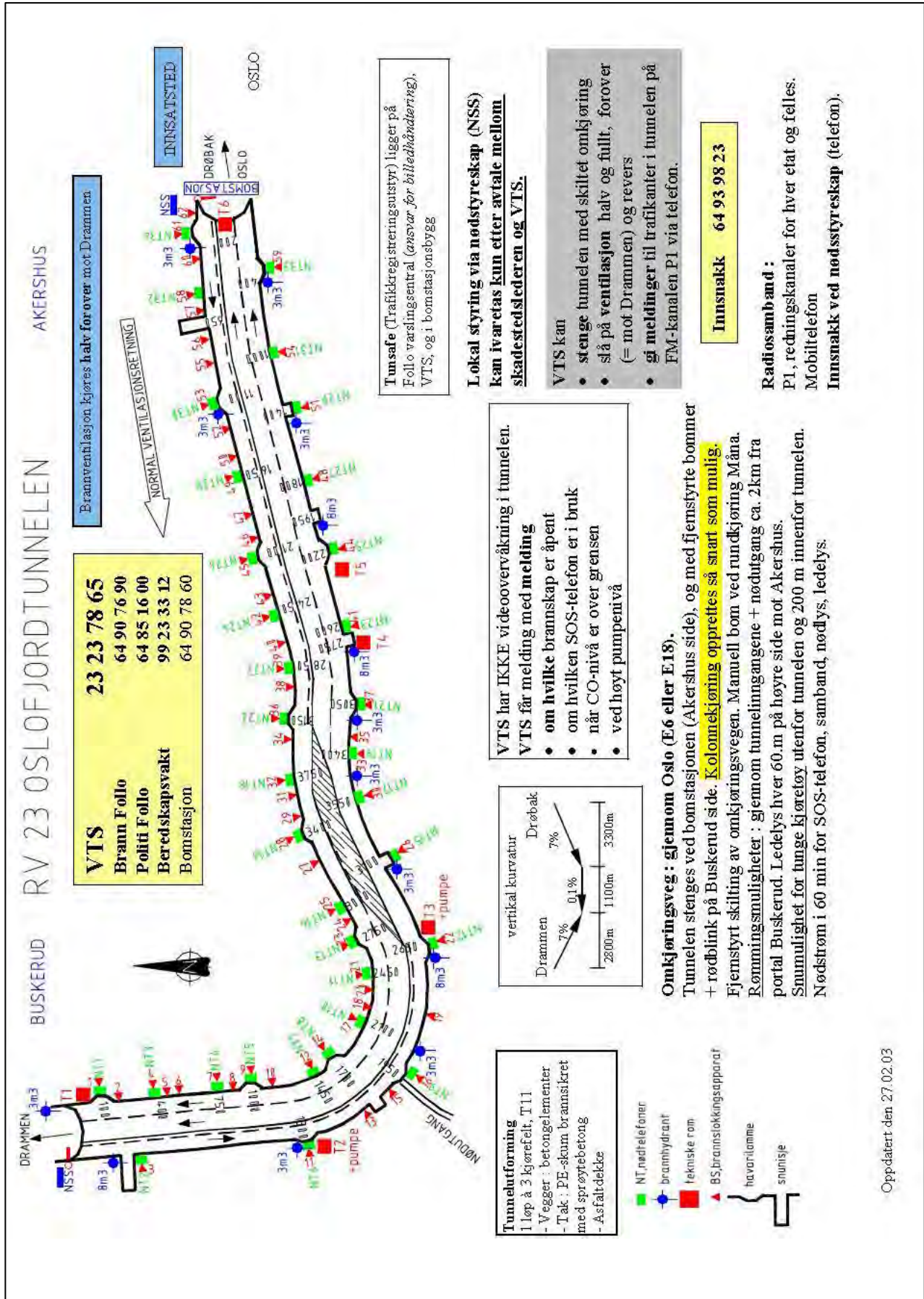
Risiko	Uttrykk for kombinasjonen av sannsynligheten for og konsekvensen av en uønsket hendelse.
Risikobasert/proaktiv sikkerhetsstyring	Innebærer at kartlegging og analyse av risiko vektlegges i sikkerhetsstyringen slik at tiltak iverksettes før en alvorlig hendelse inntreffer. I motsetning til hendelsesbasert/reaktiv sikkerhetsstyring.
Selvredningsprinsippet	Prinsipp for evakuering av tunneler som tilsier at trafikantene selv skal ta seg ut enten til fots eller ved hjelp av eget kjøretøy
Sikkerhetsforvaltning <i>(Definisjon fra Statens vegvesens Håndbok 269)</i>	Ansvar for at, i dette tilfelle tunnelene, er utrustet, driftet og vedlikeholdt på en slik måte at de tilfredsstiller krav som lover og forskrifter stiller. Dette innebærer også å sørge for at nødvendige tiltak blir iverksatt. (sikkerhetsmessig og i forhold til bevaring av den investerte kapitalen).
Sikkerhetsstyring	De systematiske aktivitetene, rutine og ledelsesprosessene som er etablert i en organisasjon for å bevare sikkerheten.

