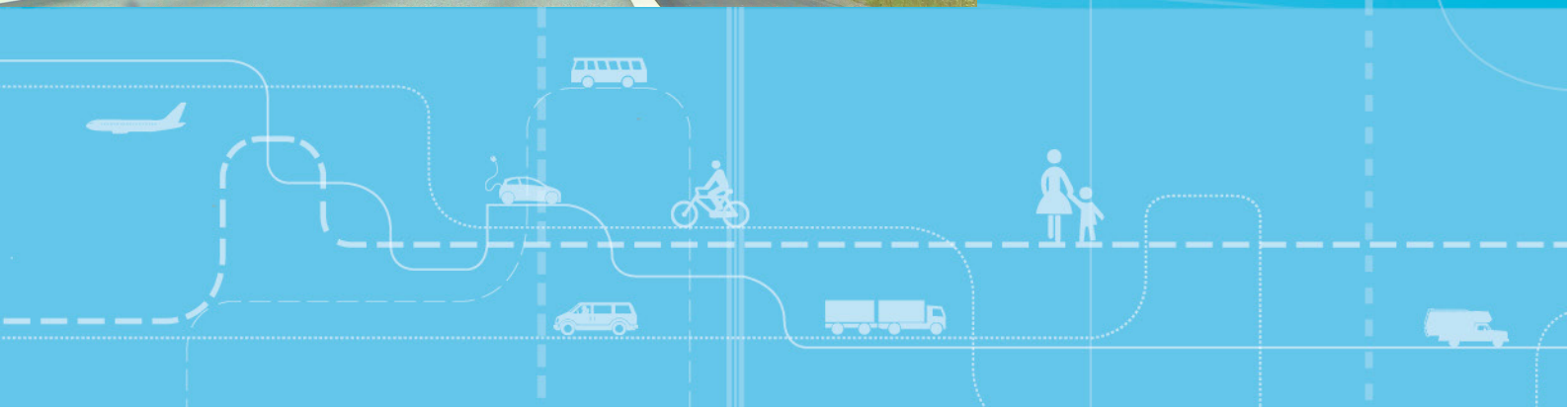


Utvikling av modell for predikering av branner ulykker og havarier i vegtunneler



Utvikling av modell for predikering av branner ulykker og havarier i vegtunneler

Alena Katharina Høye
Tor-Olav Nævestad
Grétar Ævarsson

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.

Tittel: Utvikling av modell for predikering av branner ulykker og havarier i vegtunneler

Forfattere: Alena Katharina Høye, Tor-Olav Nævestad, Grétar Ævarsson

Dato: 06.2019

TØI-rapport: 1705/2019

Sider: 113

ISSN elektronisk: 2535-5104

ISBN elektronisk: 978-82-480-2245-9

Finansieringskilde: Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Prosjekt: 4605 – Vegtunneler 2018

Prosjektleder: Tor-Olav Nævestad

Kvalitetsansvarlig: Rune Elvik

Fagfelt: Trafikksikkerhet på veg

Emneord: Vegtunnel
Branner
Ulykker, havarier

Title: Developing a model for predicting fires, crashes, and breakdowns in road tunnels

Authors: Alena Katharina Høye, Tor-Olav Nævestad, Grétar Ævarsson

Date: 06.2019

TØI Report: 1705/2019

Pages: 113

ISSN: 2535-5104

ISBN Electronic: 978-82-480-2245-9

Financed by: Norwegian Public Roads Administration

Project: 4605 – Road tunnels 2018

Project Manager: Tor-Olav Nævestad

Quality Manager: Rune Elvik

Research Area: Road Safety

Keywords: Road tunnels
Fires
Accidents
Breakdowns

Sammendrag:

Vi har utviklet statistiske modeller for vegtunneler i Norge for å beregne normale antall kjøretøybranner, personskadeulykker, antall ulykker med drepte eller hardt skadde og antall havarier, som en funksjon av en rekke tunnelegenskaper (bl.a. trafikkmengde, lengde, antall løp, fartsgrense og stigninger). Modellene viser at antall branner øker med økende maksimal stigningsgrad i tunnelene, især fra en stigningsgrad på omtrent 7%. Økningen er større i tunneler med lengre bratte stigninger. Også antall havarier er høyere i bratte tunneler med stigninger på 7% eller mer. Øvrige variabler (unntatt trafikkmengde) har liten eller ingen effekt på antall branner og havarier. Antall ulykker er høyere i toløpstunneler enn i ettløpstunneler, høyere ved fartsgrenser under 80 km/t enn ved fartsgrense på 80 km/t eller høyere, høyere i helt rette tunneler enn i tunneler med slake kurver (gjelder ikke alvorlige ulykker), og lavere i tunneler med fri høyde (min. 4,5 meter) enn i lavere tunneler.

Summary:

Negative binomial regression models were developed in order to calculate predicted numbers of vehicle fires, crashes, and breakdowns as a function of traffic volume and several tunnel-related variables, such as vertical grade, speed limit, and twin- vs. single-tube tunnel. The model results indicate that the number of vehicle fires in tunnels increase with increasing vertical grade, especially at grades at or above 7%, and with increasing length of steep grades. The number of vehicle breakdowns is also higher in tunnels with steep grades of 7% or above, than in other tunnels. Other variables than vertical grade (and volume) have little or no effect on the numbers of fires and breakdowns. The number of crashes is not related to vertical grade. It is higher in twin-tube tunnels than in single-tube tunnels, higher at lower speed limits (below 80 km/t), higher in completely straight tunnels than in tunnels with slight curves, and lower in tunnels with a height of at least 4.5 meters than in lower tunnels.

Language of report: Norwegian

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

Institute of Transport Economics
Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Den foreliggende rapporten om risikoen for kjøretøybranner, ulykker og havarier i norske vegtunneler er finansiert av Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Kontaktpersoner hos Vegdirektoratet har vært Harald Buvik og Finn Harald Amundsen.

Rapporten bygger på tidligere kartlegginger av kjøretøybranner i norske vegtunneler for perioden 2008-2015. Det unike med den foreliggende studien er at vi kombinerer kunnskapen vi har om hendelser (branner, ulykker, havarier) med informasjon om alle tunneler i Norge, også de som ikke har hatt noen hendelser, slik at vi kan få systematisk kunnskap om hvilke forhold som påvirker forekomsten av branner, ulykker og havarier i norske vegtunneler. Dette gjør vi for å lage en modell som skal kunne brukes ved planlegging av nye tunneler og ved risikoanalyser av eksisterende tunneler. Tanken er at brukere skal kunne få forskningsbasert kunnskap om betydningen av egenskaper ved tunnelene for forekomsten av hendelser.

Rapporten er muliggjort av god bistand fra Statens Vegvesen. Vi vil for det første takke våre kontaktpersoner i Vegdirektoratet for god bistand undervegs i prosjektet. Vi vil også takke tunnelansvarlige i Statens vegvesen og personell ved Vegtrafikksentralene for god hjelp med å samle inn og kvalitetssikre informasjon om vegtunneler. I tillegg vil vi takke Jan Kristian Jensen i Statens vegvesen for nyttig bistand med å få ut data om tunneler fra Vegkart, og Espen Ødegård for bistand til å hente ut rapporter om havarier i vegtunneler. Vi takker også Gunnar Lotsberg i Statens vegvesen for nyttige kommentarer til modellen.

Forskningsleder Alena Høye og forsker Tor-Olav Nævestad skrevet rapporten. Forsker Grétar Ævarsson har kommet med avgjørende bidrag til datainnsamlingen og har bidratt til rapporten. Alena Høye har gjennomført dataanalysene og modellberegningene. Nævestad har vært prosjektleder. Rune Elvik har vært ansvarlig for kvalitetssikringen av den endelige rapporten, og sekretær Trude Rømning har tilrettelagt rapporten for trykking.

Oslo, juni 2019

Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
Direktør

Trine Dale
Avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn.....	1
1.2	Formål og beregningsverktøy	1
1.3	Tidligere forskning på ulykkesrisiko og brann i vegtunneler	2
2	Metode	11
2.1	Negativ binomial regresjon	11
2.2	Tunnelene	12
2.3	Data	13
2.4	Havarier.....	18
3	Resultater	19
3.1	Deskriptiv statistikk for ulykker og branner.....	19
3.2	Brannmodellene.....	32
3.3	Ulykkesmodellene.....	41
3.4	Ulykker i soner.....	46
3.5	Havarier.....	47
4	Konklusjon og diskusjon	58
4.1	Branner og ulykker	58
4.2	Ulykker i soner.....	62
4.3	Havarier.....	63
4.4	Spørsmål til fremtidig forskning.....	64
5	Referanser	66
	Vedlegg	71
	Ordforklaringer.....	71
	Tunneler.....	73
	Deskriptiv statistikk.....	92
	Brannmodellene.....	97
	Ulykkesmodellene - PSU	99
	Ulykkesmodellene - DHSU.....	101
	Deskriptiv statistikk for ulykker i soner	104
	Havarier: Tunnelene i havarianalysene.....	107
	Havarier: Modellene.....	110

Sammendrag

Utvikling av modell for predikering av branner, ulykker og havarier i vegtunneler

TØI rapport 1705/2019

Forfattere: Alena Høye, Tor-Olav Navestad og Grétar Ævarsson

Oslo 2019, 113 sider

Vi har utviklet statistiske modeller for vegtunneler i Norge for å beregne normale antall kjøretøybranner, personskadeulykker, antall ulykker med drepte eller hardt skadde og antall havarier, som en funksjon av en rekke tunnelegenskaper (bl.a. trafikkmengde, lengde, antall løp, fartsgrense og stigninger). Modellene er utviklet som negative binomialmodeller med variabel overspredningsparameter. Modellene kan brukes ved planlegging av nye tunneler og ved risikoanalyser av eksisterende tunneler. Brannmodellene kan erstatte brann delen av risikoanalysemodellen TUSI. Modellene viser at antall branner øker med økende maksimal stigningsgrad i tunnelene, især fra en stigningsgrad på omtrent 7%. Økningen er større i tunneler med lengre bratte stigninger. Også antall havarier er høyere i bratte tunneler med stigninger på 7% eller mer. Stigninger utenfor tunnelen kan tenkes å påvirke branner i tunnelen, men dette har det ikke vært mulig å undersøke i dette prosjektet. Øvrige variabler har liten eller ingen effekt på antall branner og havarier. Antall ulykker er høyere i toløpstunneler enn i ettløpstunneler, høyere ved fartsgrenser under 80 km/t enn ved fartsgrense på 80 km/t eller høyere, høyere i helt rette tunneler enn i tunneler med slake kurver (gjelder ikke alvorlige ulykker), og lavere i høye tunneler enn i tunneler som er lavere enn 4,5 meter. Over tid har det ikke vært noen endring av antall branner, mens antall personskadeulykker i tunneler er omtrent halvert fra 2008 til 2017. For antall ulykker med drepte eller hardt skadde er det kun svak og ikke-signifikant tendens til nedgang over tid.

Metode og data

Alle modellene er beregnet med negativ binomial regresjon med variabel overspredningsparameter. Modeller er beregnet for de følgende avhengige variablene:

- **Antall branner:** Brannmodellene er basert på 296 branner i 1101 tunneler i 2008-2015.
- **Antall personskadeulykker (PSU):** Ulykkesmodellene for PSU er basert på 1039 personskadeulykker i 1181 tunneler i 2008-2017.
- **Antall ulykker med drepte eller hardt skadde (DHSU):** Ulykkesmodeller for DHSU er basert på 169 DHSU i 1181 tunneler i 2008-2017.
- **Antall havarier:** Havarimodellene er basert på 1322 havarier i 105 tunneler i 2016 og 2017. Det er beregnet modeller for ulike typer havarier med ulike typer kjøretøy (dvs. alle / lette / tunge).

Prediktorvariabler i modellene er (ikke alle variablene inngår i alle modellene):

- Lengde
- Trafikkmengde (ÅDT; naturlig logaritme)
- Andel lange kjøretøy (over 6,5 meter; brukt som proxy for andel tunge kjøretøy)
- Type tunnel (ettløpstunnel, toløpstunnel, rampe)
- Stigning (ulike sett med variabler: Lengde med bratt stigning, numerisk; maksimal stigningsgrad, numerisk; to dummyvariabler for maksimal stigningsgrad; syv dummyvariabler for maksimal stigningsgrad)
- Fartsgrense (dummyvariabler)

- Minste kurveradius (dummyvariabler)
- Høyde (tunnel over vs. under 4,5 meter)
- Rampe i tunnel (ja/nei)
- År
- Kameraovervåking (ITV) og automatisk hendelsesvarsling (Automatic Incident Detection, AID) (kun i modellene for havarier).

For **branner og ulykker** er det, per avhengig variabel, beregnet åtte modeller, hvorav fire inneholder alle prediktorvariablene og fire inneholder alle prediktorvariablene unntatt kurver og høyde (for disse mangler informasjon for en del tunneler). Av de fire modellene inneholder alle ulike sett med prediktorvariabler for stigning. ITV/AID inngår ikke i ulykkes- og brannmodellene.

Modellene for **havarier** inneholder alle prediktorvariablene, inklusive ITV/AID, men ikke kurver, høyde, rampe og år. Det er kun beregnet én modell for hver type havarier.

Beregningsverktøy og oversikt over modellene for branner og ulykker

Som vedlegg til denne rapporten er det utviklet et verktøy i MS Excel for å kunne beregne normale antall branner, PSU og DHSU som funksjon av tunnelegenskapene som er listet opp ovenfor. Beregningsverktøyet benytter (valgfritt) én av to modeller:

- Den ene modellen (modell 1) har stigningslengde som prediktorvariabel for stigning, og kurver og høyde er blant prediktorvariablene.
- Den andre modellen (modell 7) har to dummyvariabler for bratt stigning som prediktorvariabler for stigning, og kurver og høyde er ikke blant prediktorvariablene.

Øvrige prediktorvariabler er som beskrevet ovenfor (trafikkmengde, andel lange kjøretøy, fartsgrense, ...). Effektene er testet for statistisk signifikans ($p < .05$). Prediktorvariablene i modellene er valgt uavhengig av signifikans. De to variablene antall løp og rampe i tunnel er likevel utelatt fra modellene fordi de delvis ga store og kontraintuitive utslag på predikerte antall ulykker og branner. Av samme grunn er også variabelen for stigninger over 7% utelatt fra enkelte modeller for PSU og DHSU (her predikeres samme antall PSU / DHSU for stigninger over 5 og over 7 prosent).

Tabell S.1 og S. 2 viser en oversikt over de relative antallene branner, PSU, DHSU og havarier som predikeres med de to modellene. Resultatene for branner gjelder alle branner, uansett type kjøretøy (det er også utviklet modeller for branner med lette og tunge kjøretøy). Resultatene for havarier gjelder alle typer havarier.

Tabell S.1: Relative antall branner, PSU og DHSU i beregningsverktøyet, beregnet med modell 1 (med stigningslengde, kurver og høyde blant prediktorvariablene) og modell 7 (med maks. stigningsgrad og uten kurver/høyde blant prediktorvariablene); **statistisk signifikante** effekter ($p < .05$) i **fet** skrift.

Effekt oppgitt som relativt antall...	Modell 1			Modell 7		
	Branner	PSU	DHSU	Branner	PSU	DHSU
ÅDT	Når ÅDT øker med 10%	1,060	1,068	1,054	1,058	1,054
Andel lange kjt.	Når andel lange kjt. øker med 5 prosentpoeng	0,932	0,771	0,866	0,916	0,786
Fartsgrense	Ved fartsgrense 30-50 km/t	1,004	2,755	1,768	0,693	2,483
	Ved fartsgrense 60 km/t	1,322	1,824	1,153	1,087	1,909
	Ved fartsgrense 70 km/t	1,207	2,018	1,572	1,085	2,290
	Ved fartsgrense 90-110 km/t (Rel. antall = 1 ved 80 km/t)	1,409 1 (ref.)	1,832 1 (ref.)	1,397 1 (ref.)	1,431 1 (ref.)	1,499 1 (ref.)
Stigningslengde (modell 1)	Når lengden med stig. 5+% øker med 500 m	1,122	1,001	0,998	-	-
	Når lengden med stig. 7+% øker med 500 m	1,060	1,001	0,998	-	-
Stigning (modell 7)	Når maks. stigningsgrad er 5+ %	-	-	-	1,644	1,312
	Når maks. stigningsgrad er 7+ % (Rel. antall = 1 ved maks. stig. under 5%)	-	-	-	2,683	1,312
Kurve (modell 1)	Ved min. kurveradius 0-149 m	0,882	1,311	1,234	-	-
	Ved min. kurveradius 150-299 m	1,155	1,230	1,160	-	-
	Ved min. kurveradius 300-599 m	0,981	1,182	1,231	-	-
	I helt rett tunnel (Rel. antall ved min. kurveradius 600+ m)	1,070 1 (ref.)	1,694 1 (ref.)	0,356 1 (ref.)	- -	- -
Høyde	I tunnel over 4,5 m høyde (vs. lavere)	0,652	0,701	0,784	-	-
År	I 2008	0,969	1,698	1,020	0,964	1,849
	I 2009	0,839	1,942	0,709	0,879	2,100
	I 2010	0,895	1,709	1,139	0,859	1,817
	I 2011	1,461	1,617	0,993	1,376	1,732
	I 2012	1,279	1,464	0,579	1,165	1,511
	I 2013	1,465	1,299	0,814	1,282	1,292
	I 2014	1,233	1,399	0,615	1,161	1,388
	I 2015	1 (ref.)	1,171	0,737	1 (ref.)	1,195
	I 2016	-	1,150	0,378	-	1,152
	(Rel. antall = 1 i 2017)	-	1 (ref.)	1 (ref.)	-	1 (ref.)

 Tabell S.2: Relative antall havarier med lette og tunge kjøretøy i beregningsverktøyet, beregnet med modell 7 (med maks. stigningsgrad og uten kurver/høyde blant prediktorvariablene); **statistisk signifikante** effekter ($p < .05$) i **fet** skrift.

Effekt oppgitt som relativt antall...	Havarier – lette kjt.	Havarier – tunge kjt.
ÅDT	Når ÅDT øker med 10%	1,113
Andel lange kjt.	Når andel lange kjt. øker med 5 prosentpoeng	1,031
Fartsgrense	Ved fartsgrense 30-50 km/t	1,630
	Ved fartsgrense 60 km/t	1,549
	Ved fartsgrense 70 km/t	1,406
	Ved fartsgrense 90-110 km/t (Rel. antall = 1 ved 80 km/t)	0,830 1,134 1 (ref.)
Stigning	Når maks. stigningsgrad er 5+ %	0,824
	Når maks. stigningsgrad er 7+ % (Rel. antall = 1 ved maks. stig. under 5%)	1,134 0,386 1 (ref.)
	Når maks. stigningsgrad er 5+ %	1,155
	Når maks. stigningsgrad er 7+ % (Rel. antall = 1 ved maks. stig. under 5%)	1,333 2,966
		-

Trafikkmengde og andel lange/tunge kjøretøy

Økende **trafikkmengde** medfører flere branner, ulykker og havarier, men antall branner, ulykker og havarier øker langt mindre enn proporsjonalt med trafikkmengden. En økning av trafikkmengden på 10% medfører i gjennomsnitt en økning av antall branner og ulykker på omtrent 5% og en økning av antall havarier på omtrent 7%.

Økende **andel tunge kjøretøy** medfører færre branner og ulykker, men effekten er i de fleste modellene ikke statistisk signifikant. Antall havarier har ikke sammenheng med andelen tunge kjøretøy.

Tunnelenes lengde

I alle modellberegningene inngår tunnelenes lengde med en koeffisient som er satt lik én, dvs. at man forutsetter at antall branner, ulykker og havarier øker proporsjonalt med tunnellengden. Det er likevel gjort en analyse hvor antall ulykker og branner per million kjøretøykilometer er sammenlignet mellom tunneler som har ulik lengde.

For antall **branner** viser resultatene ingen generell sammenheng mellom lengde og risiko, men tunneler som er mellom fire og ti km lange, har i gjennomsnitt omtrent tre ganger så mange branner per million kjøretøykilometer som tunneler som er under 300 meter lange. Forklaringen er trolig at de fleste undersjøiske tunnelene er i denne kategorien og at disse er brattere og av denne grunnen har flere branner enn andre tunneler.

Risikoen for **ulykker** (antall PSU per mill. kjøretøykilometer) er høyest i korte tunneler (100-500 meter) og går ned med økende tunnellengde. For DHSU ser man samme tendens, men sammenhengene er svakere enn for PSU. Tunneler som er 100-200 meter lange, har i gjennomsnitt 4,8 ganger så høy risiko for PSU og omtrent 30% høyere risiko for DHSU enn tunneler som er lengre enn 10 km.

Type tunnel og ramper

Toløpstunneler har flere **branner** enn ettløpstunneler, men forskjellen varierer mye mellom modellene og er ikke statistisk signifikant i alle modellene. Det relative antall branner i toløpstunneler (sammenlignet med ettløpstunneler) er fra 1,4 til 2,6 i de ulike modellene. Ramper inngår ikke i brannmodellene (det har ikke vært branner på ramper).

Tunneler med ramper har vist seg å ha flere branner enn tunneler uten ramper, men uten at forskjellen er statistisk signifikant..

Antall **ulykker** er også høyere i toløpstunneler enn i ettløpstunneler. Forskjellen er statistisk signifikant i alle modellene for PSU men ikke i noen av modellene for DHSU.

Antall PSU i er alle modellene omtrent tre ganger så høy i toløpstunneler som i ettløpstunneler, hvis alt annet er likt. Forskjellen mellom to- og ettløpstunneler kan i hovedsak forklares med mange PSU i toløpstunneler i byer.

Ramper har ikke sammenheng med antall ulykker. Det er ingen statistisk signifikante forskjeller i antall ulykker verken mellom ramper og ettløpstunneler eller mellom tunneler med og uten ramper.

Antall **havarier** er høyere i toløpstunneler enn i ettløpstunneler, men uten at forskjellen er statistisk signifikant. Det er store forskjeller mellom enkelte typer havarier, men den eneste effekten på en spesifikk type havari som er statistisk signifikant, er effekten på punkteringer (flere i toløpstunneler). Forklaringen er ukjent, trolig skyldes effekten tilfeldig variasjon (noen resultater må forventes å bli statistisk signifikante selv om det ikke finnes noen sammenheng). Ramper inngår ikke i analysene for havarier.

Fartsgrense

Antall **branner** har ikke sammenheng med fartsgrense.

Antall **ulykker** er høyere i tunneler med lavere fartsgrenser enn i tunneler med fartsgrense 80 km/t eller høyere. Sammenlignet med fartsgrense 80 km/t er antall PSU omtrent to ganger så høy i tunneler med fartsgrense 60 eller 70 km/t og omtrent tre ganger så høy i tunneler med fartsgrense 30-50 km/t (alle effektene er statistisk signifikante). For DHSU viser modellene samme tendens, men forskjellene er langt mindre og ikke statistisk signifikante.

Antall **havarier** har ikke sammenheng med fartsgrense.

Fartsgrensevariabelen kan *ikke* benyttes for å beregne forventede effekter av å endre fartsgrensen. Den beskriver kun sammenhengen mellom fartsgrense og antall ulykker, branner og havarier i eksisterende tunneler med dagens fartsgrense. Forventede effekter på antall ulykker av å endre fartsgrensen kan man estimere ut fra generelle sammenhenger mellom fartsgrense, fart og ulykker.

Stigninger

Stigningsgraden er den viktigste prediktoren for antall **branner**, ved siden av trafikkmengden og tunnellengden. Det er beregnet brannmodeller med ulike stigningsvariabler hvorav de aller fleste er statistisk signifikante. Det er især lengden på bratte stigninger, dvs. antall meter i tunnelen med en stigningsgrad over 7% (eller over 5%) som bidrar til branner i tunneler. Brannmodellene viser at tunneler som har en stigning på 7% eller mer på 5 km, har 6,7 ganger så mange branner som tunneler hvor den maksimale stigningsgraden er under 5%.

Brannmodellene viser også at antall branner øker med økende stigningsgrad, især fra en stigningsgrad på 7%. I gjennomsnitt har tunneler med en maksimal stigningsgrad på 7% eller mer 4,3 ganger så mange branner som tunneler med en maksimal stigningsgrad under 5%. Tunneler med en maksimal stigningsgrad mellom 5% og 6,9% har 1,5 ganger så mange branner som tunneler med en maksimal stigningsgrad under 5%.

Antall **ulykker** har, i motsetning til antall branner og havarier, ikke vist seg å ha sammenheng med stigningsgraden i tunnelen. Dette til tross for at andre studier har vist at branner i tunneler ofte oppstår som følge av ulykker.

Antall **havarier** er høyere i tunneler med en maksimal stigningsgrad på 7% eller mer enn i flattere tunneler. Dette gjelder især motorhavarier og andre tekniske havarier, men ikke punkteringer og havarier av typen «annet/ukjent».

Kurver

Antall **branner** øker i alle modellene med minste kurveradius, dvs. at slakere kurver medfører flere branner. Tre av modellene viser at det er signifikant færre branner i tunneler med en minste kurveradius under 300 meter enn i tunneler med slake kurver (minste radius over 600 meter). Tunneler med en minste kurveradius på under 150 meter har 60-70% færre branner enn tunneler med slake kurver. I modell 1 (som er brukt i Excel-beregningsverktøyet) er effektene av minste kurveradius mindre og ikke statistisk signifikante.

For antall **ulykker** er sammenhengen med minste kurveradius omvendt; tunneler med lavere minste kurveradius (krappere kurver) har en tendens til å ha flere ulykker (per million kjøretøykilometer) enn tunneler med slake kurver. Helt rette tunneler har flere PSU, men ikke flere DHSU.

I ulykkesmodellene er det kun forskjellen mellom antall PSU i helt rette tunneler vs. tunneler med slake kurver som er statistisk signifikant; helt rette tunneler har omtrent 2,3 ganger så mange PSU som tunneler med slake kurver, når alt annet er likt. Antall DHSU derimot er mindre i helt rette tunneler, men uten at effekten er statistisk signifikant.

Kurver inngår ikke i modellene for *havarier*.

Høyde og bredde

Tunneler med fri høyde (over 4,5 meter skiltet høyde) har omtrent 30% færre branner enn lave tunneler (statistisk signifikant).

Antall *ulykker* er også lavere i tunneler med fri høyde enn i lavere tunneler. Både antall PSU og antall DHSU er omtrent 20% lavere i tunneler med fri høyde (statistisk signifikant kun for PSU).

Høyde inngår ikke i modellene for *havarier*.

Variabelen høyde (fri høyde, dvs. over 4,5 meter, vs. lavere) har sammenheng med en rekke andre variabler fordi lavere tunneler som regel er eldre og av generelt lavere standard enn tunneler med fri høyde. Resultatene for høyde kan derfor ikke tolkes som effekter av høyde alene, men må tolkes som effekter av generell tunnelstandard.

Vegbredden og kjørebanebredden inngår ikke i modellene som følge av manglende datagrunnlag. Begge variablene har sammenheng med tunnelens høyde og effekten av veg- og kjørebanebredde er trolig i stor grad fanget opp av høydevariabelen.

ITV og AID

Det er en tendens til at tunneler med kameraovervåkning (ITV) eller automatisk hendelsesvarsling (AID) har flere *havarier* enn andre tunneler. De fleste effektene er imidlertid ikke statistisk signifikante. Det er også uklart hvordan ITV og AID kan påvirke antall havarier, unntatt ved at en større andel av havariene kan bli varslet. Det er også mulig at ITV og AID oftere er installert i tunneler som har mange havarier enn i andre tunneler, nettopp fordi tunnelene har mange havarier.

ITV og AID inngår ikke i modellene for *branner* og *ulykker*.

Endringer over tid

År har ingen statistisk signifikant sammenheng med antall *branner* i noen av modellene, dvs. at modellene ikke tyder på at antall branner i tunneler har endret seg over tid (med hensyn tatt til endringer av trafikkmengden).

Antall *PSU* er omtrent halvert siden 2008 (med statistisk kontroll for trafikkmengde). For antall DHSU er det kun en svak nedgang over tid som ikke er statistisk signifikant.

For *havarier* er endringer over tid ikke undersøkt; det er kun havarier fra to år (2016 og 2017) som inngår i analysene.

Ulykker i soner

For å undersøke hvorvidt ulykkesrisikoen varierer i enkelte tunneler, er alle tunnelene delt inn i inngangssoner (de første og siste 100 meter av tunnelen) og midtsoner (mellom inngangssonene). I korte tunneler hvor midtsonen hadde vært kortere enn 100 meter, er hele tunnelen klassifisert som inngangssone. Ramper inngår ikke i analysene for inngangs- og midtsoner.

Resultatene viser for **PSU** at ulykkesrisikoen er omtrent dobbelt så høy i inngangssoner som i midtsoner. Også i korte tunneler hvor hele tunnelen regnes som «inngangssone» i våre analyser, er risikoen for PSU omtrent dobbelt så høy som midtsoner i lengre tunneler. I toløpstunneler er forskjellen mellom inngangs- og midtsoner noe mindre, her er ulykkesrisikoen 60% høyere i inngangssonen.

For **DHSU** er risikoforskjellene mindre. Sammenlignet med midtsonen er risikoen i inngangssonen 80% høyere i ettløpstunneler og 33% høyere i toløpstunneler.

Vegnettet utenfor tunnelen

Vegnettet utenfor tunnelen, blant annet bratte stigninger, kan tenkes å påvirke hendelser i tunnelen, især branner. Det har dessverre ikke vært mulig innenfor prosjektets rammer å hente inn data om vegene rett før og etter tunnelene.

Summary

Developing a model for predicting fires, crashes, and breakdowns in road tunnels

TØI Report 1705/2019

Authors: Alena Høye, Tor-Olav Nævestad & Gréttar Evarsson

Oslo 2019, 113 pages Norwegian language

Negative binomial regression models were developed in order to calculate predicted numbers of vehicle fires, crashes, and breakdowns as a function of traffic volume and several tunnel-related variables, such as vertical grade, speed limit, and twin- vs. single-tube tunnel. The models are meant for use in planning processes for new tunnels as well as risk analysis of existing tunnels. The model results indicate that the number of vehicle fires in tunnels increase with increasing vertical grade, especially at grades at or above 7%, and with increasing length of steep grades. The number of vehicle breakdowns is also higher in tunnels with steep grades (7% or more), than in other tunnels. Steep slopes upstream of the tunnels may contribute to fires in tunnels. However, this has not been possible to investigate in the current study. Other variables are mostly unrelated to numbers of fires and breakdowns. The number of accidents is independent of vertical grade. It is higher in twin-tube tunnels than in single-tube tunnels, higher at lower speed limits (below 80 km/t), higher in completely straight tunnels than in tunnels with slight curves, and lower in tunnels with a height of at least 4.5 meters than in other tunnels. Over time, from 2008 to 2017, the number of vehicle fires in tunnels has been about unchanged, the number of injury crashes is about halved, and for the number of serious crashes only a slight decrease has been observed.

Method and data

All models are negative binomial regression models with a variable overdispersion parameter. Models are calculated for the following dependent variables:

- **Number of fires:** The fire models are based on 296 fires in 1101 tunnels in 2008-2015.
- **Number of injury accidents:** The accident models for injury accidents are based on 1039 accidents in 1181 tunnels in 2008-2017.
- **Number of accidents with killed or severely injured (KSI):** KSI accident models are based on 169 accidents in 1181 tunnels in 2008-2017.
- **Number of breakdowns:** The breakdown models are based on 1322 breakdowns in 105 tunnels in 2016 and 2017. Models for different types of breakdowns with different types of vehicles (i.e. all/light/heavy) have been calculated as well.

Predictor variables in the models are (not all variables are included in all models):

- Length
- Traffic volume: AADT (natural logarithm)
- Proportion of long vehicles (numerical)
- Type of tunnel: Single-tube tunnel, twin-tube tunnel, ramp (dummy variables)
- Vertical grade: Different sets of variables: Length with steep grade (numerical); maximum vertical grade (numerical); maximum vertical grade (two dummy variables); maximum vertical grade (seven dummy variables)
- Speed limit (dummy variables)
- Minimum curve radius (dummy variables)

- Tunnel height (above vs. below 4.5 meters)
- Tunnel ramp (yes/no)
- Year: 2008-2017 (one dummy variable for each year)
- Camera Monitoring (ITV) and Automatic Incident Detection (AID) (two dummy variables; only in accident models).

For **fires** and **accidents** eight models were calculated (each). The models differ with respect to the predictor variable for vertical grade (four different types). Each of these four models was calculated with and without predictors for horizontal curves and height (some tunnels lack information about curves and height). ITV/AID is not included in the accident and fire models.

The models for **breakdowns** contain all predictor variables, including ITV/AID, but not curves, height, ramp and year. Only one model has been calculated for each type of breakdown.

Overview of models and Excel-tool

As an attachment to this report, a tool has been developed in MS Excel for calculating predicted numbers of fires, injury accidents, and KSI accidents as a function of the tunnel characteristics listed above. The calculation tool uses (optionally) one of two models:

- One model (model 1) includes steep gradient length as a predictor, as well as curves and height.
- The second model (model 7) includes two dummy variables for steep gradient; curves and height are omitted.

Other predictor variables are as described above (traffic volume, proportion of long vehicles, number of tubes, speed limit,...). The effects are tested for statistical significance ($p < .05$). The predictor variables in the models are chosen regardless of significance. Only the variables describing the type of tunnel were omitted from the models because they led to partly counterintuitive predictions.

Tables S.1 and S.2 shows an overview of the relative numbers of fires, injury accidents, KSI accidents, and breakdowns predicted by the two models. The results for breakdowns apply to all breakdowns, regardless of the type of vehicle (models for specific types of accidents involving light and heavy vehicles have also been developed). The results for the individual variables are described in the following paragraphs.

Table S.1: Relative number of fires, injury and KSI accidents in the tool, calculated with Model 1 (with length of gradient curves and height among the predictor variables) and Model 7 (with maximum gradient, and without curves/ height among the predictor variables); **statistically significant** effects ($p < .05$) are marked in bold font.

	Effect given as relative number...	Model 1			Model 7		
		Fires	Inj. acc.	KSI acc.	Fires	Inj. acc.	KSI acc.
AADT	When AADT increase with 10%	1.060	1.068	1.054	1.058	1.067	1.054
Proportion of long vehicles	When the proportion of long vehicles increases with 5 percentage points	0.932	0.771	0.866	0.916	0.786	0.855
Speed limit	Speed limit 30-50 km/h	1.004	2.755	1.768	0.693	2.483	1.617
	Speed limit 60 km/h	1.322	1.824	1.153	1.087	1.909	1.254
	Speed limit 70 km/h	1.207	2.018	1.572	1.085	2.290	1.538
	Speed limit 90-110 km/h (Rel. number = 1 at 80 km/h)	1.409	1.832	1.397	1.431	1.499	1.007
Length of vertical gradient	When length with gradient 5+% increases with 500 m	1.122	1.001	0.998	-	-	-
	When length with gradient 7+% increases with 500 m	1.060	1.001	0.998	-	-	-
	Max. gradient 5+ %	-	-	-	1.644	1.312	1.063
	Max. gradient 7+ % (Rel. number = 1 with max gradient below 5%)	-	-	-	2.683	1.312	1.063
Kurve	Min. curve radius 0-149 m	0.882	1.311	1.234	-	-	-
	Min. curve radius 150-299 m	1.155	1.230	1.160	-	-	-
	Min. curve radius 300-599 m	0.981	1.182	1.231	-	-	-
	Completely straight tunnel (Rel. number with min. curve gradient 600+ m)	1.070	1.694	0.356	-	-	-
Height	Tunnel over 4.5 m height (vs. lower)	0.652	0.701	0.784	-	-	-
Year	2008	0.969	1.698	1.020	0.964	1.849	1.037
	2009	0.839	1.942	0.709	0.879	2.100	0.693
	2010	0.895	1.709	1.139	0.859	1.817	1.109
	2011	1.461	1.617	0.993	1.376	1.732	0.974
	2012	1.279	1.464	0.579	1.165	1.511	0.606
	2013	1.465	1.299	0.814	1.282	1.292	0.712
	2014	1.233	1.399	0.615	1.161	1.388	0.589
	2015	1 (ref.)	1.171	0.737	1 (ref.)	1.195	0.703
2016 (Rel. number = 1 in 2017)	-	1.150	0.378	-	1.152	0.396	
		-	1 (ref.)	1 (ref.)	-	1 (ref.)	1 (ref.)

Table S.2: Relative numbers of light and heavy vehicle breakdowns in the tool, calculated with Model 7 (with maximum gradient, and without curves/ height among the predictor variables); **statistically significant** effects ($p < .05$) are marked in bold font.

	Effect given as relative number...	Light vehicle breakdowns	Heavy vehicle breakdowns
AADT	When AADT increase with 10%	1.113	1.031
Proportion of long vehicles	When the proportion of long vehicles increases with 5 percentage points	1.006	1.120
Speed limit	Speed limit 30-50 km/h	1.630	4.792
	Speed limit 60 km/h	1.549	1.406
	Speed limit 70 km/h	0.830	0.824
	Speed limit 90-110 km/h (Rel. number = 1 at 80 km/h)	1.134	0.386
Vertical grade	Max. gradient 5+ %	1.155	1.333
	Max. gradient 7+ %	2.966	1.422
	(Rel. number = 1 with max gradient below 5%)	-	-

Traffic volume and heavy vehicle volumes

Increasing **traffic volume** is related to increasing numbers of fires, accidents and breakdowns. However, the numbers of fires, accidents and breakdowns increase much less than proportionally to volume. An increase in traffic volume of 10% is related to an average increase in the number of fires and accidents of about 5% and an average increase in the number of breakdowns of about 7%.

Increasing **proportion of heavy vehicles** is related to decreasing numbers of fires and accidents, but the effect is non-significant in most models. The number of breakdowns is not related to the proportion of heavy vehicles.

Tunnel length

Tunnel length is included in all models, with a coefficient that is set equal to one, i.e. it is assumed that the number of fires, breakdowns, and accidents increases proportionally with tunnel length. In a supplementary analysis, the numbers of accidents and fires per million vehicle kilometers are compared between tunnels of different lengths.

The results show no general relationship between tunnel length and fires per million vehicle kilometers. However, tunnels that are between four and ten kilometers long have on average about three times as many fires per million vehicle kilometers as tunnels less than 300 meters long. The explanation is probably that most subsea tunnels are in this category. These have long stretches with steep gradients and more fires than other tunnels.

The risk of **accidents** (injury accidents per million vehicle kilometers) is highest in short tunnels (100-500 meters) and decreases with increasing tunnel length. We see the same trend for FSIA, but the relationship is weaker than for PIA. Tunnels that are 100-200 meters long have an average risk of PIA that is 4.8 times higher and about 30% higher risk for FSIA than tunnels longer than 10 km.

Type of tunnel and ramps

Twin-tube tunnels have more **fires** than single-tube tunnels, but the difference varies widely between models and is not statistically significant in all models. The relative number of fires in twin-tube tunnels (compared to single-tube tunnels) is from 1.4 to 2.6 in the different models.

Ramps are not included in the fire models because none of the fires occurred on a ramp. Tunnels with ramps have more fires than tunnels without ramps, but without the difference is not statistically significant.

The number of **accidents** is also higher in twin-tube tunnels than in single-tube tunnels. The difference is statistically significant in all models for injury accidents but not in any of the models for KSI accidents. The number of injury accidents is about three times as high in twin-tube tunnels as in single-tube tunnels in all models. The difference between twin and single tube tunnels can mainly be explained by large numbers of injury accidents in urban twin-tube tunnels.

Ramps are not related to the number of accidents. There are no statistically significant differences in the number of accidents between tunnels with and without ramps.

The number of **breakdowns** is higher in twin-tube tunnels than in single-tube tunnels, but without the difference being statistically significant. There are large differences between some types of breakdowns, but the only statistically significant effect on a specific type of breakdown is the effect on punctures (more in twin-tube tunnels). The explanation is unknown; the effect is probably due to random variation (some results can be expected to be statistically significant even though there is no connection). Ramps are not included in the analyzes for breakdowns.

Speed limit

The number of **fires** is not related to the speed limit. The number of **accidents** is higher in tunnels with lower speed limits than in tunnels with a speed limit of 80 km/h or higher. Compared to the speed limit of 80 km/h, the number of injury accidents is about twice as high in tunnels with speed limits of 60 or 70 km/h and about three times as high in tunnels with speed limits of 30-50 km/h (all effects are statistically significant). For KSI accidents, the models show the same trend, but the differences are far smaller and not statistically significant.

The number of **breakdowns** is not related to the speed limit.

The model predictor speed limit cannot be used to predict expected effects of changing the speed limit in a tunnel. The predictor describes the relationship between speed limit and fires, accidents, and breakdowns in existing tunnels at their current speed limit. Expected effects of speed limit changes on accidents can be estimated based on the relationship between speed limit, speed, and accidents.

Vertical grades

Vertical grade is the most important predictor of the number of **fires**, besides traffic volume and tunnel length. The length of steep gradients, i.e. the number of meters in the tunnel with a gradient of more than 7% (or more than 5%) contributes most to fires in tunnels. The fire models show that tunnels with a gradient of 7% or more for at least 5 km have 6.7 times as many fires as tunnels where the maximum gradient is below 5%.

The fire models also show that the number of fires increases with increasing gradient, especially from a gradient of 7%. On average, tunnels with a maximum gradient of 7% or more have 4.3 times as many fires as tunnels with a maximum gradient below 5%. Tunnels with a maximum gradient between 5% and 6.9% have 1.5 times as many fires as tunnels with a maximum gradient below 5%.

Unlike fires and breakdowns, the number of **accidents** is not related to vertical grade. This is despite the fact that other studies have shown that tunnel fires often occur as a result of accidents.

The number of **breakdowns** is higher in tunnels with a maximum gradient of 7% or more than in tunnels without a steep gradient. This applies in particular to engine breakdowns and other technical breakdowns, but not punctures and accidents of the “other/unknown” type.

Horizontal curves

The number of **fires** *increases* in all models with increasing curve radius, indicating that sharper curves are related to *fewer* fires. Tunnels with a minimum curve radius below 150 meters have 60-70% fewer fires than tunnels with slight curves (600+ meter radius) or completely straight tunnels. In model 1 (which is used in the Excel calculation tool), the effects of minimum curve radius are smaller than in the other models and not statistically significant.

For the number of **accidents**, the relationship with the smallest curve radius is reversed. According to the model results the number of accidents *decreases* with increasing curve radius, i.e. sharper curves are related to *more* accidents.

However, completely straight tunnels have more injury accidents than curved tunnels. Completely straight tunnels have about 2.3 times as many injury accidents as tunnels with slight curves. The number of KSI accidents is smaller in completely straight tunnels than in other tunnels, but without the effect being statistically significant.

Curves are not included in the models for **breakdowns**.

Tunnel height og width

Free-height tunnels (signage indicating over 4.5 meters in height) have approximately 30% fewer fires than low tunnels (statistically significant).

The number of **accidents** is also lower in tunnels with free height than in lower tunnels. Both the number of injury accidents and the number of KSI accidents are approximately 20% lower in free-height tunnels (statistically significant only for injury accidents).

Height is not included in the models for breakdowns.

The variable tunnel height (above vs. below 4,5 meters) is related to a number of other variables because most of the “lower” tunnels are of generally lower standard. Thus, the results for tunnel height cannot be interpreted as effects of height alone.

Land and shoulder width are not included in the models because of missing data. Both variables are strongly related to tunnel height. Thus, their effects are assumed to be covered to a large degree by the height predictor.

ITV og AID

Camera surveillance tunnels (ITV) or tunnels with automatic incident detection (AID) tend to have more **breakdowns** than other tunnels. However, most effects were not statistically significant. It is also unclear how ITV and AID can affect the number of breakdowns, except that a larger proportion of the breakdowns can be identified with such technology. It is also possible that ITV and AID are more often installed in tunnels that have more breakdowns than other tunnels, precisely because the tunnels have many vehicle breakdowns.

ITV and AID are not included in the models for **fires** and **accidents**.

Changes over time

Year is not statistically significantly related to the number of **fires** in any of the models, i.e. the models do not indicate that the number of fires in tunnels has changed over time (when controlling for changes in traffic volume).

The number of injury accidents is approximately halved since 2008 (with statistical control for traffic volume). For the number of KSI accidents, there was only a slight decrease over time, which was not statistically significant.

Changes over time were not investigated for **breakdowns**; Only accidents from two years (2016 and 2017) were included in the analyzes.

Crashes in tunnel zones

In order to investigate whether the accident risk varies within tunnels, all tunnels were divided into entrance zones (the first and last 100 meters of the tunnel) and mid zones (between the entrance zones). In short tunnels, where the middle zone is shorter than 100 meters, the entire tunnel is classified as an entrance zone. Ramps are not included in the analyses for entrance and middle zones.

The results show that for injury accidents, the accident risk is about twice as high in entrance zones as in mid-zones. In short tunnels where the entire tunnel is considered as “entrance zone” in our analyzes, the risk of injury accidents is about twice as high as mid zones in longer tunnels. In twin tube-tunnels, the difference between the entrance and the middle zone is somewhat smaller; here the accident risk is 60% higher in the entrance zone. For KSI accidents, the risk differences were smaller. Compared to the middle zone, the risk in the entrance zone is 80% higher in single-tube tunnels and 33% higher in twin-tube tunnels.

Up- and downstream sections

The roads immediately up- and downstream of tunnels may affect incidents in tunnels, especially fires. For example, the last two fires in the Gudvanga-tunnel started on a steep slope before the tunnel. However, it was not possible in this project to include factors related to the road outside the tunnels as predictor variable in the regression models.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Norge er blant de landene i verden som bygger flest vegtunneler (Amundsen & Ranæs, 1997). Det var per oktober 2016 1127 vegtunneler i Norge, med en samlet lengde på 1134 km. Vegtunneler er vanligvis minst like sikre som eller sikrere enn tilsvarende åpne vegstrekninger uten kryss, avkjørsler eller gang- og sykkeltrafikk (Amundsen & 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).

Ved planlegging og risikoanalyser av nye og eksisterende tunneler trenger myndighetene systematisk kunnskap om hvordan ulike kjennetegn ved vegtunneler bidrar til risikoen for brann og ulykker. Tunnelsikkerhetsforskriften pålegger tunneleier å gjennomføre en beregning av risiko for branner og uhell med farlig gods i vegtunneler i en rekke tilfeller. Siden den ble utviklet på TØI tidlig på 1980-tallet, har risikoanalysemodellen TUSI blitt brukt til dette formålet. TUSI (Tunnel Sikkerhet) beregner sannsynlighet for personskadeulykker, hendelser og branner i lette og tunge kjøretøy, basert på data om tunnelens utforming og trafikkmengder.

