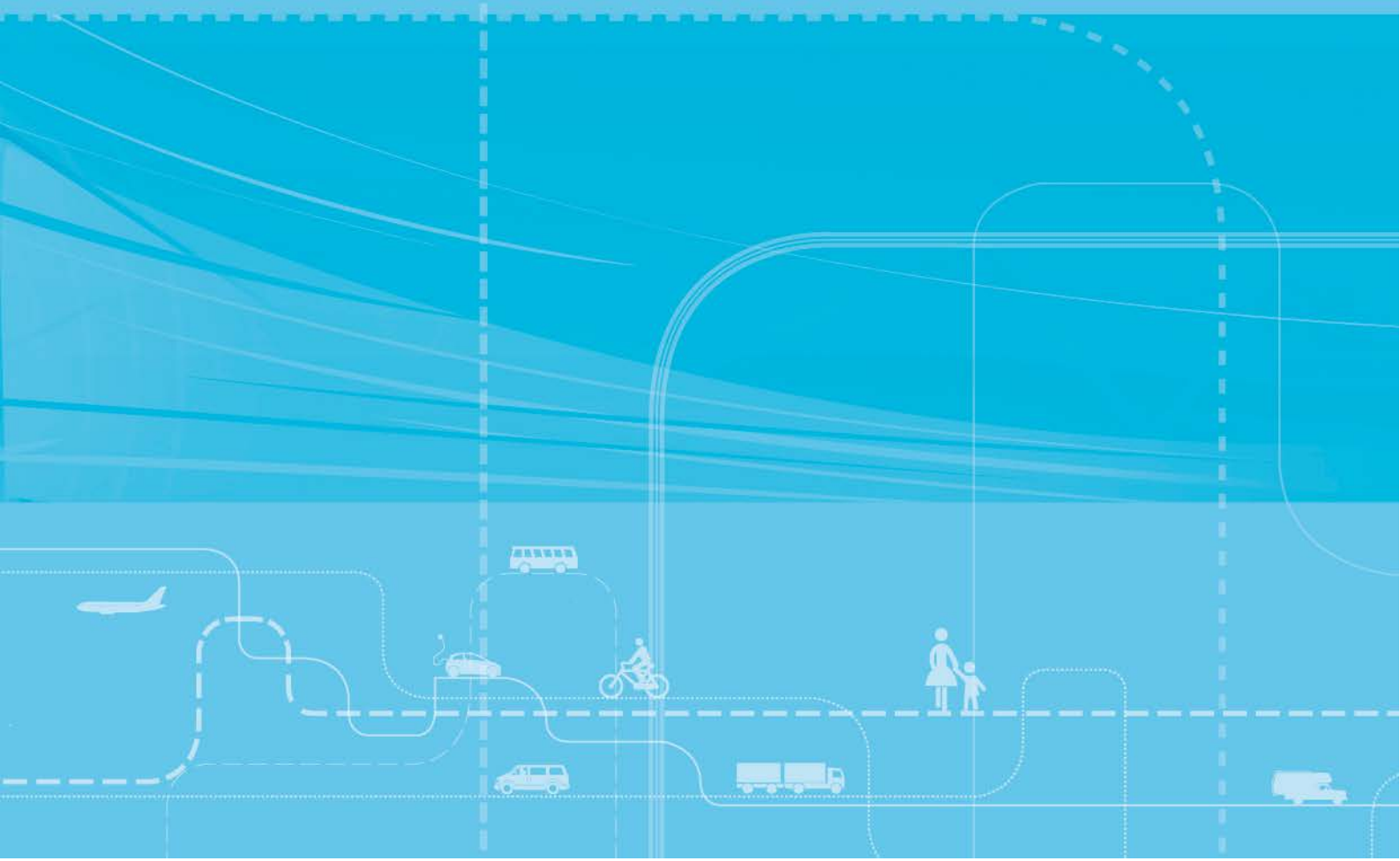


Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015



Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-1823-0 Papirversjon

ISBN 978-82-480-1821-6 Elektronisk versjon

Oslo, desember 2016

Tittel: Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015

Forfattere: Tor-Olav Nævestad
Karen Ranestad
Beate Elvebakk
Sunniva Meyer

Dato: 12.2016

TØI-rapport 1542/2016

Sider: 96

ISBN papir: 978-82-480-1823-0

ISBN elektronisk: 978-82-480-1821-6

ISSN: 0808-1190

Finansieringskilde: Statens vegvesen,
Vegdirektoratet

Prosjekt: 4398 – Vegtunnelbrann2016

Prosjektleder: Tor-Olav Nævestad

Kvalitetsansvarlig: Rune Elvik

Fagfelt: 24 Sikkerhet og organisering

Emneord: Vegtunnel
Branner
Undersjøiske vegtunnel
Tunge kjøretøy

Sammendrag:

Det er godt over 1100 vegtunneler i Norge. Rapporten kartlegger og beskriver kjennetegn ved vegtunnelbranner og branntilløp i norske vegtunneler i perioden 2008-2015. Følgende kilder er brukt: 1) Vegloggen som er Vegtrafikksentralenes (VTS) system for å logge hendelser på veg. 2) VTS-personale, 3) ansatte i Statens vegvesen som jobber med tunnelsikkerhet, herunder brannvernansvarlige og sikkerhetskontrollører, 4) brannvesen og 5) nyhetsarkiver. Det gjennomsnittlige antallet branner i norske vegtunneler er 0,02 branner per tunnelkilometer per år (24 branner per 1134 tunnelkilometer). Det gjennomsnittlige antallet tilløp er 0,01 tilløp per tunnelkilometer per år (14 tilløp per 1134 tunnelkilometer). Resultatene viser at undersjøiske vegtunneler er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tilløp i kjøretøy i norske vegtunneler. Tunge kjøretøy (>3,5 t) er overrepresentert i brannene i undersjøiske vegtunneler, og tekniske problemer var den hyppigste årsaken.

Title: Vehicle fires in Norwegian road tunnels 2008-2015

Authors: Tor-Olav Nævestad
Karen Ranestad
Beate Elvebakk
Sunniva Meyer

Date: 12.2016

TØI Report: 1542/2016

Pages: 96

ISBN Paper: 978-82-480-1823-0

ISBN Electronic: 978-82-480-1821-6

ISSN: 0808-1190

Financed by: Norwegian Public Roads
Administration

Project: 4398 – Vegtunnelbrann2016

Project Manager: Tor-Olav Nævestad

Quality Manager: Rune Elvik

Research Area: 24 Safety and organisation

Keywords: Road tunnels
Fires
Undersea tunnel
Heavy vehicles

Summary:

There are more than 1100 road tunnels in Norway. The report maps and describes characteristics of fires and smoke without fire (SWF) in Norwegian road tunnels in the period 2008-2015. The study uses the following sources: 1) The electronic records of the Norwegian road traffic centrals, 2) road traffic central operators, 3) employees of the Norwegian Public Roads Administration working with road tunnel safety, 4) fire services, and 5) news archives. The average number of fires in Norwegian road tunnels is 0.02 fires per year per tunnel kilometres (24 fires per year per 1,134 tunnel kilometres). The average number of SWFs is 0.01 per year per tunnel km (14 SWFs per year per 1,134 tunnel kilometres). Subsea tunnels are overrepresented among vehicle fires in Norwegian tunnels, and heavy vehicles (>3,5 t) seem, in turn, overrepresented in subsea tunnel fires. Technical problems seem to be the most frequent cause of these fires.

Language of report: Norwegian

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Den foreliggende rapporten om kjøretøybranner i norske vegtunneler i perioden 2008-2015 er finansiert av Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Kontaktpersoner hos Vegdirektoratet har vært Harald Buvik og Finn Harald Amundsen. Vi har tidligere gjort en kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler for perioden 2008-2011 (Nævestad & Meyer 2012). I den foreliggende rapporten oppdaterer vi denne kartleggingen med fire år (2012-2015), og gjør en samlet analyse av dataene for hele perioden 2008-2015. Vi vurderer også eventuelle forskjeller mellom periodene og utviklingen år for år.

Rapporten er muliggjort av data som kontaktpersoner ved Statens vegvesens fem vegtrafikksentraler (VTS) har hentet ut av sentralenes loggføringssystemer, kvalitetssikring fra VTS-kontaktpersonene, kvalitetssikring utført av ansatte i Statens vegvesen som jobber med tunnelsikkerhet (brannvernansvarlige for vegtunneler og sikkerhetskontrollører), og data fra brannvesen i kommuner som har ansvar for å rykke ut ved brann i vegtunneler. De sistnevnte har vi fått e-post adressene til gjennom Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). Kontaktpersonene ved DSB har vært Heidi Vassbotn Löfquist i den første kartleggingen og Magne Bjerkseth i den siste. Gunnar Lotsberg ved Statens vegvesen, region vest, bidro i den første kartleggingen med nyttig informasjon om vegtunneler med høy stigningsgrad. Oppdragsgiver har i den siste kartleggingen hjulpet oss med å oppdatere denne listen. Vi er også takknemlig for at vi tidligere har fått grundige omvisninger ved vegtrafikksentralene med fokus på tunnelstyring. Vi vil rette en stor takk til alle som har bidratt til at undersøkelsen har latt seg gjennomføre.

Forsker Tor-Olav Nævestad har vært prosjektleder og har skrevet rapporten. Forskerne Karen Ranestad, Beate Elvebakk og Sunniva Meyer har vært prosjektmedarbeidere. Seniorforsker Rune Elvik har vært ansvarlig for kvalitetssikringen av den endelige rapporten, og sekretær Trude Kvalsvik har tilrettelagt rapporten for trykking.

Oslo, desember, 2016

Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Michael J. W. Sørensen
Andelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.1 Formål.....	2
1.2 Tidligere forskning på ulykkesrisiko og brann i vegtunneler.....	2
2 Metode.....	7
2.1 Avgrensning og fokus - hvordan definere brann/branntilløp i vegtunnel?.....	7
2.2 Karakteristika ved branner og branntilløp i vegtunneler.....	8
2.3 Datakilder med vurdering av styrker og svakheter.....	14
2.4 Intern kvalitetssikring av registrerte data	18
2.5 Ekstern kvalitetssikring av registrerte data	18
2.6 Oppsummerende analyse	19
3 Analyse av vegtunnelbranner i Norge.....	20
3.1 Avgrensning og fokus	20
3.2 Oversikt over brannene og tilløpene	20
3.3 Tidfesting av vegtunnelbrannene og –tilløpene.....	24
3.4 Stedfesting av vegtunnelbrannene og -tilløpene	27
3.5 Antall involverte kjøretøy.....	28
3.6 Skader på personer, kjøretøy og tunneler	29
3.7 Oversikt over hvordan brannene ble slukket.....	32
3.8 Tidsrom som vegtunnelene var helt stengt.....	33
3.9 Oversikt over hvordan brannene og tilløpene ble varslet	36
3.10 Årsakene til vegtunnelbrann eller –tilløp	37
3.11 Brannventilasjon.....	40
3.12 Brannbelastning.....	41
3.13 Branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler.....	41
3.14 Kjennetegn ved ”storbranner” i norske vegtunneler	46
4 Avsluttende diskusjon	53
4.1 Oppsummering og diskusjon av hovedfunn i lys av internasjonal forskning	53
4.2 Forslag til videre forskning	57
4.3 Mulige svakheter ved datakilder og metode	64
5 Referanser.....	67
Granskningsrapporter og lignende som er brukt i analysene:.....	69
Vedlegg	71
Vedlegg 1: Vegtunnelbranner i region øst, 2002-2015.....	72
V1.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene	72
V1.2 Liste over alle branner og tilløp i region øst 2002-2015.....	72

V1.3 Oversikt over brannene og tilløpene i perioden 2002-2015.....	76
Vedlegg 2: Vegtunnelbranner og tilløp i region sør 2001-2015	77
V2.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene i region sør	77
V2.2 Liste over alle branner og tilløp i region sør 2001-2015	77
V2.3 Oversikt over brannene og tilløpene i region sør, 2003-2015.....	78
Vedlegg 3: Vegtunnelbranner og tilløp i region vest 2002-2015.....	80
V3.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene	80
V3.2 Liste over alle branner og tilløp i region vest 2002-2015.....	81
V3.3 Oversikt over brannene og tilløpene i perioden 2002-2015.....	86
Vedlegg 4: Vegtunnelbranner i region midt, 2008-2015.....	87
V4.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene	87
V4.2 Liste over alle branner og tilløp i region midt 2008-2015.....	87
V4.3 Oversikt over brannene og tilløpene i perioden 2008-2015.....	90
Vedlegg 5: Vegtunnelbranner i region nord, 2006-2015.....	92
V5.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene i region nord	92
V5.2 Liste over alle branner og tilløp i region nord 2006-2015	92
V5.3 Oversikt over brannene og tilløpene i perioden 2006-2015.....	93
Vedlegg 6: Liste over vegtunneler med høy stigningsgrad	95

Sammendrag

Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015

TØI rapport 1542/2016

Forfattere: Tor-Olav Nævestad, Karen Ranestad, Beate Elvebakke & Sunniva Meyer

Oslo 2016 96 sider

Norge er blant de land i verden som bygger flest vegtunneler, og det finnes godt over 1100 i landet. Vegtunneler er vanligvis minst like sikre som eller sikrere enn tilsvarende vegstrekninger i fri luft, men vegtunneler har et katastrofepotensial ved brann. Rapporten kartlegger og beskriver kjennetegn ved branner og branntiløp i norske vegtunneler i perioden 2008-2015. Det gjennomsnittlige antallet branner i norske vegtunneler er 0,02 branner per tunnelkilometer per år (24 branner per 1134 tunnelkilometer). Det gjennomsnittlige antallet tiløp er 0,01 tiløp per tunnelkilometer per år (14 tiløp per 1134 tunnelkilometer). Vi vil særlig fremheve fire viktige funn. Det første er at brannene og tiløpene som regel ikke involverer skade på personer eller tunnel. Av 303 branner og tiløp ser vi at 15 involverte lettere personskader, 13 involverte alvorlige personskader og åtte involverte dødsfall. Alle dødsfallene og 10 av 13 alvorlige personskader er relatert til branner og tiløp som skyldes trafikkulykker. Syv større branner i perioden 2008-2015 førte til røykskader hos totalt 76 personer. I alt 92 branner og tiløp involverte skader på kjøretøy og 33 involverte skader på tunnel. Det andre hovedfunnet er at tunge kjøretøy er overrepresentert i vegtunnelbranner. Det tredje er at årsakene til branner i tunge og lette kjøretøy er ulike. Tekniske problemer er en over dobbelt så hyppig årsak til vegtunnelbranner og tiløp i biler over 3,5 tonn, som for biler under 3,5 tonn, mens enulykker og kollisjon var en over dobbelt så hyppig årsak til branner og tiløp i biler under 3,5 tonn, som for biler over 3,5 tonn. Det fjerde hovedfunnet er at undersjøiske vegtunneler er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tiløp i kjøretøy i norske vegtunneler. Det finnes 33 undersjøiske vegtunneler i Norge. Disse har høy stigningsgrad, definert som stigning på over 5 %. I tillegg finnes det 24 vegtunneler som ikke er undersjøiske, men som likevel har høy stigningsgrad. Disse 57 vegtunnelene, som utgjør til sammen 5 % av vegtunnelene i Norge, hadde 42 % av brannene og tiløpene i perioden 2008-2015. Tunge kjøretøy er overrepresentert i disse brannene, og tekniske problemer var den hyppigste årsaken. Vi diskuterer syv mulige årsaker til at undersjøiske vegtunneler er mer brannutsatte og ser nærmere på utviklingen i de fire undersjøiske vegtunnelene som har hatt flest branner i perioden.

Bakgrunn og målsetting

Norge er blant de landene i verden som bygger flest vegtunneler. Det finnes godt over 1100 vegtunneler i Norge, som tilsammen utgjør 1134 kilometer. Vegtunneler er vanligvis minst like sikre som eller sikrere enn tilsvarende vegstrekninger i fri luft uten vegkryss, avkjørsler, gang- og sykkeltrafikk. Vegtunneler fortjener likevel spesiell oppmerksomhet fra et trafiksikkerhetsperspektiv, blant annet på grunn av katastrofepotensialet ved brann.

Målsettingen med dette prosjektet har vært å samle inn data om vegtunnelbranner og branntiløp i norske vegtunneler i perioden 2008-2015. Vi har tidligere gjort en kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler for perioden 2008-2011 (Nævestad & Meyer 2012). I den foreliggende rapporten oppdaterer vi denne kartleggingen med fire år (2012-2015), og gjør en samlet analyse av dataene for hele perioden 2008-2015. Vi har derfor benyttet oss av datakildene vi beskriver under i to omganger.

Datakilder og fremgangsmåte

1) *Vegloggen*, som er Vegtrafikksentralenes (VTS) system for å logge hendelser på veg. Dette systemet har generelt gode data om tunnelene som brannene og tilløpene har forekommet i, tidspunkt for brannene, antall involverte kjøretøy, hvor lenge vegtunneler har vært helt stengt på grunn av brann, skadegrad for personer og vegtunneler og hvordan branner og tilløp er varslet.

Vegloggen mangler en god del informasjon om hvor i tunnelen brannene eller tilløpene forekom, skader på kjøretøy og slukking. De mangler ofte data om årsakene til vegtunnelbrannene. Dataene om hvorvidt man har brukt brannventilasjon er dessuten av varierende kvalitet. Noen regioner har imidlertid vært bedre til å registrere dette enn andre.

Vegloggen har ingen eksplisitte kriterier eller systematikk for å skille mellom branner og tilløp i vegtunneler. For å unngå vanskelige grensdragninger mellom tilløp og brann, har vi definert brann som alt som involverer åpen flamme. Slik minimerer vi skjønnsutøvelsen ved hvert tilfelle. Vi definerer altså tilløp som røyk uten flamme.

2) *VTS-personale*. Mens Vegloggen har gitt oss innsikt i forekomsten av hendelser, har kontakt med personale på VTS'ene bidratt til både å kvalitetssikre tolkningene våre og supplere dataene. Vi har tidligere fått omvisninger ved tre VTS'er og grundig informasjon om systemene de anvender for å overvåke og styre trafikken og vegtunnelene.

3) *Ansatte i Statens vegvesen som jobber med tunnelsikkerhet, berunder de sikkerhetsansvarlige*. Vi har også hatt kontakt med brannvernansvarlige og sikkerhetskontrollører for vegtunneler i hver region. Disse har supplert og kvalitetssikret dataene våre.

4) *Brannvesen*. Brannvesen og andre nødetater rykker ut ved mistanke om brann i vegtunneler og registrerer slike utrykninger over tid. Vi samarbeidet med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) i våre henvendelser til brannvesenet. I den siste kartleggingen har vi i tillegg sammenlignet våre egne data med DSBs egen statistikk over vegtunnelbranner i systemet BRIS.

5) *Nyhetsarkiver*. Vi har også benyttet søk i nyhetsarkiver for å supplere og kvalitetssikre datainnsamlingen. Vegtunnelbranner er stort sett dekket av lokalaviser og ofte også av nasjonale medier. I tilfeller hvor vi har manglet informasjon om en konkret brann, har vi fått supplerende eller forklarende informasjon, gjerne gjennom bilder, i for eksempel "www.google.no" sin søkemotor. Denne datakilden har også vært svært viktig for oss.

Kvalitetssikring. I dette prosjektet har vi fått loggdata om vegtunnelbranner og tilløp fra hver region. Vi har lest gjennom loggene for et stort antall hendelser fra VTS'ene, og kodet eller standardisert hver hendelse i regneark for å kunne analysere dataene i vårt dataanalyseprogram (SPSS). Flere av disse hendelsene har vi også fått informasjon om fra brannvesenene. Da vi hadde kodet alle dataene for en region inn i et regneark, sendte vi det tilbake til kontaktpersonen vår ved VTS'en, brannvernansvarlige og sikkerhetskontrollører i den respektive regionen for kvalitetssikring.

Antall branner og tilløp var på sitt høyeste i 2011

Dataene viser at det gjennomsnittlige antallet branner i norske vegtunneler er 24 per år per 1134 tunnelkilometer og at det gjennomsnittlige antallet tilløp er 14 per år per 1134 tunnelkm. Dette gir 0,02 branner per år per kilometer tunnel og 0,01 tilløp per år per kilometer tunnel. Disse hendelsene (branner og tilløp) fordeler seg ikke jevnt i de ulike regionene. Gjennomsnittlig antall branner og tilløp per år er 9 i region øst, 4 i region sør, 14 i region vest, 9 i region midt og 3 i region nord. Region øst har over 90 vegtunneler, region sør har over 140, region vest har over 560, region midt har over 150 og region nord har over 180 vegtunneler. Det er ikke uventet at region vest har flest branner og tilløp, siden

det er flest vegtunneler i denne regionen. Det relativt høye antallet branner i region øst kan antakelig forklares med at tunnelene i denne regionen har høy trafikkmengde.

Summen av branner og tilløp var på sitt høyeste i 2011, med tilsammen 48 hendelser. Det var 47 hendelser i 2013. Det årlige antallet hendelser gikk noe ned siden det, til 36 i 2015. Vi har foreslått at utviklingen i perioden 2008-2015 kan tolkes på tre ulike måter: 1) som en gradvis økning i hendelser med noe årlig variasjon, 2) at 2011 representerer et maksimumsår og at antall branner og tilløp er på veg ned etter det, eller 3) at det vi ser kun er tilfeldig variasjon i den 8 års perioden vi studerer. Signifikansberegninger av antall branner per 1134 vegtunnelkilometer per år viser at antallet branner og tilløp i 2011 var signifikant høyere ($p=0,02$) enn i 2008. Forskjellene mellom 2008 og 2015 og mellom 2011 og 2015 var ikke statistisk signifikante. Dette taler for en kombinasjon av hypotese 2 og 3; det vil si at 2011 var et maksimumsår og at vi ellers ser variasjon, men ikke en nedgang som er statistisk signifikant. Det må imidlertid påpekes at snittet for antall hendelser var 34 i perioden 2008-2011, mens det var 42 i perioden 2012-2015. Dette kan indikere en gradvis økning i perioden 2008-2015. På den annen side gikk antallet ned igjen i 2015.

Nye data i årene som kommer vil for øvrig gi svar på hvilke av hypotesene det er mest hold i. Endelig må det påpekes at tallene er relativt små og at vi ideelt sett skulle ha gjort signifikansberegningene i forhold til antall kjørte kilometer i vegtunneler i Norge per år. Vi har dessverre ikke hatt anledning til å gjøre slike beregninger, men dette kan følges opp i videre forskning.

Det er interessant å se at vi ikke har hatt en entydig økning i antall branner og tilløp år for år i perioden, tatt i betraktning at antall vegtunneler øker for hvert år (med kanskje 10-20 tunnelkilometer), samtidig som trafikkmengden også øker noe hvert år (kanskje 1-2 %).

Når vi ser på utviklingen i Statens vegvesens fem regioner, kan det se ut til at region vest har hatt en økning i branner i tunneler i perioden 2009-2015. Antall branner varierer imidlertid betydelig fra år til år i regionene. Region midt ser ut til å ha hatt en økning i antall tilløp i perioden 2008-2013, men antallet har gått ned siden 2013. Ellers ser vi at antall tilløp også varierer betydelig fra år til år i regionene. Kjikvadrattester hvor vi ser på branner og tilløp for årene 2008-2015 i alle regionene indikerer at fordelingene av branner og tilløp i ulike regioner og år ikke er signifikant forskjellig fra en tilfeldig fordeling.

Brannene og tilløpene involverte som regel ikke skader

Vi vil særlig fremheve fire viktige hovedfunn fra rapporten. Det første er at brannene og tilløpene som regel ikke involverer skade på personer eller tunnel. Vegtunnelbrannene og tilløpene involverte i henholdsvis 83 % og over 81 % av tilfellene ikke skade på personer eller tunnel. Det stiller seg noe annerledes med skader på kjøretøy, der utfallet ofte ikke er registrert. Kategorien ”uklart” omfatter 49 % av svarene på spørsmål om kjøretøyskade.

Av 303 branner og tilløp vet vi at 15 involverte lettere personskader og 13 involverte alvorlige personskader og at åtte involverte dødsfall. Alle dødsfallene og 10 av 13 alvorlige personskader er relatert til branner og tilløp som skyldes trafikkulykker. I alt 92 involverte skader på kjøretøy og 33 involverte skader på tunnel.

Selv om vi konkluderer med at brannene og tilløpene som regel ikke involverer skade på personer, er det viktig å påpeke at de største brannene involverer røykskader. Syv store branner i perioden 2008-2015 førte til røykskader hos totalt 76 personer:

Skatestraumtunnelen, 15.07.2015; Brattlitunnelen, 17.01.2013; Gudvangatunnelen, 05.08.2013; Gudvangatunnelen, 11.08.2015; Oslofjordtunnelen, 23.06.2011; Oslofjordtunnelen, 29.03.2011; Operatunnelen, 14.06.2015.

Tunge kjøretøy er overrepresentert

Det andre hovedfunnet er at tunge kjøretøy (>3,5 t) er overrepresentert i vegtunnelbranner. I alt 40 % av brannene og tilløpene involverer tungbiler, og 58 % involverer personbiler. Dette indikerer at tungbilene er overrepresentert i vegtunnelbranner, siden de i snitt utgjør 14 % av trafikkmengden på norske riksveger med vegtunneler. Dette funnet er i tråd med tidligere forskning, både i Norge og internasjonalt (Haack 2002). Totalt 11 av brannene og tilløpene involverer busser. Det vil si at av hendelsene som involverer tungbiler involverte 110 (91 %) tunge godsbiler og 11 (9 %) busser.

Ulike årsaker for tunge og lette kjøretøy

Det tredje hovedfunnet er at årsakene til branner i tunge og lette kjøretøy er ulike. Trafikkulykker (eneulykke 5 % og kollisjon 8 %) ser generelt ut til å være en sjeldnere årsak til vegtunnelbranner og tilløp enn tekniske problemer (33 %) når vi ser på alle brannene og tilløpene i perioden 2008-2015. Over halvparten (54 %) av alle vegtunnelbranner og tilløp har imidlertid en uklar årsak. Det skyldes trolig for en stor del at rapporteringen av årsaker er mangelfull.

Årsakskategoriene fordeler seg ulikt på brannene og tilløpene som involverer biler over og under 3,5 tonn. Tabell S1 viser årsakene til vegtunnelbranner og tilløp for biler under og over 3,5 t i hele Norge 2008-2015.

Tabell S.1: Årsakene til vegtunnelbranner og tilløp for biler under og over 3,5 t i hele Norge 2008-2015 (N= 291)

Årsakskategorier:	Biler under 3,5 t	Biler over 3,5 t	Antall hendelser
Uklart:	61 %	41 %	154
Tekniske problemer:	20 %	52 %	95
Eneulykke:	8 %	1 %	15
Kollisjon:	11 %	7 %	27
Antall hendelser:	175	116	291

Tabell S.1 viser at tekniske problemer var en over dobbelt så hyppig årsak til vegtunnelbranner og tilløp i biler over 3,5 tonn, som for biler under 3,5 tonn. Tabellen viser også at trafikkulykker (eneulykker og kollisjon) var en over dobbelt så hyppig årsak til branner og tilløp i biler under 3,5 tonn, som i biler over 3,5 tonn.

Flertallet av brannene og tilløpene involverte, som nevnt, ikke personskade. Det er imidlertid viktig å få kunnskap om årsakene til hendelsene som involverte personskade, for å kunne forebygge disse i fremtiden. Dette vises i Tabell S.2.

Det fremgår av tabell S.2 at det nesten utelukkende er brannene og tilløpene som har eneulykker og kollisjoner som årsak som involverer personskade. Årsaken ”eneulykke” forårsaket i 64 % av tilfellene lettere personskader eller alvorlig personskade/død. Årsaken ”kollisjon” forårsaket i 57 % av tilfellene lettere personskader eller alvorlig personskade/død.

Tabell S.2: Årsakene til vegtunnelbranner/tilløp som involverer personskafe, hele Norge 2008-2015 (N= 298)

Årsakskategorier:	Ingen skade	Uklart	Lettere skadet	Alvorlig skade/død	Antall hendelser
Uklart:	91 %	5 %	2 %	1 %	100 %
Tekniske problemer:	91 %	2 %	6 %	1 %	100 %
Eneulykke:	36 %	0 %	14 %	50 %	100 %
Kollisjon:	17 %	26 %	13 %	44 %	100 %
Antall hendelser:	247	16	15	20	298

Undersjøiske vegtunneler

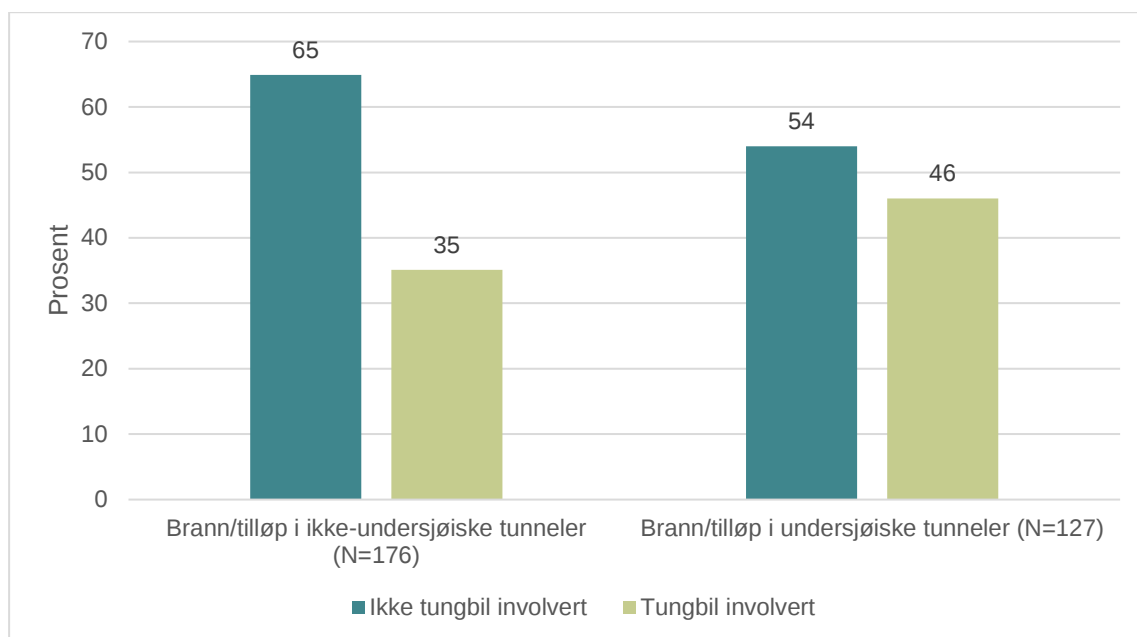
Det fjerde hovedfunnet er at undersjøiske vegtunneler er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tilløp i kjøretøy i norske vegtunneler. Det finnes ikke noen land i verden som har flere undersjøiske vegtunneler enn Norge. Det er 33 undersjøiske vegtunneler i Norge. Disse har høy stigningsgrad, definert som stigning på over 5 %. Region øst har tre, region sør har én, region vest har 10, region midt har 10 og region nord har 9 undersjøiske vegtunneler. I tillegg finnes det 24 vegtunneler som ikke er undersjøiske, men som har høy stigningsgrad i region vest. Siden stigningsgraden ser ut til å øke risikoen for brann og tilløp, tar vi med disse 24 vegtunnelene i analysene.

Det finnes dermed minst 57 vegtunneler i Norge med høy stigningsgrad (>5 %).¹ De utgjør til sammen omtrent 5 % av vegtunnelene i Norge, og 14,5 % av tunnelkilometerne i Norge (165/1134). Disse hadde 42 % av brannene og tilløpene i perioden 2008-2015.

Det årlige antallet branner og tilløp per år per kilometer tunnel i Norge generelt er 0,03 (38/1134). Vi kan imidlertid skille mellom branner og tilløp i vegtunneler med høy stigningsgrad og uten høy stigningsgrad. Førstnevnte har i snitt 15,9 branner og tilløp per år (127/8), mens sistnevnte har 22 branner og tilløp per år (176/8). Dette gir 0,1 branner og tilløp (15,9/165) per år per kilometer tunnel med høy stigningsgrad mot 0,02 branner og tilløp (22/969) per år per kilometer tunnel uten høy stigningsgrad. De førstnevnte er med andre ord 5 ganger mer brannutsatte. Vi ser dermed at undersjøiske vegtunneler er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tilløp i kjøretøy i norske vegtunneler i perioden 2008-2015.

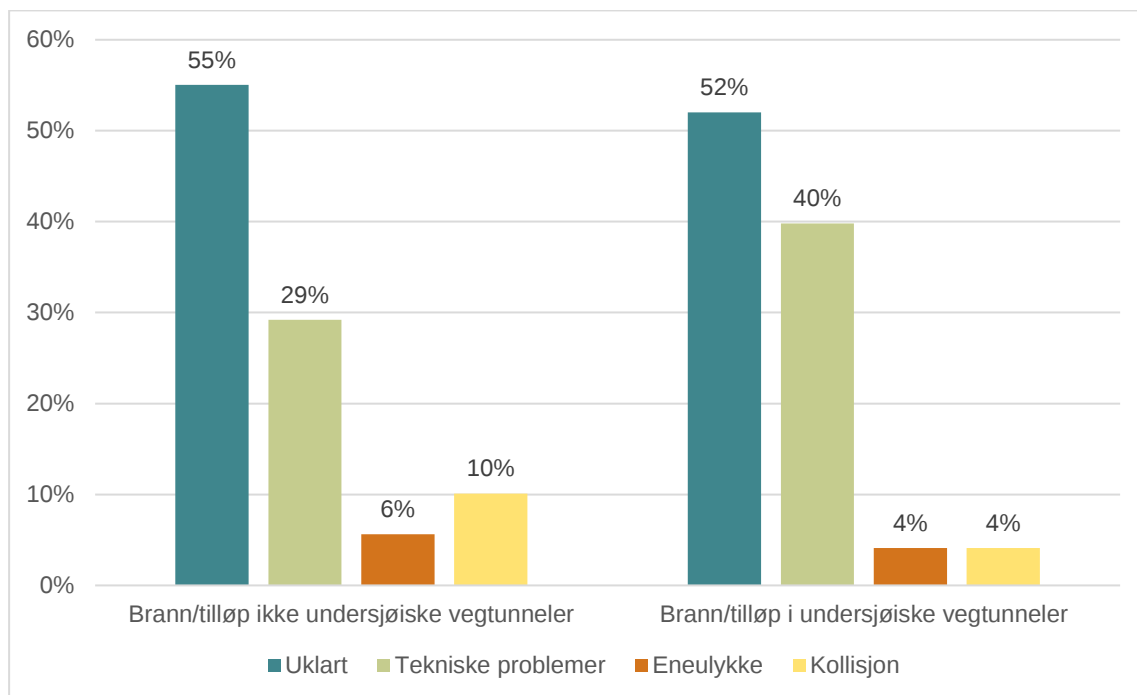
Tunge kjøretøy er overrepresentert i branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler. Det er en signifikant sammenheng mellom høy stigningsgrad og andelen tungbiler involvert i branner og tilløp. Figur S1 viser involvering av tungbiler i branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler 2008-2015. Begge tungbilandelene i branner og tilløp, 35 % i øvrige og 46 % i undersjøiske vegtunneler, viser at tungbiler er overrepresentert i vegtunnelbranner, men at dette særlig gjelder i undersjøiske vegtunneler. Den betydelige andelen tungbiler involvert i brann i undersjøiske vegtunneler er i tråd med årsaksbildet som presenteres i Søndre Follo Brannvesens rapport om brannen i Oslofjordtunnelen 23.06.2011. Tidligere norske studier viser dessuten at andelen involverte tunge kjøretøy i tunnelulykker er dobbelt så høy som trafikkmengden og ulykkesandelen på åpen veg skulle tilsi.

¹ Siden de fleste av disse 57 tunnelene og de tilhørende brannene er undersjøiske, refererer vi til vegtunnelene med høy stigningsgrad som undersjøiske.



Figur S.1: Involvering av tungebiler i branner og tillop i undersjøiske vegtunneler og tunneler uten høy stigningsgrad 2008-2015. Prosentvis fordeling, basert på antallet branner og tillop i 2008-2015 i vegtunneler uten høy stigningsgrad (N=176) og undersjøiske vegtunneler (N=127).

Figur S.2 viser registrerte årsaker til branner og tillop i undersjøiske vegtunneler og andre tunneler 2008-2015.



Figur S.2: Registrerte årsaker til branner og tillop i undersjøiske vegtunneler og andre tunneler 2008-2015. Prosentvis fordeling, basert på antallet branner og tillop i 2008-2015 i vegtunneler uten høy stigningsgrad (N=176) og undersjøiske vegtunneler (N=127).

Figur S.2 viser at årsaken ”tekniske problemer” er en hyppigere årsak til branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler enn i vegtunneler uten høy stigningsgrad. I tillegg viser figuren at eneulykke og kollisjon er en dobbelt så viktig årsak til branner og tilløp i vegtunneler uten høy stigningsgrad som i undersjøiske vegtunneler (hhv. 16 % mot 8 %). Vi må imidlertid være varsomme med å trekke konklusjoner om dette, siden kategorien ”uklart” er på over 50 %.

Vi har gjort analyser for å vurdere utviklingen i det årlige antallet branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler i perioden 2008-2015. Analysene ser ikke ut til å indikere en økning i antall branner og tilløp i disse tunnelene i perioden 2008-2015, snarere en variasjon rundt et årlig gjennomsnitt på 16 branner og tilløp.

Når og hvor skjer kjøretøybrannene i vegtunneler?

En analyse av alle brannene og tilløpene i hele Norge 2008-2015 viser at i alt 44 % forekom på ettermiddagen. Totalt 65 % forekom mellom kl 06 og kl 18. Majoriteten (57 %) av brannene og tilløpene forekom om våren og sommeren. Juni er måneden med flest hendelser, nærmere bestemt 13 % av hendelsene. November hadde færrest (5 %).

De fleste brannene og tilløpene er registrert i tunnelenes midtsone. I 36 % av hendelsene manglet vi data om slukking, i 42 % av tilfellene slukket brannvesen, og i 19 % av hendelsene slukket sjåføren. I 4 % av tilfellene slukket andre trafikanter. I den siste kartleggingen (2012-2015) har vi inkludert informasjon om hvorvidt brannslukkingsapparat er tatt ut fra vegtunnelskapene i brannene/tilløpene. Det er gjort i 45 av 164 tilfeller i perioden: 29 % av hendelsene involverte tungbiler, og 71 % av tilfellene gjaldt personbiler. Slukkeapparat er som oftest tatt ut når sjåførene slukker selv, eller når andre trafikanter slukker.

Hvor lenge vegtunnelene har vært helt stengt på grunn av brann, grupperer seg særlig i to bolker: Mellom 1 og 45 minutter (40 %), og 106 minutter eller mer (17 %). Vi mangler data for varsling i 14 % av tilfellene. De største andelene varslinger av branner og tilløp er publikum med 24 %, dersom vi slår sammen deres varslinger, egen telefon og tunneltelefon (hhv. 12 % og 12 %), og politi med 24 %, etterfulgt av varsling via automatisk alarm i vegtunnelene (21 %). I alt 15 % av brannene og tilløpene ble varslet av brannvesenet. Varslingsteknologien i vegtunnelene fyller en viktig funksjon. Andelen for automatisk alarm og andelen varslinger fra publikum som bruker tunneltelefon utgjør til sammen 33 %.

Forslag til fremtidig forskning

Beregning av risiko for kjøretøybrann i tunnel

Vegtunnelbrann er en hendelse som forekommer sjelden, og dersom vi også hadde tatt med alle de hendelsene som ikke ender i vegtunnelbrann, og sammenlignet med karakteristika ved dem, kunne vi gjort ordentlige risikoberegninger for vegtunnelbrann. Enhetene i denne undersøkelsen har imidlertid vært vegtunnelbranner og tilløp, og vi har ikke kunnet gjøre ordentlige beregninger av hvilke forhold som predikerer utfallet vegtunnelbrann i forhold til andre utfall.

Vi kan imidlertid bruke våre data for å vurdere hvorvidt noen karakteristika ser ut til å være overrepresentert i branner. På denne måten kan vi peke på spesielle risikofaktorer for vegtunnelbrann, for eksempel undersjøiske vegtunneler og tunge kjøretøy.

Tallene fra undersøkelsen kan også brukes som grunnlag for å beregne risiko for vegtunnelbrann i kjøretøy over og under 3,5 tonn, i vegtunneler generelt og undersjøiske vegtunneler spesielt. Dette kan gjøres ved å ta inn trafikkmengde i beregningene, slik for eksempel Haack (2002) gjør i beregninger av brannrisiko i tyske vegtunneler.

Vi foreslår også at det kan være interessant å undersøke forekomsten av, årsaker til og risikoen for kjøretøybrann i tunge kjøretøy på lange vegstrekninger oppe i dagen med høy stigning. Dette kan gi oss et større tallgrunnlag og muligheter for å trekke sikrere konklusjoner om risikofaktorer og mulige tiltak.

Årsaksmekanismene bak kjøretøybranner i undersjøiske vegtunneler

I det følgende vil vi diskutere ulike årsaker til at det ser ut til at risikoen for kjøretøybrann er høyere i undersjøiske vegtunneler. Dette er temaer som er aktuelle for videre studier.

1) Høy stigningsgrad. En første viktig faktor er den høye stigningsgraden i undersjøiske vegtunneler. EU tillater gjennom sikkerhetsdirektivet (2004/54/EC)² for vegtunneler på TERN-vegnettet inntil 5 % fall og stigning.³ Dette direktivet er implementert i Norge gjennom en egen forskrift til vegloven, "Tunnelsikkerhetsforskriften", som begrenser stigningsgraden i oversjøiske norske riksvegtunneler til 5 % (Buvik 2012).

På grunn av Norges spesielle topografi med svært dype fjorder har EU akseptert at Norge kan ha andre bestemmelser for graden av fall og stigning i undersjøiske tunneler. Tunnelsikkerhetsforskriften hadde derfor tidligere en tilleggsbestemmelse som sa at en kan øke stigningsgraden der det er geografisk umulig å bruke lavere stigningsgrad, og dette gjaldt undersjøiske vegtunneler (Buvik 2012). I den nye vegnormalen Håndbok N500 Vegtunneler som gjelder fra november 2016 har man imidlertid begrenset muligheten for brattere tunneler ved å begrense stigningen til maksimum 5 %.

2) Tungbilers bremses eller motor? Søndre Follo brannvesens granskingsrapport (2011) etter Oslofjordtunnelbrannen 23.06.2011 viser at Oslofjordtunnelen hadde 11 branner i de tre årene før brannen i 2011. Åtte av brannene var i tunge kjøretøyer, mens tre av brannene var i personbiler.

Rapporten til Søndre Follo brannvesen er viktig, fordi den diskuterer hvordan den bratte stigningen i Oslofjordtunnelen kan medføre høyere risiko for brann i tunge kjøretøy. Oslofjordtunnelen, som er 7250 meter lang, har to strekninger av omtrent 3000 meter, hver med en stigning på 7 %. To tredjedeler av brannene i tunge kjøretøy ble forårsaket av varmgang i bremsene da tunge kjøretøy kjørte ned i tunnelen, mens en tredjedel skyldes varmgang i motoren da tunge kjøretøy kjørte opp og ut av tunnelen (Søndre Follo Brannvesen 2011: 9; se også Safetec 2011).

Med forbehold om små tall indikeres det altså at utfordringen med varmgang er mest kritisk når tunge kjøretøy kjører ned i tunneler, altså knyttet til nedbremsing. Dette har vi forsøkt å følge opp ved å se nærmere på årsakene til branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler som involverte tungbiler i perioden 2012-2015.

I årene 2012-2015 var det 63 branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler i Norge. I alt 23 av disse involverte tungbiler (se Tabell S.3). Når vi ser nærmere på disse 23 hendelser, ser vi at 10 av dem på ulike måter kan relateres til tekniske problemer knyttet til motoren, og i

² The European Union's "tunnel" directive 2004/54/EC "Minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network".

³ TERN står for Trans-European Road Network, og refererer til motorveger og veger av høy kvalitet. TERN ble etablert i 1995 for å bedre den interne veginfrastrukturen i EU. Vegene som inngår i nettverket regnes som viktige for langtransport innenfor EU, binder sammen sentrale og perifere områder osv.

mindre grad til bremses eller hjullager som går varme, som det indikeres i Søndre Follo Brannvesens rapport.

Tabell S.3: Årsaker til 23 branner og tillop i undersjøiske vegtunneler i Norge som involverte tungebiler i perioden 2012-2015.

Årsaker	Antall hendelser
Motor (f.eks. turbo)	5
Oljesøl, oljelekkasje, annen lekkasje fra motor	5
Hjul (Bremses/hjullager/dekk)	2
Annet teknisk	2
Ukjent	9
Totalt 2012-2015	23

Andelen ukjent er imidlertid betydelig og vi trenger mer forskning om årsakene til disse hendelsene. Gitt betydningen av tekniske problemer som årsak til branner, bør fremtidig forskning fokusere på å få mer kunnskap om betydningen av ulike typer teknisk svikt som årsak til branner i tunge (og lette) kjøretøy. Betydningen av kjøretøytekniske risikofaktorer kan for eksempel studeres gjennom å måle temperatur i bremses og utsatte motordeler ved kjøring i ulike undersjøiske vegtunneler, eller dagsoner (friluftsstrekninger) med ulike typer tunge kjøretøy. Da kan man kanskje fastslå betydningen av kjøretøyets vekt og bremsesystem (for eksempel: type motorbrems, retarder) årsmodell osv, kombinert med tunnelegenskaper (stigningsgrad og lengde), betydningen av kjørestil og betydningen av ulike bremsetyper.

3) Tunnellengde. En tredje faktor som kan være viktig for å forklare høyere brannrisiko i undersjøiske vegtunneler er tunnellengde. Undersjøiske vegtunneler er i gjennomsnitt fire ganger lengre enn norske vegtunneler generelt. Dette er imidlertid ikke nok til å forklare overrepresentasjonen av undersjøiske tunneler når det gjelder kjøretøybranner. Vi har sett at overoppheting på grunn av stigning synes å være den viktigste årsaken til kjøretøybranner i undersjøiske vegtunneler. Dette indikerer at stigningsgraden og lengden på stigningsgraden er viktige faktorer.

4) Distanse med høy stigningsgrad. En fjerde faktor som synes viktig for å forklare høyere risiko for kjøretøybrann i undersjøiske vegtunneler er distansen med en gitt høy stigningsgrad (Buvik, Amundsen & Fransplass 2012). Som nevnt har Oslofjordtunnelen to strekninger på 3000 meter med 7 % stigning. Det er særlig tre andre undersjøiske vegtunnelene i Norge som bidrar til overrepresentasjon av branner i undersjøiske tunneler i perioden 2008-2015. Den første er Byfjordtunnelen med en lengde på 5875 meter og 8 % maksimal stigning. Den andre er Bømlafjordtunnelen med en lengde på 7888 meter og 8,5 % maksimal stigning. Den tredje er Eiksundtunnelen med en lengde på 7765 meter og 9,6 % maksimal stigning. Vi kommer tilbake til disse tunnelene under.

5) Trafikkmengde og andelen tunge kjøretøy. En femte faktor som også må vurderes når man diskuterer høyere risiko for brann i undersjøiske vegtunneler er trafikkmengde og andelen tunge kjøretøy. Vegtunneler med mye trafikk har flere branner (OECD 2006), og vi har sett at tunge kjøretøy har en høyere risiko for brann i undersjøiske tunneler. Derfor bør vi kanskje forvente at undersjøiske vegtunneler har høy trafikkmengde og høy tungebilandel. Når vi ser på de fire undersjøiske tunnelene som hadde 45 % av de undersjøiske vegtunnelbrannene i vår studie, ser vi imidlertid, med ett unntak, at ingen av

dem har en tungebilandel som er over snittet på 14 % på norske riksveger, og i tillegg ser vi at ÅDT'ene i disse fire tunnelene er lavere enn snittet på 10 000 på norske riksveger.

6) Kjøretøytype, alder og standard. En sjette faktor som kan kaste lys på brannrisikoen i undersjøiske vegtunneler er kjøretøytype, alder og standard. Safetec (2011) foreslår at de utenlandske (spesielt østeuropeiske) lastebilene i Norge gjerne har to aksler, svakere motorer og at de generelt er eldre enn norske biler. Den antatt lavere tekniske standarden på europeiske lastebiler fra de nye EU-landene er også fremhevet i en OECD rapport (2006: 12) om risiko for kjøretøybrann i EU. Det har også blitt påpekt at eldre europeiske tunge kjøretøy ofte mangler motorbrems, såkalt retarder (Buvik, Amundsen & Fransplass 2012). Kravene til de utenlandske lastebilene øker når de brukes med tung last i kupert terreng. Dette gjelder skandinavisk terreng generelt, men spesielt i bratte undersjøiske vegtunneler. På den annen side må det bemerkes at tunge kjøretøy fra EU har en lavere maksimal belastning enn norske tunge kjøretøy (40 mot 50 tonn) (Buvik 2012). Dette skal redusere risikoen for overbelastning i kupert terreng.

7) Tungbilsjåførs kompetanse og erfaring. En syvende faktor som kan være viktig for å forklare høyere risiko for brann i undersjøiske vegtunneler er tungbilsjåførs kompetanse og erfaring. Dette er også understreket i Safetec (2011) sin risikoanalyse av Oslofjordtunnelen. I sin diskusjon av dette, foreslår Safetec at skandinaviske lastebilsjåfører nok har mer erfaring med og kompetanse på det å kjøre på norske veier. Dette innebærer sannsynligvis at de er bedre til å bruke bremsene mer korrekt når de kjører i nedoverbakke i vegtunneler, noe som minsker risikoen for overopphetede brems.

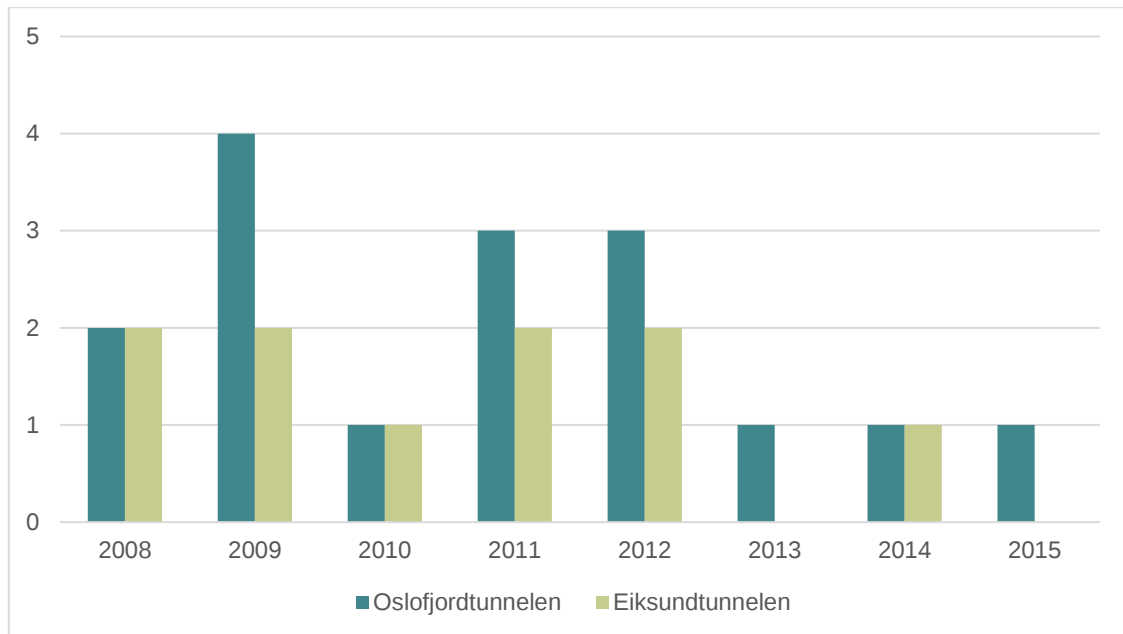
Fremtidige studier bør undersøke betydningen av tungsjåførenes kompetanse og erfaring når det kommer til det å både forårsake og unngå branner og tilløp i kupert terreng og ikke minst hvilke tiltak som kan settes inn for å forebygge. En mulig tilnærming er intervjuer med yrkessjåfører, relevante eksperter og organisasjoner både på arbeidsgiver og arbeidstakersiden.

Vi kan antakelig lære mer om de aktuelle årsaksmekanismene gjennom å intervjuer førere om hva slags faktorer som spiller inn ved kjøring over strekninger med høy stigningsgrad, hvilken kompetanse som kreves for å gjøre dette på en sikker måte, hvilket utstyr som kreves (motorbrems, retarder), deres erfaringer med dette, og ikke minst hvilke tiltak de tror vil være effektive. Et viktig tilleggsspørsmål å studere kan for eksempel være hvorvidt utenlandske yrkessjåfører har den nødvendige kompetanse og utstyr (jf. Safetec 2011; Nævestad et al 2016).

Fire brannutsatte undersjøiske vegtunneler

I den forrige kartleggingen (Nævestad & Meyer 2012) konkluderte vi med at det var noen få undersjøiske tunneler i region øst, vest og midt som bidro til at undersjøiske vegtunneler var overrepresenterte når det gjelder branner og tilløp i perioden 2008-2011. Disse tunnelene var: 1) Oslofjordtunnelen, 2) Byfjordtunnelen, 3) Bømlafjordtunnelen og 4) Eiksundtunnelen.

I den foreliggende studien finner vi at disse fire tunnelene har hatt 44 % (56 av 127) av brannene og tilløpene i undersjøiske vegtunneler i perioden 2008-2015. De hadde 57 % av hendelsene i perioden 2008-2012, så antallet hendelser i disse fire tunnelene har gått ned i perioden 2012-2015. Det skyldes ikke minst utviklingen i to tunneler: Oslofjordtunnelen og Eiksundtunnelen.



Figur S.3: Årlig antall branner og tilløp i Oslofjordtunnelen (N=16) og Eiksundtunnelen (N=10) fra 2008 til 2015.

Figur S.3 indikerer en gradvis nedgang i antall hendelser i de to tunnelene gjennom perioden. Disse hadde til sammen 17 hendelser i perioden 2008-2011, mens de hadde 9 i perioden 2012-2015. Vi vet at det har blitt gjennomført flere tiltak i Oslofjordtunnelen siden brannen 23.06.2011, særlig rettet mot å redusere brannrisikoen til tungbiler.