Vedlegg C: Tidslogg for brann- og redningsvesenets innsats

- Kl. 1442 Alarmsentral Brann Øst (ABØ) varslet Korsegården brannstasjon om brann i lastebil i bunnen av tunnelen.
- Kl. 1443 Søndre Follo brannvesen (SFB), Korsegården brannstasjon, rykket ut med mannskapsbil og tankbil
- Kl. 1444 Fagleder brann Hurum/Røyken meldte seg på aksjonssambandet Follo Brann 2.
- Kl. 1449 Mannskapsbil og tankbil fra SFB var framme i tunnelen, og meldte om at vogntoget var overtent. På grunn av kraftige smell og store røykmengder plasserte de seg ca. 80 m fra det brennende vogntoget. Utlegg av vann og skum ble igangsatt umiddelbart.
- Fagleder brann SFB ankom fra annet oppdrag og tilkalte reservemanskaper og ekstra tankbil i tillegg til mannskapsbil og tankbil som kom fra annet oppdrag. ATV (6-hjulung) ble rekvirert fra Korsegården brannstasjon.
- Kl. 1453 Første melding kom inn om personer er fanget i røyken og har panikk på røykfylt side av brannen (mot Hurumsiden).
- Kl. 1458 Fagleder brann SFB opprettet koordineringsstab (KO) på Drøbaksiden og vurderte sikkerheten for evt. flere røykdykkere inn i tunnelen.
- Kl. 1511 En bil kom ut av tunnelen på Hurumsiden med store skader i fronten etter å ha hatt flere sammenstøt i den røykfulle tunnelen.
- Kl. 1516 Mannskap og biler var etablert i rømningstunnelen (mannskap og ATV fra Hurum brannvesen) og ved bommen (Røyken brannvesen) på Hurumsiden. Røykdykkere gikk inn i tunnelen fra Hurumsiden.
- Kl. 1520 Totalt fire personer var ute av tunnelen. Kraftig røykutvikling ut fra tunnelen på Hurumsiden.
- Kl. 1522 Totalt åtte personer og to personbiler var ute av tunnelen på Hurumsiden. Sju personer var igjen i to avlukker i tunnelen.
- Kl. 1523 Ved brannstedet i tunnelen var det tre mannskapsbiler, tre tankbiler og en ATV, samt 16 mannskaper.
- Kl. 1525 Fagleder brann SFB ba om full brannventilasjon (100 %) for å bedre røyksituasjonen, etter innspill fra Røyken- og Hurum brannvesen.
- Kl. 1533 Brannmannskapet fra SFB meldte fra skadestedet at de har kontroll på brannen, og røykdykkere til fots og med ATV settes inn fra Drøbaksiden. Innsatsen koordineres med søk fra Hurum brannvesen ved rømningstunnelen.

- Kl. 1535 Røykdykkere fra Røyken brannvesen som var 5 – 600 m inne i tunnelens hovedløp på Hurumsiden, måtte trekke seg ut grunnet kraftig røyk og fare for å bli påkjørt av biler som har snudd i tunnelen.
- Kl. 1542 Fire personbiler var ute på Hurumsiden.
- Kl. 1546 Røyken brannvesen kalte opp alarmsentralen og Asker/Bærum brannvesen ble forespurt om assistanse ved behov. Kort tid etter ble også Drammen brannvesen forespurt om røykdykkere.
- Kl. 1600 Oslo brann- og redningsetat (OBRE) kom fram med fem tjenestemenn og røykdykkerbil som var på vei tilbake fra øvelse i Hobøl. Flere mannskap fra SFB har også ankommet. Nå var det totalt 23 mannskaper inne i tunnelen fra Drøbaksiden.
- Kl. 1625 Røykdykkere fikk kontroll på sju personer som oppholdt seg bak tunnelveggen.
- Etter hvert som røyken avtok på grunn av økt viftehastighet ble også personbiler brukt til søk og evakuering av personer i tunnelen.
- Kl. 1627 Ventilasjon ble satt tilbake til halv effekt for å redusere støy.
- Kl. 1700 OBRE returnerte til eget distrikt.
- Kl. 1802 Fagleider brann bekreftet at alle var evakuert, og at tunnelen var totalt gjennomført.
- Kl. 2230 Brannvesenet avsluttet sin innsats på stedet.