Siden branndelen ved TUSI ikke har blitt vesentlig oppgradert siden TUSI ble utviklet, ønsket Vegdirektoratet å få utviklet en oppdatert modell som kan brukes for å beregne normale antall kjøretøybranner i vegtunneler. Med normale antall branner menes her antall branner som man kan forvente i en gjennomsnittlig tunnel med gitte egenskaper (lengde, trafikkmengde, fartsgrense mv.). Vegdirektoratet har også lagt vekt på at TUSI modellen er best tilpasset beregninger av risiko for ulykker i vegtunneler og ikke branner, selv om den også brukes til dette.

1.2 Formål og beregningsverktøy

Hovedmålet med studien er å utvikle kvantitative modeller som beregner følgende for norske vegtunneler:

- (1) Normale antall branner i lette og tunge kjøretøy
- (2) Normale antall ulykker
- (3) Normale antall nødstopp.

Normale antall branner/ulykker/nødstopp er antall hendelser som skjer i gjennomsnitt per år og tunnel ved gitte tunnelegenskaper (inklusive bl.a. stigningsgrad, tunnellengde trafikkmengde). En viktig hensikt med modellene er at de skal kunne brukes ved planlegging av nye tunneler og ved risikoanalyser av eksisterende tunneler.

Som vedlegg til denne rapporten er det utviklet et verktøy i MS Excel for å kunne beregne normale antall branner, personskadeulykker (PSU) og ulykker med drepte eller hardt skadde (DHSU) som funksjon av en rekke tunnelegenskaper.

1.3 Tidligere forskning på ulykkesrisiko og brann i vegtunneler

Gjennomgangen av tidligere relevant forskning er i hovedsak basert på en litteraturgjennomgang som ble gjennomført i forbindelse med studien til Nævestad et al. (2016), samt studier som ble funnet i forbindelse med oppdateringen av Trafikksikkerhetshåndboken. Det er også gjort et nytt litteratursøk for å finne andre studier som har utviklet ulykkes- eller brannmodeller for tunneler. Det er kun funnet tre italienske studier som alle er basert på det samme datasettet som har utviklet ulykkesmodeller spesifikt for tunneler (Caliendo et al., 2013, 2016; Caliendo & Guida, 2014). Disse er basert på ulykker i italienske toløps-motorvegtunneler. Montella et al. (2008, 2012) har benyttet data fra italienske motorveger og noen av modellene inneholder tunnel som prediktorvariabel (det er trolig de samme tunnelene som i studiene til Caliendo). Andre studier som har utviklet ulykkesmodeller for tunneler, eller med tunnel vs. veg i dagen som prediktorvariabel, er ikke funnet.

1.3.1 Branner i vegtunneler

Risiko

Nævestad et al. (2016) finner i sin kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler (1134 tunnelkilometer) i perioden 2008-2015 at gjennomsnittlig antall branner i norske vegtunneler er 24 per år, mens det gjennomsnittlige antallet branntilløp er 14 per år. Dette gir 0,02 branner per år per kilometer tunnel og 0,01 tilløp per år per kilometer tunnel. Haack (2002) finner at Dortmund, en tysk by med omtrent 500.000 innbyggere, hadde et årlig gjennomsnitt på 250 kjøretøybranner 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 mill. 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 andelen tunge kjøretøy i denne tunnelen på 15 % av en ÅDT på 17000. Haack (2002) finner at i denne perioden oppstod fire branner i tunnelen per 100 millioner kjørte kilometer for alle kjøretøy. Brannrisikoen for lastebiler var seks per 100 millioner kjørte kilometer.

Tunge kjøretøy

Internasjonal forskning viser 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 andelen tunge kjøretøy i tunnelen var på 15% av en ÅDT på 17,000 (Haack, 2002). De tre katastrofebrannene i Mellom-Europa i Mont Blanc-tunnelen og i 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, som regel i lange tunneler, og årsakene har som regel 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.

Undersjøiske vegtunneler

Dype, undersjøiske vegtunneler har ofte en betydelig stigningsgrad som kan føre til fartsforskjeller mellom lette og tunge kjøretøy. På grunn av sin vekt må tunge kjøretøy kjøre saktere og mer forsiktige nedover i dype undersjøiske tunneler enn lette kjøretøy. Tilsvarende hindrer vekten tunge kjøretøy i 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 i tunge kjøretøy. Bremses/motorbrems kan gå varme på veg nedover i tunnelen, og motoren (for eksempel turboen) kan havarere 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. Det anbefales i Norge at hellingen ikke skal være mer enn 5% (Søndre Follo Brannvesens (2011)).

Tunge kjøretøy i undersjøiske vegtunneler

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

Ulykker som årsaker til branner

I henhold til «The Handbook of Tunnel Fire Safety», skyldes over 90 % (55 av 61 tilfeller) av brannene i vegtunneler trafikkulykker, særlig påkjøring bakfra (Beard et al 2005). Dette står i kontrast til Nævestad et al (2016) sin kartlegging, som fant at ulykker var årsak til omtrent 9 % av de studerte brannene og tilløpene. Den samme studien finner at ulykker i større grad var årsak til branner i lette biler enn i tunge biler.

1.3.2 Ulykkesrisiko i vegtunneler

Ulykkesrisiko i tunnel vs. på veg i dagen

Vegtunneler har i de fleste, men ikke alle, studiene i gjennomsnitt færre ulykker per kjøretøy-kilometer enn tilsvarende veger i dagen, men ulykker i tunneler er i gjennomsnitt minst like alvorlig (eller mer alvorlige). En norsk studie fra 2000 viste at ulykkesrisikoen i tunneler er sammenlignbar med risikoen på veger i dagen med høy standard (Amundsen & Ranes, 2000). Modellberegninger med norske ulykkesdata viser at tunneler i gjennomsnitt har *26% færre personskadeulykker* enn en veg i dagen når alt annet, inkludert trafikkmengden, er likt, men at *antall drepte og hardt skadde er omtrent det samme* som på veg i dagen (Høye, 2014A).

En studie fra Japan (Rengarasu et al., 2009) viser med hjelp av multivariate ulykkesmodeller at tunneler i gjennomsnitt har *35% flere ulykker* enn veg i dagen. Resultatet gjelder alle ulykker, unntatt påkjøring bakfra, fotgjengerulykker og kollisjoner med tog og det er alle typer veg («national roads») som inngår i analysen; studien er basert på 58 tunneler.

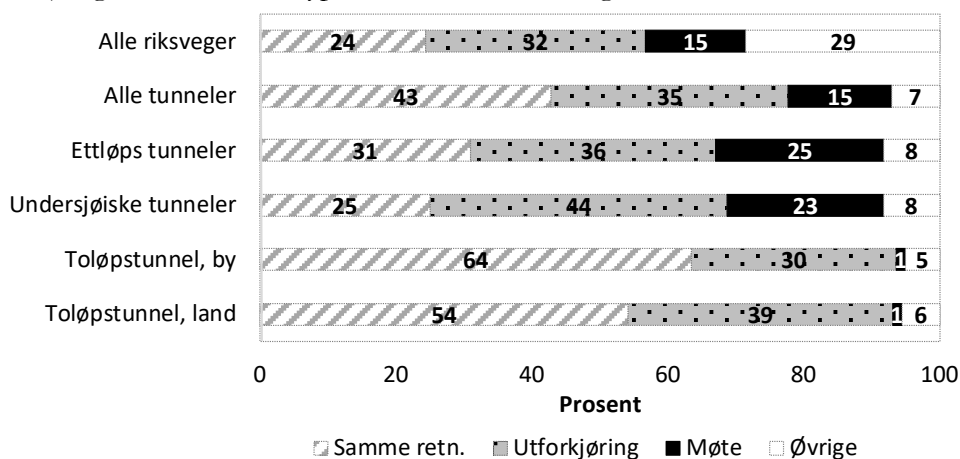
En italiensk studie (Montella et al., 2008) viser at tunneler i gjennomsnitt har *22% flere ulykker* (totalt antall, inklusive materielskadeulykker) enn veger i dagen når man kontrollerer for en rekke andre faktorer som bl.a. fart, kurvatur og stigninger (35% flere ulykker når man ikke kontrollerer for andre faktorer). For personskadeulykker ble det ikke funnet noen forskjell i ulykkesrisiko mellom tunneler og veger i dagen. En annen italiensk studie (Montella et al., 2012) fant ikke noen forskjell mellom ulykkesrisiko i tunneler vs. åpen veg når man ser på alle ulykker under ett eller på spesifikke ulykkestyper. Derimot viser resultatene at tunneler i gjennomsnitt har *36% flere ulykker enn veg i dagen i tørt vær* og *32% færre ulykker enn veg i dagen i regnvær*.

En mulig forklaring på lavere ulykkesrisiko i tunneler kan være at en rekke ulykkestyper som skjer på veger i dagen, sjelden skjer i vegtunneler, bl.a. ulykker med fotgjengere eller syklistere og ulykker i kryss (Mashimo, 2002; Amundsen & Engebretsen, 2009). Resultatene fra studien til Montella et al. (2012) tyder på at det er især under ugunstige kjøreforhold (regnvær i den italienske studien) at tunneler er sikrere enn veg i dagen, noe som kan direkte forklares med at ugunstige kjøreforhold i hovedsak finnes utenfor, men ikke inne i tunneler.

Alvorlighetsgraden knyttet til de vanligste vegtunnelulykkene er høyere enn for ulykker på veger i dagen. 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 veg i dagen (Nussbaumer & Nitsche, 2008). Forfatterne understreker imidlertid at selv om alvorlighetsgraden ved vegtunnelulykker er høyere enn på veg i dagen, er ulykkesrisikoen lavere i vegtunneler enn på sammenlignbare vegstrekninger i friluft (Nussbaumer & Nitsche, 2008).

Ulykkestyper i vegtunneler

Amundsen og Ranes (1997) har analysert norske data i perioden 1992-1996, og konkluderer med at ulykker med påkjøring bakfra er den mest vanlige ulykkestypen 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%; dette er ulykker med påkjøring bakfra eller ved feltskifte), eneulykker (35%) og møteulykker (15%). Andelene til de ulike ulykkestypene er forskjellige mellom ulike typer tunnel som vist i figur 1.



Figur 1: Fordeling av ulykkestyper i ulike typer tunnel etter Amundsen og Engebretsen (2009).

Figuren viser at andelen ulykker i samme kjøreretning er størst i toløpstunneler. Dette gjelder også når man kun ser på ulykker i samme retning og utforkjøringer (fordi møteulykker praktisk talt ikke forekommer i toløpstunneler), dvs. at utforkjøringer relativt sett skjer oftere i ettløpstunneler enn i toløpstunneler.

Undersjøiske tunneler har noen flere utforkjøringer og færre ulykker i samme kjøreretning enn ettløpstunneler ellers (de fleste undersjøiske tunnelene er ettløpstunneler).

Høy risiko i vegtunnelers inngangssone

Det er store forskjeller mellom ulykkesrisikoen og alvorlighetsgraden i ulike soner i vegtunneler (Amundsen & Ranes, 2000; Amundsen & Engebretsen, 2009; Yeung & Wong, 2013). Ulykkesrisikoen i vegtunnelers inngangssone (for eksempel de første 100 meter) er som regel tre til fire ganger så høy som lenger inne i tunnelen, mens risikoen for alvorlige ulykker er høyest i tunnelens midtsone.

I en studie av 608 ulykker i tre ekspressvegtunneler i Singapore i perioden 2009-2011, fant Yeung og Wong (2013) at ulykkesrisikoen var høyere i overgangssoner, definert som 250 m før og etter tunnelåpningene, enn i resten av tunnelene. Hvorvidt det er flere eneulykker eller kollisjoner i inngangssonen, spriker mellom studiene (Ma et al., 2009; Yeung & Wong, 2013).

Høyere ulykkesrisiko i inngangssonen kan bl.a. ha sammenheng med at tunnelportalen er et fast hinder som kan påkjøres, at lysforholdene endrer seg både når man kjører inn i en tunnel og ut av en tunnel og at førere endrer kjøreatferd når de kjører inn i en tunnel (eller ut av en tunnel). Endrede lysforhold fører til at mange bremses ned ved innkjøring i tunnelen (Amundsen, 1994; Sagberg et al., 1999; Rinalducci et al., 1979). Man refererer gjerne til dette som en «svart hull effekt». Amundsen (1994) rapporterer om en nedgang i gjennomsnittsfarten på 10-20% ved tunnelers inngangssone. I følge Sagberg et al. (1999), representerer brå nedbremsing og endring i sideplassering (mot midtlinja) når man kjører inn i vegtunneler de viktigste atferdsmessige problemene knyttet til vegtunneler (Se også PIARC, 1979). Andre studier viser at mange øker avstanden fra kantlinjen (Caliendo et al., 2013). I studien til Lemke (2000) skjedde halvparten av alle dødsulykkene i den første delen av tunnelen i forbindelse med at et kjøretøy hadde kjørt inn i tunnelportalen. Verwey (1995) viste at mange førere retter all oppmerksomheten på tunnelåpningen når de kjører inn i en tunnel og at dette kan føre til at de ikke får med seg annen informasjon, for eksempel fra skilt. En annen faktor som kan bidra til høy ulykkesrisiko i den første delen av tunnelen er at vegen ved tunnelåpninger ofte ligger i skyggen og dermed kan være mer utsatt for glatt føre enn veger der sollyset slipper mer til.

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.

Belysning

Belysning i tunneler kan forbedre siktforholdene, noe som vanligvis medfører en reduksjon av antall ulykker. Et høyt belysningsnivå i inngangssonen til tunneler kan gjøre overgangen mellom dagslys og tunnel mykere, noe som også kan tenkes å redusere risikoen i inngangssonen (Wang et al., 2010). I denne studier har det ikke vært mulig å ta med belysning blant prediktorene i modellberegningene på grunn av manglende informasjon om belysningen.

1.3.3 Havarier i vegtunneler

Vi har funnet få systematiske internasjonale studier av risikoen for havarier i vegtunneler. FN (2001) nevner PIARC (1999) som kilde for at risikoen for havarier per 100 millioner kjøretøy-kilometer er som følger:

- 1.300 i tunneler under elver i byområder,
- Mellom 300-600 i tunneler i åpne rurale områder
- Mellom 900-1.900 i tunneler gjennom fjell.

De nevner også at risiko for havari er sterkt relatert til stigningsgrad, og at tunneler med stigningsgrad over 2,5 % har opptil fem ganger høyere risiko for kjøretøyhavari. Amundsen (1992) studerer hendelser og havarier i norske vegtunneler. I en nyere studie rapporterer Amundsen og Engebretsen (2005) om resultatene fra 3000 kjøretøy-stopp i vegtunneler som var loggført av vegtrafikksentralene i perioden 2001-2003. Analysen viser at de fleste kjøretøy-stoppene skjer i de lange og høytrafikkerte tunnelene. Fordelingen av lette og tunge

kjøretøy med kjøretøystopp var 80/20. Dette tilsier at tunge kjøretøy er overrepresentert ved kjøretøystopp, siden deres andel i trafikken i denne perioden var 10-12 %. I analysene av årsakene til kjøretøystopp, konkluderer Amundsen og Engebretsen med at teknisk feil var oppgitt som årsak i 52 % av de 3000 tilfellene, drivstoffmangel i 20 %, kollisjon med kjøretøy eller tunnelvegg i 11 % av tilfellene, gjenstand i kjørebanelen i 8 % av tilfellene, andre årsaker i 8 % og brann i 1 % av tilfellene. De fant også at lette kjøretøy stopper dobbelt så ofte som tunge på grunn av drivstoffmangel, mens de tunge stopper dobbelt så ofte som lette på grunn av brann eller kollisjon.

1.3.4 Sentrale variabler i modellene

I denne studien er det utviklet kvantitative modeller som beregner det normale antall branner/ulykker/nødstopper i gjennomsnitt per år og tunnel ved gitte tunnelegenskaper. I det følgende gir vi en presentasjon av og begrunnelse for de relevante tunnelegenskapenes betydning.

Tunnelens lengde

Norske vegtunneler er etter europeisk standard lange og mange av dem har forholdsvis lite trafikk. De har ofte en lavere standard enn tunneler i andre europeiske land fordi de har en betydelig lavere trafikkmengde (Amundsen & Engebretsen, 2009). I 2016 fantes det 89 tunneler med en lengde på over 3000 meter i Norge. Den gjennomsnittlige lengden på norske vegtunneler var da omtrent 950 meter. De brannutsatte undersjøiske tunnelene er fire ganger så lange som gjennomsnittet for norske vegtunneler. Som prediktorvariabel i modellberegningene er lengden relevant fordi eksponeringen øker proporsjonalt med lengden, dvs. at jo lengre en tunnel er, desto større er sjansen for at det skjer ulykker, branner eller havarier.

Flere studier har vist at lengre tunneler i gjennomsnitt har lavere ulykkesrisiko enn kortere tunneler, selv om ensformigheten i tunneler kan medføre redusert oppmerksomhet og selv om det ofte er flere forbikjøringer og flere som skifter kjørefelt i lengre tunneler enn i kortere tunneler (Bassan, 2016; SWOV, 2011; Van Kleef et al., 2001). Ulykkene er imidlertid i gjennomsnitt mer alvorlige i lengre tunneler (Statens vegvesen, 2012) og det er flere ulykker som skjer i forbindelse med innsovning i lange tunneler enn i kortere tunneler (Jenssen et al., 2006).

I ulykkesmodellene til Høye (2014A) øker antall ulykker med tunnellengden, men tunneler over én km lengde har 47% færre ulykker per kilometer enn tunneler under én km lengde enn man ellers ville forvente ut fra tunnelegenskapene. I studien til Caliendo et al. (2013) medfører en økning av tunnellengden med en halv km en økning av antall ulykker på 39%. Dermed er økningen av antall ulykker mindre enn økningen av tunnellengden opptil en lengde på omtrent to km (den gjennomsnittlige tunnellengden er omtrent én km). I studien til Caliendo et al. (2016) medfører en økning av lengden på toløps-motorvegtunneler på 1% en økning av antall alvorlige ulykker på 0,48%.

Derimot tyder resultatene fra Robatsch og Nussbaumer (2005) på at ulykkesrisikoen synker med økende tunnellengde kun i toløpstunneler, og ikke i ettløpstunneler. Toløpstunneler med en lengde på mellom fire og fem km har i denne studien omtrent 70% lavere risiko enn toløpstunneler med en lengde på under én km.

I denne studien inngår tunnellengde som en eksponeringsvariabel, dvs. at koeffisienten for tunnellengde er satt lik én.

Type tunnel

Det skilles mellom ettløpstunneler, toløpstunneler og ramper. For toløpstunneler er det gjort tilleggsanalyser som skiller mellom toløpstunneler i by vs. på land. Sammenhengende løp som ligger etter hverandre er i de aller fleste tilfellene slått sammen (noen få unntak er gjort for tunneler med flere rundkjøringer). Ramper er behandlet som egne elementer fordi egenskapene er veldig forskjellige fra hovedløpene. Bl.a. har de aller fleste rampene kun ett kjørefelt, det er som regel ingen møtende trafikk på ramper og trafikkmengden er lavere enn i hovedløpet.

Trafikkmengde, lette og tunge kjøretøy

Ved siden av tunnelens lengde er trafikkmengde (årsdøgntrafikk, ÅDT) en sentral eksponeringsvariabel. Jo mer trafikk, desto større er sjansen for at det skjer ulykker, branner eller havarier. Modellberegninger for antall ulykker viser ofte at antall ulykker øker mindre enn proporsjonalt med trafikkmengden, dvs. at ulykkesrisikoen (antall ulykker per million kjøretøykilometer) går ned med økende trafikkmengde (Høye, 2016A).

I tunneler er sammenhengen mellom trafikkmengde og antall ulykker kun i svært liten grad undersøkt. I studiene til Caliendo & Guida (2014) Og Caliendo et al. (2016) og Deublein et al. (2013) øker antall ulykker *mer* enn proporsjonalt med økningen av trafikkmengden. En økning av trafikkmengden på 10% medfører i studiene til Caliendo en økning av det totale antall ulykker på 17% og en økning av antall alvorlige personskaueulykker på 21%. Studien er basert på toløps-motorvegtunneler i Italia. Robatsch og Nussbaumer (2005) viste at sammenhengen mellom trafikkmengde og ulykkesrisiko er større i ettløpstunneler enn i toløpstunneler, dvs. at økende trafikkmengden medfører en større økning av antall ulykker i ettløpstunneler enn i toløpstunneler.

Andelen tunge kjøretøy har i flere studier vist seg å medføre økte antall ulykker hvis alt annet (inklusive trafikkmengde) er likt. I studien til Caliendo & Guida (2014) og Caliendo et al. (2016) medfører en økning av andelen tunge kjøretøy på 10% en økning av det totale antall ulykker på 8% og en økning av antall alvorlige ulykker på 4%. I studien til Deublein et al. (2013) medfører en økning av andelen tunge kjøretøy på 10% en økning av det totale antall ulykker på 9,5%.

Internasjonal forskning viser at trafikkmengde er en sentral faktor som påvirker risikoen for kjøretøybranner i vegtunneler (OECD, 2006). Det er grunn til å tro at tunge kjøretøy er særlig viktig for brannrisiko i vegtunneler, siden en av hovedkonklusjonene til Nævestad et al. (2016) er at tungbiler er overrepresentert i vegtunnelbranner. Den gjennomsnittlige andelen tunge kjøretøy på norske riksveger med tunneler er 14%. Tunge kjøretøy er involvert i 40% av brannene og branntilløpene i tunneler.

Stigningsgrad og stigningens lengde

Et annet hovedfunn i Nævestad et al. (2016) sin kartlegging er at undersjøiske vegtunneler, eller tunneler med høy stigningsgrad (5% eller mer) er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og branntilløp i kjøretøy i norske vegtunneler. Det finnes ikke noen land i verden som har flere undersjøiske vegtunneler enn Norge. Nævestad et al. (2016) rapporterer at det er 33 undersjøiske vegtunneler i Norge, og ytterligere 24 ikke-undersjøiske tunneler som har høy stigningsgrad. Disse 57 tunnelene med høy stigningsgrad utgjør til sammen omtrent 5% av vegtunnelene i Norge, og de hadde 42% av brannene og branntilløpene i perioden 2008-2015. Gitt betydningen av varmgang i motor og/eller bremses som årsak til brann i tungbiler i tunneler med høy stigningsgrad, er det grunn til å anta at det er lengden med høy stigningsgrad som er avgjørende for risiko for vegtunnelbrann og ikke stigningsgraden i seg selv.

Fartsgrense

Det er viktig å inkludere data om fartsgrense i modellberegningene. Fartsgrensen har sammenheng med fart og fart har sammenheng med ulykkesrisiko og alvorlighetsgraden i ulykker (Elvik, 2013). Fart kan også ha implikasjoner for sannsynligheten for varmgang i bremses for tunge kjøretøy, som er spesielt overrepresentert i branner i tunneler.

I tillegg er fartsgrensen korrelert med den generelle vegstandard i tunneler, f.eks. har tunneler med fartsgrense 100 km/t generelt en høyere standard (bredere kjørefelt, bedre belysning mv.) enn tunneler med fartsgrenser på 70 km/t eller lavere.

Antall løp

De vanligste ulykkestypene i vegtunneler er kollisjoner mellom kjøretøy som kjører i samme retning (påkjøring bakfra eller ved feltskifte; 43%), eneulykker (35%) og møteulykker (15%). Dette viser studien til Amundsen og Engebretsen (2009) av ulykker i norske vegtunneler i perioden 2001-2006. Andelene av de ulike ulykkestypene er forskjellige mellom ett- og toløpstunneler.

Den største forskjellen mellom ett- og toløpstunneler er at det i toløpstunneler ikke er møtende trafikk. Dermed er det ingen mulighet for møteulykker i toløpstunneler (unntatt i de sjeldne tilfeller av spøkelseskjøring i tunnel). Det er imidlertid også forskjeller i den generelle vegstandard. Det finnes både ett- og toløpstunneler med høy standard (brede kjørefelt, gode lysforhold mv.), men ikke toløpstunneler med svært lav standard (smale, lave og mørke tunneler med manglende vegoppmerking mv.).

Modellberegninger med norske ulykkesdata (Høye, 2014A) viser at toløpstunneler har 6% færre personskadeulykker [-26; +18] og 30% færre drepte eller hardt skadde [-63; +35] enn ettløpstunneler når alt annet er likt. En studie fra Sveits (Salvisberg et al., 2004) viste at toløpstunneler har 45% færre ulykker [-60; -24] enn ettløpstunneler.

Det finnes imidlertid også studier som viser det motsatte. I en studie fra Østerrike (Robatsch & Nussbaumer, 2005) hadde toløpstunneler 17% flere personskadeulykker enn ettløpstunneler, og Nussbaumer (2007) viser at toløpstunneler har over dobbelt så høye ulykkeskostnader som ettløpstunneler. Safestar (2002) har sammenlignet ulykkesrisikoen i toløpstunner med ulykkesrisikoen på lignende veger i flere land, men uten at det er mulig å trekke konklusjoner.

Horisontalkurvatur

Horisontalkurvatur kan påvirke risikoen, især for eneulykker i tunneler. Empiriske studier viser at ulykkesrisikoen i tunneler er høyere i kurver enn på rette strekninger, men at det er ingen forskjell i risikoen for alvorlige ulykker mellom kurver og rette strekninger i tunneler (Høye, 2014A; Deublein et al., 2013). Amundsen og Engebretsen (2008) viser at en dobling av kurveradius (slakere kurver) medfører en statistisk signifikant reduksjon av antall personskadeulykker på 35%. En mulig forklaring på at (krappe) kurver øker ulykkesrisikoen er at kurver ofte er vanskelige å forutsi fordi tunnelveggene hindrer sikten framover (SWOV, 2011). I tillegg kan det i tunneler være vanskeligere å vurdere farten enn på veg i dagen hvor man har flere visuelle referansepunkter.

Disse resultatene gjelder relativt krappe kurver. Slake kurver kan gjøre det mindre monotont å kjøre i tunneler og redusere risikoen for å bli blendet på vegen ut av tunnelen (Flø & Jenssen, 2007).

I tillegg kan kurvelengde og plassering av kurvene i forhold til stigningsgraden i tunneler med høy stigningsgrad tenkes å påvirke sjåfører av tunge kjøretøy til å bremse mer enn de kanskje ville gjort i tunneler uten betydelig horisontalkurver. Det har imidlertid ikke vært mulig å undersøke interaksjonseffekten av horisontal og vertikal kurvatur i denne studien.

Kryss

Kryss i tunneler kan være krevende for trafikanter, især fordi siktledene som regel er korte. Likevel kan kryss ha en positiv effekt, især i lange tunneler, ved at de bryter monotonien og gir en større «romfølelse». Det er ikke funnet empiriske studier av virkningen på ulykker, men man kan anta at det avhenger av kryssets utforming om kryss fører til flere eller færre ulykker (Høye, 2016B).

2 Metode

Det er utviklet statistiske modeller for å beregne normale antall branner og ulykker i norske vegtunneler. Med **normale antall** menes gjennomsnittlige antall i tunneler med visse egenskaper, bl.a. en viss lengde, trafikkmengde, fartsgrense mv. Modellene er basert på Negative Binomial (NB) regresjon og bygger på data for tunneler som var åpne for trafikk i årene 2008-2015 for branner og i 2008-2017 for ulykker.

Analyseenheten i alle modellene er én tunnel i ett år. Modellformen og de enkelte prediktorvariablene er beskrevet i de følgende avsnittene.

2.1 Negativ binomial regresjon

Modellformen for negativ binomial (NB) er:

$$E(n) = e^{\sum_i \text{Prediktor}_i * \text{Koeff}_i}$$

$E(n)$ er det predikerte (normale) antall branner eller ulykker, prediktorene er trafikkmengden og ulike tunnelegenskaper, i er subskript for prediktorene.

Negative binomialmodeller tar hensyn til overspredning i dataene, dvs. at spredningen er større enn man ville forvente hvis fordelingen av antall ulykker på enkelte vegsegmenter hadde fulgt en poissonfordeling. En negativ binomialfordeling er bestemt av to parametere, gjennomsnittet og overspredningsparameteren. Overspredningsparameteren er beregnet som en variabel (istedenfor fast) parameter, dvs. at det også er definert prediktorer for overspredningsparameteren (tunnellengde og trafikkmengde) og at det beregnes koeffisienter for disse prediktorene. Dermed er det tatt hensyn til at overspredningen varierer med tunnellengden og man unngår en rekke problemer som kan oppstå ved bruk av en fast overspredningsparameter (Geedipally et al., 2009; Hauer, 2001; Lord & Park, 2008; Miaou & Lord, 2003).

De fleste prediktorvariablene i modellene er **dummyvariabler** (dvs. at variabelen har en verdi på enten null eller én). For fartsgrenser er det for eksempel definert én for hver fartsgrense, unntatt 30, 40 og 50 km/t som er slått sammen og 90, 100 og 110 km/t som også er slått sammen. Fordelen med dummyvariabler er at man kan fange opp ikke-lineære sammenhenger mellom en variabel (f.eks. fartsgrenser eller brann-/ulykkesår) og antall branner eller ulykker enn om man hadde definert én tallvariabel.

For dummyvariabler kan koeffisientene direkte brukes til å beregne endringen av den avhengige variabelen som en funksjon av prediktorvariabelen. Det relative antall branner eller ulykker på veger med fartsgrense X i forhold til veger med referansefartsgrensen (80 km/t) beregnes som:

$$\text{Rel. ant. ulykker} = e^{\text{Koeff.}}$$

Koeff. er koeffisienten for fartsgrense X . Hvis f.eks. koeffisienten for fartsgrense 70 km/t er 0,128, betyr dette at veger med fartsgrense 70 km/t har $e^{0.128} = 1,138$ ganger så mange branner som veger med fartsgrense 80 km/t (hvis alt annet er likt).

Trafikkmengden inngår som $\ln(\text{ÅDT})$ i modellene. Det relative antall ulykker på en veg med trafikkmengde X i forhold til en veg med trafikkmengde Y kan man beregne som en funksjon av trafikkmengdene X og Y, samt koeffisienten for $\ln(\text{ÅDT})$:

$$\text{Rel. ant. ulykker} = \frac{e^{\ln(X) \cdot \text{Koeff}}}{e^{\ln(Y) \cdot \text{Koeff}}}$$

I tillegg inngår andelen tunge kjøretøy som en egen prediktorvariabel i modellene.

2.2 Tunnelene

Informasjon om alle tunnelene foreligger fra vegkart¹. Her er det for hvert tunnellop definert hvor det ligger (fylke, veg, hovedparsell, fra meter og til meter).

Analyseenheten i modellene er én tunnel (inklusive ev. rundkjøringer i tunnelen) eller én rampe. Én tunnel kan bestå av flere tunnellop som kan ligge parallelt eller etter hverandre. Tunnellopene er i analysene her aggregert til tunnelnivå som følgende:

- **Parallele løp (toløpstunneler)** er slått sammen. Ideelt sett hadde hvert av de parallelle løpene vært en egen analyseenhet, men verken for alle ulykkene eller for alle brannene er det entydig definert i hvilket løp ulykkene/brannene har skjedd. Når lengde er forskjellig mellom de to løpene, er gjennomsnittet beregnet. ÅDT i toløpstunneler gjelder alltid begge løpene samlet. I Operatunnelen er alle løpene slått sammen, unntatt ett sekundærløp ved Bjørvika mellom Stockholm og Drammen. Fosskollentunnelen som er en treløpstunnel (ett av løpene er et krabbefelt) inngår også i kategorien «toløpstunnel» og alle tre løpene er slått sammen.
- **Løp som ligger rett etter hverandre** er slått sammen (dette er noen ganger tilfelle når tunneler har blitt forlenget).
- **Løp som er knyttet sammen med rundkjøringer**, er for det meste slått sammen. Ulykkene i rundkjøringene er i slike tunneler tilordnet hele tunnelen (hadde løpene ikke vært slått sammen, hadde det vært uklart hvilket løp ulykkene i rundkjøringen skulle ha tilhørt). Dette gjelder kun svært få tunneler. Trearmede tunneler med en rundkjøring i midten hvor alle tre løpene er slått sammen, er Butunnelen og Karmøy tunnelen. I Tromsø er Sentrumstangenten, Langnestunnelen og Breivik (som er knyttet sammen med rundkjøringer) derimot ikke slått sammen fordi tunnelene har svært ulik trafikkmengde. De to rundkjøringene tilhører i analysene henholdsvis Breivik og Sentrumstangenten.
- **Ramper** er definert som egne analyseenheter. Dette fordi ramper har helt andre geometriske egenskaper, andre trafikkmengder og andre fartsgrenser enn hovedløpet.

Informasjon om tunnelenes **åpningsår** er funnet i vegkart. Når informasjonen mangler i vegkart, er den funnet med hjelp av internettsøk (mest på wikipedia). Tunnelene inngår i alle analysene fra året etter åpningsåret enten til 2015 (branner) eller 2017 (ulykker), eller til året før stengning dersom tunnelen ble stengt før dette. Når det ble gjort store endringer, inngår tunnelen kun fra året etter at endringene ble gjort (f.eks. etter at tunnelen ble utvidet i lengden eller når det ble bygd et nytt løp).

Tunnelenes **lengde** er beregnet ut fra vegreferansene (differanse mellom «til meter» og «fra meter»).

¹ <https://www.vegvesen.no/vegkart/>

2.3 Data

Alle analysene er gjort på tunnelnivå, dvs. at én tunnel (uten ramper) eller én rampe i ett år er én analyseenhet. For toløpstunneler er begge løpene slått sammen til én analyseenhet (dette fordi ulykker og branner i mange tilfeller ikke lar seg tilordne ett av løpene). Det samme gjelder tunneler med flere løp som er knyttet sammen med en rundkjøring. Følgende tabell viser en oversikt over variablene som inngår i modellberegningene.

Tabell 1: Oversikt over variablene som inngår i modellberegningene for tunnelbranner.

	Forklaring
<u>Avhengig variabel</u>	
▪ Branner	Branner og tilløp til brann.
○ Brann	Involverer åpen flamme.
○ Tilløp til brann	Røyk uten flamme (vanndamp, mye eksos og lignende som ikke kunne ha utviklet seg til brann, inngår ikke i definisjonen).
▪ Personskadeulykker (PSU)	Ulykker med personskade.
▪ Ulykker med drepte eller hardt skadde (DHSU)	Ulykker med drepte eller hardt skadde.
<u>Eksponeringsvariabler</u>	
▪ Tunnellengde	Tunnellengde i antall meter; beregnet ut fra vegreferansen i vegkart (avstand mellom første og siste meter). Tunnellengden inngår i modellene som «eksponeringsvariabel» (Stata-terminologi), dvs. at koeffisienten settes lik én i alle modellene.
▪ ÅDT	Årsdøgntrafikk (ÅDT); gjennomsnittlig antall kjøretøy per døgn (omfatter alle motorkjøretøy). Prediktorvariabelen for ÅDT er i alle modellene den naturlige logaritmen av ÅDT ($\ln(\text{ÅDT})$).
▪ Andel lange kjøretøy	Andel lange kjøretøy i prosent (kjøretøy med en lengde på 5,6 meter eller mer).
<u>Prediktorvariablene</u>	
▪ År	År når brannen/ulykken skjedde (2008-2015 / 2008-2017).
▪ Fartsgrense	Fartsgrense 30-50, 60, 70, 80 og 90-110 km/t (dummyvariabler).
▪ Type tunnel	Prediktorvariabel: To- vs. ettløpstunnel og rampe vs. ettløpstunnel (dummyvariabler). I brannmodeller killes kun mellom to- vs. ettløpstunnel (rampene inngår ikke i modellene for branner). Tilleggsanalyser er gjort for ulykker og branner i toløpstunneler i by vs. på land. (kun én av stigningsvariablene per modell)
▪ Stigning	
○ Meter med 5/7 prosent eller mer stigning	Antall meter i tunnelen med stigning over henholdsvis 5 og 7 prosent (to kontinuerlige variabler, mangler for noen tunneler).
○ Maks. stigning	Maksimal stigning i tunnelen i prosent.
○ Maks. stigning over 5/7 prosent	Maksimal stigning i tunnelen er større enn eller lik (vs. mindre enn) 5% eller 7% (to dummyvariabler, definert for alle tunnelene).
○ Maks stigning over 2/3/4/5/6/7/8 prosent	Maks stigning i tunnelen er større enn eller lik (vs. mindre enn) 2/3/4/5/6/7/8 prosent (dummyvariabler); definert ut fra variabelen Maks. stigning.
▪ Kurver: Minste kurveradius	Minste kurveradius 0-149 meter / 150-299 meter / 300-599 meter / 600+ meter / rett strekning (dummyvariabler; én variabel for hver gruppe; mangler for noen tunneler).
▪ Høyde og bredde	Tunnelens skilte høyde over 4,5 meter (fri høyde) eller lavere (dummyvariabel; informasjon mangler for noen tunneler). Bredde inngår ikke i modellene som egen variabel men har sammenheng med høyde.
▪ Rampe i tunnel	Det er minst én rampe (vs. ingen rampe) i tunnelen (dummyvariabel).

2.3.1 Tunnelegenskapene

Informasjon om eksponerings- og prediktorvariablene (tabell 1) er for det meste hentet fra vegkart. Manglende informasjon ble så langt som mulig funnet med hjelp av Google, wikipedia eller Google Maps/Street view. Informasjon om *stigninger* er supplert av informasjon fra Statens vegvesens regioner; dette fordi det er en del feil i informasjonen om stigninger i vegkart. Informasjon om *toløpstunneler i by vs. på land* er skaffet av Vegdirektoratet.

De fleste tunnelegenskapene gjelder året hvor den mest aktuelle informasjonen foreligger fra (2017 for de fleste tunnelene). Fartsgrenseendringer eller andre mindre endringer er ikke tatt hensyn til i analysene, unntatt for trafikkmengde som er trendjustert for alle år (se neste avsnitt).

Potensielt relevante tunnelegenskaper som **ikke** inngår i analysene, er:

- **Antall kjørefelt:** De aller fleste ettløpstunnelene har to kjørefelt i mesteparten av tunnelen, mens toløpstunnelene har to kjørefelt per løp i mesteparten av tunnelen. De aller fleste ramper har ett kjørefelt. Det er kun svært få tunneler med andre antall kjørefelt, eller med spesialfelt (som kollektivfelt eller krabbefelt for tunge kjøretøy).
- **Undersjøisk tunnel:** Undersjøiske tunneler inngår i analysene, men hvorvidt en tunnel er undersjøisk, er ikke blant prediktorvariablene. Undersjøiske tunneler er relativt lange og bratte og begge disse variablene er blant prediktorvariablene.
- **Belysning:** De aller fleste norske vegtunnelene er belyst, men kvaliteten på belysningen varierer mellom tunnelene. Informasjonen om belysning i vegkart er imidlertid ikke tilstrekkelig for å kunne definere en prediktorvariabel for belysning.
- **Fartskontroll (strekings- og punkt-ATK):** Det er kjent fra empiriske studier at både punkt- og strekings-ATK har stor effekt på antall ulykker, især alvorlige ulykker (bl.a. Høye, 2014B, 2015A, 2015B). ATK er imidlertid et tiltak som i hovedsak er satt inn i de mest ulykkesutsatte tunnelene. Dette medfører et såkalt endogenitetsproblem (Kim & Washington, 2006), dvs. at koeffisienter i ulykkes- eller brannmodeller for ATK, ikke kan tolkes som en effekt av tiltaket. Foreløpige modellberegninger (ikke dokumentert i denne rapporten) har vist at det å inkludere SATK i modellene medfører nesten ingen endring for noen av koeffisientene på øvrige variabler, mens koeffisienten for SATK spriker mye mellom modeller med ulike stigningsvariabler, men uten å være statistisk signifikant i noen av modellene.
- **Rundkjøring:** Det finnes kun ti tunneler med rundkjøring. Hvorvidt tunnelene har en rundkjøring er derfor ikke blant prediktorvariablene.
- **Vegnettet utenfor tunnelen:** Vegnettet utenfor tunnelen, blant annet bratte stigninger, kan tenkes å påvirke hendelser i tunnelen, især branner. Det har dessverre ikke vært mulig innenfor prosjektets rammer å hente inn data om vegene rett før og etter tunnelene.

2.3.2 Trafikkmengde

Trafikkmengden i tunnelene er oppgitt som

- ÅDT: Samlet trafikkmengde (alle motorkjøretøy)
- Andel «lange kjøretøy» (kjøretøy på med en lengde på minst 5,6 meter).

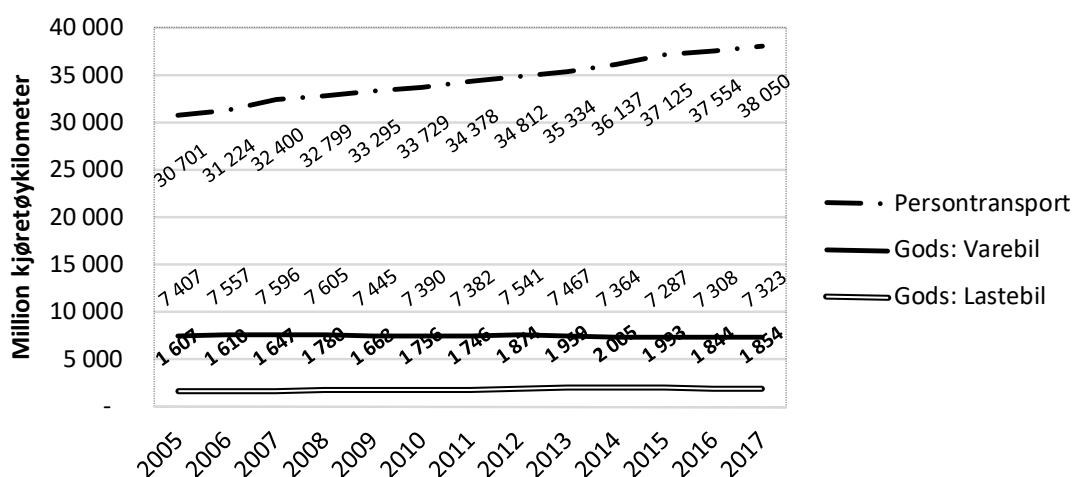
Trafikkmengde i toløpstunneler

I toløpstunneler gjelder trafikkmengde begge løpene til sammen. Siden trafikkmengden for toløpstunneler kan være oppgitt enten per løp eller for begge løpene samlet, har alle toløpstunnelene blitt sjekket manuelt i vegkart for å sikre at den riktige trafikkmengden er brukt.

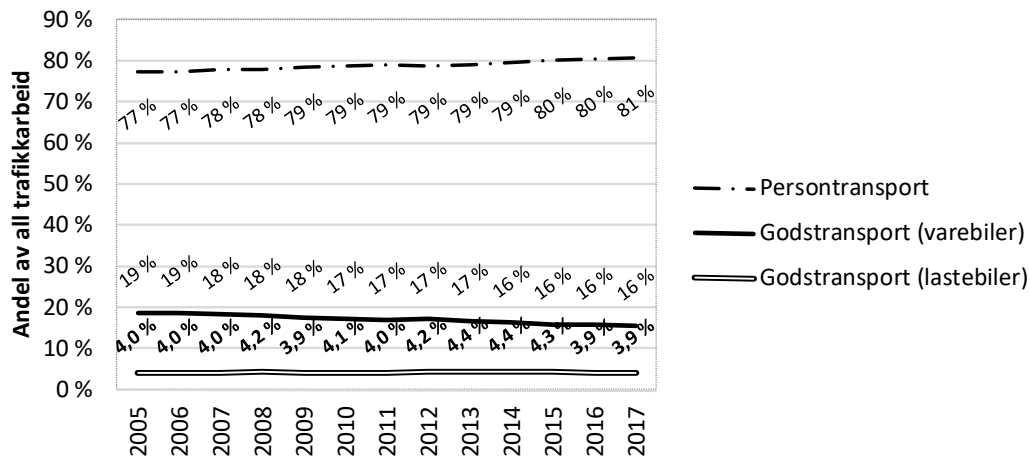
Trendjustering av ADT

Trafikkmengden er trendjustert for hver enkelt år som inngår i analysene. Det er implisitt forutsatt at trafikkmengden har endret seg like mye i alle tunnelene som det totale trafikkarbeidet i hele landet.

Hvordan trafikkarbeidet (totalt antall kjøretøykilometer for person- og godstransport på offentlige veger i Norge) har utviklet seg over tid i 2008-2017 er vist i figur 2 og figur 3 basert på Farstad (2016). For godstransport skilles det (siden 2005) mellom vare- og lastebiler. Varebiler omfatter følgende kjøretøytyper (i henhold til klassifikasjonen hos Statens vegvesen og SSB): Små laste-, vare- og kombinerte biler samt store vare- og kombinerte biler. Kjøretøy over 3,5 tonn (nyttelast) er klassifisert som lastebil. Hvorvidt godsbilene er lange eller korte, er ukjent. Lastebilene forutsettes å være lange. Blant varebilene er trolig de fleste korte (personbiler som er registrert som varebil). Andelen er imidlertid ukjent og det er også ukjent hvorvidt sammensetningen av denne kategorien har endret seg over tid.



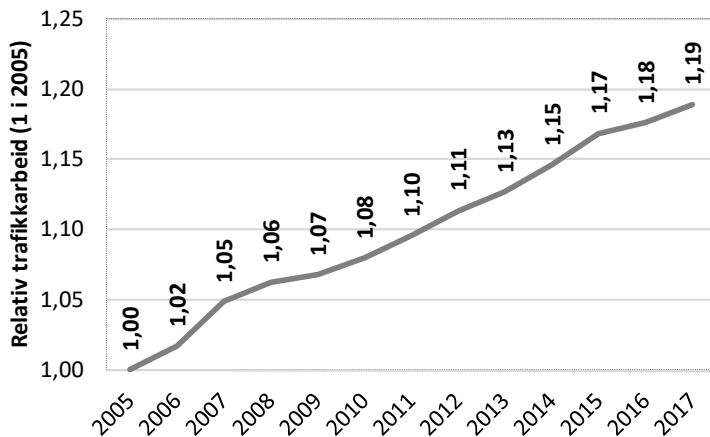
Figur 2: Utviklingen av antall kjøretøykilometer for persontransport og godstransport i Norge, 2005-2017 (Farstad, 2016; tall fra 2014 er oppdatert).



Figur 3: Andelen av person- og godstransport i Norge, 2005-2017 (Farstad, 2016; tall fra 2014 er oppdatert).

Figur 2 og figur 3 viser at det totale trafikkarbeidet har økt betydelig. Det samlede trafikkarbeidet har økt med 19% i perioden, fra til sammen 39.715 til 47.227 millioner kjøretøykilometer. Andelen av alt trafikkarbeid som er gjort med lastebiler, er omtrent uendret over tid.

