

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 branntilløp 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 tilløp er 0,01 tilløp per tunnelkilometer per år (14 tilløp per 1134 tunnelkilometer). Vi vil særlig fremheve fire viktige funn. Det første er at brannene og tilløpene som regel ikke involverer skade på personer eller tunnel. Av 303 branner og tilløp 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 tilløp som skyldes trafikkulykker. Syv større branner i perioden 2008-2015 førte til røykskader hos totalt 76 personer. I alt 92 branner og tilløp 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 tilløp 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 tilløp 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 tilløp 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 tilløpene 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 trafikksikkerhetsperspektiv, blant annet på grunn av katastrofepotensialet ved brann.

Målsettingen med dette prosjektet har vært å samle inn data om vegtunnelbranner og branntilløp 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. Kjikkvadrattester 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 personskade, 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

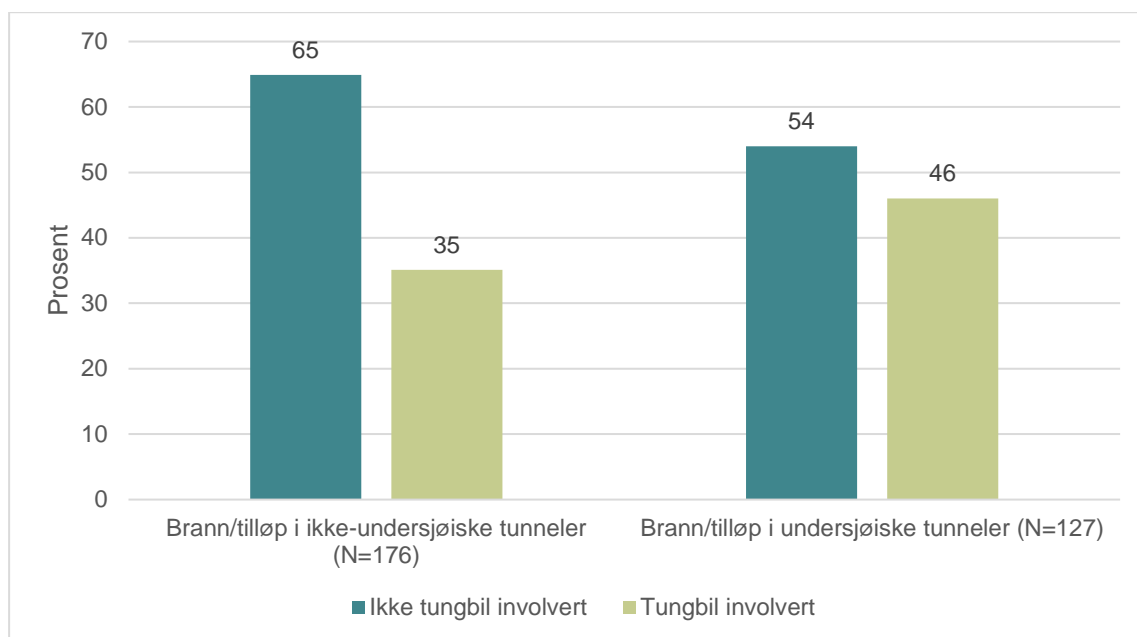
Det fjerde hovedfunnet er at undersjøiske vegtunneler er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tillop i kjøretøy i norske vegtunneler. Det finnes ikke noen land i verden som har flere undersjøiske vegtunneler enn Norge. Det er 33 undersjøiske vegtunneler i Norge. Disse har høy stigningsgrad, 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 tillop, 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 tillovene i perioden 2008-2015.

Det årlige antallet branner og tillop per år per kilometer tunnel i Norge generelt er 0,03 (38/1134). Vi kan imidlertid skille mellom branner og tillop i vegtunneler med høy stigningsgrad og uten høy stigningsgrad. Førstnevnte har i snitt 15,9 branner og tillop per år (127/8), mens sistnevnte har 22 branner og tillop per år (176/8). Dette gir 0,1 branner og tillop (15,9/165) per år per kilometer tunnel med høy stigningsgrad mot 0,02 branner og tillop (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 tillop i kjøretøy i norske vegtunneler i perioden 2008-2015.