Vedlegg D: Innsatskort Oslofjordtunnelen



NBL F13106 - Fortrolig

Rapport

Beregning av branneffekt ved brann i vogntog i Oslofjordtunnelen

Branntekniske vurderinger

Forfattere

Gonzalo del Alamo





SINTEF NBL as

Postadresse:
Postboks 4767 Sluppen
7465 Trondheim

Sentralbord: 73591078
Telefaks: 73591044

nbl@nbl.sintef.no
www.nbl.sintef.no
Foretaksregister:
NO 982 930 057 MVA

Rapport

Beregning av branneffekt ved brann i vogntog i Oslofjordtunnelen

Branntekniske vurderinger

EMNEORD:
Brann
Sikkerhet
Vogntog
Branneffekt

VERSJON
2

DATO
2013-04-05

FORFATTERE
Gonzalo del Alamo

OPPDRAAGSGIVER
Statens havarikommisjon for transport

OPPDRAAGSGIVERS REF.
Martin Visnes

PROSJEKTNR
107547.11

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
12 sider + 0 vedlegg

SAMMENDRAG

23. juni 2011 oppsto det brann i et vogntog i Oslofjordtunnelen, riksveg 23. Veiavdelingen ved Statens havarikommisjon for transport (SHT) undersøker hendelsen, og har i den forbindelse henvendt seg til SINTEF NBL med ønske om å få beregnet brannens effekt i MW.

En forenklet beregningsmodell gir maksimal effekt mellom 110 – 130 MW.

UTARBEIDET AV
Gonzalo del Alamo

KONTROLLERT AV
Anne Steen-Hansen

GODKJENT AV
Christian Sesseng

RAPPORTNR
NBL F13106

ISBN

GRADERING
Fortrolig

SIGNATUR

SIGNATUR

SIGNATUR

GRADERING DENNE SIDE
Fortrolig

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2013-03-21	Første signerte versjon, oversendt oppdragsgiver.
2	2013-04-05	Illustrasjonsbilde i figur 2-1 er byttet ut og noen presiseringer er gjort.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag og konklusjoner	4
1 Innledning	5
1.1 Bøkggrunn.....	5
1.2 Målsetting.....	5
1.3 Metode.....	5
2 Opplysninger fra oppdragsgiver	6
2.1 Hendelsesforløpet.....	6
2.2 Vogntoget og lasten.....	7
2.3 Brannskadene på vogntoget og lasten.....	8
3 Estimering av branneffekt	8
3.1 Total brannenergi.....	8
3.2 Estimering av maksimal branneffekt (i MW).....	10
4 Diskusjon	11
5 Referanser	12

Sammendrag og konklusjoner

- 23. juni 2011 oppsto det brann i et vogntog i Oslofjordtunnelen, riksveg 23. Brannen starter i trekkbil, muligens på grunn av lekkasje av olje eller diesel. Det estimeres at brannspredning fra trekkbil til semitrailer tok ca. 2 minutter, og brannen i semitrailer utvikles til overtenning i løpet av 10 minutter. Brannen ble slokket 54 minutter etter antennelse.
- Vekten av lasten som brant opp er estimert til å være ca. 17 000 kg (80 % brent papirmasse i fremre fjerdedel, 100 % brent papirmasse i midten og 0 % brent papirmasse i bakre del).
- Dette er estimert til å medføre en maksimal branneffekt i området **110-130 MW**. Siden trekkbilens bidrag til brannen ikke er inkludert i estimatet, ligger trolig effekten i det øvre området av intervallet.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

23. juni 2011 oppsto det brann i et vogntog i Oslofjordtunnelen, riksveg 23. Veiavdelingen ved Statens havarikommisjon for transport (SHT) undersøker hendelsen, og har i den forbindelse henvendt seg til SINTEF NBL med ønske om å få beregnet brannens effekt i MW.

1.2 Målsetting

Målsettingen er å estimere effekten (i MW) av brannen i vogntoget basert på tilgjengelig informasjon om skader på vogntoget og lasten, og på opplysninger om hendelsesforløpet. Det er foreløpig ikke tilgjengelig oversikt over hvor stor del av lasten som brant opp [2]. Derfor er branneffekt estimert som funksjon av brent last.

Usikkerheten til estimatene er avhengig av kvaliteten på tilgjengelig informasjon, og detaljeringsgrad av informasjonen.