For trendjusteringen av trafikkmengden er utviklingen av det samlede trafikkarbeidet lagt til grunn. Figur 4 viser den relative trafikkmengden i årene 2005-2017 som er brukt til trendjusteringen. Trafikkmengden i tunnelene justeres til de respektive brann- og ulykkesårene med hjelp av disse relative tallene. Hvis f.eks. den totale trafikkmengden er oppgitt som 10.000 i 2017, settes trafikkmengden til 9.212 i 2011 ($10.000 * 1,10 / 1,19 = 9.212$).



Figur 4: Relativ trafikkarbeid (alle typer motor kjøretøy).

Andel lange kjøretøy

Andel lange kjøretøy forutsettes å være omtrent uendret over tid, dvs. at andelen lange kjøretøy brukes for alle tunnelene slik som den er oppgitt i NVDB, uansett fra hvilket år den er. Andelen av alt trafikkarbeid som gjøres med lastebiler er omtrent uendret i 2005-2017 (figur 2). Andelen av alt trafikkarbeid som gjøres med varebiler, har gått ned over tid, men fordelingen av lange og korte kjøretøy blant varebilene er ukjent.

2.3.3 Branner og ulykker

Branner

Informasjon om hvor mange branner det har vært i hvilke tunnellop og i hvilke år er hentet fra Nævestad et al. (2016) sin kartlegging av branner i norske vegtunneler i perioden 2008-2015 (Nævestad et al., 2016). Denne studien finner at det var 303 kjøretøybranner og tilløp i norske vegtunneler i perioden 2008-2015. Nævestad et al. (2014) fremhever særlig fire forhold i sin kartlegging:

- Brannene og tilløpene til brann involverer som regel ikke skade på personer eller tunnel
- Tunge kjøretøy er overrepresentert i vegtunnelbranner
- Årsakene til branner i tunge og lette kjøretøy er ulike
- Undersjøiske vegtunneler er betydelig overrepresentert i statistikken over branner og tilløp i kjøretøy i norske vegtunneler.

Branner og tilløp til brann inngår i analysene. Brann defineres som alt som involverer åpen flamme, for å minimere skjønnsutøvelsen ved hvert tilfelle. Tilløp til brann defineres som røyk uten flamme. Vi utelukker 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. Det er ikke skilt mellom branner og branntilløp fordi antallet i hver enkel kategori ville vært for liten. Begge omtales for enkelhetens skyld som «branner».

Brannene er hentet inn i datafilen med hjelp av identifikasjonsnummeret for tunnellop.

Ulykker

Informasjon om ulykkene i tunneler er hentet fra vegkart. Det skilles mellom personskadeulykker (PSU) og ulykker med drepte eller hardt skadde (DHSU).

Ulykkene er hentet inn i datafilen med hjelp av vegreferansen (fylke, vegnummer, hovedparsell og meter).

2.3.4 Ulykker i soner

For hver tunnel er det definert inngangs- og midtsoner:

- Inngangssonen er de første (eller siste) 100 meter inn i tunnelen fra tunnelåpningen. Deler av tunnelen som etter denne definisjonene ville være midtsoner på under 100 meter lengde, er også definert som inngangssone.
- Midtsonen er resten av tunnelen. Alle midtsoner har en lengde på minst 100 meter.

Midtsoner må ha en lengde på minst 100 meter for å unngå at korte tunneler (slik som eksempelet i Figur 5) får en midtzone, selv om man uten problemer kan se gjennom hele tunnelen.



Figur 5: Herlandstunnelen (280 meter).

Sonene er definert med hjelp av vegreferansene. Ulykkene er med hjelp av vegreferansene tilordnet sonene. Sonene er kun benyttet i tilleggsanalyser (avsnitt 3.3.9) hvor antall ulykker per kjøretøykilometer er beregnet og inngår ikke i ulykkesmodellene. I modellberegningene er det ikke skilt mellom ulike soner i tunnelene.

2.4 Havarier

Det er trukket et delvis tilfeldig utvalg bestående av 105 tunneler for å analysere sammenhengen mellom tunnelegenskaper og antall havarier. For disse tunnelene er det samlet inn informasjon om kjøretøyhavarier i 2016 og 2017.

Utvalget ble trukket i to trinn: Det ble trukket et tilfeldig utvalg av alle tunnelene på 100 tunneler. Hver Region i Statens vegvesen fikk så tilsendt en oversikt over utvalgt i den respektive regionen med spørsmål om tunnelene har vært åpne for trafikk i hele 2016 og 2017, om tunnelene har kamera (ITV) eller automatisk hendelsesvarsling (Automatic Incident Detection, AID), og om tunnelene anses som representative for regionen. Alle regionene hadde mulighet til å bytte ut tunneler fra det opprinnelige utvalget og de fleste satte i tillegg flere tunneler på listen (derfor består det endelige utvalget av flere enn 100 tunneler). Endringer av utvalgene per Region er som følgende:

- Midt: Av 12 på den opprinnelige listen er ingen byttet ut og det er lagt til fire nye.
- Nord: Av syv på den opprinnelige listen er fire byttet ut og det er lagt til én ny tunnel.
- Sør: Av 15 på den opprinnelige listen er én byttet ut og det er lagt til to nye.
- Vest: Av 53 på den opprinnelige listen er to byttet ut.
- Øst: Av 13 på den opprinnelige listen er fem byttet ut og to er tatt helt ut.

For alle 105 tunnelene på den endelige listen foreligger informasjon om hvorvidt tunnelene har ITV eller AID.

Informasjon om havariene er hentet ut manuelt fra logger som er stilt til disposisjon av Vegtrafikksentralene. Dette omfatter antall havarier per tunnel, type kjøretøy som har vært innblandet, type havari, samt hvordan havariet ble varslet.

3 Resultater

De første avsnittene av resultatkapitlet handler om ulykker og branner. Alle analysene for ulykker og branner er gjort for de samme tunnelene (alle tunnelene med tilstrekkelig informasjon). Resultatene for havariene beskrives i et eget avsnitt på slutten av resultatkapitlet. Disse er gjort for et utvalg på 105 tunneler.

3.1 Deskriptiv statistikk for ulykker og branner

Tunnelene og trafikkmengde

En oversikt over årlige antall tunneler som inngår i ulykkes- og brannmodellene, samt gjennomsnittlig trafikkmengde, er vist i tabell 2. Den nederste kolonnen («Alle») gjelder alle tunnelene som inngår i analysene med minst ett år.

Til sammen er det 1181 tunneler som inngår i ulykkesmodellene og 1101 tunneler som inngår i brannmodellene. Antall tunneler har økt over tid, især antall toløpstunneler. Seks tunneler ble stengt før slutten av analyseperioden for ulykker. En oversikt over tunneler som er og som ikke er med i analysene, er vist i tabell 25 og tabell 26 i vedlegget.

Alle tunnelene inngår i ulykkesmodellene med alle hele år hvor tunnelen var åpen for trafikk. I brannmodellene inngår ett- og toløpstunneler fram til 2015 (informasjon om tunnelbranner foreligger kun fram til 2015). Ramper inngår ikke i brannmodellene fordi det ikke har vært noen branner på ramper.

Tabell 2: Antall tunneler og trafikkmengde i ulike typer tunnel, etter år.

	Antall tunneler					Trafikkmengde (ÅDT, alle kjøretøy)				
	Alle	Ett-/ toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per	Alle	Ett-/ toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per
2008	988	957	899	58	31	4 546	4 318	2 878	31 073	3 276
2009	1 004	973	914	59	31	4 555	4 354	2 898	30 895	3 293
2010	1 033	1 002	929	73	31	4 761	4 554	2 948	28 433	3 329
2011	1 056	1 013	936	77	43	4 928	4 805	2 993	28 760	4 378
2012	1 064	1 021	943	78	43	5 011	4 871	3 042	29 124	4 450
2013	1 088	1 045	958	87	43	5 150	4 859	3 085	28 208	4 504
2014	1 109	1 066	975	91	43	5 260	4 904	3 114	28 578	4 579
2015	1 143	1 096	997	99	47	5 475	5 052	3 196	28 778	4 727
2016	1 165	1 114	1 013	101	51	5 479	5 179	3 196	28 728	4 764
2017	1 175	1 124	1 023	101	51	5 511	5 188	3 222	29 048	4 818
Alle	1 181	1 130	1 029	101	51					

Tabell 3 viser gjennomsnittlige lengder, trafikkmengder og andeler lange kjøretøy, samt fordelingen av trafikkarbeidet med alle og lange kjøretøy på de ulike tunneltypene. Trafikkmengden er beregnet som et teoretisk gjennomsnitt for alle tunnelene i 2008 (teoretisk fordi ikke alle tunnelene fantes i 2008; formålet er kun å vise det omtrentlige forholdet mellom trafikkmengden i ulike typer tunnel). Resultatene viser at toløpstunneler i gjennomsnitt har betydelig høyere trafikkmengde (opptil ca. 78.000 i 2017) enn ettløpstunneler (opptil ca. 35.000 i 2017), men omtrent den samme andelen lange kjøretøy, og at toløpstunnelene i gjennomsnitt er noe kortere enn ettløpstunneler.

De lengste tunnelene (som alle er ettløpstunneler) er Lærdalstunnelen (24,5 km), Gudvangatunnelen (11,4 km), Folgefonntunnelen (11,2 km), Tøventunnelen (10,7 km) og Jondalstunnelen (10,2 km). Alle øvrige tunnelene er under 10 km lange. Mer detaljert informasjon om antall tunneler, trafikkmengde og samlede tunnellengder per år er vist i tabell 27 i vedlegget.

Tabell 3: Deskriptiv statistikk for lengde, trafikkmengde og andel lange kjøretøy og fordeling av trafikkarbeidet på de ulike tunneltypene (alle tunneler som inngår i analysene).

	Lengde (meter)					Trafikkmengde ¹		Andel lange kjt. (%)		Trafikkarbeid	
	Antall	Gjennom- snitt	SD	Min.	Maks.	Gjennom- snitt	SD	Gjennom- snitt	SD	Alle kjt.	Lange kjt.
Ett-/toløps	1 130	1 026	1 641	10	24 509	4 933	8 840	12,9	5,2	99 %	99 %
Ettløps	1 029	1 041	1 678	10	24 509	2 870	4 131	12,9	5,3	55 %	58 %
Toløps	101	871	1 183	40	6 841	25 946	14 732	12,4	3,7	44 %	42 %
- By ²	49	1 062	1 449	113	6 841	31 290	18 121	10,4	4,1	28 %	25 %
- Land ²	52	690	836	40	3 851	20 911	7 950	14,2	2,1	16 %	17 %
Ramper	51	275	199	20	801	4 303	3 571	8,0	3,0	1,2 %	0,6 %
Alle	1 181	994	1 613	10	24 509	4 905	8 679	12,7	5,2	100 %	100 %

¹ Trafikkmengden er beregnet med trendjustert trafikkmengde fra 2008 for alle tunnelene (også tunnelene som ikke fantes i 2008).

² Kun brukt i tilleggsanalyser.

Ulykker og branner

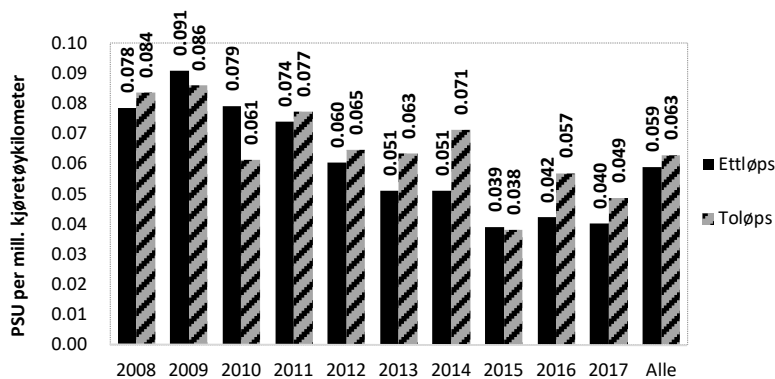
Tabell 4 viser årlige antall ulykker (PSU og DHSU) og branner i de ulike typer tunnel. De fleste ulykker og branner var i ettløpstunneler; på ramper har det kun vært svært få PSU, kun én DHSU og ingen branner.

For branner er det gjort tilleggsanalyser hvor det skilles mellom branner hvor minst ett tungt kjøretøy er innblandet og branner hvor ingen tunge kjøretøy er innblandet. Andre mulige brannscenarier er branner med ett vs. flere tunge, ett vs. flere lette eller både tunge og lette kjøretøy innblandet. Antall branner i slike scenarier er imidlertid for lite, det var kun én brann med to tunge kjøretøy innblandet, 13 branner med to eller flere lette kjøretøy innblandet og ti branner med både lette og tunge kjøretøy innblandet.

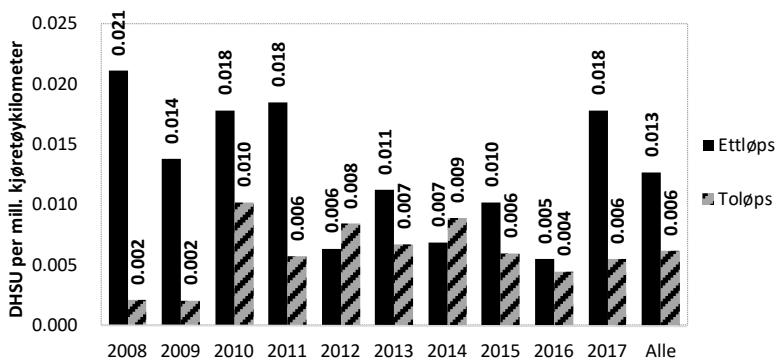
Tabell 4: Antall ulykker (PSU og DHSU) og antall branner per år.

	PSU					DHSU					Branner				
	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ramper	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ramper	Alle	Ett-løps	To-løps	Med tungt kjøt	Uten tunge kjøt.
2008	107	107	67	40	-	19	19	18	1	-	28	25	3	12	16
2009	122	121	79	42	1	13	13	12	1	-	26	20	6	9	17
2010	109	107	71	36	2	22	22	16	6	-	27	21	6	15	12
2011	123	122	68	54	1	21	21	17	4	-	48	35	13	21	27
2012	105	103	57	46	2	13	12	6	6	1	41	29	12	11	30
2013	102	97	50	47	5	16	16	11	5	-	47	37	10	18	29
2014	109	108	52	56	1	14	14	7	7	-	43	31	12	19	24
2015	74	74	42	32	-	16	16	11	5	-	36	23	13	13	23
2016	99	97	46	51	2	10	10	6	4	-	-	-	-	-	-
2017	89	89	45	44	-	25	25	20	5	-	-	-	-	-	-
Sum	1 039	1 025	577	448	14	169	168	124	44	1	296	221	75	118	178

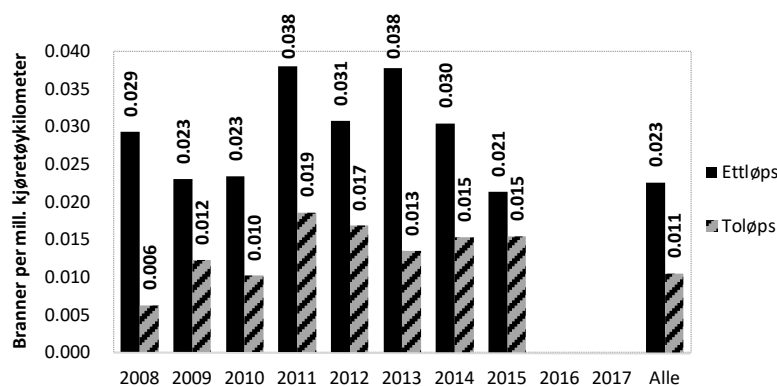
Hvordan antall PSU, DHSU og branner per million kjøretøykilometer i ett- og toløpstunneler har utviklet seg over tid, er vist i de følgende figurene. Rampene er utelatt fra figurene fordi det har vært kun få ulykker og fordi vi ikke har registrert noen branner på ramper. (Branner er knyttet til tunnelene generelt, på grunn av noe mangelfulle data om hvor i tunnelene de har forekommet. I tillegg er det ofte vanskeligere å stedfeste branner i tunneler med mindre de knyttes til ulykker. Kjøretøy ofte kan ha vært i brann en stund før sjåføren velger å stoppe, og sjåfører vil gjerne forsøke å kjøre ut av tunnelene, dersom det er mulig.) En fullstendig oversikt over PSU, DHSU og branner per million kjøretøykilometer, både i alle typer tunnel og totalt, finnes i tabell 28 i vedlegget.



Figur 6: Antall PSU per mill. kjøretøykilometer over tid.



Figur 7: Antall DHSU per mill. kjøretøykilometer over tid.



Figur 8: Antall branner per mill. kjøretøykilometer over tid.

Figurene over viser at antall PSU per million kjøretøykilometer har gått ned over tid, både i ett- og toløpstunneler. For antall DHSU per million kjøretøykilometer ser det også ut til å være en nedadgående trend, men det er stor variasjon fra år til år, noe som skyldes relativt små antall DHSU.

Antall PSU per million kjøretøykilometer er noe høyere i toløpstunneler enn i ettløpstunneler (0,063 vs. 0,059 for alle årene sett under ett). Antall branner per million kjøretøykilometer er betydelig høyere i ettløpstunneler enn i toløpstunneler, noe som trolig kan forklares med at ettløpstunneler i gjennomsnitt er brattere (bl.a. er de fleste undersjøiske tunnelene ettløpstunneler).

Tunnellengde, ulykker og branner

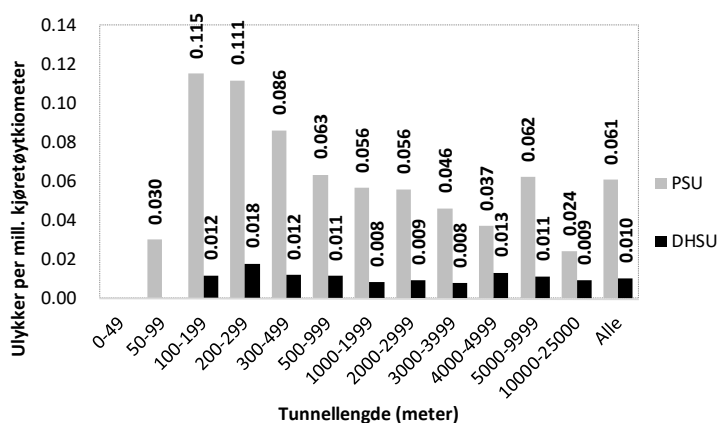
Tabell 5 viser antall tunneler, ulykker og branner for ulike lengde kategorier. Antallene gjelder ett- og toløpstunneler (uten ramper). En mer detaljert oversikt er vist i tabell 29 i vedlegget.

Tabell 5: Antall tunneler, ulykker og branner per lengdekategori (uten ramper).

Tunnellengde (meter)	Antall tunneler	Tunneler (andel)	Samlet lengde (km)	Samlet lengde (andel)	Andel av alt trafikkarbeid*	Antall			Antall branner med tunge kjø.	Antall branner uten tunge kjø.
						PSU	DHSU	branner		
0 - 49	51	5 %	2	0 %	0,1 %	0	0	0	0	0
50 - 99	100	9 %	7	1 %	0,6 %	3	0	2	1	1
100 - 199	181	16 %	27	2 %	3 %	60	6	4	1	3
200 - 299	110	10 %	27	2 %	3 %	57	9	7	4	3
300 - 499	150	13 %	58	5 %	7 %	101	14	12	4	8
500 - 999	218	19 %	155	13 %	18 %	194	35	40	13	27
1 000 - 1 999	158	14 %	222	19 %	20 %	191	28	40	16	24
2 000 - 2 999	70	6 %	171	15 %	13 %	119	20	34	14	20
3 000 - 3 999	37	3 %	132	11 %	17 %	133	22	37	8	29
4 000 - 4 999	18	2 %	79	7 %	3 %	17	6	23	9	14
5 000 - 9 999	32	3 %	212	18 %	14 %	142	25	92	43	49
10 000 - 25 000	5	0,4 %	68	6 %	2 %	8	3	5	5	0
Alle	1 130	100 %	1 161	100 %	100 %	1 025	168	296	118	178

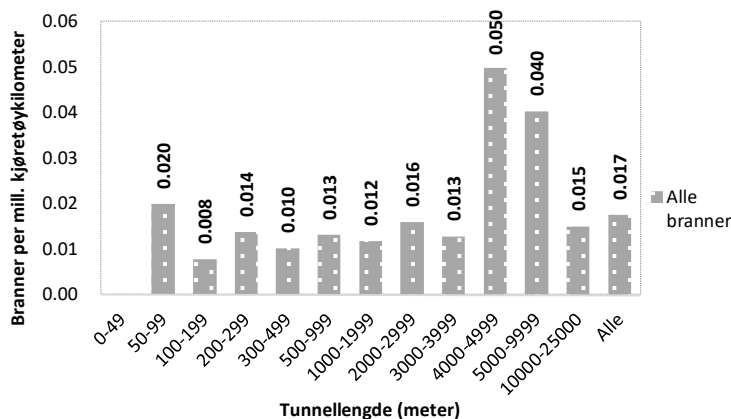
* Gjelder trafikkarbeid i de enkelte lengde kategorier i hele analyseperiode.

Sammenhengen mellom antall ulykker og branner per million kjøretøykilometer og tunnelenes lengde er vist i figur 9, figur 10 og figur 11.

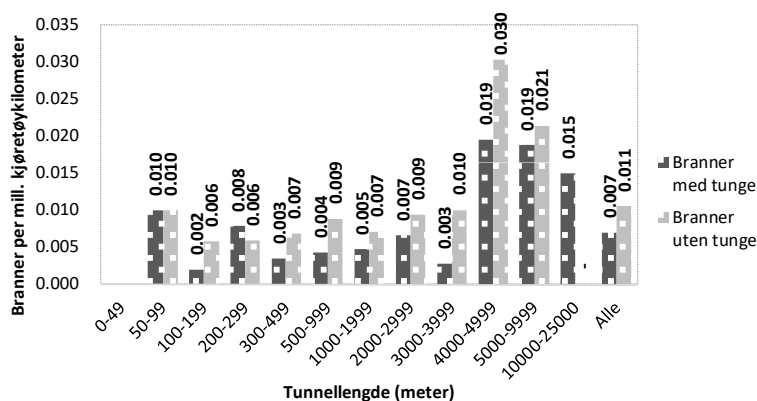


Figur 9: Ulykker (PSU og DHSU) per million kjøretøykilometer i tunneler etter lengde kategori (ett- og toløpstunneler, uten ramper; alle år).

Figur 9 viser at antall PSU per mill. kjøretøykilometer er høyest i korte tunneler (100-500 meter) og går ned med økende tunnellengde. Tunneler som er 100-200 meter lange, har i gjennomsnitt 4,8 ganger så høy risiko for PSU som tunneler som er lengre enn 10 km. For DHSU ser man samme tendens, men sammenhengen er svakere enn for PSU. At det er kun svært få ulykker i tunneler under 100 meter lengde kan skyldes at det er kun en svært liten andel av alt trafikkarbeid i tunneler som gjøres i disse korte tunnelene. En annen mulig forklaring er at ulykker i slike tunneler er stedfestet utenfor tunnelen.



Figur 10: Branner per million kjøretøykilometer i tunneler etter lengdekategori (ett- og toløpstunneler, uten ramper; alle år).



Figur 11: Branner med og uten tunge kjøretøy per million kjøretøykilometer i tunneler etter lengdekategori (ett- og toløpstunneler, uten ramper; alle år).

Figur 10 og figur 11 viser ingen generell sammenheng mellom tunnallengde og antall branner per million kjøretøykilometer, men i tunneler mellom 5-10 km lengde er antall branner per million kjøretøykilometer betydelig større enn i andre tunneler. I denne lengdekategorien er det 32 tunneler, hvorav 16 har en maksimal stigning på minst 5% og 12 har en maksimal stigning på minst 7%. De fleste undersjøiske tunnelene er i denne lengdekategorien.

Korte tunneler hvor det har vært branner, er:

- Svartdal miljøtunnel (60 meter)
- Galteryggen (91 meter)
- Stavenestunnelen (111 meter)
- Lundtunnelen (147 meter)
- Sandbekkåstunnelen (155 meter)
- Kvalnestunnelen (162 meter)
- Alnestunnelen (206 meter)
- Vassendatunnelen (207 meter)
- Harafjelltunnelen (252 meter)
- Mydland (258 meter)
- Gulli miljøtunnel (286 meter)
- Mosseporten (295 meter).

Fartsgrenser

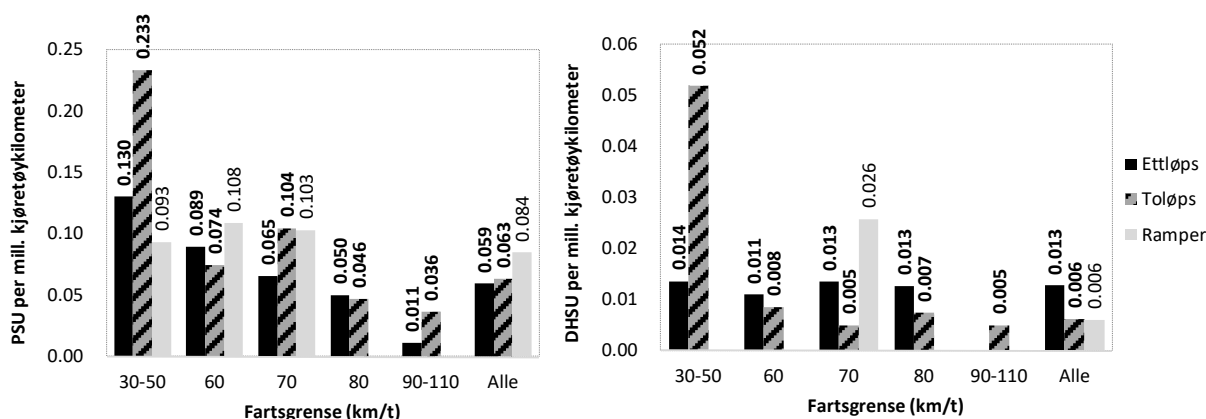
Informasjon om fartsgrensen foreligger for alle tunnelene. Alle fartsgrensene er fra det siste året det foreligger informasjon fra. Dette gjelder også tunneler hvor fartsgrensen ble endret i løpet av analyseperioden, slike endringer var det ikke mulig å ta hensyn til i analysene.

Fordelingen av fartsgrensene i tunnelene er vist i tabell 6. I de fleste ettløpstunnelene er fartsgrensen 80 km/t, mens fartsgrensen i de fleste toløpstunnelene er mellom 90 og 110 km/t. En detaljert oversikt over fordelingen av trafikkmengde, samlet lengde, trafikkarbeid, ulykker og branner på tunneler med ulike fartsgrenser er vist i tabell 30 og tabell 31 i vedlegget.

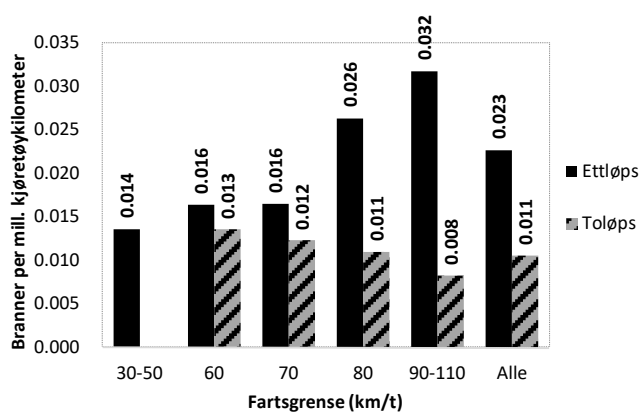
Tabell 6: Tunneler med ulike fartsgrenser og fordelingen av tunnelenes samlede lengde på tunneler med ulike fartsgrenser.

Fgr. (km/t)	Antall tunneler					Samlet lengde (km)				
	Alle	Ett-/ toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per	Alle	Ett-/ toløps	Ett- løps	Toløps	Ram- per
30-50	82	63	59	4	19	28	22	21	1	5
60	107	93	83	10	14	60	56	51	5	3
70	129	122	109	13	7	146	144	124	20	1
80	802	791	770	21	11	904	900	874	26	4
90-110	61	61	8	53	0	36	36	2	34	0
Alle	1181	1130	1029	101	51	1 174	1 160	1 072	88	14

Figur 12 og figur 13 viser gjennomsnittlige antall PSU, DHSU og branner per million kjøretøykilometer i de ulike tunneltypene etter fartsgrense. Figurene viser at høyere fartsgrenser som regel medfører lavere ulykkesrisiko, især for PSU. For DHSU er sammenhengen mindre tydelig enn for PSU. For branner ser det ikke ut til å være noen entydig sammenheng med fartsgrensen.



Figur 12: Antall PSU (venstre) og DHSU (høyre) per million kjøretøykilometer i ett- og toløpstunneler og på ramper, etter fartsgrense.



Figur 13: Antall branner per million kjøretøykilometer i ett- og toløpstunneler, etter fartsgrense.

Stigninger

Informasjonen er hentet fra vegkart, Nævestad et al. (2016) og informasjon som er samlet inn fra Regionene. Det er definert (flere sett med) variabler som beskriver stigningen i tunnelene:

- **Lengde bratt stigning (antall meter med stigning 5% eller mer / 7% eller mer):** For de fleste tunnelene med informasjon om maksimal stigningsgrad er det definert variabler som viser hvor mange meter i tunnelen som har en maksimal stigning over henholdsvis 5% og 7%. For noen av tunnelene hvor det ikke foreligger informasjon fra vegkart, men bare fra Regionene eller fra Nævestad et al. (2016), mangler denne informasjonen.
- **Maksimal stigningsgrad (numerisk variabel):** Denne variabelen er definert for alle ett- og toløpstunneler (med ett unntak) og de fleste rampene.
- **Maksimal stigningsgrad 5% eller mer / 7% eller mer:** For alle tunnelene er det definert to dummyvariabler som viser om den maksimale stigningen er på 5% eller mer og på 7% eller mer. For tunnelene med manglende informasjon er verdiene satt lik null (basert på listen over bratte tunneler i rapporten til Nævestad et al., 2016). Disse to variablene er dermed definert for alle tunnelene.

- **Maksimal stigningsgrad, detaljerte kategorier:** Basert på variabelen maksimal stigningsgrad er det definert dummyvariabler som viser om den maksimale stigningsgraden er på 2% eller mer, 3% eller mer, ... 8% eller mer. Her mangler informasjon for de samme tunnelene som for maksimal stigningsgrad.

Lengde bratt stigning: For tunneler med maksimale stigninger på 5% eller med og på 7% eller mer er det beregnet hvor mange meter i tunnelen som har en stigning over henholdsvis 5% og 7%. Tabell 7 viser deskriptiv statistikk for lengden med stigning på minst 5% og 7%. Resultatene viser at stigninger på 7% eller mer i gjennomsnitt er lengre (unntatt på ramper) enn stigninger på 5% eller mer (når man kun ser på tunneler med en maksimal stigning på 7% eller mer, er stigninger på 5% i gjennomsnitt lenger enn stigningene på 7% eller mer).

Tabell 7: Lengder med stigninger over 5% og over 7% i tunneler med maksimale stigning over henholdsvis 5% og 7%.

	Maksimal stigning 5% eller mer				Maksimal stigning 7% eller mer			
	Lengde:				Lengde:			
	Antall	Gjennomsnitt	Min.	Maks.	Antall	Gjennomsnitt	Min.	Maks.
Ett-/toløps	264	771	1	6 981	107	1 049	1	6 765
Ettløps	246	786	1	6 981	103	1 066	1	6 765
Toløps	18	557	15	3 436	4	609	12	2 290
Ramper	21	267	17	837	4	121	20	323
Alle	285	733	1	6 981	111	1 015	1	6 765

Maksimal stigningsgrad: Deskriptiv statistikk for den maksimale stigningsgraden er vist i tabell 8 for alle tunnelene. Den gjennomsnittlige maksimale stigningsgraden er størst på ramper og lavest i toløpstunneler.

Tabell 8: Tunneler med ulike maksimale stigninger (fra under 2% til 8% eller mer) og fordelingen av tunnelenes samlede lengde på tunneler med ulike maksimale stigninger (alle tunneler).

	Maksimal stigningsgrad				
	Antall	Gjennomsnitt	SD	Min.	Maks.
Ett-/toløps	1 129	3,58	2,29	0,00	13,99
Ettløps	1 028	3,66	2,32	0,00	13,99
Toløps	101	2,83	1,88	0,30	8,00
Ramper	46	4,85	1,55	1,20	10,20
Alle	1 175	3,63	2,28	0,00	13,99

Maksimal stigningsgrad 5% eller mer / 7% eller mer: Tabell 9 viser en oversikt over antall tunnelene og samlede lengder for maksimale stigninger under 5%, 5% eller mer og 7% eller mer. I motsetning til de mer detaljerte stigningskategoriene (fra under 2% til over 8%) er disse definert for alle tunnelene. Siden det kun er svært få tunneler som mangler informasjon for de mer detaljerte stigningskategoriene (en ettløpstunnel og fem ramper), er det ikke vist mer detaljerte resultater for fordelingen av tunnellen og trafikkarbeid eller antall ulykker og branner per mill. kjøretøykilometer.

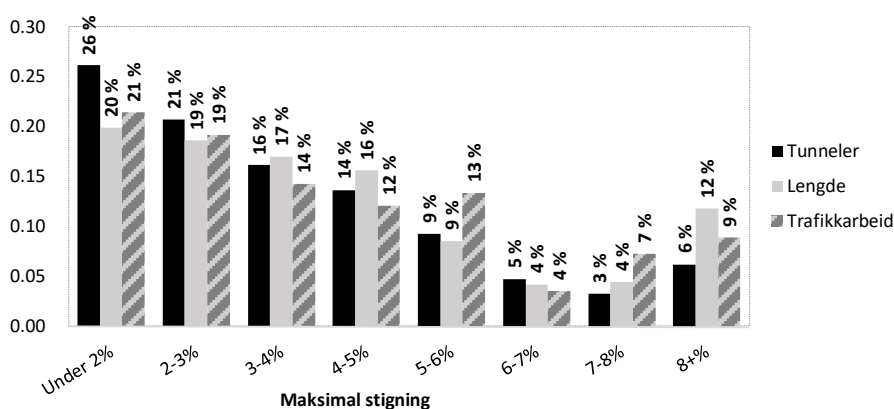
Tabell 9: Tunneler med maksimale stigninger (under 5%, over 5% og over 7%) og fordelingen av tunnelenes samlede lengde på tunneler med ulike maksimale stigninger (alle tunneler).

Maks stigning	Antall tunneler					Samlet lengde (km)				
	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ramper	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	Toløps	Ramper
Under 5%	896	866	783	83	30	832	825	771	54	7
5% eller mer	285	264	246	18	21	343	336	302	34	7
7% eller mer	111	107	103	4	4	190	188	176	12	2
Alle tunnelene	1 181	1 130	1 029	101	51	1175	1161	1073	88	14

Maksimal stigningsgrad, detaljerte kategorier: Tabell 10 viser antall tunneler og samlet tunnellengde på ulike stigningskategorier. Figur 14 viser fordelingen av antall tunneler, tunnellengde og trafikkarbeid på tunneler på tunneler med ulike maksimale stigninger (kun ett-/toløpstunneler; uten ramper). De aller fleste tunnelene er forholdsvis flate. Både antall tunneler, tunnellengde og trafikkarbeid går ned med økende maksimal stigningsgrad. Kun tunneler med en maksimal stigning på 5-5,99% og 7-7,99% har mer trafikkarbeid enn antall tunneler og tunnellengden skulle tilsi.

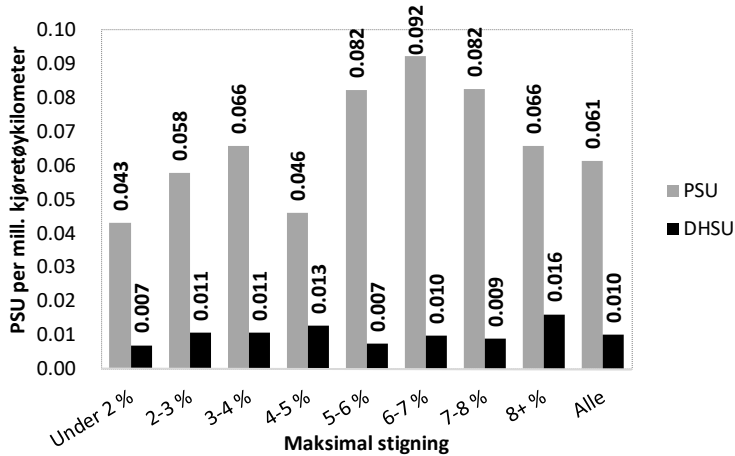
Tabell 10: Tunneler med ulike maksimale stigninger (fra under 2% til 8% eller mer) og fordelingen av tunnelenes samlede lengde på tunneler med ulike maksimale stigninger (kun tunneler med kjent maksimal stigningsgrad).

Maks stigning	Antall tunneler					Samlet lengde (km)				
	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ramper	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	Toløps	Ramper
Under 2%	296	295	255	40	1	231	230	207	23	0,1
2,00 - 2,99 %	238	234	213	21	4	216	216	202	13	0,6
3,00 - 3,99 %	189	182	168	14	7	199	197	188	10	1,6
4,00 - 4,99 %	167	154	146	8	13	185	181	174	8	3,5
5,00 - 5,99 %	118	104	92	12	14	103	99	87	13	3,5
6,00 - 6,99 %	56	53	51	2	3	50	49	39	9	1,8
7,00 - 7,99 %	40	37	34	3	3	53	51	43	9	1,8
8,00 % eller mer	71	70	69	1	1	137	137	133	3	0,1
Alle tunnelene	1 175	1 129	1 028	101	46	1173	1161	1073	88	13

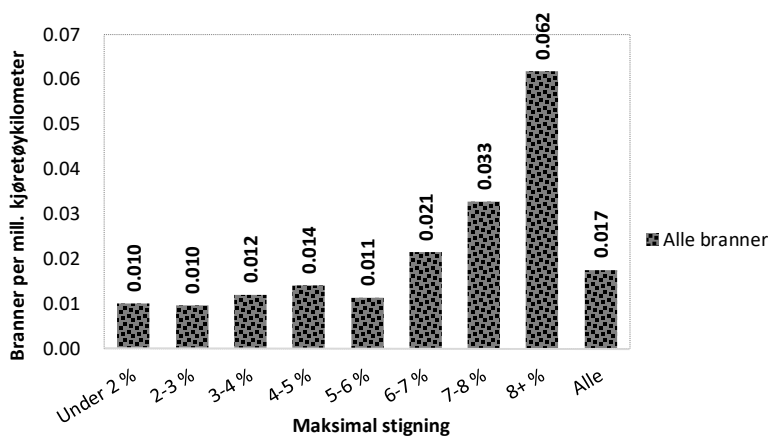


Figur 14: Fordeling av antall tunneler, tunnellengde og trafikkarbeid på tunneler på tunneler med ulike maksimale stigninger (kun ett-/toløpstunneler; uten ramper).

Figur 15 og figur 16 viser antall PSU, DHSU og antall branner per mill. kjøretøykilometer i tunneler etter maksimal stigningsgrad. For antall PSU og DHSU ser man ingen klar sammenheng med maksimal stigningsgrad. Antall branner derimot øker markant med økende maksimal stigning når denne er større enn 6%.

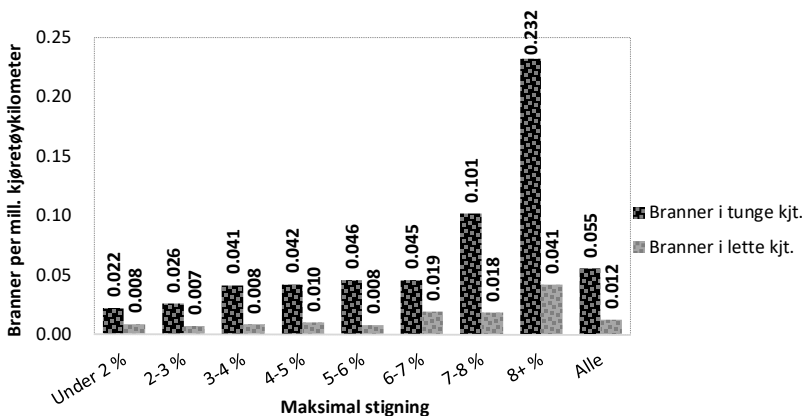


Figur 15: Antall PSU og DHSU per million kjøretøykilometer etter maksimal stigningsgrad.



Figur 16: Antall branner per million kjøretøykilometer etter maksimal stigningsgrad.

Figur 17 viser antall branner i tunge og lette kjøretøy per million kjøretøykilometer med henholdsvis lange og korte kjøretøy. Inndelingen i tunge vs. lette kjøretøy (branner) er ikke helt identisk med inndelingen i lange vs. korte kjøretøy (trafikkarbeid), men kan betraktes som en brukbar tilnærming. Dvs. at antall branner i tunge og lette kjøretøy er satt i forhold til det omtrentlige trafikkarbeidet med de (omtrentlige) respektive kjøretøytypene.



Figur 17: Antall branner i tunge kjøretøy per million kjøretøykilometer med lange kjøretøy og antall branner i lette kjøretøy per million kjøretøykilometer med korte kjøretøy etter maksimal stigningsgrad.

Resultatene i figur 17 viser følgende:

- Antall branner per million kjøretøykilometer er betydelige høyere for tunge enn for lette kjøretøy. Alle tunnelene sett under ett, er det ca. 4,5 ganger så mange branner per mill. kjøretøykilometer med tunge kjøretøy enn med lette kjøretøy.
- Antall branner per million kjøretøykilometer øker med økende maksimal stigningsgrad, både for tunge og lette kjøretøy. Antall branner med lette kjøretøy øker fra en maksimal stigning på over 6% mens antall branner med tunge kjøretøy øker fra en maksimal stigning på over 7%.
- Økningen av antall branner med økende maksimal stigning er større for tunge enn for lette kjøretøy. Tunneler med en maksimal stigning på over 8% har ca. 10 ganger så mange branner i tunge kjøretøy (per million kjøretøykilometer med lange kjøretøy) som tunneler med en maksimal stigning på under 2%. For lette (korte) kjøretøy er det fem ganger så mange.

Kurver

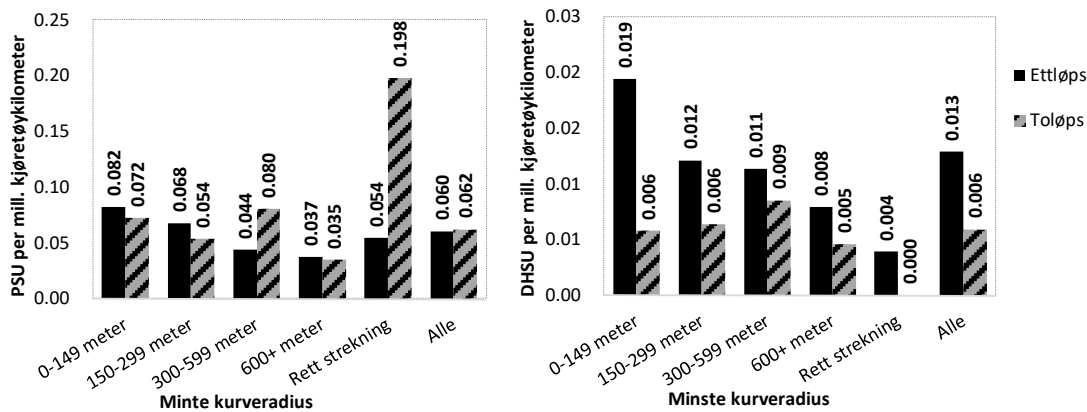
Informasjon om kurver foreligger for 1127 tunneler (95% av alle tunnelene). En detaljert oversikt over fordelingen av trafikkmengde, samlet lengde, trafikkarbeid, ulykker og branner på tunneler med ulike fartsgrenser er vist i Tabell 34 og Tabell 35 i vedlegget. Tabell 34 viser at trafikkmengden i ettløpstunneler er størst i tunneler med en minste kurveradius på 600 meter eller større, fulgt av helt rette tunneler. For en minste kurveradius under 600 meter henger mindre kurveradius sammen med lavere trafikkmengde (mindre trafikkerte tunneler har generelt lavere standard). I toløpstunneler og på ramper er det ikke noen klar sammenheng mellom trafikkmengde og minste kurveradius.

Antall tunneler i grupper av tunneler med ulik minste kurveradius er vist i tabell 11.

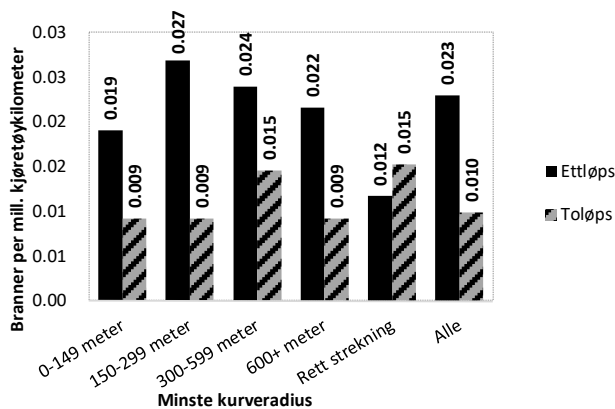
Tabell 11: Tunneler i grupper med ulike minste kurveradius og samlet lengde med ulike minste kurveradius.

Minste kurveradius	Antall tunneler					Samlet lengde (km)				
	Alle	Ett- toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per	Alle	Ett- toløps	Ett- løps	Toløps	Ram- per
0-149 meter	466	426	406	20	40	444	432	404	28	12
150-299 meter	262	259	243	16	3	255	254	239	15	1
300-599 meter	160	157	145	12	3	226	226	213	13	0
600+ meter	156	153	112	41	3	138	137	114	23	0
Rett strekning	83	83	76	7	0	25	25	24	1	0
Alle	1 127	1078	982	96	49	1 088	1075	994	81	13

Figur 18 og figur 19 viser gjennomsnittlige antall PSU, DHSU og branner per million kjøretøykilometer i de ulike tunneltypene etter minste kurveradius. Antall PSU i ettløpstunneler går ned med økende minste kurveradius, men er høyere i helt rette tunneler enn i andre tunneler med en radius på over 600 meter som ikke er helt rette. Dette viser at krappere kurver medfører større risiko enn slake kurver og at slake kurver medfører lavere risiko enn helt rette strekninger. For DHSU og i toløpstunneler er sammenhengene mindre entydige, noe som kan forklares med at antall ulykker er langt mindre. Antall branner per million kjøretøykilometer ser ikke ut til å ha sammenheng med minste kurveradius.