Et av hovedformålene med tiltakene i Oslofjordtunnelen har vært å få ut informasjon til sjåfører av tynge kjøretøy om å holde lav hastighet inn i tunnelen og kjøre på lavt gir hele vegen. Det har for eksempel blitt gjennomført bedre skilting med informasjon («low gear») før og inne i tunnelen, senkning av fartsgrensen til 70 km/t og streknings-ATK (automatisk trafikkontroll) (SHT 2013). Oslofjordtunnelen har også vært stengt for tungbiler i deler av 2011 og 2012. Det har også vært fokus på brannforebygging i Eiksundtunnelen etter den alvorlige trafikkulykken og brannen 28.06.2009. Streknings-ATK ble for eksempel innført i april 2012. Vi må ta forbehold om at vi ser på et lite antall hendelser over et begrenset tidsrom i disse to tunnelene, så vi må være forsiktige med å trekke bastante konklusjoner om utviklingen i dem og ikke minst også om årsakene til den.

Det kan imidlertid være relevant å se nærmere på om lærdommer fra tiltakene som har blitt gjennomført i disse to tunnelene kan overføres til andre vegtunneler med høy stigningsgrad. Det er ikke nok å se på Oslofjordtunnelen alene, men fremtidig forskning kan gå gjennom og vurdere systematisk hvert av tiltakene i lys av de siste års erfaringer fra Oslofjordtunnelen og eventuelle erfaringer fra internasjonal forskning. Fokus bør være på hvilke tiltak som vi kan anta er mest effektive og minst ressurskrevende å gjennomføre.

Byfjordtunnelen og Bømlafjordtunnelen har ikke hatt den samme nedgangen i antall hendelser som Oslofjordtunnelen og Eiksundtunnelen har hatt i perioden 2008-2015. Disse tunnelene hadde til sammen 17 hendelser i perioden 2008-2011, mens de hadde 13 i perioden 2012-2015. Igjen må vi være forsiktige med å trekke bastante konklusjoner på bakgrunn av små tall.

I tillegg er det tre andre undersjøiske vegtunneler som utmerker seg med et relativt høyt antall branner og tilløp (tilsammen 16) i den siste kartleggingsperioden (2012-2015): Mastrafjordtunnelen i region vest med 6 branner og tilløp, Valderøytunnelen med 6 branner og tilløp og Hitratunnelen med fire branner og tilløp. Disse hadde til sammen 11

branner og tilløp i perioden 2008-2012. Spesielle kartlegginger og tiltak kan derfor også eventuelt fokusere på disse tre undersjøiske tunnelene.

Mulige svakheter ved datakilder og metoder

I denne rapporten analyserer vi branner og tilløp samlet. Bakgrunnen for dette valget er at vi i stor grad forutsetter at branntilløpene kan utvikle seg til en brann og at de stort sett har samme årsaker og fellestrekk forøvrig. Analysene viser at branner og tilløp i betydelig grad har de samme årsakene, men det må påpekes at andelen for uklar årsak er stor. En annen årsak til at vi slår sammen branner og tilløp i analysene er at vi definerer tilløp som røyk som kunne blitt brann (i motsetning til det vi kaller «tvilsomme tilløp»). Vi kan imidlertid ikke være helt sikre på at alle tilløpene i materialet vårt kunne utviklet seg til brann om de ikke hadde blitt slukket.

I denne studien baserer vi oss særlig på Vegloggen. Denne datakilden mangler en god del informasjon om hvor i tunnelen brannene eller tilløpene forekom, skader på kjøretøy og slukking. De mangler også ofte data om årsakene til vegtunnelbrannene. Dataene om hvorvidt man har brukt brannventilasjon er også av varierende kvalitet. Vi baserer oss også på data fra brannvesen, og kvaliteten på dataene våre er i noen grad prisgitt andelen svar vi har fått fra dem. I den første kartleggingen fikk vi 59 % svar og i den andre fikk vi 30 % svar. Dette er en mulig svakhet ved dataene våre.

Da vi hadde kodet og registrert alle loggdataene fra en region inn i et regneark, sendte vi det tilbake til kontaktpersonene våre ved VTS'en for kvalitetssikring. Dette er den viktigste eksterne kvalitetssikringen av dataene våre, og den har derfor hatt avgjørende prioritet i begge datainnsamlingene. Vi sendte også dataene til brannvernansvarlige og sikkerhetskontrollører for vegtunneler i regionene, men vi fikk ikke svar fra alle. Dette er en mulig svakhet ved dataene våre.

I den foreliggende studien har vi samlet inn og kodet nytt materiale for perioden 2012-2015 for å slå det sammen tidligere innsamlet materiale for perioden 2008-2011. Det er avgjørende at kriteriene for å inkludere hendelser er like i begge datainnsamlingsperiodene, slik at ikke endringer kan tilskrives metodologiske forhold. For å sikre at kriteriene for registrering av branner og kjennetegn i den siste kartleggingen har vært de samme som i den første kartleggingen har prosjektleder Nævestad gått gjennom og kvalitetssikret alle de registrerte brannene og tilløpene for perioden 2012-2015. Alle brannene og tilløpene for perioden 2012-2015 er gjennomgått av minst to personer, og alle tvilstilfeller er diskutert av minst to og ofte tre prosjektmedarbeidere.

Summary

Vehicle fires in Norwegian road tunnels 2008-2015

TØI Report 1542/2016

Authors: Tor-Olav Nævestad, Karen Ranestad, Beate Elvebakke & Sunniva Meyer

Oslo 2016 96 pages Norwegian language

Norway is one of the countries that constructs the most road tunnels, and there are well over 1,100 in the country. Road tunnels are usually at least as safe as, or safer than similar roads in the open air, but they have a disaster potential related to vehicle fires. The report maps and describes the characteristics of fires and smoke without fire (SWF) in Norwegian road tunnels in the period 2008-2015. The average number of fires in Norwegian road tunnels is 0.02 fires per year per tunnel kilometres (24 fires per year per 1,134 tunnel kilometres). The average number of SWFs is 0.01 per year per tunnel km (14 SWFs per year per 1,134 tunnel kilometres). The study provides four main results. The first is that the fires and SWFs generally did not involve harm to people or tunnels. Of the 303 fires and instances of SWF, we know that 15 involved minor injury to people, 13 involved serious personal injury and eight involved death. All deaths and 10 of 13 serious personal injuries are related to fires and SWFs caused by traffic accidents. Seven large-scale tunnel fires in the period 2008-2015 caused smoke contamination for a total of 76 people. 92 of the 303 fires involved damage to vehicles and 33 involved damage to tunnels. The second main finding is that heavy vehicles are overrepresented in fires in Norwegian road tunnels. The third main finding is that the causes of road tunnel fires involving heavy (>3.5t) and light vehicles are different. Technical problems was a more than twice as frequent cause of fires and instances of SWF in heavy vehicles, than in light vehicles. The fourth key finding is that subsea road tunnels are overrepresented in the statistics of fires in Norwegian road tunnels. There are 33 subsea road tunnels in Norway. These have a high gradient, defined as over 5 %. In addition, there are 24 tunnels that are not subsea, but still have a high gradient. These 57 road tunnels, which together constitute 5 % of road tunnels in Norway, had 42 % of the fires and the instances of SWF in the period 2008-2015. Heavy vehicles were overrepresented in these fires, and technical problems were the most frequent cause. We discuss seven potential causes of the high number of fires in subsea road tunnels, and discuss the development in the four subsea road tunnels that have had the highest number of fires in the period.

Background and goal

Norway is one of the countries that constructs the most road tunnels. There are well over 1,100 in the country, comprising a total of 1,134 tunnel kilometres. Road tunnels are usually at least as safe as or safer than similar roads in the open air without junctions, exits, pedestrians and bicyclists. Road tunnels do nevertheless deserve attention from a traffic safety perspective, because of their disaster potential related to vehicle fires.

The goal with this project has been to collect data on fires in Norwegian road tunnels 2008-2015. We have previously mapped road tunnel fires for the period 2008-2011 (Nævestad & Meyer 2012). In the current report we provide an update of this study by including four years (2012-2015) in order to conduct a comprehensive analysis of all the data for the period 2008-2015. We have therefore used the data sources that we describe below twice.

Data sources and methods

1) *“Vegloggen”*, which is the five Norwegian road traffic centrals’ (RTC) systems for recording road traffic-related events. There are five RTC’s in Norway, corresponding to the five regions of the Norwegian Public roads Administration. “Vegloggen” generally has good data about the tunnels in which vehicle fires occurred, the time when the fires occurred, the number of vehicles involved, how long tunnels have been closed because of fires, harm to people and tunnels induced by the fires, and how the RTC’s were alerted about the fires.

“Vegloggen” frequently lacks information about where in tunnels the fires occurred, damage to vehicles and how the fires were extinguished. It often also lacks data on the causes of the fires. The data on use of fire ventilation is also of varying quality. Some regions, however, have done a better job registering this than others.

Vegloggen has no criteria when it comes to defining fires and separating them from instances of smoke without fire (SWF). In order to avoid confusion and minimize our discernments regarding which cases that are fires and not, we define all instances of open flame in vehicles as fires. We have, however, also included instances of SWF, as these also involve temporarily closed road tunnels. We exclude instances of SWF that could clearly not have turned into fire (e.g. fog, exhaust smoke, moist).

2) *Road traffic central staff*. While “Vegloggen” has provided us with knowledge about the prevalence of fires and SWFs, meetings and discussions with staff at the RTC’s served to ensure the quality of our interpretations and to supplement our data. We have previously been given tours at three of the RTC’s and received comprehensive information on the systems that they use to oversee and control the traffic and the road tunnels.

3) *Employees of the Public Roads Administration working on tunnel safety*. We communicated with fire and safety inspectors responsible for road tunnels in each region. These supplemented and assured our data.

4) *Fire services*. Fire services and other emergency services are called out on suspicion of fires in road tunnels and record such call-outs over time. We cooperated with the Directorate for Civil Protection and Emergency Planning (DSB) in our inquiries to the fire services. In the last study, we also compared our own data with the DSB’s own road tunnel fire statistics, obtained through their BRIS system.

5) *News archives*. We have also searched news archives to supplement our data collection. Road tunnel fires are extensively covered by local newspapers and often also by the national media. In several cases where we lacked information, we got supplemental or explanatory information, often from photos obtained from for example the search engine of “www.google.no”. This data source has been very important to us.

Quality assurance. In this project we have received data on road tunnel fires from each region. We have read through the records of a large number of events from the RTC’s, and coded or standardized each event in spreadsheets to analyse data in our data analysis programs. We have also received information from fire departments about several of these events. When we had coded all data for a region into a spreadsheet, we sent it back to our contact person at the RTC, fire managers and tunnel safety inspectors in the respective region for quality assurance.

The number of fires and SWFs peaked in 2011

The data shows that the average number of fires in Norwegian road tunnels is 24 per year per 1,134 tunnel kilometres, and that the average number of SWF is 14 per year per 1,134 tunnel kilometres. This means that there are 0.02 fire per year per tunnel km and 0.01 SWFs per year per tunnel km.

These events are unevenly distributed in the different regions. The average number of fires and SWF per year is 9 in the eastern region, 4 in the southern region, 14 in the western region, 9 in the central region and 3 in northern region. The eastern region has over 90 tunnels, the southern region has over 140 tunnels, the western region has over 560 tunnels, the central region has over 150 tunnels and the northern region has over 180 tunnels. The relatively high number of fires and SWFs in the eastern region is probably due to the fact that this region has a high traffic volume.

The number of fires and SWFs peaked in 2011; with a total of 48 events. There were 47 events in 2013. The annual number of events was reduced since then, to 36 in 2015. We have suggested that the development in the period 2008-2015 can be interpreted in at least three different ways: 1) As a gradual increase in events with some annual variation, 2) that 2011 represented a maximum year and that the number of fires and SWF is decreasing since then, or 3) that we only see random fluctuations in our study period. Calculation of significance levels for the number of fires and SWFs per 1,134 road tunnel kilometre per year shows that the number of fires and SWFs in 2011 was significantly higher ($P=0.02$) than in 2008. The differences between 2008 and 2015 and 2011 and 2015 were not statistically significant. This indicates that a combination of hypothesis 2 and 3; meaning that 2011 was a peak year and that we besides from that see variation, but not a decrease which is statistically significant. It must be pointed out, however, that the average number of events was 34 from 2008 to 2011, while it was 42 in the period 2012-2015. This may indicate a gradual increase between 2008-2015. On the other hand, the number of events decreased again in 2015.

New data in the years to come will provide us the answer as to which of the hypotheses that are most credible. Finally, it is important to note that the numbers are small, and that our calculations of significance levels ideally should have included the numbers of vehicle kilometres in road tunnels in Norway per year. We have unfortunately been unable to conduct such calculations, but our numbers can provide the basis for such calculations in future research.

It is interesting to see that we have not had a clear increase in the number of fires and SWFs every year in the period, considering that the number of tunnels increases every year (with perhaps 10 to 20 tunnel kilometers), while the volume of traffic also increases slightly each year (perhaps 1-2 %).

Looking at the development in the five regions of the Norwegian Public Roads Administrations, it seems that the western region has had an increase in fires in tunnels in the period 2009-2015. The number of fires varies however substantially each year in the different regions. The central region seems to have had an increase in the number of SWFs in the period 2008-2013, but the number has decreased since then. The number of SWFs also varies substantially each year in the different regions. A chi-square analysis focusing on fires/SWFs for the years 2008-2015 in all the regions indicates that the distribution of fires/SWFs not is significantly different from a random distribution.

The fires generally did not involve harm to people

The study provides four main results. The first is that the fires generally did not involve harm to people or tunnels. In over 83 % and over 81 % of the cases, the fires involved no harm to people or tunnels respectively. The situations is different with respect to damage to vehicles, where the outcome in 49 % of the cases is recorded as “unclear”. Of the 303 fires and instances of SWF, we know that 15 involved minor injury to people, 13 involved serious personal injury and eight involved death. All deaths and 10 of 13 serious personal

injuries are related to fires and SWFs caused by traffic accidents. 92 of the 303 fires involved damage to vehicles and 33 involved damage to tunnels.

Although we conclude that the fires and SWFs mainly not involve personal injury, it is important to point out that the largest fires involve smoke contamination. Seven major fires during the period 2008-2015 led to smoke contamination for a total of 76 people: Skatestraumtunnelen, 15.07.2015; Brattlitunnelen, 17.01.2013; Gudvangatunnelen, 05.08.2013; Gudvangatunnelen, 11.08.2015; Oslofjordtunnelen, 23.06.2011; Oslofjordtunnelen, 29.03.2011 and Operatunnelen, 14.06.2015.

Heavy vehicles are overrepresented

The second main finding is that heavy vehicles are overrepresented in road tunnel fires. 40 % of the fires involved heavy vehicle(s) (> 3.5 tonnes), while 58 % of the fires involved vehicles < 3,5 tonnes. This indicates that heavy vehicles are overrepresented in road tunnel fires, as they on average constitute 14 % of the traffic volume on Norwegian state roads with road tunnels. This finding is in accordance with both Norwegian and international research. A share of 91 % (110) of the heavy vehicle fires and SWFs involved heavy goods vehicles, while 9 % (11) involved buses.

Different causes of fires involving heavy and light vehicles

The third main finding is that the causes of fires in heavy and light vehicles are different. Traffic accidents (single vehicle accidents and collisions) seem to be a rarer cause than technical problems (33 %) when we look at all the fires and instances of SWF in the period 2008-2015. More than half of all instances (54 %) has an unclear cause. This is probably due to inadequate reporting. The second most common cause is technical problems (33 %), followed by single vehicle accidents (5 %) and collisions (8 %).

The categories of causes are however different when we compare fires and instances of SWF involving heavy vehicles and light vehicles. Table S1 shows the causes of fires and SWF for vehicles under and over 3.5 tonnes, in Norway 2008-2015.

Table S.1: the causes of fires and smoke without fire for vehicles under and over 3.5 tonnes, in Norway 2008-2015 (N= 291).

Causes	Vehicles <3,5 t	Vehicles >3,5 t	Number of incidents:
Unclear	61 %	41 %	154
Technical problems	20 %	52 %	95
Single accidents	8 %	1 %	15
Collision	11 %	7 %	27
Number of incidents	175	116	291

Table S.1 shows that technical problems was a more than twice as frequent cause of fires and instances of smoke without fire in heavy vehicles, than in light vehicles. The table also shows that traffic accidents (single vehicle accidents and collisions) was twice as frequent as a cause of fires in light vehicles than in heavy vehicles.

The majority of the fires and the instances of SWF did, as mentioned, not involve personal injuries. It is nevertheless of vital importance to gain insights into the causes of the instances that did involve personal injuries in order to prevent these in the future.

Table S2 shows the causes of road tunnel fires and instances of SWF, involving personal injury in Norway, 2008-2015.

Table S.2: The causes of road tunnel fires and instances of smoke without fire, involving personal injury in Norway, 2008-2015 (N= 298).

Causes	No injury	Unclear	Minor injury	Serious injury/death	Number of incidents
Unclear	91 %	5 %	2 %	1 %	100 %
Technical problems	91 %	2 %	6 %	1 %	100 %
Single accidents	36 %	0 %	14 %	50 %	100 %
Collision	17 %	26 %	13 %	44 %	100 %
Number of incidents	247	16	15	20	298

Table S.2 shows that most of the fires involving personal injuries are caused by single accidents and collisions. Single accidents caused personal injuries or deaths in 64 % of the instances, while collisions caused personal injuries or deaths in 57 % of the instances. Technical problems caused minor injuries in 6 % of the fires.

Subsea road tunnels

The fourth main finding of our study is that subsea road tunnels are considerably overrepresented in the fire and SWF statistics in Norway. No other country has more subsea road tunnels than Norway.

There are 33 subsea road tunnels in Norway: The eastern region has three, the southern region has one, the western region has 10, the central region has 10 and the northern region has 9 subsea tunnels. In addition, there are 24 tunnels that are not subsea, but have a high gradient (defined as over 5 %) in the western region. Since the degree of gradient appears to increase the risk of fire, we include these 24 road tunnels in the analyses.

There are thus at least 57 road tunnels in Norway with high gradient. These represent approximately 5 % of the road tunnels in Norway, and 14.5 % of the tunnel kilometres in Norway (165/1134). These tunnels had 42 % of the fires in the period 2008-2015.

The annual number of fires and SWF per year per km tunnel in Norway in general is 0.03 (38/1134). However, we can distinguish between fires and SWF in tunnels with high gradient and without high gradient. The former has an average of 15.9 fires and SWF per year (127/8), while the latter has 22 fires and SWF per year (176/8). This gives 0.1 fires and SWFs per year per tunnel km with high gradient (15.9/165) versus 0.02 fires and SWFs per year per tunnel km without high gradient (22/969). The former are, in other words 5 times more exposed to fires. Thus, subsea road tunnels are significantly overrepresented in the statistics of fires in Norwegian road tunnels in 2008-2015.

Heavy vehicles are over-represented in fires in tunnels with high gradient. There is a significant relationship between subsea tunnels and the proportion of heavy vehicles involved in fires. Figure S1 shows the involvement of heavy vehicles in fires and instances of SWF in non-subsea tunnel fires and subsea tunnel fires, 2008-2015. Both shares of heavy vehicles in fires and SWF, 35 % in non-subsea tunnels and 46 % in subsea tunnels, indicate that heavy vehicles are overrepresented in road tunnel fires, but that this especially applies to subsea road tunnels.

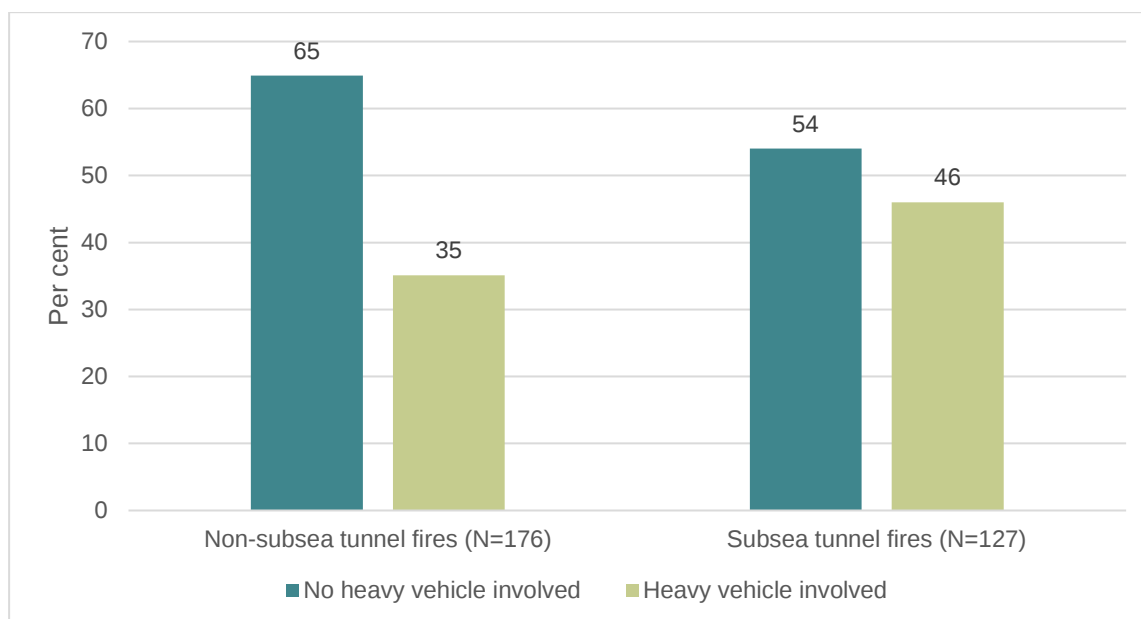


Figure S.1: Heavy vehicle involvement in non-subsea tunnel fires (N=176) and subsea tunnel fires (N=127), 2008-2015. Percentages based on the number of fires in subsea tunnels and other tunnels.

The considerable proportion of heavy vehicles involved in fires in subsea tunnels is in line with the causal picture presented in the report of the “Søndre Follo” fire service on the fire in the “Oslofjordtunnel” 23.06.2011. Previous Norwegian studies also show that the proportion of heavy vehicles involved in tunnel accidents are twice as high as the traffic volume and the proportion of accidents on open roads would suggest.

Figure S.2 shows the causes of fires and instances of SWF in non-subsea tunnels and subsea tunnels. The percentages are based on the number of fires in tunnels that are non-subsea and subsea, in Norway 2008-2015.

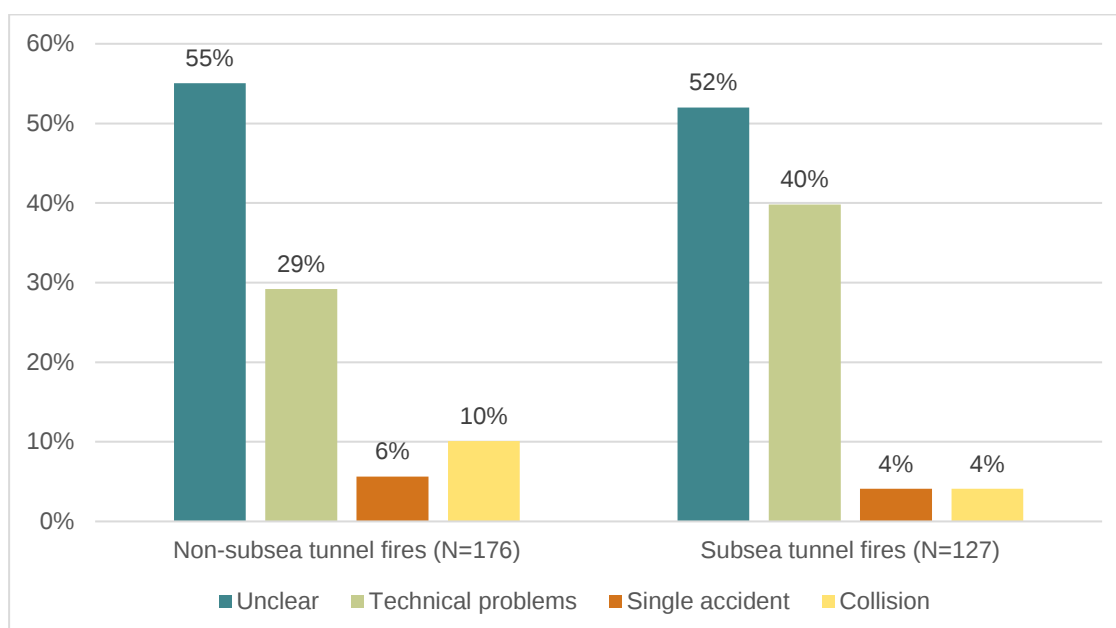


Figure S.2: The causes of road tunnel fires and instances of smoke without fire in non-subsea tunnels and subsea tunnels, 2008-2015. Percentages based on the number of fires and instances of smoke without fire in other tunnels (N=176) and subsea tunnels (N=127).

Figure S.2 indicates that technical problems is a more frequent cause of fires in subsea tunnels than it is in tunnels without a high gradient. Figure S.2 also shows that single accidents and collisions seem to be a twice as important cause of fires and SWF in non-subsea tunnels as in subsea tunnels (16 % vs. 8 %). By far, the most important cause of fires in subsea tunnels is technical problems. However, it is difficult to draw conclusions about this, since the cause is unclear in as many as 50 % of the fires.

We have analyzed the development in the annual number of fires and SWFs in subsea road tunnels in the period 2008-2015. The analyses do not seem to indicate an increase in the number of fires and SWFs in these tunnels in the period 2008-2015, rather a variation around an annual average of 16.

When and where do the fires occur?

An analysis of the fires and SWF in Norway 2008-2015 shows that 44 % of the fires 2008-2011 occurred in the afternoon. 65 % of the fires occurred between 06 and 18. The majority, or 57 % of the fires occurred in the spring and summer. June is the month with most fires (13 %). November is the month with the fewest fires (5 %).

In 36 % of the instances we lacked data on how the fire was extinguished, in 42 % of the cases, the fire services extinguished the fires, and in 19 % of the cases the driver extinguished the fires. In 4 % of the cases other road users extinguished.

In the last study of road tunnel fires (2012-2015), we have included information about whether fire extinguishers were removed from the fire cabinets in the tunnels during the fires (N=164). This was done in 45 of 164 cases in the period: 29 % of the cases involved heavy vehicles, while 71 % involved cars (<3,5 t). Fire extinguishers were especially removed when the fires were extinguished by the drivers or other road users. Most of the fires are registered in the middle zone of the tunnels.

The length of time the tunnels have been closed due to fire, group themselves into two parts. The first is between 1 and 45 minutes (40 %), and the other is 106 minutes or more (17 %).

We lack data on how the RTCs were alarmed about the fires in 14 % of the cases. The police (24 %) and road users represent the most frequent actor to warn the RTC's of road tunnel fires. Combining the two options that road users can warn their local RTC about road tunnel fires (own telephone and tunnel telephone), we get a share of 24 %. 21 % of the fires were reported by means of automatic alarm in road tunnels. Fire services notified about the fires in 15 % of the cases. The fire warning technology in road tunnels fills an important function. If we combine the shares of automatic tunnel fire detection and warnings communicated by means of tunnel telephone, we get a share of 33 %.

Suggestions for further research

Calculating the risk of vehicle fires in road tunnels

Road tunnel fires are rare occurrences, and if we had included all the events that are not ending in fires, and compared the characteristics of them with the characteristics of the fires, we could perhaps have calculated the risk and the risk factors of tunnel fires. The units in the present study have however been fires and SWFs, and we have not been able to conduct proper estimations of the factors predicting the outcome road tunnel fire compared to other outcomes.

We may, however, still use our data to assess whether some characteristics seem to be overrepresented in road tunnel fires. In this way we may point to specific risk factors related to tunnel fires, such as subsea tunnels, high gradient and heavy vehicles.

The numbers from the study can be used to calculate the risk of fires of vehicles over 3.5 tonnes and below 3.5 tonnes, in road tunnels generally and in subsea tunnels specifically. This can be done by taking traffic volume into the calculations, like for instance Haack (2002) does in his calculation of fire risk in German road tunnels.

We suggest that it also may be interesting to study the prevalence, causes and risk of vehicle fire in heavy vehicles on long road stretches of open air road with high gradient. This may provide us with a better numerical base and possibilities for drawing conclusions on risk factors and possible measures.

Potential causal mechanisms behind vehicle fires in subsea tunnels

In the following we will discuss the possible causes as to why it appears that the risk of vehicle fires is higher in subsea tunnels. These are also questions for future research.

1) High gradient. A first key factor is the high gradient of subsea road tunnels. The European Union's tunnel directive 2004/54/EC, "Minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network (TERN)" permits a maximum gradient of 5 % in TERN road tunnels. This directive is implemented as a provision to the Norwegian Road Act, limiting the gradient in non-subsea road tunnels to 5 % (Buvik 2012).

However, because of the unique Norwegian topography with very deep fjords, the EU has accepted that Norway may have different regulations for maximum gradient in subsea tunnels. As a consequence, the Norwegian tunnel provision previously stated that the gradient may be more than 5 % when other solutions are geographically impossible. This applied to subsea road tunnels. In the new Handbook N500 Road tunnels, which applies from November 2016, the possibility to construct high gradient tunnels is, however, limited to a maximum gradient of 5 %.

2) Heavy vehicles' brakes or engines? The investigation report of the fire brigade of "Søndre Follo" (2011) following the Oslofjord tunnel fire 23.06.2011 shows that the Oslofjord tunnel experienced 11 fires in the three years preceding the 23.06.2011 fire. Eight of the fires were in heavy vehicles, while three of the fires were in passenger cars.

This report is important, as it suggests that the steep gradient in this subsea road tunnel seems to involve a higher vehicle fire risk for heavy vehicles. The Oslofjord tunnel, which is 7,250 metres long, has two stretches of about 3,000 metres, each with a gradient of 7 %. Two thirds of the fires in the heavy vehicles were caused by overheated brakes as heavy vehicles drove down into the tunnel, while one third was caused by overheated engines as heavy vehicles drove up and out of the tunnel (Søndre Follo Brannvesen 2011: 9; cf. Safetec 2011).

Although we have to be careful to conclude due to small numbers, the report indicates that the problem of overheating is most critical when heavy vehicles drive downhill into tunnels, i.e. related to braking. We have tried to follow up through examining the causes of fires and SWF in subsea road tunnels involving heavy vehicles in the period 2012-2015.

In the years 2012-2015 there were 63 fires and incidents of SWF in subsea road tunnels and other road tunnels with high gradients in Norway, 23 of which involved heavy vehicles. When we look at these 23 events, we see that 10 of them are in various ways associated with technical issues related to the engine, and to a lesser extent to overheating of brakes or bearings as described in the Southern Follo Fire Department's report.

Table S.3: Causes of 23 fires and SWF involving heavy vehicles in subsea road tunnels in the period 2012-2015.

Causes	Cases
Motor (e.g. turbo)	5
Oil spill, oil leakage, other motor leakage	5
Wheels (Brakes/bearings/tyres)	2
Other technical	2
Unknown	9
Total 2012-2015	23

The share of unknown causes is substantial, however, and we need more research on the causes of these events. Given the importance of technical problems as the cause of fire, future research should focus on expanding knowledge about the importance of different types of technical failure as the cause of fires in heavy (and light) vehicles. The importance of vehicle-technical risk factors may for example be studied by measuring the temperature in the brakes and vulnerable engine parts during operation in various subsea road tunnels, or open-air sections with different types of heavy vehicles. Thus, one might be able to determine the significance of the vehicle's weight and braking system (for example: type of engine brake, retarder) year etc., combined with tunnel characteristics (gradient and length), the importance of driving style and the importance of different brake types.

3) Tunnel length. A third factor which could be important for the higher vehicle fire risk of subsea tunnels is tunnel length. Subsea road tunnels are on average four times longer than Norwegian road tunnels in general. This is however not sufficient to explain the overrepresentation of subsea tunnels when it comes to vehicle fires. We have seen that overheating because of gradient seems to be the most important cause of vehicle fires in subsea road tunnels. This indicates that the gradient and the length of the gradient are important.

4) Distance with high gradient. A fourth factor which seems to contribute to the higher vehicle fire risk of subsea tunnels is the distance with a high gradient (Buvik, Amundsen & Fransplass 2012). As noted, the vehicle fire prone "Oslofjordtunnelen" (N=16) has two stretches of about 3,000 metres with a 7 % gradient. There are especially three other subsea road tunnels in Norway contributing to the over-representation of subsea tunnels when it comes to fires in the period 2008-2015. The first is "Byfjordtunnelen" with 16 fires, a length of 5875 metres and a 8 % maximum gradient. The second is "Bømlafjordtunnelen" with 14 fires, a length of 7,888 metres and a 8.5 % maximum gradient. The third is "Eiksundtunnelen" with 10 fires, a length of 7,765 metres and a 9.6 % maximum gradient. We return to these tunnels below.

5) Traffic volume and share of heavy vehicles. A fourth factor which should be considered when discussing the higher vehicle fire risk of subsea tunnels is traffic volume and share of heavy vehicles. Road tunnels with more traffic have more fires (OECD 2006) and we have seen that heavy vehicles have a higher fire risk in subsea tunnels. Thus, we should perhaps expect that subsea road tunnels have high traffic volumes and high shares of heavy vehicles. However, when we look at the four subsea tunnels which had 44 % of the subsea road tunnel fires in our study, we see with one exception that none of them exceeded the average heavy vehicle share of 14 % on Norwegian state roads. We also see that the AADTs of these four tunnels are lower than the average number of 10,000 on Norwegian state roads

6) Vehicle type, age and standard. A sixth factor which could be important for the higher vehicle fire risk of subsea tunnels is vehicle type, age and standard. Discussing the influence of technology, Safetec (2011) states that the foreign (especially eastern European) lorries

have two axles, weaker engines and they are generally older than Norwegian lorries. The lower technical standard of European lorries from the new EU member countries is also highlighted in an OECD (2006: 12) publication on road tunnel fire risk in the EU, which states that the share of older lorries is higher in these countries. It has also been asserted that older European heavy vehicles often lack motor brakes, so called retarder (Buvik, Amundsen & Fransplass 2012).

The demands on the foreign lorries increase when they are used with heavy loads in hilly terrain. This applies to Scandinavian terrain in general, but especially steep subsea road tunnels. On the other hand, it must be noted the heavy vehicles from the EU have a lower maximum load than Norwegian heavy vehicles (40 vs. 50 tonnes) (Buvik 2012). This should reduce the risk of overload in hilly terrain.

7) Heavy vehicle drivers' experience and competence. A seventh factor which could be important for the higher vehicle fire risk of subsea tunnels is driver competence and experience. This is also underlined in the Safetec (2011) risk analysis. Discussing the influence of competence and experience, Safetec suggests that Scandinavian lorry drivers probably have more experience and competence with regard to driving on Norwegian roads. As a consequence, they probably apply the brakes more correctly driving downhill in road tunnels, minimizing the risk of overheated brakes.

Future studies should examine the importance of heavy vehicle drivers' skills and experience when it comes to both causing and preventing fires and SWF in hilly terrain and not least what preventive measures can be taken. One possible approach is interviews with professional drivers, relevant experts and organizations on both the employer and employee side.

We can probably learn more about the actual causal mechanisms through interviewing drivers about the kind of factors that come into play when driving on roads with high gradient, the competencies required to do this safely, the equipment required (engine brake, retarder), their experience with this, not to mention what measures they believe will be effective. An important additional question may be whether foreign professional drivers have the competence and equipment necessary (ref. Safetec 2011; Nævestad et al 2016).

Four subsea road tunnels with a high number of fires

In the previous survey (Nævestad & Meyer 2012) we concluded that a small number of subsea tunnels in the eastern, western and central regions caused subsea tunnels to be overrepresented when it comes to fires and SWFs in the period 2008-2011. These tunnels were: 1) Oslofjordtunnelen, 2) Byfjordtunnelen, 3) Bømlafjordtunnelen and 4) Eiksundtunnelen.

In the present study we find that these four tunnels have had 44 % (56 of 127) of the fires and SWFs in subsea road tunnels in the period 2008-2015. They had 57 % of the events of 2008-2012, so the number of incidents in these four tunnels has decreased in the period 2012-2015. This is due not least to developments in two tunnels: Oslofjordtunnelen and Eiksundtunnelen. These had a total of 17 events in the period 2008-2011, as compared to nine in the period 2012-2015. Figure S.3 indicates a gradual reduction of the number of incidents in the two tunnels through the period. We know that several measures have been implemented in Oslofjordtunnelen since the fire 23.06.2011, especially aimed at reducing fire risk for heavy vehicles.

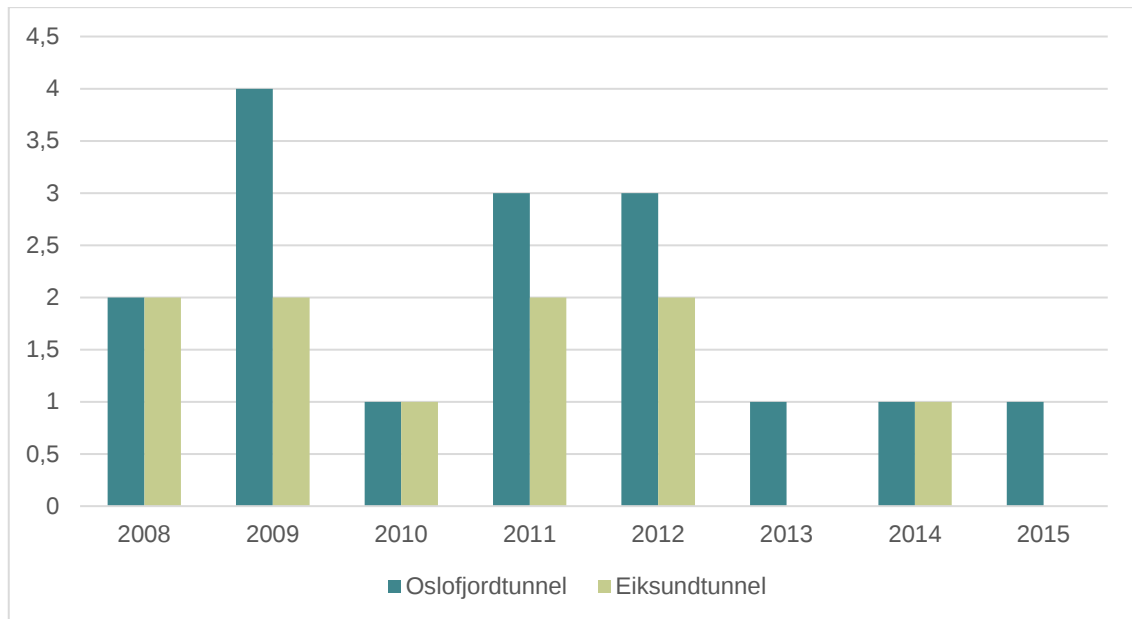


Figure S.3: Annual number of fires and smoke without fire in Oslofjordtunnelen (N = 16) and Eiksundtunnelen (N = 10) from 2008 to 2015.

One of the main objectives of the measures in the Oslofjordtunnel has been to inform drivers of heavy vehicles that they should drive slowly into the tunnel and use a low gear all through the tunnel. For example, signage has been improved with information (“low gear”) before and inside the tunnel, the speed limit has been lowered to 70 km/h and section control has been installed in the tunnel. The Oslofjord tunnel has also been closed to heavy vehicles in parts of 2011 and 2012. There has also been a focus on fire prevention in the Eiksundtunnelen after the serious road accident and fire 28.06.2009. For example, section control was introduced in April 2012. We must make the proviso that we look at a small number of events over a limited time period in these two tunnels, so we should exercise caution when it comes to drawing firm conclusions about the development and its causes.

It may, however, be relevant to examine whether lessons from the measures implemented in these two tunnels can be transferred to other road tunnels with high gradient. It is not sufficient to look at the Oslofjordtunnelen alone, but future research can map and systematically evaluate each of the measures in light of experiences from recent years from the Oslofjordtunnelen and findings in international research. Focus should be on what measures we can assume to be most effective and least costly to implement.

The Byfjord tunnel and the Bømlafjord tunnel do not exhibit the same reduction in the number of events as the Oslofjordtunnelen and the Eiksundtunnelen in 2008-2015. These tunnels had a total of 17 events in the period 2008-2011, as compared to 13 in the period 2012-2015. Again we must warn that we should be cautious to draw firm conclusions based on small numbers.

In addition, there are three other subsea tunnels, characterized by relatively high numbers of fires and SWF (a total of 16) in the last survey period (2012-2015): Mastrafjordtunnelen in the western region with 6 fires and SWFs, Valderøytunnelen with 6 fires and SWFs, and Hitrattunnelen with four fires and SWFs. These had a total of 11 fires and SWFs in the period 2008-2012. Vehicle fire surveys and measures could therefore also focus on these three subsea tunnels.

Potential weaknesses related to data sources and methods

In this report we combine fires and SWFs in the analyses. The reason for it is that we largely assume that the SWFs could develop into fires and that they have largely the same causes and that other traits also are relatively similar. The analyses show that fires and SWFs largely have the same causes, but it must be pointed out that the share of unclear cause is considerable. Another reason why we combine fires and SWFs in the analyses is that we define SWF as instances of smoke that could become fire (as opposed to what we call “questionable SWF”). However, we cannot be absolutely certain that all SWFs in our database could have developed into fires if they had not been extinguished.

In this study, we rely chiefly on the electronic records of the Norwegian RTC’s. This data source lacks a great deal of information about things such as where in the tunnel fires or incidents occurred, damage to vehicles, extinguishing efforts, and they often lack data on the causes of the road tunnel fires. The data on use of fire ventilation is also of varying quality.

We also use data from fire services, and the quality of our data is to some extent a function of their response rate. In the first survey, we had a response rate of 59 % and in the second a 30 % response rate. This is a possible source of weakness for our data.

When all log data from one region had been coded and registered in a spreadsheet, we returned it to the contact persons at the relevant road traffic centre for quality assurance. This is the most important external quality assurance of our data, and it has therefore been a priority in both rounds of data collection. We also sent the data to personnel responsible for tunnel safety and tunnel fire prevention in the regions, but they did not all respond. This is a possible weakness of the data.

In the present study, we have collected and coded new material for the period 2012-2015 in order to merge it with previously collected material for the period 2008-2011. It is crucial that the criteria for inclusion of events are the same in both data collection periods, so that changes cannot be attributed to methodological factors. To ensure that the criteria for registration of fires and characteristics in the most recent survey were the same as in the first mapping, project manager Nævestad has quality assured all reported fires and SWFs in the period 2012-2015. All fires and SWFs for the period 2012-2015 have been reviewed by at least two people, and in cases of doubt, the case has been discussed by at least two and often three project staff.

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Norge er blant de landene i verden som bygger flest vegtunneler (Amundsen og Ranæs 1997). Det var per oktober 2016 1127 vegtunneler i Norge, med en samlet lengde på 1134 km.⁴ Vegtunneler er vanligvis minst like sikre som eller sikrere enn tilsvarende vegstreknings i fri luft uten vegkryss, avkjørsler, samt gang- og sykkeltrafikk (Amundsen og Engebretsen 2009). Vegtunneler fortjener likevel spesiell oppmerksomhet fra et trafikksikkerhetsperspektiv, blant annet på grunn av katastrofepotensialet ved brann (Mashimo 2002; Vuilleumier et al 2002; Caliendo et al 2013).

Norske vegtunneler er etter europeisk standard lange og de har gjerne lite trafikk. De har ofte en lavere standard fordi de har en betydelig lavere trafikkmengden enn utenlandske vegtunneler (Amundsen & Engebretsen 2009). Det er 89 tunneler over 3000 meter i Norge. Gjennomsnittlig Årsdøgntrafikk (ÅDT) på norske riksveger med tunneler er omtrent 10 000. Det finnes imidlertid noen høytrafikkerte tunneler i Osloområdet med en ÅDT på omtrent 100 000. Den gjennomsnittlige andelen tungbiler på norske riksveger med tunneler er 14 %. Den gjennomsnittlige lengden på norske vegtunneler er omtrent 950 meter.

Det finnes ikke noe annet land som har flere undersjøiske vegtunneler enn Norge (Buvik Amundsen & Fransplass 2012). De 33 norske undersjøiske vegtunnelene i landet fyller en viktig funksjon når det kommer til å opprettholde bosetting i distriktene og øke fremkommeligheten til innbyggerne på øyene langs norskekysten.

Selv om sannsynligheten for større ulykker er lavere i vegtunneler enn på vanlig trafikkert veg, er katastrofepotensialet knyttet til brann høyere (PIARC 2008; Mashimo 2002; Jensen et al 2006). Dette viser de tre katastrofebrannene i Mellom-Europa i henholdsvis Mont Blanc tunnelen og Tauern tunnelen i 1999 og i St. Gotthart tunnelen i 2001. Disse brannene krevde til sammen 62 liv.

Kjøretøybrannene med katastrofepotensial i vegtunneler er gjerne knyttet til tunge kjøretøy, som gjerne har drivstoff og last som kan gi grunnlag for betydelig varme og røykutvikling. De alvorligste kjøretøybrannene i tunneler som vi har hatt i Norge de siste årene har også vært i tunge kjøretøy, gjerne i lange tunneler, og årsakene har gjerne vært tekniske problemer, for eksempel brannen i Oslofjordtunnelen i 2011 (SHT 2013), brannene i Gudvangatunnelen (SHT 2015, 2016a), Brattlitunnelen i 2013 og Skatestraumtunnelen i 2015 (SHT 2016b).

Både norsk (Nævestad og Meyer 2012, 2014) og internasjonal forskning (Haack 2002) viser at tunge kjøretøy er overrepresenterte i vegtunnelbranner. Tunge kjøretøy utgjorde 14 % av trafikken på norske riksveger med tunneler, mens de var involvert i 38 % av brannene (Nævestad & Meyer 2014). Tekniske problemer (overopphetede bremses og motor) er den hyppigste årsaken til branner og tilløp i tunge kjøretøy. Det gjelder særlig i undersjøiske vegtunneler, som er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tilløp i kjøretøy i norske vegtunneler.

⁴ Vi gjør rede for kjennetegn ved vegtunnelene i hver region i de regionsvise presentasjonene i vedlegg 1-5.

Vegtunneler utgjør lukkede rom som raskt kan fylles av varme og røyk, begrenser tilgangen for brannmannskap og redningsoperasjoner og gjør sikker rømning vanskelig for trafikantene i tunnelen (Mashimo 2002; Caliendo et al 2013). Videre kan vegtunnelbranner også innebære store økonomiske tap når tunnelene er utilgjengelige for trafikk, spesielt i ekstreme tilfeller når tunnelene er stengt for utbedring i uker eller måneder (Haack 1998, 2002, Chow og Li 2001). Det har vært antydning at faren for kjøretøybranner i vegtunneler kan øke, i og med at trafikkmengden øker og flere og lengre vegtunneler bygges (Haack 1998, 2002).

Det foreligger ikke noen spesiell registrering av branner i vegtunneler som ikke har oppstått i forbindelse med en vegtrafikkulykke. Siden de fleste branner oppstår på andre måter, er det viktig å jevnlig kartlegge kjøretøybranner i vegtunneler, slik at nødvendige tiltak kan iverksettes.

1.1 Formål

Vi har tidligere gjort en kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler for perioden 2008-2011 (Nævestad & Meyer 2012).

Formålet med den foreliggende rapporten er å oppdatere denne kartleggingen med fire år (2012-2015), slik at vi kan gjøre en samlet analyse av dataene for hele perioden 2008-2015.

Vi benytter oss av følgende kilder i datainnsamlingen: (1) Vegloggen, som er Vegtrafikksentralenes (VTS) system for å logge hendelser på veg, (2) VTS personale, (3) Ansatte i Statens vegvesen som jobber med tunnelsikkerhet, herunder brannvernledere og sikkerhetsansvarlige, (4) Brannvesen, andre nødetater og DSB, og (5) nyhetsarkiver. I kapittel 2 beskrives det hvordan disse kildene brukes for å nå formålet med prosjektet.

1.2 Tidligere forskning på ulykkesrisiko og brann i vegtunneler

1.2.1 Spesielle utfordringer ved kjøring i vegtunnel

Manglende referanserammer. Kjøring i vegtunnel er kjennetegnet ved manglende referanser sammenlignet med det å kjøre på vanlig veg. Når vi kjører på vanlig veg, omgis vi av landskap eller bebyggelse. Siden vi bare ser fjell eller betong i tunnel, får vi færre referanser. Dette påvirker vår hastighetsopplevelse, gjør oss dårligere til å vurdere hastighet og ikke minst hvor langt vi har kjørt i tunneler (Martens 2005).

Monotoni. Vegtunneler har gjerne en ensformig infrastruktur sammenlignet med veger i friluft. Dette kan gi førere som kjører i vegtunneler, en opplevelse av monotoni og kjedsomhet. Jenssen et al (2006) refererer for eksempel til vegtunneler som et ”fattig sensorisk miljø” og som en begrenset, lukket verden, som kan føre til senket oppmerksomhet og/eller ubehag og desorientering. Forskning viser at monotoni kan få trafikanter til å reagere saktere fordi den lave graden av stimuli får førere til å venne seg til fraværet av forandring og senke oppmerksomhet (Jenssen et al 2006: 26). Marec (1996) foreslår at sjåførklaustrofobi og kjedsomhet kan være de mest restriktive lengdebegrensende faktorene for vegtunneler.

Frykt og ubehag. Sjåfører som bes rangere ulike vegmiljøer anser åpent landskap som mest ønskelig å ferdes i, mens tunneler rangeres lavt. Undersjøiske tunneler rangeres lavest (Jenssen et al 2006: 12). En liten andel trafikanter har fobier knyttet til tunneler, mens flere oppgir ulike grader av ubehag knyttet til det å ferdes i vegtunneler.

1.2.2 Ulykkesrisiko i vegtunneler

Lavere risiko, høyere alvorlighetsgrad. Vegtunneler har færre ulykker per kjøretøykilometer enn tilsvarende vegstreknings i friluft, fordi en rekke ulykkestyper som skjer på veger i friluft sjelden skjer i vegtunneler (Mashimo 2002; Amundsen og Engebretsen 2009).

Alvorlighetsgraden knyttet til de vanligste vegtunnelulykkene er imidlertid høyere enn for ulykker på veger i friluft. Dette støttes i en østerriksk studie, som finner at risikoen for at en trafikkulykke skal få et dødelig utfall er 53 % høyere i vegtunneler enn på veger i friluft (Nussbaumer og Nitsche 2008). Forfatterne understreker imidlertid at selv om alvorlighetsgraden ved vegtunnelulykker er høyere enn på veger i friluft, er ulykkesrisikoen lavere i vegtunneler enn på sammenlignbare vegstreknings i friluft (Nussbaumer og Nitsche 2008).

Ulykkestyper i vegtunneler. Amundsen og Ranes (1997) har analysert norske data i perioden 1992-96, og konkluderer med at ulykker med påkjøring bakfra er vanligst i norske vegtunneler, og at det er mer enn dobbelt så mange slike ulykker i vegtunneler som på vegnettet forøvrig.

Amundsen og Engebretsens (2009) studie av ulykker i norske vegtunneler i perioden 2001-2006 konkluderer med at de tre vanligste ulykkestypene i vegtunneler er: Kollisjoner mellom kjøretøy som kjører i samme retning (43 %) (bakfra eller ved feltskifte), singelulykker (35 %) og møteulykker (15 %). Andelene til de ulike ulykkestypene er avhengige av om tunnelene har ett eller to løp.

Høy risiko i vegtunnelers inngangssone. Det er store forskjeller mellom ulykkesrisikoen og alvorlighetsgraden i ulike soner i vegtunneler (Amundsen og Engebretsen 2009; Yeung & Wong 2013). Ulykkesrisikoen i vegtunnelers inngangssone (for eksempel de første 100 m) er gjerne 3-4 ganger høyere enn den er lenger inne i tunnelen, mens risikoen for høy alvorlighetsgrad er høyest i tunnelens midtsone.

I sin studie av 608 ulykker i tre ekspressvegtunneler i Singapore i perioden 2009-2011, fant Yeung & Wong (2013) at ulykkesrisikoen var høyere i overgangssoner, definert som 250 m før og etter tunnelåpningene, enn i resten av tunnelene. De fant at antallet kollisjoner som involverte flere kjøretøy var høyere i overgangssonene enn i resten av tunnelene.

Den relativt høye ulykkesrisikoen i vegtunnelers inngangssone kan i noen grad forklares ved at lysforholdene endrer seg idet man kjører inn i tunnelen, og at trafikanter derfor bremses ned (Rinalducci, Hardwick & Beare 1979). Man refererer gjerne til dette som en "svart hull effekt". Studier viser at endrede lysforhold får førere til å senke farten idet de kjører inn i vegtunneler (Amundsen 1994; Sagberg et al 1999). Amundsen (1994) rapporterer også om en nedgang i gjennomsnittsfart på 10-20 % ved tunnelers inngangssone. Slik nedbremsning kan medføre en økt ulykkesrisiko. I følge Sagberg et al (1999), representerer brå nedbremsning og endring i sideplassering (mot midtlinja) når man kjører inn i vegtunneler de viktigste atferdsmessige problemene knyttet til vegtunneler (Se også: PIARC 1979).

Tunge kjøretøy er overrepresentert i vegtunnelulykker. Norske og internasjonale studier viser at tunge kjøretøy er overrepresentert i vegtunnelulykker. Andelen tunge kjøretøy involvert i tunnelulykker (22 % av ulykkene) er dobbelt så stor som trafikkmengde og ulykkesandelen på åpen veg skulle tilsi (Amundsen 1996). Dette er tankevekkende tatt i betraktning den alvorlighetsgrad og det katastrofepotensialet som tungbilulykker i vegtunneler kan ha.

Jenssen et al (2006: 16) påpeker at selv om sannsynligheten for større ulykker er lavere i tunnel enn på vanlig veg, er katastrofepotensialet for eksempel knyttet til brann høyere. De tre katastrofebrannene i Mellom-Europa i henholdsvis Mont Blanc tunnelen og Tauern tunnelen i 1999 og i St. Gotthart tunnelen i 2001 førte til økt fokusering på tunnelsikkerhet (Stene et al 2003). Disse hendelsene startet som branner i tunge kjøretøy.

De alvorligste kjøretøybrannene i tunneler som vi har hatt i Norge de siste årene har også vært i tunge kjøretøy, gjerne i lange tunneler, og årsakene har gjerne vært tekniske problemer, for eksempel brannen i Oslofjordtunnelen i 2011 (SHT 2013), brannene i Gudvangatunnelen (SHT 2015, 2016a), Brattlitunnelen i 2013 og Skatestraumtunnelen i 2015 (SHT 2016b). Brannene i Oslofjordtunnelen og Gudvangatunnelen hadde tekniske problemer knyttet til kjøretøyenes motor som årsak. Brannen i Brattlitunnelen skyldtes varmgang i bremsene på tungbilens henger, fordi bremsene hadde hengt seg opp. Brannen i Skatestraumtunnelen skyldtes at tungbilens henger lastet med 16,500 liter drivstoff løsnet på grunn av en teknisk feil.