1.3 Metode

Branneffekt, eller hastighet for varmeavgivelse, er den mest brukte parameter for å estimere størrelsen på kjøretøybranner i tunneler, og for å vurdere andre viktige brannparametere, som varmefluks og gasstemperatur [5]. Hvordan branneffekten varierer under brannforløp i veitunneler har vært undersøkt tidligere, både i fullskala og laboratorieskala brannforsøk i tunneler [6-10], og viser et karakteristisk mønster som kan deles opp i 3 faser i brannforløpet:

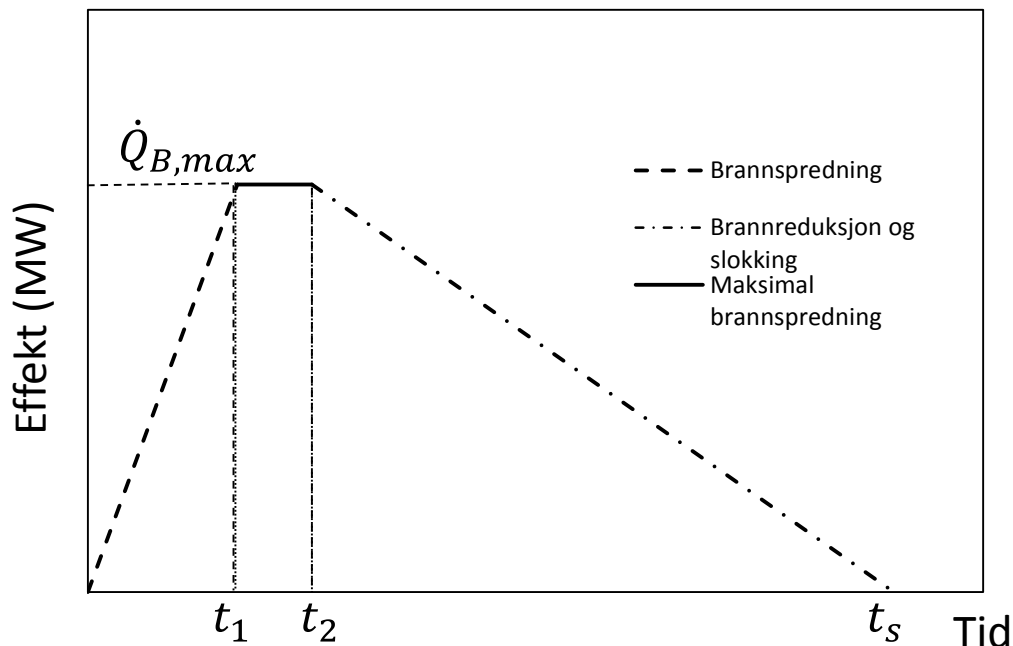
- Brannutvikling fra antennelse til alt brennbart materiale er involvert i brannen.
- Periode med fullt utviklet brann med maksimal branneffekt.
- Branneffekten reduseres, og brannen slokkes eller slokner av seg selv.

Arealet under branneffektkurven representerer den totale brannenergien fra antennelse til slukking. Derfor er følgende metode brukt i arbeidet for å karakterisere brannen i vogntoget i Oslofjordtunnelen:

1. Representasjon av brannforløpet med bruk av en forenklet branneffektkurve.
2. Analyse av brannforløpet for å estimere overtennings-, reduksjons- og slukkingstider i branneffektkurven.
3. Estimering av total brannenergi ved å analysere skader i vogntoget.
4. Estimering av maksimal branneffekt basert på integralet av branneffektkurven.

Figur 1.1 viser den forenklete branneffektkurven som er brukt for å representere brannen i vogntoget. Denne kurven viser 3 påfølgende brannstadier:

- Brannspredning, med lineær økning av branneffekt til overtenning på tidspunktet t_1 .
- Fullt utviklet brann med konstant maksimal branneffekt til tidspunktet t_2 .
- Reduksjon av brannen og slukking, med lineær reduksjon av branneffekten til slukking på tidspunktet t_s .



Figur 1-1: Forenklet branneffektkurve brukt for å representere brannen i vogntoget.

2 Opplysninger fra oppdragsgiver

2.1 Hendelsesforløpet

Tabell 2-1 viser hendelsesforløpet for brannen i Oslofjordtunnelen fra antatt brannstart ca. kl. 14.39, til brannvesenet har kontroll over brannen kl. 15.33 samme dag.

Tabell 2-1 Hendelsesforløpet fra antatt brannstart kl. 14:39 til brannvesenet kontrollerer brannen ca. kl. 15:33.

Tidspunkt [tt.mm]	Tid etter brannstart [min]	Hendelse	Referanse
14:39	0	Brann startet i trekkbilens motor	[1]
14:49	10	Vogntoget var overtent. Kraftige smell og store røykmengder. Utlegg av brannslanger for skum og vann ble igangsatt umiddelbart ca. 80 meter fra vogntoget.	[1]
15:33	54	Brannvesenet melder at de har kontroll over brannen	[1]

Ut fra opplysningene i tabellen kan man gjøre følgende antakelser:

- Brannen starter i trekkbilens motor, muligens på grunn av lekkasje av olje eller diesel.
- Brannen i vogntoget har fått utvikle seg fritt, og vogntoget ble overtent med maksimal branneffekt i løpet av de første 10 minuttene. Til sammenligning viser resultater fra fullskala brannforsøk i Runehamartunnelen, med lignende type last (80 % returpapp og 20 % plastkopper), at brannspredning

i lasten fra antennelse til overtenning og fullt utviklet brann tok 8 minutter [6]. Basert på vitneobservasjonene disse testresultatene, antas det at brannspredning fra trekkbil til semitrailer tok ca. 2 minutter, og at lasten i semitrailer ble overtent i løpet av 10 minutter ($t_1 = 10$ i branneffektkurven i Figur 1-1).