Figur 18: Antall PSU (venstre) og DHSU (høyre) per million kjøretøykilometer i ett- og toløpstunneler og på ramper, etter minste kurveradius.



Figur 19: Antall branner per million kjøretøykilometer i ett- og toløpstunneler, etter minste kurveradius.

Kurvevariabelen tar ikke hensyn til den totale lengden eller andelen av tunnelen med liten kurveradius. Resultatene er derfor noe unøyaktige da de ikke skiller mellom tunneler hvor bare en veldig liten andel av hele lengden har liten kurveradius og tunneler hvor store deler av hele tunnelen har liten kurveradius. En del tunneler har for eksempel en radius under 600 meter kun i endene av tunnelen, mens tunnelen for øvrig kan være helt eller nesten helt rett.

Ved beregningen av estimerte ulykkestall er det en mulighet å beregne effekten både med og uten minste kurveradius (for eksempel med «minste kurveradius 300-599 meter» og med «600+ meter» hvis minste kurveradius faktisk er 450 meter). Det forventede ulykkestallet kan da anslås skjønnsmessig ut fra hvor stor andel av tunnelen som har en radius under 600 meter: Nærmere resultatet for «600+ meter» hvis andelen med 450 meter er veldig liten og nærmere resultatet for «300-599 meter» hvis andelen er større.

Høyde og bredde

Informasjonen om den minste høyden i tunnelen foreligger for 1064 tunneler (90% av alle tunnelene; blant rampene er andelen 73%). Tunnelenes høyde gjelder skiltet høyde.

Fra vegkart foreligger informasjon om skiltet høyde kun for ca. halvparten av tunnelene (57%). Når informasjon om skiltet høyde mangler, er den minste høyden som er oppgitt for tunnelens høyre kant brukt som utgangspunkt. Fra denne er det trukket fra 14 cm (den skiltede høyden er i gjennomsnitt 14 cm lavere enn høyden på høyre kant i tunneler hvor både skiltet høyde og minste høyde på høyre kant er oppgitt). For tunneler hvor det mangler informasjon om både skiltet høyde og høyde på høyre kant mangler, er variabelen høyde utelatt.

Tabell 12 viser fordelingen av tunneler og tunnallengden på tunneler med fri høyde («høye tunneler») og lavere tunneler. Litt over halvparten av alle tunnelene har en skiltet høyde på 4,5 meter eller høyere (**tunneler med fri høyde**). Andelen tunneler med fri høyde er noe høyere blant toløpstunneler enn blant ettløpstunneler.

Tabell 12: Høye (fri høyde) og lave (ikke fri høyde) tunneler etter skiltet høyde; antall tunneler og samlet lengde.

	Antall tunneler					Andel av tunnelene					Samlet lengde (km)				
	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per
Høy	574	554	503	51	20	54 %	54 %	53 %	62 %	54 %	260	260	260	0,2	0,0
Lav	490	473	442	31	17	46 %	46 %	47 %	38 %	46 %	781	772	704	68	10
Alle	1 064	1 027	945	82	37	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	1 041	1 032	963	68	10

Tolkningen av høyde-variabelen er relatert til en rekke andre forhold ved standarden på eldre tunneler. Dette fordi det i hovedsak er eldre tunneler (især tunneler fra før 1980) med generelt lavere standard som ikke har fri høyde. Disse eldre tunnelene har ikke bare lav høyde, de har også smal kjørebane, ingen eller dårlig belysning, samt dårlig kurvatur. Store deler av hovedvegnettet som er bygd ut før 2000 har tunneler med en total bredde på 8-9 meter og kjørebanebredde på 6-6,5 meter. Nyere tunneler er bredere og har også i gjennomsnitt færre ulykker. Alle nyere tunneler har fri høyde over 4,5 meter (den faktiske høyden er i noen tunneler redusert til 4,2 meter, til fordel for 0,5 meter større bredde).

Vegbredden og kjørebanebredden inngår ikke i modellene som følge av manglende datagrunnlag. Begge variablene har sammenheng med tunnelens høyde og effekten av veg- og kjørebanebredde er trolig i stor grad fanget opp av høydevariabelen.

Tunneler med rundkjøring

I tunneler med rundkjøringer inngår rundkjøringene i tunnelen; dvs. at rundkjøringer ikke behandles som egne elementer i analysene. For hver tunnel er det registrert om det er en rundkjøring i tunnelen. Tabell 13 viser en oversikt over antall tunneler og samlet tunnallengde for tunneler med og uten rundkjøringer. Til sammen er det kun ti tunneler med rundkjøring og kun én av disse er en toløpstunnel (Vesttunnelen i Sandvika). Rundkjøringer i tunneler er ikke blant prediktorvariablene i modellberegningene.

Tabell 13: Tunneler i grupper med ulike minste kurveradius og samlet lengde for lave og høye tunneler.

	Antall tunneler					Samlet lengde (km)				
	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	Toløps	Ram-per
Med rundkjøring	10	10	9	1	0	31	31	30	0	0
Uten rundkjøring	1 171	1 120	1 020	100	51	1143	1129	1041	87	14
Alle	1 181	1 130	1 029	101	51	1174	1160	1072	88	14

Tunneler med ramper

I tillegg til at ramper er egne elementer i analysene, er det for hver tunnel registrert hvorvidt det finnes ramper i tilknytning til tunnelen. Tabell 14 viser en oversikt over antall tunneler og samlet tunnellengde for tunneler med og uten rampe. De fleste tunneler med ramper er toløpstunneler. For ramper er variabelen «Tunnel med rampe» satt lik null.

Tabell 14: Tunneler i grupper med ulike minste kurveradius og samlet lengde for lave og høye tunneler.

	Antall tunneler					Samlet lengde (km)				
	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ramper	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	Toløps	Ramper
Med rampe(r)	19	19	6	13	0	39	39	12	27	0
Uten rampe(r)	1 162	1 111	1 023	88	51	1135	1121	1060	61	14
Alle	1 181	1 130	1 029	101	51	1174	1160	1072	88	14

3.2 Brannmodellene

3.2.1 Oversikt over modellene

Det er beregnet åtte brannmodeller for alle branner som har ulike sett av prediktorvariabler. I brannmodell 1-4 inngår alle prediktorvariabler, inklusive kurver og høyde. Siden informasjon for kurver og høyde mangler for en del tunneler er disse modellen basert på færre tunneler enn brannmodell 5-8 hvor kurver og høyde ikke inngår. To av modellene er også beregnet for branner uten tunge kjøretøy og for branner med tunge kjøretøy. I tillegg er det beregnet en brannmodell med en alternativ variabel for type tunnel. Denne skiller mellom toløpstunneler i by og på land, dvs. at det er tre dummyvariabler for type tunnel (ettløps, toløps by og toløps land).

Tabell 15 viser en oversikt over modellene med antall tunnelår som inngår i hvert av modellene og indikatorer for goodness-of-fit. Goodness-of-fit indikatorene er:

- **Pseudo-R2:** Pseudo R-kvadrat er beregnet i Stata som McFadden's log-likelihood ratio index. Pseudo-R2 kan ha verdier mellom null og én. Større verdier indikerer bedre modeller.
- **MSPE** (Mean Square Prediction Error): Dette er det gjennomsnittlige kvadrerte avviket mellom faktisk og normalt antall branner i alle tunnelene. Mindre verdier indikerer lavere avvik, dvs. bedre modeller.
- **Elvik-indeks:** Elvik indeks er en funksjon av overspredningen i de predikerte og registrerte ulykkestallene og viser hvilken andel av variansen i de registrerte ulykkestallene som er forklart av modellen. Større verdier indikerer bedre modeller. Verdien ligger som regel mellom null og én, men kan være større enn én når overspredningen til de normale antallene (beregnet med modellen) er negativ; overspredningen er negativ når variansen er mindre enn gjennomsnittet. Elvik-indeks er beregnet med følgende formel (Elvik et al., 2013; Fridstrøm et al., 1995):

$$\text{Elvik} - \text{indeks} = 1 - \frac{\text{Overspredning normale antall}}{\text{Overspredning observerte antall}}$$

Overspredningen for normale og observerte antall beregnes som:

$$\text{Overspredning} = \frac{\text{Varians} / \text{Gjennomsnitt} - 1}{\text{Gjennomsnitt}}$$

Tabell 15: Oversikt over brannmodellene med ulike prediktorvariabler; tunnelår som inngår i modellene og goodness-of-fit.

Mo- dell ¹	Prediktor for stigning	Prediktor kurver og høyde	Tunnel- år	Goodness-of-fit		
				Pseudo- R2	MSPE	Elvik- indeks
Modeller for alle branner						
(1)	Lengde med stig. 5%/7% eller mer (to num. variabler)	Ja	7 953	0,1868	0,0349	1,3984
(1b) ²	Lengde med stig. 5%/7% eller mer (to num. variabler)	Ja	7 953	0,1875	0,0347	1,4076
(2)	Maks. stigning (numerisk variabel)	Ja	7 953	0,1694	0,0372	1,8358
(3)	Maks stigning 5% / 7% (to dummyvariabler)	Ja	7 953	0,1742	0,0369	1,6117
(4)	Maks. stigning 2%...8% (syv dummyvariabler)	Ja	7 953	0,1780	0,0371	1,6023
(5)	Lengde med stig. 5%/7% eller mer (to num. variabler)	Nei	8 157	0,1654	0,0365	1,5967
(6)	Maks. stigning (numerisk variabel)	Nei	8 170	0,1375	0,0421	2,0870
(7)	Maks stigning 5% / 7% (to dummyvariabler)	Nei	8 173	0,1450	0,0422	1,7421
(8)	Maks. stigning 2%...8% (syv dummyvariabler)	Nei	8 170	0,1462	0,0422	1,7437
Modeller for branner uten tunge kjøretøy innblandet						
(1)	Lengde med stig. 5%/7% eller mer (to num. variabler)	Ja	7 953	0,1881	0,0193	3,916
(7)	Maks stigning 5% / 7% (to dummyvariabler)	Nei	8 173	0,1497	0,0219	4,731
Modeller for branner med tunge kjøretøy innblandet						
(1)	Lengde med stig. 5%/7% eller mer (to num. variabler)	Ja	7 953	0,1779	0,0157	2,168
(7)	Maks stigning 5% / 7% (to dummyvariabler)	Nei	8 173	0,1392	0,0175	2,330

¹ De følgende prediktorvariablene inngår i alle modellene: ÅDT, andel lange kjøretøy, fartsgrense, år, rampe i tunnel.

² Modell for tilleggssanalyse: Tunnelene er delt inn i ettløps, toløps-by og toløps-land.

Overspredningen for normale og observerte antall beregnes som:

$$\text{Overspredning} = \frac{\text{Varians} / \text{Gjennomsnitt}^{-1}}{\text{Gjennomsnitt}}$$

Tabell 15 viser følgende:

- **Prediktor for stigning:** Innenfor hver gruppe av modeller (1-4 og 5-8) er det modellen med lengde bratt stigning (modellene 1 og 5) som gir de høyeste verdiene på Pseudo-R2 og de laveste verdiene på MSPE. Mellom de øvrige modellene er forskjellene forholdsvis små. Den svakeste modellen er den med maksimal stigning som prediktor for stigning.
- **Øvrige prediktorvariabler:** Modellene med alle variablene har generelt høyere verdier på Pseudo-R2 og lavere verdier på MSPE enn modellene uten kurver og høyde blant prediktorvariablene. Dette tyder på at kurver og/eller høyde har en viss betydning for antall branner.

- **Elvik-index** har i alle modellene verdier over én, noe som skyldes at variansen er mindre enn gjennomsnittet for de normale antallene branner. Dette kan bl.a. skyldes at det finnes svært mange tunneler med null branner (Høye, 2014A). Det kan imidlertid også tyde på at modellen er «overfitted», dvs. at en del av den tilfeldig variansen i dataene er feilaktig interpretert som systematisk varians (Fridstrøm et al., 1995). Indeksen er *mindre* for brannmodellene 1-4 med kurver og høyde enn for brannmodellene 5-8 uten kurver og høyde. Stigningsvariabelen som medfører høyest verdi er maksimal stigning (numerisk variabel).

De fullstendige modellene finnes i tabell 37 og tabell 38 i vedlegget. Koeffisientene er testet for statistisk signifikans ($p < .05$), men prediktorvariablene i modellene er valgt uavhengig av signifikans. Resultatene for de enkelte prediktorvariablene lar seg oppsummere som følgende:

- I **toløpstunneler** er det flere branner enn i ettløpstunneler, men effekten er ikke statistisk signifikant i alle modellene.
- Økende **trafikkmengde** medfører flere branner, men antall branner øker langt mindre enn proporsjonalt med trafikkmengden.
- Økende **andel tunge kjøretøy** medfører færre branner men effekten er i de fleste modellene ikke statistisk signifikant.
- **Fartsgrense** har ikke sammenheng med antall branner.
- Tunneler med lange og bratte **stigninger** har flere branner enn andre tunneler. Modellene med lengde bratt stigning og med detaljerte dummyvariabler for maksimal stigning predikerer antall branner bedre enn modellen med maksimal stigningsgrad som numerisk variabel.
- Tunneler med **ramper** har flere branner enn tunneler uten ramper, men effekten er statistisk signifikant i kun én av modellene.
- **Kurver** har ingen sammenheng med antall branner i modell 1, mens de øvrige modellene viser at tunneler med krappe kurver har færre branner enn andre tunneler. Modellene med kurver og høyde predikerer antall branner bedre enn modeller uten disse variablene.
- **Høye tunneler** (over 4,5 meter skiltet høyde) har færre branner enn lave tunneler.
- **År** har ingen statistisk signifikant sammenheng med antall branner i noen av modellene, dvs. at modellene ikke tyder på at antall branner i tunneler har endret seg over tid (med hensyn tatt til endringer av trafikkmengden).

De følgende avsnittene beskriver resultatene for de viktigste variablene.

3.2.2 Beregningsverktøy

Det vedlagte beregningsverktøyet i MS-Excel benytter (valgfritt) én av de følgende to modellene:

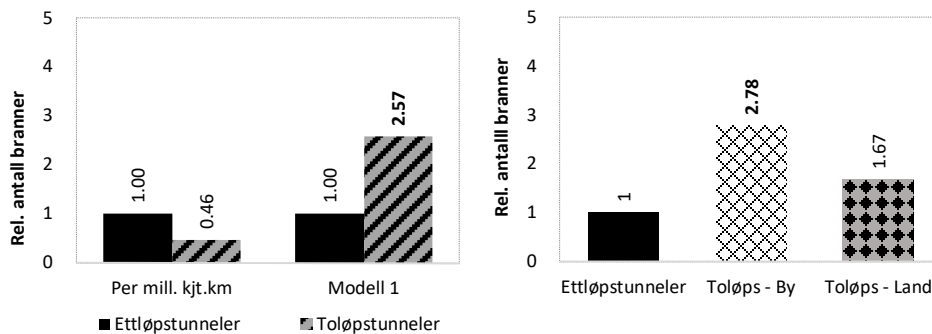
- **Modell (1) med alle variabler med lengde bratt stigning.** Denne modellen har den høyeste verdien på Pseudo-R² blant brannmodellene, men forutsetter relativt detaljert kunnskap om tunnelene, især minste kurveradius og lengde med bratt stigning.
- **Modell (7) uten kurver/høyde med maksimal stigningsgrad 5/7% eller mer.** Denne modellen krever mindre detaljert informasjon om tunnelene. Stigningsvariabelen representerer effekten av stigning likevel nesten like god som de mer detaljerte variablene.

I begge modellene inngår, i tillegg til stigning og ev. kuver/høyde, alle øvrige prediktorvariablene (trafikkmengde, andel lange kjøretøy, fartsgrense, ...), unntatt antall løp og rampe i tunnel.

3.2.3 To- vs. ettløpstunneler og ramper

Effekten av to- vs. ettløpstunneler er statistisk signifikant i brannmodell 1-5, men ikke i brannmodell 6-8. Ifølge brannmodell 1 har toløpstunneler i gjennomsnitt 157% flere branner (figur 20) som ettløpstunneler. Ifølge brannmodell 7 har toløpstunneler kun 44% flere branner (ikke statistisk signifikant).

Diagrammet på høyre side i figur 20 viser relative antall branner som er estimert i en modell som skiller mellom *toløpstunneler i by og toløpstunneler på land*. For øvrig er modellen identisk med modell 1. Resultatene viser at alle typer toløpstunneler har flere ulykker enn ettløpstunneler. Effekten er størst for toløpstunneler i by, disse har 178% flere branner enn ettløpstunneler. For toløpstunneler på land er effekten også stor (+67%) men ikke statistisk signifikant. Selv om det ser ut til å være en tydelig forskjell mellom toløpstunneler i by og på land, viser tabell 15 kun svært små forskjeller i goodness-of-fit indikatorene mellom modellen som skiller og som ikke skiller mellom toløpstunneler i by vs. på land.



Figur 20: Relative antall branner per million kjøretøykilometer og i brannmodell 1 i ettløpstunneler og toløpstunneler; t.h. fra tilleggsanalyse, modell som skiller mellom by og land for toløpstunneler (relative antall i ettløpstunneler er satt lik én; statistiske signifikante effekter ($p < .05$) i fet skrift).

Tunneler med ramper har i alle modellene flere branner enn tunneler uten ramper, men effekten er statistisk signifikant kun i brannmodell 5. I brannmodell 1 og 7 er antall branner henholdsvis 53% høyere og 35% høyere i tunneler med ramper enn i tunneler uten ramper (ikke statistisk signifikant).

3.2.4 Trafikkmengde og andel lange kjøretøy

Koeffisientene for $\ln(\dot{A}DT)$ er statistisk signifikant i alle brannmodellene. Koeffisienten er 0,457 (brannmodell 1) og 0,534 (brannmodell 7). Dette betyr at en økning av trafikkmengden med ti prosent i gjennomsnitt medfører en økning av antall branner på henholdsvis 4,5% og 5,2%.

Koeffisientene for *andelen lange kjøretøy* er i de fleste brannmodellene ikke statistisk signifikant. Kun i brannmodell 3 og 4 er koeffisientene statistisk signifikante. I disse modellene medfører en økning av andelen lange kjøretøy på ti prosent (f.eks. fra 10 til 11 prosent) en reduksjon av antall branner på 2,6% eller 2,7%. De øvrige brannmodellene predikerer en ikke-signifikant nedgang av antall branner på mellom 1,4% og 2,5% (-1,4% i brannmodell 1 og -1,8% i brannmodell 7).

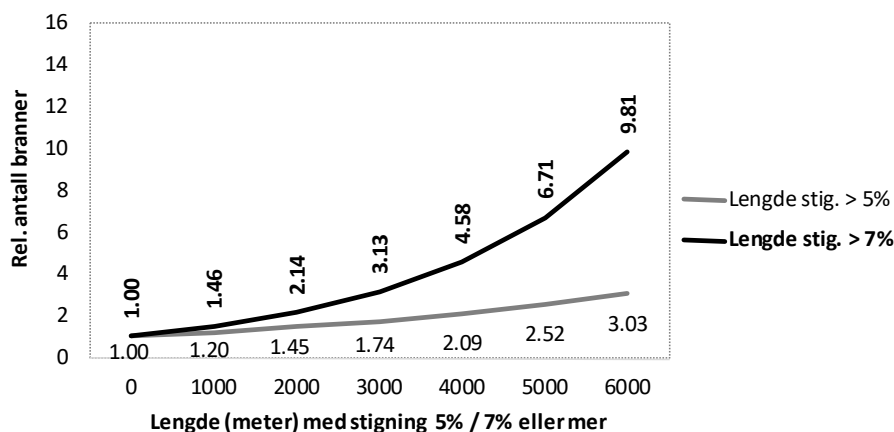
3.2.5 Stigninger

Som vist ovenfor (tabell 15) er brannmodellene med lengde bratt stigning (antall meter over 5% og antall meter over 7%) bedre (har høyere verdier på Pseudo R2) enn brannmodellene med andre stigningsvariabler, mens brannmodellene med maksimal stigning er de svakeste.

Lengde med bratt stigning (to numeriske variabler)

Brannmodellene med lengde med maksimal stigning på 5% / 7% eller mer i meter har vist seg å være bedre (ha større Pseudo R2) enn brannmodeller med andre prediktorvariabler for stigning. Alle koeffisientene for antall meter med bratt stigning har p-verdier under 0,10. Statistisk signifikante effekter ble funnet i brannmodell 1 for lengden med stigning 5% eller mer og i brannmodell 5 for lengden med stigning 7% eller mer.

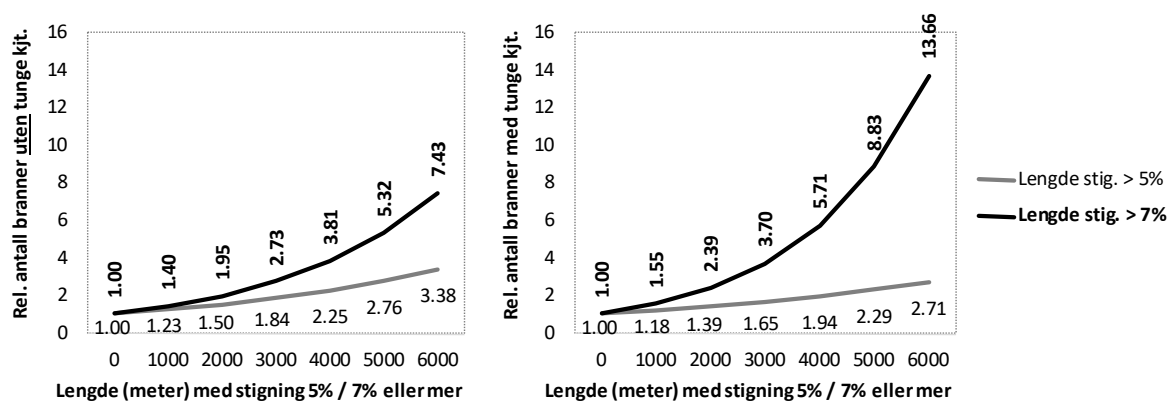
Figur 21 viser sammenhengen mellom antall meter med stigning på 5% / 7% eller mer og predikert antall branner, basert på koeffisientene i brannmodell 1 (alle branner). Figuren viser at antall branner øker betydelig mer med økende stigningslengde når stigninger er over 7% enn når den er over 5%. At antall predikerte branner øker mer jo lengre stigningen er, skyldes at antall meter med bratt stigning inngår utransformert i modellene (ikke som naturlig logaritme, som ÅDT).



Figur 21: Relativt antall branner (predikerte antall) som funksjon av lengden (meter) med maksimal stigning over 5% / over 7%, beregnet med koeffisientene i brannmodell 1 (rel. antall branner lik én i tunneler med maks. stigning under 5%).

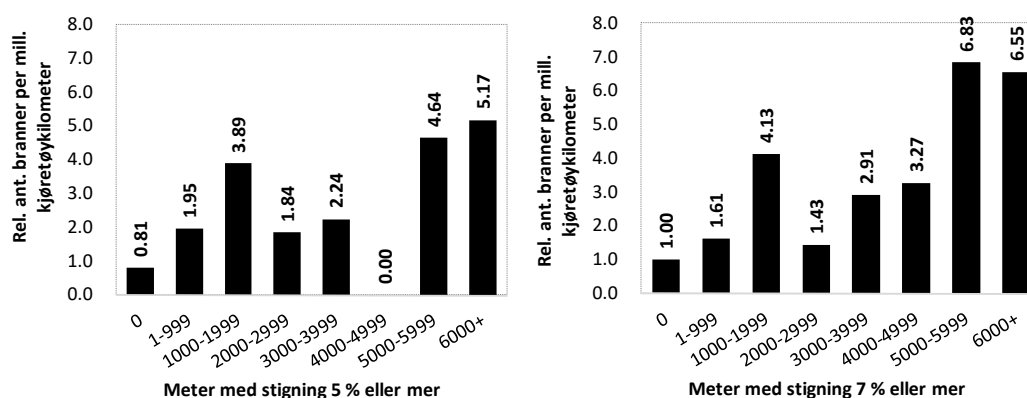
Figur 22 viser de samme resultatene som figur 21, men for branner med og uten tunge kjøretøy innblandet. Figuren viser at:

- Bratte stigninger (7% eller mer) medfører en betydelig større økning av antall branner med tunge kjøretøy enn av andre branner
- Mindre bratte stigninger (5-7%) har omtrent samme effekt på branner med og uten tunge kjøretøy; økningen er noe større for branner uten tunge kjøretøy innblandet enn for branner med tunge kjøretøy.



Figur 22: Relativt antall branner med og uten tunge kjøretøy involvert (predikerte antall) som funksjon av lengden (meter) med maksimal stigning over 5% / over 7%, beregnet med koeffisientene i brannmodell 1 (rel. antall branner lik én i tunneler med maks. stigning under 5%).

Figur 23 viser at sammenhengen i brannmodellene stemmer relativt godt overens med sammenhengen med lengden bratt stigning og relativt antall branner per million kjøretøykilometer. Især for stigninger på 7% eller mer viser figuren at antall branner per million kjøretøykilometer er betydelig høyere når den bratte stigningen er på over 5 km.

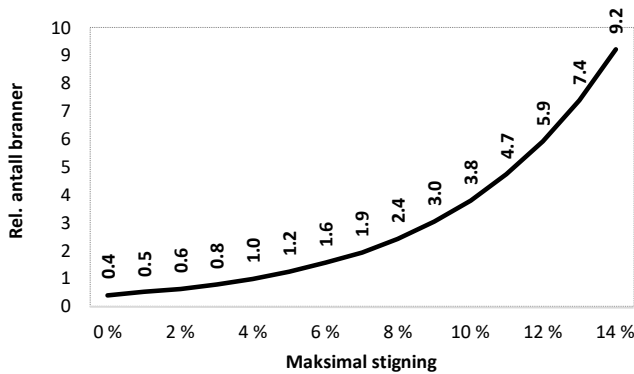


Figur 23: Relativt antall branner per million kjøretøykilometer i tunneler etter antall meter med stigning på 5% eller mer (t.v.) eller 7% eller mer (t.h.); relativt antall branner i tunneler med null meter stigning på 7% eller mer er satt lik én i begge figurene.

Maksimal stigningsgrad (numerisk variabel)

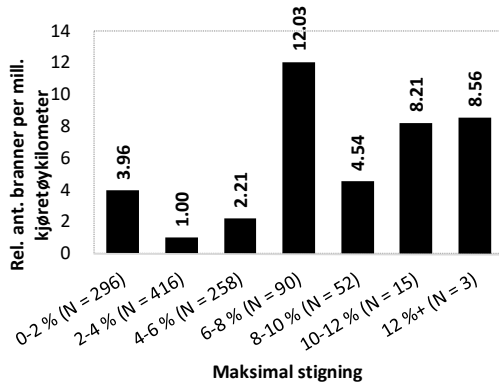
Koeffisienten for maksimal stigning (numerisk variabel) er statistisk signifikant i begge brannmodellene som inneholder denne variabelen (brannmodellene 2 og 5). Modellene med maksimal stigning som numerisk prediktorvariabel for stigning er svakere (har lavere Pseudo R2) enn brannmodeller med andre prediktorvariabler for stigning.

Figur 24 viser sammenhengen mellom maksimal stigningsgrad og relativt antall branner basert på brannmodell 5 (koeffisienten for maksimal stigning i denne modellen er lik 0,222; i modell 2 er koeffisienten lik 0,253). Det relative antall branner er satt lik én for en maksimal stigning på 4% (gjennomsnitt for ett- og toløpstunneler er 3,6%).



Figur 24: Relativt antall branner (predikerte antall) som funksjon av maksimal stigningsgrad (rel. antall branner lik én i tunneler med maks. stigning 0%).

Figur 25 viser sammenhengen mellom maksimal stigningsgrad og det relative antall branner per million kjøretøykilometer. Antall branner per million kjøretøykilometer øker med økende maksimal stigning, men sammenhengen er ikke monoton og antall branner per million kjøretøykilometer er høyest i tunneler med en maksimal stigningsgrad på 6-8%.



Figur 25: Relativt antall branner per mill. kjøretøykilometer (rel. antall branner lik én i tunneler med maks. stigningsgrad under 2%).

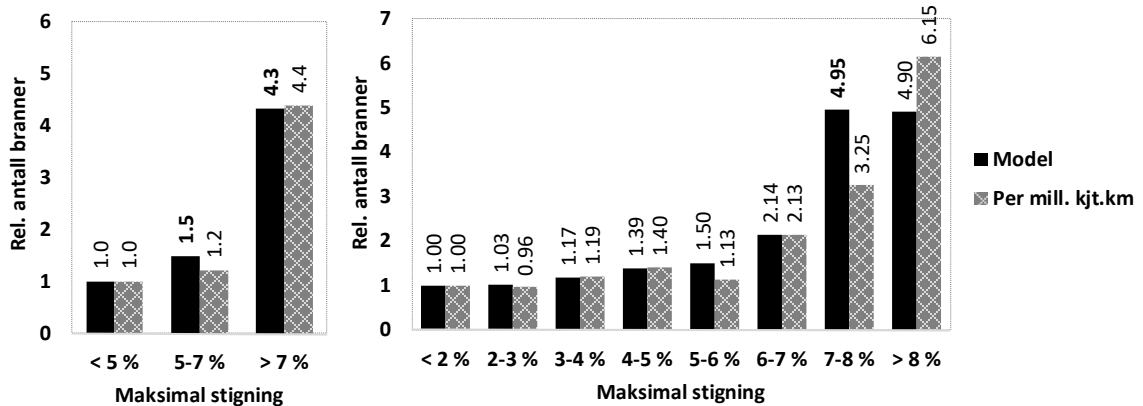
Det er beregnet **alternative modeller 2** og 6 med den **naturlige logaritmen** av maksimal stigning som prediktorvariabel (istedenfor uttransformert maksimal stigning). Øvrige prediktorvariablene er som i modell 2 og 6. Modellene er ikke gjengitt i vedlegget. Bruken av den naturlige logaritmen av maksimal stigningsgrad impliserer en lineær sammenheng mellom maksimal stigningsgrad og antall branner (istedenfor en eksponentiell sammenheng når maksimal stigningsgrad er uttransformert). Begge brannmodellene med den naturlige logaritmen av maksimal stigningsgrad er *svakere* enn de opprinnelige brannmodellene med uttransformert maksimal stigningsgrad (Pseudo R2 er 0,1586 istedenfor 0,1694 for modell 2 og 0,1292 istedenfor 0,1375 for modell 6).

Maksimal stigningsgrad (to / syv dummyvariabler)

I de to brannmodellene med to dummyvariabler for maksimal stigning (5% eller mer og 7% eller mer) er koeffisientene for begge variablene statistisk signifikante (unntatt koeffisienten for maksimal stigning på 5% eller mer i modell 7 som har en p-verdi på 0,056, noe som er nesten statistisk signifikant).

I de to modellene med syv dummyvariabler for maksimal stigning (2% eller mer, ... 8% eller mer) er de aller fleste koeffisientene ikke statistisk signifikante. Kun koeffisienten for maksimal stigning 7% eller mer i modell 8 er statistisk signifikant (koeffisienten er 0,838, $p = 0,018$). I modell 4 er koeffisienten for maksimal stigning 6% eller mer nesten statistisk signifikant (koeffisienten er 0,825; $p = 0,056$).

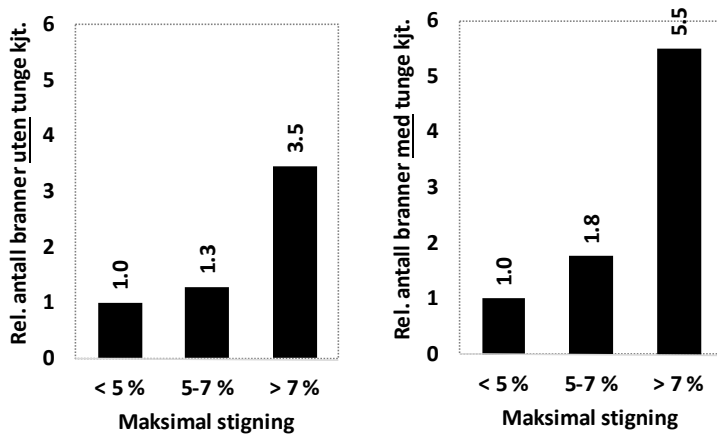
Figur 26 viser hvordan relative antall branner endrer seg med ulike stigningsgrader i brannmodellene 7 og 8 og per million kjøretøykilometer. De relative antallene branner gjelder i forhold til den laveste stigningsgraden (dvs. under 5% / under 2%). Den største økningen av det relative antall branner ser man i begge brannmodellene ved en maksimal stigningsgrad på 7% eller høyere. Når stigningen er 5% eller høyere, er økningen betydelig mindre².



Figur 26: Relative antall branner per million kjøretøykilometer og i modellene med maksimale stigninger på 5%/7% eller mer (t.v.) og med maksimale stigninger fra 2% til 8% eller mer (t.h.); statistisk signifikante modellresultater ($p < .05$) i fet skrift.

Figur 27 viser hvordan relative antall branner endrer seg med ulike stigningsgrader i brannmodell 7 for branner med og uten tunge kjøretøy innblandet. Figuren viser at antall branner med tunge kjøretøy øker mer med økende maksimal stigningsgrad enn antall branner uten tunge kjøretøy innblandet.

² Statistisk signifikans i modell med syv dummyvariabler gjelder forskjellene mellom den aktuelle og den nest-mindre stigningsgrad; det betyr for eksempel at tunneler med 7-8% stigning har sign. flere branner enn tunneler med 5-6% maksimal stigning og at tunneler med 6-7% stigning ikke har signifikant flere branner enn tunneler med 5-6% stigning (forskjellen til tunneler med lavere stigningsgrad kan likevel være statistisk signifikant, men dette sier ikke resultatene noe om).

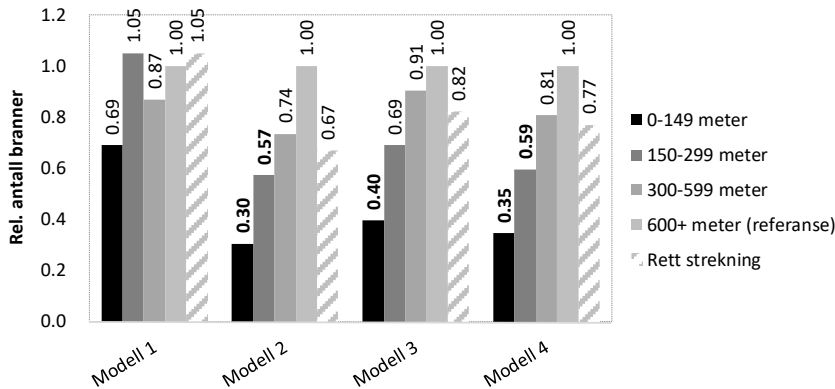


Figur 27: Relative antall branner med og uten tunge kjøretøy innblandet i modellene med maksimale stigninger på 5%/7% eller mer.

3.2.6 Kurver

De fleste koeffisienter for kurver i brannmodell 1-4 er ikke statistisk signifikante. I brannmodell 1 er ingen av koeffisientene statistisk signifikante. Likevel medfører kurver (og høyde) som prediktorvariabler i brannmodellene høyere verdier av Pseudo-R².

Figur 28 viser sammenhengen mellom minste kurveradius og relativt antall branner i brannmodellene 1-4. I brannmodellene 2-4 øker antall branner med økende kurveradius, men er lavere i helt rette tunneler enn i tunneler med slake kurver (600+ meter). Sammenhengen har dermed samme form som sammenhengen mellom minste kurveradius og antall branner per million kjøretøykilometer (avsnitt 3.1). I brannmodellene er det imidlertid kun forskjellene mellom slake kurver og kurver med en radius under 150/300 meter som er statistisk signifikante i tre av de fire modellene.



Figur 28: Sammenheng mellom minste kurveradius i tunnel (grupper) og relativt antall branner i modell 1-4; statistisk signifikante effekter ($p < .05$) i fet skrift.

3.2.7 Høyde

Høye tunneler har i alle fire modellene hvor denne prediktorvariabelen inngår, ca. 30% færre branner enn lave tunneler (mellom 6% og 32% færre branner; -32% i brannmodell 1). Effekten av høyde er statistisk signifikant i alle brannmodellene.

Til sammenligning er antall branner per million kjøretøykilometer 28% lavere i tunneler med fri høyde enn i lavere tunneler.

3.2.8 År

År har ingen statistisk signifikant sammenheng med antall **branner** i noen av modellene, dvs. at modellene ikke typer på at antall branner i tunneler har endret seg over tid (med hensyn tatt til endringer av trafikkmengden).

3.3 Ulykkesmodellene

3.3.1 Oversikt over modellene

Både for PSU og for DHSU er de samme åtte modellene beregnet som for antall branner. Tabell 16 viser en oversikt over ulykkesmodellene, antall tunnelår som inngår i modellene og indikatorer for goodness-of-fit (for forklaringer og tolkning se avsnitt 3.2.1).

At **Elvik-index** i alle modellene for DHSU har verdier over én, kan skyldes at det finnes svært mange tunneler med null DHSU og/eller at en del av den tilfeldig variansen i dataene er feilaktig interpretert som systematisk varians (se avsnitt 3.2.1).

Tabell 16: Oversikt over brannmodellene med ulike prediktorvariabler; tunnelår som inngår i modellene og goodness-of-fit; beste verdi for hver goodness-of-fit indikator i fet skrift.

Mo- dell ¹	Prediktor for stigning	Prediktorer for kurver og høyde	Tunnel- år	Goodness-of-fit PSU			Goodness-of-fit DHSU		
				Pseudo- R2	MSPE	Elvik- indeks	Pseudo- R2	MSPE	Elvik- indeks
(1)	Lengde med stig. 5%/7% eller mer (to num. variabler)	Ja	7 953	0,1810	0,1275	0,8280	0,1003	0,0160	9,7263
(1b) ²	Lengde med stig. 5%/7% eller mer (to num. variabler)	Ja	7 953	0,1829	0,1266	0,8214	0,1007	0,0160	9,6436
(2)	Maks. stigning (numerisk variabel)	Ja	7 953	0,1812	0,1259	0,7908	0,0993	0,0160	9,6444
(3)	Maks stigning 5% / 7% (to dummyvariabler)	Ja	7 953	0,1811	0,1245	0,7618	0,1000	0,0160	9,5757
(4)	Maks. stigning 2%...8% (syv dummyvariabler)	Ja	7 953	0,1833	0,1222	0,8060	0,1208	0,0160	9,5894
(5)	Lengde med stig. 5%/7% eller mer (to num. variabler)	Nei	8 157	0,1796	0,1397	0,7685	0,0967	0,0165	8,8139
(6)	Maks. stigning (numerisk variabel)	Nei	8 170	0,1815	0,1429	0,7205	0,0944	0,0165	8,8295
(7)	Maks stigning 5% / 7% (to dummyvariabler)	Nei	8 173	0,1813	0,1407	0,7203	0,0954	0,0165	8,7711
(8)	Maks. stigning 2%...8% (syv dummyvariabler)	Nei	8 170	0,1833	0,1383	0,7358	0,0974	0,0165	8,7571

¹ De følgende prediktorvariablene inngår i alle modellene: ÅDT, andel lange kjøretøy, fartsgrense, år, rampe i tunnel.

² Modell for tilleggsanalyse: Tunnelene er delt inn i ettløps, toløps-by og toløps-land.

Tabell 16 viser følgende:

- **Prediktor for stigning:** Det varierer mellom goodness-of-fit indikatorene hvilke prediktorvariabler for stigningsgrad som gir de beste resultatene. Generelt er forskjellene mellom stigningsvariablene forholdsvis små.

- **Øvrige prediktorvariabler:** Modellene med alle variablene har generelt høyere verdier på Pseudo-R² og Elvik-indeks og lavere verdier på MSPE enn modellene uten kurver og høyde blant prediktorvariablene. Dette tyder på at kurver og/eller høyde har en viss betydning for antall branner. At Elvik-index er langt over én i modellene for DHSU kan skyldes store antall tunneler med null DHSU (jf. forklaring i avsnitt 3.2.1).

De fullstendige modellene finnes i tabell 41, tabell 42, tabell 44 og tabell 45 i vedlegget. Resultatene for de enkelte prediktorvariablene lar seg oppsummere som følgende:

- I **toløpstunneler** er det flere ulykker, især PSU, enn i ettløpstunneler. Effekten er kun statistisk signifikant for PSU. For DHSU er effekten langt mindre og ikke statistisk signifikant.
- Økende **trafikkmengde** medfører flere ulykker, men både antall PSU og antall DHSU øker langt mindre enn proporsjonalt med trafikkmengden.
- Økende **andel tunge kjøretøy** medfører færre ulykker men effekten er i de fleste modellene ikke statistisk signifikant.
- Tunneler med **fartsgrenser** under 80 km/t har flere PSU enn tunneler med fartsgrense 80 km/t eller høyere. Tunneler med fartsgrense 30-50 km/t har høyest antall PSU. For antall DHSU ble det ikke funnet noen statistisk signifikant sammenheng med fartsgrensen, selv om tendensen er den samme som for PSU.
- **Stigningsgrad** har praktisk talt ingen effekt på antall ulykker.
- **Kurver** har stort sett ingen sammenheng med antall ulykker, men helt rette tunneler har vist seg å ha flere PSU enn tunneler med slake kurver.
- **Høye tunneler** (over 4,5 meter skiltet høyde) har færre ulykker (PSU og DHSU) enn lave tunneler.
- **Over tid** har antall PSU i tunneler gått ned. For antall DHSU er det også en tendens, men store variasjoner fra år til år og ingen statistisk signifikante effekter.

De følgende avsnittene beskriver resultatene for de viktigste variablene.

3.3.2 Beregningsverktøy

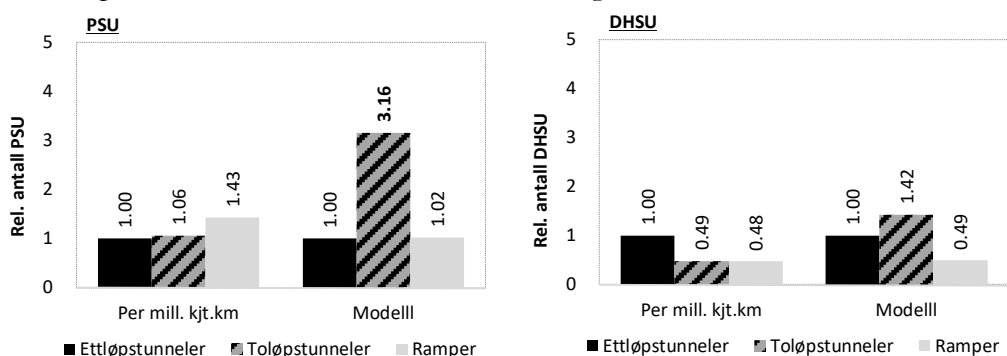
Det vedlagte beregningsverktøyet i ms-Excel benytter (valgfritt) én av de følgende to modellene (dette er de samme modellene som er benyttet for å beregne predikerte antall branner):

- **Modell (1) med alle variabler med lengde bratt stigning**
- **Modell (7) uten kurver/høyde med maksimal stigningsgrad 5/7% eller mer.**

I begge modellene inngår, i tillegg til stigning og ev. kurver/høyde, alle øvrige prediktorvariablene (trafikkmengde, andel lange kjøretøy, fartsgrense, ...), unntatt antall løp og rampe i tunnel.

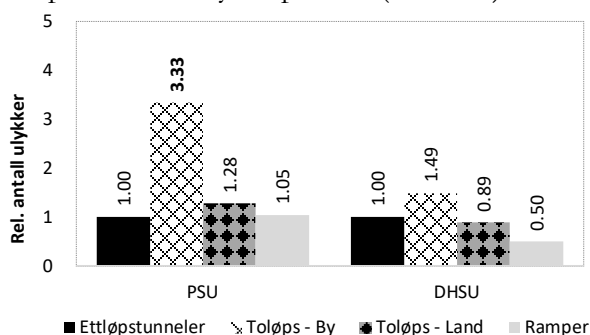
3.3.3 To- vs. ettløpstunneler og ramper

Figur 29 viser relative antall PSU og DHSU per million kjøretøykilometer (resultater fra avsnitt 3.1) og i ulykkesmodellene i ettløpstunneler, toløpstunneler og på ramper. Resultatene fra ulykkesmodellene er basert på modell 1. Den eneste statistisk signifikante effekten er forskjellen i antall PSU mellom to- og ettløpstunneler i modell 1. Forskjellen er langt større enn forskjellen i antall PSU per million kjøretøykilometer. Antall DHSU er også høyere i to- enn i ettløpstunneler ifølge modell 1 (ikke-signifikant), selv om det er færre DHSU per million kjøretøykilometer i toløpstunneler. Resultatene fra modellene gjelder *hvis alt annet er likt* hvor «alt annet» omfatter bl.a. ÅDT som i praksis er svært ulik mellom ett- og toløpstunneler. Resultatene er omtrent like i alle modellene. For ramper ble det ikke funnet noen statistisk signifikante effekter.



Figur 29: Relative antall PSU og DHSU per million kjøretøykilometer og i ulykkesmodell 1 i ettløpstunneler, toløpstunneler og på ramper (relative antall i ettløpstunneler er satt lik én; statistisk signifikante effekter ($p < .05$) i fet skrift).

Figur 30 viser relative antall PSU og DHSU basert på modell 1b som er den samme som modell 1 (figur over), men som skiller mellom toløpstunneler i by vs. på land. Antall PSU er høyere i toløpstunneler i by enn i ettløpstunneler. Toløpstunneler på land har også flere PSU enn ettløpstunneler, men forskjellen er langt mindre og ikke statistisk signifikant. Effekten for ramper er langt mindre enn i den originale modellen 1, ukjent av hvilken grunn. For DHSU er effekten av toløpstunneler i by omtrent like stor som effekten av alle toløpstunnelene (modell 1). Både for PSU og for DHSU er det kun svært små forskjeller i goodness-of-fit indikatorene mellom modellen som skiller og som ikke skiller mellom toløpstunneler i by vs. på land (tabell 16).



Figur 30: Relative antall PSU og DHSU i ulykkesmodell 1b for tilleggsanalysen som skiller mellom ettløpstunneler, toløpstunneler i by vs. på land og ramper (relative antall i ettløpstunneler er satt lik én; statistisk signifikante effekter ($p < .05$) i fet skrift).