1.2.3 Branner i vegtunneler

Risiko. Haack (2002) finner at Dortmund, som er en by med omtrent 500 000 innbyggere, hadde et årlig gjennomsnitt på 250 kjøretøybranner generelt over en 10 års periode. Hamburg, med 1,8 millioner innbyggere, hadde et årlig gjennomsnitt på 700 kjøretøybranner. Risikoen for kjøretøybrann på det sentraleuropeiske vegnettet generelt er to kjøretøybranner per 100 millioner kjøretøykilometer (Haack 2002).

Når det kommer til kjøretøybranner i vegtunneler, finner Haack (2002) at St. Gotthardtunnelen hadde 42 kjøretøybranner i perioden 1992-1998. Personbiler var involvert i 21 branner, busser i sju tilfeller og lastebiler i 14 branner. Dermed involverte halvparten av brannene tunge kjøretøy. På samme tid var tungbilandelen i denne tunnelen på 15 % av en ÅDT på 17000. Haack finner at i denne perioden oppstod 4 branner i tunnelen per 100 millioner kjørte kilometer for alle kjøretøy. Brannrisikoen for lastebiler var seks per 100 millioner kjørte kilometer (Haack 2002).

Vegdirektoratet ga i 1992 ut publikasjonen "Informasjon om brann i vegtunnel – beskrivelse av brannforløp og sikringstiltak" (Vegdirektoratet 1992). I denne publikasjonen vises det til at data fra utlandet indikerer at risikoen for vegtunnelbrann i nyere vegtunneler er 0,01 branntilfeller per 1 million kjøretøytimer. De samme dataene indikerer at de fleste av disse brannene skjer i personbiler og slukkes av sjåføren selv eller forbipasserende. Årsaken til slike branner er oftest feil i det elektriske anlegget eller bensintilførselen. Videre konkluderes det med at det er typisk for disse brannene at det meget sjelden oppstår skade på personer, men at branner i tunge kjøretøy kan volde større skade. Publikasjonen konkluderer også med at selv om risikoen for bilbrann i vegtunneler synes å være lav, kan vi regne med at slike branner kan skje hyppigere i fremtiden på grunn av lengre vegtunneler og større trafikk i vegtunnelene (Vegdirektoratet 1992: 2). Bilbranner i vegtunneler involverer en særskilt risiko på grunn av kraftig røyk- og varmeutvikling (Stene et al 2003).

Trafikantenes kunnskap. En undersøkelse som ble gjennomført i Norge av TNS Gallup for If skadeforsikring i 2009, viser at 20 % liker seg dårlig i tunnel. 16,8 % svarer at de føler et visst ubehag ved å kjøre i tunneler. 1,4 % svarer at de er redde, mens 2,9 % helst velger en omveg. Undersøkelsen viser dessuten at nesten halvparten av de spurte synes at de ikke vet nok om hva de skal gjøre dersom det begynner å brenne i en tunnel. På spørsmålet: "Synes du selv at du vet nok om hvordan du skal forholde deg hvis det begynner å brenne i en tunnel?", svarer 48 % nei, mens 47,7 % svarer ja. (If, nyhetsartikkel 2009).⁵ Studien til Amundsen og Østenstad (1995) under, indikerer imidlertid at flertallet av respondentene vil handle hensiktsmessig ved stopp i tunnel.

⁵ Vi er takknemlige til Jack Frostad ved If Skadeforsikring, som sendte oss spørsmålsformuleringene og svarfordelingene.

Amundsen og Østenstad (1995) rapporterer om resultatene fra en undersøkelse av brukere (N=400) av to bytunneler med høy trafikk: Festningstunnelen⁶ (1,8 km) i Oslo og Fløyfjellstunnelen (3,2 km) i Bergen. Respondentene i undersøkelsen er jevnt fordelt mellom byene (200 fra hver) og også mellom kjønn (200 fra hver). Andelen som sier de er negative til å kjøre i vegtunnelene er 12 % i Oslo og 9 % i Bergen. 48 % er positive i begge byene. Ved stopp i tunnelene ville 74 % brukt nødtelefonene for å tilkalle hjelp, mens 12 % ville brukt mobiltelefon. 8 % ville forlatt bilen og gått ut av tunnelen.

Amundsen og Østenstad (1992) rapporterer om resultatene av en vegkantundersøkelse og en telefonintervjuundersøkelse ved åpningen av Norges den gang lengste vegtunnel, Gudvanga på 11,4 km. Undersøkelsen inkluderte også brukere av Flenjatunnelen på 5 km. Vegkantundersøkelsen inkluderte 200 personer og 95 personer ble intervjuet per telefon. Begge undersøkelsene viser at en stor overvekt svarte at kjøring gjennom tunnelene ga en positiv eller normal opplevelse (94,6 % per telefon og 88,5 % i vegkantundersøkelsen). I begge undersøkelsene svarte 4,3 % at det å kjøre i vegtunnelene gir en negativ opplevelse.

Undersjøiske vegtunneler. Dype, undersjøiske vegtunneler har gjerne en betydelig stigningsgrad som kan føre til fartsforskjeller mellom lette og tunge kjøretøy. På grunn av sin vekt, må tunge kjøretøy gjerne kjøre saktere og forsiktigere nedover i dype undersjøiske tunneler enn lette kjøretøy. Tilsvarende hindrer vekten tunge kjøretøy å kjøre like fort som personbiler opp av dype undervannstunneler. Dette gjelder særlig når de tunge kjøretøyene er lastet.

I tillegg til at fartsforskjeller mellom tunge og lettere kjøretøy kan øke risikoen for ulykker med eventuell brann, kan den høye stigningsgraden øke risikoen for brann og tillop i tunge kjøretøy, enten fordi bremses/motorbrems kan gå varme på veg nedover i tunnelen, eller at motoren (for eksempel turboen) havarerer på grunn av hard belastning på veg oppover i tunnelen. Dette anføres i Søndre Follo Brannvesens (2011) granskningsrapport etter brannen i Oslofjordtunnelen 23.06.2011.

I følge Søndre Follo Brannvesens (2011) granskningsrapport etter brannen i Oslofjordtunnelen 23.06.2011, har Oslofjordtunnelen hatt 11 branner i de tre årene forut for 23.06.2011. Åtte av disse var i tyngre kjøretøy, mens tre var i personbiler. Årsakene til brannene i de tyngre kjøretøyene var i 2/3 av tilfellene varmgang i bremses og 1/3 av tilfellene varmgang i motor/motorhavari (Søndre Follo Brannvesen 2011: 9).

Tunge kjøretøy i undersjøiske vegtunneler. Tunge kjøretøy er som nevnt overrepresentert i vegtunnelulykker, og som vi har sett var de også overrepresentert i brannene i Oslofjordtunnelen i årene før 2011 (Søndre Follo Brannvesen 2011). Internasjonal forskning viser dessuten at tunge kjøretøy er overrepresentert i vegtunnelbranner. Av de 42 kjøretøybrannene i St. Gotthardtunnelen i perioden 1992-1998 involverte halvparten av brannene tunge kjøretøy, mens tungbilandelen i tunnelen var på 15 % av en ÅDT på 17,000 (Haack 2002).

Safetecs risikoanalyse etter brannen i Oslofjordtunnelen 23.06.2011 fremhever at særlig utenlandske trailere ser ut til å ha høyere risiko for brann i undersjøiske vegtunneler (Safetec 2011). De begrunner dette med at flere utenlandske trailere er toakslede, med redusert motoreffekt. I tillegg er disse tungbilene gjerne eldre enn norske tungbiler. Belastningene på kjøretøyet øker når disse ferdes i kupert terreng med tung last, dette gjelder skandinavisk topografi generelt, men særlig undersjøiske vegtunneler med høy stigningsgrad. Skandinaviske trailere er mer tilpasset den skandinaviske topografien ved at de har tre aksler og kraftigere motor. Dette reduserer sjansen for at de blir overbelastet i kupert terreng. I tillegg spiller sjåførenes kunnskap og erfaringer med norske veger inn, for eksempel på

⁶ Festningstunnelen het opprinnelig Oslotunnelen, slik det fremgår i Amundsen og Østenstads (1995) undersøkelse.

hvordan sjåføren kjører nedover i vegtunneler, bruker bremses og eventuelt får varmgang i bremsene (Safetec 2011). På den annen side må det nevnes at utenlandske tunge godsbiler i Norge gjerne har lavere tillatt totalvekt (40 tonn). Resultatene fra Statens vegvesens tungbilkontroller indikerer ikke nødvendigvis at utenlandske tunge godsbiler i snitt har lavere teknisk standard, men det kan se ut til at kunnskapen om og erfaringen med å kjøre på det norske vegnettet er ulik blant norske og utenlandske tungbilsjåførere, særlig på vinterføre (Nævestad et al 2016).

2 Metode

2.1 Avgrensning og fokus - hvordan definere brann/branntilløp i vegtunnel?

I denne rapporten fokuserer vi på branner og branntilløp i kjøretøy i vegtunneler. Vi referer gjerne til branner og tilløp samlet som «hendelsen». Det kan være vanskelig å definere og skille mellom brann og branntilløp i vegtunneler.

Dataene fra VTS'ene gir mange ulike eksempler på røyk som fører til midlertidig stengning av norske vegtunneler. Kildene til røyken er ofte svært ulike. Det kan være alt fra større branner i lastebiler og personbiler, til luft fra sjøen som kjøles ned i tunnelen og skaper gråhvit damp som trafikanter kan oppleve som vegtunnelbrann. Andre kilder til røyk i vegtunneler kan være oljelekkasjer i nærheten av varmekilder i kjøretøy (for eksempel eksosrør), turboer som havarerer på vogntog, hjullager som låser seg, varme bremsebånd, såkalt motortrøbbel, hærverk og så videre.

Dataene fra VTS'ene viser at, uavhengig av kilde, oppleves røyk i vegtunnel gjerne som brann av trafikanter. Hendelsesrapportene viser at operatørene ved VTS'ene som regel stenger vegtunnelen og sender brannvesen gjennom tunnelen når de får slike meldinger om røyk. Vegtunnelen holdes da stengt inntil en eventuell brann eller "falsk alarm" er håndtert.

I denne rapporten har vi valgt å ta med både det som i ettertid har vist seg å være reelle branner og det som viste seg å ikke være reelle branner. Begge medfører midlertidig stengning av vegtunneler. Vi har tatt med begge fordi det kan være interessant å kartlegge årsakene til røykutvikling i vegtunneler, selv om de ikke skyldes brann. Vi anser det også som viktig å få med hendelser som i utgangspunktet oppleves som brann og som derfor medfører stengt tunnel, fordi de påvirker oppetiden på vegnettet og hindrer normal trafikkavvikling.

I studien som beskrives i denne rapporten, kartlegger vi både branner og branntilløp. Kollegiet for brannfaglig terminologi (KBT) definerer en brann som: "Uønsket eller ukontrollert forbrenningsprosess som kjennetegnes av varmeavgivelse ledsaget av røyk, flamme eller gløding."⁷ Det er vanskelig å finne definisjoner på branntilløp. Kollegiet for brannfaglig terminologi definerer ikke denne betegnelsen.

I Kunnskapsforlagets synonymordbok kan vi lese at betegnelsen tilløp har synonymer som for eksempel begynnelse, innledning, opptakt, emning, tilblivelse, ansats og utgangspunkt. Et branntilløp er altså opptakten eller begynnelsen på en brann. Gitt denne definisjonen, kan det likevel være vanskelig å definere et branntilløp, eller definere når et tilløp går over til en brann. Hvis branntilløpet håndteres før det blir en brann, vet vi jo ikke om det ville blitt en brann.

For å unngå vanskelige grensedragninger mellom tilløp og brann, har vi fulgt rådet til en av brannsjefene som vi hadde kontakt med forrige gang vi samlet inn data om kjøretøybranner i vegtunneler (Nævestad & Meyer 2012), og definert brann som alt som involverer åpen flamme. På denne måten minimerer vi skjønnsutøvelsen vår ved hvert tilfelle. Vi slipper, for eksempel, å skulle vurdere størrelsen på en brann eller flammenes

⁷ <http://www.kbt.no/faguttrykk.asp?ID=3418>

omfang for å vurdere om det er en brann eller et tilløp i hvert tilfelle. Slike vurderinger er (for) krevende å gjøre med de begrensede dataene som foreligger i VTS'enes loggsystemer. Som det antydes over, er det noen former for røykutvikling i vegtunneler som ikke har noe med brann å gjøre, selv om de av trafikanter kan oppleves som vegtunnelbrann og forårsake stengning av tunneler. Dette kan for eksempel gjelde sjøluft som kjøles ned i vegtunneler og skaper damp som ser ut som røyk. Vi registrerer også slike hendelser, og vi nevner dem i noen tilfeller men vi presiserer at de ikke har noe med brann å gjøre.

Vi skiller derfor mellom branntilløp og tvilsomme branntilløp i våre registreringer. Det første defineres for eksempel som en situasjon hvor det ryker fra en bil etter en kollisjon. Tvilsomme tilløp defineres som hendelser (for eksempel med røykutvikling) hvor man i ettertid skjønner at det er åpenbart at man ikke kunne fått en brann, for eksempel ved damp grunnet avkjøling av luft fra havet, damp fra en radiator som har sprunget lekk, mye eksos i en tunnel og så videre. Dersom det i Vegloggen er rapportert om stengt tunnel på grunn av mye røyk, uten at noe kjøretøy er observert, har vi registrert det som tvilsomt tilløp. Årsaken til det er at vi uten kjøretøyet ikke kjenner årsaken. Dersom det i Vegloggen er rapportert om stengt tunnel på grunn av mye røyk og kjøretøyet er observert med røykutvikling som kunne ha ført til brann (for eksempel varmgang i motor med røykutvikling), har vi registrert det som tilløp. Det kan også gjelde selv om kjøretøyet etter en stund klarer å kjøre ut av tunnelen for egen maskin.

2.2 Karakteristika ved branner og branntilløp i vegtunneler

Vi har i kartleggingen av vegtunnelbranner 2012-2015 tatt utgangspunkt i arbeidsopplegget og kategoriseringene som vi benyttet i den forrige kartleggingen (Nævestad og Meyer 2012), slik at dataene kan slås sammen til én datafil med branner for perioden 2008-2015.

I begge tilfeller har vi samlet, så langt det lar seg gjøre, inn data om følgende karakteristika ved branner og branntilløp i norske vegtunneler:

1) Tidspunkt for ulykken: år, måned, dato og klokkeslett

Vi har samlet inn data for år, måned, dato og klokkeslett. Disse dataene er godt dokumentert i VTS'enes loggsystem Vegloggen.

I tidfestingen av data, har vi definert natt som perioden 00.01-06.00. Vi har unngått tidsrommet 00.00, fordi manglende registrering av tidsrom registreres som 0 i databehandlingsprogrammet vi bruker. Perioden 06.01-12.00 definerer vi som morgen/formiddag. Perioden 12.01-18.00 definerer vi som ettermiddag. Perioden 18.01-24.00 definerer vi som kveld.

Vi har også etablert kategorier for årstider. Vår definerer vi som mars/april/mai, sommer som juni/juli/august, høst som september/oktober/november og vinter som desember/januar/februar. I analysene våre ser vi dessuten på forekomsten av hendelser for hver måned, med særlig fokus på månedene med flest og månedene med færrest hendelser.

2) Stedfestelse (veg, hp)⁸, tunnelnavn og hvor i tunnelen

Det er store forskjeller mellom ulykkesrisikoen og alvorlighetsgraden i ulike soner i vegtunneler (Amundsen og Engebretsen 2009). Ulykkesrisikoen i vegtunnelers inngangssone (for eksempel de første 100 m) er gjerne 3-4 ganger høyere enn den er inne i

⁸ HP står for hovedparsell. Vegruter deles inn i parseller med relativt enhetlig standard og funksjon.

tunnelen, mens risikoen for høy alvorlighetsgrad er høyest i tunnelens midtsone. Det er dessuten forskjeller mellom brannforekomsten i ulike vegtunneler, for eksempel avhengig av stigningsgrad, distanse med stigningsgrad, trafikkmengde og andel tungbiler (Nævestad & Meyer 2014). Vi har derfor lagt vekt på å registrere i hvilke tunneler brannene og branntilløpene forekom og i hvilke tunnelsoner de forekom. Hvor i vegtunnelen en eventuell brann oppstår har dessuten avgjørende implikasjoner for evakueringsmuligheter (Nævestad og Meyer 2011).

Hvilke vegtunneler brannene eller branntilløpene forekom i, er godt dokumentert i VTS'enes loggsystemer. Hvor i tunnelene brannene eller branntilløpene forekom i er imidlertid ikke like godt dokumentert. Informasjon om dette har vi måtte hente inn i etterkant i de tilfellene hvor det har vært mulig.

Vegloggen inneholder som regel ikke informasjon om hvor i vegtunnelen brannen eller tilløpet startet, angitt i meter fra den inngangen som det aktuelle kjøretøyet brukte. Å fastslå hvor i tunnelen brannen eller tilløpet forekom krever både informasjon om brannsted og i hvilken retning det aktuelle kjøretøyet kom, det vil si hvilken tunnelinngang som er brukt.

Vegloggen presiserer i flere tilfeller nummeret på nødtelefonen eller brannskapet med brannslukkingsapparat som ble brukt for å slukke brannen, dersom disse har blitt brukt. Når det foreligger slik informasjon, har vi ved hjelp av kontaktpersoner og/eller operatører ved VTS'ene kunnet finne ut hvor langt inne i tunnelen det aktuelle brannskapet eller nødtelefonen befinner seg.

Informasjonen om det relevante referansepunktet har da blitt oversendt til VTS'ene sammen med informasjon om hvilken retning kjøretøy har kjørt, eller hvilket tunnelløp som er brukt, slik at kontaktpersonene våre har kunnet gå inn i sine systemer og undersøke hvor langt inn i tunnelen, angitt i meter, de aktuelle nødtelefonene eller brannskapene befinner seg.

Når slikt utstyr ikke har blitt brukt, må vi enten stole på hukommelsen til involverte parter eller ikke registrere dette dersom involverte parter ikke kan hjelpe oss med relevant informasjon.

Siden forskningen på sikkerhet i tunneler legger vekt på ulik risiko i ulike tunnelsoner, har vi delt tunnelene inn i soner, og notert i hvilke soner brannene er registrert i. Inngangssone og utgangssone defineres som innenfor 100 meter fra friluft, mens midtsone defineres som den delen av tunnelen som ligger mellom dette.

Endelig har vi også en kategori for branner eller tilløp som forekommer rett utenfor tunnelen. Statens vegvesen anbefaler sjåfører å forsøke å kjøre ut av vegtunneler når de får brann eller branntilløp i sitt kjøretøy. Vi vil derfor forsøke å få med branner og tilløp som er registrert utenfor tunnelen, dersom vi har grunn til å tro at de startet inne i tunnelen. Som det fremgår av dataene, er det noen ganger knyttet usikkerhet til hvorvidt brannen eller tilløpet faktisk startet inne i vegtunnelen. I slike tilfeller presiseres dette.

3) Omfang av ulykken, antall involverte kjøretøy, kjøretøytype og skadeomfang både på personer og kjøretøy

Involverte kjøretøy har betydelige implikasjoner for tunnelbranners alvorlighetsgrad. De overnevnte katastrofebrannene i mellomeuropeiske vegtunneler rundt årtusenskiftet startet for eksempel alle som branner i tunge kjøretøy (Stene et al 2003). Vi registrerer hva slags kjøretøy og hvor mange kjøretøy som har vært involvert i vegtunnelbrannene. Ved å avdekke hvor mange tunge kjøretøy som har vært involvert i vegtunnelbranner i Norge de siste 8 årene kan vi kanskje få en svak indikasjon på hvor mange branner som har hatt katastrofepotensial i norske vegtunneler.

Vi registrerer også skader på personer, kjøretøy og på vegtunnelene. Skaderegistreringene har vært forholdsvis grovkornet med kategorier for ingen/ikke relevant, uklart, noen skader/lettere skader, og alvorlige/store skader/død. Røykskader registreres ikke systematisk i Vegloggen, så for å få informasjon om dette har vi brukt rapporter fra Statens Havarikommisjon for Transport (SHT) fra de største kjøretøybrannene i vegtunneler de siste årene.

Kategorien ingen/ikke relevant er brukt når vi vet at det ikke har vært skader, eller når vi har hatt god grunn til å tro at det ikke har vært skader, for eksempel ved tvilsomt tilløp. Kategorien uklart er brukt når vi tror det kan ha vært skader, uten at dette er dokumentert på noen måter, for eksempel ved en forholdsvis alvorlig ulykke.

Det foreligger forholdsvis lite data om skader på personer og kjøretøy. Det ser ut til at eventuelle personskader og skadegrad som regel nevnes i Vegloggen når det er relevant, men det er en viss usikkerhet knyttet til dette. VTS'ene får ikke alltid informasjon om dette og undersøker i flere tilfeller lokalaviser på internett for å få informasjon om hendelser. Skader på kjøretøy har vi ofte sluttet oss til indirekte, siden dette i liten grad omtales i Vegloggen. Hvis det ikke står noe om skader på kjøretøy, har vi registrert skaden som uklar, eller ikke relevant ut fra kriteriene som nevnes over. Dersom en bil har hatt en større brann, har vi registrert den som totalskadet.

4) Skader på tunnelen

I den grad det har latt seg gjøre, har vi samlet inn data om hvorvidt og i hvilken grad tunnelbrannen medførte skader på tunnelen. Som nevnt over, er kategoriene imidlertid grove. Skader på tunnel nevnes, så vidt vi kan se alltid i VTS'enes logger, fordi dette har konsekvenser for når tunnelen kan åpnes og eventuelt stenges igjen for ytterligere vedlikeholdsarbeid.

Vi skiller mellom kategoriene: Ingen/ikke relevant, uklart, noe skader og store skader. Noe skader på vegtunnel innebærer gjerne at ledninger og andre installasjoner smelter og må byttes ut. Store skader forekommer når betongelementer skades, eller når det brenner i PE-skum bak betongdekket, slik at dette må fjernes med gravemaskin for å slukke. I slike tilfeller blir tunnelene stengt for lengre tid. Vi registrerer også hvor lenge vegtunnelene har vært stengt. Dette gir også en god indikasjon på i hvilken grad det har vært skader på tunnelen.

5) Innsats på skadestedet fra nødetatene og andre trafikanter

Forskning viser at trafikanter som er involvert i vegtunnelbranner, gjerne kan bruke (for) lang tid på å forstå hva som er i ferd med å skje (Nævestad og Meyer 2011). Nærhet til farekilden er sentralt for at de involverte skal forstå hvor alvorlig situasjonen er (Nævestad og Meyer 2011).

Ved brannen i St. Gotthardtunnelen i Sveits i 2001 evakuerte for eksempel de som var nærmest brannen tidlig og overlevde, mens de som stod i kø lenger unna og ikke så brannen, ikke skjønnte hva som skjedde før det var for sent. Gitt at andre trafikanter er på skadestedet før nødetatene, vil det være viktig å samle inn data om hvordan trafikantene handler ved ulykker, brannutvikling og lignende.

Aktuelle spørsmål kan være: Registrerer og bruker de involverte tilgjengelig brannslukkingsutstyr og telefoner? Er de involverte oppmerksomme på og bruker de nødutganger? Hvor raskt evakuerer de involverte?

Det foreligger data fra eksperimenter rundt slike forhold, men data fra virkelige hendelser vil gi et enda bedre grunnlag for eventuelt å forbedre tilgjengelig nødutstyr i vegtunneler og eventuelt utvikle ulike informasjonstiltak.

Vi har i den siste kartleggingen av branner i vegtunneler (2008-2015) systematisk registrert tilfeller hvor trafikanter tar ut brannslukkingsapparater fra brannskap i vegtunneler for å slukke branner eller tilløp. Det foreligger gode data på dette i Vegloggen. Det registreres ofte automatisk når dører på brannskap åpnes og/eller brannslukkingsapparater fjernes, og det nevnes stort sett alltid når slike apparater byttes ut fordi de er tatt ut eller brukt. Det forekommer for eksempel mange tunnelstengninger fordi slike apparater fjernes enten på grunn av tyveri eller hærverk. Vi har antakelig 27 slike i rådataene våre.

Som nevnt under, registrerer vi både hvem som har varslet og hvem som har slukket brannen. Dersom vi har informasjon om og dersom det er relevant å inkludere øvrig informasjon om innsats på skadestedet, har vi gjort det i et fritekstfelt. Vegloggen inneholder stort sett ikke informasjon om annen innsats på skadestedet enn varsling og slukking. Dersom sjåfør og eller andre trafikanter har gjort en spesielt god innsats med for eksempel å slukke, kan dette i noen spesielle tilfeller bli nevnt i loggen.

6) Hvordan ble brannen slukket?

I vår registrering av data om hvordan brannen ble slukket har vi skilt mellom 4 mulige alternativer. Det første er ”ikke relevant”. Dette gjelder dersom det for eksempel har vært et tvilsomt tilløp som involverer bare røyk og ikke noe kjøretøy. Det andre alternativet er brannvesenet. Det tredje alternativet er sjåføren selv. Det fjerde alternativet er andre trafikanter.

Tallene for slukking er ufullstendige. Vi har ikke hatt gode nok data til å registrere slukkeinnsatsen til alle involverte parter ordentlig. Loggene til VTS’ene og brannvesenet viser at flere parter gjerne kan være involvert i å slukke en brann i et kjøretøy i tunnel. Sjåføren, politi, ambulansepersonell og andre trafikanter kan være involvert i slukking i tillegg til brannvesenet.

Disse viktige formene for innsats har vi ikke fått registrert, men vi har fått inntrykk gjennom loggene til brannvesenet at slik innsats forekommer oftere enn det vi ser gjennom loggene til VTS’ene. Andre trafikanters innsats er derfor dessverre underrepresentert i denne undersøkelsen.

I tillegg er det kanskje slik at sjåføren selv kan prøve å slukke brannen ved hjelp av brannslukkingsapparat i tunnelen uten å lykkes. I kartleggingen for perioden 2012-2015 registrerer vi som nevnt tilfeller hvor brannslukkingsapparat blir tatt ut i forbindelse med brann og tilløp. Vi registrerer ikke hvorvidt de har blitt brukt, fordi det ikke alltid finnes gode data på dette i Vegloggen. Det finnes imidlertid gode data på om de er tatt ut eller ikke, fordi dette medfører at de må ta kontakt med personale som skal bytte dem ut med nye. Når sjåføren eller andre trafikanter har slukket brannen, forutsetter vi at brannvesenet som regel har vært involvert i slukking etterpå.

Det registreres som regel ikke i VTS’enes loggsystemer dersom sjåføren eller andre trafikanter bruker eget brannslukkingsapparat. Dette kan særlig gjelde politi og ambulanse. Slukking med eget apparat kan derfor være underrepresentert i materialet.

Vi fokuserer på hvordan brannen ble slukket først. Brannvesenet vil ofte utføre etterslukking når de kommer til stedet. Som for de andre forholdene, er det også knyttet usikkerhet til hvem som slukket først.

7) Hvor lenge var tunnelen stengt?

Røykutvikling fører som regel til at tunnelen blir stengt, uansett hva røyken skyldes. VTS'enes veglogger har svært gode data om hvor lenge vegtunneler holdes stengt, helt eller midlertidig, ved branntilløp og branner. Vi kartlegger derfor hvor lenge tunnelen har vært helt stengt. Disse dataene gir nyttig informasjon om hvordan og i hvilken grad vegtunnelbranner påvirker fremkommeligheten i vegnettet.

Tidsrommet vegtunnelene har vært helt stengt kan i de fleste tilfeller angis i minutter, basert på data fra VTS'enes loggsystemer. De eneste unntakene her er noen tilfeller hvor tunneler har vært stengt i for eksempel et døgn eller mer, det vil si tidsrom som overstiger den rapporterende operatørs vakt. Da står det gjerne at tunnelen kommer til å være stengt til i morgen eller i noen dager.

Vi har for enkelthets skyld delt tiden vegtunnelene har vært helt stengt inn i 8 kategorier 1-15 min, 16-30 min, 31-45 min, 46-60 min, 61-75 min, 76-90 min, 91-105 min og 106 min eller mer. Vi ser også på gjennomsnittlig stengetid. I tilfeller hvor vi vet at tunnelene har vært stengt i noen dager, uten at vi vet nøyaktig hvor lenge, koder vi dette til 1000 minutter i analysene, for at disse stengningene skal registreres i kategorien 106 min eller mer. Disse tas eksplisitt ut av gjennomsnittsberegningene av stengetid.

Delvise stengninger er ikke godt dokumentert i alle tilfeller, siden vegtunneler kan stenges delvis på flere ulike måter, for eksempel ved å stenge ett løp dersom man kan lede trafikken gjennom et annet løp, eventuelt stenge ett felt dersom det er flere felt og ikke mye røyk involvert. Videre kan man sette ned farten dersom det står kjøretøy i ett felt, man kan sette på arbeidsvarsling for å få trafikanter til å vise ekstra aktsomhet og så videre. Slike delvise stengninger brukes ofte etter eller i kombinasjon med at man stenger helt. Vi har forsøkt å registrere og analysere dette, men delvis stengning skjer bare av og til. Det er også vanskelig å standardisere en så vidt mangefasettert variabel, som både involverer nedsatt fart, ett stengt kjørefelt, arbeidsvarsling og så videre. Siden periodene hvor tunnelene har vært helt stengt er best dokumentert, har vi valgt å kun fokusere på dette.

8) Hvordan ble brannen varslet?

Tidlig varsling av brann i vegtunnel er en forutsetning for evakuering og overlevelse (Nævestad og Meyer 2011). Måten branner varsles på, kan si noe om forutsetningene for dette. Det er viktig å få svar på hvordan branner varsles fordi vi med kunnskap om dette kan få informasjon som kan ligge til grunn for tiltak for ytterligere å legge til rette for rask varsling.

Mange vegtunneler overvåkes med kamera som automatisk registrerer forskjeller i lys, som kan skyldes brann. VTS'ene får dessuten umiddelbart beskjed dersom brannslukkingsapparat fjernes fra brannskap i vegtunneler. Dette er noen av måtene operatører på VTS'ene kan oppdage branner og branntilløp på.

Vi skiller mellom følgende 6 måter som VTS'ene kan varsles om vegtunnelbranner og tilløp på: 1) trafikanter varsler ved hjelp av telefon, 2) trafikanter varsler ved hjelp av nødtelefon i vegtunnel, 3) brannen eller tilløpet oppdages av VTS'en gjennom automatisk alarm (for eksempel: når brannskap åpnes og brannslukkingsapparat tas ut, eller branner eller tilløp som oppdages av automatiske kameraer: "Automatic Incident Detection" (AID), 4) varsling fra brannvesen, 5) varsling fra politi og 6) varsling fra Akuttmedisinsk kommunikasjonssentral (AMK). I tilfeller hvor det er knyttet usikkerhet til hvordan en brann er varslet presiseres det.

Siden vi tar utgangspunkt i VTS'enes data, registrerer vi hvordan brannen eller tilløpet først ble varslet til VTS'en. Hendelser varsles gjerne flere ganger til VTS'ene av ulike parter. Man

bør derfor ta forbehold om at statistikken vår, som er basert på første varsling, er noe misvisende.

Endelig er det viktig å huske at i tilfeller hvor nødetatene varsler VTS'ene om vegtunnelbrann, har de som regel først fått beskjed om dette fra trafikanter som har opplevd det på mer eller mindre nært hold. Det kan derfor være aktuelt å slå sammen varslinger fra nødetatene med kategori 1) og 2) for å få et anslag over hvor mye som først varsles av publikum. Dette er forutsatt at brannene som varsles fra nødetatene til VTS'ene opprinnelig ble varslet til nødetatene av publikum.

9) Hva var årsaken til brannen?

Det å finne den oppgitte årsaken til brannen eller branntiløpet vil være avgjørende for fremtidig forebyggingsarbeid. Internasjonale oversikter viser at de fleste vegtunnelbranner er forårsaket av mekaniske eller elektriske feil ved kjøretøy (PIARC 2008: 61).

Vegloggen har generelt lite informasjon om årsakene til vegtunnelbranner. På bakgrunn av den informasjon som finnes i disse kildene, kan vi imidlertid skille mellom følgende årsakskategorier: Uklart, tekniske problemer, eneulykke og kollisjon. Vi har også kategorien hærverk, dersom dette er relevant. Vi har registrert 27 slike tilfeller. Disse hendelsene har vi imidlertid tatt ut av analysene som vi presenterer i rapporten, fordi de gjerne er relatert til forsvunne brannslukningsapparater eller brennende objekter i tunneler (dvs. ikke kjøretøy).

10) Undersjøiske vegtunneler og eventuelle andre vegtunneler med høy stigningsgrad

Vi registrerer hvorvidt vegtunnelene er undersjøiske eller om de har høy stigningsgrad. Tidligere kartlegginger av kjøretøybranner i norske vegtunneler (Nævestad og Meyer 2012; 2014) viser at undersjøiske vegtunneler, som gjerne har lengre distanser med høy stigningsgrad, har betydelig høyere forekomst av kjøretøybranner. Disse brannene involverer særlig tunge kjøretøy, og de skyldes gjerne at bremsene går varme på veg nedover i tunnelen, eller at motoren (gjelder gjerne turboen) går varm på veg oppover.

Siden det er stigningsgraden som ser ut til å øke risikoen for brann og tilløp, har vi også registrert vegtunneler som ikke er undersjøiske, men som har høy stigningsgrad (definert som stigning på over 5 %). Disse vegtunnelene finnes, så vidt vi vet, nesten utelukkende i region vest. Gunnar Lotsberg ved Statens vegvesen, region vest, var behjelpelig med å identifisere disse for oss i vår forrige kartlegging av branner i vegtunneler. Oppdragsgiver har i den siste kartleggingen hjulpet oss med å oppdatere denne listen.

11) Brannventilasjon

Vi har registrert bruk av brannventilasjon i vegtunnelene i brannene og tilløpene. Dette styres av VTS'ene, vel å merke i de vegtunnelene som de overvåker og styrer, og/eller ved hjelp av utstyr i tunnelmunningen. Viftene i vegtunneler har flere trinn, gjerne 3-4, som gir ulik viftestyrke i tunnelene. I tillegg har mange av dem et eget (spesialdesignet) trinn som heter brannventilasjon. Dette trinnet trenger ikke være det kraftigste, styrken avhenger av vurderinger som gjøres med hensyn til hva som er best for å fordreie røyk fra tunnelen. Brannventilasjonen har også innstillinger som ikke gjelder viftestyrke. Dette gjelder for eksempel for retning. Røyken må, for eksempel, styres bort fra den munningen som skal brukes av det ansvarlige brannvesenet og så videre.

De ulike VTS'ene registrerer i ulik grad hvorvidt de anvender brannventilasjon ved brannene. De har prosedyrer de skal følge ved branner i de ulike tunnelene, og av disse kunne vi antakelig ha sluttet oss til når man burde ha brukt brannventilasjon. Vi registrerer

faktisk bruk, slik det dokumenteres i loggsystemene, i den grad det registreres. Informasjon om dette kan i noen tilfeller kanskje tas for gitt av VTS-operatørene og være vanskelig for oss å tolke. I noen tilfeller forekommer dessuten brannen på et sted i tunnelen som gjør at det kan være hensiktsmessig å ikke bruke brannventilasjon, for å muliggjøre slukking og evakuering fra en annen tunnelmunning for eksempel. Dette styrer VTS-personalet og brannvesen. Det har for eksempel blitt påpekt at bruk av brannventilasjon i de to brannene i Gudvangatunnelen i hhv. 2013, og 2015 var uheldig fordi røyken ble drevet i en retning som ikke var hensiktsmessig for evakuering (SHT 2013, 2015).

12) Anslått brannbelastning i megawatt (MW)

Vi nevner over at kjøretøybranner med tungbiler i vegtunneler kan ha katastrofepotensial. Vi kan noe enkelt si at en branns katastrofepotensial er avhengig av varme- og røykutvikling, hvor mange trafikanter som er i tunnelen og evakueringsmuligheter. Brannbelastning eller varmeproduksjon måles gjerne i megawatt (MW).

Vi har tatt utgangspunkt i grove inndelinger som er hentet fra SHTs rapport fra Oslofjordtunnelbrannen 23.06.2011 (SHT 2013: 49). I noen tilfeller er brannbelastning beregnet. Det gjelder særlig de største brannene vi har hatt i perioden.

Tabell 2.1 Estimer for brannbelastning. Kilde: SHT (2013).

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

I SHT rapporten står det at «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.» (SHT: 2013: 49).

2.3 Datakilder med vurdering av styrker og svakheter

Vi bruker ulike kilder for å samle inn data om vegtunnelbranner og branntilløp i norske vegtunneler. Disse vurderer vi i det følgende.

1. Vegloggen som er Vegtrafikksentralenes systemer for å logge hendelser på veg

Vi har fått hjelp av kontaktpersoner på VTS'ene til å finne branner og tilløp ved at de søkte på ord som "brann" og "røyk" knyttet til vegtunnel, og "midlertidig stengt tunnel", i Vegloggen i de aktuelle periodene (og i det forrige registreringssystemet «Merkur»). Resultatene av søkene lagret VTS-kontaktpersonene våre i Word eller PDF-format, slik at vi fikk ut loggføringer fra relevante hendelser. Mengden informasjon og kvaliteten på informasjonen i disse loggene varierer sterkt. I noen tilfeller skrives det svært lite om hendelsen, i andre tilfeller mye. Noen operatører tar mer informasjon for gitt når de registrerer enn andre, og de ulike VTS'ene ser ut til å ha noe ulike praksiser når det gjelder hva slags informasjon de eksplisitt registrerer og hva slags informasjon de tar for gitt. Det er generelt en del informasjon som tas for gitt i loggføringen, og dette lærte vi oss gradvis i den første kartleggingen, både ved å lese mange logger, men også ved å diskutere dette med våre kontaktpersoner ved VTS'ene.

Vegloggene har generelt gode data om tunnelnavn, tidspunkt, antall involverte kjøretøy, hvor lenge tunnelene var helt stengt og hvordan brannene ble varslet. Man kan som regel også finne informasjon om skadegrad for personer og tunnelen. Når det kommer til hvordan brannen ble slukket, fremgår dette også mer eller mindre indirekte av vegloggene, selv om betydelige andeler informasjon mangler her. Vi forutsetter at brannene eller tilløpene slukkes av brannvesenet når de er på stedet, og når det ikke nevnes innsats fra sjåfør eller publikum, eller at brannslukkingsapparat har blitt fjernet. I tilfeller hvor både brannslukkingsapparat har blitt fjernet og brannvesenet har vært på stedet, er det vanskeligere å avgjøre.

Det finnes fem VTS'er i Norge som er bemannet døgnet rundt. Disse fem VTS'ene overvåker og styrer vegtrafikk inkludert vegtunneler i de fem regionene som Statens vegvesen er delt inn i. VTS'en i region øst overvåker og styrer vegtunneler i Oslo, Akershus, Hedmark, Oppland og Østfold. VTS'en i region sør overvåker og styrer vegtunneler i Buskerud, Vestfold, Telemark, Aust Agder og Vest Agder. VTS'en i region vest overvåker og styrer vegtunneler i Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane. VTS'en i region midt overvåker og styrer vegtunneler i Møre og Romsdal, Sør Trøndelag og Nord Trøndelag. VTS'en i region Nord overvåker og styrer vegtunneler i Nordland, Midt-Hålogaland, Troms og Finnmark.

VTS'enes arbeidsoppgaver er todelt. Alle hendelser skal i prinsippet loggføres, og dersom de varer lenger enn 15 minutter skal det også sendes ut melding til trafikantene, på internett, radio og så videre. I sin overvåking og styring av vegnettet og vegtunneler rapporterer VTS'ene alle hendelser i spesielle datasystemer. Fra høsten 2001 til våren 2008 brukte VTS'ene datasystemet Merkur. I april 2008 gikk VTS'ene over til å bruke datasystemet Vegloggen til dette formålet.

Overvåking skjer for eksempel ved hjelp av kamera (vegkamera og tunnelkamera, med og uten hendelsesdetektering), der slikt utstyr finnes. De viktigste overvåkings/styringsobjekter er rødlys, bomber, ventilasjon, gassmålere, belysning og pumpestasjoner. VTS'ene får for eksempel alarm dersom luftmålere i tunnelene de overvåker og styrer, gir indikasjoner på lavt oksygeninnhold eller verdier som kan tyde på røyk/brann. I tillegg utføres trafikkregulerende tiltak som feltstengning, og skilting i tunneler, fjernstyring av skilt på fergekaier og for fjelloverganger.

Siden hendelsesloggene for alle de fem VTS'ene for flere år tilbake i tid utgjør en enorm dokumentmengde, har vi ved hjelp av kontaktpersoner ved hver VTS valgt ut hendelser fra relevante søkekriterier. Hendelsesloggene fra 8 år tilbake foreligger elektronisk.

Kontaktpersonene fra hver VTS har derfor søkt på ord som "brann" og "røyk" knyttet til vegtunnel, og "midlertidig stengt tunnel", i Vegloggen.

I søket i den første kartleggingen ble hærverk stort sett blitt filtrert ut. Flere vegtunneler, særlig de i sentrumsnære søk er imidlertid utsatt for hærverk i den forstand at folk, ofte ungdom, tar ut brannslukkingsapparat av brannskap uten at det foreligger verken brann eller tilløp. Når dette skjer, alarmeres VTS'ene automatisk og hendelsen registreres i loggføringssystemet. Det gjennomføres dessuten brannøvelser i vegtunneler med jevnlig mellomrom (hvert andre år). Disse øvelsene loggføres også, men de ble stort sett luket ut av vår datamengde i den første kartleggingen, og vi har ikke registrert dem.

I den siste kartleggingen har vi imidlertid fått flere hendelser som ikke er verken branner eller tilløp. Vi har særlig fått en del registrerte tilfeller av hærverk og tyveri av brannslukkingsapparat i vegtunneler. I alt 24 i perioden 2012-2015. Dette er hendelser vi har luket ut, men vi har registrert år og dato for å si noe om antall hærverk og tyveri av brannslukkere i vegtunneler. Dette er data som kun gjelder for perioden 2012-2015.

Ved hjelp av kontaktpersonenes søk i loggføringssystemene har vi fått med både branner og branntilløp. Resultatene av søkene lagret VTS-kontaktpersonene våre i PDF-format, slik at vi fikk ut loggføringer fra relevante hendelser. Personopplysninger (for eksempel navn og registreringsnummer) ble sladdet før vi fikk dokumentene, i tillegg til at vi i 2016 måtte søke om å få behandle disse dataene.

I vårt arbeid med å samle inn informasjon om hvert branntilløp og hver brann lagde vi i den første kartleggingen standardiserte koder, slik at vi kunne plote dataene inn i et databehandlingsprogram for analyse. Vi plottet først dataene fra hendelsesloggene inn i Excel, og deretter i SPSS for analyse. For å gjøre dette, måtte vi kode dataene fra loggene over til tall. Variabler og verdier ble konstruert i tråd med de karakteristika som nevnes over. Vi har brukt det samme systemet for å kode dataene i den siste kartleggingen, slik at vi kunne slå sammen dataene for hele perioden 2008-2015.

2. VTS personale

Mens loggføringssystemet Vegloggen har gitt oss innsikt i forekomsten av hendelser, har samtaler og e-post kommunikasjon med personale på VTS'ene bidratt både til å supplere dataene og kvalitetssikre tolkningene våre.

Loggene inneholder som nevnt ikke alltid all den informasjonen som er relevant i den aktuelle sammenhengen. Det er for eksempel ikke alltid klart hvem som melder om en brann eller et tilløp til VTS'ene. Som nevnt brukes det ofte interne ord og uttrykk for å beskrive personer og steder.

Vi har derfor hatt jevnlig kontakt med VTS-operatører og VTS-kontaktpersoner for å få utfyllende informasjon. I den første kartleggingen hadde vi samtaler, møter og omvisninger med VTS-personale for å få hjelp til å tolke registreringer, ord og formuleringer og få utfyllende eller manglende informasjon om hendelsene. I den siste kartleggingen har vi hatt svært god nytte av kunnskapen fra den forrige, så vi har stort sett bare behov for å ha kontakt med VTS-kontaktpersoner på e-post.

Som nevnt over foreligger det lite informasjon om hvor i vegtunnelene branner og tilløp har skjedd. Dette er informasjon som vi fått gjennom å spørre VTS-kontaktpersonene om hvor bestemte brannskap eller nødtelefoner i vegtunneler befinner seg. Dette må de gå inn i sine styringssystemer for å undersøke. Kontaktpersonene har alltid gitt fylldige tilbakemeldinger om dette.

I tillegg har vi sendt tilbake de bearbejdede dataene våre, dvs. hendelsesloggene kodet til standardiserte excelark, til VTS-kontaktpersonene våre for kvalitetssikring. På denne måten har de kunnet korrigere og supplere antallet vegtunnelbranner og tilløp og korrigere og supplere detaljinformasjonen knyttet til hver enkelt hendelse.

I den forrige kartleggingen besøkte vi VTS'ene i region øst, region sør og region vest. I løpet av disse visittene fikk vi informasjon om den aktuelle VTS'ens vegtunneler; vi så systemene de bruker for å overvåke og styre vegtunneler; vi så VTS'enes operatører i arbeid; fikk eksempler på branner i vegtunneler og hvordan disse ble håndtert da de skjedde og fikk informasjon om rutiner for bruk av Vegloggen. Det har både den gang og nå svært nyttig for prosjektet å få innsikt i hvordan vegtunnelbranner håndteres og registreres av VTS, og hvordan VTS'ene overvåker og styrer trafikk. Vi tilbrakte i alt 6-8 timer ved disse VTS'ene, i møter og på omvisning.

3. Ansatte i Statens vegvesen som jobber med tunnelsikkerhet, herunder brannvernansvarlige for vegtunneler og sikkerhetskontrollører

Vi har også kvalitetssikret dataene våre gjennom kontakt med ansatte i Statens vegvesen som jobber med tunnelsikkerhet. Hver region har fire til åtte brannvernledere for vegtunneler og én sikkerhetskontrollør. I den første kartleggingen ble disse personene først orientert om prosjektet ved oppstart og anmodet om å sende informasjon om vegtunnelbranner.

Da vi hadde samlet inn og kodet dataene i regneark, sendte vi dem til de brannvernansvarlige for vegtunneler og sikkerhetskontrollører, slik at de kunne kvalitetssikre dem. Denne kvalitetssikringen gikk ut på å se til at vi hadde fått med alle vegtunnelbranner og –tilløp og at vi hadde registrert detaljene riktig. I den siste kartleggingen sendte vi kun de kodede dataene til brannvernansvarlige og sikkerhetskontrollører for kvalitetssikring. I noen tilfeller fikk vi grundig svar umiddelbart, andre ganger måtte vi purre og noen av de brannvernansvarlige svarte dessverre ikke på våre henvendelser.

4. Brannvesen

Brannvesen og andre nødetater rykker ut ved mistanke om brann i vegtunneler og registrerer slike utrykninger over tid. På bakgrunn av dette betrakter vi nødetatene, særlig brannvesenet, som en viktig kilde til kvalitetskontroll av den øvrige datainnsamlingen vår.

I kartleggingen for perioden 2008-2011 samarbeidet vi med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) i våre henvendelser til brannvesenet. I samarbeid med TØI, sendte DSB først ut 192 brev til brannvesenet i alle norske kommuner med vegtunneler, hvor vi ba om å få informasjon om vegtunnelbranner, dersom de hadde hatt noen. En stund etter dette sendte vi ut én purring til alle disse brannvesenene per e-post og ytterligere én purring per e-post til alle kommuner med brannvesen som rykket ut til undersjøiske vegtunneler. Vi fikk alt i alt 114 svar fordelt slik på Statens vegvesens 5 regioner: øst: 34 svar, sør: 13 svar, vest: 15 svar, midt: 29 svar og nord: 23 svar. En stund etter dette sendte vi ut én purring til alle disse brannvesenene per e-post og ytterligere én purring per e-post til alle kommuner med brannvesen som rykket ut til undersjøiske vegtunneler. Noen av disse svarene var svært viktige for oss, for eksempel svarene fra brannvesenet i Oslo og brannvesenet i Bergen.

I kartleggingen for perioden 2012-2015 samarbeidet vi også med DSB for å sende ut henvendelser til brannvesen. Denne gang sendte TØI ut 269 henvendelser, hvor vi refererte til DSB. Vi fikk svar fra 82 brannvesen (30 % svar). Vi sendte ut to puringer. Svarprosenten kunne antakelig vært høyere dersom vi hadde bedt alle om å svare, uavhengig av om de har tunneler i sin region, eller om de har registrert branner eller tilløp. Det kan også hende at svarprosenten hadde blitt høyere om DSB hadde sendt ut e-post først, slik som i den første kartleggingen.

I den siste kartleggingen har vi i tillegg sammenlignet våre egne data med DSB egen statistikk over vegtunnelbranner i systemet BRIS. Dette er basert på data som DSB får fra brannvesen

5. Nyhetsarkiver

Vi har også søkt i nyhetsarkiver for å supplere og kvalitetssikre datainnsamlingen vår. Dette har vi gjort systematisk i tilfeller hvor vi har vært i tvil om sentrale kjennetegn ved en hendelse. Vegtunnelbranner er stort sett dekket av lokalaviser og ofte også nasjonale medier. I flere tilfeller hvor vi har manglet noe informasjon om en konkret vegtunnelbrann, har vi fått supplerende eller forklarende informasjon, gjerne gjennom bilder, til vegtunnelbrannen ved å gjøre et enkelt søk på det aktuelle tunnelnavnet gjennom Googles

søkemotor. Et slikt søk resulterer typisk i en avisartikkel i en lokalavis og i flere tilfeller i en sak i nasjonale medier (for eksempel: www.nrk.no).

Dersom vi har vært i tvil om vi har fått med alle hendelsene i en tunnel, for eksempel Oslofjordtunnelen, har vi søkt på og gått gjennom alle saker og meldinger om denne i nrk.no sine østlandssider over flere år. Mediene baserer seg på et stor antall kilder: både VTS'ene, nødetatene og ikke minst trafikanter på stedet, og de rapporterer systematisk hendelser i vegtunneler.

2.4 Intern kvalitetssikring av registrerte data

Arbeidet med å samle inn, registrere og kvalitetssikre data har vært tidkrevende. Vi startet med å lese PDF-dokumenter med loggføringer fra VTS. Dette arbeidet innebærer for det første å definere hendelser som brann, tilløp, tvilsomt tilløp eller en hendelse som ikke skal registreres, for eksempel hærverk, tyveri, ulykke, brann på vegstrekning oppe i dagen osv. I tvilstilfeller har vi sammen søkt opp informasjon fra VTS, brannvernledere, brannvesen eller media og diskutert oss fram til en felles forståelse av hendelsen.

I den foreliggende studien har vi samlet inn og kodet nytt materiale for perioden 2012-2015 for å slå det sammen med tidligere innsamlet materiale for perioden 2008-2011. Det er avgjørende at kriteriene for å inkludere hendelser er like i begge kartleggingsperiodene. Dersom kriteriene for registrering av hendelser har blitt endret, kan eventuell nedgang eller økning i branner/tilløp tilskrives metodologiske forhold. Prosjektleder Tor-Olav Nævestad hadde hovedansvaret for å registrere brannene i den forrige kartleggingen, med bistand fra Sunniva Meyer. Karen Ranestad og Beate Elvebakk har registrert de fleste brannene i den siste kartleggingen, mens Nævestad har registrert noen. For å sikre at kriteriene for registrering av branner og kjennetegn i den siste kartleggingen har blitt tolket likt i den første og siste kartleggingen har Nævestad gitt grundig opplæring som blant annet har involvert «testregistrering» av 15 tidligere registrerte branner. I tillegg har Nævestad gått gjennom og kvalitetssikret alle de registrerte brannene og tilløpene for perioden 2012-2015 for å sikre like kriterier for registrering. Alle brannene og tilløpene for perioden 2012-2015 er gjennomgått av minst to personer, og alle tvilstilfeller er diskutert av minst to prosjektmedarbeidere.

2.5 Ekstern kvalitetssikring av registrerte data

Da vi hadde kodet og registrert alle loggdataene fra en region inn i et regneark, sendte vi det tilbake til kontaktpersonen vår ved VTS'en i den respektive regionen for kvalitetssikring. Dette er den viktigste eksterne kvalitetssikringen av dataene våre og den har derfor hatt avgjørende prioritet i begge datainnsamlingene.

Vi sendte både regnearket og et dokument som forklarte kodene vi hadde brukt. I disse henvendelsene ba vi om å få informasjon om hvor i tunnelene involverte nødtelefoner og brannskap er, at kontaktpersonen sjekket at alle hendelser som vedkommende husket var med, at den registrerte informasjonen var korrekt og så videre.

Etter denne kvalitetssjekken sendte vi en likelydende henvendelse til brannvernansvarlige og sikkerhetskontrollører for vegtunneler i regionen. I noen tilfeller hadde vi dårlig tid og gjennomførte begge disse kvalitetskontrollene samtidig.

I tillegg er dataene kvalitetssikret på den måten at vi har fått mange data om hendelser fra brannsjefer i kommuner med vegtunneler. På den måten har vi kunnet få med hendelser

som vi ikke har fått informasjon om fra VTS'en. Denne eksterne kvalitetssikringen av dataene har også vært viktig.

2.6 Oppsummerende analyse

Over beskriver vi hva slags data vi har samlet inn og ulike kjennetegn ved brannene som vi, så langt det lar seg gjøre, har fokusert på i datainnsamlingen. Vi har begrunnet hvorfor det er viktig å fokusere på disse kjennetegnene, ut fra både faglige og samfunnsmessige hensyn. Det er viktig å samle inn tunnelbranndata som dekker de nevnte kjennetegnene, fordi det kan gjøre oss i stand til å se mønstre med hensyn til brannforløp og utføre enkle analyser av sammenhenger. Dette kan legges til grunn til innsatsen for å forebygge vegtunnelbranner og tilløp og redusere konsekvensene. Er det slik at noen vegtunneler er spesielt brannutsatte? Er det høyere risiko for tunnelbranner til bestemte tider på året og døgnet? Hvor i vegtunnelene er brannrisikoen høyest? Dette er noen eksempler på spørsmål vi forsøker å besvare i analysene våre.