- Brannsløkkingstidspunkt er 54 minutter fra antennelse ($t_S = 54 \text{ min}$ i branneffektkurven i Figur 1-1)

Hvor lenge man hadde fullt utviklet brann, det vil si før brannen ble redusert (t_2 i branneffektkurven i Figur 1-1), er avhengig av blant annet brannvesenets sløkkemetode og ventilasjonsforholdene i tunnelen, noe som gjør det vanskelig å anslå t_2 . Derfor er t_2 i disse beregningene en variabel parameter.

2.2 Vogntoget og lasten

Figur 2-1 viser bilde av et vogntog av type MAN TGA 18.430, tilsvarende det som var involvert i hendelsen i Oslofjordtunnelen. Følgende informasjon om vogntoget og lasten er oppgitt av oppdragsgiver:

- Dimensjonene på semitrailerens lasterom følger europeisk standard: lengde 13,6 m, bredde 2,5 m og høyde 2,6 m [3].
- Semitrailer var lastet med 20.000 – 23.000 kg homogen blanding av returpapp og papir [1]. Lastevolumet angir semitrailerens volum over tilhengerens lasteplan [3]. Høyden fra bakken til toppen av lasteplanet er 1,3 – 1,4 m [3].
- Semitrailer hadde et overbygg dekket av presenning [1], som antas å være PVC-belagt polyester.
- Vogntoget hadde 12 dekk (10 installerte dekk samt 2 punkteringssikre dekk)
- Total vekt for et dekk antas å være gjennomsnittlig 55-80 kg, hvorav 45 % er gummi og resten er metall (felg) [12].



Figur 2-1 Eksempel på et vogntog av type MAN TGA 18.430.

2.3 Brannskadene på vogntoget og lasten

Figur 2-2 viser restene av lasten på vogntoget etter at brannen var slukket. Av figuren kan vi se følgende:

- Det er en betydelig del av lasten som ikke er brent ved semitrailerens bakre del (ca. $\frac{1}{4}$ av semitrailerens lengde). I semitrailerens fremre del (ca. $\frac{1}{4}$ av semitrailerens lengde), er lasten delvis brent og forkullet. Restene av lasten i midten av semitraileren synes å være helt oppbrent.
- Alt av plast og tekstiler i trekkbilen, vogntogets dekk og presenning synes å være helt oppbrent.



Figur 2-2 Restene av vogntogets last. Legg merke til hvit papirmasse til høyre i bildet. Foto: Politiet.

3 Estimering av branneffekt

Estimering av branneffekt i MW er basert på metoden beskrevet i seksjon 1.3.

3.1 Total brannenergi

Det finnes ikke noe informasjon for å estimere bidrag til brannen fra trekkbilen. Derfor har man fokusert på bidragene til brannen som stammer fra lasten, presenningen og vogntogets dekk. Dermed kan den totale brannenergien Q_B [GJ] estimeres fra

$$Q_B = f_L M_L H_L + f_F M_F H_F + f_D M_D H_D + f_d M_d H_d \quad (1)$$

hvor

- M_L = lastens vekt (returpapp og papir) (20.000 - 23.000 kg)
 H_L = netto forbrenningsvarme for returpapp og papir (i GJ/kg)
 f_L = vektfraksjon av lasten som brant opp (variabel, i %)
 M_F = total vekt av vogntogets drivstoff (diesel) (i kg)
 H_F = netto forbrenningsvarme for diesel (i GJ/kg)
 f_F = vektfraksjon av drivstoff som brant opp (i %)
 M_D = total vekt av vogntogets dekk (i kg)
 H_D = netto forbrenningsvarme for dekk (i GJ/kg)
 f_D = vektfraksjon av gummidekk som brant opp (i %)
 M_d = total vekt av presenning (i kg)
 H_d = netto forbrenningsvarme for presenning (i GJ/kg)
 f_d = vektfraksjon av presenning som brant opp (i %)

Tabell 3-1 oppsummerer estimater for brannenergi for semitraileren basert på følgende forutsetninger:

- Det er foreløpig ingen oversikt over hvor stor del av lasten som brant opp [2]. Derfor er branneeffekten estimert som funksjon av en variabel fraksjon av den oppbrente lastens vekt.
- Netto effektiv forbrenningsvarme for returpapp og papirblanding antas å være 10,2 MJ/kg (basert på tidligere målinger fra SINTEF Energy Research) [11].
- Estimert av presenningens vekt er 0,9 kg/m².
- Presenningens netto forbrenningsvarme antas å være 21,9 MJ/kg, som tilsvarer forbrenningsvarme for polyester.
- Gummiens netto forbrenningsvarme antas å være 37,5 MJ/kg.
- Presenning og gummidekk er fullstendig oppbrent.
- Alt drivstoff antas oppbrent.