Tunneler **med ramper** har i ulykkesmodellene 1-4 omtrent en tredjedel flere PSU og DHSU enn andre tunneler. Effektene for PSU kan imidlertid kun tolkes som tendens ($p < 0,10$; statistisk signifikant i modell 4). I ulykkesmodellene 5-8 er effekten av ramper i tunnel ikke statistisk signifikant hverken for PSU eller DHSU.

3.3.4 Trafikkmengde og andel lange kjøretøy

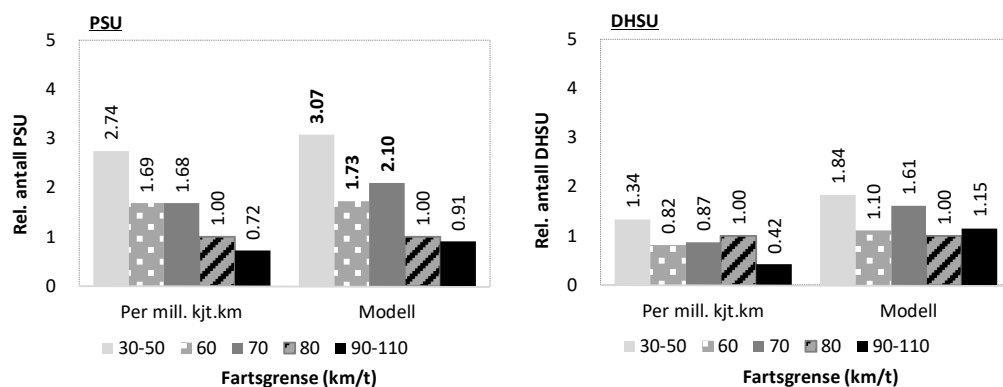
ÅDT: Koeffisientene for $\ln(\text{ÅDT})$ er statistisk signifikant i alle ulykkesmodellene. Koeffisienten på 0,49 eller 0,50. Dette betyr at en økning av trafikkmengden med ti prosent i gjennomsnitt medfører en økning av antall PSU og DHSU på mellom 4,8% og 4,9% (modell 1: +4,8% PSU, +4,9% DHSU; modell 7: +4,9% PSU, +4,8% DHSU).

Andel lange kjøretøy: Koeffisientene for andelen lange kjøretøy er statistisk signifikant i alle modellene for PSU og i nesten ingen av modellene for DHSU (statistisk signifikant kun i modell 5 for DHSU). Ifølge modellene medfører en økning av andelen lange kjøretøy på ti prosent (f.eks. fra 10 til 11 prosent) en reduksjon av antall PSU på mellom 4,3% og 5,0% (-4,7% i modell 1; -4,3% i modell 7) og en reduksjon av antall DHSU på mellom 2,3% og 4,3% (-2,3% i modell 1; -2,9% i modell 7).

3.3.5 Fartsgrense

Figur 31 viser relative antall PSU og DHSU i tunneler med ulike fartsgrenser, både per million kjøretøykilometer (resultater fra avsnitt 3.1) og fra modell 1. Resultatene viser at både antall PSU og antall DHSU går ned med økende fartsgrense. Sammenhengene er imidlertid ikke monotone; modellene viser at både antall PSU og DHSU er noe høyere ved fartsgrense 70 km/t enn ved fartsgrense 80 km/t. De øvrige modellene viser det samme generelle mønsteret, med kun relativt små avvik for de relative ulykkestallene.

Modellresultatene er kun statistisk signifikante for fartsgrenser under 80 km/t i modellen for PSU samt for fartsgrense 70 km/t i modellen for DHSU (gjelder alle modellene).



Figur 31: Relative antall PSU og DHSU per million kjøretøykilometer og i ulykkesmodell 1 etter fartsgrense (relative antall i tunneler med fartsgrense 80 km/t er satt lik én).

Fartsgrensevariabelen beskriver sammenhengen mellom fartsgrense og antall ulykker, branner og havarier i eksisterende tunneler med dagens fartsgrense. Variabelen kan ikke benyttes for å beregne forventede effekter av å endre fartsgrensen.

Fartsgrensen er i mange tunneler satt ned fra 80 til 70 km/t på grunn av høy ulykkesfrekvens. Selv om nedsettelse av fartsgrensen som regel fører til en nedgang av antall ulykker, tyder resultatene (figur 31) på at slike tunneler fortsatt har flere ulykker per million kjøretøykilometer enn tunneler med fartsgrense 80 km/t. Å bruke modellen for å estimere effekten av fartsgrenseendringer vil følgelig føre til misvisende resultater.

Fartsgrense og gjennomsnittsfart: Generelt medfører en endring av fartsgrensen en endring av gjennomsnittsfarten som kan beregnes etter følgende formel (Elvik et al., 2009):

$$Y = -0,0058 * x^2 + 0,2781 * x - 0,2343$$

Y er den forventede endringen i gjennomsnittsfarten (y) i km/t, x er endringen i fartsgrensen (x) i km/t.

Gjennomsnittsfart og ulykker: Effekten av en endring av gjennomsnittsfarten på antall ulykker kan man beregne på ulike måter. Ifølge potensmodellen (Elvik, 2009) beregnes den forventede endringen av antall ulykker som følgende:

$$\frac{\text{Ulykker etter}}{\text{Ulykker før}} = \left(\frac{\text{Fart etter}}{\text{Fart før}} \right)^{\text{Eksponent}}$$

Eksponenter for ulike skadegrader og ulike trafikkmiljøer (lande-/ motorveger og i byer) er beskrevet i Elvik (2009). En mer nøyaktig beregningsmåte er beskrevet i Elvik (2014)

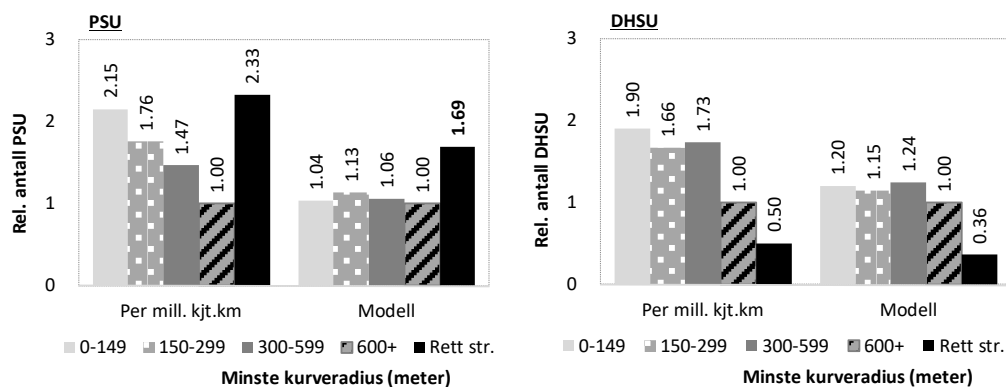
3.3.6 Stigninger

De aller fleste resultater for stigninger er ikke statistisk signifikante. Ulykkesmodellene 4 og 8 viser at tunneler med en maksimal stigning på 2-3% har flere PSU enn tunneler med mindre stigning. Disse modellene viser likevel ingen generell sammenheng mellom maksimal stigningsgrad og antall PSU eller DHSU.

At stigninger har relativt liten betydning for antall ulykker viser også goodness-of-fit indikatorene for modellene med ulike stigningsvariabler (avsnitt 3.3.1).

3.3.7 Kurver

Figur 32 viser relative antall PSU og DHSU i tunneler med ulik minste kurveradius, både per million kjøretøykilometer (resultater fra avsnitt 3.1) og fra modell 1. Resultatene viser at antall ulykker per million kjøretøykilometer går ned med økende minste kurveradius, unntatt antall PSU i helt rette tunneler som er høyere enn antall PSU i andre tunneler. Sistnevnte er den eneste effekten som er signifikant i modell 1. De øvrige modellene med kurver som prediktor viser prinsipielt den samme sammenhengen.



Figur 32: Relative antall PSU og DHSU per million kjøretøykilometer og i ulykkesmodellene (modell 1) etter minste kurveradius (relative antall i tunneler med minste kurveradius 600 meter eller mer er satt lik én; statistisk signifikante effekter ($p < .05$) i fet skrift).

3.3.8 Høyde

Resultatene fra alle fire modellene som inneholder høyde som prediktor, viser at tunneler med fri høyde har 22% eller 23% færre PSU (-23% i modell 1; statistisk signifikant i alle modellene) og 20-22% færre DHSU (-22% i modell 1; ikke statistisk signifikant) enn lavere tunneler.

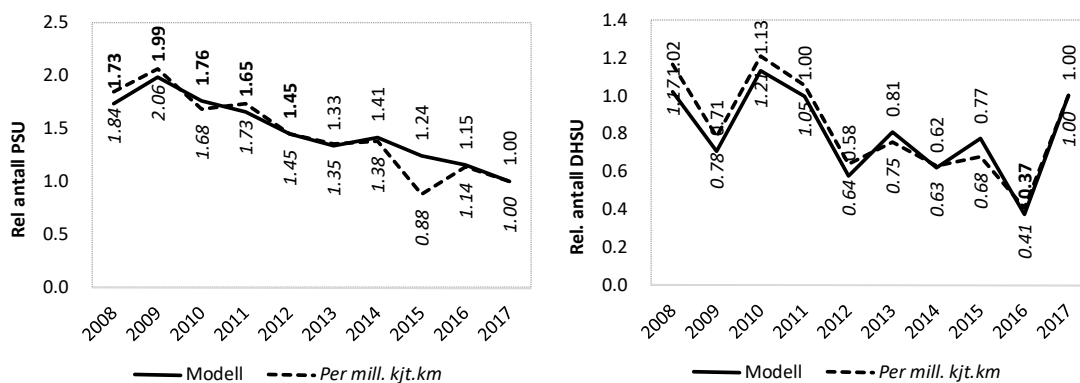
3.3.9 År

Figur 33 viser relative antall PSU og DHSU, både per million kjøretøykilometer og basert på ulykkesmodellene (modell 1; resultatene fra de øvrige modellene er svært like).

For antall PSU viser alle modellene en nedgang over tid. Sammenlignet med året 2017 har antall PSU vært signifikant høyere fram til 2012.

For antall DHSU er kun året 2016 signifikant forskjellig fra 2017. For øvrig er det en tendens til lavere antall DHSU i senere år, men det er store variasjoner fra år til år.

Endringene av antall PSU og DHSU per million kjøretøykilometer ligger tett på endringene av predikerte antall PSU og DHSU.

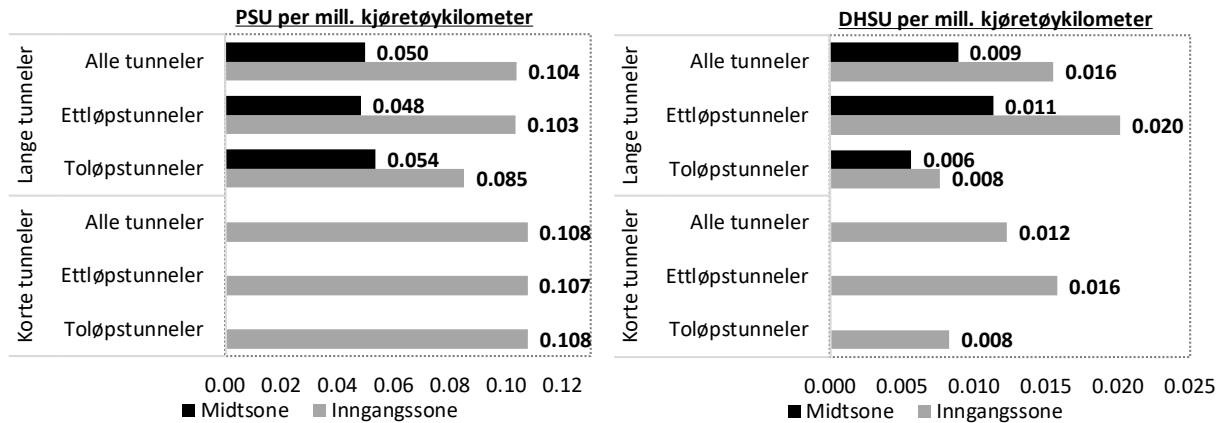


Figur 33: Relative antall PSU og DHSU per million kjøretøykilometer og i ulykkesmodellene; relative antall i 2017 er satt lik én; statistisk signifikante effekter ($p < .05$) i fet skrift.

3.4 Ulykker i soner

Alle tunnelene er delt inn i inngangs- og midtsoner for å undersøke om ulykkesrisikoen er forskjellig mellom sonene. Med ulykkesrisiko menes antall ulykker (PSU / DHSU) per million kjøretøykilometer. Deskriptiv statistikk for trafikkarbeid og ulykker i tunnelenes inngangs- og midtsoner er vist i tabell 46 i vedlegget. Rampene inngår ikke i analysene for inngangs- og midtsoner.

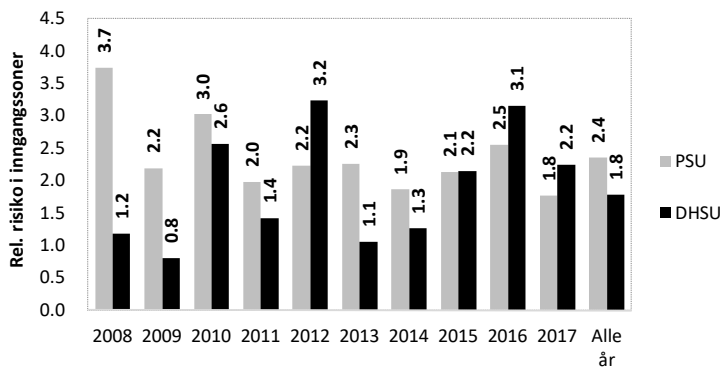
Figur 34 viser antall PSU og DHSU per mill. kjøretøykilometer i midt- og inngangssoner i korte og lange tunneler for alle tunneler (uten ramper), ettløpstunneler og toløpstunneler. Korte tunneler er tunneler på under 300 meter; disse tunnelene har per definisjon ingen midtsoner.



Figur 34: PSU (t.v.) og DHSU (t.h.) per mill. kjøretøykilometer i alle tunnelene.

Figur 35 viser at risikoen for PSU og DHSU er betydelig høyere i inngangssoner enn i midtsoner i alle typer tunnel. For PSU i ettløpstunneler er risikoen omtrent dobbelt så høy i inngangssoner som i midtsoner. I toløpstunneler er ulykkesrisikoen omtrent 60% høyere i inngangssonen. For **DHSU** er risikoforskjellene mindre. Sammenlignet med midtsonen er risikoen i inngangssonen 80% høyere i ettløpstunneler og 33% høyere i toløpstunneler.

Figur 35 viser hvordan den relative risikoen i inngangssoner har utviklet seg over tid i alle tunnelene for PSU og DHSU. Den relative risikoen i inngangssoner er beregnet som risikoen i inngangssoner delt på risikoen i midtsoner.



Figur 35: Relativ risiko for PSU og DHSU i inngangssoner (sammenlignet med midtsoner) over tid.

Figur 35 viser at den relative risikoen for PSU i inngangssoner har gått ned over tid, mens den relative risikoen for DHSU har økt noe. Risikoen for DHSU varierer mye over tid, noe som skyldes at den er basert på relativt få ulykker.

3.5 Havarier

3.5.1 Deskriptiv statistikk for havarier

I det følgende presenteres deskriptiv statistikk for tunnelene som inngår i havari-analysene og havariene i analysene. En oversikt over alle tunnelene i havari-analysene finnes i vedlegget (tabell 49).

Tunnelene: ITV og AID

En oversikt over antall tunneler med ITV og AID per Region er vist i tabell 17. Tunneler som har ITV kan ha AID i tillegg, men ikke alle har det. Alle tunneler som har AID, har også ITV. I tabellen og alle følgende analysene er tunnelene delt inn i tre grupper:

- Tunneler med hverken ITV eller AID
- Tunneler med ITV (og uten AID)
- Tunneler med AID (alle har i tillegg ITV).

Tabell 17: Antall tunneler med ITV (og ikke AID) og AID per region og andeler per region som har ITV / AID.

Region	Antall tunneler	ITV (uten AID)		AID (og ITV)	
		Antall	Andel ¹	Antall	Andel ¹
Midt	16	1	6 %	2	13 %
Nord	8	0	0 %	0	0 %
Sør	17	2	12 %	4	24 %
Vest	53	3	6 %	3	6 %
Øst	11	1	8 %	10	91 %
Alle regioner	105	7	7 %	19	18 %

¹ Andel av tunnelene i den respektive regionen.

Som tabellen viser er det kun omtrent en fjerdedel av tunnelene som har enten ITV eller ITV og AID, med store forskjeller mellom regionene. Ingen av tunnelene i Nord har ITV eller AID, mens alle tunnelene i Øst har ITV eller AID (nesten alle har AID). Hvorvidt dette er representativt er ukjent fordi det ikke foreligger informasjon for alle tunnelene i Norge om hvorvidt de har ITV/AID.

Tunnelene: Tunnelegenskapene, deskriptiv statistikk

Deskriptiv statistikk for ulike tunnelegenskaper i tunneler med og uten ITV/AID er vist i de følgende tabellene.

Tabell 18: Deskriptiv statistikk for tunnelegenskapene i tunneler med/uten ITV/AID, AADT, lengde, mill. kjøretøykilometer og antall løp (ingen ramper inngår i havari-analysene).

	Antall tunneler	AADT, gjsn.	Lengde, gjsn. (km)	Samlet lengde (km)	Mill. kjøretøykm	Antall løp	
						Ettløps	Tolløps
Ikke ITV/AID	79	4 137	1,163	91,902	180	73 (92 %)	6 (8 %)
ITV (uten AID)	7	16 564	3,258	22,803	188	3 (43 %)	4 (57 %)
AID	19	18 326	3,164	60,121	589	9 (47 %)	10 (53 %)
Alle	105	7 533	1,665	174,826	957	85 (81 %)	20 (19 %)

Tabell 19: Tunneler med/uten ITV/AID etter fartsgrense (antall og andeler; summen av prosentene i hver kolonne er 100%).

	Antall tunneler	Fartsgrense				
		30-50 km/t	60 km/t	70 km/t	80 km/t	90-110 km/t
Ikke ITV/AID	79	6 (8 %)	3 (4 %)	9 (11 %)	55 (70 %)	6 (8 %)
ITV (uten AID)	7	1 (14 %)	1 (14 %)	2 (29 %)	1 (14 %)	2 (29 %)
AID	19	1 (5 %)	1 (5 %)	4 (21 %)	9 (47 %)	4 (21 %)
Alle	105	8 (8 %)	5 (5 %)	15 (14 %)	65 (62 %)	12 (11 %)

Tabell 20: Tunneler med/uten ITV/AID, maks. stigning og antall med ramper / rundkjøringer (antall og andeler; summen av prosentene i hver kolonne er 100%).

	Antall tunneler	Maks. stigning (gjsn.)	Maks stigning			Rampe i tunnel	Rundkjøring i tunnel
			< 5%	5 - 6,9 %	7+ %		
Ikke ITV/AID	79	3,77	58 (73 %)	11 (14 %)	10 (13 %)	0 (0 %)	2 (3 %)
ITV (uten AID)	7	3,81	5 (71 %)	2 (29 %)	0 (0 %)	1 (14 %)	0 (0 %)
AID	19	4,81	10 (53 %)	4 (21 %)	5 (26 %)	4 (21 %)	1 (5 %)
Alle	105	3,96	73 (70 %)	17 (16 %)	15 (14 %)	5 (5 %)	3 (3 %)

Tabell 21: Tunneler med/uten ITV/AID etter minste kurveradius (antall og andeler; summen av prosentene i hver kolonne er 100%).

	Høyde		Minste kurveradius (meter)					Helt rett strekning
	Antall tunneler	Tunneler med fri høyde	Antall tunneler	0-149	150-299	300-599	600+	
Ikke ITV/AID	70	29 (41 %)	77	32 (42 %)	20 (26 %)	11 (14 %)	10 (13 %)	4 (5 %)
ITV (uten AID)	6	4 (67 %)	7	3 (43 %)	1 (14 %)	1 (14 %)	2 (29 %)	0 (0 %)
AID	14	8 (57 %)	19	7 (37 %)	6 (32 %)	3 (16 %)	3 (16 %)	0 (0 %)
Alle	90	41 (46 %)	103	42 (41 %)	27 (26 %)	15 (15 %)	15 (15 %)	4 (4 %)

Tabellene over (tabell 18 til tabell 21) viser at tunneler med ITV/AID (sammenlignet med tunneler uten ITV/AID):

- I gjennomsnitt har langt høyere trafikkmengde; tunneler med AID har også høyere trafikkmengde enn tunneler med kun ITV
- Er lengre
- Oftere er toløpstunneler (istedenfor ettløpstunneler)
- Oftere har fartsgrense 90-110 km/t og sjeldnere har fartsgrense 80 km/t
- Noe oftere har en maksimal stigningsgrad over 5% (dette gjelder kun AID; forklaringen er trolig at undersjøiske tunneler er brattere enn de fleste andre tunnelene og at de også oftere er utstyrt med AID)
- Ikke er vesentlig forskjellige mht. minste kurveradius.

Prediktorvariabler i modellberegningene: De fleste tunnelegenskaper brukes som prediktorer i modellberegningen. Unntak er variabler med manglende informasjon og variabler med lite variasjon.

Variabler med **manglende informasjon** er:

- **Kurveradius:** Informasjon om minste kurveradius mangler for to tunneler.
- **Høyde:** Informasjon om tunnelenes høyde mangler for 15 tunneler.

Variabler med lite variasjon er **ramper** og **rundkjøringer** i tunnel. Det er kun svært få tunneler i utvalget med ramper / rundkjøringer og disse variablene brukes derfor ikke som prediktorvariabler.

Havarier: Antall per tunnel

Antall havarier er svært ujevnt fordelt på tunnelene (se tabell 49 i vedlegget). Av de 105 tunnelene er det 41 tunneler som ikke har noen havarier. Syv tunneler har over 50 havarier og tre tunneler har over 100 havarier (210 i Operatunnelen som har både ITV og AID, 183 i Byfjordtunnelen som også har både ITV og AID og 180 i Fløyfjellstunnelen som har ITV men ikke AID). Det finnes også noen veldig korte tunneler med lav trafikkmengde og én til tre havarier per tunnel hvor antall havarier per mill. kjøretøykilometer er svært høy. Dette gjelder især fem tunneler med til sammen åtte havarier som alle har over 30 havarier per million kjøretøykilometer (de fleste øvrige tunnelene har opptil to og ingen andre har over 6,4 havarier per million kjøretøykilometer). Av disse fem tunnelene er det ingen som har ITV eller AID. Slike tunneler kan i uforholdsmessig stor grad påvirke resultatene.

Havarier: Årsaker og kjøretøytyper

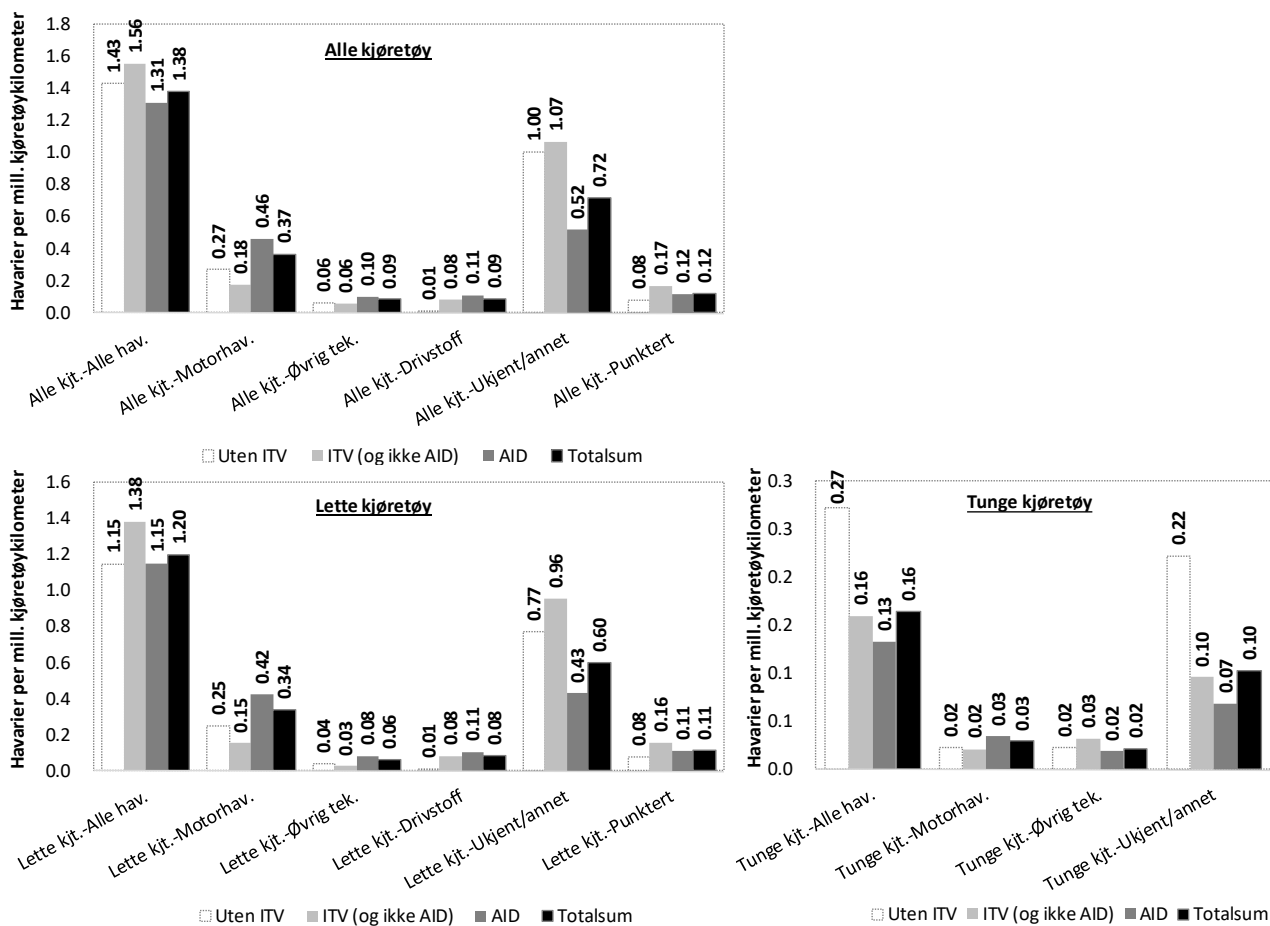
Tabell 22 viser antall havarier i de utvalgte 105 tunnelene etter årsak og kjøretøytype. De fleste havariene har «ukjent/annen» årsak (52%). Av disse er det 112 (16%) som har «Annen» årsak og 581 (84%) som har «ukjent» årsak. I analysene er disse to kategoriene slått sammen. De aller fleste havariene involverer kun lette kjøretøy (87%). Langt færre involverer tunge kjøretøy 12% og kun svært få involverer både lette og tunge (0,6%) eller ukjente kjøretøy (0,8%).

Tabell 22: Havarier etter årsak til havari og type kjøretøy (grå celler er ikke en egen kategori som avhengig variabel; forklaring se tekst).

Årsak til havari	Kjøretøytype		Lett og tungt kjøretøy	Ukjent kjøretøy	Alle typer kjøretøy
	Lett kjøretøy	Tungt kjøretøy			
Ukjent/annet	573 (50 %)	98 (62 %)	6 (75 %)	9 (82 %)	686 (52 %)
Motorhavari	323 (28 %)	28 (18 %)	1 (13 %)	1 (9 %)	353 (27 %)
Punktering	109 (10 %)	7 (4 %)	1 (13 %)	0 (0 %)	117 (9 %)
Drivstoffmangel	80 (7 %)	3 (2 %)	0 (0 %)	1 (9 %)	84 (6 %)
Øvrig teknisk	61 (5 %)	21 (13 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	82 (6 %)
Alle havarier	1146 (100 %)	157 (100 %)	8 (100 %)	11 (100 %)	1322 (100 %)

Modellene for havarier er beregnet både for alle havariene som avhengig variabel og for kombinasjoner av årsak og kjøretøytype som avhengige variabler (én avhengig variabel per modell). Antallene i de grå cellene i tabell 22 er for små til å beregne egne modeller. Hver hvit celle representerer en kombinasjon som er avhengig variabel i modellberegningene (lette kjøretøy i alle havarier, lette kjøretøy med motorhavari, ..., tunge kjøretøy i alle havarier, tunge kjøretøy med motorhavari, ..., alle typer kjøretøy i alle havarier, alle typer kjøretøy med motorhavari, ...). Tabell 50 i vedlegget viser antall havarier i de enkelte gruppene i tunneler med og uten ITV og AID.

Figur 36 viser antall havarier per million kjøretøykilometer for ulike typer kjøretøy og ulike typer havarier. Det ser ikke ut til å være noen systematiske forskjeller mellom ulike typer tunneler (med/uten ITV/AID) for ulike typer havarier.



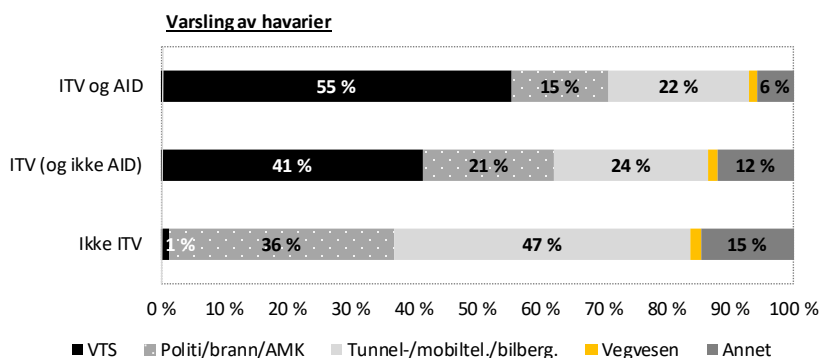
Figur 36: Antall havarier per million kjøretøykilometer i tunneler med og uten ITV/AID for ulike kjøretøytyper og havarier.

Havarier: Varsling

Hvordan havarier ble varslet i tunneler med og uten ITV og AID, er vist i tabell 23. De aller fleste havariene er varslet av VTS/automatisk alarm/TV-overvåkning. Andelen med denne typen varsling er, ikke overraskende, høyest i tunneler med AID, fulgt av tunneler med kun ITV. Det er tre havarier som er varslet på denne måten i tunneler uten ITV/AID. Figur 37 viser fordelingen av hvordan havarier blir varslet med grupperte typer varsling (basert på resultatene i tabellen).

Tabell 23: Havarier etter årsak til havari og type kjøretøy (grå celler er ikke en egen kategori som avhengig variabel; forklaring se tekst).

	Alle tunnelene		Ikke ITV/AID		ITV (og ikke AID)		ITV og AID	
	Antall	Andel av havariene	Antall	Andel av havariene	Antall	Andel av havariene	Antall	Andel av havariene
VTS/automatisk alarm/ TV-overvåkning	444	34 %	3	1 %	441	41 %	427	55 %
Politi	303	23 %	92	36 %	211	20 %	112	15 %
Mobiltelefon	181	14 %	60	23 %	121	11 %	82	11 %
Usikkert	143	11 %	35	14 %	108	10 %	36	5 %
Tunneltelefon (nødtelefon)	113	9 %	33	13 %	80	8 %	49	6 %
Bilberger	86	7 %	28	11 %	58	5 %	41	5 %
Annet	24	2 %	3	1 %	21	2 %	8	1 %
Vaktbil/vegvesen	19	1 %	4	2 %	15	1 %	10	1 %
Brannvesen	8	1 %		0 %	8	1 %	6	1 %
AMK	1	0 %		0 %	1	0 %		0 %
Totalsum	1322		258		1064		771	



Figur 37: Varsling av havarier, fordeling av varslingskanal (gruppert).

Figur 37 og tabell 23 viser at over halvparten av havariene i tunneler med AID er varslet via ITV/AID; i tunneler med ITV er det 41%. Det er fortsatt rundt halvparten av havariene som er varslet på andre måter, selv om tunnelen har ITV/AID. Dette skyldes at vi i registreringene av varslingsmåter har fokusert på måten som havariene ble varslet først til VTS på. I mange tilfeller får VTS flere varslinger fra ulike kilder. For enkelhets skyld nevner vi ikke alle disse, kun den kilden som varslet først. Av andre varslingskanaler er det trafikanter som varsler enten via tunneltelefon/mobiltelefon/bilberger (man kan anta at bilbergere er varslet av trafikanter per telefon) eller politi, brannvesen eller AMK. Sistnevnte er i de fleste tilfeller trolig også varslet av trafikanter.

3.5.2 Havari-modellene

Det er beregnet to sett med havarimodeller:

- **Fuller modeller** dvs. modeller med alle prediktorvariablene. Det er disse modellene som er beskrevet i følgende. Det er beregnet én slik modell for alle havarier samt for alle typer av havari hvor det er mulig (se tekst nedenfor).

- **Modeller uten ITV og AID** blant prediktorvariablene. Disse modellene ligger til grunn for beregningen av normale antall havarier i det vedlagte Excel-beregningsverktøyet. ITV og AID er utelatt fra disse modellene fordi det ikke kan antas at disse variablene har en årsakssammenheng med havarier og for å unngå misvisende konklusjoner som at man kan redusere antall havarier ved å ta bort ITV eller AID. Modellene uten ITV og AID er kun beregnet for det totale antall havarier med lette kjøretøy og for det totale antall havarier med tunge kjøretøy. Modellen for tunge kjøretøy predikerer kun i svært liten grad antall havarier. Modellen for alle kjøretøy er ikke benyttet fordi den er langt svakere (dvs. predikerer antall havarier langt dårligere) enn modellen for lette kjøretøy. Modellene for havarier med lette og tunge kjøretøy finnes i vedlegget i tabell 54.

For hver avhengig variabel, dvs. hver kombinasjon av type havari og type kjøretøy med tilstrekkelig stor forekomst (se tabell 22) er det beregnet én negativ binomial-modell med de følgende prediktorvariablene:

- ÅDT
- Andel lange kjøretøy
- Antall løp (to- vs. ettløpstunnel)
- Fartsgrense (dummyvariabler; se avsnitt 3.1)
- Stigning (maksimal stigning over 5%/75; se avsnitt 3.1)
- ITV (ja/nei; gjelder kun ITV uten AID)
- AID (ja/nei; alle md AID har også ITV).

Tabell 24 viser en oversikt over modellene og verdiene for Pseudo-R² for hvert av modellene. Pseudo-R² viser, noe forenklet sagt, hvor godt modellene predikerer antall havarier (jo høyere Pseudo-R² desto bedre er modellen). For punkteringer og drivstoffmangel på tunge kjøretøy er det ikke beregnet modeller på grunn av for små antall. For motorhavarier på tunge kjøretøy og for drivstoffmangel på alle kjøretøy har Stata ikke kunnet beregnet noen modell.

Tabell 24: Pseudo-R² for alle havarimodellene.

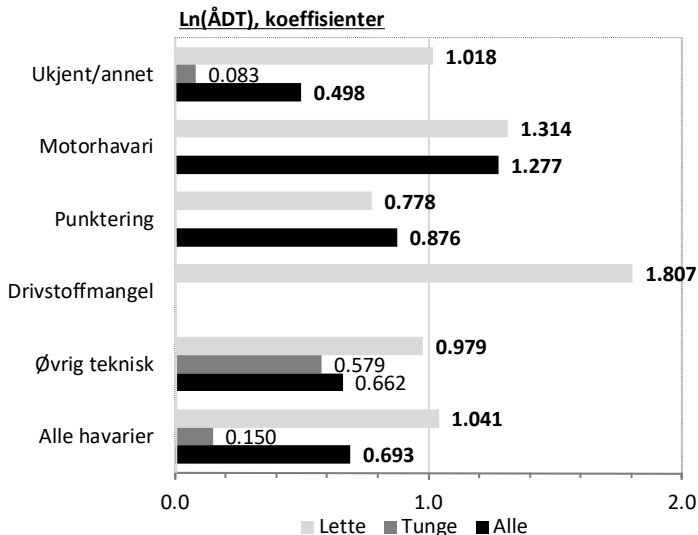
	Lette kjøretøy	Tunge kjøretøy	Alle kjøretøy
Ukjent/annet	0,145	0,041	0,071
Motorhavari	0,298	Modell ikke beregnet	0,292
Punktering	0,245	For få havarier	0,236
Drivstoffmangel	0,521	For få havarier	Modell ikke beregnet
Øvrig teknisk	0,296	0,140	0,185
Alle havarier	0,221	0,056	0,132

Modellene er vist i tabell 51, tabell 52 og tabell 53 i vedlegget. I det følgende beskrives resultatene for de enkelte prediktorvariablene.

Som ved alle multivariate modellene kan resultatene, dvs. «effektene» av prediktorvariablene, ikke uten videre tolkes som effekter i den forstand at prediktorvariablene har en kausal sammenheng med den avhengige variabelen, her antall havarier. Modellene beskriver kun sammenhenger uten å si noe som helst om hva som forårsaker hva.

Trafikkmengde

Figur 38 viser koeffisientene for trafikkmengde. De fleste koeffisientene er statistisk signifikante, men i modellene for tunge kjøretøy er alle koeffisientene for ÅDT ikke-signifikante.



Figur 38: Koeffisienter for trafikkmengde i havari-modellene (statistisk signifikante koeffisienter ($p < .05$) i fet skrift).

Størrelsen på koeffisientene varierer mellom de ulike havaritypene. Koeffisienter som er større enn én betyr at antall havarier øker mer enn proporsjonalt med trafikkmengden, mens koeffisienter som er mindre enn én (og større enn null) betyr at antall havarier øker mindre enn proporsjonalt med trafikkmengden.

Lette vs. tunge kjøretøy: For alle havaritypene som har modeller for både lette og tunge kjøretøy er koeffisientene for ÅDT større i modellene for lette kjøretøy enn i modellene for tunge kjøretøy.

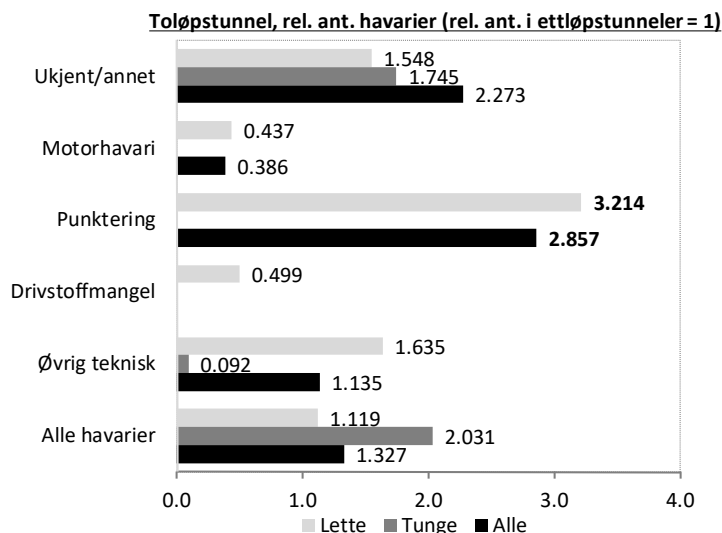
Tolkning: Tolkningen av koeffisientene for ÅDT må trolig være noe annerledes enn i ulykkes- (og brann-) modeller. I ulykkesmodeller kan ÅDT-koeffisienter som er mindre enn én tolkes som en effekt av «safety-in-numbers», dvs. at jo flere kjøretøy det er i en tunnel, desto mindre er risikoen for det enkelte kjøretøy. Prinsipielt betyr koeffisientene i havarimodeller det samme som i ulykkesmodeller, men det er tvilsomt om trafikkmengden i seg selv kan påvirke risikoen for havarier. Det hadde f.eks. vært vanskelig å forklare hvorfor risikoen for å få motorhavari er høyere ved høyere trafikkmengde, slik som noen av modellene ser ut til å vise.

Andel lange kjøretøy

Koeffisientene for andelen lange kjøretøy er små og langt fra å være statistisk signifikante i nesten alle havarimodellene. Unntaket er modellen for «øvrige tekniske» havarier med *lette* kjøretøy. Koeffisienten er lik 0,142, noe som tyder på at antall slike havarier øker med økende andel lange kjøretøy. Dette er trolig et resultat av tilfeldig variasjon, noen logisk forklaring lar seg ikke uten videre finne.

Toløpstunneler

Figur 39 viser resultatene fra havarimodellene for to- vs. ettløpstunneler. Basert på koeffisientene er relative antall havarier beregnet (relativt antall = $e^{\text{koeffisient}}$).

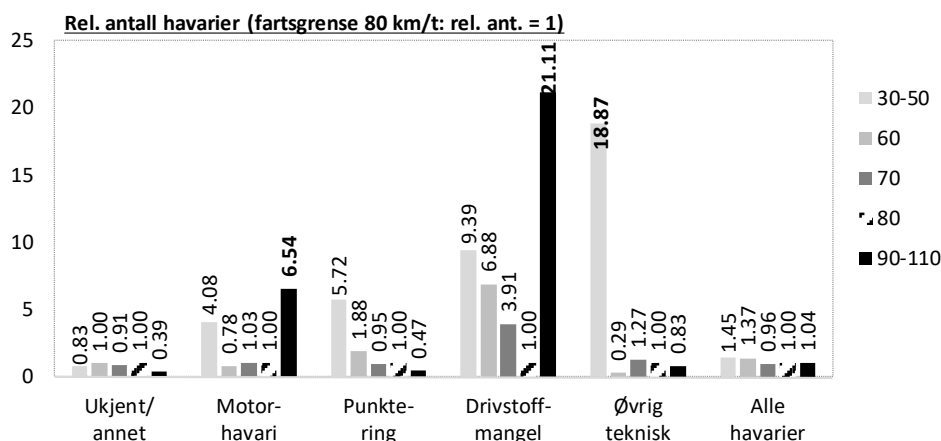


Figur 39: Resultater for toløpstunneler i havari-modellene (relative antall havarier; relativt antall i ettløpstunneler er satt lik én; statistisk signifikante koeffisienter ($p < .05$) i fet skrift).

Det er kun resultatene for punkteringer som er statistisk signifikante. Antall punkteringer er ifølge resultatene høyere i to- enn i ettløpstunneler. Også øvrige typer havarier er høyere i toløpstunneler, men uten at resultatene er statistisk signifikante. Forklaringen er ukjent.

Fartsgrense

De fleste koeffisientene for fartsgrensevariablene er ikke statistisk signifikante. Siden det likevel ser ut til å være et visst mønster i sammenhengen mellom fartsgrense og antall havarier viser figur 40 resultatene. Figuren viser relative antall havarier ved de ulike fartsgrensene (relativt antall havarier er lik én for fartsgrense 80 km/t). Resultatene vises kun for alle kjøretøy (resultatene for lette og tunge kjøretøy er veldig like).



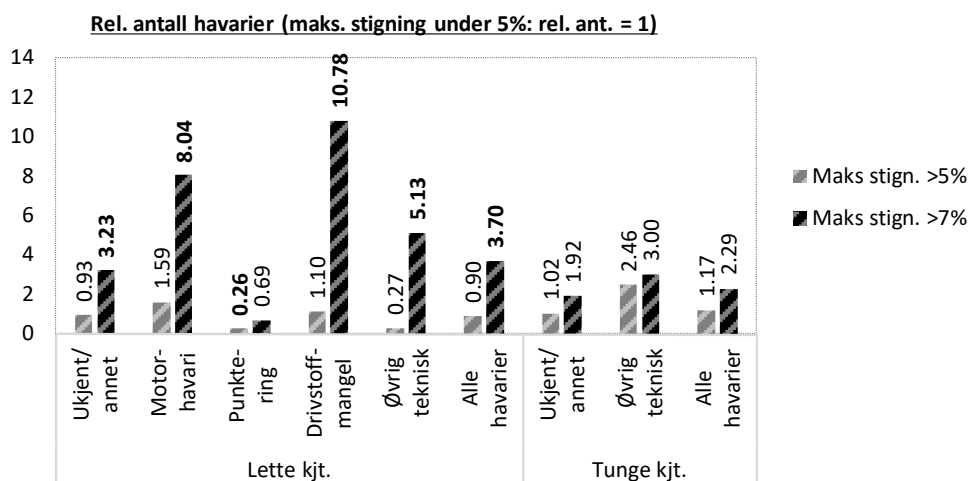
Figur 40: Resultater for fartsgrense i havari-modellene for alle kjøretøy (drivstoffmangel: lette kjøretøy); relativt antall havarier ved fartsgrense 80 km/t er lik én; statistisk signifikante resultater ($p < .05$) i fet skrift.

De fleste resultatene for fartsgrenser er ikke statistisk signifikante. Ser man bort fra statistisk signifikans, er antallet for de fleste havariene høyere i tunneler med lavere fartsgrense, samt i tunneler med fartsgrense 90-110 km/t. Dette mønsteret er mest tydelig for drivstoffmangel og motorhavari.

Alle havariene sett under ett, er antallet noe høyere i tunneler med de laveste fartsgrensene enn i andre tunneler, både for lette og tunge kjøretøy, men heller ikke disse effektene er statistisk signifikante.

Stigninger

Prediktorene for stigninger i havari-modellene er hvorvidt tunnelene har en maksimal stigning på over 5% eller over 7% (to dummyvariabler). Figur 41 viser relative antall havarier i tunneler med maksimale stigninger på over 5% og over 7%.



Figur 41: Resultater for stigninger i havari-modellene for lette og tunge kjøretøy (relative antall havarier; relativt antall i tunneler med maksimal stigning under 5% er lik én; statistisk signifikante resultater ($p < .05$) i fet skrift).

De aller fleste resultatene for maksimal stigningsgrad 5% eller mer er ikke statistisk signifikante. Punkteringer skjer sjeldnere i tunneler med en maksimal stigning på over 5% (og under 7%) enn i mindre bratte tunneler.

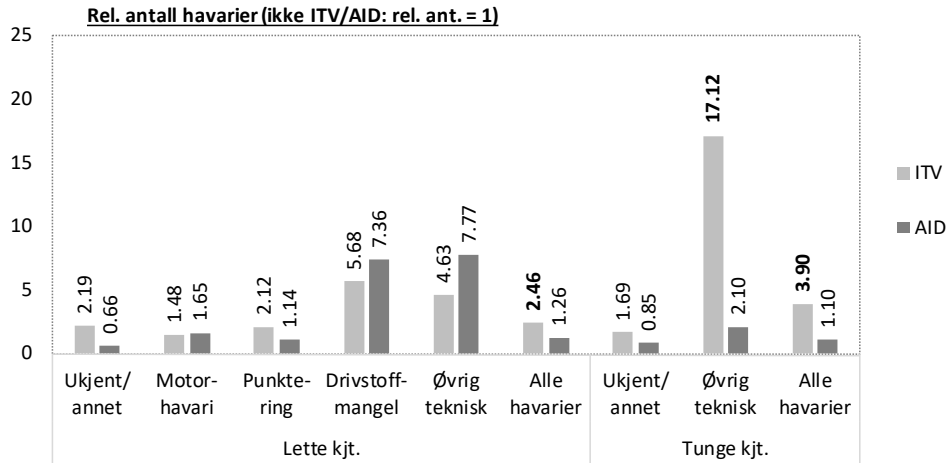
I tunneler med en maksimal stigning på over 7% skjer de fleste typer havari på lette kjøretøy oftere enn i mindre brattere tunneler. De fleste resultatene for maksimal stigning over 7% er statistisk signifikante i modellene for lette kjøretøy (unntatt for punkteringer). I modellene for tunge kjøretøy er ingen av effektene statistisk signifikante.