I våre undersøkelser av hvorvidt det er systematiske sammenhenger mellom variabler begrenser vi oss til tabellanalyse der vi tester om sammenhenger er signifikante ved hjelp av kjikvadrattesten (Hellevik 1994). Kjikvadrattesten anvendes for å teste nullhypotesen om at det ikke er sammenheng mellom to variabler, ved å sammenligne den faktiske bivariate tabellen vår med en bivariat tabell med statistisk uavhengighet, det vil si ingen sammenheng mellom variablene.

Vi velger et signifikansnivå på 5 %. Enkelt sagt betyr det at dersom vi finner en signifikant sammenheng i data, er det mindre enn 5 % sjanse for at den faktisk ikke er til stede i virkeligheten. Det må nevnes at bivariate analyser ikke er like gode som multivariate analyser, hvor vi ser på hvordan flere variabler påvirker én variabel. Med bivariate analyser, som kjikvadrattesten, risikerer vi alltid at den sammenhengen vi ser kan skyldes en eventuell tredje variabel som påvirker begge variablene vi analyserer og får oss til å feilaktig anta at det er en sammenheng mellom dem. Vi foreslår noen slike variabler i våre analyser. I våre sammenligninger av antall branner i ulike regioner burde vi for eksempel hatt muligheten til å kontrollere for trafikkmengde, tungbil ÅDT, antall tunneler, antall undersjøiske tunneler osv. Vi kommenterer slike forhold når det er relevant.

3 Analyse av vegtunnelbranner i Norge

3.1 Avgrensning og fokus

I det følgende diskuteres likheter og forskjeller ved vegtunnelbranner og tilløp i Statens vegvesens 5 regioner for årene 2008-2015.⁹

Vi har tatt ut de tvilsomme tilløpene i den samlede analysen i kapittel 3. Det er to grunner til det. Den første og viktigste grunnen til det er at tvilsomme tilløp per definisjon er en hendelse som ikke kunne ført til brann. For det andre, opplevde vi i den første kartleggingen at tvilsomme tilløp ble silt ut av dataene vi fikk fra VTS-kontaktpersonene i én region, slik at vi har grunn til å tro at disse ikke er systematisk registrert.

Vi har også tatt ut hendelsene som skyldtes hærverk, fordi de ofte ikke er relatert til brann og fordi vi også hadde grunn til å tro at disse var skjevt representert i datamaterialet vårt. Vår kontaktperson fra region sør hadde for eksempel silt ut en del tilfeller hvor ungdommer hadde tatt ut brannapparat fra tunneler på natten i den første kartleggingen. Alt i alt hadde vi fire tilfeller av hærverk i datamaterialet for hele Norge 2008-2011, mens det kan se ut til at vi hadde 23 tilfeller av hærverk i datamaterialet for hele Norge 2012-2015. Dette skyldes at vi fikk flere (og i mindre grad sorterte) hendelser av VTS'ene i den siste kartleggingen.

3.2 Oversikt over brannene og tilløpene

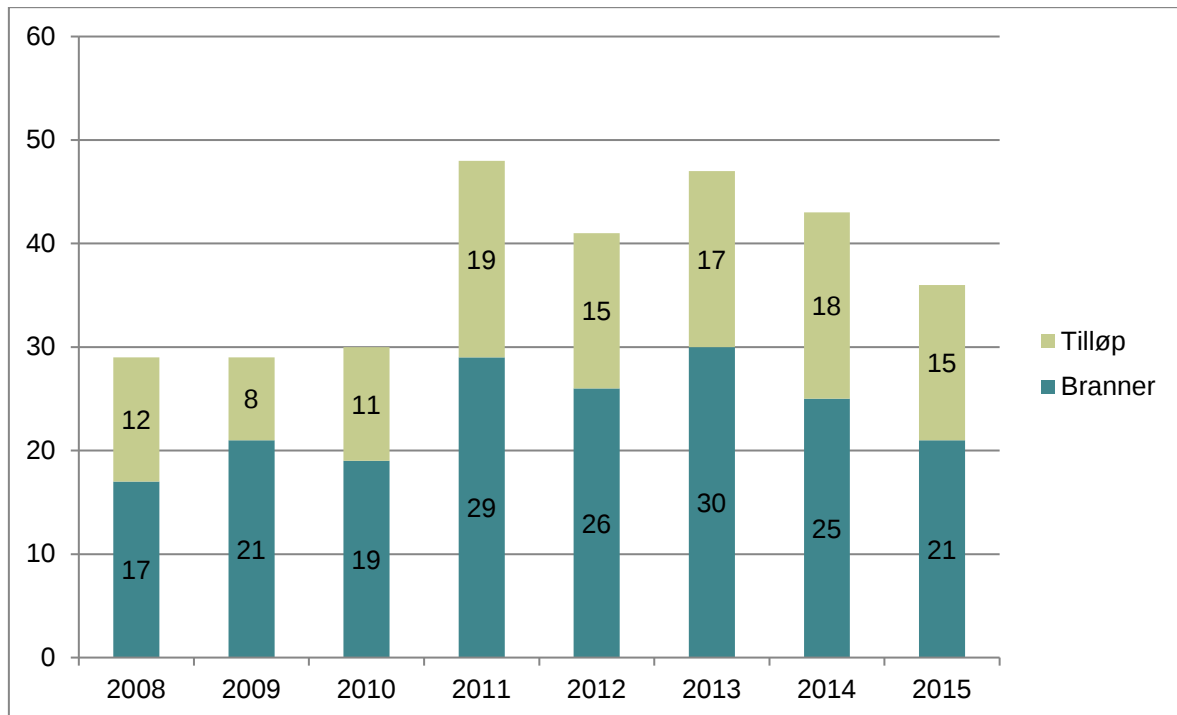
Dataene tyder på at det har vært 303 branner og tilløp i hele Norge i perioden 2008-2015, 136 i den første kartleggingen og 167 i den siste kartleggingen.¹⁰ Tallene for 2008 må det tas forbehold om, siden data fra region midt mangler for perioden januar til april dette året, og siden dataene for region øst er noe ufullstendige i den samme perioden dette året. Antallet hendelser i 2008 kan derfor være lavere enn for de øvrige årene.

Gjennomsnittlig antall branner i norske vegtunneler er 24 per år per 1134 tunnelkilometer. Det gjennomsnittlige antallet tilløp er 14 per år per 1134 tunnelkilometer. Dette gir 0,02 branner per år per kilometer tunnel og 0,01 tilløp per år per kilometer tunnel.

Figur 3.1 viser branner og tilløp i norske vegtunneler i perioden 2008-2015.

⁹ I vedlegg 1-5 presenterer vi lister over vegtunnelbrannene og tilløpene i hver enkelt region i tillegg til at vi ser på utviklingen år for år i hver region.

¹⁰ Vi fikk ved prosjektets slutt inn tre branner og et tilløp vi ikke tidligere hadde registrert. Vi mangler dessverre en del informasjon om disse hendelsene, og vi har derfor ikke inkludert dem i alle analysene våre. Disse analysene har (N=299). I de tilfellene hvor vi har hatt informasjon om de fire hendelsene, har vi oppdatert analysene. Disse analysene har (N=303).



Figur 3.1 Branner og tilløp i norske vegtunneler i perioden 2008-2015 (N=303).

Figur 3.1 viser at antall hendelser per år var omtrent likt for 2008, 2009 og 2010, men at summen av branner og tilløp økte fra 30 til 48 i 2011. Summen av branner og tilløp var på sitt høyeste i 2011, som var det siste året i den første kartleggingen. Det totale antallet hendelser gikk noe ned siden det, fra 48 i 2011 til 36 i 2015. Det var nesten like mange hendelser i 2013 (47 totalt) som i 2011.

Utviklingen i perioden 2008-2015 kan tolkes på minst tre ulike måter; 1) som en gradvis økning i hendelser med noe årlig variasjon, 2) at 2011 representere et maksimumsår og at antall branner og tilløp er på veg ned etter det, eller 3) at det vi ser kun er tilfeldig variasjon i den 8 års perioden vi studerer.

Signifikansberegninger av antall branner per 1134 vegtunnelkilometer per år viser at antallet branner og tilløp i 2011 var signifikant høyere ($p=0,02$) enn i årene 2008-2010. Forskjellene mellom 2008 og 2015 og 2011 og 2015 var ikke statistisk signifikante. Dette taler for en kombinasjon av hypotese 2 og 3; det vil si at 2011 var et maksimumsår og at vi ellers ser variasjon, men ikke en nedgang som er statistisk signifikant. Det må imidlertid påpekes at snittet for antall hendelser var 34 ($136/4$) i perioden 2008-2011, mens det var 42 ($167/4$) i perioden 2012-2015. Dette kan indikere en gradvis økning i perioden 2008-2015. På den annen side gikk antallet ned igjen i 2015.

Nye data i årene som kommer vil for øvrig gi svar på hvilke av hypotesene det er mest hold i. Endelig må det påpekes at tallene er relativt små og at vi ideelt sett skulle ha gjort signifikansberegningene i forhold til antall kjørte kilometer i vegtunneler i Norge per år. Vi har dessverre ikke hatt anledning til å gjøre slike beregninger, men dette kan følges opp i videre forskning.

Det er interessant å se at vi ikke har hatt en entydig økning i antall branner og tilløp år for år i perioden, tatt i betraktning at antall vegtunneler øker for hvert år (med kanskje 10-20 tunnelkilometer), samtidig som trafikkmengden også øker noe hvert år (kanskje 1-2 %).

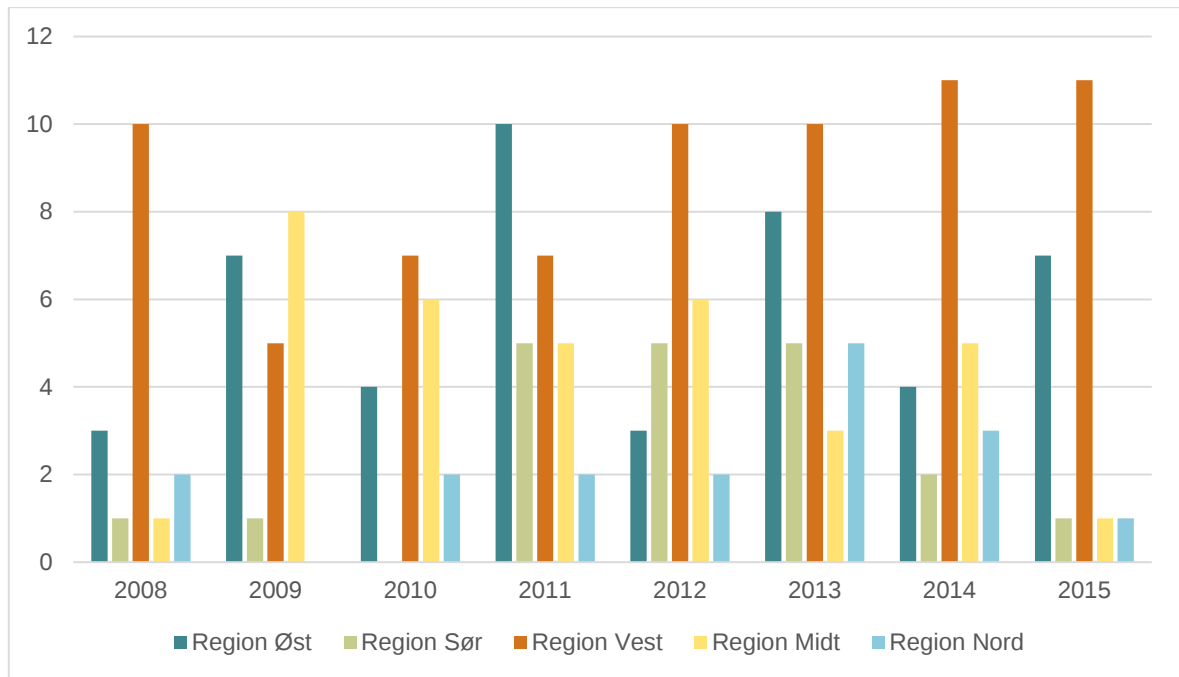
Årsakene til økning eller nedgang i antall hendelser kan tilbakeføres til hver region, og må forstås innenfor denne konteksten. I tabell 3.1 ser vi på tallene fra hver region, for å vurdere økningen i antall hendelser i lys av region og type hendelse.

Tabell 3.1 Branner i Statens vegvesens 5 regioner per år, 2008-2015 (Det høyeste antallet branner i perioden er markert i fet skrift i hver region. Det gjennomsnittlige årlige antall branner og tilløp i hele Norge er angitt i fet kursiv).

År	Hendelse	Øst	Sør	Vest	Midt	Nord	Total
2008	Branner	3	1	10	1	2	17
	Tilløp	2	1	7	2	0	12
2009	Branner	7	1	5	8	0	21
	Tilløp	3	1	2	2	0	8
2010	Branner	4	0	7	6	2	19
	Tilløp	4	2	3	2	0	11
2011	Branner	10	5	7	5	2	29
	Tilløp	4	2	8	5	0	19
2012	Branner	3	5	10	6	2	26
	Tilløp	5	0	5	5	0	15
2013	Branner	8	5	10	3	4	30
	Tilløp	2	0	4	9	2	17
2014	Branner	4	2	11	5	3	25
	Tilløp	3	2	7	4	2	18
2015	Branner	7	1	11	1	1	21
	Tilløp	3	2	3	6	1	15
Total		72	30	110	70	21	303
Gjennom- snitt pr år:	Branner	5,8	2,5	8,9	4,4	2,1	23,6
	Tilløp	3,3	1,3	4,9	4,4	0,5	14,3
Antall tunneler		>90	>140	>560	>150	>180	>1100

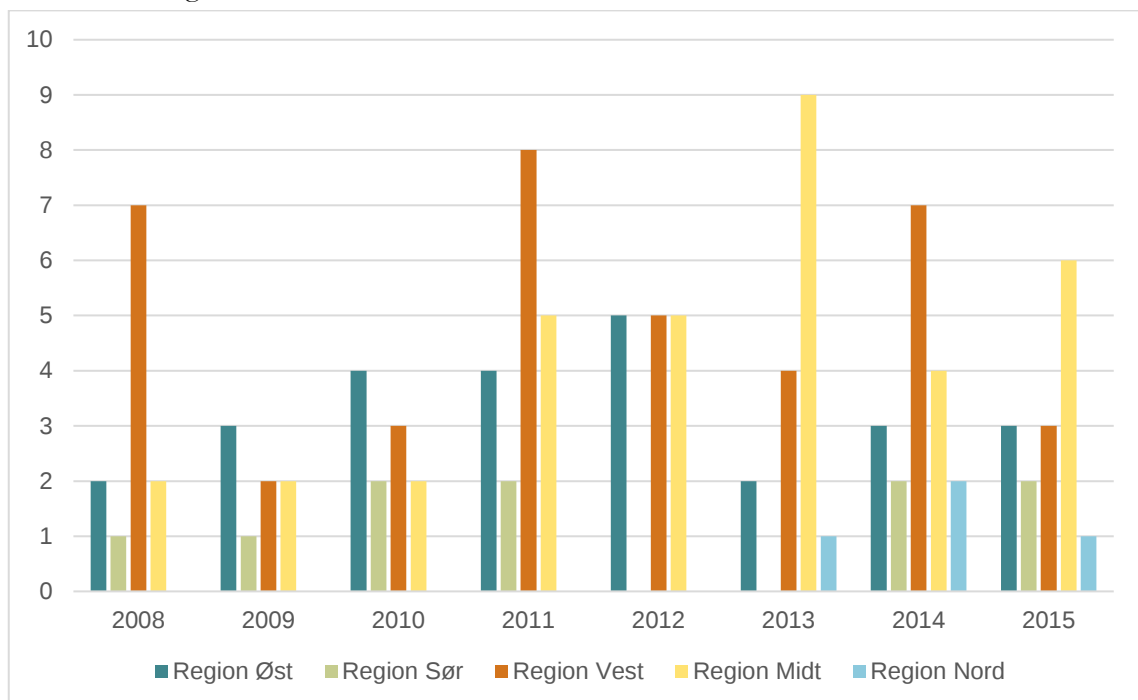
Tabell 3.1 viser at region vest har hatt flest branner og tilløp i perioden, etterfulgt av region øst. Region øst har over 90 vegtunneler, region sør har over 140, region vest har over 560, region midt har over 150 og region nord har over 180 vegtunneler. Det er ikke uventet at region vest har flest branner, gitt at det også er flest vegtunneler i denne regionen. Antallet branner i region øst kan antakelig forklares med at tunnelene denne regionen har høy trafikkmengde.

Tabell 3.1 indikerer også at region vest har hatt en økning i branner i tunneler de siste årene. Dette vises i Figur 3.2. Antallet branner i 2008 og årene 2012-2015 er imidlertid nesten like, så utviklingen er vanskelig å tolke. Det kan også argumenteres for at årene 2009-2011 representerer unntak med lave antall branner. Antall branner varierer betydelig fra år til år i regionene.



Figur 3.2: Branner i norske vegtunneler i perioden 2008-2015 (N=189).

Figur 3.3 viser tilløp i norske vegtunneler i Statens vegvesens fem regioner i perioden 2008-2015. Figur 3.3 indikerer at region midt ser ut til å ha hatt en økning i antall tilløp i perioden, men antallet har gått ned siden 2013. Ellers ser vi at antall tilløp varierer betydelig fra år til år i regionene.



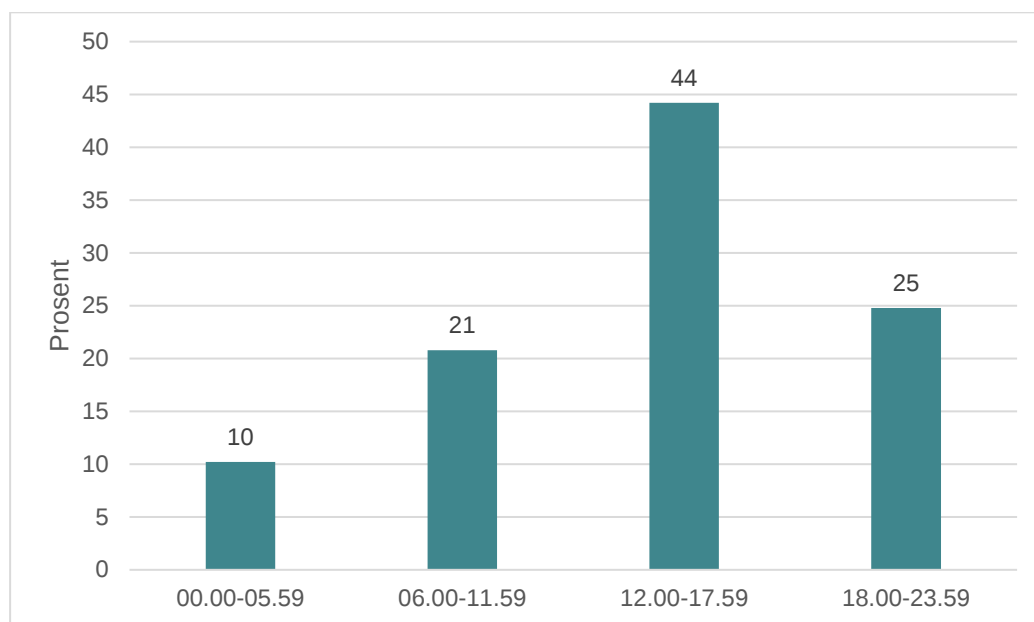
Figur 3.3: Tilløp i norske vegtunneler i perioden 2008-2015 (N=114).

Vi ser av Tabell 3.1 og Figur 3.2 og 3.3 at antall branner og tilløp varierer betydelig fra år til år i regionene. Kjikvadrattester, hvor vi ser på branner og tilløp for årene 2008-2015 i alle regionene, viser ikke signifikante forskjeller. Dette indikerer at fordelingene vi ser av branner og tilløp i ulike regioner og år ikke er signifikant forskjellig fra en tilfeldig fordeling.

Vi har som nevnt ekskludert det vi kaller tvilsomme tilløp fra gjennomgangen i denne rapporten, selv om vi lister dem opp i Vedlegg 1-5. Tvilsomme tilløp oppleves i utgangspunktet gjerne som brann av publikum, nødetater og VTS', og de er en betydelig årsak til at vegtunneler stenges helt i Norge. Det kan nevnes at 2011 også var et maksimumsår for tvilsomme tilløp, med 23 hendelser og at antallet har gått ned siden det. Antallet tvilsomme tilløp gikk ned med 42 %, fra 57 i perioden 2008-2012 til 33 i perioden 2012-2015. Nedgangen skjedde særlig i region midt og region øst. En stor andel tvilsomme tilløp i region midt i den første kartleggingen var relatert til damp i undersjøiske vegtunneler, særlig i Eiksundtunnelen. Disse hendelsene ser ut til å ha gått ned. De har antakelig ikke blitt filtrert ut fra VTS i region midt i den siste kartleggingen, fordi vi fikk et eget dokument med stengt tunnel på grunn av det som i ettertid viste seg å være damp.

3.3 Tidfesting av vegtunnelbrannene og –tilløpene

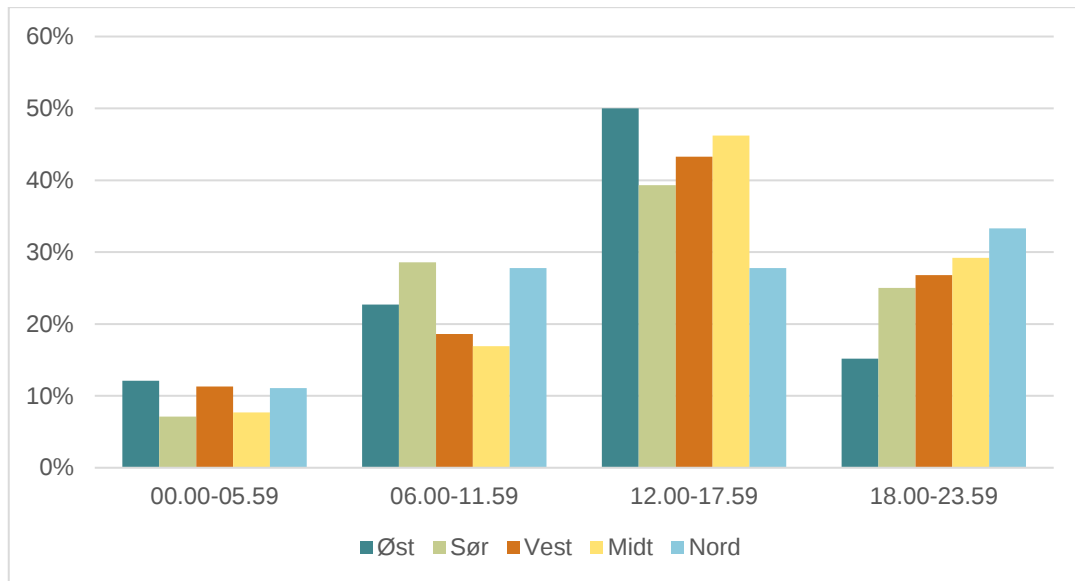
Figur 3.4 viser prosentvis fordeling for når på døgnet branner og tilløp i hele Norge forekommer i perioden 2008-2015. Fordelingene er prosentuert ut fra antallet hendelser i datamaterialet som hvor vi har registrert tidspunkt (N=274).



Figur 3.4 Tid på døgnet for branner og tilløp i hele Norge, prosentvis fordeling (N=274).

Figur 3.4 viser at 44 % av brannene og tilløpene i hele Norge 2008-2015 forekom på ettermiddagen og at totalt 65 % av vegtunnelbrannene og tilløpene til brann forekom i tidsrommet 06.00-17.59. Dette er i tråd med det vi så i den forrige kartleggingen, som viste 70 % i samme tidsrom.

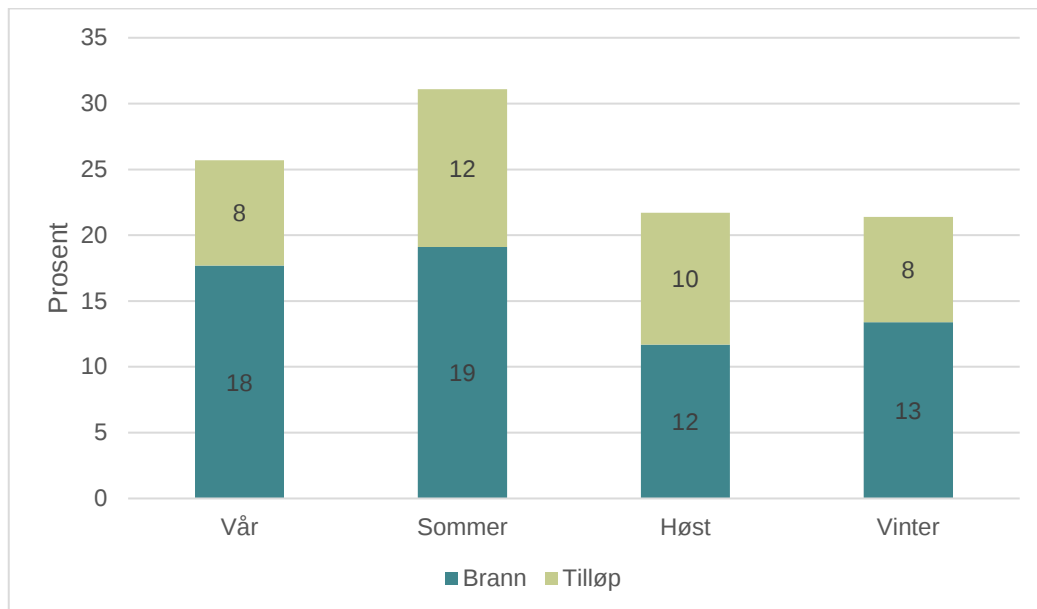
I figur 3.5 ser vi oversikt over tid på døgnet for branner og tilløp fordelt på regionene. Tallene er prosentuert fra det totale antallet branner og tilløp i regionene i perioden.



Figur 3.5: Tid på døgnet for branner og tillop i hele Norge. Fordelinger prosentuert med utgangspunkt i antall branner og tillop i regionen 2008-2015 (N=274).

Figur 3.5 viser at flest tilfeller skjer om ettermiddagen i de fleste regionene, slik som figur 3.4 indikerer. Ellers ser vi ikke nevneverdige forskjeller mellom regionene når det kommer til når på døgnet branner og tillop forekommer. En kjikvadrattest viser ikke signifikante sammenhenger mellom regionene og tid på døgnet for branner og tillop. Det er få hendelser i region nord, så vi bør derfor ikke legge stor vekt på fordelingen i den regionen. Region øst skiller seg ut med færrest hendelser på kvelden og flest på dagen.

I figur 3.6 angis den prosentvise fordelingen for når på året brannene og tillovene til brann skjedde i perioden 2008-2015.

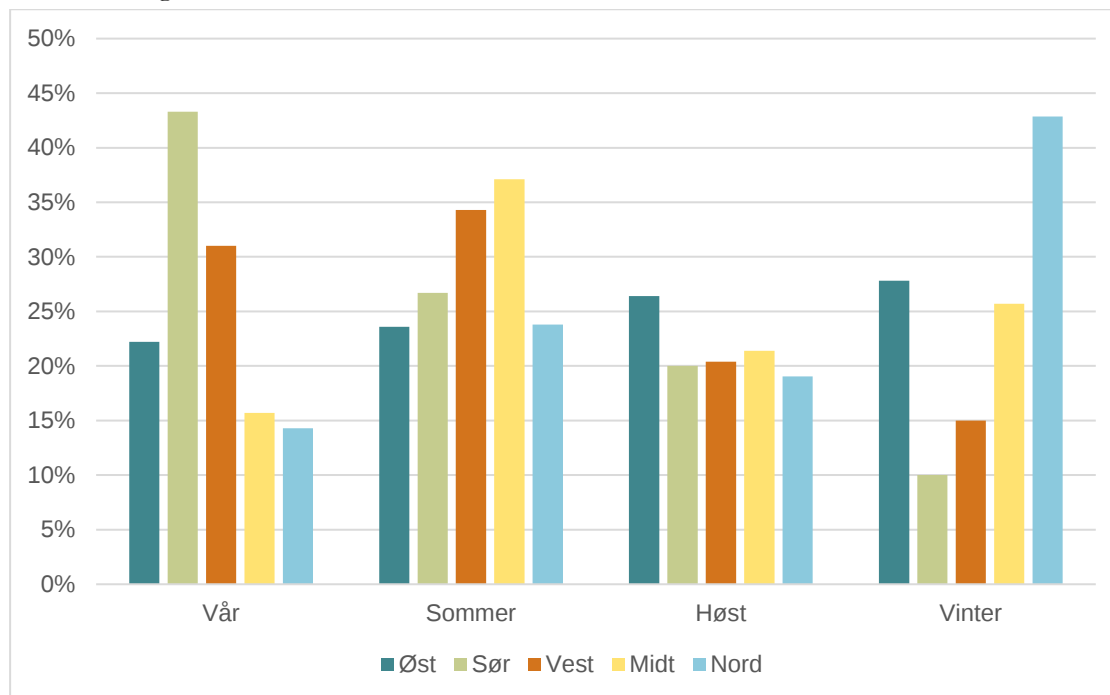


Figur 3.6: Årstid for forekomst av branner og tillop i hele Norge, 2008-2015 (N=299).

Figur 3.6 viser at majoriteten, eller 57 %, av brannene og tilløpene forekom om våren og sommeren. Fordelingene er nesten identiske med de vi fant i forrige kartlegging.

Ser vi på forekomsten av hendelser per måned i hele Norge, 2008-2015, har juni flest hendelser, nærmere bestemt 13 % av hendelsene. November er den måneden med færrest hendelser, nærmere bestemt 5 %. Dette så vi også i forrige kartlegging.

Figur 3.7 og tabell 3.4 viser fordelingene for årstid for forekomster av branner og tilløp i hele Norge. Fordelingene er prosentuert ut fra antall hendelser i de respektive regionene, slik de er angitt i tabell 3.3.



Figur 3.7: Årstid for branner og tilløp i hele Norge. Fordelinger prosentuert med utgangspunkt i branner og tilløp i regionen 2008-2015 (N=299).

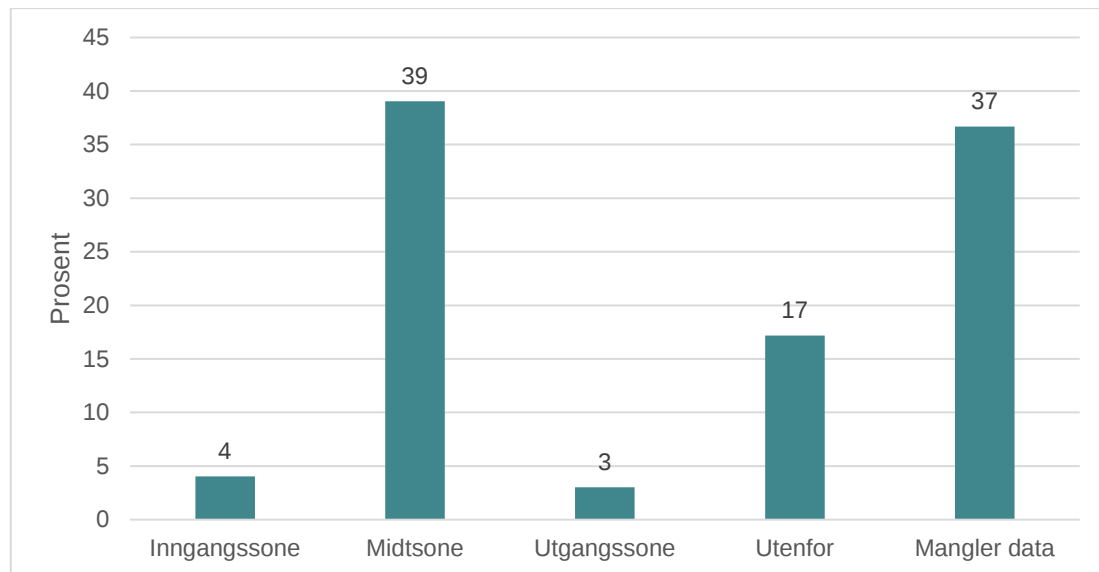
Figur 3.7 indikerer at region øst har en relativt lik fordeling av hendelser gjennom årstidene, det vil si at region øst har flere hendelser på høsten og vinteren enn de andre regionene. Region vest og midt har flest hendelser om sommeren. En kjiqvadrattest viser at det er signifikante sammenhenger mellom regionene og årstidene som branner og tilløp forekommer på ($P=0,026$).

Tabell 3.3: Årstid for branner og tilløp i hele Norge 2008-2015 (N=299). Absolutte tall.

Tidspunkt	Region øst	Region sør	Region vest	Region midt	Region nord
Vår	16	13	34	11	3
Sommer	17	8	37	26	5
Høst	19	6	23	15	4
Vinter	20	3	116	18	9
Antall hendelser:	72	30	108	70	19

3.4 Stedfesting av vegtunnelbrannene og -tilløpene

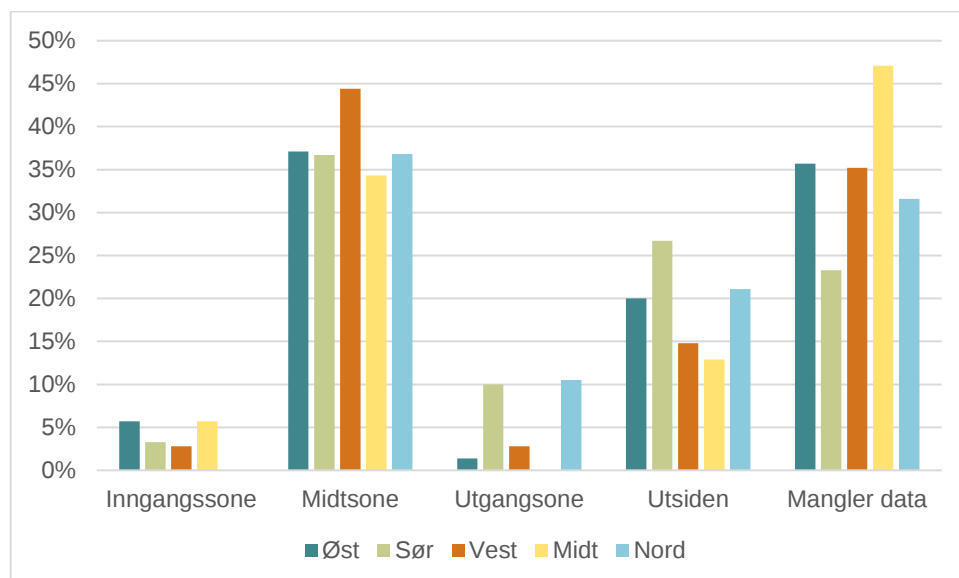
Figur 3.8 viser prosentvis fordeling for forekomst av branner og tilløp i tunnelsoner i hele Norge 2008-2015.



Figur 3.8: Forekomst av branner og tilløp i tunnelsoner i hele Norge 2008-2015. Prosentvis fordeling (N=299).

I 37 % av brannene og tilløpene mangler vi informasjon om hvor i tunnelen de er registrert. Som vi ser av figur 3.8 forekom 39 %, dvs. 116 av brannene og tilløpene i midtsonen.

Figur 3.9 og tabell 3.5 viser hvordan branner og tilløp fordeler seg på de ulike vegtunnelsonene i de ulike regionene.



Figur 3.9: Forekomst av branner og tilløp i tunnelsoner i de ulike regionene i Norge, 2008-2015. Prosentuert med utgangspunkt i antall branner og tilløp i hver region (N=299).

Med noen unntak, ser vi at det ikke er store forskjeller mellom de ulike regionene når det gjelder soner. Vi ser imidlertid at vi i størst grad mangler data på soner i region midt og i minst grad i region sør. Region sør har høyest andel hendelser som er registrert på utsiden.

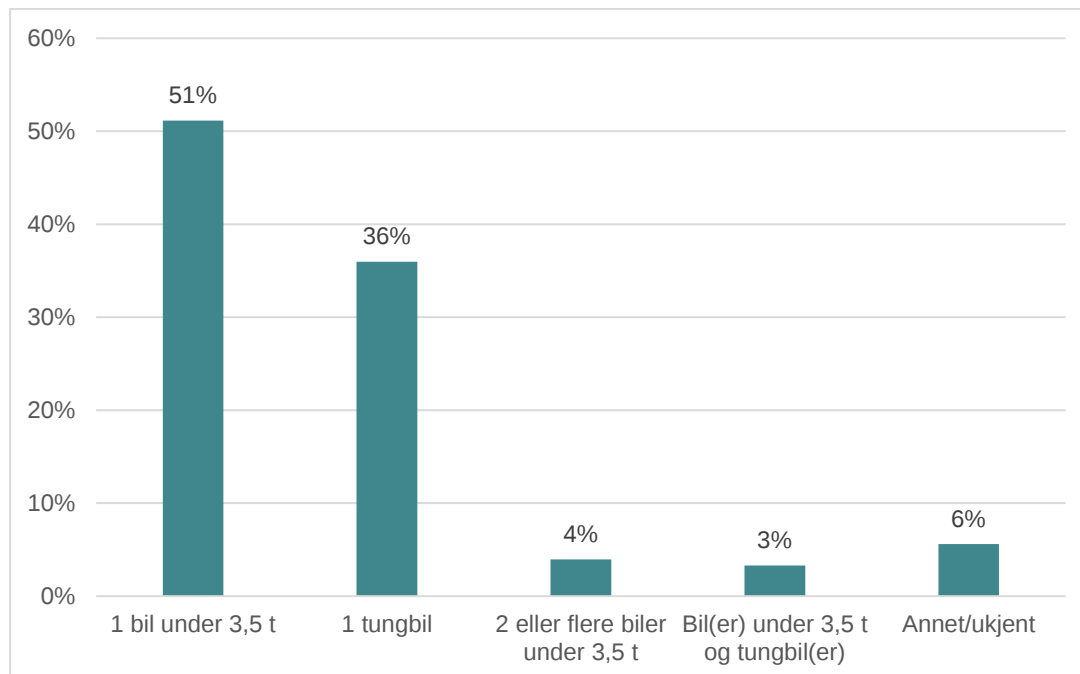
En mulig forklaring er at den gjennomsnittlige tunnellengden i denne regionen er kortere enn i de andre, og at det derfor er noe lettere for kjøretøy å komme ut av tunnelen ved branner og tilløp.

Tabell 3.4: Forekomst av branner og tilløp i tunnelsoner i de ulike regionene i Norge, 2008-2015. Absolutte tall (N=299).

Soner	Region Øst	Region sør	Region vest	Region midt	Region nord	Totalt
Inngang	4	1	3	4	0	12
Midt	26	11	48	24	7	116
Utgang	1	3	3	0	2	9
Utenfor	14	8	16	9	4	51
Mangler data	27	7	38	33	8	115
Antall hendelser	70	30	108	70	19	299

3.5 Antall involverte kjøretøy

Figur 3.10 viser prosentvis fordeling for antall involverte kjøretøy i branner og tilløp i hele Norge 2008-2015, fordelt etter type. I alt 87 % av tilfellene involverer ett kjøretøy. 7 % av hendelsene involverer to eller flere kjøretøy og 6 % av hendelsene er kategorisert som «ukjent» eller «annet», dvs. at informasjon om kjøretøy mangler, eller at hendelsen involverer kjøretøy som ikke er bil, for eksempel mc, ATV eller traktor.



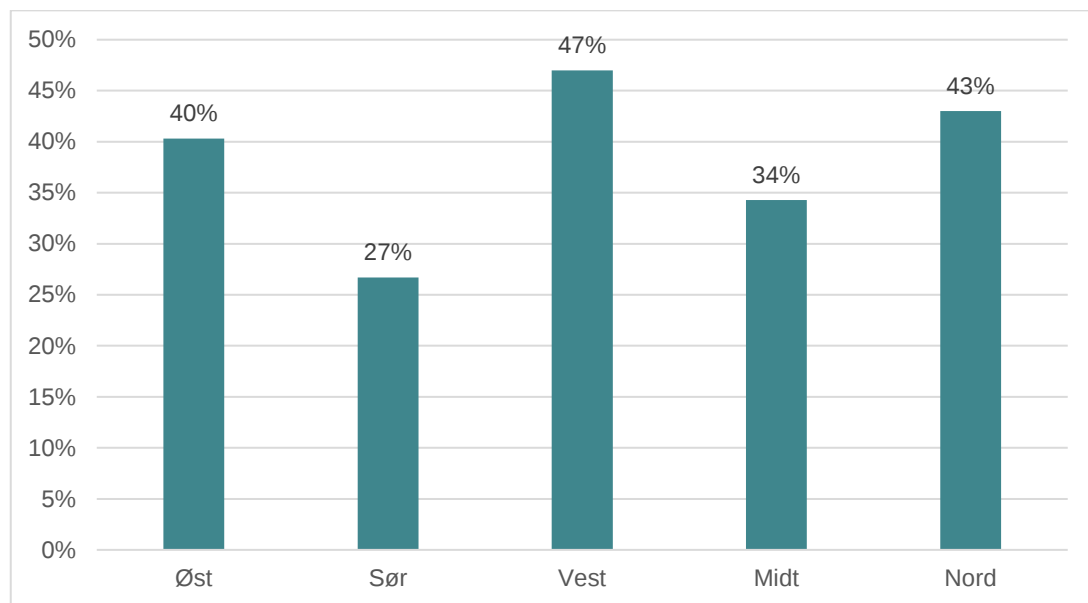
Figur 3.10: Involverte kjøretøy i branner og tilløp i hele Norge 2008-2015, fordelt etter kjøretøytype og kombinasjon, prosentvis fordeling (N=303).

I alt 40 % av brannene og tilløpene involverer tungebiler. 58 % involverer personbiler. Totalt 121 av hendelsene involverer minst én tungbil (>3,5 t), først og fremst tunge godsbiler. Én hendelse involverer to tungebiler. Dette indikerer at tungebilene er overrepresentert i vegtunnelbranner, siden de i snitt utgjør 14 % av trafikkmengden på norske riksveger med vegtunneler. Dette funnet er i tråd med tidligere forskning, både i Norge (Nævestad og Meyer 2012) og internasjonalt (Haack 2002). Totalt 11 av brannene og tilløpene involverer busser. Det vil si at av hendelsene som involverer tungebiler involverte 110 (91 %) tunge godsbiler og 9 % busser.

Tidligere norske studier viser dessuten at tunge kjøretøy er overrepresentert i vegtunnelulykker. Andelen involverte tunge kjøretøy i tunnelulykker (22 % av ulykkene) er dobbelt så høy som trafikkmengden og ulykkesandelen på åpen veg skulle tilsi (Amundsen 1996). Dette er tankevekkende tatt i betraktning den alvorlighetsgraden og det katastrofepotensialet som tungbilulykker i vegtunneler kan ha.

Selv om sannsynligheten for større ulykker er lavere i tunnel enn på vanlig trafikkert veg, er katastrofepotensialet for eksempel knyttet til brann høyere (Jensen et al 2006), slik de tre katastrofebrannene i Mellom-Europa rundt årtusenskiftet indikerer.

Figur 3.11 illustrerer andelen involverte tunge kjøretøy i branner og tilløp i de ulike regionene, prosentuert ut fra antallet hendelser i de respektive regionene.

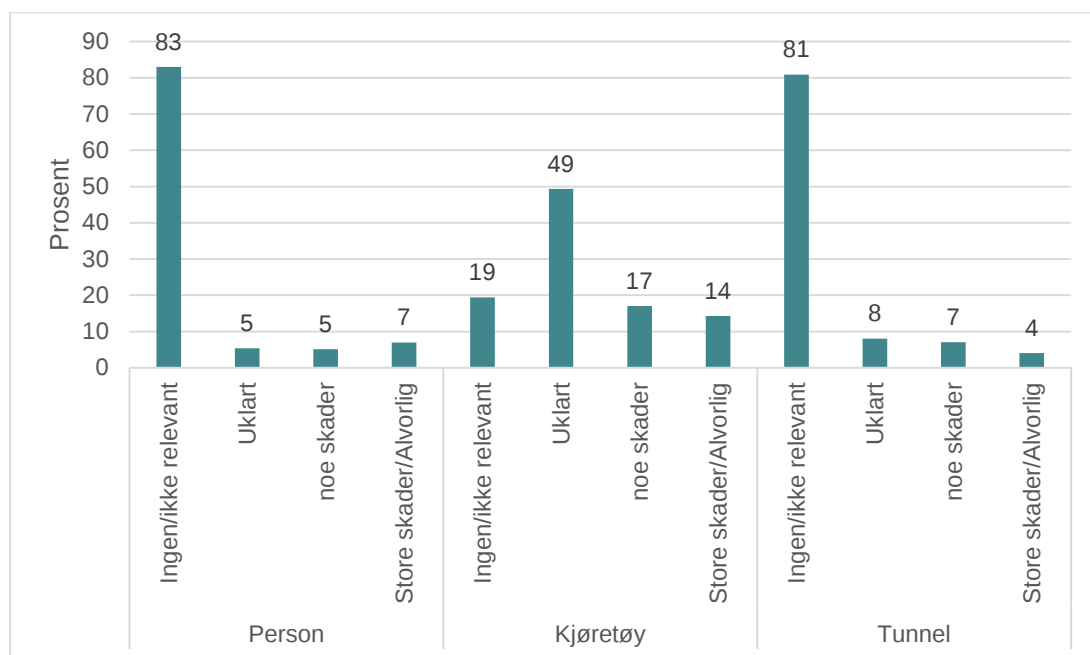


Figur 3.11: Andel involverte tunge kjøretøy i branner og tilløp i hele Norge 2008-2015 (N=303). Prosentvis fordeling prosentuert fra antall branner og tilløp i hver region.

Figur 3.11 viser at det er forskjeller mellom regionene når det gjelder involvering av tunge kjøretøy i brann og tilløp i perioden 2008-2015. Særlig region vest, nord og øst har betydelige andeler med tunge kjøretøy involvert i sine brann og tilløp. En kjikvadrattest viser imidlertid at det ikke er en signifikant sammenheng mellom regioner og andelen tunge kjøretøy som er involvert i branner og tilløp i de ulike regionene.

3.6 Skader på personer, kjøretøy og tunneler

Figur 3.12 viser eventuelle skader ved branner og tilløp i Norge 2008-2015.



Figur 3.12: Skader på person, kjøretøy og tunnel ved branner og tilløp i hele Norge 2008-2015 (N=303).

I alt 252 av hendelsene eller 83 % er registrert som ingen skade på person, eller at hendelsen har vært av en slik art at den ikke har kunnet medføre skade på person. I 5 % av hendelsene har dette vært uklart. Av 303 branner og tilløp vet vi at 15 (5 %) involverte lettere personskader og 13 involverte alvorlige personskader og at åtte involverte dødsfall. Det vil si at 5 % av brannene og tilløpene involverte alvorlig skade eller død.

Alle dødsfallene og 10 av 13 alvorlige personskader er relatert til branner og tilløp som skyldes trafikkulykker. Tekniske problemer har i 8 hendelser ført til lettere personskade og 2 alvorlig skade. Dette er etter alt å dømme personer som har blitt eksponert for røyk. Vi har i Figur 3.12 slått sammen kategoriene død og alvorlig personskade, siden begge kategoriene til sammen inneholder 20 hendelser.

Når det kommer til skade på kjøretøy, ble 62 hendelser eller 19 % klassifisert som ingen/ikke relevant. 145 hendelser eller 49 % ble klassifisert som uklart. Dette er hendelser hvor det har vært brann eller tilløp i kjøretøy uten at det står nevnt noe om skader.¹¹ 50 hendelser eller 17 % involverte noe skader og 42 branner og tilløp eller 14 % involverte store skader på kjøretøy.

241 hendelser eller 81 % involverte ingen/ikke relevant skade på vegtunnel. Dette var uklart i 24 hendelser eller 8 %. 21 hendelser, eller 7 % involverte noe skader på tunnel. 12 hendelser, eller 4 % involverte store skader på tunnel. Dette er hendelser som involverer brann i og skader på PE-skum, eventuelt også skader i betongdekke. Disse hendelsene involverer gjerne helt stengt tunnel i over et døgn.

Figur 3.12 viser først og fremst at vegtunnelbranner og tilløp i henholdsvis over 83 % og 81 % av tilfellene ikke involverer skade på personer eller tunnel. Dette er i tråd med funnene som rapporteres i Vegdirektoratets publikasjonen "Informasjon om brann i vegtunnel – beskrivelse av brannforløp og sikringstiltak" (Vegdirektoratet 1992). Denne

¹¹ Det må i den forbindelse nevnes at kvaliteten på dataene våre er avhengig av den informasjonen som rapporteres i Vegloggen (se side 22). Rapporteringen som gjøres, forestas forståelig nok ikke med tanke på at vi senere skal analysere dataene.

konkluderer med at det er typisk for vegtunnelbrannene at det meget sjelden oppstår skade på personer, men at branner i tunge kjøretøy kan volde større skade.

Figur 3.12 indikerer at det stiller seg noe annerledes med kjøretøy, hvor kategorien ”uklart” er på 49 %. Dette kan vi tolke som at vi i halvparten av brannene og tilløpene har hatt grunn til å tro at det har vært en eller annen form for skade på involverte kjøretøyet, men at loggene ikke har inneholdt noe informasjon om dette. I slike tilfeller er skadegraden klassifisert som uklar. Det bør for øvrig nevnes at vi i tilsammen 31 % av tilfellene har registrert noe eller stor skade på kjøretøy. Tas uklart-kategorien i betraktning, er det god grunn til å tro at andelen noe/stor skade på kjøretøy egentlig er betraktelig større enn 31 %.

Selv om vi konkluderer med at brannene og tilløpene som regel ikke involverer skade på personer, er det viktig å påpeke at de største brannene involverer røykskader. Syv store branner i perioden 2008-2015 førte til røykskader hos totalt 76 personer:

Skatestraumtunnelen, 15.07.2015; Brattlitunnelen, 17.01.2013; Gudvangatunnelen, 05.08.2013; Gudvangatunnelen, 11.08.2015; Oslofjordtunnelen, 23.06.2011; Oslofjordtunnelen, 29.03.2011 og Operatunnelen, 14.06.2015.

Tabell 3.5: Antall røykskadde i syv storbranner i Norge, 2008-2015.

Tunnel	Dato	Antall røykskadde	Kommentar
Skatestraumtunnelen	15.07.2015	5	Lettere røykskader
Brattlitunnelen	17.01.2013	0	
Gudvangatunnelen	05.08.2013	28	66 stk ble sendt på sykehus, derav 28 behandlet for røykskader. 5 klassifisert som meget alvorlig skadde og 23 som alvorlig skadd.
Gudvangatunnelen	11.08.2015	4	Fire personer av fem ble sendt til observasjon og behandlet for røykskader på sykehus.
Oslofjordtunnelen	23.06.2011	32	
Oslofjordtunnelen	29.03.2011	4	Fire personer innbefattet sjåføren ble bragt til sykehus for behandling av mindre røykskader.
Operatunnelen	14.06.2015	3	Tre barn med astma undersøkes av helsepersonell, etter at de har fått i seg noe røyk.
Totalt antall røykskadde		76	

Statens Havarikommisjon for Transport (SHT) viser til at ingen trafikanter har omkommet som følge av branner i vegtunneler i Norge, og at dette kan gi et inntrykk av at slike branner ikke involverer kritiske personskader (SHT 2015). Men deres undersøkelser fra hendelsene i Gudvangatunnelen i 2013 og Oslofjordtunnelen i 2011 viser at trafikantene som ble utsatt for røyk ble påført alvorlige og meget alvorlige skader, med potensiale for akutt livsfare.

SHT viser i granskningsrapporten fra brannen i Gudvangatunnelen i 2013 (SHT 2015) til en alvorlig situasjon når det gjelder røykskader. Hendelsen i Gudvangatunnelen utsatte 67 personer i tunnelen for røyk, der 23 av disse ble alvorlig skadet og fem ble meget alvorlig skadet av røyken (med potensiale for akutt livsfare).

SHT sine betraktninger støttes av Oslo universitetssykehus sin rapport «En retrospektiv analyse av 28 tilfeller av akutt røykskader» (se vedlegg D i SHT 2015). Tidsrommet trafikantene involvert i hendelsen oppholdt seg i tunnelen og ble utsatt for røyk var akkurat

innenfor tåleevnen deres uten å bli utsatt for akutt livsfare. Deres unge alder og gode helse bidro mest sannsynlig til at ikke liv gikk tapt (SHT 2015).

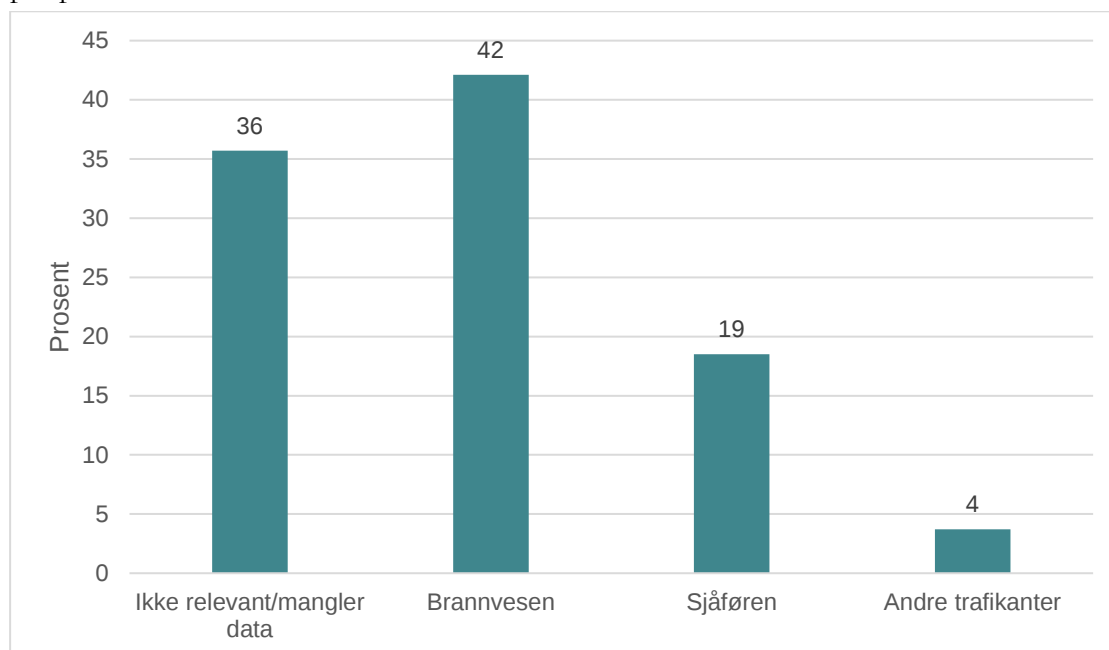
SHTs granskningsrapport fra brannen i Oslofjordtunnelen i 2011 viser også til potensial for stort skadeomfang med tanke på røykskader (SHT 2013). Selv om ingen mistet livet i denne hendelsen, ble 32 av 34 personer utsatt for røyk og sendt på sykehuset.