Tabell 3-1 Estimering av total brannenergi for semitraileren.

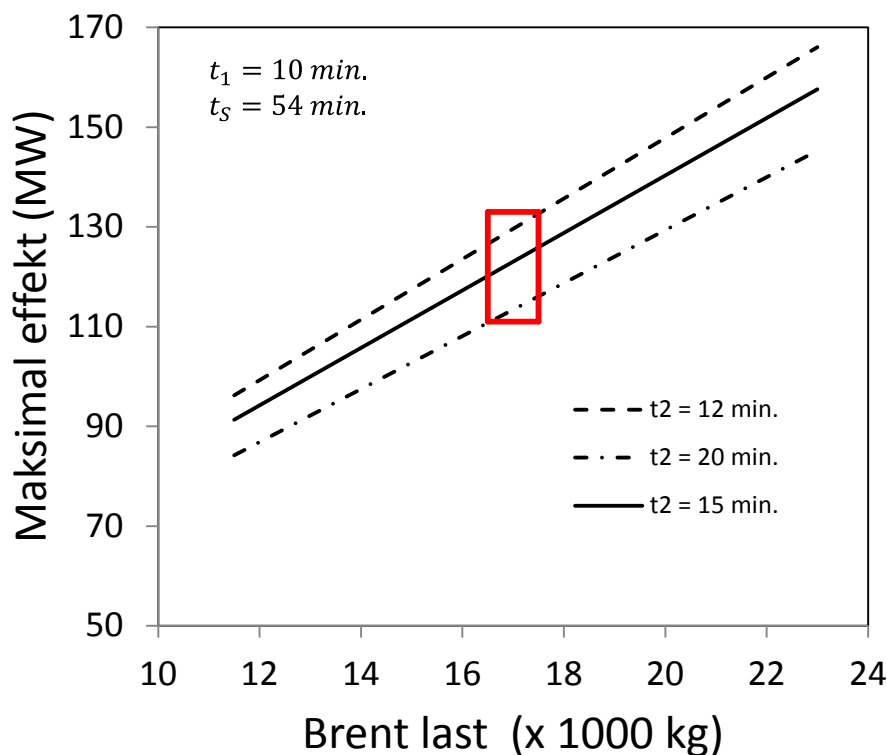
Komponent	Materiale	Vekt	Netto forbrenningsvarme	Masse brent	Brannenergi
		kg	MJ/kg	%	GJ
Løst	Returpapp og papir	23.000	10,2	f_L	$234,6 \times f_L$
Drivstoff	Diesel	582	46,0	100	26,8
Presenning og tåk	Polyester + PVC	123	21,9	100	2,7
Dekk	Gummi	396	37,5	100	14,9
Estimert total brannenergi					$234,6 \times f_L + 26,8 + 2,7 + 14,9$

3.2 Estimering av maksimal branneffekt (i MW)

Integralet av branneffektkurven i Figur 1-1 fra antennelse til slokking representerer den totale brannenergien Q_B . Derfor kan den maksimale branneffekten $\dot{Q}_{B,max}$ beregnes som funksjon av total brannenergi og de karakteristiske tidspunktene i branneffektkurven:

$$\dot{Q}_{B,max} = 2Q_B / (t_s + t_2 - t_1) \quad (2)$$

Figur 3-1 viser variasjonen av maksimal effekt av brannen i vogntoget (unntatt trekkvognen) som funksjon av mengde brent last ($f_L M_L$, i tonn) for tre forskjellige verdier av t_2 (tidspunkt for starten av brannreduksjon) basert på total brannenergi vist i Tabell 3-1. Overtenningstidspunkt $t_1 = 600$ s (10 min) og slokkingtidspunkt $t_s = 3240$ s (54 min).



Figur 3-1 Variasjon av maksimal effekt av brannen i vogntoget (unntatt trekkvognen) som funksjon av mengde brent last (i tonn) for 3 forskjellige verdier av t_2 (tidspunkt for brannreduksjon). Det røde området markerer maksimal effekt ved 17.000 kg brent last.