ITV og AID

Prediktorer i havari-modellene for ITV og AID er

- ITV (vs. ikke ITV/AID)
- AID (vs. ikke AID).

Siden begge prediktorene inngår i de samme modellene, må resultatene for AID likevel tolkes som effekt av AID vs. ikke ITV/AID (ikke som «AID vs. ikke AID»). Figur 42 viser relative antall havarier i tunneler med vs. uten ITV/AID.



Figur 42: Resultater for ITV/AID i havari-modellene for lette og tunge kjøretøy (relative antall havarier; relativt antall i tunneler uten ITV/AID er lik én; statistisk signifikante resultater ($p < .05$) i fet skrift).

Det totale antall havarier er høyere i tunneler med **ITV** enn i tunneler uten ITV. Denne forskjellen er statistisk signifikant både for lette og tunge kjøretøy. Også for de fleste spesifikke typer havarier er antallene høyere i tunneler med enn uten ITV, men uten at effektene er statistisk signifikante. Kun effekten for «øvrig teknisk» på tunge kjøretøy er statistisk signifikant.

Effektene for «øvrig teknisk havari» og drivstoffmangel på lette kjøretøy har p-verdier på under 0,10, dvs. at man kan tolke dem som «tendenser». Det er imidlertid kun syv tunneler som har ITV (og ikke AID) slik at resultatene – uansett statistisk signifikans – må tolkes med forsiktighet.

Tunneler med **AID** har flere havarier enn tunneler uten ITV/AID, men uten at forskjellene er statistisk signifikante. Effekten er størst for drivstoffmangel og «øvrig teknisk». Kun havarier av typen «ukjent/annet» (som er mesteparten av alle havariene) skjer sjeldnere i tunneler med AID enn i tunneler uten ITV/AID (ikke-signifikant).

4 Konklusjon og diskusjon

4.1 Branner og ulykker

Trafikkmengde og andel lange kjøretøy

Økende **trafikkmengde** medfører flere branner, ulykker og havarier, men antall branner, ulykker og havarier øker langt mindre enn proporsjonalt med trafikkmengden. En økning av trafikkmengden på 10% medfører i gjennomsnitt en økning av antall branner og ulykker på omtrent 5% og en økning av antall havarier på omtrent 7%.

Andre studier som har beregnet ulykkesmodeller, viser som regel også at antall ulykker øker mindre enn proporsjonalt med trafikkmengden, men med noe variasjon mellom vegtyper og ulykkestyper. Dette gjelder imidlertid kun veger i dagen. Det er kun få studier som har undersøkt sammenhengen mellom trafikkmengde og ulykker i tunnel, og disse viser at antall ulykker øker *mer* enn proporsjonalt med trafikkmengden. Én av studiene viser at økningen av antall ulykker med økende trafikkmengde er større i ettløpstunneler enn i toløpstunneler (Robatsch & Nussbaumer, 2005). I den aktuelle studien er det beregnet to alternative ulykkesmodeller for PSU, basert på modell 1, én for ettløpstunneler og én for toløpstunneler. Resultatene viser at en økning av trafikkmengden medfører en økning av antall PSU på 5,8% i ettløpstunneler og på 2,5% i toløpstunneler (+4,8% når man ser på alle tunnelene, inklusive rampene, under ett). Forskjellen mellom ett- og toløpstunneler er i samme retning (større ulykkesøkning i ettløpstunneler) som i studien til Robatsch og Nussbaumer (2005).

Økende **andel tunge kjøretøy** medfører *færre* branner og ulykker, men effekten er i de fleste modellene ikke statistisk signifikant. Antall havarier har ikke sammenheng med andelen tunge kjøretøy.

Annen forskning viser at tunge kjøretøy er overrepresentert i vegtunnelbranner (jf. avsnitt 1.3). To andre studier som har undersøkt sammenhengen mellom andel tunge kjøretøy og ulykker i tunneler, viser begge at antall ulykker øker med andelen tunge kjøretøy, selv om økningen er noe mindre enn proporsjonalt med økningen av trafikkmengden (Caliendo & Guida, 2014; Caliendo et al., 2016; Deublein et al., 2013).

At modellberegningene i den aktuelle studien ikke viser noen sammenheng mellom antall lange (dvs. i hovedsak tunge) kjøretøy og antall branner kan ha flere forklaringer. For det første fokuserer mange av studiene på store branner med katastrofale følger, mens modellberegningene i denne studien omfatter alle branner og tilløp til brann. Hadde vi kun tatt med større branner, hadde resultatene muligens vist en sammenheng i forventet retning. For det andre omfatter andelen lange kjøretøy alle kjøretøy over 5,6 meter, mens det i hovedsak er de tyngste og lengste kjøretøyene som har særlig høy brannrisiko. For det tredje er det i hovedsak i lange tunneler hvor tunge kjøretøy er overrepresentert i branner, mens denne studien er basert på branner i alle tunnelene. Og for det fjerde er det relativt lite variasjon i andelen lange kjøretøy. Det absolutte antall lange kjøretøy henger dessuten sammen med ÅDT. En del av effekten av antall lange kjøretøy må derfor forventes å være fanget opp av effekten av ÅDT.

Tunnelenes lengde

I alle modellberegningene inngår tunnelenes lengde med en koeffisient som er satt lik én, dvs. at man forutsetter at antall branner, ulykker og havarier øker proporsjonalt med tunnellengden. Det er likevel gjort en analyse hvor antall ulykker og branner per million kjøretøykilometer er sammenlignet mellom tunneler som har ulik lengde.

For antall **branner** viser resultatene ingen generell sammenheng mellom lengde og risiko, men tunneler som er mellom fire og ti km lange, har i gjennomsnitt omtrent tre ganger så mange branner per million kjøretøykilometer som tunneler som er under 300 meter lange. Forklaringen er trolig at de fleste undersjøiske tunnelene er i denne kategorien og at disse er brattere og av denne grunnen har flere branner enn andre tunneler.

Risikoen for **ulykker** (antall PSU per mill. kjøretøykilometer) er høyest i korte tunneler (100-500 meter) og går ned med økende tunnellengde. For DHSU ser man samme tendens, men sammenhengen er svakere enn for PSU. Tunneler som er 100-200 meter lange, har i gjennomsnitt 4,8 ganger så høy risiko for PSU og omtrent 30% høyere risiko for DHSU som tunneler som er lengre enn 10 km. Også flere andre studier viser at lengre tunneler i gjennomsnitt har lavere ulykkesrisiko. I én av studiene ble en slik sammenheng kun funnet i toløpstunneler, ikke i ettløpstunneler (Robatsch & Nussbaumer, 2005).

Type tunnel og ramper

Toløpstunneler har flere **branner** enn ettløpstunneler, men forskjellen varierer mye mellom modellene og er ikke statistisk signifikant i alle modellene. Det relative antall branner i toløpstunneler (sammenlignet med ettløpstunneler) er fra 1,4 til 2,6 i de ulike modellene. En tilleggsanalyse tyder på at de relativt høye antall branner i toløpstunneler i hovedsak kan forklares med at toløpstunneler i byer har mange branner. Forklaringen til dette er ukjent. En del relevante tunnelegenskaper som kan skille seg mellom ny og land i toløpstunneler er statistisk kontrollert for.

Ramper inngår ikke i brannmodellene. Tunneler med ramper har vist seg å ha flere branner enn tunneler uten ramper, men uten at forskjellen er statistisk signifikant.

Antall **ulykker** er også høyere i toløpstunneler enn i ettløpstunneler. Forskjellen er statistisk signifikant i alle modellene for PSU men ikke i noen av modellene for DHSU. Sistnevnte kan delvis forklares med effekten er mindre, men også med at det er langt færre DHSU enn det er PSU. Antall PSU i er alle modellene omtrent tre ganger så høy som i ettløpstunneler, hvis alt annet er likt. Resultater fra andre studier som har sammenlignet ulykkesrisiko mellom ett- og toløpstunneler spriker. Studier fra Norge og Sveits viser at toløpstunneler har lavere ulykkesrisiko, mens studier fra Østerrike viser at toløpstunneler har flere ulykker (med statistisk kontroll for bl.a. trafikkmengde).

Mulige forklaringer på at noen studier har funnet lavere ulykkesrisiko i toløpstunneler, er at det ikke er mulighet for møteulykker og at vegstandarden som regel er høyere i toløpstunneler. På den andre siden er farten ofte høyere i toløpstunneler, noe som kan bidra til flere og mer alvorlige ulykker. To italienske studier viser at motorvegtunneler med tre kjørefelt i gjennomsnitt har nesten dobbelt så mange ulykker (+87%) som motorvegtunneler med to kjørefelt og omtrent 50% flere alvorlige ulykker (Caliendo & Guida, 2014; Caliendo et al., 2016). Dette forklares med at flere kjørefelt gir flere muligheter for kjørefeltskifte og dermed flere konfliktmuligheter.

Resultatene fra tilleggsanalysen i denne studien tyder på at det høye antall ulykker i toløpstunneler i hovedsak kan forklares med at **toløpstunneler i byer** har mange ulykker. Dette er den samme tendensen som også ble funnet for branner. Som for branner er de mest relevante andre faktorene som kan være forskjellige mellom toløpstunneler i by vs. land statistisk kontrollert for. Hva som kan forklare forskjellen mellom by og land er derfor uklart. Modellene som skiller mellom toløpstunneler i by vs. land er imidlertid bare i veldig liten grad «bedre» enn de tilsvarende modellene som ikke skiller mellom by og land. Videre tyder resultatene på at type stigningsvariabel og hvorvidt kurver og høyde inngår i modellene, har langt større betydning for hvor gode modellene er til å predikere antall ulykker og branner. Koeffisienter for øvrige variabler er også veldig like mellom modellene. Disse resultatene tyder på at hvorvidt toløpstunneler ligger i by eller på landet i praksis har relativt liten betydning for antall ulykker og branner.

Ramper har ikke sammenheng med antall ulykker. Det er ingen statistisk signifikante forskjeller i antall ulykker verken mellom ramper og ettløpstunneler eller mellom tunneler med og uten ramper. Ramper har, i motsetning til ettløpstunneler, ikke møtende trafikk, men flere konfliktmuligheter med kjørefeltskifte og nedbremsing/akselerasjon.

Antall **havarier** er høyere i toløpstunneler enn i ettløpstunneler, men uten at forskjellen er statistisk signifikant. Det er store forskjeller mellom enkelte typer havarier, men den eneste effekten på en spesifikk type havari som er statistisk signifikant, er effekten på punkteringer (flere i toløpstunneler). Forklaringen er ukjent, trolig skyldes effekten tilfeldig variasjon (noen resultater må forventes å bli statistisk signifikante selv om det ikke finnes noen sammenheng). Ramper inngår ikke i analysene for havarier.

Fartsgrense

Antall **branner** har ikke sammenheng med fartsgrense.

Antall **ulykker** er høyere i tunneler med lavere fartsgrenser enn i tunneler med fartsgrense 80 km/t eller høyere. Sammenlignet med fartsgrense 80 km/t er antall PSU omtrent to ganger så høy i tunneler med fartsgrense 60 eller 70 km/t og omtrent tre ganger så høy i tunneler med fartsgrense 30-50 km/t (alle effektene er statistisk signifikante). For DHSU viser modellene samme tendens, men forskjellene er langt mindre og ikke statistisk signifikante.

Antall **havarier** har ikke sammenheng med fartsgrense.

Fartsgrensevariabelen kan *ikke* benyttes for å beregne forventede effekter av å endre fartsgrensen. Den beskriver kun sammenhengen mellom fartsgrense og antall ulykker, branner og havarier i eksisterende tunneler med dagens fartsgrense. Forventede effekter på antall ulykker av å endre fartsgrensen kan man estimere ut fra generelle sammenhenger mellom fartsgrense, fart og ulykker.

Stigninger

Stigningsgraden er den viktigste prediktoren for antall **branner**, ved siden av trafikkmengden og tunnallengden. Det er beregnet brannmodeller med ulike stigningsvariabler hvorav de aller fleste er statistisk signifikante. Det er især lengden bratte stigninger, dvs. antall meter i tunnelen med en stigningsgrad over 7% (eller over 5%) som bidrar til branner i tunneler. Brannmodellene viser at tunneler som har en stigning på 7% eller mer på 5 km, har 6,7 ganger så mange branner som tunneler hvor den maksimale stigningsgraden er under 5%.

Brannmodellene viser også at antall branner øker med økende stigningsgrad, især fra en stigningsgrad på 7%. I gjennomsnitt har tunneler med en maksimal stigningsgrad på 7% eller mer 4,3 ganger så mange branner som tunneler med en maksimal stigningsgrad under 5%. Tunneler med en maksimal stigningsgrad mellom 5% og 6,9% har 1,5 ganger så mange branner som tunneler med en maksimal stigningsgrad under 5%.

Resultatene for stigninger er i tråd med resultater fra andre studier som viser at fartsforskjeller mellom tunge og lette kjøretøy (tunge kjører saktere, både i ned- og i oppoverbakker enn lette kjøretøy) kan bidra til ulykker med etterfølgende brann, samt at tunge kjøretøy kan få tekniske problemer i bratte bakker som kan føre til overoppheting og brann, dvs. problemer med bremses i nedoverbakker og motorproblemer i oppoverbakker. Slike problemer øker med økende stigningsgrad og lengde på den brattere stigningen.

Antall **ulykker** har, i motsetning til antall branner og havarier, ikke vist seg å ha sammenheng med stigningsgraden i tunnelen. Dette til tross for at andre studier har vist at branner i tunneler ofte oppstår som følge av ulykker. Andre studier visere også at fartsforskjeller mellom tunge og lette kjøretøy kan bidra til ulykker.

Antall **havarier** er høyere i tunneler med en maksimal stigningsgrad på 7% eller mer enn i flattere tunneler. Dette gjelder især motorhavarier og andre tekniske havarier, men ikke punkteringer og havarier av typen «annet/ukjent». Resultatene er konsistente med resultatene fra brannmodellene og annen forskning, da det ofte er problemer med bremses eller motor som kan føre til branner i bratte stigninger.

Kurver

Antall **branner** øker i alle modellene med minste kurveradius, dvs. at *slakere* kurver medfører *flere* branner. Tre av modellene viser at det er signifikant færre branner i tunneler med en minste kurveradius under 300 meter enn i tunneler med slake kurver (minste radius over 600 meter). Tunneler med en minste kurveradius på under 150 meter har 60-70% færre branner enn tunneler med slake kurver. I modell 1 (som er brukt i Excel-beregningsverktøyet) er effektene av minste kurveradius mindre og ikke statistisk signifikante.

For antall **ulykker** er sammenhengen med minste kurveradius omvendt; tunneler med lavere minste kurveradius, dvs. *krappere* kurver, har en tendens til å ha *flere* ulykker (per million kjøretøykilometer) enn tunneler med slake kurver. Helt rette tunneler har flere PSU, men ikke flere DHSU.

I ulykkesmodellene er det kun forskjellen mellom antall PSU i helt rette tunneler vs. tunneler med slake kurver som er statistisk signifikant; helt rette tunneler har omtrent 2,3 ganger så mange PSU som tunneler med slake kurver, når alt annet er likt. Antall DHSU derimot er mindre i helt rette tunneler, men uten at effekten er statistisk signifikant.

Faktorer som kan forklare høyere ulykkesrisiko i tunneler med *krappe* kurver, er bl.a. at kurver kan være vanskeligere å forutsi fordi tunnelveggene hindrer sikten framover, samt at det i tunneler være vanskeligere å vurdere farten enn på veg i dagen hvor man har flere visuelle referansepunkter. På den andre siden kan *slake* kurver gjøre det mindre monotont å kjøre tunneler enn helt rette strekninger. I tillegg kan det på helt rette strekninger være enda vanskeligere å vurdere farten korrekt, samt at førere kan bli blendet av lyset fra tunnelåpningen i enden av tunnelen.

Kurver inngår ikke i modellene for **havarier**.

Høyde og bredde

Tunneler med fri høyde (over 4,5 meter skiltet høyde) har omtrent 30% færre branner enn lavere tunneler (statistisk signifikant).

Antall **ulykker** er også lavere i tunneler med fri høyde enn i lavere tunneler. Både antall PSU og antall DHSU er omtrent 20% lavere i tunneler med fri høyde (statistisk signifikant kun for PSU).

Høyde inngår ikke i modellene for **havarier**.

Variabelen høyde (fri høyde, dvs. over 4,5 meter, vs. lavere) har sammenheng med en rekke andre variabler fordi lavere tunneler som regel er eldre og av generelt lavere standard enn tunneler med fri høyde. Resultatene for høyde kan derfor ikke tolkes som effekter av høyde alene.

Vegbredden og kjørebanebredden inngår ikke i modellene som følge av manglende datagrunnlag. Begge variablene har sammenheng med tunnelens høyde og effekten av veg- og kjørebanebredde er trolig i stor grad fanget opp av høydevariabelen.

ITV og AID

Det er en tendens til at tunneler med kameraovervåkning (ITV) eller automatisk hendelsesvarsling (AID) har flere **havarier** enn andre tunneler. De fleste effektene er imidlertid ikke statistisk signifikante. Det er lite trolig at ITV og AID kan påvirke antall havarier.

I tunneler med ITV eller AID kan man imidlertid forvente at en større andel av havariene blir varslet, noe som kan forklare at slike tunneler i gjennomsnitt har flere (rapporterte) havarier.

I tillegg kan man tenke seg at ITV og AID oftere er installert i tunneler som har mange havarier enn i andre tunneler, nettopp fordi tunnelene har mange havarier.

ITV og AID inngår ikke i modellene for **branner** og **ulykker**.

Vegnettet utenfor tunnelen

Vegnettet utenfor tunnelen, blant annet bratte stigninger, kan tenkes å påvirke hendelser i tunnelen, især branner. For eksempel startet de siste to brannene i Gudvangatunnelen på en bratt stigning utenfor tunnelen.

Det har dessverre ikke vært mulig innenfor prosjektets rammer å hente inn data om vegene rett før og etter tunnelene.

4.2 Ulykker i soner

For å undersøke hvorvidt ulykkesrisikoen varierer i enkelte tunneler, er alle tunnelene delt inn i inngangssoner (de første og siste 100 meter av tunnelen) og midtsoner (mellom inngangssonene). I korte tunneler hvor midtsonen hadde vært kortere enn 100 meter, er hele tunnelen klassifisert som inngangssone. Ramper inngår ikke i analysene for inngangs- og midtsoner.

Resultatene for **PSU** viser at ulykkesrisikoen er omtrent dobbelt så høy i inngangssoner som i midtsoner. Også i korte tunneler hvor hele tunnelen er inngangssone, er risikoen for PSU omtrent dobbelt så høy som midtsoner i lengre tunneler. I toløpstunneler er forskjellen mellom inngangs- og midtsone noe mindre, her er ulykkesrisikoen 60% høyere i inngangssonen.

For *DHSU* er risikoforskjellene mindre. Sammenlignet med midtsonen er risikoen i inngangssonen 80% høyere i ettløpstunneler og 33% høyere i toløpstunneler.

Også andre studier viste at ulykkesrisikoen er betydelig høyere i inngangssoner enn midt i tunnelen. Hvor stor risikoforskjellene er, varierer mellom studiene. Mulige forklaringer på høyere risiko i inngangssonen er bl.a.:

- Tunnelportalen er et fast hinder som kan påkjøres.
- Lysforholdene endrer seg både når man kjører inn i en tunnel og ut av en tunnel, noe som kan føre til problemer med lys- eller mørkeadaptasjon. Et høyt lysnivå i inngangssonene (når det er dagslys), kan redusere slike problemer.
- Førere endrer kjøreatferd når de kjører inn i en tunnel, bl.a. bremser mange førere og mange øker avstanden til kantlinjen.
- Mange førere retter all oppmerksomheten på tunnelåpningen når de kjører inn i en tunnel og at dette kan føre til at de ikke får med seg annen informasjon, for eksempel fra skilt.
- Vegen ved tunnelåpninger ofte ligger i skyggen og dermed kan være mer utsatt for glatt føre enn veger der sollyset slipper mer til.

4.3 Havarier

For et utvalg bestående av 105 tunneler er det beregnet modeller med noen av prediktorvariablene som også inngår i ulykkes- og brannmodellene: Trafikkmengde, antall løp, fartsgrense og stigninger. I tillegg inngår to prediktorvariabler i modellene som beskriver om tunnelene er utstyrt med ITV eller AID.

Avhengige variabler i havarimodellene er alle typer havarier med alle typer kjøretøy, alle typer havarier med lette kjøretøy, alle havarier med tunge kjøretøy, samt spesifikke typer havarier med enten lette, tunge, eller alle typer kjøretøy.

Både deskriptiv statistikk og modellberegningene viser at det kun i svært liten grad er systematiske sammenhenger mellom tunnelegenskaper og antall havarier. De sammenhengene som er funnet, kan heller ikke tolkes som (kausale) effekter av tunnelegenskapene på antall havarier. Dette er trolig også den viktigste forklaringen på at det stort sett ikke er funnet store eller statistisk signifikante sammenhenger mellom tunnelegenskaper og antall havarier. Det er relativt vanskelig å forklare hvordan f.eks. antall løp i en tunnel skal kunne påvirke sjansen for at et kjøretøy får motorstopp.

Et annet generelt problem med analysene for havarier er at antall havarier er svært ujevnt fordelt på tunnelene. Av de 105 tunnelene er det 41 som ikke hadde havarier og blant dem som hadde havarier, er det enkelte med svært mange havarier, både absolutt og per million kjøretøykilometer.

Sammenhengene som ble funnet, er oppsummert i følgende. Alle resultatene som beskrives i følgende er basert på de multivariate modellene, dvs. at de gjelder «hvis alt annet er lik» (dette fordi det er statistisk kontrollert for de øvrige variablene, inklusive trafikkmengde).

Trafikkmengde: Økende trafikkmengde medfører som regel økende antall havarier, sammenhengen er imidlertid kun svak for flere typer havarier.

For lette kjøretøy tyder resultatene på at risikoen for motorhavarier og drivstoffmangel øker ved økende trafikkmengde (dvs. at antall havarier øker med en proporsjonalt med trafikkmengden). Med risiko menes her antall havarier per mill. kjøretøykilometer.

For tunge kjøretøy er det verken for trafikkmengde eller andelen lange kjøretøy funnet statistisk signifikante sammenhenger med antall havarier.

Toløpstunneler: Det er en tendens til at toløpstunneler har flere havarier enn ettløpstunneler, men effekten er statistisk signifikant kun for punkteringer.

Fartsgrense: Det er en tendens til at tunneler med lavere fartsgrenser har flere havarier enn tunneler med høyere fartsgrense opptil 80 km/t, og at tunnelene med fartsgrenser over 80 km/t også har flere havarier enn tunneler med fartsgrense 80 km/t. De aller fleste resultater for fartsgrense er imidlertid ikke statistisk signifikante.

Stigninger: Hvorvidt tunneler har en maksimal stigning på over 5% ser ikke ut til å ha noen sammenheng med antall havarier.

Tunneler med en maksimal stigning over 7% derimot ser ut til å ha flere havarier enn tunneler med en maksimal stigning på under 5%. Dette gjelder alle typer havarier, unntatt punktering, med lette kjøretøy, med den største effekten for «øvrige teknisk» (som trolig omfatter bremsesvikt), fulgt av drivstoffmangel. Hvordan bratte stigninger kan påvirke drivstoffmangel, er uklart, men at bratte stigninger kan påvirke både motor og bremseser innlysende.

Havarier med tunge kjøretøy forekommer også oftere i tunneler med en maksimal stigning på over 7% enn i tunneler med en maksimal stigning under 5%, men ingen av resultatene er statistisk signifikante (muligens på grunn av relativt lave antall).

ITV og AID: Det er en tendens til at tunneler med ITV eller AID har flere havarier enn andre tunneler. De fleste effektene er imidlertid ikke statistisk signifikante. Det er også uklart hvordan ITV og AID kan påvirke antall havarier, unntatt muligens ved at en større andel av havariene kan bli varslet. Sistnevnte har ikke vært mulig å undersøke da analysene kun er basert på varslede havarier. Det er også mulig at ITV og AID oftere er installert i tunneler som har mange havarier enn i andre tunneler, nettopp fordi tunnelene har mange havarier.

4.4 Spørsmål til fremtidig forskning

Forhold ved vegen siste 5 km før/etter tunnelen (kurvatur, stigningsgrad etc).

Tunge kjøretøy er spesielt brannutsatte i vegtunneler med høy stigningsgrad på grunn av varmgang i bremses og motor. I diskusjonene omkring brannene som har vært i Oslofjordtunnelen de siste årene har det blant annet blitt pekt på at de tunge kjøretøyene som har begynt å brenne, gjerne har kommet vestfra, hvor det er lengre strekning med mange rundkjøringer, som fører til at kjøretøyenes bremses og motor allerede er varme før de kommer inn i tunnelen, og påføres ytterligere belastninger. Dette kan øke risikoen for varmgang, og er derfor viktig å registrere. Det er også viktig å registrere om det er lengre strekninger med betydelig fall før tunnelinngangen, som kan ha samme effekt. Dette gjelder også forhold som kan ha påvirkning på inngangshastigheten i tunnelene.

Scenarier. Modellen skulle opprinnelig angi antall branner i lette og tunge kjøretøy, basert på følgende seks forhåndsdefinerte brannscenarier:

- 1) Brann i to personbiler – 8 MW
- 2) Brann i tung bil og personbil – 30 MW
- 3) Brann i personbil og buss – 15 MW
- 4) Brann i tung bil og buss – 30 MW
- 5) Brann i to kjøretøy med stor brannverdi – 100 MW
- 6) Farlig gods – 250 MW

Vi skulle opprinnelig utvikle seks modeller, med antall branner i én av de seks scenariene som avhengig variabel. Bakgrunnen for å lage seks modeller, er at de scenariene beskriver seks ulike grader av brannbelastning, med svært ulike farepotensialer. Vi har imidlertid ikke kunne lage seks modeller, fordi koeffisientene i modellen må baseres på analyser av tidligere inntrufne hendelser. Når vi ser på alle tunnelene over 8 år (2008-2015), var det kun én brann med to tunge kjøretøy innblandet, 13 branner med to eller flere lette kjøretøy innblandet og ti branner med både lette og tunge kjøretøy innblandet. Siden det er brannbelastning som er det viktige, valgte vi istedet to «scenarier» som det finnes tilstrekkelige data for, og som involverer ulik brannbelastning: Branner som involverer tunge kjøretøy og branner som ikke involverer tunge kjøretøy.

Effekten av tiltak. Datamaterialet som ligger til grunn for den foreliggende studien gir en unik mulighet til å undersøke effekter av tiltak som har vært innført for å øke sikkerhetsnivået i norske vegtunneler de senere årene, fordi vi har detaljert informasjon om branner, ulykker og havarier i disse tunnelene i de siste årene. Dette gir mulighet til å sammenlikne (relativt like) grupper av tunneler hvor det har vært innført tiltak (eksperimentgruppe) med tunneler som ikke har fått innført aktuelle tiltak (kontrollgruppe). En utfordring med et slikt opplegg er selvfølgelig at det kan være utfordrende å finne like kontrollgrupper, siden innføring av tiltak ofte følger av regler og retningslinjer som skal gjelde for alle tunneler med visse kjennetegn. Her må man evt. undersøke om implementering av tiltak har vært prioritert i noen tunneler, forsinket i andre, eller evt. finne sammenlikningstunneler uten tiltak som er så like som mulig. Gjennom slike sammenlikninger kan man få undersøke de isolerte effektene av tiltak, kontrollert for en rekke relevante variabler av den typen vi har belyst betydningen av i den foreliggende rapporten.

5 Referanser

- Amundsen, F.H. & Engebretsen, A. (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. & Engebretsen, A. (2008). Trafikkulykker i vegtunneler 2. En analyse av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006. Rapport TS7. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Veg- og trafikkavdelingen, Trafikksikkerhetsseksjonen, Oslo.
- Amundsen, F. H., & Ranes, G. (2000). Studies on traffic accidents in Norwegian road tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 15(1), 3-11.
- Amundsen F.H. & Ranes, G. (1997). Trafikkulykker i vegtunneler – en analyse av trafikkulykker fra 1992-96 i vegtunneler på riksvegnettet.
- 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*, 9(1), 9-17
- Amundsen, F.H. (1996). Vegtunneler – dødsfeller eller trafikksikkerhetstiltak. Veg og trafikk, 11.-12. september 1996, Kompendium, Statens Vegvesen, NTNU, NVTf, 143-151.
- Bassan, S. (2016). Overview of traffic safety aspects and design in road tunnels. IATSS Research.
- Caliendo, C., De Guglielmo, M. L., & Guida, M. (2013). A crash-prediction model for road tunnels. *Accident Analysis & Prevention*, 55, 107-115.
- Caliendo, C., & Guida, M. (2014). A new bivariate regression model for the simultaneous analysis of total and severe crashes occurrence. *Journal of Transportation Safety & Security*, 6(1), 78-92.
- Caliendo, C., De Guglielmo, M. L., & Guida, M. (2016). Comparison and analysis of road tunnel traffic accident frequencies and rates using random-parameter models. *Journal of Transportation Safety & Security*, 8(2), 177-195.
- Deublein, M., Schubert, M., Adey, B. T., Köhler, J., & Faber, M. H. (2013). Prediction of road accidents: A bayesian hierarchical approach. *Accident Analysis & Prevention*, 51, 274-291.
- Elvik, R. (2009). The Power Model of the relationship between speed and road safety. Update and new estimates. TØI-Rapport 1034/2009. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R. (2014). *Fart og trafikksikkerhet*. TØI-Rapport 1296/2014. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures*. Bingley, UK: Emerald.

- Elvik, R. (2013). A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 854-860.
- Elvik, R., Sørensen, M. W. J., & Nævestad, T.-O. (2013). Factors influencing safety in a sample of marked pedestrian crossings selected for safety inspections in the city of Oslo. *Accident Analysis & Prevention*, 59, 64-70.
- Farstad, E. (2016). *Transportytelser i Norge 1946–2015*. TØI-rapport 1544/2016. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Flø, M., & Jenssen, G. D. (2007). Drivers' perception of long tunnels. In: *Proceedings of the 4th International Conference—Traffic and Safety in Road Tunnels*, Hamburg, Germany, 25–27 April.
- Fridstrøm, L., Ifver, J., Ingebrigtsen, S., Kulmala, R., & Krogsgård Thomsen, L. (1995). Measuring the contribution of randomness, exposure, weather, and daylight to the variation in road accident counts. *Accident Analysis and Prevention*, 27, 1-20.
- Geedipally, S. R., Lord, D., & Park, B.-J. (2009). Analyzing Different Parameterizations of the Varying Dispersion Parameter as a Function of Segment Length. *Transportation Research Record*, 2103, 108-118.
- Hauer, E. (2001). Overdispersion in modelling accidents on road sections and in Empirican Bayes estimation. *Accident Analysis and Prevention*, 33, 799-808.
- Høyе, A. (2016A). Ulykkesmodeller for ulykker på riks- og fylkesvegnettet i Norge (2010-2015) [Crash prediction models for national and county roads in Norway (2010-2015)]. TØI-Report 1522/2016. Oslo: Institute of Transport Economics.
- Høyе, A. (2016B). Revisjon av Trafikksikkerhetshåndboken: 1.19 Utforming av tunneler. TØI-Arbeidsdokument 50155. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Høyе, A. (2015A). Safety effects of fixed speed cameras - An empirical Bayes evaluation. *Accident Analysis & Prevention*, 82, 263-269.
- Høyе, A. (2015B). Safety effects of section control - An empirical Bayes evaluation. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 169-178.
- Høyе, A. (2014A). Utvikling av ulykkesmodeller for ulykker på riks- og fylkesvegnettet i Norge. TØI-rapport 1323/2014. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Høyе, A. (2014B). Speed cameras, section control, and kangaroo jumps—a meta-analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 73, 200-208.
- Haack, A. (2002). Current safety issues in traffic tunnels, *Tunneling and Underground space technology*, 17, 117-127.
- Jenssen, G.D., Bjørkli, C., & Flø, M. (2006). *Vurderinger E39 Rogfast. Trygghet, monotoni og sikkerhet i krisesituasjoner og ved normal ferdsel*. SINTEF Rapport STF50 A06109.
- Kim, D.-G. & Washington, S. (2006). The significance of endogeneity problems in crash models: An examination of left-turn lanes in intersection crash models. *Accident Analysis and Prevention*, 38(6), 1094-1100.
- Lemke, K. (2000). Road safety in tunnels. *Transportation Research Record*, 1740/2000, 170-174.
- Lord, D., & Park, P. Y.-J. (2008). Investigating the effects of the fixed and varying dispersion parameters of Poisson-gamma models on empirical Bayes estimates. *Accident Analysis & Prevention*, 40(4), 1441-1457.
- Ma, Z.-l., Shao, C.-f., & Zhang, S.-R. (2009). Characteristics of traffic accidents in Chinese freeway tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 24, 350-355.

- Mashimo, H. (2002). State of the road tunnel safety technology in Japan, *Tunneling and Underground Space Technology*, 17, 145-152.
- Meng, Q., & Qu, X. (2012). Estimation of rear-end vehicle crash frequencies in urban road tunnels. *Accident Analysis & Prevention*, 48, 254-263.
- Miaou, S.-P., & Lord, D. (2003). Modeling traffic crash-flow relationships for intersections. *Transportation Research Record*, 1840, 31-40.
- Montella, A., Persaud, B., D'Apuzzo, M., & Imbriani, L. L. (2012). Safety evaluation of automated section speed enforcement system. *Transportation Research Record*, 2281(1), 16-25.
- Montella, A., Colantuoni, L., & Lamberti, R. (2008). Crash prediction models for rural motorways. *Transportation Research Record*, 2083, 180-189.
- Nussbaumer, C. & Nitsche, P. (2008). Safety of road tunnels. Traffic safety in highway and expressway tunnels. Austrian Road Safety Board, Vienna.
- Nussbaumer, C. (2007). Comparative analysis of safety in tunnels. Young Researchers Seminar 2007, Brno.
- Nævestad, T.-O., Ranestad, K., Elvebakk, B., & Meyer, S. (2016). Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015. TØI-Rapport 1542/2016. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- 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 (1999) Fire and Smoke Control in Road Tunnels”, PIARC Committee on Road Tunnels (C5), 1999.
- Rengarasu, T., Hagiwara, T., & Hirasawa, M. (2009). Effects of Road Geometry and Cross-Section Variables on Traffic Accidents: Study Using Homogeneous Road Segments. *Transportation Research Record*, 2102, 34-42.
- Rinalducci, E.J., Hardwick, D.A. & Beare, A.N. (1979). An assessment of visibility at the entrance of long vehicular tunnel. *Human Factors*, 21(1), 107-117.
- Robatsch, K. & Nussbaumer, C. (2005). Sicherheitsvergleich von Tunneln. Verkehrssicherheitsvergleich von Tunneln mit Gegenverkehr und Tunneln mit Richtungsverkehr mit anderen Strassenarten. Kuratorium für Verkehrssicherheit, Wien.
- Safetec (2011). Risikoanalyse av Oslofjordtunnelen med omkjøringsveger. Hovedrapport, Dokument nr: ST-04121-4.
- Sagberg, F., Hakkert, A.S., Larsen, L., Leden, L., Schmotzer, C. & Wouters, P.I.J. (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.
- Salvisberg, U., Allenbach, R., Cavegn, M., Hubacher, M. & Siegrist, S. (2004). Verkehrssicherheit in Autobahn- und Autostrassentunneln des Nationalstrassennetzes. Bfu-report 51. Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern.
- SHT (2016A). Rapport om bussbrann i Gudvangatunnelen på E16 i Aurland. Statens havarikommisjon for transport, rapport veg 2016/03.
- SHT (2016B). Rapport om brann i tanktilhenger i Skatestraumtunnelen i Sogn og Fjordane, 15. juli 2015. Statens havarikommisjon for transport, rapport veg 2016/05.

- SHT (2015). Rapport om brann i vogntog på E16 i Gudvangatunnelen i Aurland, 5. august 2013. Statens havarikommisjon for transport, rapport veg 2015/02.
- SHT (2013). Rapport om brann i vogntog på Rv 23, Oslofjordtunnelen, 23. juni 2011. Statens havarikommisjon for transport, Rapport veg 2013/05.
- Statens vegvesen (2012). Etatsprogrammet Moderne vegtunneler 2008-2011. Rapport nr. 161.
- Stene, T.M., Jenssen, G.D., Bjørkli, C. & Bertelsen, D. (2003). Atferd ved evakuering av vegtunneler – litteraturstudium. SINTEF-Rapport STF22 A03302.
- SWOV (2011). The road safety of motorway tunnels. SWOV Fact Sheet. Leidschendam, The Netherlands.
- Søndre Follo Brannvesen (2011). Brann i Oslofjordtunnelen 23.06. Utvidet rapport, 24.08.2011.
- van Kleef, E.A., Kuiken, M.J. & Bakker, M.P. (2001). Scenario's tunnelincidenten. R2435-01-001. Rapport in het kader van het project MAVIT (maatschappelijk aanvaardbaar veiligheidsniveau in tunnels) in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. DHV Milieu en Infrastructuur, Amersfoort.
- Verwey, W.B. (1995). Effects of tunnel entrances on driver's physiological condition and performance. Report TM 1995 C-19 Soesterberg, The Netherlands: TNO Human Factors Research Institute.
- Vuilleumier, F., Weaterherill, A. & Crausaz, B. (2002). Safety aspects of railway and road tunnel: example of the Lötschberg railway tunnel and Mont-Blanc road tunnel. Tunneling and Underground Space Technology, 17, 153-158.
- Wang, Y., Guo, Z.-Y., & Liao, Z.-G. (2010). Safety analysis for illumination design at tunnel entrance and exit. Paper presented at the Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), 2010 International Conference.
- Yeung, J. S., & Wong, Y. D. (2013). Road traffic accidents in Singapore expressway tunnels. Tunneling and Underground Space Technology, 38, 534-541.

Vedlegg

Ordforklaringer

AID	Prediktorvariabel (havarimodeller): Automatisk hendelsesvarsling (Automatic Incident Detection, AID), alle tunneler med AID har også ITV.
Andel lange kjøretøy	Eksponeringsvariabel: Andel lange kjøretøy i prosent (kjøretøy med en lengde på 5,6 meter eller mer).
Avhengig variabel	Variabel som predikeres i en statistisk modell (her: Negativ binomial regresjon) som funksjon av et sett med prediktorvariabel. Modellen estimerer normale antall av den avhengige variabelen (her: antall branner, ulykker, eller havarier).
Brann	Involverer åpen flamme.
Branner	Avhengig variabel i brannmodellene: Brann eller tilløp til brann.
Dummyvariabel	En prediktorvariabel med to verdier (her: 0 og 1) (som f.eks. type tunnel, det finnes tre typer som er representert i to dummyvariabler: Toløps- vs. ettløpstunnel og rampe vs. ettløpstunnel). Når variabelen har verdien én, er den avhengige variabelen eksp(koeffisient) ganger så stor som når variabelen har verdien null.
Eksponeringsvariabel	En type prediktorvariabel som beskriver i hvilken grad det er anledning til at det oppstår ulykker, branner eller havarier.
Elvik-indeks	Goodness-of-indikator: Funksjon av overspredningen i de predikerte og registrerte antallene; indikerer hvor stor andel av variansen i de registrerte ulykkestallene som er forklart av modellen. Større verdier indikerer bedre modeller.
Fartsgrense	Prediktorvariabel: Fartsgrense 30-50, 60, 70, 80 og 90-110 km/t (dummyvariabler).
Goodness of fit	Variabler som viser hvor gode modellene predikerer den avhengige variabelen.
Høyde	Prediktorvariabel: Tunnelens skiltede høyde over 4,5 meter (fri høyde) eller lavere (dummyvariabel; informasjon mangler for noen tunneler).
ITV	Prediktorvariabel (havarimodeller): Kameraovervåkning. (ITV) og automatisk hendelsesvarsling (Automatic Incident Detection, AID); tunnelene er delt inn i tunneler med ITV (og uten AID), tunneler med AID (som alle også har ITV) og tunneler uten verken ITV eller AID.
Koeffisient	Beregnes for hver prediktorvariabel i en statistisk modell (her: Negativ binomial regresjon), verdien på prediktorvariabelen multipliseres med koeffisienten for å beregne den predikerte verdien på den avhengige variabelen
Koeffisient settes lik én	Når en koeffisient (her for tunnellengde) settes lik én, forutsettes implisitt at antall ulykker/branner/havarier øker proporsjonalt med tunnellengden, dvs. at lange tunneler (hvis alt annet er lik) har like mange ulykker/branner/havarier per kilometer som korte tunneler.
Kontinuerlig variabel	En prediktorvariabel som kan ha varierende verdier som er rasjonale eller relasjonelle tall (som f.eks. ÅDT).
Kurver: Minste kurveradius	Prediktorvariabel: Minste kurveradius 0-149 meter / 150-299 meter / 300-599 meter / 600+ meter / rett strekning (dummyvariabler; én variabel for hver gruppe; mangler for noen tunneler).
MSPE	Goodness-of-indikator: Gjennomsnittlige kvadrerte avviket mellom faktisk og normalt antall av den avhengige variabelen i alle tunnelene. Mindre verdier indikerer bedre modeller.

Naturlig logaritme av ÅDT	Ln(ÅDT). Når ÅDT inngår som prediktor i modellen med den naturlige logaritmen, medfører en økning av ADT på X prosent alltid den samme prosentvise økningen av den avhengige variabelen, uansett hvor høy ÅDT er.
Normale antall	Gjennomsnittlige antall (her: ulykker/branner/havarier) i tunneler med visse egenskaper, bl.a. en viss lengde, trafikkmengde, fartsgrense.
Personskadeulykker (PSU)	Avhengig variabel i ulykkesmodellene: Ulykker med personskade.
Prediktorvariabel	Variabler som skal forklare den avhengige variabelen i en statistisk modell (her: Negativ binomial regresjon).
Pseudo-R2	Goodness-of-indikator: McFadden's log-likelihood ratio index; kan ha verdier mellom null og én. Større verdier indikerer bedre modeller.
Rampe i tunnel	Prediktorvariabel: Det er minst én rampe (vs. ingen rampe) i tunnelen (dummyvariabel).
Stigning	Prediktorvariabel: Kun én av stigningsvariablene per modell.
Stigning: Maks stig. over 2/3/4/5/6/7/8 prosent	Maks stigning i tunnelen er større enn eller lik (vs. mindre enn) 2/3/4/5/6/7/8 prosent (dummyvariabler); definert ut fra variabelen Maks. stigning.
Stigning: Maks. stig. over 5/7 prosent	Maksimal stigning i tunnelen er større enn eller lik (vs. mindre enn) 5% eller 7% (to dummyvariabler, definert for alle tunnelene).
Stigning: Maks. stigning	Maksimal stigning i tunnelen i prosent.
Stigning: Meter med 5/7 prosent eller mer stigning	Antall meter i tunnelen med stigning over henholdsvis 5 og 7 prosent (to kontinuerlige variabler, mangler for noen tunneler).
Tilløp til brann	Røyk uten flamme (vann damp, mye eksos og lignende som ikke kunne ha utviklet seg til brann, inngår ikke i definisjonen).
Tunnellengde	Eksponeringsvariabel: Tunnellengde i antall meter; beregnet ut fra vegreferansen i vegkart (avstand mellom første og siste meter). Tunnellengden inngår i modellene som «eksponeringsvariabel» (Stata-terminologi), dvs. at koeffisienten settes lik én i alle modellene.
Type tunnel	Prediktorvariabel: To- vs. ettløpstunnel og rampe vs. ettløpstunnel (dummyvariabler). Brannmodeller: To- vs. ettløpstunnel (rampene inngår ikke i modellene for branner).
Ulykker med drepte eller hardt skadde (DHSU)	Avhengig variabel i ulykkesmodellene: Ulykker med drepte eller hardt skadde.
ÅDT	Eksponeringsvariabel: Årsdøgntrafikk (ÅDT); gjennomsnittlig antall kjøretøy per døgn (omfatter alle motorkjøretøy). Prediktorvariabelen for ÅDT er i alle modellene den naturlige logaritmen av ÅDT (Ln(ÅDT)).
År	Prediktorvariabel: År når brannen/ulykken skjedde (2008-2015 / 2008-2017).