SHT viser til at nødetatene kommuniserte med trafikantene i Gudvangatunnelen under brannen i 2015 via mobil, som førte til at de ble sittende igjen i bilene sine i stedet for å gå ut i den røykfylte tunnelen. Dette bidro mest sannsynlig til at de potensielle røykskadene som følge av brannen ble begrenset. (SHT 2016).

Statens vegvesen (2016) problematiserer i likhet med SHT det at det ikke er noen offisiell statistikk for personskader på grunn av røyk ved kjøretøybranner i vegtunneler, utover SHTs granskningsrapporter og i de tilfeller det oppstår trafikkuhell. Røykskader blir kun registrert ved eventuell helsesjekk.

3.7 Oversikt over hvordan brannene ble slukket

I figur 3.13, ser vi fordelingen for vegtunnelbrannene og tilløpene i hele Norge, 2008-2015 på spørsmålet "Hvordan ble brannen slukket?"



Figur 3.13: Hvordan ble brannen slukket? Svar fordelt på "Ikke relevant/mangler data", "Brannvesen", "Sjåføren" og "Andre trafikanter". Hele Norge, 2008-2015. Branner og tilløp (N=299).

I 108 tilfeller var slukking ikke relevant eller så manglet vi data. I 125 tilfeller (42 %) slukket brannvesen. I 55 tilfeller slukket sjåføren. I 11 hendelser slukket andre trafikanter.

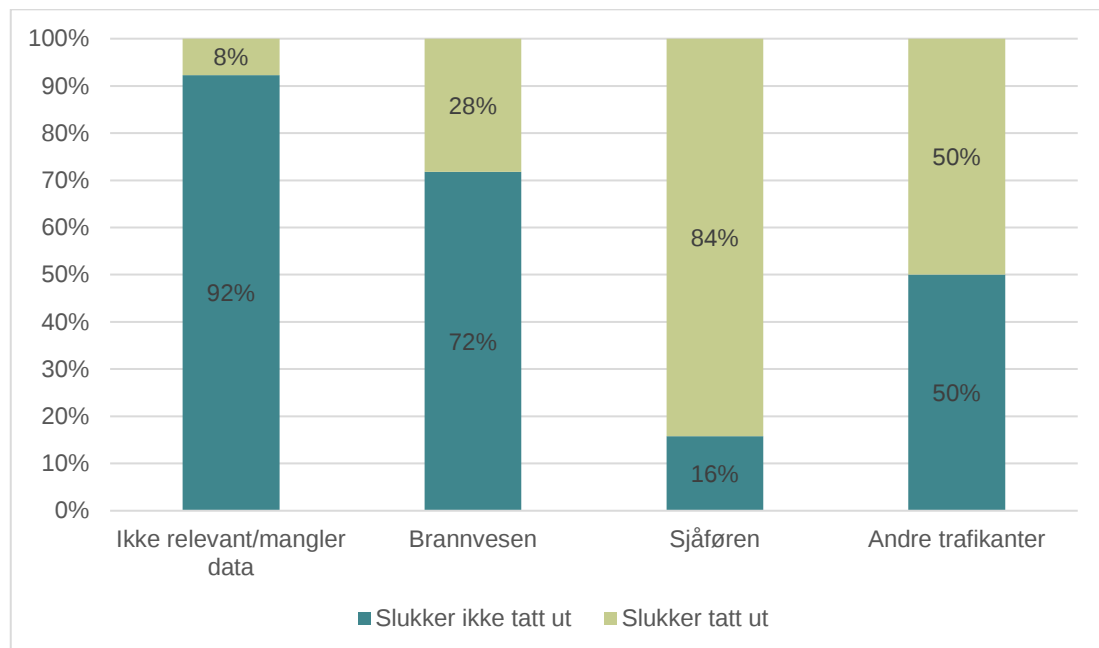
Det må nevnes at tallene for slukking er ufullstendige. Vi har ikke hatt gode nok data til å registrere slukkeinnsatsen til alle involverte parter ordentlig. Loggene til VTS'ene og brannvesenet viser at flere parter gjerne kan være involvert i å slukke en brann i kjøretøy i tunnel. Sjåføren, politi, ambulansepersonell og andre trafikanter kan forsøke å slukke uten å lykkes før brannvesenet kommer.

Disse viktige formene for innsats har vi ikke fått registrert, men vi har fått inntrykk gjennom loggene til brannvesenet av at slik innsats forekommer oftere enn det vi ser

gjennom loggene til VTS'ene. Andre trafikanterers innsats er derfor dessverre underrepresentert i denne undersøkelsen. Det bør også nevnes at brannvesenets slukking antakelig er underrepresentert her, siden de også etterslukker etter at sjåføren eller andre trafikanter har slukket først.

I tillegg er det kanskje slik at sjåføren selv kan prøve å slukke brannen ved hjelp av brannslukkingsapparat i tunnelen uten å lykkes. Dette fikk vi ikke registrert ordentlig i den første kartleggingen (2008-2011), fordi vegloggene kan inneholde informasjon om at brannslukkingsapparat blir tatt ut, uten at det alltid presiseres om de har blitt brukt.

I den siste kartleggingen (2012-2015) har vi derfor inkludert informasjon om hvorvidt brannslukkingsapparat er tatt ut i brannene/tilløpene (N=167). Vi har registrert at det er gjort i 45 av 167 tilfeller i perioden 2011-2015; det er gjort i 29 % av hendelsene som involverer tungebiler, og 71 % av tilfellene som gjelder personbiler. Vi antar at forskjellen skyldes at tungebiler i større grad har brannslukkingsapparat i kjøretøyet, og at sjåførene av disse har et mindre behov for å ta ut apparater som finnes i tunnelene. Vi vet ikke i hvilken grad slukkerne faktisk er brukt av de som har tatt dem ut. Figur 3.14 viser informasjon om hvordan brannen ble slukket og om brannslukkingsapparat er tatt ut.



Figur 3.14: Hvordan brannen ble slukket og om brannslukkingsapparat er tatt ut. Svar fordelt på "Ikke relevant/mangler data", "Brannvesen", "Sjåføren" og "Andre trafikanter". Hele Norge, 2012-2015. Branner og tillopp (N=167).

Figuren viser som ventet at slukkeapparat i størst grad er tatt når sjåførene slukker selv, eller når andre trafikanter slukker. Slukkeapparatene i vegtunnelene ser altså ut til å fylle en viktig funksjon. Vi må imidlertid ta forbehold om små tall.

3.8 Tidsrom som vegtunnelene var helt stengt

Vi mangler data for 63 tilfeller eller 21 % når det kommer til tidsrom tunnelene var helt stengt. Denne andelen er identisk med den vi hadde i forrige kartlegging.

Den prosentvise fordelingen av tidsrom som vegtunneler har vært helt stengt på grunn av vegtunnelbrann og tilløp eller tvilsomme tilløp vises i tabell 3.5.

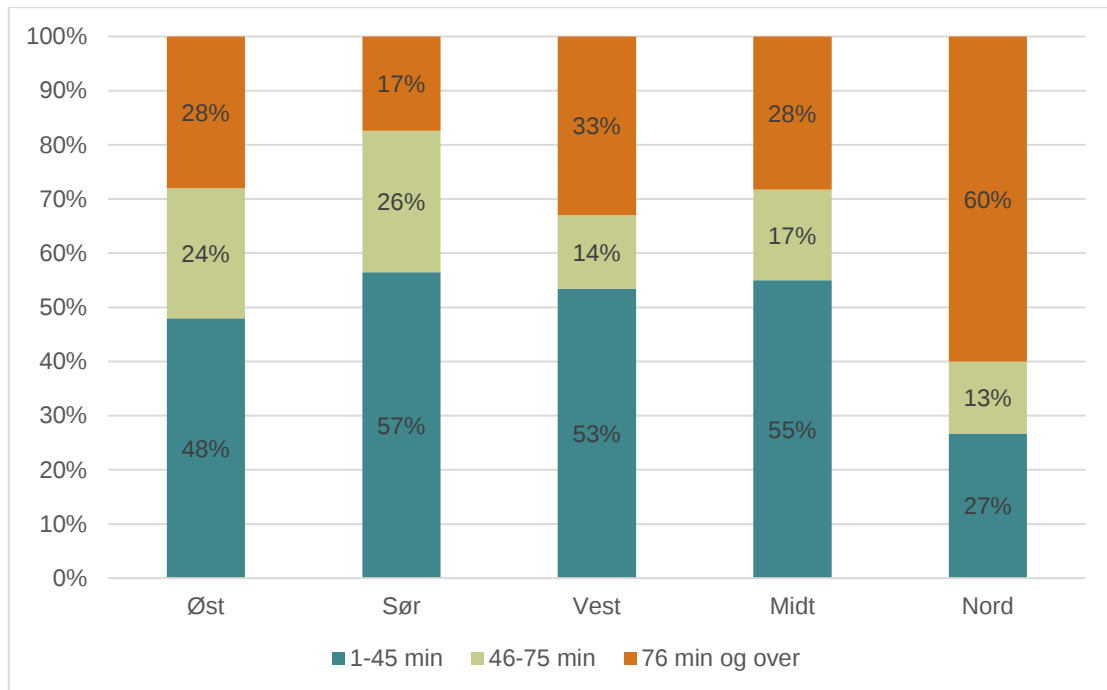
Tabell 3.5: Fordeling på kategorier av minutter helt stengt tunnel ved vegtunnelbranner og tilløp (N=299) hele Norge 2008-2015.

Minutter helt stengt	Branner og tilløp	
Mangler data	63	21 %
1-15 min	26	9 %
16-30 min	64	21 %
31-45 min	31	10 %
46-60 min	24	8 %
61-75 min	18	6 %
76-90 min	12	4 %
91-105 min	9	3 %
106 min og mer	52	17 %
Total	299	100 %

Tabell 3.5 viser at 21 % av brannene involverer stengetid på mellom 16 og 30 minutter, mens 17 % involverer stengetid på 106 minutter eller mer. Totalt 40 % av brannene involverer stengetid på 45 minutter eller mindre. Tidsrommene som vegtunnelene har vært helt stengt på grunn av brann fordeler seg altså særlig på to tidsrom. Det første er mellom 1 og 45 minutter, og det andre er 106 minutter eller mer. (Vi gjør en egen analyse av brannene som har involvert stenging i fire timer eller mer i kapittel 3.14)

Gjennomsnittlig stengetid ved branner i hele Norge 2008-2015 var 54 minutter når vi tar ut de 12 brannene som involverte stengning i mer enn 1000 minutter. Tar vi ut de 11 brannene som involverte stengetid i mer enn 500 minutter blir gjennomsnittlig stengetid 42 minutter. Gjennomsnittlig stengetid ved tilløp i hele Norge 2008-2015 var 32 minutter, mens det var 22 minutter for tvilsomme tilløp.

Figur 3.14 viser tidsrom vegtunneler har vært helt stengt på grunn av brann og tilløp i Statens vegvesens regioner i perioden 2008-2015. Figuren viser prosentvise fordelinger, som er prosentuert med utgangspunkt i antall hendelser som det finnes informasjon om stengetid for i hver region i perioden (N=236). Disse vises i Tabell 3.6.



Figur 3.14: Tidsrom vegtunneler har vært helt stengt pga brann og tillop i Statens vegvesens regioner i perioden 2008-2015. Prosentvis fordeling. Prosentuert med utgangspunkt i antall hendelser i hver region i perioden N=236. Det manglet informasjon i 67 av brannene og tillovene i perioden.

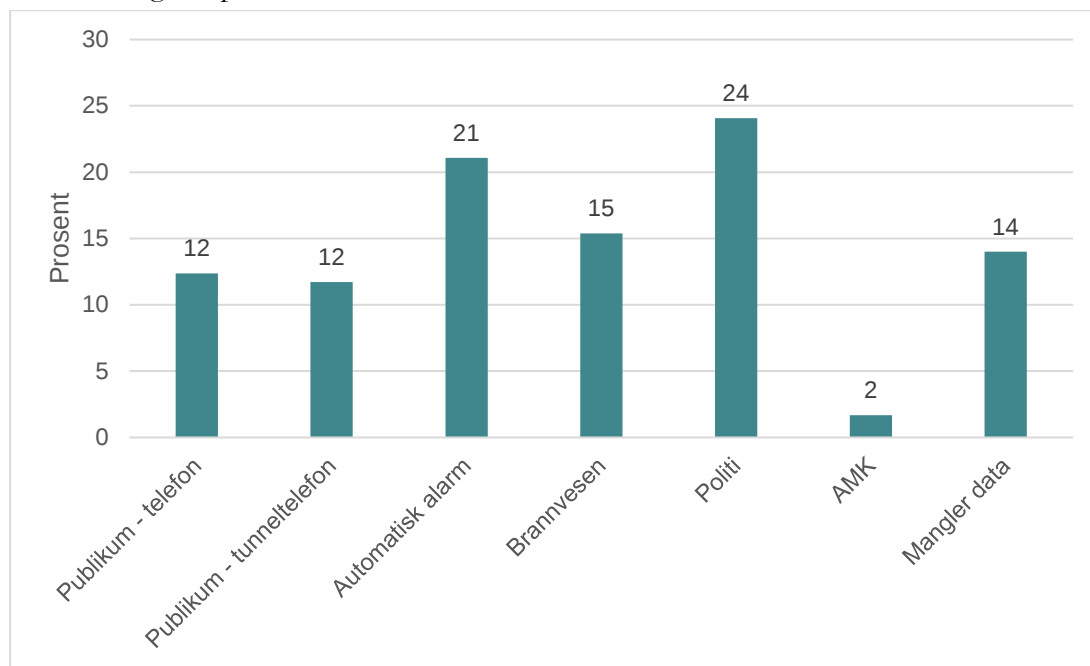
Region nords høye andel med lengst stengetid er iøynefallende, men denne er basert på et lite antall hendelser. Ellers indikerer figuren ikke store forskjeller mellom fordelingene for stengetid i regionene. En kjikvadrattest viser at det ikke er en signifikant sammenheng mellom region og stengetid.

Tabell 3.6 Tidsrom vegtunneler har vært helt stengt pga. brann og tillop i Statens vegvesens regioner i perioden 2008-2015. Absolutte tall. Det manglet informasjon i 67 av brannene og tillovene i perioden. Det totale antall hendelser blir da 236.

Minutter stengt	Region øst	Region sør	Region vest	Region midt	Region nord	Antall hendelser:
1-15 min	4	2	11	9	0	26
16-30 min	9	8	26	18	3	64
31-45 min	11	3	10	6	1	31
46-60 min	10	3	5	5	1	24
61-75 min	2	3	7	5	1	18
76-90 min	0	1	7	3	1	12
91-105 min	2	1	3	1	2	9
106 min eller mer	12	2	19	13	6	52
Antall hendelser	50	23	88	60	15	236

3.9 Oversikt over hvordan brannene og tilløpene ble varslet

I figur 3.15 vises den prosentvise fordelingen med hensyn til hvordan vegttunnelbrannene og tilløpene ble varslet. De største andelene varslinger har politi med 24 % og publikum med 24 %, dersom vi slår sammen deres varslinger: egen telefon og tunneltelefon (hhv. 12 % og 12 %), etterfulgt av varsling via automatisk alarm i vegtunnelene (21 %). 15 % av brannene og tilløpene ble varslet av brannvesenet.



Figur 3.15: Varsling av vegttunnelbranner og tilløp i hele Norge 2008-2015 (N= 299). Prosentvis fordeling.

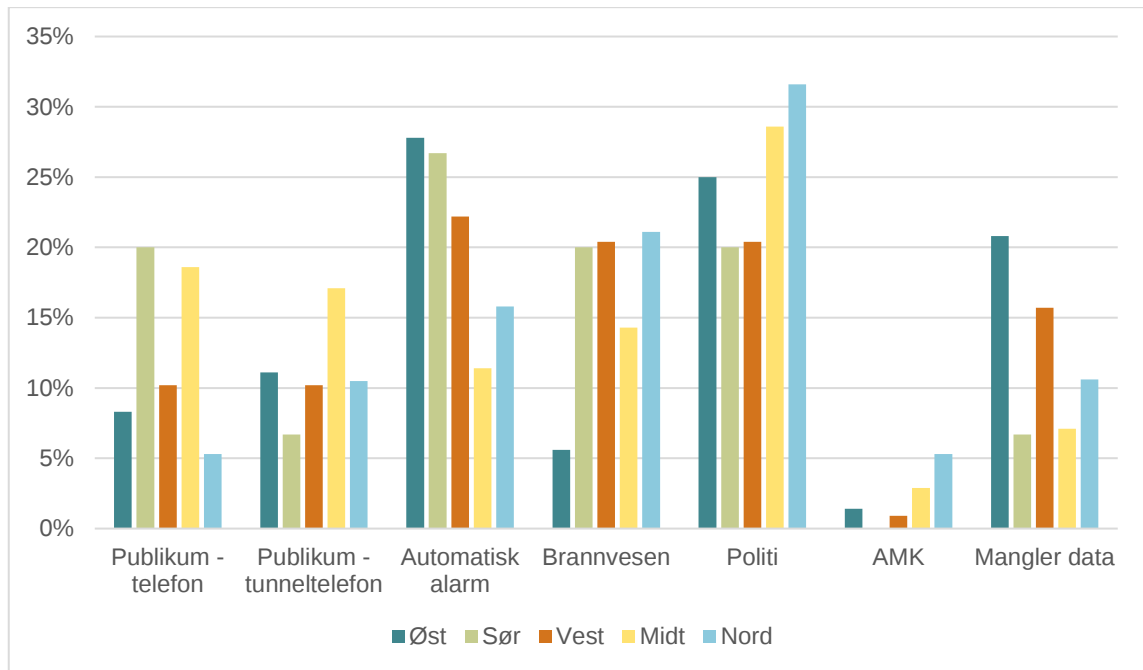
Det bør nevnes at de fleste hendelsene som varsles til VTS'ene av brannvesen og politi, antakelig varsles av publikum først. Vi kan derfor gå ut fra at den reelle andelen vegttunnelbranner og tilløp som varsles av publikum er større enn det figur 3.15 viser.

Figur 3.15 viser at varslingsteknologien i vegtunnelene fyller en viktig funksjon. Dette viser både andelen for automatisk alarm og andelen varslinger fra publikum som bruker tunneltelefon. Disse andelene utgjør til sammen 33 %.

En tidligere norsk studie (Jensen et al 1997 i Stene et al 2003) indikerer at folk kan ha manglende kunnskap om varslings- og overvåkingssystemer i norske vegtunneler. Folk kan for eksempel unnlate å bruke nødtelefoner ved havarier og drivstoffmangel fordi de tror det kan medføre kostnader eller ubehageligheter. Trafikanter mangler dessuten ofte kunnskap om hva slags assistanse de kan få og den betydningen som varsling har for andres sikkerhet (Jenssen et al i Stene et al 2003: 19).

Figur 3.15 indikerer imidlertid at en betydelig andel trafikanter benytter varslingsystemene som finnes i de norske vegtunnelene. Dette er i tråd med en annen tidligere norsk studie (Amundsen og Østenstad 1992). I denne studien svarte 74 % av respondentene at de ved stopp i tunnelene ville brukt nødtelefonene for å tilkalle hjelp, mens 12 % ville brukt mobiltelefon. 8 % ville forlatt bilen og gått ut av tunnelen.

Figur 3.16 viser den regionsvise varslingen av vegttunnelbranner og tilløp i hele Norge 2008-2015. Fordelingene i figur 3.16 er prosentvise og basert på antall hendelser i regionen i perioden.



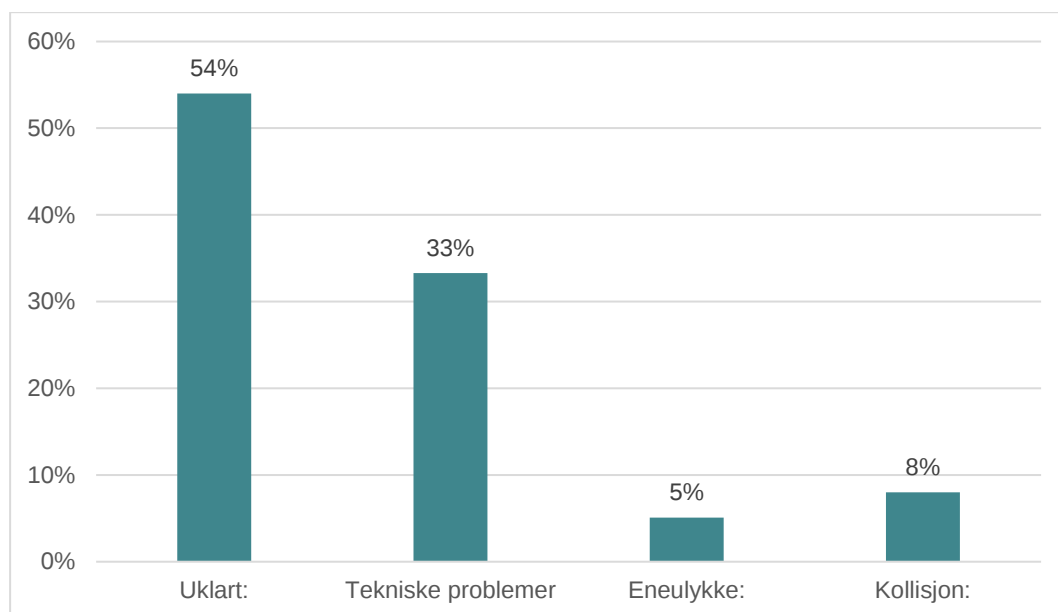
Figur 3.16: Regionsvis varsling av vegtunnelbranner og tilløp i hele Norge 2008-2015 (N= 299). Prosentvis fordeling prosentuert ut fra antall hendelser i regionen i perioden.

Dersom vi kun ser på de største andelene i varslingskategoriene i hver region, viser figur 3.16 at den hyppigste varlingsmåten i region sør og region øst er VTS'enes automatiske alarmer i vegtunnelene, med henholdsvis 28 % og 27 %. Politi er fremste varsler i region nord og midt, med andeler på henholdsvis 32 % og 29 %. Vi minner om det lave antallet hendelser i region nord, som gjør at prosentandeler fra denne regionen i liten grad egner seg for sammenligninger. Automatisk alarm er den hyppigst forekommende varslingsmåten i region vest (22 %), men i denne regionen er varsling fra brannvesen og politi omtrent like hyppig forekommende (begge 20 %). Gitt at vi kan anta en lavere automatisk overvåking («Automatic Incident Detection») av vegtunneler i region nord, er det interessant å se at politiet er fremste varsler her. En kjikvadrattest viser at det er signifikante forskjeller mellom regionene når det kommer til varslingstypene ved brann og tilløp i regionene ($P=0,040$).

Endelig bør det nevnes at denne statistikken er basert på første varsling. Hendelser varsles gjerne flere ganger til VTS'ene av ulike parter. Figur 3.16 er derfor noe misvisende, og dette forbeholdet bør tas når man leser tabellen.

3.10 Årsakene til vegtunnelbrann eller –tilløp

Figur 3.17 viser oversikt over årsaker til vegtunnelbrann eller –tilløp i hele Norge 2008-2015.



Figur 3.17: Oversikt over årsaker til vegtunnelbrann eller –tillop i hele Norge 2008-2015 (N= 303).

Den største årsakskategorien er ”uklart”, med 54 % for hele Norge 2008-2015. Størrelsen på denne andelen skyldes i noen grad at vi har ufullstendige data. I tillegg ser vi at trafikkulykker (eneulykke og kollisjon) er en betraktelig mindre viktig årsak til vegtunnelbranner og tillop enn tekniske problemer. Tekniske problemer er den fremste kjente årsaken til vegtunnelbranner og tillop.

En sammenlikning av Tabell 3.7 og tilsvarende tall i den forrige kartleggingen indikerer at antallet branner og tillop i vegtunneler som skyldes eneulykker og kollisjon har gått ned i årene 2012-2015, når vi sammenligner med de fire foregående årene. Andelen i forrige kartlegging var henholdsvis 7 % og 12 %. Eneulykke var oppgitt som årsak i 9 branner og tillop i perioden 2008-2011 og 6 i 2012-2015. Kollisjon var oppgitt som årsak i 16 hendelser i perioden 2008-2011 og 7 i 2012-2015.

Tabell 3.7 gir en regionsvis oversikt over årsaker til vegtunnelbranner og –tillop i hele Norge i perioden 2008-2015.

Tabell 3.7: Regionsvis oversikt over årsaker til vegtunnelbrann og -tillop i hele Norge 2008-2015 (N= 135)

	Region øst	Region Sør	Region vest	Region midt	Region nord	Fordeling for Norge	Antall hendelser
Uklart	53 %	47 %	65 %	41 %	55 %	54 %	162
Tekniske problemer	33 %	40 %	23 %	45 %	45 %	33 %	101
Eneulykke	6 %	3 %	5 %	7 %	0 %	5 %	15
Kollisjon	8 %	10 %	8 %	7 %	0 %	8 %	23
Antall hendelser	72	30	110	69	20	100 %	301

Vi ser at andelen hendelser med tekniske problemer som årsak er størst i region midt og minst region vest. Andelen hendelser med trafikkulykker som årsak er størst i region midt og øst (begge 14 %) og minst i region nord. En kjikvadrattest viser at det ikke er signifikante forskjeller mellom regionene når det kommer til årsaker.

Det at tekniske problemer er en betydelig årsak til hendelser i vegtunneler har også blitt understreket i tidligere norske studier. Amundsen og Engebretsen (2004) undersøkte 3156 loggførte vegtunnelhendelser ved de fem regionale VTS'ene i Norge. Materialet dekket perioden fra mai 2001 til og med november 2003. I et gjennomsnittså var om lag 1300 hendelser registrert, antakelig med et betydelig mørketall i tunneler uten ITV. Hvis vi ser bort fra en relativt stor kategori av hendelser som er kategorisert som "annet" (litt over 15 %), eller hendelser hvor årsak ikke er oppgitt, var teknisk feil på kjøretøy den hyppigste årsaken med 39,7 %, etterfulgt av bensinmangel med 14,9 %. 77 % av de registrerte kjøretøyene var personbiler, mens 20 % var tunge kjøretøy.

Tabell 3.8 viser årsakene til branner og tilløp i hele Norge i perioden 2008-2015.

Tabell 3.8: Årsakene til vegtunnelbranner og tilløp i hele Norge 2008-2015 (N= 301)

Årsakskategorier	Brann	Tilløp	Antall hendelser
Uklart	64 %	38 %	162
Tekniske problemer	23 %	51 %	101
Eneulykke	5 %	5 %	15
Kollisjon	9 %	6 %	23
Antall hendelser	187	114	301

Vi ser at tekniske problemer oppgis over dobbelt så ofte som årsak til tilløp (røykutvikling) som til brann, og at årsakskategorien «Uklart» oppgis langt oftere for branner enn tilløp.

Tabell 3.9 viser årsakene til vegtunnelbranner og tilløp for biler under og over 3,5 t i hele Norge 2008-2015.¹²

Tabell 3.9: Årsakene til vegtunnelbranner og tilløp for biler under og over 3,5 t i hele Norge 2008-2015 (N= 291)

Årsakskategorier	Biler under 3,5 t	Biler over 3,5 t	Antall hendelser
Uklart	61 %	41 %	154
Tekniske problemer	20 %	52 %	95
Eneulykke	8 %	1 %	15
Kollisjon	11 %	7 %	27
Antall hendelser	175	116	291

Tabell 3.9 viser at tekniske problemer er en mer enn dobbelt så hyppig årsak til vegtunnelbranner og tilløp i biler over 3,5 tonn, som for biler under 3,5 tonn. Tabellen viser også at trafikkulykker (eneulykker og kollisjon) er en over dobbelt så hyppig årsak til branner og tilløp i biler under 3,5 tonn, som for biler over 3,5 tonn. En kjikvadrattest viser signifikante forskjeller mellom hendelser som involverer biler over og under 3,5 tonn når det kommer til årsaker.

Tabell 3.10 viser årsakene til vegtunnelbranner og tilløp som involverer personskade, i hele Norge 2008-2015

¹² Antallet hendelser er 291 i denne tabellen fordi tabellen tar utgangspunkt i biler over og under 3,5 t. En liten andel (6 %) av hendelsene gjelder andre kjøretøy (ATV, traktor, MC) eller ukjent kjøretøy.

Tabell 3.10: Årsakene til vegtunnelbranner og tillop som involverer personskade, i hele Norge 2008-2015 (N= 294)

Årsakskategorier	Ingen skade	Uklart	Lettere skadet	Alvorlig skade/død	Antall hendelser
Uklart	91 %	5 %	2 %	1 %	100 %
Tekniske problemer	91 %	2 %	6 %	1 %	100 %
Eneulykke	36 %	0 %	14 %	50 %	100 %
Kollisjon	17 %	26 %	13 %	44 %	100 %
Antall hendelser	247	16	15	20	298

Det fremgår av tabell 3.10 at det nesten utelukkende er brannene og tillovene som har eneulykker og kollisjoner som årsak som involverer personskade. Årsaken ”tekniske problemer” forårsaket i 6 % av tilfellene lettere personskade. Årsaken ”eneulykke” forårsaket i 64 % av tilfellene lettere personskader eller alvorlig personskade/død. Årsaken ”kollisjon” forårsaket i 57 % av tilfellene lettere personskader eller alvorlig personskade/død.

3.11 Brannventilasjon

Vi har også forsøkt å registrere bruk av brannventilasjon i vegtunnelene i brannene og tillovene. Dette styres av VTS’ene, i de vegtunnelene de har styring over. Tabell 3.11 viser bruken av brannventilasjon ved branner og tillop i hele Norge 2008-2015.

Tabell 3.11: Bruk av brannventilasjon ved branner og tillop i hele Norge 2008-2015. Prosentvis fordeling.

Brannventilasjon	Brann	Tilløp	Totalt	Antall hendelser
Vet ikke	66 %	53 %	61 %	184
Nei	3 %	5 %	4 %	11
Ja	33 %	42 %	35 %	108
Total	189	114	100 %	303

Vi ser at VTS’enes logger (og de andre kildene vi har benyttet) mangler informasjon om bruk av brannventilasjon i 61 % av tilfellene. Andelen tilfeller hvor det dokumenteres at brannventilasjon ikke brukes er på 4 %. Dette kan være tilfeller hvor operatørene skriver at de av ulike grunner mener at et annet viftetrinn enn brannventilasjon er mest hensiktsmessig, eller tilfeller hvor brannvesen ber om at vifter skruses av eller at vifter settes i et annet trinn enn brannventilasjon.

De ulike VTS’ene registrerer i noe ulik grad hvorvidt de anvender brannventilasjon ved brannene. ”Vet ikke” kategorien er på 74 % i region øst, 60 % i region sør, 57 % i region vest, 49 % i region midt og 62 % i region midt.

3.12 Brannbelastning

Brannbelastning eller varmeproduksjon måles gjerne i megawatt (MW). Vi har som nevnt tatt utgangspunkt i grove inndelinger som er hentet fra SHTs rapport fra Oslofjordtunnelbrannen 23.06.2011 (SHT 2013: 49): A) 1 personbil: 1,5-9 MW (flest under 5 MW), B) 2 personbiler: 3,5-10 MW, C) 3 personbiler: 7-16 MW, D) Liten lastebil: 13-47 MW og E) Stor lastebil/ vogntog: 66-202 MW

I alt 50 av brannene har vi ikke klart å beregne MW på, fordi vi ikke hadde tilstrekkelig informasjon om kjøretøy.

Vi har syv «sikre» estimerer fra SHT rapporter og Statens vegvesen (2016).¹³ Disse er med ett unntak inkludert i de ulike kategoriene brannbelastning. Unntaket er brannen i Skatestraumtunnelen i 2015, hvor en tankbilhenger med 16,500 liter med bensin brant og skapte en brannbelastning på MW 440.

Tabell 3.12: Anslått brannbelastning i kjøretøybranner i Norske vegtunneler 2008-2015 (N=303).

Kjøretøy	Branneffekt (MW)	Antall kjøretøybranner
1 personbil*	< 5	148
2 personbiler	3,5 - 10	2
3 personbiler	7 - 16	2
Tungbil 3,5-7,5 t**	13 - 47	16
Tungbil >7,5 t***	66 - 202	22
Skatestraumtunnelen tankbil	440****	1
	Usikkert	112
Totalt antall kjøretøybranner		303

*=personbil inkl. MC og ATV

**= tungbil (inkl. traktor) 3500kg - 7500 kg

***= tungbil >7500 kg

****= sikker kilde (SHT/SVV)

3.13 Branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler

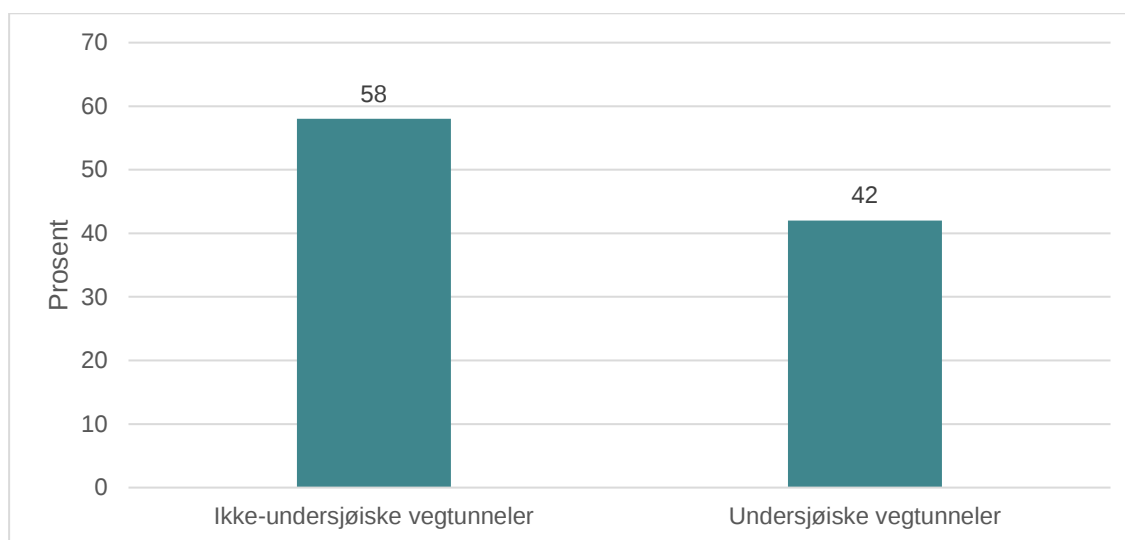
Undersjøiske vegtunneler har gjerne høy stigningsgrad som kan øke risikoen for brann og tilløp i tunge kjøretøy, enten fordi bremses kan gå varme på veg nedover i tunnelen, eller at motoren havarerer på veg oppover i tunnelen. Vi har derfor registrert hvorvidt brannene og tilløpene forekommer i undersjøiske vegtunneler.

Det finnes 33 undersjøiske vegtunneler i Norge: region øst har tre, region sør har én, region vest har 10, region midt har 10 og region nord har 9. Region nord har egentlig 10 undersjøiske vegtunneler, men vi holder Melkøysundtunnelen utenfor, siden den kun er for petroleumsvirksomhet.

¹³ De syv sikre estimatene av brannbelastning er: Gudvangatunnelen 11. august 2015: 30 MW, Skatestraumtunnelen 15. juli 2015: 440 MW, Fedaheittunnelen 11. august 2014: 10 MW, Kannflogettunnelen 4. februar 2014: 20-50 MW, Bragernestunnelen 4. mars 2013: 5-10 MW, Gudvangatunnelen 5. august 2013: 25-45 MW og Oslofjordtunnelen 23.juni 2011: 70-90 MW.

Siden det er stigningsgraden som ser ut til å øke risikoen for brann og tilløp, har vi også registrert vegtunneler som ikke er undersjøiske, men som har høy stigningsgrad (definert som stigning på over 5 %). Disse finnes, så vidt vi vet, utelukkende i region vest, som har 24 slike tunneler. Vi har derfor tatt disse med i analysen. Siden de fleste av disse 57 tunnelene og de tilhørende brannene er undersjøiske, refererer vi til vegtunnelene med høy stigningsgrad som undersjøiske.

Det finnes dermed minst 57 vegtunneler i Norge med høy stigningsgrad.¹⁴ De utgjør til sammen omtrent 5 % av vegtunnelene i Norge, og 14,5 % av tunnelkilometerne i Norge (165/1134). I figur 3.18 under ser vi at disse 5 % av vegtunnelene i Norge hadde 42 % av brannene og tilløpene i perioden 2008-2015.



Figur 3.18: Fordeling av branner og tilløp i ikke-undersjøiske og undersjøiske vegtunneler i hele Norge 2008-2015 (N=303).

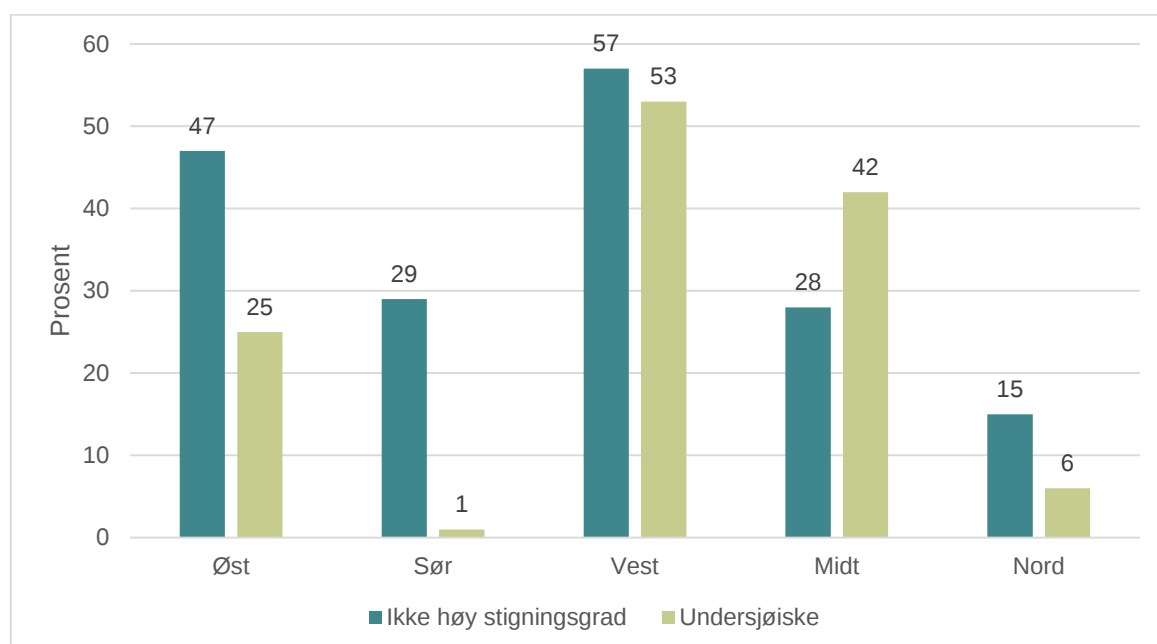
Det årlige antallet branner og tilløp per år per kilometer tunnel i Norge generelt er 0,03 (38/1134). Vi kan imidlertid skille mellom branner og tilløp i vegtunneler med høy stigningsgrad og uten høy stigningsgrad. Førstnevnte har i snitt 15,9 branner og tilløp per år (127/8), mens sistnevnte har 22 branner og tilløp per år (176/8). Dette gir 0,1 branner og tilløp (15,9/165) per år per kilometer tunnel med høy stigningsgrad mot 0,02 branner og tilløp (22/969) per år per kilometer tunnel uten høy stigningsgrad. De førstnevnte er med andre ord 5 ganger mer brannutsatte. Vi ser dermed at undersjøiske vegtunneler er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tilløp i kjøretøy i norske vegtunneler i perioden 2008-2015. Tabell 3.13 viser antall tunneler og tunnelkilometer med og uten høy stigningsgrad.

¹⁴ Se Vedlegg 6 for en utfyllende liste over disse 57 vegtunnelene med lengde og stigningsgrad.

Tabell 3.13: Antall tunneler og tunnelkilometer med og uten stigning over 5 % i Norge per oktober 2016. Kilde: Statens vegvesen. Oktober 2016.

Tunnellengde i km	Alle tunneler		Tunneler brattere enn 5 %	
	Antall	Lengde i km	Antall	Lengde i km
0 – 0,499	598	122	10	2
0,5 – 0,999	216	154	6	5
1,0 – 2,999	224	383	16	28
3,0 – 4,999	54	208	12	46
5,0 – 9,999	30	199	13	84
10,0 +	5	68	0	0
Sum	1127	1134	57	165
Uten høy stigningsgrad	1070	969		

Figur 3.19 viser den regionsvise fordelingen av branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler i Norge i absolutte tall.



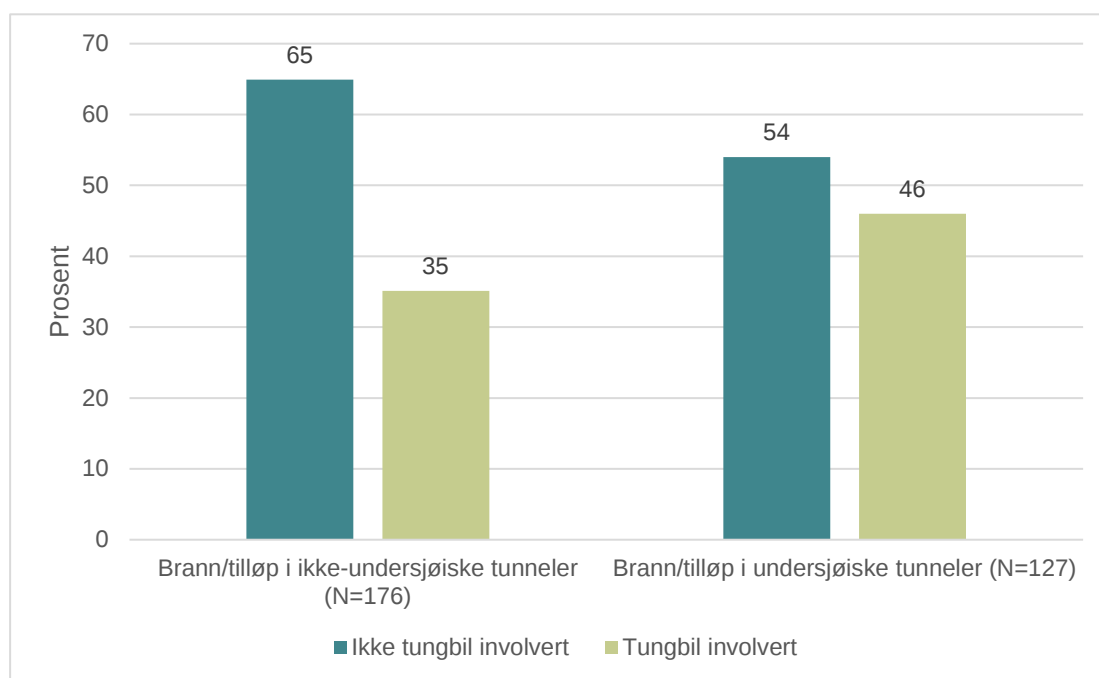
Figur 3.19: Regionsvis fordeling av branner og tilløp i ikke-undersjøiske og undersjøiske vegtunneler i hele Norge 2008-2015. Absolutte tall (N=303).

Region midt har størst andel branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler, 42 av 70 hendelser, eller 60 %. (Regionen har totalt 10 undersjøiske tunneler). Dette er i tråd med det vi fant i forrige kartlegging. I alt 10 av 70 branner og tilløp i region midt forekom i Eiksundtunnelen, 8 i Hitratunnelen, 8 i Valderøytunnelen, 7 i Ellingsøytunnelen, 3 i Frøyatunnelen, 1 i Atlanterhavstunnelen og 1 i Godøytunnelen. Vi ser altså at 38 av de 70 brannene og tilløpene i regionen, eller 54 % forekom i 7 av vegtunnelene i region midt. Disse 7 tunnelene har det til felles at de er undersjøiske. 54 % av de 70 brannene og tilløpene i tidsrommet april 2008-2015 forekom altså i omtrent 5 % av vegtunnelene i region midt. Dette indikerer at undersjøiske vegtunneler har en betraktelig høyere risiko for branner og tilløp enn andre tunneler.

Region vest har relativt lik fordeling av branner i ikke-undersjøiske vegtunneler og undersjøiske vegtunneler (hhv. 52-48 %) (10 undersjøiske tunneler) og ikke-undersjøiske vegtunneler med høy stigningsgrad (24 tunneler). En kjikvadrattest viser at det er en signifikant sammenheng mellom regioner og antall branner og tillop i undersjøiske vegtunneler. Region sør hadde kun én brann/tillop i undersjøiske vegtunneler i Flekkerøytunnelen i 2008.

Generelt ser vi at noen få undersjøiske tunneler i region øst, vest og midt hadde mange branner og tillop i perioden 2008-2015. Disse tunnelene er: 1) Oslofjordtunnelen, 2) Byfjordtunnelen, 3) Bømlafjordtunnelen og 4) Eiksundtunnelen. I den foreliggende studien finner vi at disse fire tunnelene har hatt 44 % (56 av 127) av brannene og tillovene i undersjøiske vegtunneler i perioden 2008-2015. Vi kommer tilbake til dette under.

Figur 3.20 viser involvering av tungbiler i branner og tillop i undersjøiske vegtunneler i perioden 2008-2015.



Figur 3.20: Involvering av tungbiler i branner og tillop i undersjøiske vegtunneler og andre tunneler 2008-2015. Prosentvis fordeling, basert på antallet branner og tillop i 2008-2015 i ikke-undersjøiske vegtunneler (N=176) og undersjøiske vegtunneler (N=127).

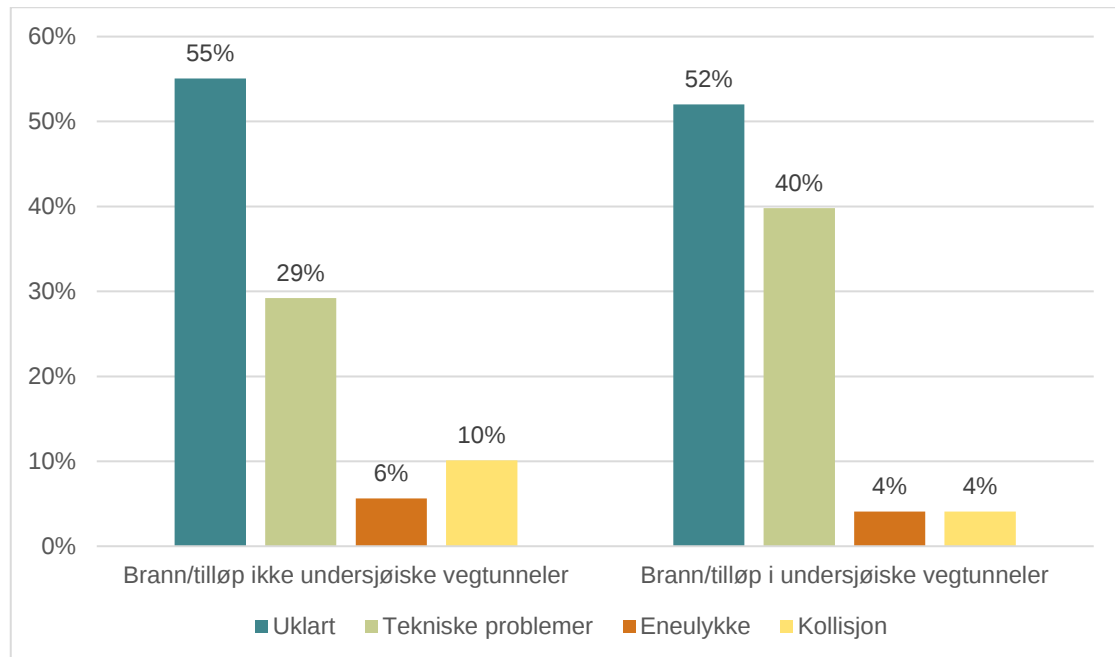
Figur 3.20 viser at andelen for tungbil involvert i branner og tillop i undersjøiske tunneler i 2008-2015 var 11 %-poeng større enn andelen for tungbil involvert i branner i ikke-undersjøiske vegtunneler (denne differansen er imidlertid mindre enn det vi fant i forrige kartlegging, som viste en differanse på 18 %-poeng). Det var altså relativt flere tungbiler involvert i brannene i undersjøiske tunneler.

I tillegg må det nevnes at begge tungbilandelene (35 % og 46 %) viser at tungbiler er overrepresenterte i vegtunnelbranner, men at dette særlig gjelder i undersjøiske vegtunneler. En kjikvadrattest viser at det er en signifikant sammenheng mellom undersjøiske vegtunneler og andelen tungbiler involvert i branner og tillop på 5 %-nivå ($P=0,034$).

Tungbiler er overrepresentert i branner i undersjøiske tunneler. Den betydelige andelen tungbiler involvert i brann i undersjøiske vegtunneler er i tråd med årsaksbildet som presenteres i Søndre Follo Brannvesens rapport om brannen i Oslofjordtunnelen 23.06.2011 (Søndre Follo Brannvesen 2011). Norske studier viser, som nevnt, at andelen

involverte tunge kjøretøy i tunnelulykke (22 % av ulykkene) er dobbelt så høy som trafikkmengden og ulykkesandelen på åpen veg skulle tilsi (Amundsen 1996).

Figur 3.21 viser de registrerte årsakene til branner og tilløp i undersjøiske og ikke-undersjøiske vegtunneler 2008-2015. Fordelingene er prosentuert fra antallet branner og tilløp i 2008-2015 i ikke-undersjøiske vegtunneler (N=176) og vegtunneler som er undersjøiske (N=127).



Figur 3.21: Registrerte årsaker til branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler og andre tunneler 2008-2015. Prosentvis fordeling, basert på antallet branner og tilløp i 2008-2015 i ikke-undersjøiske vegtunneler (N=176) og undersjøiske vegtunneler (N=127).

Andelen "uklart" er relativt lik for branner og tilløp i vegtunneler med og uten høy stigningsgrad. I tillegg ser vi at årsaken "tekniske problemer" er en hyppigere årsak til branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler enn i andre vegtunneler. I tillegg ser vi at årsakene eneulykke og kollisjon har noe lavere andeler i undersjøiske vegtunneler (4 % og 4 %) enn i ikke-undersjøiske (6 % og 10 %). Kollisjon er en dobbelt så hyppig årsak til branner og tilløp i ikke-undersjøiske vegtunneler enn i undersjøiske.

I forrige kartlegging (2008-2011) fant vi at årsaken «tekniske problemer» hadde en 3 ganger høyere andel i hendelser i undersjøiske vegtunneler enn i branner i tunneler uten høy stigningsgrad. At andelen tekniske problemer har blitt høyere i tunneler uten høy stigningsgrad i den siste kartleggingen (Figur 3.21) skyldes nok i noen grad at et langt lavere antall branner og tilløp i perioden 2012-2015 skyldes trafikkulykker enn i perioden 2008-2011. I sistnevnte periode skyldtes så mye som 28 % av hendelsene i vegtunneler uten høy stigningsgrad trafikkulykker. Andelen for «uklart» er likt i begge kartleggingene.

Med forbehold om betydelige andeler med uklart som årsak, ser det ut til at trafikkulykker er en mindre hyppig årsak til branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler enn ikke-undersjøiske og at den klart mest sentrale årsaken til branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler er tekniske problemer. En kikkvadrattest viser imidlertid at det ikke er en signifikant sammenheng mellom ikke-undersjøiske og undersjøiske vegtunneler og årsakene til branner og tilløp.

Betydningen av tekniske problemer som årsak til brann i undersjøiske vegtunneler er også i tråd med årsaksbildet som presenteres i den overnevnte rapporten til Søndre Follo Brannvesen (Søndre Follo Brannvesen 2011).

3.14 Kjennetegn ved "storbranner" i norske vegtunneler

I avsnitt 3.8 så vi at 52 vegtunnelbrannene og tilløp i hele Norge i 2008-2015 involverte helt stengt tunnel i 106 minutter eller mer. Siden dette er den kategorien vegtunnelbranner og tilløp som involverer helt stengt tunnel over det lengste tidsrommet, kalte vi i den forrige kartleggingen for "storbranner". Vi identifiserte 30 slike i perioden 2008-2011. Det kan imidlertid diskuteres hvorvidt kategorien «storbranner» passer på alle hendelser som involverer stengetid på mer enn 105 minutter. Siden vi i den foreliggende rapporten baserer oss på et større antall hendelser, har vi definert storbranner strengere, som hendelser som involverer en stengetid på minst fire timer (240 minutter). I alt 26 hendelser defineres som storbranner etter dette kriteriet.

Vi vil i det følgende se nærmere på disse, med særlig fokus på antall involverte og type kjøretøy, årsaker, skader, regionene som disse storbrannene forekom i og i hvilken grad storbrannene forekom i undersjøiske vegtunneler.

Vi kan dessverre ikke angi noe eksakt gjennomsnitt for alle "storbrannene", fordi vi i flere tilfeller mangler eksakt tidspunkt som vegtunnelene har vært helt stengt. I disse tilfellene vet vi kun at tunnelene har vært stengt i omtrent et døgn eller flere, og vi har derfor gitt disse hendelsene verdien 1000 minutter i dataregistreringene.

Oslofjordtunnelen var for eksempel stengt i to uker etter brannen 23.06.2011 og 32 personer fikk behandling for røykskader. Denne involverte en polskregistrert semitrailer med sammenpresset returpapir (SHT 2013). Brannen i Follotunnelen 10. mai 2009 involverte et utenlandsk vogntog som fraktet kabeltromler. Denne brannen medførte en måneds reparasjonsarbeid i tunnelen. Haukanestunnelen var stengt litt over et døgn etter brannen 23. juni 2008. Denne var forårsaket av en tankbil med gass som kolliderte med en personbil. Det ser ut til at Overåtunnelen var stengt i minst 3 døgn etter brannen som startet i en campingvogn 23. april 2010. Streketunnelen var stengt i 3 døgn etter en brann i en lastebil 23. februar 2010.

Brannen i en lastebil i Gudvangatunnelen den 5. august 2013 førte til at ca. 66 personer ble kjørt til sykehus, og 23 personer fikk alvorlige røykskader og fem meget alvorlige røykskader (SHT 2015). Tunnelen fikk store skader og var stengt i 6 uker etter brannen. Den 11. august 2015 begynte det brenne i en turistbuss i Gudvangatunnelen, og 5 personer ble sendt på sykehus med røykskader (SHT 2016a). På grunn av skadene på tunnelen ble den stengt i nesten 3 uker etter brannen.