I seksjon 2.3 ble det bemerket at lasten var brent i forskjellig grad i de forskjellige stedene på hengeren. Vekten av oppbrent last er på bakgrunn av disse observasjonene estimert til å være ca. 17.000 kg ($f_L = 74$ %) som tilsvarer 80 % brent papirmasse i fremre fjerdedel, 100 % brent papirmasse i midten og 0 % brent papirmasse i bakre del. Av Figur 3-1 ser vi at maksimal effekt av brannen, under antagelsen at 17 000 kg last ble brent, er i området 110 til 130 MW, avhengig av hvor lang tid det tok før slokkingen startet.

Den estimerte verdien for effekten er innenfor 70-200 MW, som er dimensjonerende branneffekt fra lastebiler med tunge varer for tunnelkonstruksjoner gitt av NFPA [13].

4 Diskusjon

SINTEF NBL har ikke hatt mulighet til å inspisere tunnelen eller den utbrente traileren etter brannen. All informasjon som ligger til grunn for denne analysen er basert på bilder og rapporter som er tilsendt av oppdragsgiver. Denne informasjonen har dessverre vært noe mangelfull som har gjort at vi har vært nødt til å gjøre noen forenklinger i modellen samt trekke noen antagelser om brannforløpet.

Man har blant annet ikke hatt noe informasjon om trekkbilen om hvor mye plastmaterialer denne inneholdt. Man har følgelig kun fokusert på trailerens og lastens bidrag i denne brannen. Dette betyr at den estimerte maksimale effekten kan ligge noe lavere enn det den i realiteten var.

Av andre antagelser har man måttet estimere mengde forbrent materiale og hvordan dette brenner. Mengden ble estimert ut i fra bilder, og brennverdier ble funnet i litteraturen. Brennverdier er avhengig av blant annet geometri og komprimeringsgrad av materialet. Derfor er det klart at disse verdiene kan avvike fra de reelle materialenes egenskaper og dermed gi et avvik i estimatet av den maksimale effekten. Man har også måttet anta hvor lenge de ulike fasene av brannen varte. Dette ble gjort med bakgrunn i vitneobservasjoner. Andre varigheter ville kunne gitt andre estimat.

Det kan også være at andre brennbare materialer i tunnelen har bidratt til brannen, men dette har vi ikke hatt noen informasjon om.

Med bakgrunn i det lave detaljnivået i dataunderlaget for denne analysen, kan man si at den forenklete modellen som ble benyttet, sammen med de antagelser som ble gjort, er adekvat for å estimere brannens maksimale effekt.

5 Referanser

- [1] Martin Visnes, "Brann i Oslofjordtunnelen i juni 2011," e-postkommunikasjon, 9. januar 2013.
- [2] Rolf Mellum, "Beregning av branneffekt ved brann i vogntog i Oslofjordtunnelen," e-postkommunikasjon, 11. februar 2013.
- [3] Martin Visnes, "SV: Behov for mer informasjon," e-postkommunikasjon, 19. februar 2013.
- [4] Johan Stokkeland, "Oppsummering etter brannen i Oslofjordtunnelen torsdag 23. juni 2011," Rapport etter brannen i Oslofjordtunnelen 230611, Søndre Follo Brannvesen IKS, 26. juni 2011.
- [5] Drysdale, D., "An Introduction to Fire Dynamics," John Wiley & Sons, 1992, p. 278.
- [6] Ingason, H. and Lönnemark, A., "Large-scale Fire Tests in the Runehamar tunnel - Heat Release Rate (HRR)", International Symposium on Catastrophic Tunnel Fires (CTF), SP Report 2004:05, 2003, pp. 81-92.
- [7] Ingason, H., "Fire Experiments in a Model Tunnel using Pool Fires – Experimental Data", SP Swedish National Testing and Research Institute, SP Report 1995:52, Borås, Sweden, 1995.
- [8] Ingason, H., "Effects of Ventilation on Heat Release Rate of Pool Fires in a Model Tunnel", SP Swedish National Testing and Research Institute, SP Report 1995:55, Borås, Sweden, 1995.
- [9] Carvel, R. O., Beard, A.N., and Jowitt, P. W., "How much do tunnels enhance the heat release rate of fires", Proc. 4th Int. Conf. on Safety in Road and Rail Tunnels, 457-466, Madrid, Spain, 2-6 April, 2001.
- [10] Carvel, R.O., Beard, A.N., and Jowitt, P.W., "How does the shape of a tunnel affect the heat release rate of a fire?", Proc. 9th Int. Fire Science & Engineering Conf. Interflam 2001), pp. 1355-1360, Edinburgh, Scotland, 17-19 September 2001.
- [11] Sørum, L., "Characterisation of MSW for Combustion Systems", SINTEF Energy Research, technical report TRA5395, 2001. p. 9.
- [12] Basel Convention, "Technical Guidelines on the Identification and Management of Used Tyres", Basel Convention Series SBC No. 02/10, 2010, pp. 6-7.
- [13] NFPA 502: Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways, 2008 Edition.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no