Tunneler

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (ÅDT gjelder året 2008). Tabellen går over flere sider

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Agatunnelen	588	Hordaland	550	715
Ett	Agjeldstunnelen	961	Sogn og Fjordane	60	983
Ett	Akslandtunnelen	88	Rogaland	46	938
Ett	Almenningen tunnel	652	Rogaland	46	1 072
Ett	Almenningstunnelen	342	Sogn og Fjordane	15	1 965
Ett	Alnestunnelen	1,500	Møre og Romsdal	7042	411
Ett	Alsakertunnelen	55	Hordaland	40	89
Ett	Amlatunnelen	2,483	Sogn og Fjordane	5	1 876
Ett	Apaltunnelen	153	Hordaland	39	5 002
Ett	Arnanipatunnelen	2,139	Hordaland	16	12 505
Ett	Aslakheimtunnel	299	Finnmark	6	2 248
Ett	Aspfjord	1,496	Nordland	6	1 301
Ett	Atlantterhavstunnelen	5,788	Møre og Romsdal	64	2 126
Ett	Aurtunnelen	151	Møre og Romsdal	359	1 769
Ett	Aurvågtunnelen	396	Møre og Romsdal	654	3 921
Ett	Austad	1,040	Vest-Agder	39	5 538
Ett	Austmannli	903	Hordaland	134	1 429
Ett	Austre Vindsviktunnelen	57	Rogaland	13	715
Ett	Austrått	485	Rogaland	13	9 736
Ett	Bakkatunnelen	1,755	Sogn og Fjordane	241	45
Ett	Bakkejord	314	Nordland	10	1 786
Ett	Baksmettunnelen	316	Rogaland	691	45
Ett	Baldersheimtunnelen	60	Hordaland	121	447
Ett	Ballesvikskaretunnelen	844	Troms	86	295
Ett	Bambletunnelen	752	Telemark	18	12 952
Ett	Bangsundtunnelen	169	Trøndelag	17	1 894
Ett	Bankantunnelen	249	Vest-Agder	43	3 037
Ett	Bastlitunnelen	241	Rogaland	13	715
Ett	Baugstetunnelen	44	Hordaland	40	134
Ett	Beitlatunnelen	661	Hordaland	16	4 823
Ett	Bekkestutunnelen hovedløp	745	Akershus	160	8 209
Ett	Berdaltunnelen	4,270	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Berdaltunnelen	128	Trøndelag	6432	268
Ett	Bergadaltunnelen	188	Hordaland	48	893
Ett	Berganetunnelen	168	Sogn og Fjordane	722	179
Ett	Bergskredatunnelen	510	Sogn og Fjordane	337	134
Ett	Bergeland tunnel	705	Rogaland	509	16 078
Ett	Bergsnevtunnelen	750	Nordland	78	1 340
Ett	Bergstunnelen	2,595	Sogn og Fjordane	5	1 384
Ett	Bergsundtunnelen hovedløp	714	Oppland	16	2 423
Ett	Bergsviktunnelen	349	Trøndelag	17	741
Ett	Berleporten	858	Sogn og Fjordane	575	89
Ett	Bermålstunnelen	1,639	Sogn og Fjordane	53	849
Ett	Berrfloget	1,407	Nordland	6	1 153
Ett	Bieheia	157	Aust-Agder	18	18 892
Ett	Bjordaltunnelen	1,552	Sogn og Fjordane	92	179
Ett	Bjorvika	139	Aust-Agder	420	2 144
Ett	Bjørøytunnelen	2,024	Hordaland	207	1 518
Ett	Bjølstadtunnelen hovedløp	434	Østfold	108	7 357
Ett	Bjønnsberget	1,104	Rogaland	42	625
Ett	Bjørga	1,180	Troms	211	281
Ett	Bjørgatunnelen	1,569	Hordaland	7	625
Ett	Bjørkhaugtunnelen	558	Hordaland	16	13 577
Ett	Bjørklundtunnelen	91	Hordaland	48	893

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Bjørkåstunnelen	1,342	Vest-Agder	42	759
Ett	Bjørnabakktunnelen	434	Sogn og Fjordane	5	1 340
Ett	Bjørnsnestunnelen	288	Sogn og Fjordane	5	3 975
Ett	Bjørnstokktunnelen	73	Nordland	76	322
Ett	Bjørsviktunnelen	844	Hordaland	39	2 233
Ett	Blakhammartunnelen	220	Hordaland	13	1 027
Ett	Blakset1tunnelen	125	Sogn og Fjordane	698	491
Ett	Blakset2tunnelen	502	Sogn og Fjordane	698	491
Ett	Blikshammertunnelen	1,254	Møre og Romsdal	650	1 242
Ett	Blindheimstunnelen	841	Møre og Romsdal	39	19 561
Ett	Blombakktunnelen	303	Sogn og Fjordane	92	45
Ett	Blødekjær	922	Aust-Agder	410	10 987
Ett	Blåkollen tunnel hovedløp	540	Akershus	159	10 840
Ett	Bogetunnelen	2,044	Hordaland	16	5 002
Ett	Boggetunnelen	150	Møre og Romsdal	660	884
Ett	Bogstunnelen	3,490	Sogn og Fjordane	39	1 697
Ett	Bolstadtunnelen	387	Hordaland	16	4 019
Ett	Borgotunnelen	1,554	Hordaland	567	3 484
Ett	Borgundtunnelen	3,050	Sogn og Fjordane	16	1 965
Ett	Borlaugstunnelen	4,107	Sogn og Fjordane	16	715
Ett	Bortnetunnelen	4,806	Sogn og Fjordane	616	402
Ett	Borviktunnelen	50	Rogaland	520	804
Ett	Botn	38	Nordland	17	491
Ett	Botnatunnelen	904	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Botsheitunnelen	200	Rogaland	13	2 054
Ett	Bragernestunnelen (Øvre Sund - rundkjøring)	3,183	Buskerud	282	14 996
Ett	Bratlitunnelen	198	Trøndelag	6	6 967
Ett	Brattebakktunnelen	140	Sogn og Fjordane	91	89
Ett	Bratthesten	343	Troms	862	232
Ett	Brattlandtunnelen	28	Hordaland	580	9 468
Ett	Brattli	3,606	Nordland	827	286
Ett	Brattstiåstunnelen	230	Trøndelag	714	1 304
Ett	Brattåstunnelen	524	Telemark	18	13 666
Ett	Breimsfjelltunnelen 1	167	Sogn og Fjordane	39	2 188
Ett	Breimsfjelltunnelen 2	867	Sogn og Fjordane	39	2 188
Ett	Breiskredatunnelen	180	Sogn og Fjordane	13	268
Ett	Breisvortunnelen	1,378	Sogn og Fjordane	39	1 251
Ett	Breitind	928	Troms	862	232
Ett	Breivik	2,599	Troms	862	7 938
Ett	Breivikhammer	186	Nordland	6	2 144
Ett	Breiviktunnelen	48	Vest-Agder	465	2 456
Ett	Breiøygard	25	Aust-Agder	18	6 699
Ett	Brekktunnelen	1,300	Trøndelag	39	10 522
Ett	Brensaltunnelen	128	Sogn og Fjordane	607	357
Ett	Breviktunnelen	212	Telemark	354	15 185
Ett	Brokløysa	1,464	Nordland	822	625
Ett	Brunsviktunnelen	709	Sogn og Fjordane	15	1 384
Ett	Bruråsen	176	Aust-Agder	18	8 039
Ett	Bryningslandstunnelen	227	Rogaland	39	5 877
Ett	Bukkadalstunnelen	204	Rogaland	13	715
Ett	Bukkaskår tunnel	410	Rogaland	13	402
Ett	Bukkesteintunnelen	941	Vest-Agder	43	3 037
Ett	Butunnelen	1,690	Hordaland	13	1 697
Ett	Buviktunnelen	149	Trøndelag	39	10 522
Ett	Bybrutunnelen	160	Rogaland	435	15 006
Ett	Byfjordtunnelen	5,875	Rogaland	39	8 575
Ett	Bygrensen	31	Nordland	10	2 200
Ett	Byhaugtunnelen	638	Rogaland	39	19 294
Ett	Bykle 1	441	Aust-Agder	9	849
Ett	Byrebergstunnelen hovedløp	517	Oppland	15	2 014
Ett	Byrotunnelen hovedløp	90	Hedmark	3	5 717
Ett	Bømlafjord	7,913	Hordaland	39	6 342
Ett	Børra	133	Nordland	10	2 200
Ett	Børvenestunnelen	1,215	Hordaland	7	2 948
Ett	Båteviktunnelen	67	Sogn og Fjordane	57	983
Ett	Dagslot	176	Nordland	76	357

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Dalberggtunnelen	335	Hordaland	7	1 117
Ett	Dalevågtunnelen	1,399	Hordaland	16	5 091
Ett	Dalmovikhals	164	Nordland	6	1 340
Ett	Dalseidtunnelen	1,839	Hordaland	16	4 019
Ett	Dalsfjordtunnelen	560	Sogn og Fjordane	609	625
Ett	Damfosstunnelen	219	Møre og Romsdal	39	1 831
Ett	Daumannvik	822	Nordland	6	1 301
Ett	Digernes	142	Hordaland	39	6 342
Ett	Djupedalstunnelen	413	Rogaland	13	322
Ett	Djupedaltunnelen	161	Vest-Agder	39	4 645
Ett	Djupevik	36	Rogaland	520	804
Ett	Djønnotunnelen	603	Hordaland	302	89
Ett	Drangeid	767	Vest-Agder	39	6 074
Ett	Drængstigtunnelen	1,232	Rogaland	46	1 072
Ett	Dyrkornstunnelen	1,567	Møre og Romsdal	650	1 661
Ett	Dørefjelltunnelen	800	Sogn og Fjordane	92	45
Ett	Ednatunnelen	231	Hordaland	550	893
Ett	Efjord	1,618	Nordland	827	286
Ett	Egddalen	72	Aust-Agder	71	1 608
Ett	Eggetunnelen	596	Trøndelag	6	8 477
Ett	Eggjåtunnelen	311	Rogaland	134	5 091
Ett	Eiavatn	432	Nordland	613	89
Ett	Eidetunnelen	74	Rogaland	47	11 612
Ett	Eidfjordtunnelen	2,032	Hordaland	7	1 384
Ett	Eidsnakkstunnelen	1,632	Møre og Romsdal	39	1 724
Ett	Eietunnelen	68	Vest-Agder	39	5 002
Ett	Eikefettunnelen	4,936	Hordaland	39	2 233
Ett	Eikefettunnelen Små	428	Hordaland	39	2 233
Ett	Eikelandstunnelen	418	Hordaland	365	268
Ett	Eikelandtunnelen	100	Sogn og Fjordane	614	670
Ett	Eikemofosstunnelen	166	Hordaland	379	214
Ett	Eikenesstunnelen	1,010	Sogn og Fjordane	615	268
Ett	Eikjetotunnelen	638	Hordaland	569	357
Ett	Eikremtunnelen	1,024	Møre og Romsdal	70	1 170
Ett	Eiksundtunnelen	7,849	Møre og Romsdal	653	2 644
Ett	Eikås	604	Hordaland	39	10 987
Ett	Eikås	588	Hordaland	39	10 987
Ett	Eilund1tunnelen	90	Sogn og Fjordane	606	134
Ett	Eilund2tunnelen	126	Sogn og Fjordane	606	134
Ett	Eitrheimtunnelen	1,689	Hordaland	550	893
Ett	Eitrånatunnelen	1,056	Sogn og Fjordane	698	179
Ett	Eivikhammeren	260	Nordland	17	983
Ett	Elgskauås	2,630	Buskerud	23	9 557
Ett	Eljarviktunnelen	105	Hordaland	134	1 608
Ett	Ellingsøygtunnelen hovedløp	3,536	Møre og Romsdal	658	9 039
Ett	Elstadmolokket Hovedløp	40	Akershus	6	19 942
Ett	Engehammeren	159	Nordland	812	660
Ett	Erviktunnelen	679	Sogn og Fjordane	15	1 474
Ett	Espelandstunnelen	810	Hordaland	57	5 449
Ett	Eva	39	Nordland	6	1 301
Ett	Eversviktunnelen	108	Hordaland	83	536
Ett	Evjetunnelen hovedløp	270	Akershus	164	7 906
Ett	Fagernes	2,069	Nordland	6	10 714
Ett	Falkali tunnel	1,193	Rogaland	13	402
Ett	Falkeberggtunnelen	110	Finnmark	102	179
Ett	Falkentunnelen hovedløp	920	Oppland	33	1 220
Ett	Falkfjord	393	Nordland	10	1 263
Ett	Fannefjordtunnelen	2,747	Møre og Romsdal	64	3 573
Ett	Fatlatunnelen	2,292	Sogn og Fjordane	55	1 965
Ett	Fauskangertunnelen	58	Hordaland	562	1 786
Ett	Fedaheitunnelen	1,450	Vest-Agder	39	5 002
Ett	Feiostunnelen	746	Sogn og Fjordane	180	357
Ett	Fenestunnelen	1,083	Trøndelag	714	1 304
Ett	Finneidfjord	857	Nordland	6	2 639
Ett	Finnekåsatunnelen	81	Telemark	37	1 161
Ett	Finnmotunnelen	233	Trøndelag	17	741
Ett	Finnsåstunnelen	2,412	Sogn og Fjordane	53	849
Ett	Finnvika	218	Nordland	2240	357

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Finnøytunnelen	5,806	Rogaland	519	1 072
Ett	Fjellsenden	762	Troms	277	179
Ett	Fjontunnelen	194	Hordaland	39	3 930
Ett	Fjordgård	2,290	Troms	275	179
Ett	Fjordgård rørtunnel	171	Troms	275	179
Ett	Fjæratunnelen	1,518	Hordaland	134	1 608
Ett	Fjærlanstunnelen	6,404	Sogn og Fjordane	5	1 340
Ett	Fjøretunnelen	1,159	Møre og Romsdal	92	545
Ett	Fjøsdaalen tunnel	1,646	Nordland	10	804
Ett	Fjågesundtunnelen	199	Telemark	304	179
Ett	Flagabergtunnelen	138	Hordaland	569	581
Ett	Flekkerøytunnelen	2,314	Vest-Agder	457	4 019
Ett	Flenjåtunnelen	5,053	Sogn og Fjordane	16	2 054
Ett	Florvågtunnelen	120	Hordaland	563	6 520
Ett	Flossånatunnelen	446	Rogaland	691	45
Ett	Flyplasztunnelen	155	Møre og Romsdal	137	2 233
Ett	Fløgatunnelen	1,408	Sogn og Fjordane	615	268
Ett	Fodnestunnelen	6,604	Sogn og Fjordane	5	2 054
Ett	Følgefonntunnelen	11,183	Hordaland	551	1 125
Ett	Folkedalstunnelen	1,377	Hordaland	7	903
Ett	Fonnafonntunnelen	602	Møre og Romsdal	111	1 938
Ett	Fornes	145	Nordland	17	491
Ett	Forså	685	Nordland	6	625
Ett	Fossane	360	Rogaland	660	313
Ett	Fossantunnelen	767	Trøndelag	714	1 554
Ett	Fosselandtunnelen	621	Vest-Agder	39	6 342
Ett	Fossenbrattetunnelen	665	Hordaland	7	2 054
Ett	Fossetunnelen	279	Hordaland	49	983
Ett	Fossgjeltunnelen	363	Hordaland	7	1 786
Ett	Fossmarktunnelen	110	Hordaland	16	4 823
Ett	Fossøytunnelen	202	Sogn og Fjordane	604	357
Ett	Fossånatunnelen	367	Hordaland	7	1 608
Ett	Frafjordtunnelen	3,823	Rogaland	281	357
Ett	Framfjordtunnelen	864	Sogn og Fjordane	92	134
Ett	Frammarsviktunnelen	76	Sogn og Fjordane	611	402
Ett	Freifjordtunnelen	5,109	Møre og Romsdal	70	3 555
Ett	Fresvikunnelen	2,170	Hordaland	13	1 161
Ett	Fretheimtunnelen	1,363	Sogn og Fjordane	16	2 412
Ett	Frogntunnelen hovedløp	1,564	Akershus	23	11 363
Ett	Frostaporten	275	Trøndelag	753	1 590
Ett	Frudalstunnelen	6,758	Sogn og Fjordane	5	1 384
Ett	Frøyatunnelen	5,301	Trøndelag	714	1 733
Ett	Fuglebergtunnelen	2,059	Hordaland	569	250
Ett	Furebergtunnelen	736	Hordaland	551	804
Ett	Fureli	1,673	Rogaland	117	268
Ett	Furenetunnelen	30	Møre og Romsdal	39	8 477
Ett	Furnestunnelen	179	Møre og Romsdal	61	3 296
Ett	Furubergtunnelen	302	Hordaland	57	4 377
Ett	Fykan	1,938	Nordland	17	679
Ett	Fyrdsbergtunnelen	1,185	Møre og Romsdal	39	2 099
Ett	Førrestunnelen	302	Sogn og Fjordane	5	1 340
Ett	Førretunnelen	303	Rogaland	134	12 773
Ett	Fånefjell	607	Aust-Agder	9	1 518
Ett	Galtadalstunnelen	37	Rogaland	13	625
Ett	Gamle Vangbergstunnelen	98	Sogn og Fjordane	60	983
Ett	Gangeskartunnelen	80	Sogn og Fjordane	618	536
Ett	Garfjelltunnelen	162	Troms	91	527
Ett	Gaupåstunnelen	342	Hordaland	16	15 810
Ett	Gaupåstunnelen	309	Vest-Agder	39	15 810
Ett	Geitatangen tunnel	164	Rogaland	13	402
Ett	Geiteryggtunnelen	3,281	Buskerud	50	268
Ett	Geiteryggtunnelen	105	Telemark	36	268
Ett	Geitskartunnelen	2,147	Troms	862	246
Ett	Gilderhammartunnelen	75	Møre og Romsdal	354	188
Ett	Giljajuvet	547	Rogaland	45	1 518
Ett	Gimstunnelen	79	Trøndelag	708	5 002
Ett	Gjeilnetunnelen	297	Vest-Agder	39	4 645
Ett	Gjeiteskaret	226	Aust-Agder	304	134

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Gjerdviktunnelen	90	Sogn og Fjordane	364	89
Ett	Gjuvsåna tunnel	486	Rogaland	13	402
Ett	Gjølsvoratunnelen	89	Sogn og Fjordane	615	268
Ett	Glefloget	501	Nordland	6	1 153
Ett	Glomfjord	2,238	Nordland	17	679
Ett	Gloppedalstunnelen	1,277	Rogaland	503	625
Ett	Glymjetunnelen	806	Hordaland	134	1 608
Ett	Godøytunnelen	3,849	Møre og Romsdal	658	1 483
Ett	Goksøyrtunnelen	159	Møre og Romsdal	18	304
Ett	Grasdaltunnelen	3,720	Sogn og Fjordane	15	849
Ett	Grasdaltunnelen	63	Hordaland	7	849
Ett	Gravdaltunnelen	85	Hordaland	48	893
Ett	Grefsrud miljøtunnel	130	Vestfold	315	5 359
Ett	Grimstadporten	552	Aust-Agder	18	13 890
Ett	Gruatunnelen hovedløp	1,393	Oppland	4	6 028
Ett	Grunnfarnes	595	Troms	232	161
Ett	Grytetunnelen	272	Sogn og Fjordane	611	179
Ett	Grøftvika	234	Nordland	4560	773
Ett	Grønlitunnelen hovedløp	491	Oslo	13868	7 757
Ett	Grønllifjell	2,811	Nordland	830	1 161
Ett	Gudvangatunnelen	11,428	Sogn og Fjordane	16	1 965
Ett	Gullhammartunnelen	194	Hordaland	13	2 858
Ett	Gullringtunnelen	1,210	Sogn og Fjordane	55	581
Ett	Gyatunnelen	500	Rogaland	42	625
Ett	Gyltunnelen	1,054	Møre og Romsdal	70	1 125
Ett	Gyltvikvatn	154	Nordland	6	1 301
Ett	Gåsehellerntunnelen	1,342	Vest-Agder	42	1 786
Ett	Hafjelltunnelen hovedløp	181	Oppland	361	428
Ett	Hagantunnelen hovedløp	2,585	Akershus	4	13 148
Ett	Hagatunnelen	690	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Hagaåstunnelen	1,641	Hordaland	7	3 930
Ett	Hallingporten	58	Buskerud	7	4 287
Ett	Halsatunnelen	144	Møre og Romsdal	136	2 045
Ett	Halsnøytunnelen	4,170	Hordaland	544	983
Ett	Hamangtunnelen hovedløp	336	Akershus	16	31 715
Ett	Hammartunnelen	248	Møre og Romsdal	62	1 563
Ett	Hamn	35	Troms	86	268
Ett	Hamnestunnelen	64	Sogn og Fjordane	662	89
Ett	Hamnøytunnelen	1,517	Nordland	10	849
Ett	Hamra I	96	Rogaland	46	417
Ett	Hamratunnelen	968	Rogaland	46	983
Ett	Handelandtunnelen	72	Vest-Agder	39	4 198
Ett	Hanneviktunnelen	318	Vest-Agder	39	10 719
Ett	Hansagjeltunnelen	693	Hordaland	7	1 786
Ett	Harafjelltunnelen	252	Hordaland	555	27 243
Ett	Harangtunnelen	790	Trøndelag	39	3 537
Ett	Harefossentunnelen	146	Sogn og Fjordane	57	357
Ett	Hareidporten	109	Møre og Romsdal	61	6 172
Ett	Hatlaåstunnelen	314	Møre og Romsdal	136	17 025
Ett	Hattnes	165	Nordland	10	1 263
Ett	Haugetunnelen	56	Hordaland	48	893
Ett	Hauglandtunnelen	838	Sogn og Fjordane	1	357
Ett	Haukabøtunnelen	871	Møre og Romsdal	662	2 992
Ett	Haukanestunnelen	635	Hordaland	7	4 823
Ett	Haukedaltunnelen	67	Sogn og Fjordane	616	357
Ett	Haukelandtunnelen	360	Hordaland	585	10 719
Ett	Haukeli	5,693	Hordaland	134	1 429
Ett	Haukåstunnelen	434	Sogn og Fjordane	604	357
Ett	Haukåttunnelen	133	Sogn og Fjordane	614	581
Ett	Havstad-Kuviga	435	Aust-Agder	410	14 113
Ett	Heddeneset	398	Aust-Agder	323	89
Ett	Hegerbergtunnelen	261	Møre og Romsdal	354	134
Ett	Heggeviktunnelen	178	Sogn og Fjordane	57	357
Ett	Heggurtunnelen	5,292	Møre og Romsdal	92	268
Ett	Heimatunnelen	411	Nordland	1	89
Ett	Helgehorntunnelen	1,215	Møre og Romsdal	653	2 644
Ett	Helgøytunnelen	269	Sogn og Fjordane	5	2 322
Ett	Hellandstunnelen	150	Møre og Romsdal	39	3 484

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Hellesyltporten	375	Møre og Romsdal	60	715
Ett	Helletunnelen	428	Sogn og Fjordane	611	179
Ett	Helletunnelen	321	Hordaland	16	179
Ett	Helltunnelen	3,924	Trøndelag	6	14 381
Ett	Herlandstunnelen	286	Hordaland	57	5 449
Ett	Hernestunnelen	519	Hordaland	16	4 287
Ett	Hesjedals	693	Hordaland	569	357
Ett	Heskestadtunnelen	305	Rogaland	39	4 555
Ett	Hestneset	555	Nordland	17	487
Ett	Hestneslokket fellesløp	102	Hedmark	6	12 505
Ett	Hettetunnelen	626	Hordaland	16	4 823
Ett	Hetåkertunnelen	46	Akershus	16	6 180
Ett	Hillestad miljøtunnel	51	Vestfold	32	6 074
Ett	Hillevågstunnelen	510	Rogaland	44	13 130
Ett	Hisdaltunnelen	173	Hordaland	7	4 377
Ett	Hitrattunnelen	5,650	Trøndelag	714	1 563
Ett	Hjartåbergstunnelen	3,505	Møre og Romsdal	39	2 153
Ett	Hjartås	1,082	Nordland	78	1 340
Ett	Hjelletunnelen	2,564	Sogn og Fjordane	15	1 027
Ett	Hjelletunnelen	45	Sogn og Fjordane	720	1 027
Ett	Hjelmåstunnelen	289	Hordaland	39	5 002
Ett	Hjelvikstunnelen	337	Møre og Romsdal	136	1 858
Ett	Hofstادتunnelen	98	Trøndelag	6	10 093
Ett	Holand	94	Nordland	78	1 340
Ett	Holemarkstunnelen	457	Hordaland	16	4 287
Ett	Holetunnelen	291	Sogn og Fjordane	60	983
Ett	Holmahaugtunnelen	88	Sogn og Fjordane	5	1 384
Ett	Holmestrandtunnelen	1,864	Vestfold	313	2 680
Ett	Holnestunnelen	214	Sogn og Fjordane	616	402
Ett	Holsbruttunnelen	95	Sogn og Fjordane	53	268
Ett	Honganvikstunnelen	1,369	Rogaland	520	759
Ett	Honningsvågstunnelen	4,440	Finnmark	69	518
Ett	Hoplatunnelen	195	Trøndelag	753	1 590
Ett	Hopstunnelen	758	Hordaland	39	17 864
Ett	Hordattunnelen	475	Hordaland	134	2 054
Ett	Hordviktunnelen	806	Hordaland	39	16 435
Ett	Hornestunnelen	191	Sogn og Fjordane	5	3 975
Ett	Horten miljøtunnel	703	Vestfold	19	9 468
Ett	Hostelandtunnelen	343	Hordaland	570	715
Ett	Hovdattunnelen	461	Hordaland	121	313
Ett	Hovdetunnelen	1,283	Sogn og Fjordane	55	1 295
Ett	Hovettunnelen	539	Telemark	18	13 130
Ett	Hovlandstunnelen	183	Sogn og Fjordane	5	1 831
Ett	Hundorptunnelen	4,597	Oppland	6	3 939
Ett	Hundvintunnelen	142	Hordaland	57	3 930
Ett	Husafjellstunnelen	688	Rogaland	47	4 019
Ett	Husatunnelen	78	Rogaland	13	625
Ett	Hvalertunnelen hovedløp	3,768	Østfold	108	2 254
Ett	Hyllestadtunnelen	42	Sogn og Fjordane	607	447
Ett	Hylstunnelen	2,320	Rogaland	13	402
Ett	Hyvingstunnelen	1,347	Hordaland	16	4 019
Ett	Hærlandtunnelen hovedløp	180	Østfold	18	5 831
Ett	Høgabergstunnelen	633	Hordaland	569	357
Ett	Høgsetstunnelen	752	Møre og Romsdal	39	2 322
Ett	Hølleslitunnelen	822	Rogaland	13	2 054
Ett	Høyangertunnelen	7,543	Sogn og Fjordane	55	357
Ett	Høydalstunnelen	194	Møre og Romsdal	651	241
Ett	Høydalstunnelen	528	Hordaland	569	241
Ett	Høyvikstunnelen	66	Hordaland	131	89
Ett	Håggåstunnelen	279	Trøndelag	6	6 967
Ett	Håkleivstunnelen	140	Sogn og Fjordane	609	402
Ett	Håklepptunnelen	608	Rogaland	39	4 645
Ett	Hårskolten	2,430	Nordland	830	1 161
Ett	Ibestadtunnelen	3,418	Troms	848	505
Ett	Iglatjørntunnelen	458	Rogaland	46	938
Ett	Illhølia	1,260	Nordland	6	2 385
Ett	Ilsviktunnelen	243	Trøndelag	706	10 540
Ett	Indre Sandvikstunnelen	136	Rogaland	686	134

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Ingelsfjordtunnelen	1,313	Nordland	10	928
Ett	Innfjordtunnelen	6,601	Møre og Romsdal	136	2 162
Ett	Instefjordtunnelen	538	Sogn og Fjordane	1	357
Ett	Isbergtunnelen	589	Troms	294	161
Ett	Isetunnelen	1,740	Sogn og Fjordane	614	268
Ett	Isfjelltunnelen	3,246	Troms	6	786
Ett	Ivarsflott	1,018	Rogaland	13	402
Ett	Jamnattunnelen	791	Hordaland	16	4 823
Ett	Jernbanetorget tunnel hovedløp	258	Oppland	213	7 125
Ett	Jernfjelltunnelen	2,385	Hordaland	39	1 742
Ett	Jonatunnelen	731	Hordaland	550	491
Ett	Jondalstunnelen	10,119	Hordaland	107	509
Ett	Jønjliljøtunnelen	782	Telemark	37	1 161
Ett	Jøssinghavn I	72	Rogaland	44	357
Ett	Jøssinghavn II	245	Rogaland	44	357
Ett	Jårviktunnelen	68	Rogaland	517	402
Ett	Jåteli I tunnelen	89	Sogn og Fjordane	53	268
Ett	Jåteli II tunnelen	106	Sogn og Fjordane	53	268
Ett	Kalstadkilentunnelen	173	Telemark	38	2 948
Ett	Kalurdaltunnelen	195	Trøndelag	710	857
Ett	Kalvik	2,729	Nordland	6	1 153
Ett	Kalvikhammartunnelen	75	Møre og Romsdal	354	134
Ett	Kamsbekken	366	Nordland	15000	191
Ett	Kannfloget	759	Nordland	6	1 153
Ett	Kansdaltunnelen	183	Møre og Romsdal	70	1 125
Ett	Kaperskaret	628	Troms	232	205
Ett	Karmøy tunnelen, Hellevik løp	7,345	Rogaland	47	3 783
Ett	Kilentunnelen	460	Rogaland	691	89
Ett	Kilentunnelen	37	Hordaland	549	89
Ett	Kipletunnelen	171	Hordaland	555	27 243
Ett	Kirkeheitunnelen	867	Vest-Agder	39	7 503
Ett	Kista	403	Nordland	17	179
Ett	Kjeldehammartunnelen	246	Rogaland	13	322
Ett	Kjenestunnelen	336	Hordaland	16	5 002
Ett	Kjøladalstunnelen	143	Rogaland	13	715
Ett	Kjøpsvik	784	Nordland	827	581
Ett	Kjørholt	2,195	Telemark	18	12 952
Ett	Kjørviktunnelen	104	Sogn og Fjordane	696	89
Ett	Kjøshammartunnelen	813	Sogn og Fjordane	39	2 144
Ett	Kleberg tunnelen	116	Sogn og Fjordane	39	1 295
Ett	Kleiva	101	Nordland	976	612
Ett	Kleivatunnelen	907	Sogn og Fjordane	5	1 340
Ett	Kleiviktunnelen	347	Trøndelag	6306	98
Ett	Klenslått tunnelen	55	Hordaland	16	4 823
Ett	Kleppenestunnelen	55	Sogn og Fjordane	615	268
Ett	Kleppetunnelen	517	Rogaland	44	13 666
Ett	Klettatunnelen	284	Sogn og Fjordane	5	5 717
Ett	Kleventunnelen	206	Vest-Agder	465	2 456
Ett	Klokkehaugtunnelen	74	Møre og Romsdal	60	4 591
Ett	Klokkehaugtunnelen hovedløp	10	Oppland	6	3 026
Ett	Klubben tunnel	115	Rogaland	45	2 412
Ett	Klubbentunnelen	144	Sogn og Fjordane	93	89
Ett	Klubbentunnelen 1	94	Hordaland	569	250
Ett	Klubbentunnelen 2	179	Hordaland	569	250
Ett	Klubbstraumentunnel	81	Hordaland	22	134
Ett	Kluftafjelltunnelen	467	Hordaland	16	4 019
Ett	Knoltatunnelen	356	Hordaland	16	4 377
Ett	Knudsjuvtunnelen	29	Hordaland	134	107
Ett	Koatunnelen	59	Trøndelag	6	8 387
Ett	Kobbhammaren	837	Nordland	6	1 153
Ett	Kobbskaret	4,457	Nordland	6	1 153
Ett	Kollstraumen	194	Nordland	801	259
Ett	Kolltveittunnelen	1,070	Hordaland	555	17 239
Ett	Kolnostunnelen	658	Sogn og Fjordane	53	849
Ett	Kolstø tunnel	100	Rogaland	13	804
Ett	Kongenestunnelen	1,107	Sogn og Fjordane	39	1 251
Ett	Kongevolltunnelen	55	Vest-Agder	466	625
Ett	Kongsnestunnelen	245	Sogn og Fjordane	55	357

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Korgfjell	8,533	Nordland	6	1 815
Ett	Krabbanestunnelen	65	Hordaland	40	134
Ett	Kragerøtunnelen	508	Telemark	38	2 948
Ett	Krakeviktunnelen	489	Sogn og Fjordane	616	357
Ett	Krok 3 tunnelen	270	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Krokabergtunnelen	561	Sogn og Fjordane	15	1 384
Ett	Kroknesodden tunnel	343	Rogaland	13	402
Ett	Kræklingentunnelen	337	Sogn og Fjordane	55	715
Ett	Kråkeskartunnelen	529	Hordaland	48	1 429
Ett	Kråkmotunnelen	526	Nordland	6	1 124
Ett	Kulvert Trodlaskar	25	Rogaland	772	983
Ett	Kulvert Verksallmen.	71	Rogaland	427	11 612
Ett	Kvalnestunnelen	162	Møre og Romsdal	61	6 565
Ett	Kvalsund	1,661	Troms	863	893
Ett	Kvaløy	144	Rogaland	46	938
Ett	Kvamskleivtunnelen hovedløp	164	Oppland	16	1 273
Ett	Kvamstotunnelen	136	Hordaland	314	715
Ett	Kvelsfesteskredotunnelen Velure overbygg	471	Hordaland	550	715
Ett	Kvernadalentunnelen	186	Sogn og Fjordane	604	357
Ett	Kvernbergtunnelen	779	Sogn og Fjordane	609	1 251
Ett	Kvernhaugtunnelen	1,334	Sogn og Fjordane	55	1 295
Ett	Kvernhushaugtunnelen	548	Hordaland	7	1 117
Ett	Kvistitunnelen	137	Hordaland	360	402
Ett	Kviturtunnelen	460	Hordaland	13	2 590
Ett	Kvivstunnelen	6,578	Sogn og Fjordane	39	1 527
Ett	Kvænflåget	1,747	Nordland	6	2 300
Ett	Kyrteigtunnelen	128	Rogaland	13	402
Ett	Kåfjordtunnelen	1,270	Finnmark	6	2 248
Ett	Kågen	1,727	Troms	866	634
Ett	Kårsbakkunnelen	341	Vest-Agder	651	2 680
Ett	Lakshammartunnelen	120	Sogn og Fjordane	691	134
Ett	Landsnestunnelen	596	Rogaland	686	134
Ett	Langanestunnelen	1,579	Sogn og Fjordane	337	134
Ett	Langarennet II	32	Hordaland	569	581
Ett	Langarennettunnelen 1	23	Hordaland	569	581
Ett	Lange 2 tunnelen	1,350	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Langfjorden skredoverbygg	775	Troms	347	63
Ett	Langfosstunnelen	726	Hordaland	134	1 608
Ett	Langhelletunnelen	926	Hordaland	16	5 002
Ett	Langnestunnelen	1,727	Troms	862	13 934
Ett	Larsberg	525	Troms	6	866
Ett	Larviksporten	98	Vestfold	18	18 311
Ett	Laudalstunnelen	194	Rogaland	46	893
Ett	Lausasteintunnelen	654	Hordaland	13	2 144
Ett	Lauviktunnelen	156	Hordaland	379	214
Ett	Lauvtotunnelen	70	Hordaland	569	581
Ett	Lauåstunnelen	228	Rogaland	42	6 922
Ett	Lavolltunnelen	373	Vest-Agder	39	5 002
Ett	Leiratunnelen	1,952	Møre og Romsdal	41	71
Ett	Leiret tunnel hovedløp	85	Hedmark	25	12 594
Ett	Leirvik	543	Nordland	6	2 215
Ett	Leirviktunnelen	165	Møre og Romsdal	354	134
Ett	Lerviktunnelen	772	Vest-Agder	465	2 456
Ett	Liafjellstunnelen	345	Hordaland	39	7 592
Ett	Liahammartunnelen	281	Rogaland	13	1 251
Ett	Liantunnelen	1,807	Troms	15	197
Ett	Liarostunnelen	563	Hordaland	7	2 144
Ett	Liksteintunnelen	31	Vest-Agder	465	1 384
Ett	Lilandtunnelen	47	Hordaland	314	491
Ett	Lille Matretunnelen	65	Hordaland	39	1 876
Ett	Lindlandtunnelen	273	Vest-Agder	39	6 342
Ett	Lindset	157	Nordland	78	1 340
Ett	Lingetunnelen	874	Møre og Romsdal	650	1 242
Ett	Lisjejøltunnelen	226	Sogn og Fjordane	39	1 251
Ett	Little Urdaltunnelen	438	Hordaland	39	2 233
Ett	Littlehammartunnel	67	Rogaland	13	402
Ett	Litlevatntunnelen	85	Sogn og Fjordane	614	581
Ett	Ljabrudiaagonalen hovedløp	144	Oslo	155	4 692

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Ljoraskreotunnelen	831	Hordaland	300	134
Ett	Ljøttunnelen	3,699	Møre og Romsdal	60	777
Ett	Loga	833	Vest-Agder	39	6 074
Ett	Lokket	116	Troms	83	16 023
Ett	Lonatunnelen	226	Telemark	38	2 948
Ett	Lonevågtunnelen	961	Hordaland	567	1 429
Ett	Lotetunnelen	2,859	Sogn og Fjordane	39	1 608
Ett	Lovraeidtunnelen 1	216	Rogaland	13	1 072
Ett	Lovraeidtunnelen 2	88	Rogaland	13	1 072
Ett	Lundesgård	217	Buskerud	7	3 573
Ett	Lundevatntunnelen	80	Rogaland	39	4 600
Ett	Lundtunnelen	147	Sogn og Fjordane	57	313
Ett	Lunnertunnelen hovedløp	3,814	Oppland	16	3 584
Ett	Lussandtunnelen	95	Hordaland	7	9
Ett	Lutefuratunnelen	186	Sogn og Fjordane	57	357
Ett	Lygratunnelen	79	Hordaland	404	179
Ett	Lyngbøttunnelen	40	Hordaland	191	1 429
Ett	Lyngfjelltunnelen	966	Hordaland	57	4 198
Ett	Lynghogtunnelen	17	Sogn og Fjordane	609	402
Ett	Lynneviktunnelen	165	Telemark	37	1 161
Ett	Lysetunnelen	1,103	Rogaland	500	179
Ett	Lærdalstunnelen	24,509	Sogn og Fjordane	16	1 831
Ett	Løkthaugen	725	Nordland	6	1 301
Ett	Lørge miljøtunnel	200	Vestfold	19	8 039
Ett	Løvik	258	Nordland	17	491
Ett	Løvstakentunnelen	2,045	Hordaland	540	10 317
Ett	Lågaskarstunnelen	315	Hordaland	16	5 091
Ett	Låvisberget 1 tunnelen	260	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Låvisberget 4 tunnelen	410	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Magnhildskartunnelen	2,897	Sogn og Fjordane	614	581
Ett	Mannsfjelltunnelen	1,787	Trøndelag	39	9 656
Ett	Marajøttunnelen	855	Sogn og Fjordane	39	1 251
Ett	Marienborgtunnelen løp fra Stavne	1,957	Trøndelag	706	7 098
Ett	Maristigentunnelen	432	Telemark	37	491
Ett	Markhustunnelen	2,448	Hordaland	134	1 608
Ett	Masfjordtunnelen	4,127	Hordaland	39	1 876
Ett	Mastrafjordtunnelen	4,421	Rogaland	39	4 466
Ett	Matrebergstunnelen	1,347	Hordaland	39	1 876
Ett	Maursund	2,124	Troms	866	536
Ett	Megård	386	Nordland	6	1 301
Ett	Melsvikstunnelen	2,491	Finnmark	6	2 248
Ett	Merkeskredatunnelen	1,537	Sogn og Fjordane	337	134
Ett	Merraskott	610	Buskerud	23	8 218
Ett	Middagsfjellet	2,074	Nordland	6	1 153
Ett	Midnestunnelen	1,253	Sogn og Fjordane	53	2 099
Ett	Midtbekktunnelen	987	Møre og Romsdal	98980	1 938
Ett	Midttun Miljøtunnelen	91	Hordaland	580	14 827
Ett	Mitnestunnelen	181	Hordaland	39	2 233
Ett	Moatunnelen	560	Møre og Romsdal	39	9 423
Ett	Modaltunnelen	3,459	Hordaland	569	250
Ett	Moelvtunnelen hovedløp	197	Hedmark	6	13 756
Ett	Mokleiv tunnel	141	Rogaland	13	402
Ett	Mokleivåsen tunnel	445	Rogaland	13	402
Ett	Molvikhammaren	2,732	Nordland	76	313
Ett	Monsatunnelen	137	Hordaland	550	491
Ett	Morkaåstunnelen	647	Møre og Romsdal	653	2 644
Ett	Moshovdatunnelen	1,424	Hordaland	48	1 429
Ett	Mosoddtunnelen hovedløp	212	Oppland	6	14 751
Ett	Mosseporten hovedløp	295	Østfold	19	18 692
Ett	Mostraumtunnelen	741	Hordaland	569	250
Ett	Mostøyltunnelen	123	Telemark	134	2 412
Ett	Mosåsen	253	Nordland	6	5 404
Ett	Mundalsbergstunnelen	1,091	Hordaland	39	5 895
Ett	Munkebotnentunnelen	551	Hordaland	39	4 377
Ett	Munnarvolltunnelen	267	Nordland	17	2 733
Ett	Mydland	258	Rogaland	1	223
Ett	Myrkdalentunnelen	1,084	Hordaland	13	1 286
Ett	Myrland	1,959	Nordland	10	1 263

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Møllevik	106	Nordland	17	491
Ett	Mølnåsen	400	Troms	83	7 146
Ett	Mørretunnelen	154	Trøndelag	715	1 429
Ett	Måbøtunnelen	1,913	Hordaland	7	1 117
Ett	Måndalstunnelen	2,083	Møre og Romsdal	136	1 554
Ett	Måsørtunnelen	117	Trøndelag	6	9 209
Ett	Nakkagjelstunnelen	212	Hordaland	16	4 287
Ett	Nakktunnelen	291	Møre og Romsdal	662	2 992
Ett	Nappstraumen	1,780	Nordland	10	1 610
Ett	Narheimtunnelen	146	Hordaland	314	197
Ett	Nattlandstunnelen	290	Hordaland	188	5 717
Ett	Naustbukttunnelen	1,080	Sogn og Fjordane	53	2 099
Ett	Naustdalstunnelen	5,970	Sogn og Fjordane	5	1 920
Ett	Nausttunnelen	296	Trøndelag	39	9 656
Ett	Nautskredatunnelen	180	Sogn og Fjordane	13	268
Ett	Nebbetunnelen	445	Møre og Romsdal	64	3 796
Ett	Nes	106	Rogaland	520	2 144
Ett	Nes tunnel	1,290	Buskerud	16	11 344
Ett	Nesbøtunnelen	2,510	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Nesetunnelen	44	Sogn og Fjordane	57	313
Ett	Nesetunnelen	160	Hordaland	134	313
Ett	Nesset	578	Nordland	6	2 639
Ett	Nesttuntunnelen	603	Hordaland	39	17 864
Ett	Nibetunnelen	108	Rogaland	13	1 965
Ett	Nipetunnelen	990	Hordaland	39	1 876
Ett	Nipvik	980	Nordland	827	286
Ett	Nishammartunnelen	2,045	Sogn og Fjordane	57	974
Ett	Nomelandtunnelen	198	Vest-Agder	57	313
Ett	Nonshaugen	85	Nordland	10	7 146
Ett	Norddaltunnelen	314	Sogn og Fjordane	614	581
Ett	Nordfjord	397	Nordland	617	112
Ett	Nordheitunnelen	414	Sogn og Fjordane	609	581
Ett	Nordkapptunnelen	6,870	Finnmark	69	402
Ett	Nordmark	184	Nordland	6	2 639
Ett	Nordrepollentunnelen	686	Hordaland	107	554
Ett	Nordvåg tunnelen	480	Finnmark	173	741
Ett	Noreviktunnelen	2,591	Sogn og Fjordane	39	1 697
Ett	Normanset	88	Finnmark	890	161
Ett	Norvikatunnelen	248	Trøndelag	6432	438
Ett	Nostunnelen	1,151	Sogn og Fjordane	698	223
Ett	Notviktunnelen	150	Rogaland	13	2 769
Ett	Novik	1,128	Nordland	475	47
Ett	Nærheimskleiv tunnelen	25	Rogaland	632	402
Ett	Nøddaltunnelen	25	Hordaland	40	134
Ett	Okslatunnelen	1,231	Hordaland	13	1 161
Ett	Oldeidetunnelen	155	Sogn og Fjordane	616	402
Ett	Olsviktunnelen	1,074	Hordaland	562	18 132
Ett	Omnentunnelen	157	Sogn og Fjordane	615	268
Ett	Omnestunnelen	235	Telemark	106	89
Ett	Onsmannestunnelen	324	Rogaland	46	893
Ett	Onstadtunnelen	673	Sogn og Fjordane	16	1 920
Ett	Opofтетunnelen	105	Vest-Agder	39	4 198
Ett	Oppdølsstrandtunnelen	7,578	Møre og Romsdal	70	1 938
Ett	Oppljostunnelen hovedløp	4,596	Oppland	15	849
Ett	Oppskredtunnelen	607	Møre og Romsdal	63	491
Ett	Osberg tunnelen	699	Rogaland	13	625
Ett	Osberg tunnelen I	83	Rogaland	13	463
Ett	Oslofjordtunnelen hovedløp	7,261	Akershus	23	8 218
Ett	Ospelittunnelen	2,507	Sogn og Fjordane	15	849
Ett	Otervik	615	Troms	862	268
Ett	Otervika rasoverbygg	55	Troms	862	232
Ett	Ottatunnelen	572	Sogn og Fjordane	55	581
Ett	Ottersteintunnelen	1,953	Sogn og Fjordane	609	625
Ett	Overå tunnelen	1,574	Møre og Romsdal	650	1 268
Ett	Perviktunnelen	631	Trøndelag	714	1 563
Ett	Pollfjellet	3,306	Troms	868	558
Ett	Porsgrunntunnelen	866	Telemark	356	7 414
Ett	Presteheiatunnelen	477	Vest-Agder	471	6 476