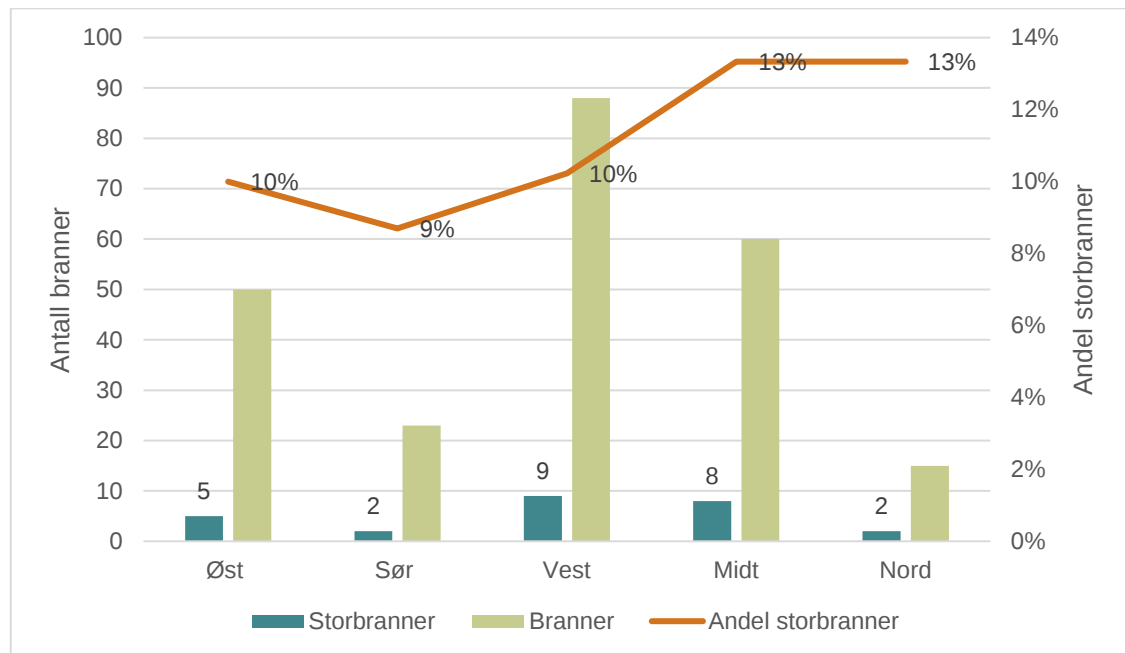
Det ble internasjonal mediedekning da en lastebil lastet med brunost tok fyr på grunn av varmgang i hjullagrene den 17. januar 2013 i Brattlitunnelen. På grunn av det høye fettinnholdet i brunosten tok det fire døgn før brannen var slukket. Brannen medførte stengt tunnel i over en måned, med påfølgende vedlikeholdsarbeid i 5 måneder.

Den 15. juli 2015 begynte en tilhenger med 16,500 liter bensin å brenne inne i Skatestraumtunnelen på grunn av en lekkasje i en tilhenger som løsnet fra tankbilen og kjørte inn i tunnelveggen (SHT 2016b). Fem personer ble sendt på sykehuset med lettere skader, og tunnelen var stengt i 54 dager etter brannen på grunn av omfattende skader på

tunnelen. Denne sies å være den største brannen som noen gang har vært i en norsk vegtunnel, med en brannbelastning på 440 MW.¹⁵

Eidsvollstunnelen var stengt i flere måneder etter at en personbil kjørte inn i tunnelveggen den 17. januar 2012. Uhellet førte til at bilen og tunnelen tok kraftig fyr. En person omkom i ulykken, og brannen forårsaket store ødeleggelser i tunnelen, og tunnelen var stengt i flere måneder.¹⁶ Den 22. august 2013 frontkolliderte en personbil med en lastebil i Storsandtunnelen. Lastebilen begynte å brenne, og sjåføren i personbilen omkom. Det tok 18 timer før tunnelen ble gjenåpnet.

Figur 3.22 viser de prosentvise andelene ”storbranner” i hver region, basert på det totale antallet branner og tilløp i hver region. Region nord og midt har størst andeler. Region sør har lavest andel branner som involverer helt stengt tunnel i 240 minutter eller mer. Andelene er prosentuert ut fra antallet branner og tilløp som har registrert stengetid (N=236).

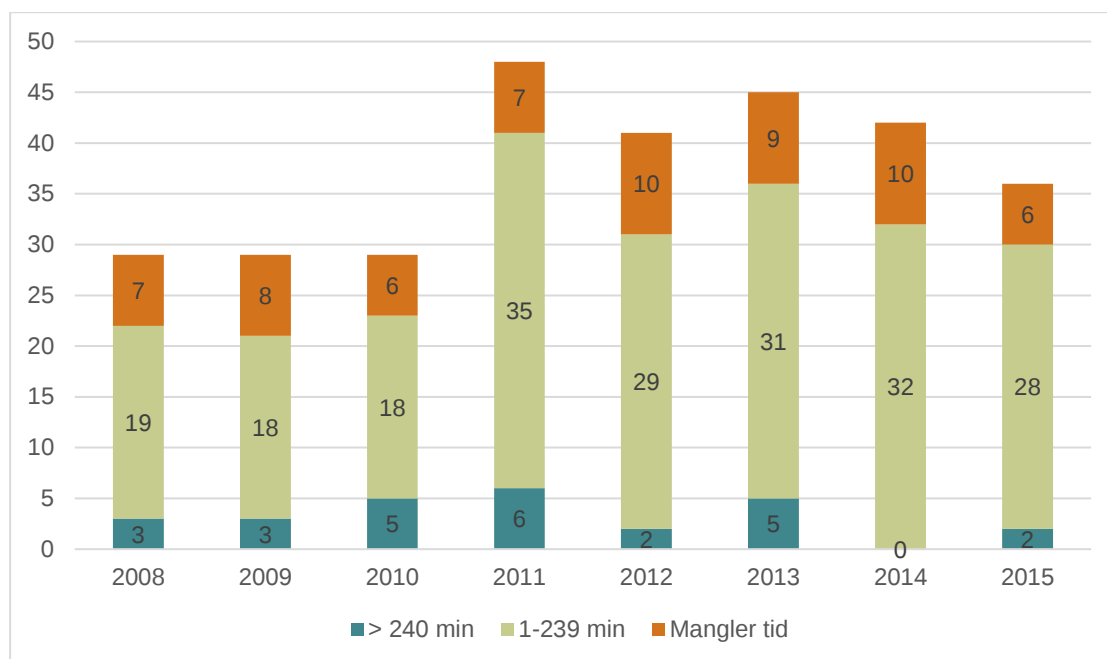


Figur 3.22: Linjen viser prosentvis andel ”storbranner” (høyre y-akse), basert på det totale antallet branner og tilløp i hver region. Andelene er prosentuert ut fra antallet branner og tilløp som har registrert stengetid (venstre y-akse) (N=236).

Figur 3.23 viser årlig antall branner med stengetid 1-239 min over 240 min og hendelser som vi mangler data om stengetid for.

¹⁵ à <http://www.tu.no/artikler/brannen-i-skatestraumtunnelen-var-norges-storste-akkurat-det-samme-kan-skje-igjen/276234>

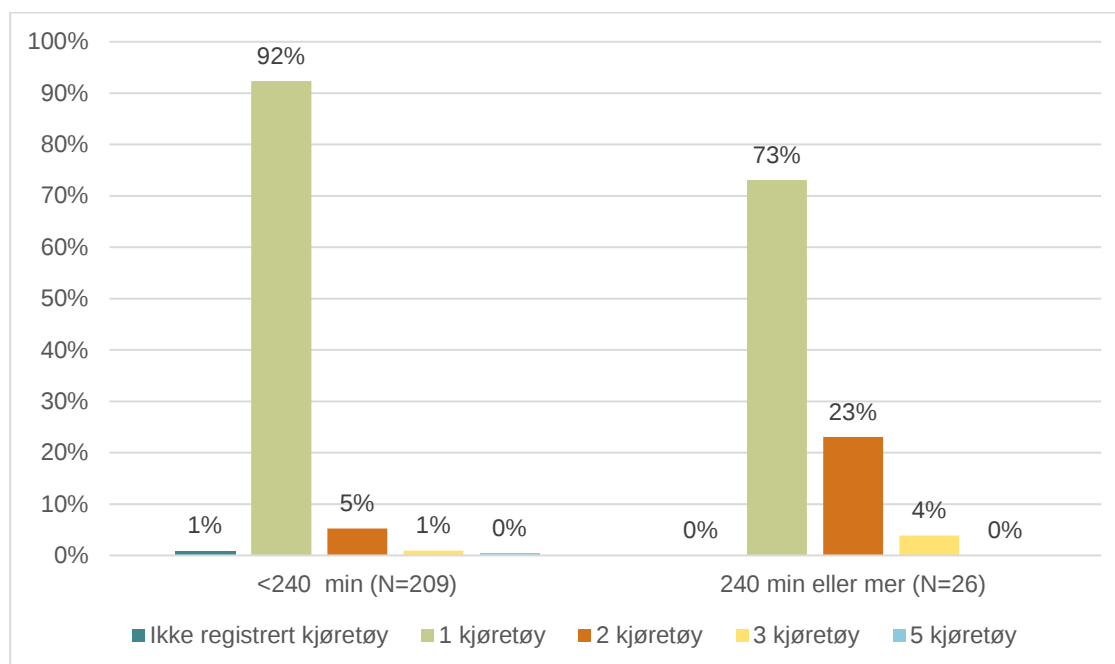
¹⁶ <http://www.gd.no/nyheter/18-ar-ing-omkom-pa-c6/s/1-934610-5888300>



Figur 3.23: Årlig antall branner med stengetid 1-239 min (N=210), over 240 min (N=26) og hendelser som vi mangler data om stengetid for (N=63).

Hendelsene med lang stengetid hadde maksimumsår i 2011 (N=6) og 2010 og 2013 (N=5). Det årlige antallet storbranner er lite og utviklingen for disse er i stor grad preget av tilfeldige svingninger.

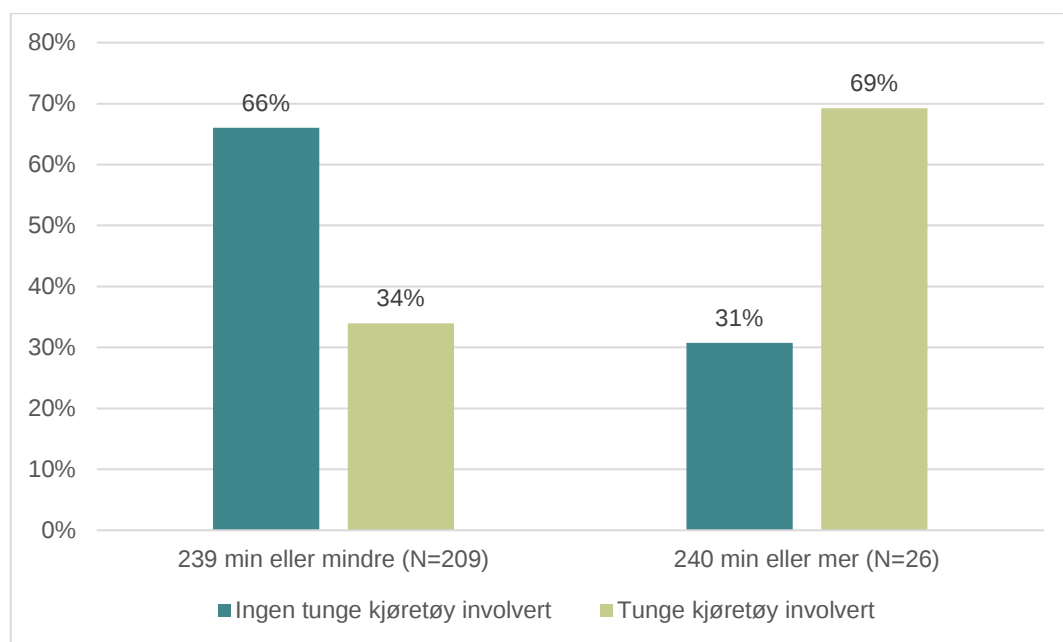
Figur 3.24 viser involverte kjøretøy i branner og tillop som involverer helt stengt tunnel i under 240 minutter og branner og tillop som involverer helt stengt tunnel i 240 minutter eller mer.



Figur 3.24: Involverte kjøretøy i branner og tillop som involverer helt stengt tunnel i under 240 minutter (N=209) og branner og tillop som involverer helt stengt tunnel i 240 minutter eller mer (N=26). Prosentvis fordeling basert på antall branner og tillop innenfor hvert av de to tidsrommene.

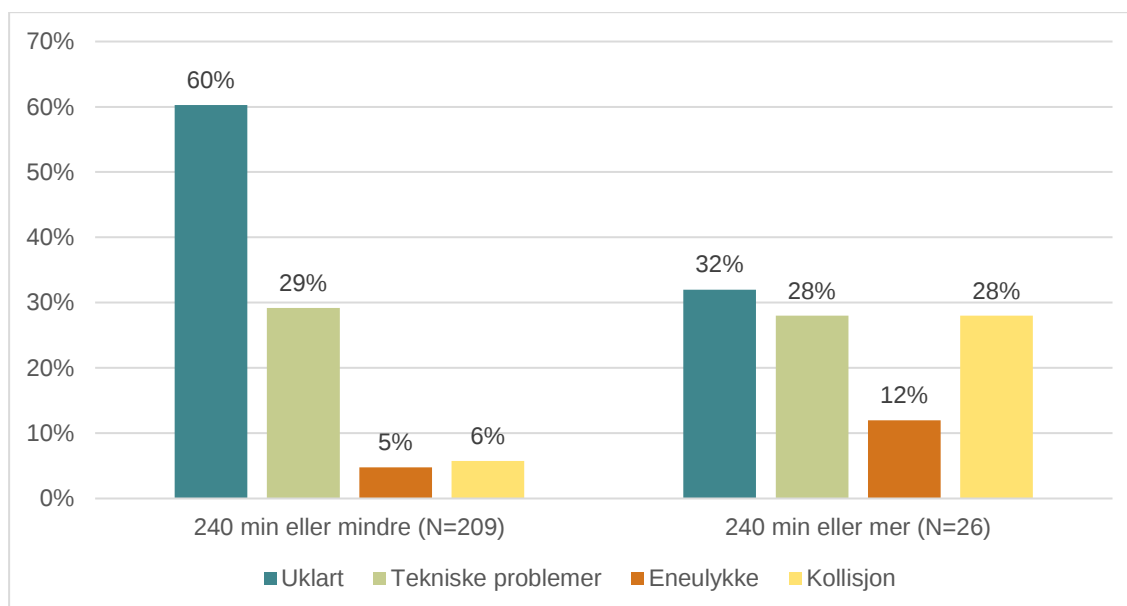
Figur 3.24 viser at brannene og tilløpene som involverer helt stengt tunnel i 240 minutter eller mer har færre tilfeller som involverer ett kjøretøy og over fire ganger flere tilfeller som involverer to eller flere kjøretøy enn brannene og tilløpene med kortere stengetid. Ser vi på andelen branner og tilløp som involverer to kjøretøy i de to kategoriene, involverte 27 % av storbrannene 2 kjøretøy eller flere, mot 6 % i brannene og tilløpene som involverte stengt tunnel i 239 minutter eller mindre. En kjiqvadrattest viser at det er en signifikant forskjell mellom antall kjøretøy involvert i branner som involverer helt stengt tunnel i over og under 240 min ($P=0,011$).

Figur 3.25 viser at det er en omtrent dobbelt så høy andel tungebiler involvert i storbrannene enn brannene og tilløpene som involverer helt stengt tunnel i 239 minutter eller kortere. En kjiqvadrattest viser at det er en signifikant forskjell mellom antall kjøretøy involvert i branner som involverer helt stengt tunnel i over og under 240 min ($P=0,001$).



Figur 3.25: Involverte tunge kjøretøy i branner og tilløp som involverer helt stengt tunnel i under 240 minutter (N=209) og branner og tilløp som involverer helt stengt tunnel i 240 minutter eller mer (N=26). Prosentvis fordeling basert på antall branner og tilløp innenfor hvert av de to tidsrommene.

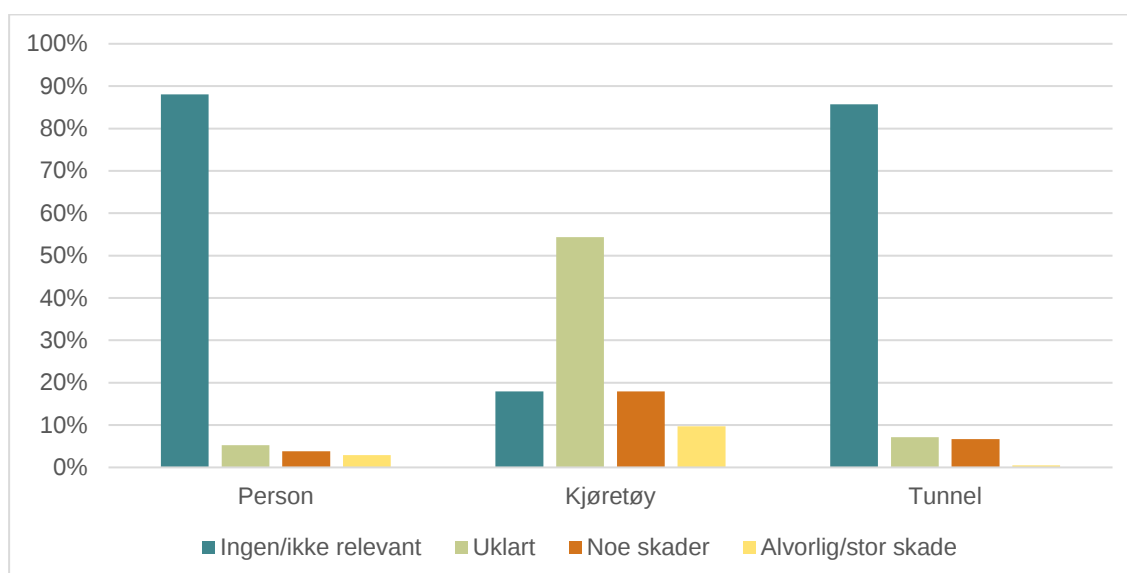
Figur 3.26 viser prosentvise fordelinger for årsaker til branner og tilløp som involverer helt stengt tunnel i under 240 minutter og branner som involverer helt stengt tunnel i 240 minutter eller mer.



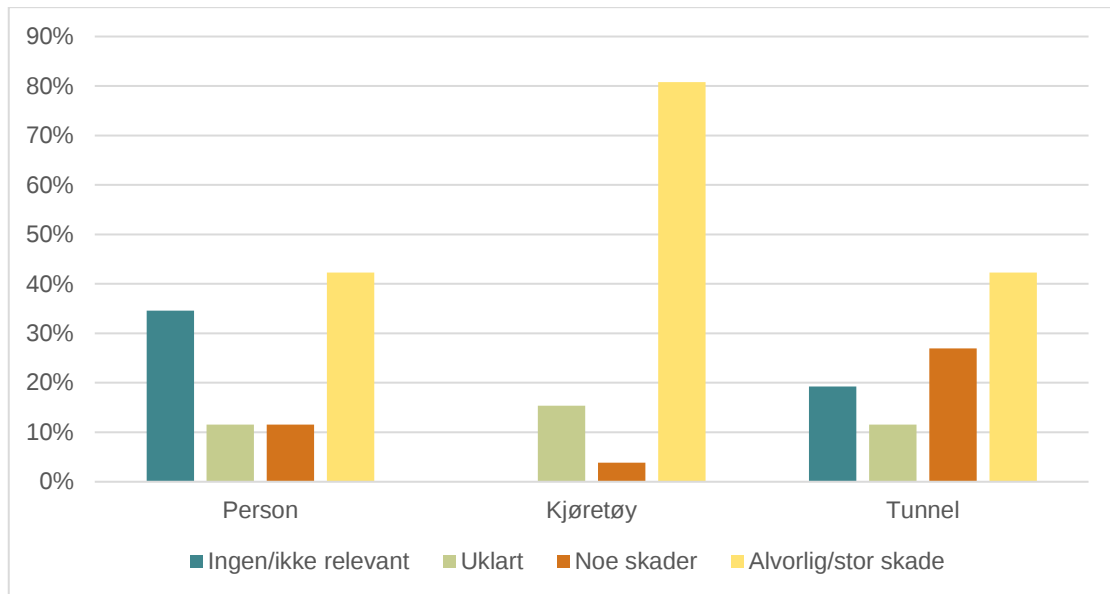
Figur 3.26: Årsaker til branner og tillop som involverer helt stengt tunnel under 240 minutter (N=209) og branner som involverer helt stengt tunnel i 240 minutter eller mer (N=26). Prosentvis fordeling basert på antall branner og tillop innenfor hvert av de to tidsrommene.

Figur 3.26 indikerer at brannene som involverer helt stengt tunnel i 240 minutter eller mer i langt større grad skyldes trafikkulykker enn de som involverer helt stengt tunnel i 1-239 minutter. Andelen hendelser som skyldes eneulykke og kollisjon er nesten fire ganger så stor i storbrannene som i brannene og tillovene som varte i 239 minutter eller mindre (40 % mot 11 %).

Figur 3.27 og 3.28 viser skader på person, kjøretøy og tunnel ved branner og tillop i vegtunneler i hele Norge 2008-2015, som involverer helt stengt tunnel i henholdsvis 239 minutter eller kortere og 240 minutter eller mer.



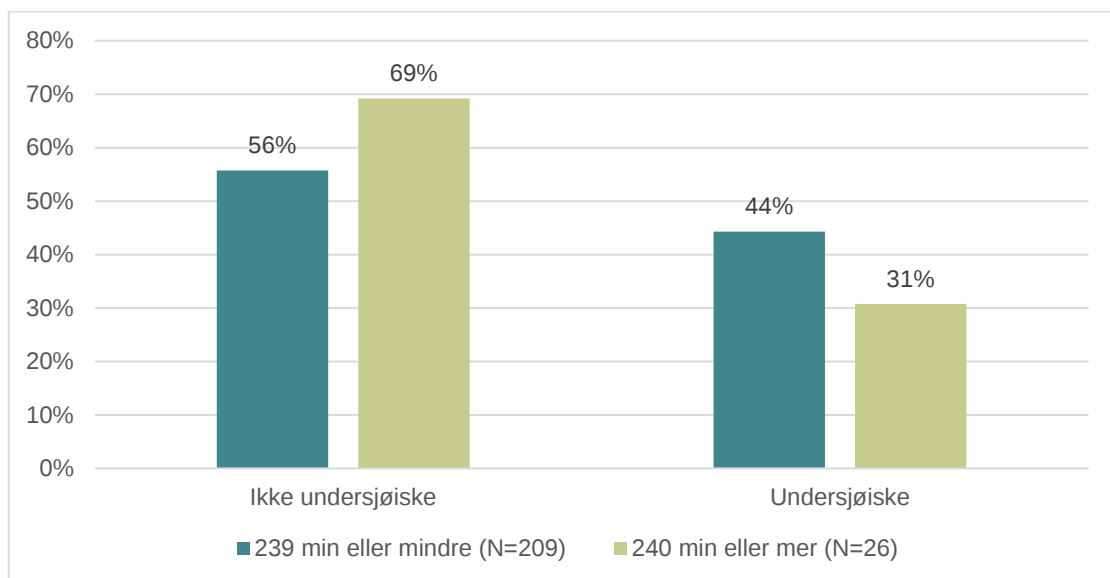
Figur 3.27: Skader på person, kjøretøy og tunnel ved branner og tillop i hele Norge 2008-2015 i branner og tillop som involverer helt stengt tunnel i 239 minutter eller kortere. Prosentvis fordeling (N=209).



Figur 3.28: Skader på person, kjøretøy og tunnel ved branner og tillop i hele Norge 2008-2015 i branner og tillop som involverer helt stengt tunnel i 240 minutter eller lenger. Prosentvis fordeling (N=26).

Figur 3.27 og 3.28 viser at storbrannene jevnt over involverer betydelig mer skade på personer, kjøretøy og tunneler enn brannene og tillopene som involverer helt stengt tunnel i 239 minutter eller mindre. Kjikvadrattester viser at det er en signifikant sammenheng mellom omfanget av skader og tiden vegtunnelene har vært helt stengt på.

Vi så over at undersjøiske vegtunneler var overrepresentert i vegtunnelbranner og tillop i hele Norge 2008-2015 i forhold til antallet undersjøiske vegtunneler i Norge. Figur 3.29 viser andelen undersjøiske og ikke-undersjøiske vegtunneler som har hatt storbranner.



Figur 3.29: Andel undersjøiske og ikke-undersjøiske vegtunneler i "storbranner" i hele Norge 2008-2015. Prosentvis fordeling basert på antall "storbranner" (N=26) og branner som involverte helt stengt tunnel i 105 minutter eller kortere (N=209).

Figur 3.29 viser små forskjeller mellom andelen storbranner i undersjøiske og ikke-undersjøiske vegtunneler. Vi ser imidlertid at 31 % av de 26 storbrannene forekommer i undersjøiske vegtunneler, som utgjør 4 % av alle vegtunnelene i Norge. Det indikerer at undersjøiske vegtunneler er overrepresentert i storbranner. Vi ser imidlertid på små tall. Storbranner forekommer heldigvis relativt sjelden, og vi må derfor være svært forsiktige med å trekke bastante konklusjoner om dem. Resultatene våre indikerer imidlertid at de oftere involverer flere kjøretøy eller tunge kjøretøy og at undersjøiske tunneler ser ut til å være overrepresentert.

4 Avsluttende diskusjon

4.1 Oppsummering og diskusjon av hovedfunn i lys av internasjonal forskning

4.1.1 Antall branner og tilløp var på sitt høyeste i 2011

Dataene viser at det gjennomsnittlige antallet branner i norske vegtunneler er 24 per år per 1134 tunnelkilometer, at det gjennomsnittlige antallet tilløp er 14 per år per 1134 tunnelkilometer. Dette gir 0,02 branner per år per kilometer tunnel og 0,01 tilløp per år per kilometer tunnel. Disse hendelsene fordeles seg ikke jevnt i de ulike regionene. Gjennomsnittlig antall vegtunnelbranner og tilløp per år er 9 i region øst, 4 i region sør, 14 i region vest, 9 i region midt og 3 i region nord. Region øst har over 90 vegtunneler, region sør har over 140, region vest har over 560, region midt har over 150 og region nord har over 180.

Antall branner og tilløp per år var relativt likt for 2008, 2009 og 2010, med til sammen 29 hendelser hvert av de to første årene og 30 hendelser det siste. Summen av branner og tilløp var på sitt høyeste i 2011; med tilsammen 48 hendelser. Det var 47 hendelser i 2013. Det årlige antallet hendelser gikk noe ned siden det, til 36 i 2015. Vi har foreslått at utviklingen i perioden 2008-2015 kan tolkes på tre ulike måter: 1) som en gradvis økning i hendelser med noe årlig variasjon, 2) at 2011 representere et maksimumsår og at antall branner og tilløp er på veg ned etter det, eller 3) at det vi ser kun er tilfeldig variasjon i den 8 års perioden vi studerer.

Signifikansberegninger av antall branner per 1134 vegtunnelkilometer per år viser at antallet branner og tilløp i 2011 var signifikant høyere ($p=0,02$) enn i årene 2008-2009, som hadde 29 hendelser. Forskjellene mellom 2008 og 2015, og 2011 og 2015 var ikke statistisk signifikante. Dette taler for en kombinasjon av hypotese 2 og 3; det vil si at 2011 var et maksimumsår og at vi ellers ser variasjon, men ikke en nedgang som er statistisk signifikant. Det må imidlertid påpekes at snittet for antall hendelser var 34 i perioden 2008-2011, mens det var 42 i perioden 2012-2015. Dette kan indikere en gradvis økning i perioden 2008-2015. På den annen side gikk antallet ned igjen i 2015. Nye data i årene som kommer vil gi svar på hvilke av hypotesene det er mest hold i. Endelig må det påpekes at tallene er relativt små og at vi ideelt sett skulle ha gjort signifikansberegningene i forhold til antall kjørte kilometer i vegtunneler i Norge per år. Vi har dessverre ikke hatt anledning til å gjøre slike beregninger, men dette kan følges opp i videre forskning.

Det er interessant å se at vi ikke har hatt en entydig økning i antall branner og tilløp år for år i perioden, tatt i betraktning at antall vegtunneler øker for hvert år (med kanskje 10-20 tunnelkilometer), samtidig som trafikkmengden også øker noe hvert år (kanskje 1-2 %).

4.1.2 Brannene og tilløpene involverte som regel ikke skader

Vi vil særlig fremheve fire viktige hovedfunn. Det første er at brannene og tilløpene som regel ikke involverer skade på personer eller tunnel. Vegtunnelbrannene og tilløpene involverte i henholdsvis 83 % og over 81 % av tilfellene ikke skade på personer eller tunnel. Det stiller seg noe annerledes med skader på kjøretøy, der utfallet ofte ikke er registrert.

Kategorien ”uklart” omfatter 49 % av svarene på spørsmål om kjøretøyskade. Av 303 branner og tilløp vet vi at 15 involverte lettere personskader og at 13 involverte alvorlige personskader og at åtte involverte dødsfall. Alle dødsfallene og 10 av 13 alvorlige personskader er relatert til branner og tilløp som skyldes trafikkulykker. Av alle brannene og tilløpene involverte 92 skader på kjøretøy og 33 involverte skader på tunnel.

Internasjonal forskning på kjøretøybranner i vegtunneler rapporterer ofte om personskader og dødsfall i forbindelse med branner (Haack 2002; Vuilleumier, Weatherill & Crausaz 2002). Dette står i kontrast til våre resultater. Årsaken kan være at disse internasjonale rapportene ofte gjelder de mest omfattende vegtunnelbrannene. Vårt resultat om at kjøretøybranner i vegtunneler generelt ikke medføre personskader er i tråd med konklusjonene i en rapport om tunnelbranner som Statens vegvesen ga ut i 1992 (Statens vegvesen 1992: 2). Vi har ikke sett sammenlignbar statistikk fra andre land om konsekvensene av alle kjøretøybranner i vegtunneler i et land over en gitt tidsperiode.

Selv om vi konkluderer med at brannene og tilløpene som regel ikke involverer skade på personer, er det viktig å påpeke at de største brannene involverer røykskader. Syv store branner i perioden 2008-2015 førte til røykskader hos totalt 76 personer:

Skatestraumtunnelen, 15.07.2015; Brattlitunnelen, 17.01.2013; Gudvangatunnelen, 05.08.2013; Gudvangatunnelen, 11.08.2015; Oslofjordtunnelen, 23.06.2011; Oslofjordtunnelen, 29.03.2011 og Operatunnelen, 14.06.2015.

4.1.3 Tunge kjøretøy er overrepresentert

Det andre hovedfunnet er at tunge kjøretøy er overrepresentert i vegtunnelbranner. I alt 40 % av brannene og tilløpene involverer tungbiler og 58 % involverer personbiler. Dette indikerer overrepresentasjon, fordi den gjennomsnittlige tungbilandelen på norske riksveger med tunneler er 14 %. Region vest, øst og nord har betydelige andeler med tunge kjøretøy involvert i sine branner og tilløp, men forskjellene er ikke statistisk signifikante. Totalt 11 av brannene og tilløpene involverer busser. Det vil si at av hendelsene som involverer tungbiler (> 3,5 t), involverte 110 (91 %) tunge godsbiler og 9 % busser.

Dette hovedfunnet er i tråd med internasjonal forskning. Haack (2002) finner som nevnt at Gotthardtunnelen hadde 42 kjøretøybranner i perioden 1992-1998. Personbiler var involvert 21 branner, busser i sju tilfeller og lastebiler i 14 branner. Dermed involverte halvparten av brannene tunge kjøretøy. På samme tid var tungbilandelen i denne tunnelen på 15 % av en ÅDT på 17,000. Haack finner at i denne perioden oppstod 4 branner i tunnelen per 100 millioner kjørte kilometer for alle kjøretøy. Brannrisikoen for lastebiler var seks per 100 millioner kjørte kilometer (Haack 2002).

Haack (2002) rapporterer også at tunge kjøretøy er overrepresentert i branner i den tyske Elbe tunnelen. I denne tunnelen, var tunge godsbiler involvert i 25 % av brannene, selv om de utgjorde 15 % av trafikkvolumet. Elbetunnelen var rundt årtusenskiftet Tysklands mest trafikkerte vegtunnel, og en av de mest trafikkerte tunnelene i Europa, med en ÅDT på om lag 110 000. Denne tunnelen hadde i gjennomsnitt en kjøretøybrann hver måned.

4.1.4 Ulike årsaker for tunge og lette kjøretøy

Det tredje hovedfunnet er at årsakene til branner i tunge og lette kjøretøy er ulike. Når vi ser på årsakene til alle brannene, ser vi at trafikkulykker (eneulykke 5 % og kollisjon 8 %) ser ut til å være en sjeldnere årsak til vegtunnelbranner og tilløp enn tekniske problemer (33 %) når vi ser på alle brannene og tilløpene i perioden 2008-2015. Over halvparten (54 %) av alle vegtunnelbranner og tilløp har imidlertid en uklar årsak. Det skyldes trolig for en stor del at rapporteringen av årsaker er mangelfull.

Årsakskategoriene fordeler seg imidlertid ulikt på brannene og tilløpene som involverer biler over og under 3,5 tonn. Tekniske problemer var en over dobbelt så hyppig årsak til vegtunnelbranner og tilløp i biler over 3,5 tonn, som for biler under 3,5 tonn. Trafikkulykker (eneulykker og kollisjon) var en over dobbelt så hyppig årsak til branner og tilløp i biler under 3,5 tonn, som for biler over 3,5 tonn. Vi kjenner ikke til internasjonal forskning som sammenlikner årsakene til branner i tunge kjøretøy og lette kjøretøy i vegtunneler.

En PIARC studie fra 2008 konkluderer med at de vanligste årsakene til kjøretøybranner i vegtunneler er mekaniske eller elektriske feil i kjøretøy (PIARC 2008: 61). En gjennomgang av kjøretøybranner i vegtunneler utført av OECD og PIARC indikerer også at teknisk kjøretøyssvikt er en viktig årsak til kjøretøybrann i tunneler (OECD 2006). Denne gjennomgangen fokuserer på 33 vegtunnelbranner i OECD-land, og konkluderer med at brannene i 20 av 33 tilfeller startet i tunge godsbiler, og at brannene i 18 tilfeller ble forårsaket av et kjøretøyrelaterte problemer. En norsk studie fra 2001 viste at bare 10 % av kjøretøybranner i vegtunneler ble forårsaket av trafikkulykker (Amundsen et al 2001 i OECD 2006).

I den foreliggende studien finner vi at det nesten utelukkende er brannene og tilløpene som har eneulykker og kollisjoner som årsak som involverer personskafe. Årsaken ”tekniske problemer” forårsaket i 6 % av tilfellene lettere personskafe. Årsaken ”eneulykke” forårsaket i 64 % av tilfellene lettere personskafer eller alvorlig personskafe/død. Årsaken ”kollisjon” forårsaket i 57 % av tilfellene lettere personskafer eller alvorlig personskafe/død.

4.1.5 Undersjøiske vegtunneler

Det fjerde hovedfunnet er at undersjøiske vegtunneler er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tilløp i kjøretøy i norske vegtunneler. Det finnes 33 undersjøiske vegtunneler i Norge: Region øst har tre, region sør har én, region vest har 10, region midt har 10 og region nord har 9 undersjøiske vegtunneler. I tillegg finnes det 24 vegtunneler som ikke er undersjøiske, men som har høy stigningsgrad (definert som stigning på over 5 %) i region vest. Siden stigningsgraden ser ut til å øke risikoen for brann og tilløp, tar vi med disse 24 vegtunnelene i analysene.

Det finnes dermed minst 57 vegtunneler i Norge med høy stigningsgrad. De utgjør til sammen omtrent 5 % av vegtunnelene i Norge, og 14,5 % av tunnelkilometerne i Norge (165/1134). Disse hadde 42 % av brannene og tilløpene i perioden 2008-2015.

Det årlige antallet branner og tilløp per år per kilometer tunnel i Norge generelt er 0,03 (38/1134). Vi kan imidlertid skille mellom branner og tilløp i vegtunneler med høy stigningsgrad og uten høy stigningsgrad. Førstnevnte har i snitt 15,9 branner og tilløp per år (127/8), mens sistnevnte har 22 branner og tilløp per år (176/8). Dette gir 0,1 branner og tilløp (15/165) per år per kilometer tunnel med høy stigningsgrad mot 0,02 branner og tilløp (22/969) per år per kilometer tunnel uten høy stigningsgrad. De førstnevnte er med andre ord 5 ganger mer brannutsatte. Vi ser dermed at undersjøiske vegtunneler er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tilløp i kjøretøy i norske vegtunneler i perioden 2008-2015.

Tunge kjøretøy er overrepresentert i branner og tilløp i tunneler med høy stigningsgrad. Det er en signifikant sammenheng mellom undersjøiske vegtunneler (inkludert ikke-undersjøiske vegtunneler med høy stigningsgrad) og andelen tungbiler involvert i branner og tilløp. Det er 11 %-poeng flere tungbiler involvert i brannene i tunneler med høy stigningsgrad. Begge tungebilandelene i branner og tilløp, 35 % i øvrige og 46 % i

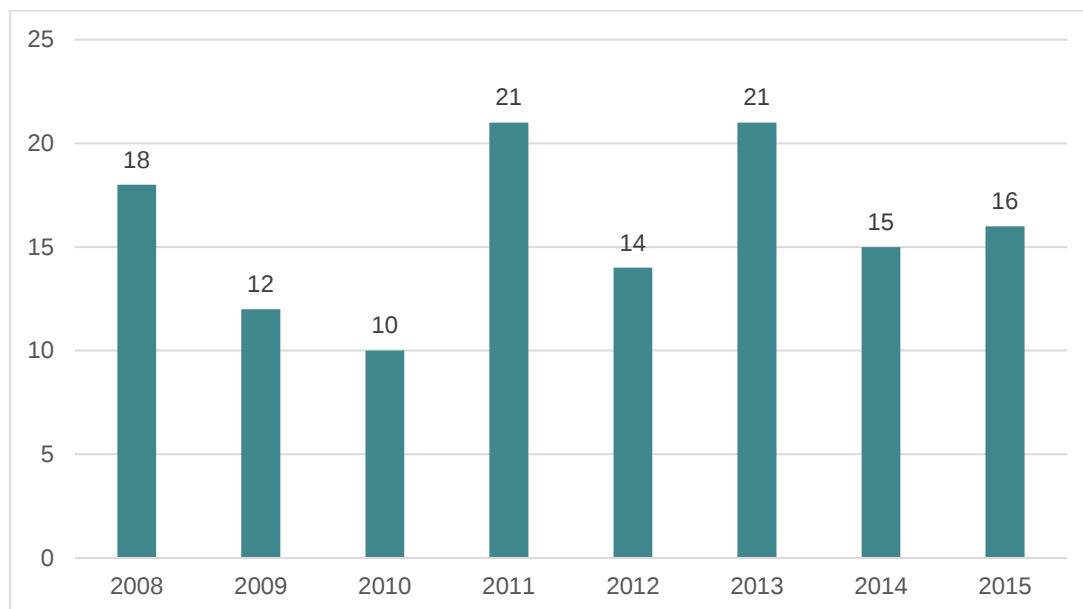
undersjøiske vegtunneler, viser at tungbiler er overrepresentert i vegtunnelbranner, men at dette særlig gjelder i undersjøiske vegtunneler.

Den betydelige andelen tungbiler involvert i brann i undersjøiske vegtunneler er i tråd med årsaksbildet som presenteres i Søndre Follo Brannvesens rapport om brannen i Oslofjordtunnelen 23.06.2011. Tidligere norske studier viser dessuten at andelen involverte tunge kjøretøy i tunnelulykker er dobbelt så høy som trafikkmengden og ulykkesandelen på åpen veg skulle tilsi.

Vi ser for øvrig at årsaken ”tekniske problemer” er en hyppigere årsak til branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler enn i vegtunneler uten høy stigningsgrad. I tillegg ser vi at årsakene eneulykke og kollisjon er en dobbelt så viktig årsak til branner og tilløp i vegtunneler uten høy stigningsgrad som i undersjøiske vegtunneler (hhv. 16 % og 8 %). Vi må imidlertid være varsomme med å trekke konklusjoner om dette, siden kategorien ”uklart” er på over 50 %.

Vi har ikke funnet internasjonal forskning som presenterer eller drøfter risikoen for kjøretøybrann i undersjøiske vegtunneler. Vi har imidlertid funnet forskning som tyder på at brannrisikoen for tunge kjøretøy er høyere i vegtunneler generelt (Haack 2002; OECD 2006). Vår studie indikerer at visse trekk ved undersjøiske vegtunneler øker brannrisikoen for tunge kjøretøy videre (se også Nævestad & Meyer 2014). I avsnittet under diskuterer vi syv ulike årsaker til at det ser ut til at risikoen for kjøretøybrann er høyere i undersjøiske vegtunneler: 1) Høy stigningsgrad, 2) Tungbilers bremses eller motor, 3) Tunnellengde, 4) Distansen med en gitt høy stigningsgrad, 5) Trafikkmengde og andelen tunge kjøretøy, 6) Kjøretøytype, alder og standard på tunge kjøretøy og 7) Tungbilsjåførers kompetanse på og erfaring med å kjøre i kupert terreng.

Figur 4.1 viser årlig antall branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler.



Figur 4.1: Årlig antall branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler (N=127).

Figur 4.1 indikerer ikke en økning i antall branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler i perioden 2008-2015, snarere en variasjon rundt et årlig gjennomsnitt på 16.

4.1.6 Når og hvor skjer kjøretøybrannene i vegtunneler?

En analyse av alle brannene og tilløpene i hele Norge 2008-2015 viser at 44 % av dem forekom på ettermiddagen og 65 % av vegtunnelbrannene og tilløpene til brann forekom mellom kl 06 og kl 18. Majoriteten (57 %) av brannene og tilløpene forekom om våren og sommeren. Juni er måneden med flest hendelser, nærmere bestemt 13 % av hendelsene. November er den måneden med færrest hendelser (5 %).

De fleste brannene og tilløpene er registrert i tunnelenes midtsone. I 36 % av hendelsene manglet vi data om slukking, i 42 % av tilfellene slukket brannvesen, og i 19 % av hendelsene slukket sjåføren. I 4 % av tilfellene slukket andre trafikanter.

I den siste kartleggingen (2012-2015) har vi inkludert informasjon om hvorvidt brannslukkingsapparat er tatt ut fra vegtunnelskapene i brannene/tilløpene. Vi har registrert at det er gjort i 45 av 167 tilfeller i perioden 2011-2015; det er gjort i 29 % av hendelsene som involverer tungbiler, og 71 % av tilfellene som gjelder personbiler. Slukkeapparat er i størst grad tatt ut når sjåførene slukker selv, eller når andre trafikanter slukker. Slukkeapparatene i vegtunnelene ser altså ut til å fylle en viktig funksjon. Vi må imidlertid ta forbehold om små tall.

Lengden av tiden som vegtunnelene har vært helt stengt på grunn av brann, grupperer seg særlig i to bolker. Det første er mellom 1 og 45 minutter (40 %), og det andre er 106 minutter eller mer (17 %).

Vi mangler data for varsling i 14 % av tilfellene. De største andelene varslinger av branner og tilløp er publikum med 24 %, dersom vi slår sammen deres varslinger: egen telefon og tunneltelefon (hhv. 12 % og 12 %), og politi med 24 %, etterfulgt av varsling via automatisk alarm i vegtunnelene (21 %). 15 % av brannene og tilløpene ble varslet av brannvesenet. Varslingsteknologien i vegtunnelene fyller en viktig funksjon. Det viser både andelen for automatisk alarm og andelen varslinger fra publikum som bruker tunneltelefon. Disse andelene utgjør til sammen 33 %.

4.2 Forslag til videre forskning

4.2.1 Beregning av risiko for kjøretøybrann i tunnel

Enhetene i denne undersøkelsen har vært vegtunnelbranner og tilløp, og vi har ikke kunnet gjøre ordentlige beregninger av hvilke forhold som predikerer utfallet vegtunnelbrann i forhold til andre utfall. Hovedfunnene i denne rapporten kan følges opp i fremtidig forskning.

Vegtunnelbrann er en hendelse som forekommer sjelden, og dersom vi også hadde tatt med alle de hendelsene som ikke ender i vegtunnelbrann, og sammenlignet med karakteristika ved dem, kunne vi gjort ordentlige risikoberegninger for vegtunnelbrann.

Vi kan imidlertid bruke våre data for å vurdere hvorvidt noen karakteristika ser ut til å være overrepresentert i branner. På denne måten kan vi peke på spesielle risikofaktorer for vegtunnelbrann, for eksempel undersjøiske vegtunneler og tunge kjøretøy.

Tallene fra undersøkelsen kan brukes til å beregne risiko for vegtunnelbrann i kjøretøy over og under 3,5 tonn, i vegtunneler generelt og undersjøiske vegtunneler spesielt. Dette kan gjøres ved å ta inn trafikkmengde i beregningene, se for eksempel Haack (2002).

Vi foreslår også at det kan være interessant å undersøke forekomsten av, årsaker til og risikoen for kjøretøybrann i tunge kjøretøy på lange vegstrekninger oppe i dagen med høy

stigning ($> 5\%$). Dette kan gi oss et større tallgrunnlag og muligheter for å trekke sikrere konklusjoner om risikofaktorer og mulige tiltak.

4.2.2 Årsaksmekanismene bak kjøretøybranner i undersjøiske vegtunneler

I det følgende vil vi diskutere ulike årsaker til at det ser ut til at risikoen for kjøretøybrann er høyere i undersjøiske vegtunneler.

1) Høy stigningsgrad. En første viktig faktor er den høye stigningsgraden i undersjøiske vegtunneler. EU tillater gjennom sikkerhetsdirektivet (2004/54/EC)¹⁷ for vegtunneler på TERN-vegnettet inntil 5% fall og stigning. Dette direktivet er implementert i Norge gjennom en egen forskrift til vegloven, "Tunnelsikkerhetsforskriften", som begrenser stigningsgraden i oversjøiske norske riksvegtunneler til 5% (Buvik 2012).

På grunn av Norges spesielle topografi med svært dype fjorder har EU akseptert at Norge kan ha andre bestemmelser for graden av fall og stigning i undersjøiske tunneler.

Tunnelforskriften hadde derfor tidligere en tilleggsbestemmelse som sa at en kan øke stigningsgraden der det er geografisk umulig å bruke lavere stigningsgrad, og dette gjaldt undersjøiske vegtunneler (Buvik 2012). I den nye vegnormalen Håndbok N500

Vegtunneler som gjelder fra november 2016 har man imidlertid begrenset muligheten for brattere tunneler ved å begrense stigningen til 5% .

2) Tungbilers bremses eller motor? Den nevnte rapporten til Søndre Follo brannvesen om Oslofjordtunnelen er viktig, fordi den diskuterer hvordan den bratte stigningen i denne undersjøiske vegtunnelen kan medføre høyere risiko for brann i tunge kjøretøy. Oslofjordtunnelen, som er 7250 meter lang, har to strekninger av omtrent 3000 meter, hver med en stigning på 7% . To tredjedeler av brannene i tunge kjøretøy ble forårsaket av varmgang i bremsene da tunge kjøretøy kjørte ned i tunnelen, mens en tredjedel skyldes varmgang i motoren da tunge kjøretøy kjørte opp og ut av tunnelen (Søndre Follo Brannvesen 2011: 9).

Dermed indikerer Søndre Follo brannvesens rapport, selv om vi må ta forbehold om at tallene er små at utfordringen med varmgang er mest kritisk når tunge kjøretøy kjører ned i tunneler. Det har vi i den siste kartleggingen (2012-2015) forsøkt å følge opp ved å se nærmere på årsakene til branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler som involverte tungbiler.

I årene 2012-2015 var det 63 branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler i Norge. I alt 23 av disse involverte tungbiler. Når vi ser nærmere på disse 23 hendelsene, ser vi at 10 av hendelsene på ulike måter kan relateres til tekniske problemer knyttet til motoren, og i mindre grad til bremses eller hjullager som går varme, slik som det indikeres i Søndre Follo Brannvesens rapport.

¹⁷ The European Union's "tunnel" directive 2004/54/EC "Minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network».

Tabell 4.1: Årsaker til 23 branner og tillop i undersjøiske vegtunneler i Norge som involverte tungebiler i perioden 2012-2015.

Årsaker	Antall hendelser
Motor (f.eks. turbo)	5
Oljesøl, oljelekkasje, annen lekkasje fra motor	5
Hjul (Bremses/hjullager/dekk)	2
Annet teknisk	2
Ukjent	9
Totalt 2012-2015	23

Andelen ukjent er imidlertid betydelig og vi trenger mer forskning om årsakene til disse hendelsene. Gitt betydningen av tekniske problemer som årsak til branner, bør fremtidig forskning fokusere på å få mer kunnskap om betydningen av ulike typer teknisk svikt som årsak til branner i tunge (og lette) kjøretøy. Betydningen av kjøretøytekniske risikofaktorer kan for eksempel studeres gjennom å måle temperatur i bremses og utsatte motordeler ved kjøring i ulike undersjøiske vegtunneler, eller dagsoner (friluftsstrekninger) med ulike typer tunge kjøretøy. Da kan man kanskje fastslå betydningen av kjøretøyets vekt og bremsesystem (for eksempel: type motorbrems, retarder) årsmodell osv, kombinert med tunnelegenskaper (stigningsgrad og lengde), betydningen av kjørestil og betydningen av ulike bremsetyper.

3) Tunnellengde. En tredje faktor som kan være viktig for å forklare høyere brannrisiko i undersjøiske vegtunneler er tunnellengde. Undersjøiske vegtunneler er i gjennomsnitt fire ganger lengre enn norske vegtunneler generelt. Dette er imidlertid ikke nok til å forklare overrepresentasjonen av undersjøiske tunneler når det gjelder kjøretøybranner. Vi har sett at overoppheting på grunn av stigning synes å være den viktigste årsaken til kjøretøybranner i undersjøiske vegtunneler (Safetec 2011). Dette indikerer at stigningsgraden og lengden på stigningsgraden er viktige faktorer.

4) Distanse med høy stigningsgrad. En fjerde faktor som synes viktig for å forklare høyere risiko for kjøretøybrann i undersjøiske vegtunneler er distansen med en gitt høy stigningsgrad (Buvik, Amundsen & Fransplass 2012). Som nevnt har Oslofjordtunnelen to strekninger på 3000 meter med 7 % stigning. Det er særlig tre andre undersjøiske vegtunnelene i Norge som bidrar til overrepresentasjon av branner i undersjøiske tunneler i perioden 2008-2015. Den første er Byfjordtunnelen med en lengde på 5875 meter og 8 % maksimal stigning. Den andre er Bømlafjordtunnelen med en lengde på 7888 meter og 8,5 % maksimal stigning. Den tredje er Eiksundtunnelen med en lengde på 7765 meter og 9,6 % maksimal stigning. Vi kommer tilbake til disse tunnelene under.

5) Trafikkmengde og andelen tunge kjøretøy. En femte faktor som også må vurderes når man diskuterer høyere risiko for brann i undersjøiske vegtunneler er trafikkmengde og andelen tunge kjøretøy. Vegtunneler med mye trafikk har flere branner (OECD 2006), og vi har sett at tunge kjøretøy har en høyere risiko for brann i undersjøiske tunneler. Derfor bør vi kanskje forvente at undersjøiske vegtunneler har høy trafikkmengde og høy tungebilandel. Når vi ser på de fire undersjøiske tunnelene som hadde mer enn halvparten av de undersjøiske vegtunnelbrannene i vår studie, ser vi at Oslofjordtunnelen i 2012 hadde en ÅDT på 7150 og 15 % tunge kjøretøy. Det samme året hadde Byfjordtunnelen en ÅDT på 8500 og 12 % tunge kjøretøy, Bømlafjordtunnelen hadde en ÅDT på 4100 og 16 % tunge kjøretøy og Eiksundtunnelen hadde en ÅDT på 1900 og 8 % tunge kjøretøy. Det ser derfor ut til at disse undersjøiske tunnelene har en høyere risiko for brann enn trafikkmengden og tungebilandelen skulle tilsi. Med unntak av Eiksundtunnelen, er

tungbilandelen i de fire tunnelene i nærheten av den gjennomsnittlige tungbilandelen på 14 % på norske riksveger, og i tillegg ser vi at ÅDT'ene i disse fire tunnelene er lavere enn det gjennomsnittlige antallet på 10 000 på norske riksveger.

6) Kjøretøytype, alder og standard. En sjette faktor som kan kaste lys på brannrisikoen i undersjøiske vegtunneler er kjøretøytype, alder og standard. Safetec (2011) foreslår i en rapport at de utenlandske (spesielt østeuropeiske) lastebilene i Norge gjerne har to aksler, svakere motorer og at de generelt er eldre enn norske biler. Den antatt lavere tekniske standarden på europeiske lastebiler fra de nye EU-landene er også fremhevet i en OECD rapport (2006: 12) om risiko for kjøretøybrann i EU. Denne rapporten fremholder at andelen eldre lastebiler er høyere i de nyeste EU-medlemslandene i Øst-Europa. Det har også blitt påpekt at eldre europeiske tunge kjøretøy ofte mangler motorbrems, såkalt retarder (Buvik, Amundsen & Fransplass 2012).

Kravene til de utenlandske lastebilene øker når de brukes med tung last i kupert terreng. Dette gjelder skandinavisk terreng generelt, men spesielt i bratte undersjøiske vegtunneler. Skandinaviske lastebiler er bedre tilpasset det skandinaviske topografi. De er utstyrt med tre aksler, har kraftigere motorer, og bedre (retarder) bremses, noe som reduserer risikoen for at de blir overbelastet i kupert skandinavisk terreng (Safetec 2011). På den annen side må det bemerkes at tunge kjøretøy fra EU har en lavere maksimal belastning enn norske tunge kjøretøy (40 mot 50 tonn) (Buvik 2012). Dette skal redusere risikoen for overbelastning i kupert terreng. Resultatene fra Statens vegvesens tungbilkontroller indikerer heller ikke nødvendigvis at utenlandske tunge godsbiler har lavere teknisk standard, men det kan se ut til at kunnskapen om og erfaringen med å kjøre på det norske vegnettet er ulik blant norske og utenlandske tungbilsjåfører, særlig på vinterføre (Nævestad mfl 2016).