Vedlegg F: Oslofjordtunnelen – korrespondanse mellom SFB, SVV og DBE

Dato	Fra	Til	Dokument
05.03.98	SFB	DBE	Brannsikkerhetstiltak
05.06.00	SFB	SVV	Vedrørende overvåkingssystem
22.08.00	SFB	SVV	Forhåndsvarsel om registrering
13.09.00	SFB	SVV	Melding om registrering
25.10.00	SFB	SVV	Pålegg om brannsikring: SFB pålegger SVV å videoovervåke Oslofjordtunnelen
10.07.01	DBE	SVV	Svar vedr. videoovervåking av Oslofjordtunnelen: DBE avslår å støtte SFB i krav om videoovervåking
24.07.01	SVV dir	SVV	Avgjørelse klagesak: orientering om avgjørelse, samt orientering om ytterligere sikringstiltak
11.12.03	SFB	SVV	Tilsynsrapport: SFB ber om ny risikoanalyse
06.01.05	SVV	SFB	Svar vedr. risikoanalyse etter tilsyn: SVV mener eksisterende risikoanalyse er god nok
12.01.05	SFB	SVV	Tilbakemelding etter tilsyn
14.02.05	SFB	SVV	Tilsynsrapport: SFB ber under andre forhold på nytt om oppdatert beredskapsplaner inkludert risikoanalyse
27.04.05	SVV	SFB	Tilbakemelding tilsynsrapport
01.03.06	SFB	SVV	Tilsynsrapport: I avvik 3 blir det gitt avvik fra internkontrollforskriften § 5, 2. ledd punkt 5 og 6 **
14.06.06	SVV	SFB	Tilbakemelding tilsynsrapport
08.02.07	SFB	SVV	Tilsynsrapport: I avvik 3 blir det gitt avvik fra internkontrollforskriften § 5, 2. ledd punkt 5 og 6 **
10.09.07	SVV	SFB	Tilbakemelding tilsynsrapport
28.04.08	SFB	SVV	Tilsynsrapport: I avvik 6 blir det gitt avvik fra internkontrollforskriften § 5, 2. ledd punkt 5 og 6 **. Manglende oppdateringer blir og belyst under andre forhold
13.05.08	SVV	SFB	Tilbakemelding tilsynsrapport: Kommentarer i forhold til ikke oppdaterte beredskapsplaner/risikovurderinger
03.04.09	SFB	SVV	Tilsynsrapport
20.04.09	SVV	SFB	Tilbakemelding tilsynsrapport
19.05.09	SFB	SVV	Tilbakemelding vedr. stigerør
15.04.10	SFB	SVV	Tilsynsrapport
18.05.10	SVV	SFB	Tilbakemelding tilsynsrapport Frogntunnelen
07.07.11	SFB	SVV	Tilsynsrapport
11.08.11	SVV	SFB	Tilbakemelding tilsynsrapport

** Se utdrag fra Internkontrollforskriften i vedlegg G.

Vedlegg G: Utdrag fra Internkontrollforskriften**§ 5. Innholdet i det systematiske helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet. Krav til dokumentasjon**

Internkontrollen skal tilpasses virksomhetens art, aktiviteter, risikoforhold og størrelse i det omfang som er nødvendig for å etterleve krav i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen.

Internkontroll innebærer at virksomheten skal:	Dokumentasjon
1. sørge for at de lover og forskrifter i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen som gjelder for virksomheten er tilgjengelig, og ha oversikt over de krav som er av særlig viktighet for virksomheten	–
2. sørge for at arbeidstakerne har tilstrekkelig kunnskaper og ferdigheter i det systematiske helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet, herunder informasjon om endringer	-
3. sørge for at arbeidstakerne medvirker slik at samlet kunnskap og erfaring utnyttes	-
4. fastsette mål for helse, miljø og sikkerhet	må dokumenteres skriftlig
5. ha oversikt over virksomhetens organisasjon, herunder hvordan ansvar, oppgaver og myndighet for arbeidet med helse, miljø og sikkerhet er fordelt	må dokumenteres skriftlig
6. kartlegge farer og problemer og på denne bakgrunn vurdere risiko, samt utarbeide tilhørende planer og tiltak for å redusere risikoforholdene	må dokumenteres skriftlig
7. iverksette rutiner for å avdekke, rette opp og forebygge overtredelser av krav fastsatt i eller i medhold av helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen	må dokumenteres skriftlig
8. foreta systematisk overvåking og gjennomgang av internkontrollen for å sikre at den fungerer som forutsatt	må dokumenteres skriftlig