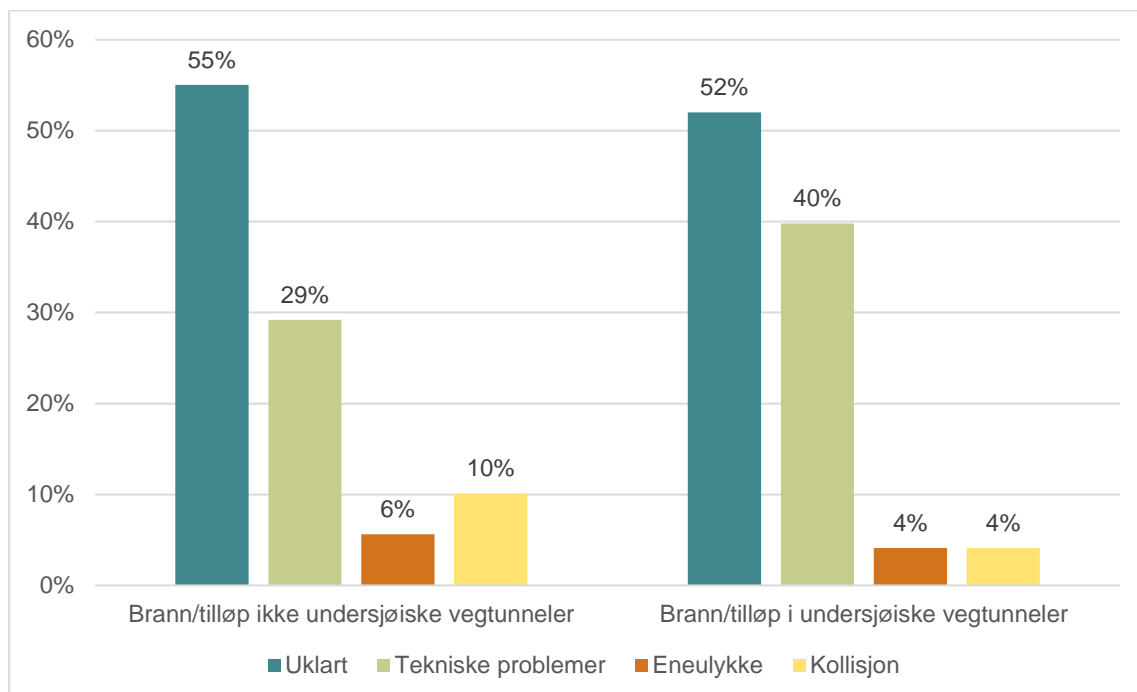
Tunge kjøretøy er overrepresentert i branner og tillop i undersjøiske vegtunneler. Det er en signifikant sammenheng mellom høy stigningsgrad og andelen tungbiler involvert i branner og tillop. Figur S1 viser involvering av tungbiler i branner og tillop i undersjøiske vegtunneler 2008-2015. Begge tungbilandelene i branner og tillop, 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 tungbiler i branner og tilløp i undersjøiske vegtunneler og tunneler uten høy stigningsgrad 2008-2015. Prosentvis fordeling, basert på antallet branner og tilløp i 2008-2015 i vegtunneler uten høy stigningsgrad (N=176) og undersjøiske vegtunneler (N=127).

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



Figur S.2: 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 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 vegtunnelkapene 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 (friluftstrekninger) med ulike typer tunge kjøretøy. Da kan man kanskje fastslå betydningen av kjøretøyets vekt og bremsesystem (for eksempel: type motorbrems, retarder) årsmødel 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) Distans 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 tungbilandel 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) Tungbilsjåførers kompetanse og erfaring. En syvende faktor som kan være viktig for å forklare høyere risiko for 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 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.

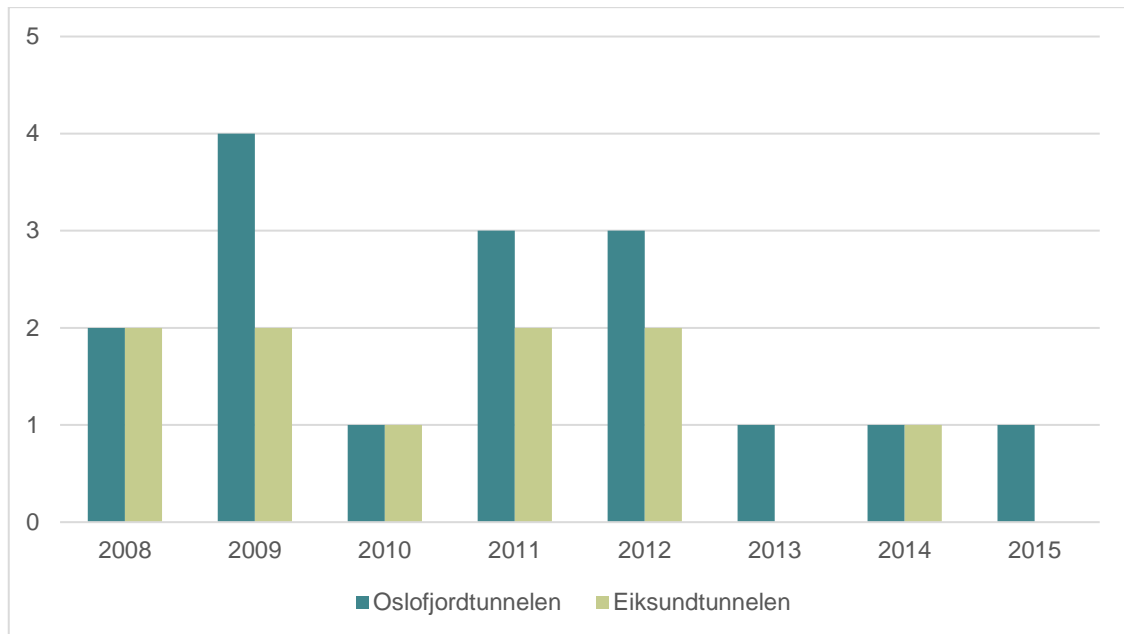
Fremtidige studier bør undersøke betydningen av tungsjåførenes kompetanse og erfaring når det kommer til det å både forårsake og unngå branner og tilløp i kupert terreng og ikke minst hvilke tiltak som kan settes inn for å forebygge. En mulig tilnærming er intervjuer med yrkessjåfører, relevante eksperter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