7) Tungbilsjåførers kompetanse og erfaring. En syvende faktor som kan være viktig for å forklare høyere risiko brann i undersjøiske vegtunneler er tungbilsjåførers kompetanse og erfaring. Dette er også understreket i Safetec (2011) sin risikoanalyse av Oslofjordtunnelen. I sin diskusjon av dette, foreslår Safetec at skandinaviske lastebilsjåfører nok har mer erfaring med og kompetanse på det å kjøre på norske veger. Dette innebærer sannsynligvis at de er bedre til å bruke bremsene mer korrekt når de kjører i nedoverbakke i vegtunneler, noe som minsker risikoen for overopphetede bremses.

Fremtidige studier bør undersøke betydningen av tungbilsjåføres kompetanse og erfaring når det kommer til det å både forårsake og unngå branner og tilløp i kupert terreng og ikke minst hvilke tiltak som kan settes inn for å forebygge. En mulig tilnærming er intervjuer med yrkessjåfører, relevante eksperter og organisasjoner både på arbeidsgiver og arbeidstakersiden.

Vi kan antakelig lære mer om de aktuelle årsaksmekanismene gjennom å intervjuer førere om hva slags faktorer som spiller inn ved kjøring over strekninger med høy stigningsgrad, hvilken kompetanse som kreves for å gjøre dette på en sikker måte, hvilket utstyr som kreves (motorbrems, retarder), deres erfaringer med dette, og ikke minst hvilke tiltak de tror vil være effektive. Et viktig tilleggsspørsmål å studere kan for eksempel være hvorvidt utenlandske yrkessjåfører har den nødvendige kompetanse og utstyr (jf. Safetec 2011; Nævestad et al 2016).

Intervjuene kunne vært kombinert med en håndfull turer som passasjerer til yrkessjåfører gjennom undersjøiske vegtunneler. Da kunne sjåførene forklart hvordan de håndterer aktuelle utfordringer mens de kjører gjennom slike tunneler. Førergrupper med utilstrekkelig kompetanse på og erfaring med å ferdes i terreng med høy stigning kan avdekkes gjennom slike kvalitative/kvantitative undersøkelser, slik at nødvendige tiltak kan iverksettes (se for øvrig Nævestad mfl 2016).

En mulig forskningsstrategi er å gjøre innledende intervjuer og passasjerturer i tunneler for å avdekke viktige temaer og spørsmål, og deretter utføre en spørreundersøkelse for å undersøke erfaringer med disse temaene blant populasjonen av yrkessjåfører.

Da kan man for eksempel estimere forekomsten av varmgang i bremses/motor, uten at det har vært nødvendig med slukking. Det er ikke sikkert at alle disse hendelsene ender i brann eller tilløp. Med et slikt forskningsopplegg kan man få svar på spørsmål som: Hvor utbredte er erfaringer med varmgang i bremses/motor blant sjåfører, hva skyldtes det og hva gjorde sjåførene i disse situasjonene? Og ikke minst: Hvor mange av disse situasjonene forekom i vegtunneler og hvor mange forekom i friluft?

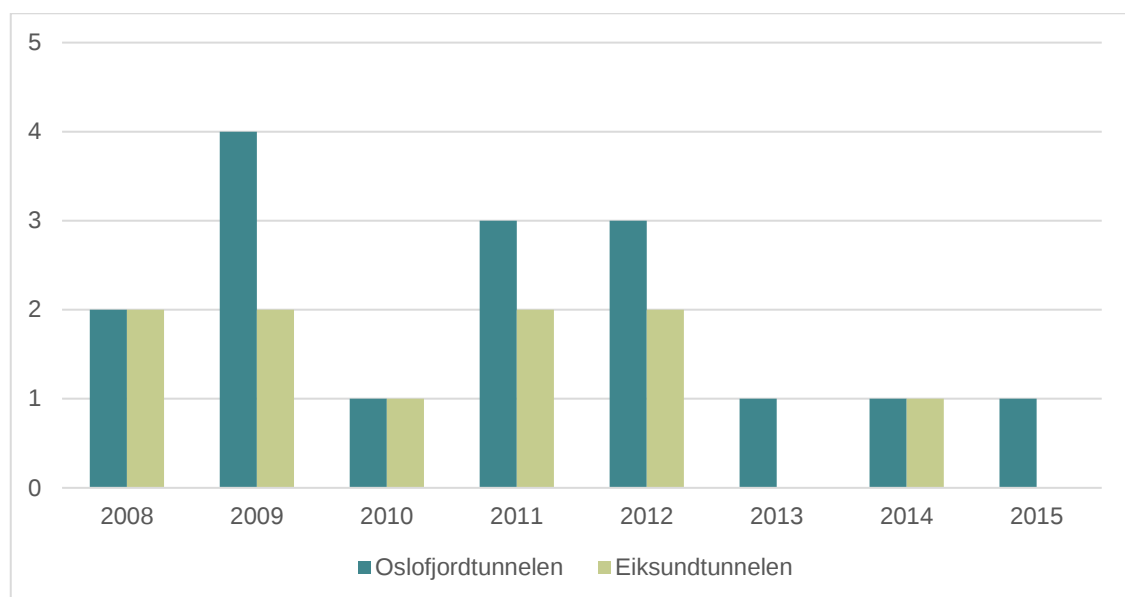
Disse dataene kan vi bruke for å anslå brannrisiko i vegtunneler sammenliknet med brannrisikoen i friluft. Sjåførenes erfaringer kan utgjøre et nyttig datamateriale i innsatsen for å forebygge branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler.

4.2.3 Fire brannutsatte undersjøiske vegtunneler

I den forrige kartleggingen (Nævestad & Meyer 2012) konkluderte vi med at det var noen få undersjøiske tunneler i region øst, vest og midt som bidro til at undersjøiske vegtunneler var overrepresenterte når det gjelder branner og tilløp i perioden 2008-2011. Disse tunnelene var særlig: 1) Oslofjordtunnelen i region øst (10 branner og tilløp), 2) Byfjordtunnelen (9 branner og tilløp) og Bømlafjordtunnelen (8 branner og tilløp) i region vest og 4) Eiksundtunnelen (7 branner og tilløp) i region midt.

Disse fire tunnelene hadde over halvparten (34 av 60) av brannene og tilløpene i undersjøiske vegtunneler i forrige kartlegging (2008-2012). Vi anbefalte derfor at videre studier av branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler for eksempel kunne fokusere på disse fire tunnelene.

I den foreliggende studien finner vi at disse fire tunnelene har hatt 44 % (56 av 127) av brannene og tilløpene i undersjøiske vegtunneler i perioden 2008-2015. De hadde 57 % av hendelsene i perioden 2008-2012, så antallet hendelser i de fire tunnelene har gått ned i perioden 2012-2015. Det skyldes ikke minst utviklingen i to tunneler: Oslofjordtunnelen og Eiksundtunnelen (Figur 4.2).



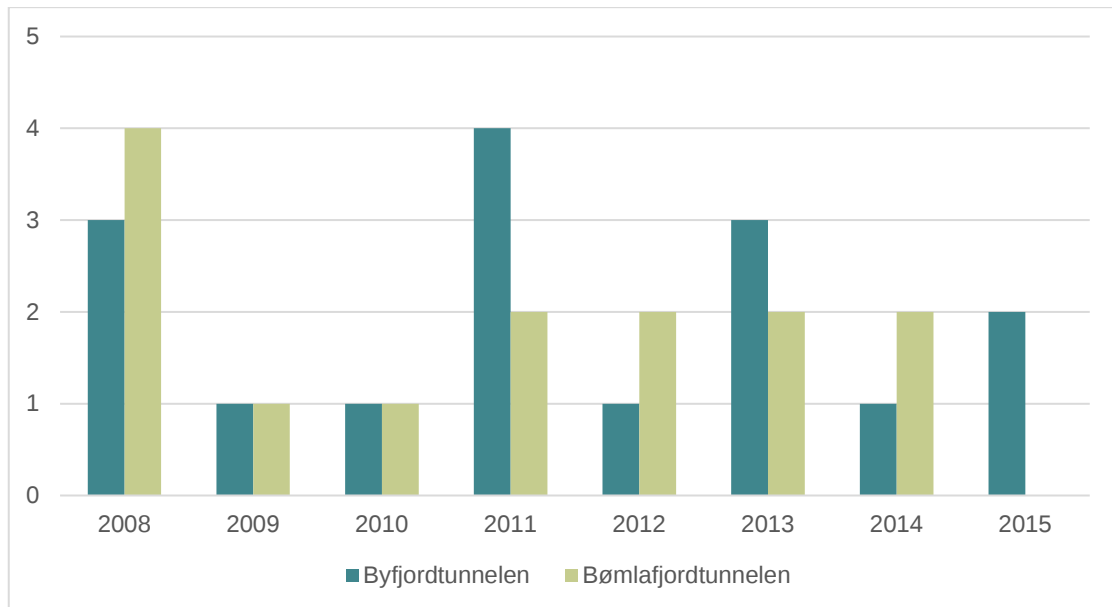
Figur 4.2: Årlig antall branner og tilløp i Oslofjordtunnelen (N=16) og Eiksundtunnelen (N=10) fra 2008 til 2015.

Disse to tunnelene hadde til sammen 17 hendelser i perioden 2008-2011, mens de hadde 9 i perioden 2012-2015. Figur 4.2 indikerer en gradvis nedgang i antall hendelser i de to tunnelene gjennom perioden. Vi vet at det har blitt gjennomført flere tiltak i Oslofjordtunnelen siden brannen 23.06.2011, særlig rettet mot å redusere brannrisikoen til tungbiler. Et av hovedformålene med tiltakene har vært å få ut informasjon til sjåfører av tyngre kjøretøy om å holde lav hastighet inn i tunnelen og kjøre på lavt gir hele vegen. Det har for eksempel blitt gjennomført bedre skilting med informasjon («low gear») før og inne i tunnelen, senkning av fartsgrensen til 70 km/t og streknings-ATK i tunnelen (SHT 2013). Oslofjordtunnelen har også vært stengt for tungbiler i deler av 2011 og 2012. Det har også vært fokus på brannforebygging i Eiksundtunnelen etter den alvorlige trafikkulykken og brannen 28.06.2009. Streknings-ATK ble for eksempel innført i april 2012. Vi må ta forbehold om at vi ser på et lite antall hendelser over et begrenset tidsrom i disse to tunnelene, så vi må være forsiktige med å trekke bastante konklusjoner om utviklingen i dem.

Det kan være relevant å se nærmere på om lærdommer fra tiltakene som har blitt gjennomført i disse to tunnelene kan overføres til andre vegtunneler med høy stigningsgrad. Det er ikke nok å se på Oslofjordtunnelen alene, men fremtidig forskning kan forsøke å vurdere systematisk effekten av de ulike tiltakene som har blitt gjennomført i denne tunnelen. Man kan gå gjennom og vurdere hvert av tiltakene i lys av de siste års erfaringer fra Oslofjordtunnelen og eventuelle erfaringer fra internasjonal forskning. Fokus bør være på hvilke tiltak som vi kan anta er mest effektive og minst ressurskrevende å gjennomføre. Man kan deretter velge ut noen av tiltakene og implementere disse gjennom et eksperimentelt design som for eksempel involverer par av matchede tunneler, for eksempel to undersjøiske tunneler med omtrent lik stigning og tungbil ÅDT. Designet vil involvere at en av de to matchede tunnelen får innført et tiltak, mens den andre tilsvarende tunnelen ikke får innført tiltaket («kontrolltunnelen»). Ved å vurdere om antall hendelser går ned i førstnevnte som får tiltak og kontrollere for utvikling i tungbil ÅDT i parene av tunneler man sammenligner, kan man vurdere om tiltakene fører til nedgang i branner og tilløp. Siden branner og tilløp relativt sjelden forekommer, må man gjennomføre slike «eksperimenter» over flere år.

Byfjordtunnelen og Bømlafjordtunnelen har ikke hatt den samme nedgangen i antall hendelser som Oslofjordtunnelen og Eiksundtunnelen har hatt i perioden 2008-2015. Disse tunnelene hadde til sammen 17 hendelser i perioden 2008-2011, mens de hadde 13 i perioden 2012-2015. Igjen må vi være forsiktige med å trekke bastante konklusjoner på bakgrunn av små tall.

Figur 4.3 viser årlig antall branner og tilløp i Byfjordtunnelen og Bømlafjordtunnelen.

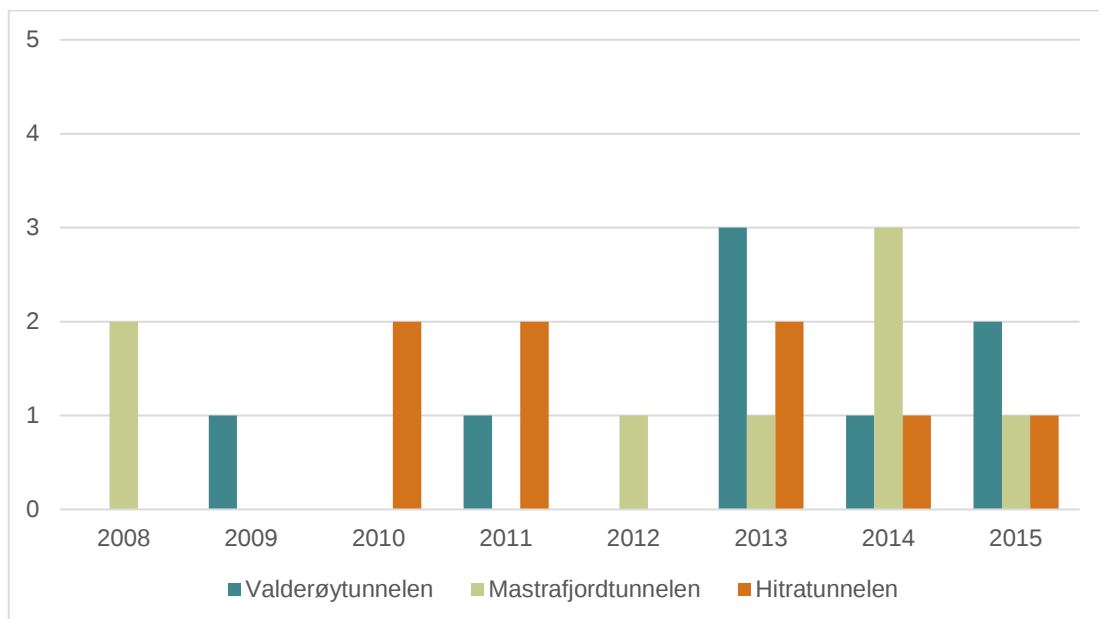


Figur 4.3: Årlig antall branner og tilløp i Byfjordtunnelen (N=16) og Bømlafjordtunnelen (N=14).

Det er vanskelig å trekke noen konklusjoner på bakgrunn av utviklingen i Byfjordtunnelen og Bømlafjordtunnelen. Antallet branner i begge tunnelene ser ut å variere rundt et gjennomsnitt på to branner og tilløp per år (hhv. 2 og 1,75).

I tillegg er det tre andre undersjøiske vegtunneler som utmerker seg med et relativt høyt (tilsammen 16) antall branner og tilløp i den siste kartleggingsperioden (2012-2015): Mastrafjordtunnelen i region vest med 6 branner og tilløp, Valderøytunnelen med 6 branner og tilløp og Hitrattunnelen med fire branner og tilløp. Disse hadde til sammen 11 branner og tilløp i perioden 2008-2011. Spesielle kartlegginger og tiltak kan derfor også eventuelt fokusere på disse tre undersjøiske tunnelene.

Figur 4.4 viser årlig antall branner og tilløp i Valderøytunnelen, Mastrafjordtunnelen og Hitrattunnelen.



Figur 4.4: Årlig antall branner og tilløp i Valderøytunnelen (N=8), Mastrafjordtunnelen (N=8) og Hitrattunnelen (N=8).

4.3 Mulige svakheter ved datakilder og metode

4.3.1 Hvorfor kombinerer vi branner og tilløp i analysene?

I denne rapporten analyserer vi branner og tilløp samlet. Bakgrunnen for dette valget er at vi si stor grad forutsetter at branntilløpene kan utvikle seg til brann og at de stort sett har samme årsaker og fellestrekk forøvrig. Vi gir to begrunnelser for dette under.

For det første er tilløpene, i henhold til vår definisjon, hendelser som kunne blitt brann, siden vi skiller tilløp fra det vi kaller «tvilsomme tilløp». Disse er definert ved at de er tilfeller av røyk som ikke kunne blitt brann eller har noe med brann å gjøre. Vi kan imidlertid ikke være helt sikre på at alle tilløpene i materialet vårt kunne utviklet seg til brann om de ikke hadde blitt slukket. Det er fordi tilløpene stort sett alltid slukkes. Vi kjenner bare til noen få tilfeller der tilløpene har slukket av seg selv.

For det andre viser analysene at branner og tilløp i betydelig grad har de samme årsakene, men det må påpekes at andelen for uklar årsak er stor (Tabell 4.2)

Tabell 4.2 Årsaker til branner og tilløp i norske vegtunneler 2008-2015 (N=301).

	Uklart	Tekniske problemer	Eneulykke	Kollisjon
Brann	64 %	23 %	5 %	9 %
Tilløp	38 %	51 %	5 %	6 %

Tabellen viser at årsaksandelene til branner og tilløp er relativt like når vi ser på kollisjon og eneulykke, men vi ser at tekniske problemer er over dobbelt så viktig årsak til tilløp som brann. I det foregående har vi sett at tekniske problemer særlig er relatert til tungbilbranner.

Tabell 4.3 Tungbilinvolvering i branner og tilløp i norske vegtunneler 2008-2015 (N=302).

	Ingen tungbil	Tungbil
Brann	66 %	34 %
Tilløp	50 %	50 %

Tabell 4.3 viser at tilløp oftere forekommer i tungbiler enn i biler under 3,5 tonn. Vi har også sett at tungbiler er overrepresentert i hendelser i undersjøiske vegtunneller. Tabell 4.4 viser branner og tilløp i kjøretøybranner i norske vegtunneler som er undersjøiske og ikke-undersjøiske.

Tabell 4.4 Branner og tilløp i kjøretøybranner i norske vegtunneler som er undersjøiske og ikke-undersjøiske 2008-2015 (N=303).

	Ikke undersjøisk	Undersjøisk
Brann	70 %	30 %
Tilløp	51 %	49 %

Tabell 4.4 indikerer at tilløp oftere forekommer i undersjøiske vegtunneler enn i andre vegtunneler.

Vi startet avsnittet med å spørre om det er forsvarlig å slå sammen branner i tilløp i analysene, og om vi kan forutsette at tilløpene ville utviklet seg til branner om de ikke hadde blitt slukket. Figur 4.2 viser at den viktigste forskjellen mellom branner og tilløp er at tekniske problemer er en viktigere årsak til tilløp enn til branner.

Mye taler for at en betydelig andel av tilløpene som har tekniske problemer som årsak kunne utviklet seg til branner. Dette er, som vi har sett i Tabell 4.3 og 4.4, i stor grad hendelser relatert til tungbiler og flere av dem er i undersjøiske vegtunneler. Disse hendelsene involverer overbelastning og varmgang, gjerne relatert til motor eller bremses. Noen ganger genererer varmgangen kun røyk (for eksempel fra olje i turboen) før denne slukkes, andre ganger blir det som vi har sett så varmt at det begynner å brenne (for eksempel i oljen i turboen) før noen klarer å slukke. Det som skiller disse hendelsene, tilløp og brann, er graden av overbelastning og varmgang. Hendelsene er ellers relativt like og vi slår derfor sammen branner og tilløp i analysene våre.

4.3.2 Mangelfulle data: Ekstern kvalitetssikring

I denne studien baserer vi oss særlig på Vegloggen. Denne datakilden mangler en god del informasjon om hvor i tunnelen brannene eller tilløpene forekom, skader på kjøretøy, slukking og de mangler ofte data om årsakene til vegtunnelbrannene. Dataene om hvorvidt man har brukt brannventilasjon er også av varierende kvalitet.

Vi baserer oss også på data fra brannvesen, og kvaliteten på dataene våre er av den grunn også i noen grad prisgitt andelen svar vi får på henvendelsene våre fra disse. I den første kartleggingen fikk vi 59 % svar og i den andre fikk vi 30 % svar fra brannvesen. Da vi hadde kodet og registrert alle loggdataene fra en region inn i et regneark, sendte vi det tilbake til kontaktpersonene våre ved VTS'en for kvalitetssikring. Dette er den viktigste eksterne kvalitetssikringen av dataene våre og den har derfor hatt avgjørende prioritet i begge datainnsamlingene. Vi sendte også dataene til brannvernansvarlige og sikkerhetskrollører for vegtunneler i regionene, men vi fikk ikke svar fra alle. Dette er en mulig svakhet ved dataene våre.

4.3.3 Like kriterier i begge kartleggingene: Intern kvalitetssikring

I den foreliggende studien har vi samlet inn og kodet nytt materiale for perioden 2012-2015 for å slå det sammen tidligere innsamlet materiale for perioden 2008-2011. Det er essensielt at kriteriene for å inkludere hendelser er like i begge datainnsamlingsperiodene, slik at ikke endringer kan tilskrives metodologiske forhold. For å sikre like kriterier for registrering av branner og kjennetegn i begge kartleggingene har prosjektleder Nævestad gått gjennom og kvalitetssikret alle de registrerte brannene og tilløpene for perioden 2012-2015. Alle brannene og tilløpene for perioden 2012-2015 er gjennomgått av minst to personer, og alle tvilstilfeller er diskutert av minst to prosjektmedarbeidere. Registreringene i den nye kartleggingen (2012-2015) har fortløpende blitt diskutert underveis i lys av kriteriene vi har lagt til grunn (se metodekapitlet). I tillegg har vi aktivt vurdert eventuelle metodologiske forklaringer i de tilfellene hvor vi har sett at resultatene fra den andre kartleggingen er noe annerledes enn resultatene fra den første. Slike forskjeller kan indikere forskjeller i dataregistreringen i de to kartleggingene, og krever en kritisk gjennomgang av registreringsrutiner og tolkninger. Substansielle endringer må imidlertid vurderes år for år i hele studieperioden vår.

Vi har særlig sett endringer for følgende forhold i de to kartleggingsperiodene: 1) Varsling: publikum har fått lavere andel og politi høyere, 2) Kollisjon er en mindre viktig årsak til branner og tilløp i den siste kartleggingen, og av det følger det at 3) Andelen branner og tilløp som involverer flere kjøretøy er lavere i den siste kartleggingen, og antakelig også at

4) Tekniske problemer som årsak til branner og tilløp i vegtunneler uten høy stigningsgrad får en høyere andel, og endelig det viktigste punktet, som er at 5) Andelen branner registrert utenfor vegtunnelene er betydelig høyere i den siste kartleggingen enn i den første (9 % mot 24 %) (spesielt i region sør, hvor tunnallengden i snitt er kortere).

Det siste er et interessant funn, og det kan være relevant å spørre om vi har brukt andre kriterier i den andre kartleggingen. Vegloggene vi fikk i den andre kartleggingen var for eksempel i langt mindre grad sortert av VTS-kontaktpersonene. Det illustrerer antallet hendelser som skyldes hærverk. Her registrerte vi 4 hendelser i den første kartleggingen og 23 i den siste. Argumenter som taler imot at vi (ubevisst) har endret kriteriene for å inkludere hendelser og dermed inkludert flere hendelser utenfor tunnelene er at: 1) Vi har i hvert tilfelle vurdert om det er sannsynlig at kjøretøyet i brann har vært i tunnelen og om det ser ut til at hendelsen kan ha oppstått i tunnelen før kjøretøyet kom ut. Her har vi vurdert kjøretøyets retning inn i tunnelen og om brannen er registrert etter det som da blir utgangen. Vi har også vurdert avstand fra tunnel i kart, 2) hendelsene er kvalitetssikret av VTS-kontaktpersoner som har hatt bedre kjennskap til avstand fra tunnelen, hendelsesforløp osv.

Vi kan imidlertid ikke utelukke at branner og tilløp kan ha blitt ekskludert av VTS-kontaktpersonene som sendte oss data i den første kartleggingen, og at det forklarer at antallet branner og tilløp registrert utenfor tunnelene er lavere i den første kartleggingen enn i den siste. Fokuset var på vegtunnelbranner, og hendelsene vi fikk fra VTS'ene ble som sagt silt i mye større grad i den første kartleggingen.

Endelig foreligger det flere grundige granskingsrapporter etter alvorlige vegtunnelbranner. Vi har i stor grad brukt informasjon fra slike i denne undersøkelsen. Slike rapporter kan være et nyttig datagrunnlag dersom man for eksempel ønsker å se nærmere på publikums innsats og atferd ved vegtunnelbranner.

5 Referanser

- Amundsen, F. H. (1992) Hendelser og havarier i norske vegtunneler. Registreringer 1992. Rapport 7029. Oslo, Vegdirektoratet, Plan- og anleggsavdelingen, 1993.
- Amundsen, F.H. (1994). "Studies of driver behaviour in Norwegian road tunnels", Tunneling and Underground Space Technology, Vol. 9, No. 1, pp. 9-17
- Amundsen, F.H. (1996). "Vegtunneler – dødsfeller eller trafikksikkerhetstiltak", i Veg og trafikk, 11.-12. september 1996, Kompendium, Statens Vegvesen, NTNU, NVTF, pp. 143-151
- Amundsen F.H. og G. Ranes (1997). Trafikkulykker i vegtunneler – en analyse av trafikkulykker fra 1992-96 i vegtunneler på riksvegnettet
- Amundsen, F.H. og A. Engebretsen (2009) Studies on Norwegian road tunnels II. An analysis on traffic accidents in road tunnels 2001-2006, Vegdirektoratet, Roads and Traffic Department, Traffic Safety Section, Rapport nr: TS4-2009
- Amundsen, F.H. og A. Engebretsen (2004). Hendelser i vegtunneler – analyse av registreringer fra MERKUR utført av fem vegtrafikksentraler, Internprosjekt Vegdirektoratet
- Amundsen, F.H. og G. Østenstad (1992). Trafikantundersøkelser i Gudvanga og Flenjattunnelene, Trafikantatferd i lange vegtunneler, Dokument 3. Vegdirektoratet: Oslo
- Amundsen, F.H. og G. Østenstad (1995). Trafikanter meninger om kjøring i tunneler i Oslo og Bergen. Vegdirektoratet.
- Blindheim, O.T., E. Grøv & B. Nilsen (2005). Nordic subsea tunnel projects. Tunneling and underground space technology, Vol. 20, pp. 570-580
- Buvik, H. (2012). Grensesprengende tunneler - lange og dype, går det en grense? Etatsprogrammet Moderne vegtunneler 2008-2011 Statens vegvesens rapporter Nr. 136
- Buvik H., F.H. Amundsen & H. Fransplass (2012). Strategi, trafikantsikkerhet og brannsikkerhet i vegtunneler Etatsprogrammet Moderne vegtunneler 2008-2011 Statens vegvesens rapporter Nr. 161
- Caliendo, C. P. Ciambelli, M.L. De Guglielmo, M.G. Meo & P. Russo (2013). Simulation of fire scenarios due to different vehicle types with and without traffic in a bi-directional road tunnel, Tunneling and underground space technology, Vol. 37, pp. 22-36
- Chow, W.K. & J.S.M. Li (2001). Case study: vehicle fire in a cross-harbour tunnel in Hong Kong, Tunneling and underground space technology, Vol. 16, pp. 23-30
- Haack, A. (2002). Current safety issues in traffic tunnels, Tunneling and underground space technology, Vol. 17, pp. 117-127
- Haack, A. (1998). Fire protection in tunnels: general aspects and results of the EUREKA project, Tunneling and underground space technology, Vol. 13, pp. 377-381
- Hellevik, O. (1994). Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap, Oslo: Universitetsforlaget

- Jenssen, G.D., C. Bjørkli og M. Flø (2006). Vurderinger E39 Rogfast. Trygghet, monotoni og sikkerhet i krisesituasjoner og ved normal ferdsel, SINTEF: Trondheim, Rapportnr: STF50 A06109
- Marec, M (1996). Major road tunnel projects - how far can we go?, Tunneling and underground space technology, Vol. 11, pp. 21-26
- Martens, M.H. (2005). "Human factors aspects in tunnels: tunnel user behaviour and tunnel operators", Deliverable 3.3 in the frame of the European UPTUN project with contribution from TNO (NL), RWS (NL), SINTEF (N), BRE (UK), MRSI (UK) & Maribor (Si)
- Mashimo, H. (2002). State of the road tunnel safety technology in Japan, Tunneling and underground space technology, Vol. 17, pp. 145-152
- NPRA (Vegdirektoratet) (1992). Informasjon om brann i vegtunnel – beskrivelse av brannforløp og sikringstiltak, Trafikantatferd i lange vegtunneler, Dokument 2, Vegdirektoratet: Oslo
- Nussbaumer, C. og P. Nitsche (2008). Safety of road tunnels. Traffic safety in highway and expressway tunnels, Austrian Road Safety Board, Vienna
- Nævestad, T.-O., R.O. Phillips, G.M. Levlin og I.B. Hovi (2016) Internationalisation in road transport of goods: safety outcomes, risk factors and measures, TØI rapport 1487/2016
- Nævestad, T.-O. & S.F. Meyer (2014) "A survey of vehicle fires in Norwegian Road tunnels 2008-2012", Tunneling and Underground Space Technology, Vol 41, pp. 104-112
- Nævestad, T.-O. & S.F. Meyer (2012) Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2011, TØI-rapport 1205/2012, Oslo: Transportøkonomisk institutt
- Nævestad, T.-O. & S.F. Meyer (2011) Atferd i vegtunneler under normale forhold og i kritiske situasjoner – en litteraturstudie, TØI arbeidsdokument av 9. Aug. 2011 (rev. 5. Sep. 2011), SM/2228/2011
- OECD (2006) OECD studies in risk management, Norway tunnel safety, OECD 2006, Paris, France
- PIARC World Road Association (1979). "Technical Committee Report on road tunnels" XVI World Road Congress Vienna, sept. 16-21 1979 PIARC World Road Association
- (2008). Human factors and road tunnel safety regarding users, PIARC, Frankrike
- PIARC World Road Association (2008). Human factors and road tunnel safety regarding users, PIARC, France
- Rinalducci, E.J. D.A. Hardwick & A.N. Beare (1979). "An assessment of visibility at the entrance of long vehicular tunnel", Human Factors, 21 (1), pp. 107-117
- Safetec (2011). Risikoanalyse av Oslofjordtunnelen med omkjøringsveger. Hovedrapport, Dokument nr: ST-04121-4
- Sagberg, F., A. Shalom Hakkert, L. Larsen, L. Leden, C. Schmotzer og P.I.J. Wouters (1999). Visual modification of the road environment, deliverable D2 from the Gadget project "Guarding Automobile drivers through Guidance, Education and Technology", TØI working report 1137/1999
- SHT (2013) Statens havarikommisjon for transport, Rapport om brann i vogntog på Rv 23, Oslofjordtunnelen, 23. juni 2011, rapport veg 2013/05.

SHT (2015) Statens havarikommisjon for transport, Rapport om brann i vogntog på E16 i Gudvangatunnelen i Aurland, 5. august 2013, rapport veg 2015/02.

SHT (2016a) Statens havarikommisjon for transport (2016) Rapport om bussbrann i Gudvangatunnelen på E16 i Aurland, rapport veg 2016/03.

SHT (2016b) Statens havarikommisjon for transport, Rapport om brann i tanktilhenger i Skatestraumtunnelen i Sogn og Fjordane, 15. juli 2015, rapport veg 2016/05.

Stene, T.M., G.D. Jenssen, C. Bjørkli og D. Bertelsen (2003). Atferd ved evakuering av vegtunneler – litteraturstudium, SINTEF Rapportnummer STF22 A03302

Søndre Follo Brannvesen (2011). Utvidet rapport. ”Brann i Oslofjordtunnelen 23.06”, 24.08.2011

Vegdirektoratet (1992).

Informasjon om brann i vegtunnel – beskrivelse av brannforløp og sikringstiltak, Trafikantatferd i lange vegtunneler, Dokument 2, Vegdirektoratet: Oslo

Vuilleumier, F., A. Weatherherill & B. Crausaz. (2002). Safety aspects of railway and road tunnel: example of the Lötschberg railway tunnel and Mont-Blanc road tunnel, Tunneling and underground space technology, Vol. 17, pp. 153-158

Yeung, J.S. & Y.D. Wong (2013). Road traffic accidents in Singapore expressway tunnels, Tunneling and underground space technology, Vol. 38, pp. 534-541

Granskningsrapporter og lignende som er brukt i analysene:

Aas Jacobsen (2006). Møtereferat, evalueringsmøte, E6 Eidsvolltunnelen. Brann 25.10.2006

Bergen Brannvesen (2003). Rapport etter bilbrann i Fløyfjellstunnelen (sørgående løp), 10. november 2003.

Brannsjefen i Eidsvoll og Hurdal (2006). Rapport etter brannen i Eidsvolltunnelen, 25.10.06 DSB (2000).

Granskningsrapport om brann i kjøretøyer i Seljestadtunnelen på E134 i Odda Kommune 14. Juli 2000

Masfjorden kommune (2006). Informasjon til Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap om tunnelbrann Masfjordtunnelen, 15.9.2006

Naustdal kommune (2003). Bilbrann i Naustdalstunnelen, 13.02.2003. Rapport fra Naustdal brannvern med hovedvekt på erfaringer fra skadestaden

Odda kommune (2006). Rapport for brannen i Seljestadtunnelen, 21.10.06

Odda Kommune (2005). Brann i Svandalsflonattunnelen, 07.06.05.

Safetec (2011). Risikoanalyse av Oslofjordtunnelen med omkjøringsveger. Hovedrapport, Dokument nr: ST-04121-4

Sivilforsvaret (2010). Evaluering av ulykker i Hitratunnelen, 12. januar og 17. februar 2010

SHT (2013) Statens havarikommisjon for transport, Rapport om brann i vogntog på Rv 23, Oslofjordtunnelen, 23. juni 2011, rapport veg 2013/05.

SHT (2015) Statens havarikommisjon for transport (2015) Rapport om brann i vogntog på E16 i Gudvangatunnelen i Aurland, 5. august 2013, rapport veg 2015/02.

SHT (2016a) Statens havarikommisjon for transport (2016) Rapport om bussbrann i Gudvangatunnelen på E16 i Aurland, rapport veg 2016/03.

SHT (2016b) Rapport om brann i tanktilhenger i Skatestraumtunnelen i Sogn og Fjordane, 15. juli 2015, rapport veg 2016/05.

Statens vegvesen (1997). Bussbrannen i Ekeberggtunnelen 21.08.1996 Statens vegvesen Oslo, 27. februar 1997.

Statens vegvesen (2002). Evalueringsmøte etter bussbrann i Valderøytunnelen, 5. mars 2002

Statens vegvesen (2010). Vedlegg. Evaluering bilbrann Hitratunnelen, 17. februar 2010

Statens vegvesen (2011). Rapport fra brannen i Oslofjordtunnelen 29.03.2011

Oslo 13. juli 2011, Torbjørn Tollefsen Brannvernleder for tunneler Avd. Oslo – Driftsseksjonen

Søndre Follo Brann og Redningsvesen (2001). Rapport etter bilbrann i Oslofjordtunnelen 19.02.01

Søndre Follo Brannvesen (2005). Rapport etter trafikkulykken i Oslofjordtunnelen, 25.07.2005, kl. 07.25.35

Søndre Follo Brannvesen (2011). Utvidet rapport. ”Brann i Oslofjordtunnelen 23.06”, 24.08.2011

Tollefsen, T. (2010). ”Brann i Follotunnelen, 10. mai 2009”, foredrag, Borås 27. januar 2010 Torbjørn Hugo Tollefsen, Brannvernleder tunneler Region øst.

Vedlegg

Vedlegg 1: Vegtunnelbranner i region øst, 2002-2015

V1.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene

Vegtrafikksentralen i region øst overvåker og/eller styrer (per november 2016) 57 vegtunneler i Oslo, Akershus, Hedmark, Oppland og Østfold. I tillegg så overvåker og styrer de 3 broer i Fredrikstad for båttrafikken. Region øst hadde per september 2011 77.142 tunnelmeter fordelt på 105 vegtunneler og løp. Gjennomsnittslengden på vegtunnelløpene i denne regionen er 735 meter. Den lengste tunnelen er Oslofjordtunnelen, på 7250 meter. Det korteste tunnellopet er Vassumstunnelens løp mot Drammen. Det er 11 meter lang og ligger i Stor-Oslo. Region øst har 3 (evt. 4) undersjøiske vegtunneler: Oslofjordtunnelen (134 muh), Hvalertunnelen (120 muh), Festningstunnelen (45 muh) og Bjørvikatunnelen (20 muh). De to sistnevnte inngår i, og refereres også til som Operatunnelen.

Vegtrafikksentralen i region øst bemanner 52 årsverk og består av to faggrupper: overvåking/styring og publikumsinformasjon. Faggruppe styring består av 26 trafikkoperatører som blant annet overvåker og styrer vegtunneler. Den andre består av 19 trafikkoperatører som arbeider med å formidle informasjon ut til publikum og til media. I tillegg til en stab på 7 personer.

V1.2 Liste over alle branner og tilløp i region øst 2002-2015

I det følgende presenteres alle vegtunnelbrannene og tilløpene som våre kontaktpersoner ved Vegtrafikksentralen i region øst har hentet ut fra Vegloggen. Vi har dessverre ikke fått data fra vegtrafikksentralen for perioden før vegloggen (2001-2008), men vi har til gjengjeld fått en betydelig datamengde fra brannvesenene i Oslo, Søndre Follo og Asker og Bærum. (Brannvesenet i Oslo bidro med omfattende data fra perioden 2003-2010.).

Vi har på bakgrunn av dataene fra nevnte brannvesen, særlig Oslo, registrert 37 branner og tilløp i perioden 2002- april 2008. Disse dataene er imidlertid ofte ufullstendige på mange punkter, for eksempel når det kommer til årsaker, skadeomfang og så videre. I tillegg må det påpekes at region øst består av flere kommuner enn de tre som vi har fått data fra, og de 11 kommunene som per e-post har svart til oss at de ikke har hatt branner eller tilløp i sine vegtunneler. Dataene i region øst for perioden før april 2008 er derfor ufullstendige både på den måten at hendelser antakelig mangler, og på den måten at vi mangler en del informasjon om de hendelsene som vi har registrert.

I undersøkelsen for perioden 2002–2011 var det to av de tre brannvernlederne i regionen som kvalitetssikret om lag to tredjedeler av dataene fra regionen, det vil si dataene fra vegloggen. Dataene fra regionen som ikke er kvalitetssikret er fra perioden 2002-2008. Disse dataene omfatter for det meste nøkkeldata for hendelsene (tunnel, tidfesting av brannen eller tilløpet). Én brannvernleder og sikkerhetskontrolløren for vegtunneler i regionen svarte dessverre ikke på henvendelsene våre. Tre av fire brannvernledere kvalitetssikret dataene for perioden 2012-2015.

Tabell V1.1 viser alle branner og tilløp i region øst i perioden 2002-2015, veg, tidspunkt, involverte kjøretøy og eventuell personskade.

Tabell V1.1 Vegtunnelbranner og tilløp i region øst 2002-2015.

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Personskade
Hamangtunnelen	E16	08.jan	2015	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Granfosstunnelen	Rv150	22.jan	2015	Brann	0	1	Uklart
Rælingstunnelen	Rv159	23.feb	2015	Brann	0	1	Ingen
Nordbytunnelen	E6	28.feb	2015	Tilløp	1	0	Ingen
Nordbytunnelen	E6	13.apr	2015	Tvilsomt tilløp	Uklart	Uklart	Uklart
Lørentunnelen	Rv150	16.apr	2015	Brann	0	1	Ingen
Hammersborgtunnelen	Rv162	30.apr	2015	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Operatunnelen	Rv162	13.mai	2015	Brann	0	1	Ingen
Tåsentunnelen	E6	16.mai	2015	Tilløp	0	1	Ingen
Operatunnelen	E18	14.juni	2015	Brann	1	0	Lettere
Vassumtunnelen	Rv23	19.juni	2015	Tilløp	1	0	Ingen
Øyertunnelen	E6	20.juli	2015	Brann	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	09.nov	2015	Brann	1	0	Lettere
Nøstvetunnelen	E6	26.feb	2014	Tilløp	0	1	Ingen
Operatunnelen	E18	04.jun	2014	Brann	1	0	Uklart
Bekkestutunnelen	Fv160	30.jun	2014	Brann	MC	MC	Ingen
Mosseporten	Rv19	08.jul	2014	Tilløp	0	1	Ingen
Vålerengatunnelen	E6	10.jul	2014	Brann	1	0	Ingen
Galteryggstunnelen	E6	15.okt	2014	Tilløp	1	0	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	17.des	2014	Brann	0	1	Ingen
Operatunnelen	E6	01.jan	2013	Brann	0	1	Ingen
Operatunnelen	E6	11.jan	2013	Brann	0	1	Ingen
Operatunnelen	E6	08.mar	2013	Brann	1	0	Ingen
Operatunnelen	E18	09.mar	2013	Brann	1	0	Ingen
Operatunnelen	E6	11.mar	2013	Tilløp	1	0	Ingen
Vaterlandstunnelen	Rv162	30.apr	2013	Brann	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	14.jun	2013	Tilløp	2	0	Ingen
Skarpsnotunnelen	E6	21.jul	2013	Brann	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	21.sep	2013	Brann	0	1	Ingen
Operatunnelen	E6	25.nov	2013	Brann	1	2	Ingen
Eidsvolltunnelen	E6	17.jan	2012	Brann	0	1	Død
Oslofjordtunnelen	Rv23	28.feb	2012	Tilløp	Uklart	Uklart	Uklart
Nordbytunnelen	E6	7.mar	2012	Tilløp	0	1	Ingen
Follotunnelen	E6	30.apr	2012	Brann	0	1	Ingen
Tåsentunnelen	Rv150	08.jul	2012	Tilløp	1	0	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	02.sep	2012	Tilløp	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	15.des	2012	Tilløp	0	1	Ingen
Hagantunnelen	Rv4	29.des	2012	Brann	1	0	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	14.jan	2011	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	06.feb	2011	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	07.feb	2011	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen

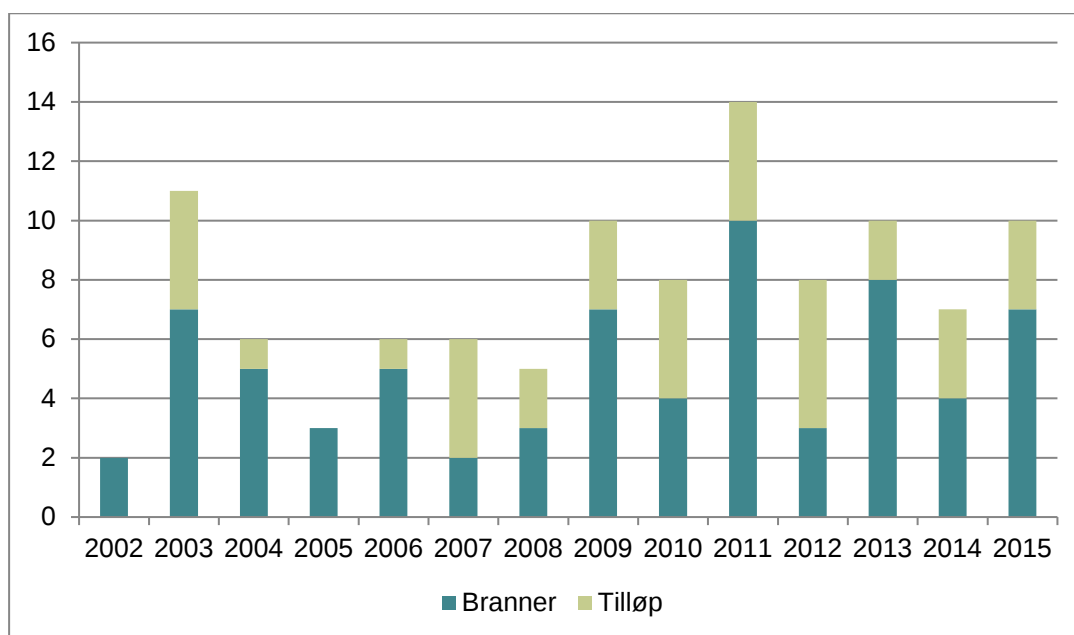
Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Personskade
Oslofjordtunnelen	Rv23	29.mar	2011	Brann	1	0	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	05.apr	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	23.jun	2011	Brann	1	0	Lettere
Nøstvedtunnelen	E6	24.jan	2011	Tilløp	0	1	Ingen
Rælingstunnelen	Rv159	27.apr	2011	Brann	0	1	Ingen
Kjørbotunnelen	E16	20.okt	2011	Brann	0	1	Uklart
Svartdalstunnelen	E6	08.jun	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Tåsentunnelen	Rv150	24.aug	2011	Brann	1	1	Uklart
Tåsentunnelen	Rv150	14.sep	2011	Brann	1	0	Ingen
Vålerengatunnelen	E6	24.jan	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Festningstunnelen	E18	07.sep	2011	Brann	0	1	Ingen
Festningstunnelen	E18	16.mar	2011	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Brynstunnelen	E6	05.feb	2011	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Hagatunnelen	Rv4	30.des	2011	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Nordbyttunnelen	E6	16.des	2011	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Ekebergstunnelen	E6	06.des	2011	Tilløp	0	1	Ingen
Lunnertunnelen	Rv35	30.nov	2011	Brann	0	1	Ingen
Festningstunnelen	E18	22.nov	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Kjørbotunnelen	E16	20.okt	2011	Brann	0	3	Uklart
Nøstvedtunnelen	E6	06.okt	2011	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Hvalertunnelen	Fv108	26.jun	2011	Brann	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	14.jun	2010	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	25.okt	2010	Brann	0	2	Uklart
Rælingstunnelen	Rv159	03.des	2010	Brann	1	0	Ingen
Rælingstunnelen	Rv159	15.jan	2010	Tilløp	1	0	Uklart
Granfosstunnelen	Rv150	04.okt	2010	Brann	0	1	Ingen
Ekebergstunnelen	E6	22.mar	2010	Brann	0	1	Ingen
Ekebergstunnelen	E6	11.aug	2010	Tilløp	0	1	Ingen
Vålerengatunnelen	E6	01.sep	2010	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Festningstunnelen	E18	14.sep	2010	Tilløp	1	0	Ingen
Frogntunnelen	Rv23	22.feb	2010	Tilløp	0	5	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	09.jul	2009	Brann	1	0	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	29.jul	2009	Brann	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	07.sep	2009	Brann	1	0	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	08.des	2009	Tilløp	1	0	Ingen
Follotunnelen	E6	10.mai	2009	Brann	1	0	Alvorlig/død
Svartdalstunnelen	E6	24.apr	2009	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Svartdalstunnelen	E6	21.jun	2009	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Svartdalstunnelen	E6	22.des	2009	Tilløp	0	1	Ingen
Ekebergstunnelen	E6	01.sep	2009	Tilløp	MC	MC	Ingen
Tåsentunnelen	Rv150	07.mai	2009	Brann	0	1	Ingen
Ekebergstunnelen	E6	20.feb	2009	Brann	0	1	Lettere

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Personskade
Festningstunnelen	E18	02.feb	2009	Brann	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	16.okt	2008	Brann	0	1	Ingen
Eidsvolltunnelen	E6	09.aug	2008	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Smiehagentunnelen	E6	14.mai	2008	Brann	1	1	Uklart
Vålerengtunnelen	E6	04.okt	2008	Tilløp	0	1	Uklart
Oslofjordtunnelen	Rv23	22.okt	2008	Tilløp	1	0	Ingen
Vålerengatunnelen	E6	03.sep	2008	Brann	0	1	Ingen
Festningstunnelen	E18	12.sep	2008	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Ekebergtunnelen	E6	17.jan	2007	Tilløp	1	0	Ingen
Tåsentunnelen	Rv150	12.feb	2007	Tilløp	0	1	Ingen
Festningstunnelen	E18	30.mar	2007	Brann	0	1	Ingen
Festningstunnelen	E18	17.apr	2007	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Granfosstunnelen	Rv150	24.mai	2007	Tilløp	0	1	Ingen
Ekebergtunnelen	E6	20.aug	2007	Brann	0	1	Ingen
Festningstunnelen	E18	12.okt	2007	Tilløp	1	0	Ingen
Ekebergtunnelen	E6	12.des	2007	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Vålerengatunnelen	E6	26.mar	2006	Brann	0	1	Ingen
Eidsvollstunnelen	E6	25.okt	2006	Brann	1	1	Alvorlig/død
Nordbytunnelen	E6	18.jul	2006	Tilløp	1	5	Alvorlig/død
Oslofjordtunnelen	Rv23	05.feb	2006	Brann	1	0	Ingen
Festningstunnelen	E18	31.mai	2006	Brann	0	1	Ingen
Vålerengatunnelen	E6	14.jun	2006	Brann	MC	MC	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	25.jul	2005	Brann	0	2	Alvorlig/død
Ekebergtunnelen	E6	18.sep	2005	Brann	0	1	Ingen
Festningstunnelen	E18	26.sep	2005	Brann	0	1	Ingen
Nordbytunnelen	E6	18.jul	2004	Brann	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	02.jun	2004	Brann	1	0	Ingen
Nordbytunnelen	E6	06.mar	2004	Brann	1	0	Ingen
Vålerengatunnelen	E6	29.jan	2004	Brann	0	1	Ingen
Festningstunnelen	E18	09.jun	2004	Brann	0	1	Ingen
Ekebergtunnelen	E6	20.jul	2004	Tilløp	1	0	Ingen
Ekebergtunnelen	E6	18.mar	2003	Brann	1	0	Ingen
Vålerengtunnelen	E6	06.feb	2003	Brann	0	1	Ingen
Ekebergtunnelen	E6	05.feb	2003	Brann	0	1	Ingen
Tåsentunnelen	Rv150	18.jan	2003	Brann	0	1	Uklart
Ekebergtunnelen	E6	02.jan	2003	Tilløp	0	0	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	20.okt	2003	Tilløp	0	1	Ingen
Oslofjordtunnelen	Rv23	17.sep	2003	Tilløp	1	0	Ingen
Kjørbotunnelen	E16	12.feb	2003	Brann	0	1	Ingen
Ekebergtunnelen	E6	06.apr	2003	Tilløp	1	0	Ingen
Vålerengatunnelen	E6	30.apr	2003	Brann	1	0	Ingen
Vålerengatunnelen	E6	11.mai	2003	Brann	0	1	Ingen

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Personskade
Follotunnelen	E6	21.apr	2002	Brann	0	1	Ingen
Granfosstunnelen	Rv150	24.nov	2002	Brann	0	1	Ingen

V1.3 Oversikt over brannene og tilløpene i perioden 2002-2015

Vi har registrert 106 branner og tilløp i region øst i perioden 2002-2015 (Se tabell V1.1). Disse utgjør 70 branner og 36 tilløp til brann (og 21 tvilsomme tilløp).



Figur V1.1 Branner og tilløp i region øst i perioden 2002-2015 (N=106).

Vi må ta forbehold om at dataene fra perioden før april 2008 er ufullstendige når vi ser på utviklingen over tid i figur V1.1. Det gjennomsnittlige antall branner per år er 5. Det at det kun er registrert 2 branner i 2002 har antakelig mer med svakheter i datamaterialet å gjøre enn at det var spesielt få vegtunnelbranner dette året i region øst. Vi har, som nevnt, ikke fått data fra verken vegtrafikksentralen eller Brannvesenet i Oslo for 2002.

Ellers ser vi at 2011 er året med mest branner og tilløp: hele 14 hendelser. Dette kan skyldes en reell økning, økt bevissthet hos vegtrafikksentralene ved registrering av hendelser eller tilfeldige variasjoner. Endelig ser vi at utviklingen i de fire årene etter 2011 varierer mellom 7 og 10 hendelser i året.

Vedlegg 2: Vegtunnelbranner og tilløp i region sør 2001-2015

V2.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene i region sør

Vegtrafikksentralen i region sør er lokalisert i Porsgrunn. Den overvåker og styrer 105 vegtunneler i Buskerud, Vestfold, Telemark, Aust Agder og Vest Agder. Region sør hadde, per september 2011, 97.284 tunnelmeter fordelt på 137 vegtunneler som utgjør totalt 154 vegtunneler og løp.

Frem til 1.12.2016 er det ansatt 25 personer, hvorav 20 jobber skift som Trafikkoperatører. Trafikkoperatørene arbeider både med styring og informasjon ut til publikum.

Vegtrafikksentralen ved region sør har 3 operatører på vakt hele døgnet.

Vegtrafikksentralen er delt inn i to grupper (Trafikkstyring og Veginformasjon), slik at 12 personer arbeider med overvåking og styring og 8 operatører arbeider med informasjon. Det vil da alltid være to operatører som arbeider med styring og en operatør som arbeider med informasjon på vakt.

Gjennomsnittslengden på vegtunnelløpene i denne regionen var per september 2011 628 meter. Den lengste tunnelen er Strømsåstunnelen i Nedre Buskerud på 3738 meter. Det korteste tunnellopet er Breiøygard i Aust Agder på 25 meter. Region sør har kun én undersjøisk vegtunnel: Flekkerøytunnelen (101 muh).

V2.2 Liste over alle branner og tilløp i region sør 2001-2015

Tabell V2.1 viser alle branner og tilløp i region sør i perioden 2001-2015, veg, tidspunkt, involverte kjøretøy og eventuell personskafe.

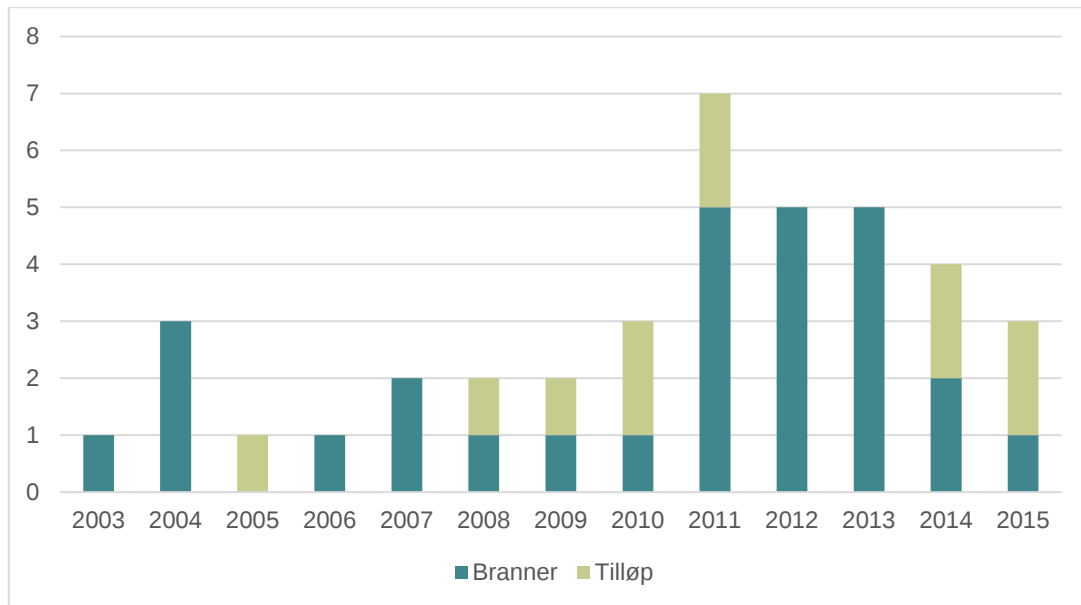
Tabell V2.1 Vegtunnelbranner og tilløp i region sør 2001-2015.

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person-skafe
Sandbekkåstunnelen	E18	08.mar	2015	Brann	0	1	Ingen
Telemarksporten	E18	12.nov	2015	Tilløp	1	0	Ingen
Teistedalstunnelen	E39	24.nov	2015	Tilløp	1	0	Ingen
Telemarksporten	E18	14.jan	2014	Tilløp	1	0	Ingen
Brattheitunnelen	E18	03.apr	2014	Brann	1	0	Lettere
Fedaheitunnelen	E39	11.aug	2014	Brann	1	0	Ingen
Islandtunnelen	E18	01.okt	2014	Tilløp	0	1	Ingen
Bragernestunnelen	Fv283	04.mar	2013	Brann	0	1	Ingen
Elgskauåstunnelen	Rv23	17.apr	2013	Brann	1	0	Ingen
Hanekleivtunnelen	E18	15.mai	2013	Brann	0	1	Ingen
Frodåstunnelen	Fv300	24.jun	2013	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Hemtunnelen	E18	08.jul	2013	Brann	0	1	Ingen
Fedaheitunnelen	E39	30.nov	2013	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Vågsbygdporten tunellen	Fv456	11.des	2013	Brann	0	1	Ingen

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person- skade
Stenbjørnrødtunnelen	E18	06.mar	2012	Brann	0	1	Ingen
Åtlandtunnelen	E39	17.mar	2012	Brann	1	0	Ingen
Gullitunnelen	E18	25.mai	2012	Brann	0	2	Lettere
Blødekjærtunnelen	Fv410	27.mai	2012	Brann	0	1	Ingen
Bragernestunnelen	Fv283	06.jun	2012	Brann	0	1	Ingen
Baneheiatunnelen	E18	19.sep	2011	Brann	0	1	Ingen
Bringåkertunnelen	E18	28.jul	2011	Brann	MC	MC	Ingen
Vatlandstunnelen	E39	18.jul	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Stenbjørnrødtunnelen	E18	23.jun	2011	Brann	0	1	Ingen
Fedaheitunnelen	E39	30.apr	2011	Brann	0	1	Ingen
Kjørholtunnelen	E18	10.apr	2011	Brann	0	1	Ingen
Blødekjærtunnelen	Fv410	06.mar	2011	Tilløp	0	1	Ingen
Vabakkentunnelen	Fv354	19.nov	2010	Tilløp	0	2	Ingen
Fosskolltunnelennordgående	E18	17.aug	2010	Tilløp	0	1	Ingen
Flekkerøytunnelen	Fv457	28.apr	2010	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Lerviktunnelen	Fv465	10.apr	2010	Brann	0	0	Ingen
Fosskolltunnelen	E18	21.des	2009	Brann	0	1	Ingen
Botnetunnelen	E18	19.feb	2009	Tilløp	0	1	Ingen
Flekkerøytunnelen	Fv457	31.mai	2008	Brann	0	1	Ingen
Brattåstunnelen	E18	27.jun	2008	Tilløp	0	3	Uklart
Fosskollentunnelen	E18	03.apr	2007	Brann	0	1	Ingen
Flekkerøytunnelen	Fv457	21.apr	2007	Brann	0	1	Ingen
Fedaheitunnelen	E39	20.des	2006	Brann	1	0	Ingen
Flekkerøytunnelen	Fv457	10.jan	2005	Tilløp	0	0	Ingen
Hanekleivtunnelen	E18	13.nov	2004	Brann	1	0	Ingen
Nestunnelen	Fv354	01.jul	2004	Brann	0	1	Ingen
Strømsåstunnelen	E134	21.jan	2004	Brann	1	0	Ingen
Strømsåstunnelen	E134	03.jan	2003	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Vabakkentunnelen	Fv354	23.jul	2003	Brann	1	0	Ingen
Flekkerøytunnelen	Fv457	11.jul	2002	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Kjørholtunnelen	E18	12.okt	2001	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen

V2.3 Oversikt over brannene og tilløpene i region sør, 2003-2015

Vi har registrert 39 branner og tilløp i region sør i perioden høsten, 2001-2015 (Se tabell V2.1). Disse utgjør 28 branner, 11 tilløp til brann og 6 tvilsomme tilløp.



Figur V2.1: Antall branner og tilløp i region sør i perioden høsten, 2003-2015 (N=39)

Figur V2.1 viser at det er registrert flest hendelser i årene 2011-2013. Antall hendelser var på sitt høyeste i 2011, for så å gå noe ned i 2014 og 2015. Tallene er små, og økningen kan være tilfeldig og/eller tilbakeføres til forhold som har med datakilder og metoder å gjøre.

Gjennom vår kontakt med vegtrafikksentralene har vi fått inntrykk av at dataene i Vegloggen (2008-2015) er registrert på en måte som gjør at det er større sannsynlighet for at man får ut alle hendelsene vi er ute etter, slik at vi ikke må legge for stor vekt på tallene før 2008.

Vedlegg 3: Vegtunnelbranner og tilløp i region vest 2002-2015

V3.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene

Vegtrafikksentralen i region vest overvåker og styrer i alt 245 av totalt 562 vegtunneler og -løp i Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane. Sentralen betjenes pr. i dag av 24 operatører. Vegtrafikksentralen har 2 arbeidsområder: Vegovervåking og trafikkstyring, og veg og trafikkinformasjon.

Vegtrafikksentralen region vest har teknisk overvåking/styring av ca. 250 anlegg gjennom systemet "Vegvokteren". Dette er for det meste tunneler, men også noen broer og kryssområder. Overvåking skjer også ved hjelp av rundt 984 tunnelkamera, med og uten hendelsesdetektering.

Region vest har 531.302 tunnelmeter fordelt på 562 vegtunneler og løp per januar 2016. Gjennomsnittslengden på vegtunnelløpene i denne regionen er 945 meter. Den lengste tunnelen er Lærdalstunnelen i Sogn og Fjordane på 24 509 meter. Det korteste tunnellopet er Iversflaten II på 12 meter. Region vest har 10 undersjøiske vegtunneler: Bømlafjordtunnelen (263 muh), Byfjordtunnelen (223 muh), Finnøytunnelen (200 muh), Talgjefjordtunnelen, som er en arm av Finnøytunnelen (200 muh), Mastrafjordtunnelen (133 muh), Halsnøytunnelen (136 muh), Skatestraumtunnelen (91 muh), Bjørøytunnelen (88 muh), Karmøytunnelen (139 muh) og Knappetunnelen (29 muh).

Undersjøiske vegtunneler har gjerne en høy stigningsgrad, definert som mer enn 5 %, som kan øke risikoen for brann og tilløp i tunge kjøretøy, enten fordi (motor)bremsen kan havarere på veg nedover i tunnelen, eller fordi motoren havarerer på veg oppover i tunnelen. Region vest er imidlertid spesiell på den måten at denne regionen har flere vegtunneler som har høy stigningsgrad selv om de ikke er undersjøiske. Det er sannsynligvis ingen oversjøiske tunneler med høy stigningsgrad i andre regioner.

Det er i alt 24 ikke-undersjøiske vegtunnelene med høy stigningsgrad i region vest. De 10 første gjorde Statens vegvesen oss oppmerksomme på i den første kartleggingen. Dette er for det første Låvisbergettunnelen, på Fv50. Den er 1350 meter lang og har en stigningsgrad på maksimalt 9 %. En annen er Vetlebotntunnelen på Fv50, som er om lag 300 meter lang og som har en maksimal stigningsgrad på omtrent 9 %. Den samme stigningsgraden har Botnatunnelen, som er omtrent 900 meter lang. Sivletunnelen (1114 m) og Stalheimtunnelen (1188 m) er begge på E16, og begge har en maksimal stigningsgrad på omtrent 7 %. Flenjatunnelen (5000 m) er også på E16. Flenjatunnelen har en stigningsgrad på omtrent 6 % og maksimalt 6,5 % over 1,5 kilometer i midten. Masfjordtunnelen (4110 m) og Jernfjelltunnelen (2391 m) er begge på E39, og de har begge en stigningsgrad på omtrent 8 %. Måbøtunnelen (1893 m) er på Rv7, og har en stigning på omtrent 7 %. Det samme har Austmannaliatunnelen, som er på E134.

Statens vegvesen har i forbindelse med den siste kartleggingen gjort oss oppmerksomme på ytterligere 14 ikke-undersjøiske vegtunneler med høy stigningsgrad i region vest: Matreberggtunnelen (1352 meter og 8 % stigning), Lange 2 (1350 meter og 9 % stigning), Svandalsflonatunnelen (1053 meter og 6 % stigning), Trodaltunnelen (848 meter og 7 % stigning), Storegjelettunnelen (1842 meter og 7 % stigning), Kvernhusgtunnelen (542 meter og 13 % stigning), Hordatunnelen (475 meter og 7 % stigning), Dalberggtunnelen (335 meter og 7 % stigning), Jåtelitunnelen 1 (84 meter og 8 % stigning), Jåtelitunnelen 2 (106 meter og 7 % stigning), Rausdaltunnelen 1 (97 meter og 7 % stigning), Rausdaltunnelen 2 (112 meter og 8 % stigning) og Holsbrutunnelen (95 meter og 8 % stigning).

V3.2 Liste over alle branner og tilløp i region vest 2002-2015

Tabell V3.1 viser alle branner og tilløp i region vest i perioden 2002-2015, veg, tidspunkt, involverte kjøretøy, og eventuell personskade.

Tabell V3.1 Vegtunnelbranner og tilløp i region vest 2002-2015.

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person-skade
Mydland tunnel	Fv1	03.jan	2015	Brann	Traktor	Traktor	Ingen
Fløyfjellstunnelen	E39	20.mar	2015	Tilløp	0	1	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	19.jun	2015	Brann	0	1	Ingen
Måbøtunnelen	Rv7	01.jul	2015	Tilløp	1	0	Ingen
Storegjeltunnelen	Rv7	01.jul	2015	Tilløp	1	0	Ingen
Lonevågtunnelen	Fv567	12.jul	2015	Brann	0	1	Ingen
Skatestraumtunnelen	Fv616	15.jul	2015	Brann	1	0	Lettere
Stalheimtunnelen	E16	02.aug	2015	Brann	0	1	Ingen
Mastrafjordtunnelen	E39	10.aug	2015	Brann	1	0	Ingen
Gudvangtunnelen	E16	11.aug	2015	Brann	1	0	Alvorlig
Mundalsbergstunnelen	E39	10.sep	2015	Brann	1	0	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	27.okt	2015	Brann	0	1	Ingen
Nygårdstunnelen	Rv555	01.nov	2015	Brann	0	1	Ingen
Bjørkhaugtunnelen	E16	10.des	2015	Brann	0	1	Ingen
Olsvikstunnelen	Fv562	21.feb	2014	Tvilsomt tilløp	0	2	Ingen
Sædalstunnelen	Fv188	28.feb	2014	Brann	0	1	Ingen
Mastrafjordtunnelen	E39	14.mar	2014	Brann	0	1	Ingen
Lundtunnelen	Fv57	22.mar	2014	Brann	1	0	Ingen
Matrebergstunnelen	E39	08.apr	2014	Tilløp	1	0	Ingen
Lærdalstunnelen	E16	1.apr	2014	Brann	1	0	Ingen
Fløyfjellstunnelen	E39	23.apr	2014	Brann	1	0	Ingen
Damsgårdstunnelen	Rv555	24.apr	2014	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eidsvågtunnelen	E39	17.mai	2014	Tilløp	0	1	Ingen
Espelandstunnelen	Fv57	30.mai	2014	Tilløp	1	0	Ingen
Røldalstunnelen	E134	06.jun	2014	Brann	0	1	Ingen
Jernfjellstunnelen	E39	12.jun	2014	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Mastrafjordtunnelen	E39	16.jun	2014	Brann	1	0	Ingen
Bjørøytunnelen	Fv207	03.jul	2014	Brann	0	1	Alvorlig
Byfjordtunnelen	E39	1.jul	2014	Tilløp	0	1	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	25.jul	2014	Tilløp	MC	MC	Ingen
Damsgårdstunnelen	Rv555	10.sep	2014	Brann	0	1	Ingen
Damsgårdstunnelen	Rv555	03.nov	2014	Tilløp	1	0	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	25.nov	2014	Tilløp	0	2	Alvorlig
Mastrafjordtunnelen	E39	15.des	2014	Brann	0	1	Ingen
Damsgårdstunnelen	Rv555	26.des	2014	Brann	0	1	Ingen

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person-skade
Bømlafjordtunnelen	E39	27.mar	2013	Brann	2 kjøretøy	2 kjøretøy	Ingen
Magnhildskartunnelen	Fv614	05.apr	2013	Brann	0	1	Ingen
Flenjattunnelen	E16	07.ap	2013	Brann	0	1	Ingen
Jernfjelltunnelen	E39	15.apr	2013	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eikefettunnelen	E39	26.mai	2013	Brann	0	1	Alvorlig
Arnanipattunnelen	E16	26.jun	2013	Tilløp	0	1	Ingen
Seljestadtunnelen	E134	08.jul	2013	Brann	0	1	Ingen
Gudvangatunnelen	E16	05.aug	2013	Brann	1	0	Alvorlig
Byfjordtunnelen	E39	11.aug	2013	Tilløp	1	0	Ingen
Storegjeltunnelen	Rv7	23.aug	2013	Tilløp	1	0	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	09.sep	2013	Tilløp	1	0	Ingen
Mastrafjordtunnelen	E39	22.sep	2013	Brann	0	1	Ingen
Naustdaltunnelen	Rv5	28.sep	2013	Brann	MC/tung- bil	MC/tung- bil	Alvorlig/Død
Byfjordtunnelen	E39	28.sep	2013	Brann	0	2	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	28.okt	2013	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	12.nov	2013	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	14.nov	2013	Brann	0	1	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	22.nov	2013	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Løvestakkentunnelen	Fv540	12.mar	2012	Brann	0	1	Ingen
Auglendshøyden tunnel	E39	27.mar	2012	Brann	1	0	Ingen
Bergelandstunnelen	Fv509	13.apr	2012	Brann	0	1	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	14.apr	2012	Brann	0	1	Ingen
Damsgårdtunnelen	Rv555	11.mai	2012	Brann	0	1	Ingen
Fløyfjelltunnelen	E39	05.jun	2012	Brann	0	1	Ingen
Glaskartunnelen	E39	27.jun	2012	Brann	0	1	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	02.jul	2012	Tilløp	0	1	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	15.jul	2012	Brann	0	1	Ingen
Jernfjelltunnelen	E39	09.aug	2012	Tilløp	0	1	Ingen
Damsgårdtunnelen	Rv555	15.aug	2012	Tilløp	1	0	Ingen
Harafjelltunnelen	Rv555	10.sep	2012	Tilløp	1	0	Ingen
Finnøytunnelen	Fv519	05.okt	2012	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Damsgårdtunnelen	Rv555	16.okt	2012	Brann	1	0	Ingen
Mastrafjordtunnelen	E39	17.des	2012	Brann	1	0	Alvorlig
Tunsberggtunnelen	Rv7	Nov.	2012	Tilløp	0	1	Lettere
Munkebotnntunnelen	E39	28.jan	2011	Brann	1	0	Ingen
Fløyfjelltunnelen	E39	29.jan	2011	Brann	0	0	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	24.feb	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Gudvangatunnelen	E16	28.mar	2011	Tilløp	1	0	Ingen

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person-skade
Byfjordtunnelen	E39	27.apr	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	07.mai	2011	Brann	0	1	Ingen
Ospelitunnelen	Rv15	25.mai	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Vassbygdtunnelen	Fv50	26.mai	2011	Brann	0	1	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	10.jun	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Stavenestunnelen	Fv60	08.jul	2011	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Storhaugtunnelen	Fv427	18.jul	2011	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Vassendatunnelen	E16	15.aug	2011	Brann	1	1	Alvorlig/død
Hyvingstunnelen	E16	26.sep	2011	Tilløp	1	1	Alvorlig/død
Bjørøytunnelen	Fv207	05.okt	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Vikesundtunnelen	E39	22.okt	2011	Brann	0	1	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	03.nov	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	23.nov	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Dalbergstunnelen	Rv7	19.jan	2011	Brann	0	0	Ingen
Masfjordtunnel	E39	02.jan	2010	Brann	0	1	Ingen
Hordviktunnelen	E39	18.jan	2010	Brann	1	1	Alvorlig/død
Løvestakkentunnel	Fv540	22.feb	2010	Tilløp	1	0	Ingen
Damsgårdtunnelen	Rv555	26.mar	2010	Brann	1	0	Ingen
Damsgårdtunnelenøst	Rv555	31.mar	2010	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	04.apr	2010	Tilløp	1	0	Ingen
Masfjordtunnel	E39	13.apr	2010	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Liarostunnelen	Fv7	01.mai	2010	Brann	0	1	Ingen
Mastraftunnelen	E39	26.mai	2010	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Måbøtunnelen	Rv7	03.jun	2010	Brann	1	0	Lettere
Liarostunnelen	Fv7	06.jul	2010	Brann	1	0	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	28.jul	2010	Tilløp	0	2	Ingen
Fløyfjelltunnelen	E39	23.des	2010	Brann	0	1	Ingen
Stavenestunnelen	Fv60	22.apr	2009	Brann	0	1	Ingen
Beitlatunnelen	E16	19.mai	2009	Brann	0	0	Ingen
Steiggjetunnelen	Fv53	07.aug	2009	Brann			Alvorlig/død
Bømlafjordtunnelen	E39	01.sep	2009	Tilløp	1	0	Ingen
Bjørsviktunnelen	E39	03.sep	2009	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Byhaugtunnelen	E39	04.des	2009	Brann	0	1	Ingen
Frudaltunnelen	Rv5	10.des	2009	Tvilsomt tilløp	0	2	Ingen
Måbøtunnelen	Rv7	22.des	2009	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Halsnøytunnelen	Fv544	28.jan	2009	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person-skade
Naustdaltunnelen	Rv5	27.jun	2009	Brann	0	1	Alvorlig/død
Byfjordtunnelen	E39	23.mar	2009	Tilløp	1	0	Ingen
Masfjordtunnelen	E39	27.apr	2008	Brann	0	1	Uklart
Mastrafjordtunnelen	E39	22.mai	2008	Brann	0	1	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	26.mai	2008	Brann	0	1	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	05.jun	2008	Tilløp	1	0	Ingen
Gudvangatunnelen	E16	08.jun	2008	Tilløp	1	0	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	12.jun	2008	Tilløp	1	0	Ingen
Haukanestunnelen	Fv7	23.jun	2008	Brann	1	1	Lettere
Byfjordtunnelen	E39	25.jun	2008	Tilløp	0	1	Ingen
Storhaugtunnelen	Fv427	29.jul	2008	Brann	0	1	Ingen
Biskopgjeltunnelen		18.okt	2008	Brann	1	0	Ingen
Damsgårdtunnelen	Rv555	23.sep	2008	Brann	0	1	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	25.sep	2008	Tilløp	1	0	Ingen
Åkrafordtunnelen	E134	17.nov	2008	Brann	0	1	Alvorlig/død
Mastrafjordtunnelen	E39	31.jan	2008	Tilløp	1	0	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	09.mar	2008	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	10.mar	2008	Tilløp	1	0	Ingen
Masfjordtunnelen	E39	24.mar	2008	Brann	1	0	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	09.mai	2008	Brann	1	0	Ingen
Glaskartunnelen	E39	20.jan	2007	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Eidsvågstunnelen	E39	21.jan	2007	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	14.mai	2007	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Damsgårdtunnelen	Rv555	21.mai	2007	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Rullestadstunnelen	E134	22.jun	2007	Brann	0	1	Ingen
Hordviktunnelen	E39	10.jul	2007	Brann	1	0	Ingen
Flenjatunnelen	E16	28.jul	2007	Brann	0	1	Lettere
Fløyfjellstunnelen7	E39	22.sep	2007	Brann	0	1	Lettere
Dalevågstunnelen	E16	14.des	2007	Brann	0	1	Ingen
Storegjeltunnelen	Rv7	14.nov	2004	Brann	0	0	Ingen
Naustdaltunnelen	Rv5	09.sep	2006	Brann	0	2	Uklart
Vallaviktunnelen	RV7	25.jan	2006	Tilløp	0	2	Lettere
Mastrafjordtunnelen	EV39	15.feb	2006	Tilløp	1	0	Ingen
Grasdaltunnelen	RV15	26.feb	2006	Brann	0	1	Ingen
Hyvingstunnelen	EV16	14.mar	2006	Brann	1	0	Ingen
Seljestadtunnelen	EV134	05.mar	2006	Brann	0	1	Ingen
Bergelandstunnelen	RV509	23.apr	2006	Tilløp	0	1	Uklart
Mastrafjordtunnelen	EV39	07.mai	2006	Tvilsomt tilløp			Ingen
Eidsvågstunnelen	EV39	06.mai	2006	Brann	0	1	Uklart

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person-skade
Fløyfjelltunnelen	E39	02.jun	2006	Brann	0	1	Ingen
Løvestakktunnelen	RV540	19.jun	2006	Tilløp	1	0	Ingen
Gudvangtunnelen	E16	06.jul	2006	Brann	1	0	Ingen
Fløyfjelltunnelen	E39	12.aug	2006	Tilløp	0	1	Ingen
Fossgjeltunnelen	fv7	07.aug	2006	Brann	0	1	Uklart
Masfjordtunnelen	E39	15.sep	2006	Brann	0	1	Ingen
Mastrafjordtunnelen	EV39	20.sep	2006	Brann	1	0	Ingen
Florvågtunnelen	rv563	22.okt	2006	Brann	0	0	Ingen
Seljestadtunnelen	E134	21.okt	2006	Brann	1	0	Ingen
Bjørkhaugtunnelen	E16	16.nov	2006	Brann	1	0	Ingen
Åkrafjordtunnelen	E134	31.jan	2006	Brann	0	1	Alvorlig/død
Arnanipatunnelen	E16	04.feb	2005	Tilløp	1	0	Ingen
Lærdalstunnelen	E16	11.apr	2005	Brann	1	0	Ingen
Breisvortunnelen	Rv15	01.mai	2005	Brann	0	1	Ingen
Grasdaltunnelen	FV7	14.mai	2005	Brann	0	1	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	02.mai	2005	Brann	0	1	Ingen
Fjæratunnelen	E134	08.mai	2005	Brann	1	0	Ingen
Svandalsflonatunnelen	E134	07.jun	2005	Brann	1	0	Ingen
Åkrafjordtunnelen	E134	16.mai	2005	Brann	0	1	Uklart
Løvestakktunnelen	RV540	06.okt	2005	Tilløp	1	0	Ingen
Lærdalstunnelen	E16	31.okt	2005	Tilløp	0	1	Ingen
Frudalstunnelen	RV540	11.des	2005	Tilløp	1	0	Ingen
Lyngfjelltunnelen	RV57	13.jan	2004	Brann	0	0	Uklart
Fløyfjellstunnelen	E39	27.jan	2004	Brann	0	0	Ingen
Lyderhorntunnelen	RV555	21.mar	2004	Brann	0	0	Ingen
Løvestakktunnelen	RV540	21.mar	2004	Brann	0	2	Alvorlig/død
Byfjordtunnelen	E39	14.jun	2004	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Bømlafjordtunnelen	E39	07.jul	2004	Tilløp	0	1	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	30.nov	2004	Tilløp	1	0	Ingen
Damsgårdtunnelen	Rv555	04.des	2004	Brann	0	1	Ingen
Fodnestunnelen	RV5	20.des	2004	Brann	0	1	Ingen
Byfjordtunnelen	E39	20.des	2004	Tilløp	1	0	Ingen
Naustdaltunnelen	Rv5	13.feb	2003	Brann	0	1	Ingen
Flenjatunnelen	EV16	02.sep	2003	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Flenjatunnelen	EV16	06.aug	2003	Brann	0	1	Ingen
Jernfjelltunnelen	E39	15.aug	2003	Brann	0	1	Ingen
Flenjatunnelen	EV16	14.des	2003	Tilløp	1	0	Ingen
Troldhaugtunnelen	RV580	18.aug	2003	Tvilsomt tilløp			Ingen
Frudalstunnelen	RV5	18.aug	2003	Brann	1	0	Ingen
Folgefonntunnelen	RV551	09.jun	2003	Brann	0	1	Ingen

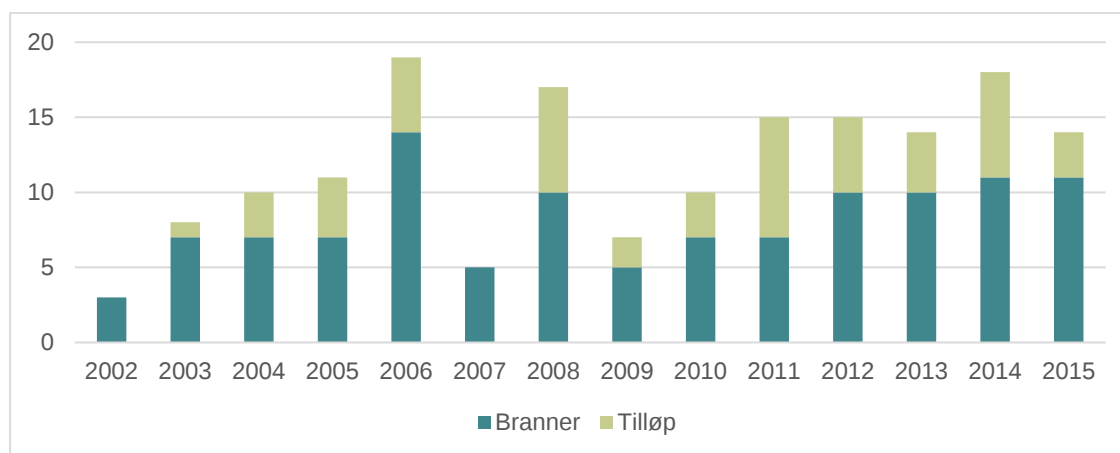
Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person-skade
Damsgårdtunnelen	Rv555	20.jun	2003	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eidfjordtunnelen	RV7	25.mai	2003	Brann	0	0	Ingen
Fløyfjelltunnelen	E39	10.nov	2003	Brann	0	1	Uklart
Eidfjordtunnelen	Rv7	09.jul	2002	Brann	0	0	Ingen
Damsgårdstunnelen	Rv555	27.des	2002	Brann	0	1	Ingen
Nygårdstunnelen	Rv555	09.des	2002	Brann	0	1	Ingen

V3.3 Oversikt over brannene og tilløpene i perioden 2002-2015

I region vest har vi gode data både for Vegloggperioden (fra våren 2008 til i dag) og Merkurperioden (fra høsten 2001 til våren 2008). Unntaket er årene 2002 og 2003.

Kontaktpersonen som vi hadde ved vegtrafikksentralen i region vest i den første kartleggingen fikk ikke ut data fra Merkur i disse årene. Dataene vi har fra disse årene har vi derfor fått fra brannvesenene i Bergen, Stord og Eidfjord. Vi har imidlertid ikke fått fra alle aktuelle brannvesen i region vest i disse årene. Dataene fra perioden 2001-2003 gir derfor et ufullstendig bilde av brannene og tilløpene i disse årene.

Vi har registrert 164 branner og tilløp i region vest i perioden høsten 2002-2015 (Se Tabell V3.1). Disse utgjør 112 branner, 52 tilløp til brann. Det blir omtrent 6 hendelser i gjennomsnitt per år per 560 tunneler og løp. Vi ser nærmere på fordelingen for hvert år i oversikten i Figur V.3.1.



Figur V3.1 Branner og tilløp i region vest i perioden 2002-2015 (N= 166).

Årene 2006, 2008 og 2014 utmerker seg med henholdsvis 19, 17 og 18 hendelser, henholdsvis 14, 10 og 11 branner. 2006 utmerker seg med flest vegtunnelbranner, hele 14. De øvrige årene er i nærheten av det gjennomsnittlige årlige antall hendelser, som er 12 (8 branner og 4 tilløp).

Vedlegg 4: Vegtunnelbranner i region midt, 2008-2015

V4.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene

Vegtrafikksentralen i region midt overvåker og styrer 74 vegtunneler i Møre og Romsdal, Sør Trøndelag og Nord Trøndelag. Region midt har 189.098 tunnelmeter fordelt på 171 vegtunneler og løp, per november 2016. Antallet vegtunneler er 156.

Vegtrafikksentralen i region midt har alltid 2 operatører på vakt, men det tilstrebes å ha 3 på dagtid og aftenvakt. Vegtrafikksentralen har 16 fulltidsansatte operatører som arbeider både med informasjon til publikum og overvåking og styring. I tillegg er det ansatt 2 operatører som arbeider i 50 % stilling samt 1 operatør i 25 % stilling. Deltidsansatte arbeider opp imot 100 % stilling i sommermånedene.

Gjennomsnittslengden på vegtunnelene i denne regionen er 1183 meter. Den lengste tunnelen heter Eiksundtunnelen. Den ligger på Sunnmøre og er 7849 meter lang. Den korteste tunnelen heter Risviktunnelen. Den er 33 meter lang og ligger i Nord Trøndelag.

Region midt har 10 undersjøiske vegtunneler, inkludert verdens dypeste undersjøiske vegtunnel, Eiksundtunnelen (287 muh). De 9 andre undersjøiske vegtunnelene i region midt er: Atlanterhavstunnelen (250 muh), Hitratunnelen (264 muh), Frøyatunnelen (164 muh), Freifjordtunnelen (130 muh), Valderøytunnelen (137 muh), Godøytunnelen (153 muh), Ellingsøytunnelen (144 muh), Fannefjordtunnelen (101 muh) og Skansentunnelen (14 muh).

V4.2 Liste over alle branner og tilløp i region midt 2008-2015

Tabell V4.1 viser alle branner og tilløp i region øst i perioden 2008-2015, veg, tidspunkt, involverte kjøretøy og eventuell personskaide.

Tabell V4.1: Vegtunnelbranner og tilløp i region midt 2008-2015.

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person-skaide
Atlanterhavstunnelen	Fv64	15.apr	2015	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Valderøytunnelen	Rv658	26.jun	2015	Brann	0	1	Uklart
Hitratunnelen	Fv714	04.jul	2015	Tilløp	0	1	Ingen
Freifjordtunnelen	Rv70	08.jul	2015	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	28.jul	2015	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	08.aug	2015	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Remefjelltunnelen	Fv659	06.sep	2015	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Innfjordtunnelen	E136	04.okt	2015	Tilløp	0	1	Ingen
Freifjordtunnelen	Rv70	07.okt	2015	Tilløp	1	0	Uklart
Hjartåbergstunnelen	E39	23.okt	2015	Tilløp	0	1	Ingen
Frøyatunnelen	Fv714	28.okt	2015	Tilløp	0	1	Ingen
Valderøytunnelen	Rv658	14.des	2015	Tilløp	0	1	Ingen
Væretunnelen	E6	26.jan	2014	Brann	0	1	Ingen

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person- skade
Helltunnelen	E6	21.mar	2014	Tilløp	1	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	15.mai	2014	Tilløp	1	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	25.mai	2014	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Viggjatunnelen	E39	09.jun	2014	Brann	0	1	Ingen
Storsandtunnelen	E39	19.jun	2014	Tilløp	0	1	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	27.jul	2014	Brann	1	0	Ingen
Valderøytunnelen	Rv658	18.aug	2014	Tilløp	1	0	Ingen
Kvalnestunnelen	Fv61	23.sep	2014	Brann	0	1	Uklart
Ellingsøytunnelen	Rv658	24.des	2014	Brann	0	1	Ingen
Strindheimtunnelen	Rv706	31.des	2014	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Fannefjordtunnelen	Fv64	04.jan	2013	Tilløp	1	0	Ingen
Atlanterhavstunnelen	Fv64	08.jan	2013	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Ellingsøytunnelen	Rv658	09.jan	2013	Tilløp	0	1	Lettere / Alvorlig
Valderøytunnelen	Rv658	30.jan	2013	Tilløp	1	0	Ingen
Helltunnelen	E6	13.mar	2013	Tilløp	1	0	Ingen
Valderøytunnelen	Rv658	26.jun	2013	Tilløp	1	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	11.jul	2013	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Atlanterhavstunnelen	Fv64	15.jul	2013	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	15.jul	2013	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	07.aug	2013	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Storsandtunnelen	E39	10.aug	2013	Tilløp	0	1	Ingen
Ellingsøytunnelen	Fv658	17.aug	2013	Tvilsomt tilløp	Uklart	Uklart	Ingen
Storsandtunnelen	E39	22.aug	2013	Brann	1	1	Død
Hitratunnelen	Fv714	02.sep	2013	Tilløp	0	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	08.sep	2013	Tilløp	0	1	Ingen
Tussentunnelen	Fv64	11.sep	2013	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Væretunnelen	E6	18.sep	2013	Brann	0	1	Alvorlig
Valderøytunnelen	Rv658	19.sep	2013	Brann	0	1	Ingen
Rotsethorn tunnel	Fv651	13.okt	2013	Tilløp	0	2	Alvorlig
Skansentunnelen	Rv706	22.okt	2013	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Ellingsøytunnelen	Rv658	27.nov	2013	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Blindheimstunnelen	E39	05.jan	2012	Brann	0	1	Ingen
Tussentunnelen	Fv64	14.jan	2012	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Freifjordtunnelen	Rv70	04.deb	2012	Tilløp	0	1	Ingen
Ellingsøytunnelen	Fv658	15.feb	2012	Brann	0	1	Uklart
Stavsjøfjelltunnelen	E6	16.feb	2012	Brann	1	0	Ingen
Midtbekktunnelen	Rv70	23.feb	2012	Brann	0	1	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	31.mai	2012	Tilløp	1	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	28.jun	2012	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	08.aug	2012	Brann	0	1	Ingen

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person- skade
Mannsfjelltunnelen	E39	10.aug	2012	Brann	0	1	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	20.aug	2012	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Tussentunnelen	Fv64	28.aug	2012	Tilløp	0	1	Ingen
Fannefjordtunnelen	Fv64	04.sep	2012	Tilløp	1	0	Ingen
Øksendaltunnelen	Fv62	30.nov.	2012	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Godøytunnelen	Fv658	17.des	2012	Tilløp	0	1	Ingen
Frøyatunnelen	Fv714	27.jan	2011	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Atlanterhavstunnelen	Fv64	22.feb	2011	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Ellingsøytunnelen	Rv658	01.apr	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Valderøytunnelen	Rv658	10.apr	2011	Tilløp	0	1	Ingen
Mannsfjelltunnelen	E39	22.mai	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	02.jun	2011	Brann	0	1	Ingen
Frøyatunnelen	Fv714	05.jun	2011	Brann	0	1	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	08.jun	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	11.jun	2011	Tilløp	0	1	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	12.jun	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	18.jun	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Måsørtunnelen	E6	24.jun	2011	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	21.jul	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Ellingsøytunnelen	Rv658	29.jul	2011	Brann	0	1	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	05.aug	2011	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Ellingsøytunnelen	Rv658	11.aug	2011	Tvilsomt tilløp	0	2	Ingen
Helltunnelen	E6	12.aug	2011	Brann	0	1	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	12.des	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Ellingsøytunnelen	Rv658	11.aug	2011	Tilløp	0	2	Ingen
Atlanterhavstunnelen	Fv64	21.okt	2011	Tilløp	1	0	Ingen
Valderøytunnelen	Rv658	02.des	2011	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	12.jan	2011	Brann	1	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	17.feb	2010	Brann	1	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	12.jan	2010	Brann	1	0	Ingen
Streketunnelen	Fv60	23.feb	2010	Brann	1	0	Ingen
Rotsethorntunnelen	Fv651	29.mar	2010	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Valderøytunnelen	Rv658	01.apr	2010	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Overårtunnelen	Fv650	23.apr	2010	Brann	0	1	Uklart
Helltunnelen	E6	24.apr	2010	Tilløp	0	1	Lettere
Atlanterhavstunnelen	Fv64	30.apr	2010	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Innfjordtunnelen	E136	09.mai	2010	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	28.mai	2010	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	16.jun	2010	Brann	1	0	Lettere
Eiksundtunnelen	Fv653	28.jul	2010	Tvilsomt tilløp			Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	13.aug	2010	Tvilsomt tilløp			Ingen

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person- skade
Fonnafontunnelen	Rv70	20.aug	2010	Brann	1	1	Lettere
Ellingsøytunnelen	Rv658	14.des	2010	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Ellingsøytunnelen	Rv658	27.des	2010	Tilløp	0	1	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	05.jul	2009	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	22.jul	2009	Tvilsomt tilløp	1	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	16.jul	2009	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	18.jul	2009	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	18.jul	2009	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	21.jul	2009	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Valderøytunnelen	Rv658	19.jul	2009	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Stavsjøfjelltunnelen	E6	01.aug	2009	Brann	1	1	Alvorlig/død
Valderøytunnelen	Rv658	06.aug	2009	Tilløp	1	0	Ingen
Grillstad tunnelen	E6	31.aug	2009	Brann	0	1	Ingen
Stavsjøfjelltunnelen	E6	02.sep	2009	Brann	0	0	Ingen
Hitratunnelen	Fv714	27.sep	2009	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	12.nov	2009	Brann	1	0	Ingen
Ellingsøytunnelen	Rv658	02.mar	2009	Tilløp	0	1	Ingen
Frøyatunnelen	Fv714	27.mar	2009	Brann	0	1	Ingen
Øksendaltunnelen	Fv62	23.mai	2009	Brann	0	1	Ingen
Alnestunnelen	Fv127	16.jun	2009	Brann	0	1	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	28.jun	2009	Brann	0	2	Alvorlig/død
Øksendaltunnelen	Fv62	03.mai	2008	Tilløp	0	1	Lettere
Godøytunnelen	Fv658	09.mai	2008	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	03.jun	2008	Tilløp	0	1	Ingen
Valderøytunnelen	Rv658	21.jun	2008	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen
Eiksundtunnelen	Fv653	11.sep	2008	Brann	0	1	Ingen
Godøytunnelen	Fv658	23.des	2008	Tvilsomt tilløp	0	0	Ingen

V4.3 Oversikt over brannene og tilløpene i perioden 2008-2015

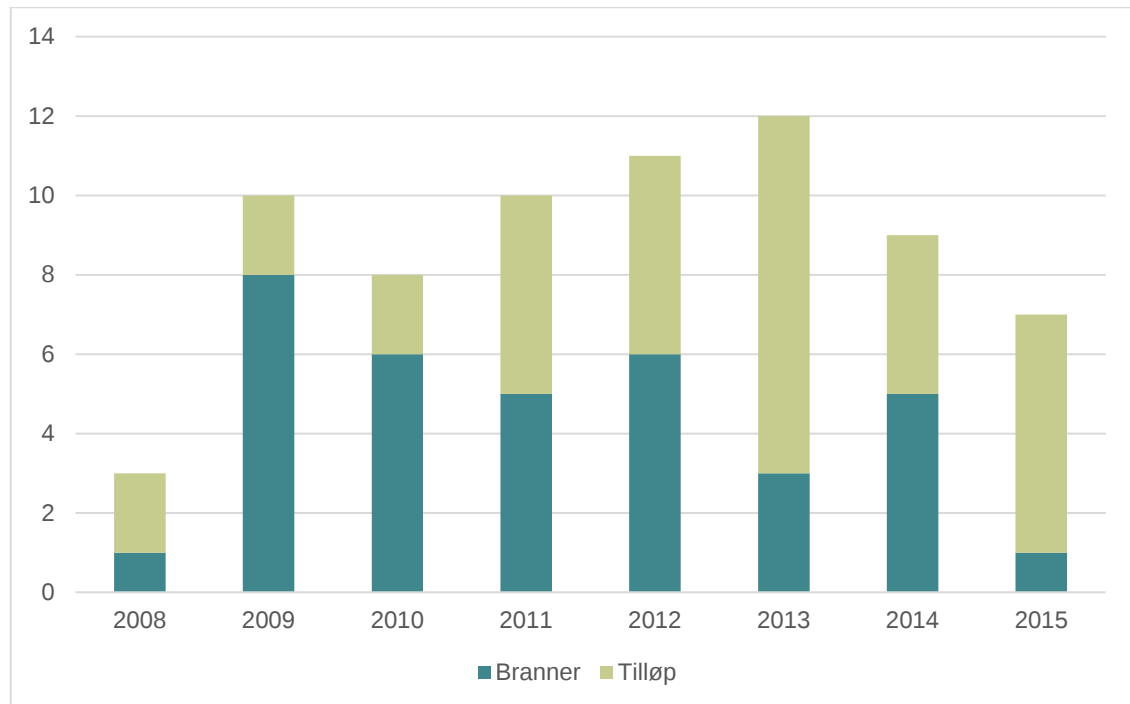
Det må legges til at vi ikke har data for hele 2008, siden Vegloggen ble innført i april, 2008. Vår første registrering i regionen er fra 3. mai 2008.

Som vi ser, tyder våre data på at det har vært 121 hendelser i det aktuelle tidsrommet: 35 branner, 35 tilløp og 51 tvilsomme tilløp (se tabell V4.1).

Vi ser av oversikten at det i stor utstrekning er noen vegtunneler som går igjen. Vi ser for eksempel at 10 av 70 branner og tilløp forekom i Eiksundtunnelen, 8 i Hitratunnelen, 8 i Valderøytunnelen, 7 i Ellingsøytunnelen, 3 i Frøyatunnelen, 1 i Atlanterhavstunnelen og 1 i Godøytunnelen.

Vi ser altså at 38 av de 70 brannene og tilløpene, eller 54 % av forekom i 7 av vegtunnelene i region midt. Disse 7 tunnelene har det til felles at de er undersjøiske. 54 % av de 70 brannene og tilløpene i tidsrommet april 2008-2015 forekom altså i omtrent 5 % av vegtunnelene i region midt. Dette viser at undersjøiske vegtunneler har en betraktelig høyere risiko for branner og tilløp enn andre tunneler.

Vi har registrert 70 hendelser i region midt i perioden våren 2008-2015. Disse utgjør 35 branner og 35 tilløp til brann.



Figur V4.1: branner og tilløp i region midt i perioden våren 2008-2015 (N=70).

Antallet vegtunnelbranner og tilløp i 2008 er relativt lavt sammenlignet med årene etter. Dette har antakelig sammenheng med at det kun er registrert hendelser i 8 måneder dette året. Ellers ser vi at det høyeste antallet hendelser var i 2013, først og fremst på grunn av mange tilløp. Antallet branner var lavt dette året.

Det bør endelig nevnes at regionen har et relativt stort antall tvilsomme tilløp. Vi har registrert 50 tvilsomme tilløp i regionen i perioden. Disse i stor grad relatert til damp som av trafikantene oppfattes som røyk fra brann i undersjøiske vegtunneler. 27 av de 31 tvilsomme tilløpene, eller 87 %, forekom i undersjøiske vegtunneler.

Vedlegg 5: Vegtunnelbranner i region nord, 2006-2015

V5.1 Oversikt over og kjennetegn ved vegtunnelene i region nord

Region nord har 254.872 tunnelmeter fordelt på 186 vegtunneler per november 2016. Vegtrafikksentralen i Region nord overvåker og styrer 97 av disse tunnelene: 65 i Nordland, 17 i Troms og 15 i Finnmark.

Det er 24 personer ansatt ved vegtrafikksentralen i Region nord. Trafikkoperatørene arbeider både med overvåking/styring og informasjon ut til publikum. Vegtrafikksentralen har minimum to personer på vakt, hele døgnet, hele året.

Gjennomsnittslengden på vegtunnelene i denne regionen er 1264 meter. Den lengste tunnelen heter Toventunnelen. Den ligger på Helgeland og er 10690 meter lang. Den korteste tunnelen heter Trengseltunnelen. Den er 33 meter lang og ligger i Salten.

Region nord har 9 undersjøiske vegtunneler: Nordkapptunnelen (212muh), Tromsøysundtunnelen (102muh), Ibestadtunnelen (112 muh), Sløverfjordtunnelen (112muh), Vardøtunnelen (88muh), Maursundtunnelen (93muh), Nappstraumtunnelen (63muh), Kvalsundtunnelen (56muh) og Ryatunnelen (87 muh). Region nord har også Melkøysundtunnelen (62muh), som kun er for petroleumsvirksomhet. Siden den siste tunnelen kun er for petroleumsvirksomhet, tar vi den ikke med i analysene av hendelser i undersjøiske vegtunneler.

V5.2 Liste over alle branner og tilløp i region nord 2006-2015

Tabell V5.1 viser alle branner og tilløp i region nord i perioden 2006-2015, veg, tidspunkt, involverte kjøretøy og eventuell personskade.

Tabell V5.1: Vegtunnelbranner og tilløp i region nord 2006-2015

Tunnel	Veg	Tidspunkt		Brann eller tilløp?	Biler over 3,5 t	Biler under 3,5 t	Person-skade
Tromsøysundtunnelen	E8	24.jan	2015	Brann	0	1	Ingen
Tromsøysundtunnelen	E8	11.feb	2015	Tilløp	0	1	Lettere
Breiviktunnelen	Fv862	08.jan	2014	Brann	0	1	Ingen
Kannflogetunnelen	E6	04.feb	2014	Brann	1	0	Ingen
Breiviktunnelen	Fv862	17.feb	2014	Tilløp	0	1	Ingen
Tromsøysundtunnelen	E8	10.apr	2014	Tilløp	0	1	Ingen
Daumannsviktunnelen	E6	20. sep	2014	Brann	1	0	Ingen
Brattlitunnelen	Rv827	17.jan	2013	Brann	1	0	Ingen
Silatunnelen	Fv17	01.jun	2013	Tilløp	0	1	Ingen
Sigerfjordtunnelen	Rv85	11.nov	2013	Tilløp	1	0	Ingen
Maursundtunnelen	Fv866	10.jun	2013	Brann	Traktor	Traktor	Ingen
Tromsøysundtunnelen	E8	16.sep	2013	Brann	ATV	ATV	Ingen
Korgfjelltunnelen	E6	25.sep	2013	Brann	0	1	Ingen
Middagsfjellettunnelen	E6	14.jan	2012	Brann	0	1	Ingen
Fykantunnelen	Fv17	24.mar	2012	Brann	0	1	Ingen
Røvikunnelen	Rv80	13.okt	2011	Brann	1	0	Ingen
Kannflogetunnelen	E6	09.jun	2011	Brann	0	1	Ingen
Breiviktunnelen	Fv862	01.sep	2010	Tvilsomt tilløp	0	1	Ingen
Glomfjordtunnelen	Fv17	15.jun	2010	Brann	1	0	Ingen
Fagernestunnelen	E6	31.mai	2010	Brann	1	0	Ingen
Falkfjordtunnelen	E10	18.aug	2008	Brann	1	0	Ingen
Nordkaptunnelen	E69	03.jan	2008	Brann	0	1	Uklart
Glomfjordtunnelen	Fv17	19.feb	2007	Brann	0	1	Uklart
Maursundtunnelen	Fv866	14.jul	2007	Tilløp	0	1	Ingen
Storefjelltunnelen	Fv883	02.sep	2006	Brann	0	1	Alvorlig/ død

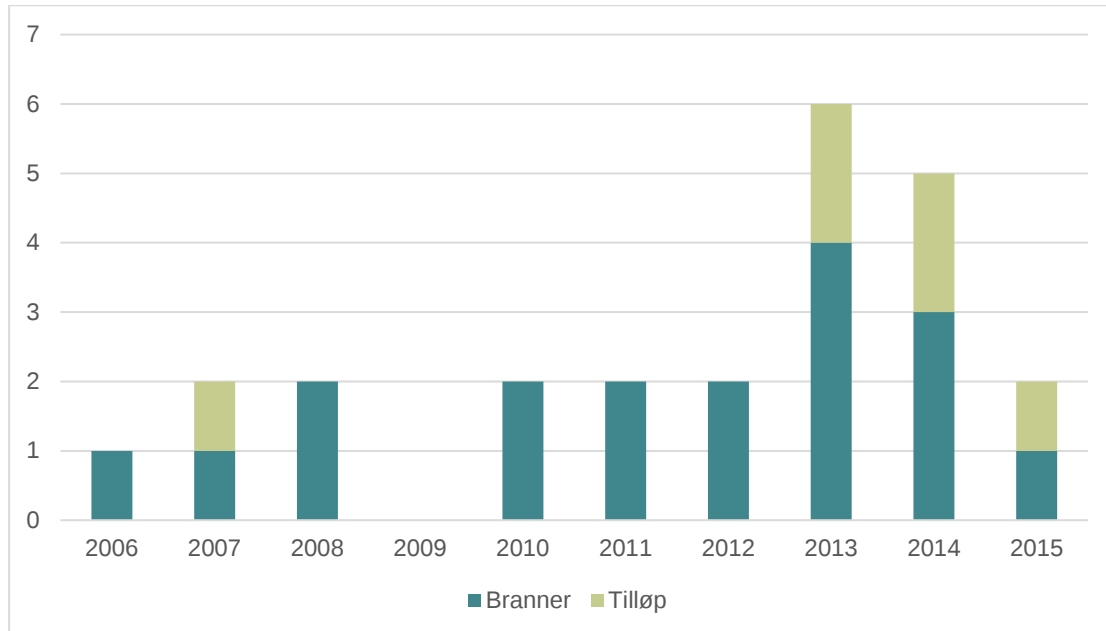
V5.3 Oversikt over brannene og tilløpene i perioden 2006-2015

Vi har registrert 22 branner og tilløp i region nord i perioden høsten, 2006-2015. Disse utgjør 17 branner og 5 tilløp til brann.

Vi fikk i den første kartleggingen ikke data for, eller registrerte noen vegtunnelbranner eller tilløp i perioden 2002-2005, og vi kan derfor kun presentere og analysere data fra perioden 2006-2011. De manglende dataene i perioden 2002-2005 kan skyldes at det ikke har forekommet noen branner eller tilløp i dette tidsrommet, eller at registreringen av disse har vært av en slik art at det ikke lar seg gjøre, eller at det er utfordrende å få ut data om dem i ettertid. Vi heller mot den siste forklaringen, av to grunner.

For det første, baserte vi datainnsamlingen fra region nord på flere kilder i den første kartleggingen enn det vi gjorde i de andre regionene. Noen av hendelsene fikk vi vite om fra brannvernlederne. I de tilfellene hvor vi hadde dato og år for hendelsene, fikk vi loggene fra vegtrafikksentralen i nord. Dette skyldes antakelig trekk ved hendelsesregistreringen i region nord for årene før 2012, for eksempel at noe var gjort for hånd.

For det andre, framstår det som lite sannsynlig at det kun foreligger 10 hendelser i perioden 2006-2011 og ingen i de foregående fem årene. Som for de andre regionene, ser det ut til at datagrunnlaget i det vi kan kalle ”Merkur-perioden” (2001-2008) er dårligere enn for ”Veglogg-perioden” (2008-2011) i region nord.



Figur V5.1: Branner og tilløp i region nord i perioden 2006-2015. (N=24)

Det er registrert relativt få hendelser i region nord. Dette skyldes at det forekommer relativt få veggtunnelbranner og tilløp i regionen, og kanskje også dataregistreringen i regionen. Vi ser at antallet hendelser var på sitt høyeste i 2013 og 2014, men at snittet ellers ligger på omtrent to hendelser i året.

Vedlegg 6: Liste over vegtunneler med høy stigningsgrad

Tabell V.6.1: Vegtunneler med høy stigningsgrad. Basert på data fra Statens vegvesen, oktober 2016

Tunnel	Lengde i m	Stigning i %	Undersjøisk
Karmøy	8900	7	Ja
Bømlafjord	7888	8	Ja
Eiksund	7854	9	Ja
Oslofjord	7306	7	Ja
Nordkapp	6870	10	Ja
Byfjorden	5875	8	Ja
Finnøy	5792	9	Ja
Atlanterhav	5767	10	Ja
Opera (Festning og Bjørvika)	5645	7	Ja
Hitra	5300	10	Ja
Frøya	5053	10	Ja
Mastrafjord	4424	8	Ja
Valderøy	4227	8	Ja
Halsnøy	4170	10	Ja
Freifjord	4085	9	Ja
Godøy	3849	10	Ja
Hvaler	3775	10	Ja
Ellingsøy	3546	8	Ja
Tromsøysund	3500	8	Ja
Ibestad	3418	9	Ja
Sløverfjord	3336	8	Ja
Vardø	3336	8	Ja
Fannefjord	2746	10	Ja
Rya	2683	7	Ja
Flekkerøy	2314	10	Ja
Maursund	2126	10	Ja
Bjørøy	2112	10	Ja
Skatestraumen	1902	10	Ja
Knappe	6400	6	Ja
Talgjefjord (Arm av Finnøy)	1467	9	Ja
Nappstraumen	1780	10	Ja
Kvalsund	1661	8	Ja
Skansen	505	6	Ja
Jåteli 1	84	8	Nei
Holsbru	95	8	Nei
Rausdal 1	97	7	Nei
Jåteli 2	106	7	Nei
Rausdal 2	112	8	Nei
Låvisberget 2	260	9	Nei

Tunnel	Lengde i m	Stigning i %	Undersjøisk
Vetlebotn	286	7	Nei
Dalberg	335	7	Nei
Låvisberget 1	410	8	Nei
Horda	475	7	Nei
Kvernhus	542	13	Nei
Storegjelet	842	7	Nei
Trodal	848	7	Nei
Austmannali	903	6	Nei
Botna	904	9	Nei
Svandalsflona	1053	6	Nei
Sivle	1114	7	Nei
Stalheim	1189	8	Nei
Lange 2	1350	9	Nei
Matreberg	1352	6	Nei
Jernfjell	1410	8	Nei
Måbø	1893	9	Nei
Masfjord	4110	8	Nei
Flenja	5053	6	Nei

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningssenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transporter og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no