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Presturatunnelen	1,389	Telemark	37	1 161
Ett	Pyntentunnelen	44	Trøndelag	800	893
Ett	Pytjohåjen	110	Nordland	6	2 144
Ett	Rabben	45	Nordland	6	1 815
Ett	Rafdal 1 tunnel	48	Hordaland	134	107
Ett	Rafdal 2 tunnel	57	Hordaland	134	107
Ett	Raftsundtunnelen	1,568	Nordland	10	928
Ett	Rallerudtunnelen	2,780	Buskerud	7	3 573
Ett	Ramberg tunnelen	400	Sogn og Fjordane	8	89
Ett	Ramnabergtunnelen	1,519	Sogn og Fjordane	180	134
Ett	Ramsvik	402	Nordland	10	849
Ett	Rantentunnelen	75	Hordaland	564	2 501
Ett	Raueberg tunnelen	120	Sogn og Fjordane	243	313
Ett	Raudelitunnelen	429	Rogaland	117	268
Ett	Raudsandtunnelen	195	Møre og Romsdal	666	518
Ett	Rauhammaren	1,250	Nordland	6	1 153
Ett	Raunekleivtunnelen	250	Hordaland	7	4 913
Ett	Rausdal I tunnelen	97	Sogn og Fjordane	53	268
Ett	Rausdal II tunnelen	112	Sogn og Fjordane	53	268
Ett	Ravneheitunnelen	3,365	Vest-Agder	465	1 117
Ett	Redaltunnelen	379	Sogn og Fjordane	611	179
Ett	Reinhornheia	518	Nordland	813	357
Ett	Rekefjordtunnelen	85	Rogaland	40	223
Ett	Remefjelltunnelen	614	Møre og Romsdal	659	2 617
Ett	Remetunnelen	570	Møre og Romsdal	659	2 617
Ett	Remmemstunnelen	58	Møre og Romsdal	39	3 484
Ett	Rikåstunnelen hovedløp	258	Akershus	152	7 098
Ett	Ringnestunnelen hovedløp	341	Akershus	156	5 970
Ett	Ringsettunnelen	597	Møre og Romsdal	650	473
Ett	Ringstadbekktunnelen hovedløp	110	Akershus	609	7 727
Ett	Rishatten	125	Nordland	143	1 786
Ett	Risnestunnelen	1,725	Hordaland	16	9 022
Ett	Risviktunnelen	32	Trøndelag	776	170
Ett	Riven	922	Troms	277	179
Ett	Romslotunnelen	605	Hordaland	16	9 022
Ett	Rossajuvtunnelen	29	Rogaland	13	625
Ett	Rotsethorntunnelen gjennomgående	4,026	Møre og Romsdal	39	2 153
Ett	Rotsethorntunnelen sekundærveg	270	Møre og Romsdal	39	18
Ett	Rubbestadtunnelen	288	Hordaland	541	2 501
Ett	Rullestadtunnelen	2,948	Hordaland	134	1 608
Ett	Rustand	53	Buskerud	40	1 429
Ett	Ryatunnelen	2,680	Troms	858	563
Ett	Ryggedalen	1,625	Nordland	820	765
Ett	Ryggnestunnelen	107	Hordaland	300	134
Ett	Rødhammertunnelen	42	Trøndelag	17	1 894
Ett	Røldalstunnelen	4,665	Hordaland	134	2 054
Ett	Røneidtunnelen	656	Sogn og Fjordane	55	2 188
Ett	Rønningentunnelen	117	Vestfold	32	6 074
Ett	Rørvikskaret	726	Nordland	10	2 404
Ett	Røsslandsåstunnelen	83	Hordaland	134	107
Ett	Røstetunnelen hovedløp	1,096	Oppland	16	9 348
Ett	Røvik tunnelen	2,058	Nordland	80	2 948
Ett	Røynevarden tunnel	586	Rogaland	13	402
Ett	Røyrdalen	722	Rogaland	45	1 608
Ett	Røyrtunnelen	441	Møre og Romsdal	60	777
Ett	Råumtunnelen	514	Sogn og Fjordane	55	1 206
Ett	Saksenvik	1,172	Nordland	6	1 450
Ett	Saltnes	466	Nordland	6	1 340
Ett	Sandetunnelen	632	Sogn og Fjordane	572	670
Ett	Sandkollen	474	Nordland	812	464
Ett	Sandoddtunnelen	720	Møre og Romsdal	191	152
Ett	Sandviksåstunnelen hovedløp	317	Akershus	164	9 631
Ett	Sandviktunnelen	390	Hordaland	39	1 742
Ett	Sannerholtunnelen	123	Telemark	36	3 707
Ett	Sarnestunnelen	203	Finnmark	69	402
Ett	Sauåstunnelen	223	Hordaland	39	3 484
Ett	Seimsdaltunnelen	1,515	Sogn og Fjordane	303	893
Ett	Seljeli	1,054	Nordland	10	849

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Seljestadtunnelen	1,272	Hordaland	134	2 054
Ett	Seljeviktunnelen	250	Rogaland	46	893
Ett	Seltatunnelen	1,632	Sogn og Fjordane	16	2 054
Ett	Seltuntunnelen	111	Sogn og Fjordane	630	89
Ett	Selvågtunnelen	1,069	Møre og Romsdal	653	3 358
Ett	Sentrumstangenten	1,597	Troms	862	9 828
Ett	Setsåshøgda	183	Nordland	6	1 518
Ett	Sifjordskaret	964	Troms	243	45
Ett	Sifjordura	1,517	Troms	232	161
Ett	Sigerfjord	2,131	Nordland	85	1 474
Ett	Sila	2,870	Nordland	17	491
Ett	Sildafjelltunnelen	1,055	Rogaland	632	268
Ett	Siratunnelen	358	Vest-Agder	39	4 645
Ett	Sivletunnelen	1,114	Hordaland	16	1 965
Ett	Sjona	2,780	Nordland	17	491
Ett	Sjonsti	367	Nordland	17	558
Ett	Sjølystlokket hovedløp	370	Oslo	18	5 272
Ett	Sjønståfjell	2,830	Nordland	830	1 161
Ett	Sjøormporten	565	Telemark	36	2 278
Ett	Skaland	1,906	Troms	862	223
Ett	Skansentunnelen	506	Trøndelag	706	10 540
Ett	Skardalstunnelen	2,286	Troms	6	786
Ett	Skaret	437	Buskerud	16	11 165
Ett	Skarpsnotunnelen hovedløp	310	Hedmark	6	14 917
Ett	Skarvabjørgrtunnelen	122	Hordaland	13	1 161
Ett	Skarvberg	253	Troms	825	491
Ett	Skarvberget	2,937	Finnmark	69	447
Ett	Skasvoratunnelen	90	Sogn og Fjordane	615	268
Ett	Skatestraumtunnelen	1,902	Sogn og Fjordane	616	357
Ett	Skaugvoll	250	Nordland	17	791
Ett	Skavstøtunnelen	447	Sogn og Fjordane	615	268
Ett	Skeie	30	Rogaland	435	2 054
Ett	Skibergfjellettunnelen	1,036	Sogn og Fjordane	722	179
Ett	Skiphamntunnelen	114	Møre og Romsdal	680	840
Ett	Skjeggestadtunnelen	585	Vest-Agder	39	5 002
Ett	Skjeggghammartunnelen	662	Møre og Romsdal	92	268
Ett	Skjoldavik tunnel	140	Rogaland	134	5 449
Ett	Skjåholmen	697	Finnmark	94	1 393
Ett	Skodjevågtunnelen	83	Møre og Romsdal	661	1 572
Ett	Skoratunnelen	552	Sogn og Fjordane	391	89
Ett	Skorvetunnelen	484	Sogn og Fjordane	609	402
Ett	Skottunnelen	616	Rogaland	13	715
Ett	Skredlitunnelen	350	Rogaland	45	1 518
Ett	Skrikebergtunnelen	1,508	Sogn og Fjordane	39	1 608
Ett	Skrøtotunnelen	2,313	Møre og Romsdal	62	1 331
Ett	Skrøyvstadtunnelen	259	Trøndelag	776	98
Ett	Skuggebergtunnelen	80	Hordaland	569	447
Ett	Skuggetunnelen	183	Møre og Romsdal	136	20 240
Ett	Skåratunnelen	664	Sogn og Fjordane	617	1 965
Ett	Skårlandtunnelen	29	Vest-Agder	57	313
Ett	Skårtunnelen	386	Hordaland	121	313
Ett	Slottsfjelltunnelen	235	Vestfold	308	13 398
Ett	Slottsportentunnelen	950	Hordaland	569	250
Ett	Sløverfjord	3,329	Nordland	10	1 263
Ett	Slåttekåstunnelen	345	Telemark	36	3 484
Ett	Smiehagen tunnel løp mot Gøteborg	921	Akershus	6	18 423
Ett	Småtunnelen1	48	Hordaland	569	581
Ett	Småtunnelen2	20	Hordaland	569	581
Ett	Småtunnelen3	31	Hordaland	569	581
Ett	Snauhaugentunnelen	348	Hordaland	7	1 786
Ett	Snilldalstunnelen	515	Trøndelag	714	1 554
Ett	Songstadtunnelen 1	280	Hordaland	16	9 022
Ett	Songstadtunnelen 2	310	Hordaland	16	9 022
Ett	Sorgendalstunnelen hovedløp	284	Oppland	6	12 489
Ett	Sortvik	491	Finnmark	69	447
Ett	Spannavardtunnelen	254	Rogaland	47	4 019
Ett	Spjeldtunnelen	113	Hordaland	561	9 557
Ett	Sprangakslatunnelen	206	Trøndelag	755	652

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Spøneflottunnelen	415	Rogaland	46	893
Ett	St Hansfjellet hovedløp	158	Østfold	110	15 823
Ett	Stalheimtunnelen	1,189	Hordaland	16	1 965
Ett	Stallogargotunnelen	2,298	Finnmark	94	1 563
Ett	Stamnestunnelen	68	Hordaland	569	581
Ett	Stampeleinås	381	Buskerud	23	8 218
Ett	Stanatunnelen	659	Hordaland	13	1 161
Ett	Stanghelletunnelen	180	Hordaland	16	4 823
Ett	Stavangtunnelen	55	Sogn og Fjordane	611	179
Ett	Stavenestunnelen	111	Sogn og Fjordane	60	2 590
Ett	Stavenestunnelen	2,802	Hordaland	16	2 590
Ett	Stavnetunnelen	118	Trøndelag	706	11 085
Ett	Stavsjøfjelltunnelen	1,721	Trøndelag	6	15 899
Ett	Stedjebergtunnelen	2,109	Sogn og Fjordane	55	2 546
Ett	Steganestunnelen	77	Hordaland	16	4 823
Ett	Steigen	8,092	Nordland	835	307
Ett	Steiggjetunnelen	1,550	Sogn og Fjordane	53	2 099
Ett	Steinanes	120	Hordaland	39	3 484
Ett	Steinbrekkatunnelen	184	Telemark	18	13 666
Ett	Steinetunnelen	31	Sogn og Fjordane	630	89
Ett	Steinfjelltunnelen	2,117	Trøndelag	773	179
Ett	Steinfjord	1,286	Troms	862	277
Ett	Stetind	2,759	Nordland	827	286
Ett	Stettetunnelen	397	Møre og Romsdal	661	5 270
Ett	Stigabergtunnelen	47	Sogn og Fjordane	609	402
Ett	Stiganestunnelen	351	Hordaland	7	1 384
Ett	Stokkadjuvtunnelen	296	Hordaland	542	4 019
Ett	Stokkanestunnelen	353	Sogn og Fjordane	331	134
Ett	Stokkviknakken	568	Nordland	830	1 161
Ett	Stondaltunnelen	2,240	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Stongafjelltunnelen	694	Hordaland	562	13 041
Ett	Stordalstunnelen	3,533	Møre og Romsdal	650	1 715
Ett	Stordalstunnelen	1,190	Hordaland	134	1 715
Ett	Storefosstunnelen	125	Sogn og Fjordane	614	581
Ett	Storefosstunnelen	187	Hordaland	314	581
Ett	Storegjeltunnelen	851	Hordaland	7	1 117
Ett	Storehaugtunnelen	1,044	Sogn og Fjordane	13	447
Ett	Storeng - Njirran	137	Troms	868	357
Ett	Storesvatunnelen	884	Sogn og Fjordane	483	89
Ett	Storfjelltunnelen	2,741	Finnmark	883	201
Ett	Storhaugtunnelen	1,260	Rogaland	427	11 165
Ett	Storsandtunnelen	3,671	Trøndelag	39	8 093
Ett	Storuratunnelen	320	Troms	91	527
Ett	Storvasshammertunnelen	635	Trøndelag	714	1 554
Ett	Storvikatunnelen	1,259	Finnmark	6	2 248
Ett	Storvikskaret	3,116	Nordland	17	893
Ett	Storåttunnelen	245	Nordland	10	928
Ett	Strandveitunnelen hovedløp	251	Akershus	610	6 701
Ett	Straumdal	3,232	Nordland	17	179
Ett	Streketunnelen	3,806	Møre og Romsdal	60	777
Ett	Struksentunnelen	426	Hordaland	360	357
Ett	Strømsåstunnelen	3,738	Buskerud	134	16 525
Ett	Stupshølentunnelen	77	Sogn og Fjordane	55	2 456
Ett	Stussvikhovdatunnelen	1,211	Hordaland	49	447
Ett	Styggegjøltunnelen	65	Sogn og Fjordane	604	357
Ett	Støleheiatunnelen	194	Vest-Agder	75	1 786
Ett	Stølsnestunnelen	969	Sogn og Fjordane	337	134
Ett	Støylsnestunnelen	2,652	Sogn og Fjordane	5	1 340
Ett	Støyperilokket hovedløp	202	Oppland	4	9 032
Ett	Suldalsporten tunnel	739	Rogaland	13	411
Ett	Sundafjelltunnelen	1,876	Sogn og Fjordane	5	2 322
Ett	Sunds fjord	772	Nordland	17	791
Ett	Sunddalstunnelen	176	Hordaland	40	134
Ett	Svalnestunnelen	790	Trøndelag	39	9 656
Ett	Svandalsflona	1,053	Hordaland	134	1 429
Ett	Svardaltunnelen	68	Sogn og Fjordane	541	89
Ett	Svarthammeren	113	Troms	848	223
Ett	Svartholla	328	Troms	862	232

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Svartholla rasoverbygg	125	Troms	862	232
Ett	Svartisen	7,624	Nordland	17	679
Ett	Svarven	859	Nordland	513	330
Ett	Svindland	363	Vest-Agder	39	6 342
Ett	Svinviktunnelen	1,075	Møre og Romsdal	671	330
Ett	Svoldaltunnelen	205	Hordaland	551	893
Ett	Svoragrovatunnelen	189	Sogn og Fjordane	724	268
Ett	Svoritunnelen	170	Sogn og Fjordane	337	134
Ett	Svotunnelen	4,733	Rogaland	13	1 340
Ett	Svølgjatunnelen	726	Trøndelag	30	1 492
Ett	Svåa	314	Aust-Agder	9	849
Ett	Sædalstunnelen	327	Hordaland	188	4 466
Ett	Særetunnelen	720	Hordaland	16	13 577
Ett	Sæviktunnelen	968	Møre og Romsdal	18	304
Ett	Sønsterud tunnel	121	Buskerud	16	143
Ett	Sørdalstunnelen	6,392	Troms	10	1 563
Ett	Søreidetunnelen	1,881	Sogn og Fjordane	92	89
Ett	Sørheim 1 tunnelen	297	Sogn og Fjordane	331	134
Ett	Sørheim 2 tunnelen	885	Sogn og Fjordane	331	134
Ett	Sørlandsporten	115	Aust-Agder	18	7 324
Ett	Sørnestunnelen	240	Møre og Romsdal	136	21 625
Ett	Sørskaret	769	Troms	58	250
Ett	Søttaren	766	Nordland	15700	773
Ett	Takvamtunnelen	111	Hordaland	16	12 505
Ett	Talgjetunnelen	1,479	Rogaland	606	268
Ett	Talvik tunnel	860	Finnmark	6	2 160
Ett	Tangstad	442	Nordland	992	179
Ett	Teigabergtunnelen	421	Hordaland	7	2 054
Ett	Teigkamptunnelen	3,747	Oppland	6	3 796
Ett	Teistedaltunnelen	1,928	Vest-Agder	39	5 002
Ett	Telemarksporten	270	Telemark	18	16 525
Ett	Tennflåget	805	Nordland	6	1 301
Ett	Timreskredtunnelen	1,011	Sogn og Fjordane	53	849
Ett	Tirnestunnelen	222	Hordaland	383	63
Ett	Tiråstunnelen	2,023	Hordaland	566	3 930
Ett	Tokagjeltunnelen	407	Hordaland	7	1 786
Ett	Toppen	3,989	Troms	15	197
Ett	Toppetunnelen	114	Hordaland	240	4 287
Ett	Torgillsbergtunnelen	791	Hordaland	572	536
Ett	Torgilsholtunnelen	189	Hordaland	134	2 054
Ett	Torgrimslitunnelen	334	Rogaland	117	268
Ett	Torsnestunnelen	593	Hordaland	107	509
Ett	Torviktunnelen	117	Møre og Romsdal	64	1 733
Ett	Tosen	5,863	Nordland	76	357
Ett	Toventunnelen	10,693	Nordland	78	1 190
Ett	Trengereidtunnelen	1,793	Hordaland	16	5 002
Ett	Trengereidtunnelen	61	Hordaland	7	5 002
Ett	Trengsel	33	Nordland	6	1 301
Ett	Trettebergtunnelen	57	Hordaland	134	107
Ett	Trettetungenetunnelen	337	Sogn og Fjordane	180	45
Ett	Trettøytunnelen	1,182	Møre og Romsdal	98980	1 938
Ett	Trodaltunnelen	843	Hordaland	39	1 876
Ett	Trolljuv 1 tunnel	37	Hordaland	134	107
Ett	Trolljuv 2 tunnel	134	Hordaland	134	107
Ett	Trollkonetunnelen	734	Hordaland	16	4 019
Ett	Tronviktunnelen	202	Rogaland	39	4 600
Ett	Trysdaltunnelen	555	Hordaland	383	63
Ett	Trældaltunnelen	1,112	Nordland	6	1 608
Ett	Trøde-Bråhei	358	Aust-Agder	420	2 144
Ett	Tuftåstunnelen	1,958	Sogn og Fjordane	16	1 786
Ett	Tungesviktunnelen II	86	Hordaland	48	670
Ett	Tunnelen	115	Trøndelag	7702	3 545
Ett	Tunsbergtunnelen	4,095	Hordaland	13	2 680
Ett	Tussentunnelen	2,876	Møre og Romsdal	64	5 761
Ett	Tussviktunnelen	520	Sogn og Fjordane	55	357
Ett	Tveitatunnelen	69	Rogaland	681	179
Ett	Tveittunnelen	67	Hordaland	121	447
Ett	Tyskhaugentunnel	218	Finnmark	6	2 248

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Tysse Tunnelen	2,300	Hordaland	48	1 474
Ett	Tyssedaltunnelen	1,572	Hordaland	13	2 590
Ett	Tyvanestunnelen	187	Sogn og Fjordane	60	1 876
Ett	Tømmernes	722	Nordland	6	893
Ett	Tømmerås	563	Nordland	827	286
Ett	Uførebergettunnelen	344	Rogaland	13	322
Ett	Uføretunnelen	605	Hordaland	39	3 484
Ett	Uggdalseidettunnelen 1	89	Hordaland	49	1 429
Ett	Uggdalseidettunnelen 2	63	Hordaland	49	1 429
Ett	Umskardtunnelen	3,739	Nordland	12	786
Ett	Undaltunnelen	602	Sogn og Fjordane	57	313
Ett	Unstad	640	Nordland	992	89
Ett	Urantunnelen	236	Trøndelag	6304	27
Ett	Urheimstunnelen	454	Rogaland	13	402
Ett	Utakleiv	899	Nordland	990	119
Ett	Utnestunnelen	263	Hordaland	39	2 233
Ett	Vabakkentunnelen	566	Telemark	36	9 468
Ett	Vadfosstunnelen	679	Telemark	38	5 091
Ett	Vadheimtunnelen	1,658	Sogn og Fjordane	55	938
Ett	Valatunnelen	302	Møre og Romsdal	680	840
Ett	Valderøytunnelen	4,225	Møre og Romsdal	658	7 548
Ett	Vallaviktunnelen	8,248	Hordaland	13	1 889
Ett	Valslagtunnelen	2,624	Trøndelag	714	1 304
Ett	Vamråktunnelen	241	Sogn og Fjordane	92	89
Ett	Vangdalsbergettunnelen	430	Hordaland	49	1 697
Ett	Vangentunnelen	40	Møre og Romsdal	64	5 574
Ett	Vangstunnelen	2,473	Hordaland	16	3 573
Ett	Vardatunnelen	194	Rogaland	13	715
Ett	Vardø	2,895	Finnmark	75	763
Ett	Varstadtunnelen	867	Rogaland	520	759
Ett	Vassbotn	707	Nordland	514	54
Ett	Vassbygd tunnelen	1,058	Sogn og Fjordane	50	491
Ett	Vassendatunnelen	207	Hordaland	16	4 287
Ett	Vaterlandtunnelen hovedløp	369	Oslo	162	13 643
Ett	Vatlandtunnelen	3,178	Vest-Agder	39	4 198
Ett	Vatnetunnelen	112	Hordaland	57	4 377
Ett	Velaskartunnelen	288	Rogaland	13	1 072
Ett	Vesterled	40	Aust-Agder	420	6 744
Ett	Vesterviktunnelen	481	Hordaland	48	893
Ett	Vestre Vindsviktunnelen	197	Rogaland	13	715
Ett	Vethaugtunnelen	1,266	Nordland	17	2 733
Ett	Vetlebotntunnelen	286	Sogn og Fjordane	50	268
Ett	Vetlehovdatunnelen	636	Hordaland	121	179
Ett	Vevringtunnelen	627	Sogn og Fjordane	611	179
Ett	Viggjatunnelen	2,730	Trøndelag	39	8 093
Ett	Vikabergtunnelen	47	Hordaland	569	581
Ett	Vikanestunnelen	264	Hordaland	39	2 233
Ett	Vikanestunnelen	368	Rogaland	134	2 233
Ett	Vikanøstunnelen	52	Møre og Romsdal	64	1 733
Ett	Vikaståitunnelen	62	Hordaland	569	581
Ett	Vikatunnelen	120	Rogaland	496	268
Ett	Vikatunnelen	1,188	Rogaland	13	268
Ett	Vikatunnelen	607	Trøndelag	769	268
Ett	Vikesundtunnelen	316	Hordaland	39	2 233
Ett	Viketunnelen	4,279	Møre og Romsdal	191	152
Ett	Viktunnelen	289	Møre og Romsdal	64	1 644
Ett	Vindfylletunnelen	1,083	Sogn og Fjordane	15	1 474
Ett	Vindhammartunnelen	118	Hordaland	13	1 161
Ett	Vindvik	986	Nordland	17	791
Ett	Vingertunnelen hovedløp	116	Hedmark	16	10 183
Ett	Vintertunnelen	91	Hordaland	134	1 608
Ett	Visettunnelen	1,114	Møre og Romsdal	650	1 617
Ett	Voldshammartunnelen	249	Møre og Romsdal	652	366
Ett	Vulviktunnelen	270	Møre og Romsdal	70	1 125
Ett	Væletunnelen	458	Hordaland	16	4 287
Ett	Væretunnelen	1,627	Trøndelag	6	17 400
Ett	Vågsliedtunnelen	1,643	Telemark	134	1 340
Ett	Vågstrandstunnelen	3,706	Møre og Romsdal	136	1 554

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Ett	Vågstunnel	837	Rogaland	13	402
Ett	Vågtunnelen	106	Hordaland	48	893
Ett	Yste Jarva tunnelen	82	Sogn og Fjordane	180	134
Ett	Ytre Sandviktunnelen	377	Rogaland	686	134
Ett	Ytre Sortvik	135	Finnmark	69	447
Ett	Øksendalstunnelen	5,998	Møre og Romsdal	62	1 563
Ett	Øksfjord	4,292	Finnmark	882	161
Ett	Økslandtunnelen	826	Sogn og Fjordane	39	2 054
Ett	Økstratunnelen	428	Rogaland	686	313
Ett	Ørgenviktunnelen	3,635	Buskerud	7	3 573
Ett	Ørneheitunnelen	842	Vest-Agder	43	3 037
Ett	Ørnfjord	865	Troms	275	179
Ett	Ørsdalstunnelen	1,399	Rogaland	117	112
Ett	Østerå	307	Aust-Agder	411	2 724
Ett	Østre Vallesverd	210	Aust-Agder	420	2 144
Ett	Øyertunnelen hovedløp	3,873	Oppland	6	6 759
Ett	Å	123	Nordland	10	393
Ett	Åkrafjordtunnelen	7,430	Hordaland	134	116
Ett	Årsetunnelen	272	Møre og Romsdal	39	2 126
Ett	Årøytunnelen	405	Sogn og Fjordane	55	2 456
Ett	Åsa vest	117	Buskerud	156	759
Ett	Åsa øst	95	Buskerud	156	759
Ett	Åsarøytunnelen	369	Rogaland	46	893
Ett	Åsnuttunnelen	295	Rogaland	509	12 594
Ett	Åtlandtunnelen	360	Vest-Agder	39	4 645
To	Askimporten løp mot Oslo	1,006	Østfold	18	10 753
To	Auglendshøyden tunnel	360	Rogaland	39	56 094
To	Baneheia Østgående hovedløp	773	Vest-Agder	18	37 872
To	Bjørgetunnelen nordgående	175	Vestfold	18	22 152
To	Bjørnerød viltlokk nordgående	48	Vestfold	18	27 243
To	Bolstadtunnelen sørgående	179	Vestfold	18	22 330
To	Botnetunnelen nordgående	1,375	Vestfold	18	20 097
To	Brattheiatunnelen vestg	1,517	Aust-Agder	18	13 398
To	Brekketunnelen nordgående	590	Vestfold	18	22 598
To	Brennetunnelen løp mot Bergen	1,067	Akershus	16	12 089
To	Bringåkertunnelen nordgående	1,129	Vestfold	18	20 097
To	Brubakktunnelen løp mot Oppdal	115	Trøndelag	6	11 987
To	Brynstunnelen løp mot Gøteborg	277	Oslo	6	61 096
To	Busgårdlokket Nordgående	44	Østfold	6	22 748
To	Damsgårdtunnelen vest	2,351	Hordaland	555	35 550
To	Danebo miljøttunnel nordgående	51	Vestfold	18	20 544
To	E39 Vestgående	210	Vest-Agder	39	10 719
To	Eidettunnelen løp mot Gøteborg	862	Østfold	6	28 615
To	Eidsvolltunnelen løp mot Hamar	1,182	Akershus	6	13 413
To	Eidsvågstunnelen S	853	Hordaland	39	42 785
To	Engelsheitunnelen Østg	253	Aust-Agder	18	12 148
To	Espatunnelen løp mot Hamar	713	Hedmark	6	12 505
To	Fjøsangertunnelen	141	Hordaland	39	23 670
To	Flyplasstunnelen fra flyplassen	113	Troms	862	17 596
To	Fløyfjellstunnelen N	3,573	Hordaland	39	40 731
To	Flårtunnelen nordgående	882	Vestfold	18	20 901
To	Follotunnelen løp mot Gøteborg	895	Akershus	6	31 761
To	Foskollentunnelen, krabbeløpet	538	Buskerud	18	45 733
To	Framneslokket løp mot Kristiansand	121	Oslo	18	66 282
To	Frodeåstunnelen Østgående	1,912	Vestfold	300	10 987
To	Furulund miljøttunnel nordgående	50	Vestfold	18	27 243
To	Furusmotunnel løp mot E6	52	Akershus	16	26 075
To	Galteryggen løp mot Gøteborg	91	Østfold	6	27 461
To	Glaskartunnelen N	592	Hordaland	39	42 160
To	Granfosstunnelen lokk mot Fornebu	2,772	Oslo	150	13 398
To	Grillstadtunnelen løp mot Stjørdal	744	Trøndelag	6	27 288
To	Gulli miljøttunnel nordgående	286	Vestfold	18	20 901
To	Hammersborgtunnelen fellesløp	381	Oslo	162	10 120
To	Hanekleivtunnelen nordgående	1,742	Vestfold	18	22 330
To	Haumyrheia vestg	369	Vest-Agder	18	35 550
To	Hemtunnelen nordgående	933	Vestfold	18	25 010
To	Hillestadtunnelen nordgående	802	Vestfold	18	22 330
To	Hobeksetertunnelen nordgående	385	Vestfold	18	15 363

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
To	Island miljøtunnel nordgående	396	Vestfold	18	42 428
To	Kjørbotunnelen løp mot Bergen	336	Akershus	16	31 715
To	Kleivene nordgående	1,188	Buskerud	18	28 494
To	Knappetunnelen mot Bergen	6,417	Hordaland	557	18 043
To	Korslundtunnelen løp mot Hamar	626	Akershus	6	12 644
To	Kvernåstunnelen vestg	180	Aust-Agder	18	12 237
To	Lianakktunnelen vest	193	Hordaland	555	39 302
To	Lyderhornstunnelen vest	1,115	Hordaland	555	36 801
To	Lysakerlokket løp mot Kristiansand	479	Akershus	18	68 092
To	Løeheitunnelen Vestg	347	Aust-Agder	18	13 398
To	Løkentunnelen nordgående	699	Vestfold	18	22 330
To	Lørentunnelen løp mot Ryen	1,153	Oslo	150	59 332
To	Malerødtunnelen nordgående	230	Vestfold	18	14 827
To	Morskogstunnelen løp mot Hamar	2,334	Akershus	6	12 644
To	Natvall Miljøtunnel noedgående	219	Vestfold	18	26 439
To	Nordbyttunnelen løp mot Gøteborg	3,851	Akershus	6	32 521
To	Nygårdtunnelen vest	857	Hordaland	555	32 334
To	Nøstvettunnelen løp mot Gøteborg	3,659	Akershus	6	36 234
To	Oddernes vestgående	1,049	Vest-Agder	18	38 051
To	Opera Bjørnvika fellesløp takåpning	6,841	Oslo	18	35 331
To	Opera Bjørnvika sekundærløp mot Drammen	447	Oslo	18	36 201
To	Paulertunnelen nordgående	420	Vestfold	18	14 827
To	Pinåstunnelen løp mot Gøteborg	82	Akershus	6	44 739
To	Ramsund miljøtunnel nordgående	42	Vestfold	18	28 047
To	Ryenlokket løp mot Gøteborg	151	Oslo	6	69 730
To	Rælingstunnelen løp mot Oslo	1,813	Akershus	159	27 441
To	Rødbøltunnelen nordgående	160	Vestfold	18	22 956
To	Sandbekkåstunnelen nordgående	155	Vestfold	18	15 363
To	Selviktunnelen N	124	Hordaland	39	42 160
To	Skifjelltunnelen vestg	1,086	Aust-Agder	18	12 058
To	Skjæringen Mariero	133	Rogaland	44	12 594
To	Skuitunnelen løp mot Bergen	1,421	Akershus	16	12 746
To	Sky miljøtunnel nordgående	40	Vestfold	18	14 827
To	Smestadtunnelen løp mot Fornebu	496	Oslo	150	39 770
To	Solum miljøtunnel nordgående	50	Vestfold	18	15 363
To	Songefjelltunnelen vestg	370	Aust-Agder	18	12 058
To	Steinsåstunnelen vestg	2,222	Aust-Agder	18	13 398
To	Stenbjørnrød miljøtunnel nordgående	111	Vestfold	18	20 901
To	Stenbjørnrødtunnelen nordgående	579	Vestfold	18	20 901
To	Storolokket løp mot Sinsen	136	Oslo	150	61 544
To	Strindheimtunnelen mot Stjørdal	2,763	Trøndelag	706	17 775
To	Studeheitunnelen Vestg	308	Aust-Agder	18	13 398
To	Svartdal miljøtunnel nordgående	60	Vestfold	18	25 010
To	Tangtunnelen løp mot Steinkjer	345	Trøndelag	6	19 526
To	Tassebekk Viltlokk nordgående	42	Vestfold	18	27 243
To	Teleplanlokket løp fra Fornebu	157	Akershus	166	21 443
To	Troldhaugentunnelen sør	512	Hordaland	580	24 474
To	Tromsøysund	3,436	Troms	8	9 651
To	Tåsentunnelen løp mot Sinsen	1,349	Oslo	150	10 910
To	Vassumtunnelen fellesløp	368	Akershus	23	11 363
To	Vestervegen vestgående	221	Vest-Agder	39	2 680
To	Vesttunnelen Inforama-arm mot E18 Drammen	470	Akershus	153	10 354
To	Vittenbergtunnelen løp mot Lillestrøm	204	Akershus	159	32 725
To	Værnestunnelen N løp mot Steinkjer	216	Trøndelag	6	19 526
To	Vågsbygdporten vestgående	1,333	Vest-Agder	39	20 633
To	Vålerenga løp mot Sentrum	832	Oslo	6	62 687
To	Økerntunnelen løp mot Grorud	312	Oslo	163	15 289
To	Åsnuten kulvert	299	Rogaland	509	15 363
Rampe	Amlatunnelen Nord	486	Sogn og Fjordane	5	1 876
Rampe	Amlatunnelen Sør	364	Sogn og Fjordane	5	938
Rampe	Avkjøring Hannevika	176	Vest-Agder	456	5 270
Rampe	Baneheia, Avkjøring fra vest mot Eg	38	Vest-Agder	18	2 144
Rampe	Baneheia, Avkjøring fra vest mot sentrum	52	Vest-Agder	18	3 126
Rampe	Baneheia, Avkjøring fra øst mot sentrum	43	Vest-Agder	18	4 377
Rampe	Baneheia, Påkjøring fra Eg mot vest	155	Vest-Agder	18	2 144
Rampe	Baneheia, Påkjøring fra Eg mot øst	520	Vest-Agder	18	2 144
Rampe	Baneheia, Påkjøring fra sentrum mot vest	360	Vest-Agder	18	3 126
Rampe	Baneheia, Påkjøring fra sentrum mot øst	188	Vest-Agder	18	4 287

Tabell 25: Tunneler som er med i analysene (forts.).

Løp	Tunnel	Lengde (meter)	Fylke	Veg	ÅDT
Rampe	Baneheia, Rampe fra øst mot Eg	98	Vest-Agder	18	3 082
Rampe	Blødekjær rampe	187	Aust-Agder	410	4 332
Rampe	Blødekjær rampe	80	Aust-Agder	410	4 332
Rampe	Blødekjær rampe	84	Aust-Agder	410	4 332
Rampe	Blødekjær rampe	200	Aust-Agder	410	4 332
Rampe	Blåkollen tunnel rampe fra Oslo	315	Akershus	159	5 115
Rampe	Blåkollen tunnel rampe mot Oslo	226	Akershus	159	5 725
Rampe	Damsgårdtunnelen rampe vest	357	Hordaland	555	2 680
Rampe	Damsgårdtunnelen rampe øst	364	Hordaland	555	1 608
Rampe	Ellingsøyntunnelen sekundær- og fellesløp	136	Møre og Romsdal	658	1 367
Rampe	Fedahei, avkj fra vest mot Kvinesdal (R34)	496	Vest-Agder	39	983
Rampe	Fedahei, avkj fra øst mot Kvinesdal (R14)	660	Vest-Agder	39	983
Rampe	Fedahei, env fra Kvinesdal mot vest (R43)	174	Vest-Agder	39	983
Rampe	Fedahei, env. fra Kvinesdal mot Øst (R41)	74	Vest-Agder	39	983
Rampe	Hammersborgtunnelen avrampe mot Sentrum V	27	Oslo	162	4 403
Rampe	Haumyrheia fra F3 mot vest	66	Vest-Agder	18	5 270
Rampe	Knappetunnelen rampe 41 mot Straume	611	Hordaland	557	1 251
Rampe	Knappetunnelen rampe 42 fra Straume	801	Hordaland	557	1 340
Rampe	Knappetunnelen rampe 51 mot Sandeide	393	Hordaland	557	8 575
Rampe	Knappetunnelen rampe 52 fra Sandeide	392	Hordaland	557	8 218
Rampe	Knappetunnelen rampe 61 mot Sandeide	538	Hordaland	557	4 377
Rampe	Knappetunnelen rampe 62 fra Sandeide	333	Hordaland	557	4 913
Rampe	Knappetunnelen rampe mot Loddefjord	35	Hordaland	555	6 431
Rampe	Knappetunnelen rampe mot Lyngbø	128	Hordaland	557	1 786
Rampe	Nygårdtunnelen rampe vest	374	Hordaland	555	2 680
Rampe	Nygårdtunnelen rampe øst	358	Hordaland	555	5 538
Rampe	Opera Ekeberg pårampe fra Lodalen mot Sentrum	50	Oslo	6	5 577
Rampe	Opera Festning avrampe fra Drammen til Havnelageret	252	Oslo	18	6 555
Rampe	Opera Festning avrampe fra Stockholm til Dr. Mauds gt	627	Oslo	18	6 462
Rampe	Opera Festning pårampe fra Dr. Mauds gt til Stockholm	591	Oslo	18	6 181
Rampe	Opera Svartdal avrampe fra Ryen	133	Oslo	6	2 086
Rampe	Opera Svartdal avrampe til Ekeberg tun. mot Sentrum	359	Oslo	6	24 607
Rampe	Opera Svartdal pårampe fra Ekeberg tun. til Ryen	179	Oslo	6	8 119
Rampe	Opera Svartdal pårampe fra Lodalen til Ryen	156	Oslo	6	2 011
Rampe	Påkjøring Hannevika	330	Vest-Agder	456	5 270
Rampe	Strindheimtunnelen rampe mot Brøsetvegen	491	Trøndelag	706	4 466
Rampe	Strindheimtunnelen rampe mot Theim sentrum	536	Trøndelag	706	4 421
Rampe	Tåsentunnelen løp mot Sinsen	138	Oslo	150	10 910
Rampe	Tåsentunnelen løp mot Smestad	112	Oslo	150	6 342
Rampe	Vassumtunnelen løp mot Drammen	20	Akershus	6	5 681
Rampe	Vassumtunnelen løp mot E6	145	Akershus	6	5 681

Tabell 26: Tunneler som *ikke* er med i analysene.

Tunnel	Forklaring
Åilegastunnel	Åpnet etter analyseperioden
Alnestunnelen (veg 7042; 206 meter)	Mangler informasjon om trafikkmengde
Bodøtunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Fantebrauta tunnel	Åpnet etter analyseperioden
Farkvamstunnelen	Manglende informasjon om tunnelen (nedlagt tunnel)
Filefjellstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Flåtenestunnelen	Tunnel ikke åpen for motorisert trafikk (gang- og sykkelveg)
Furene gang- og sykkelveg tunnel	Tunnel ikke åpen for motorisert trafikk (gang- og sykkelveg)
Gjøtetunnelen	Manglende informasjon om tunnelen (nedlagt tunnel)
Granstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Gs-tunnel 3 Eidfjord	Tunnel ikke åpen for motorisert trafikk (gang- og sykkelveg)
Gs-tunnel 4 Eidfjord	Tunnel ikke åpen for motorisert trafikk (gang- og sykkelveg)
Harstadåstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Hauersetelokket	Mangler informasjon om trafikkmengde
Hellfjordtunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Herfjordstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Holmviktunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Høgberg tunnel	Åpnet etter analyseperioden
Høgenhei	Åpnet etter analyseperioden
Ingiertunnelen hovedløp	Mangler informasjon om trafikkmengde
Iversflota I	Mangler informasjon om trafikkmengde
Iversflota II	Mangler informasjon om trafikkmengde
Joberg tunnel	Åpnet etter analyseperioden
Kvernsundtunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Larvikstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Lindetoni gs	Tunnel ikke åpen for motorisert trafikk (gang- og sykkelveg)
Løkkeåstunnelen hovedløp	Mangler informasjon om trafikkmengde
Martineåstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Merrabergtunnelen	Manglende informasjon om tunnelen (nedlagt tunnel)
Mjønestunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Nordnes	Åpnet etter analyseperioden
Olumshagatunnelen hovedløp	Mangler informasjon om trafikkmengde
Ornestunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Reinforshei tunnel	Åpnet etter analyseperioden
Rothaugentunnelen	Tunnel ikke åpen for motorisert trafikk (sykkelveg)
Ryssdalstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Skaarlia	Åpnet etter analyseperioden
Skavlane privat	Ikke offentlig veg
Slørdalstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Soknedalstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Storlersbakken viltovergang	Åpnet etter analyseperioden
Storlikollentunnel	Åpnet etter analyseperioden
Strandanipatunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Strømnestunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Sydnestunnelen	Tunnelen er kun åpen for kollektivtrafikk
Sørkjøstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Trifontunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Tronvik GS	Tunnel ikke åpen for motorisert trafikk (gang- og sykkelveg)
Vangbergstunnelen	Åpnet etter analyseperioden
Ågaflåget gangveg tunnel	Tunnel ikke åpen for motorisert trafikk (gang- og sykkelveg)
Åsentunnelen	Manglende informasjon om tunnelen (nedlagt tunnel)

Deskriptiv statistikk

Tabell 27: Antall tunneler, samlet lengde og gjennomsnittlig ÅDT per år.

	Antall tunneler					Antall kilometer (samlet lengde)					ÅDT (gjennomsnitt)				
	Alle	Ett-/toløps	Ettløps	Toløps	Ramper	Alle	Ett-/toløps	Ettløps	Toløps	Ramper	Alle	Ett-/toløps	Ettløps	Toløps	Ramper
2008	988	957	899	58	31	914	907	861	46	7	4 546	4 318	2 878	31 073	3 276
2009	1 004	973	914	59	31	934	927	879	48	7	4 555	4 354	2 898	30 895	3 293
2010	1 033	1 002	929	73	31	976	969	908	61	7	4 761	4 554	2 948	28 433	3 329
2011	1 056	1 013	936	77	43	998	987	918	69	11	4 928	4 805	2 993	28 760	4 378
2012	1 064	1 021	943	78	43	1 006	995	925	70	11	5 011	4 871	3 042	29 124	4 450
2013	1 088	1 045	958	87	43	1 043	1 032	959	73	11	5 150	4 859	3 085	28 208	4 504
2014	1 109	1 066	975	91	43	1 074	1 062	988	75	11	5 260	4 904	3 114	28 578	4 579
2015	1 143	1 096	997	99	47	1 128	1 115	1 034	81	13	5 475	5 052	3 196	28 778	4 727
2016	1 165	1 114	1 013	101	51	1 146	1 132	1 044	88	14	5 479	5 179	3 196	28 728	4 764
2017	1 175	1 124	1 023	101	51	1 169	1 155	1 067	88	14	5 511	5 188	3 222	29 048	4 818
Alle tunneler	1 181	1 130	1 029	101	51	1 174	1 160	1 072	88	14	4 905	4 933	2 870	25 947	4 303

Tabell 28: Antall PSU, DHSU og branner per million kjøretøykilometer per år.

	PSU per mill. kjøretøykilometer					DHSU per mill. kjøretøykilometer					Branner per mill. kjøretøykilometer				
	Alle	Ett-/toløps	Ettløps	Toløps	Ramper	Alle	Ett-/toløps	Ettløps	Toløps	Ramper	Alle	Ett-/toløps	Ettløps	Toløps	Ramper
2008	0,080	0,080	0,078	0,084	0,000	0,014	0,014	0,021	0,002	0,000	0,021	0,021	0,029	0,006	
2009	0,089	0,089	0,091	0,086	0,142	0,010	0,010	0,014	0,002	0,000	0,019	0,019	0,023	0,012	
2010	0,073	0,072	0,079	0,061	0,282	0,015	0,015	0,018	0,010	0,000	0,018	0,018	0,023	0,010	
2011	0,075	0,075	0,074	0,077	0,055	0,013	0,013	0,018	0,006	0,000	0,030	0,030	0,038	0,019	
2012	0,063	0,062	0,060	0,065	0,109	0,008	0,007	0,006	0,008	0,054	0,025	0,025	0,031	0,017	
2013	0,059	0,056	0,051	0,063	0,268	0,009	0,009	0,011	0,007	0,000	0,027	0,027	0,038	0,013	
2014	0,060	0,060	0,051	0,071	0,053	0,008	0,008	0,007	0,009	0,000	0,024	0,024	0,030	0,015	
2015	0,038	0,039	0,039	0,038	0,000	0,008	0,008	0,010	0,006	0,000	0,019	0,019	0,021	0,015	
2016	0,049	0,049	0,042	0,057	0,083	0,005	0,005	0,005	0,004	0,000	-	-	-	-	
2017	0,043	0,044	0,040	0,049	0,000	0,012	0,012	0,018	0,006	0,000	-	-	-	-	
Alle tunneler	0,061	0,061	0,059	0,063	0,084	0,010	0,010	0,013	0,006	0,006	0,017	0,017	0,023	0,011	

Tabell 29: Oversikt over tunnelene (uten ramper) etter lengdekategori; antall, samlet lengde, trafikkmengde og trafikkarbeid, ulykker og branner (aller år).

Lengde (meter)	Tunneler		Lengde		ÅDT (gjennomsnitt)	Andel av alt trafikkarbeid i tunnel	PSU		DHSU		Branner	
	Antall	Andel av tunnelene	Samlet lengde (km)	Andel			Antall	Andel	Antall	Andel	Antall	Andel
0-49	51	5 %	2	0 %	4 204	0,2 %	0	0 %	0	0 %	2	1 %
50-99	100	9 %	7	1 %	3 889	1 %	3	0,3 %	0	0 %	4	1 %
100-199	181	16 %	27	2 %	5 310	3 %	60	6 %	6	4 %	8	3 %
200-299	111	10 %	28	2 %	5 459	3 %	58	6 %	9	5 %	12	4 %
300-499	150	13 %	58	5 %	5 745	7 %	101	10 %	14	8 %	40	14 %
500-999	218	19 %	155	13 %	5 369	17 %	194	19 %	35	21 %	39	13 %
1 000-1 999	157	14 %	220	19 %	4 593	20 %	190	19 %	28	17 %	34	11 %
2 000-2 999	70	6 %	171	15 %	3 788	13 %	119	12 %	20	12 %	37	13 %
3 000-3 999	37	3 %	132	11 %	6 128	16 %	133	13 %	22	13 %	23	8 %
4 000-4 999	18	2 %	79	7 %	1 860	3 %	17	2 %	6	4 %	92	31 %
5 000-9 999	32	3 %	212	18 %	3 691	16 %	142	14 %	25	15 %	5	2 %
10 000-25 000	5	0,4 %	68	6 %	1 324	2 %	8	1 %	3	2 %	0	0 %
Alle	1130	100 %	1,160	100 %	4 933	100 %	1025	100 %	168	100 %	296	100 %

¹ Andel av tunnelene i de respektive lengde-kategoriene, dvs. per rad.

Tabell 30: Antall tunneler, samlet tunnellengde, trafikkmengde og trafikkarbeid etter fartsgrense.

Fgr. (km/t)	Antall tunneler					Antall kilometer (samlet lengde)					ÅDT (gjennomsnitt) ¹					Trafikkarbeid (%) ²				
	Alle	Ett- toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per	Alle	Ett- toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per	Alle	Ett- toløps	Ett- løps	To-løps	Ram- per	Alle	Ett- toløps	Ett- løps	To-løps	Ram- per
30-50	82	63	59	4	19	28	22	21	1	5	5 184	5 625	5 401	8 937	5 184	3 %	2 %	4 %	0 %	36 %
60	107	93	83	10	14	60	56	51	5	3	6 240	6 638	3 986	28 649	6 240	7 %	7 %	6 %	8 %	22 %
70	129	122	109	13	7	146	144	124	20	1	10 701	10 851	7 595	38 150	10 701	27 %	27 %	25 %	29 %	23 %
80	802	791	770	21	11	904	900	874	26	4	2 627	2 611	1 797	32 449	2 627	49 %	49 %	64 %	31 %	19 %
90-110	61	61	8	53	0	36	36	2	34	0	19 882	19 882	11 476	21 151	19 882	15 %	15 %	1 %	32 %	0 %
Alle	1181	1130	1029	101	51	1174	1160	1072	88	14	4 905	4 933	2 870	25 947	4 905	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

¹Beregnet for ett (hvilket som helst) år, ut fra trendjustert trafikkmengde for samme år i alle tunnelene som inngår i modellberegningene.

²Gjelder år 2008 for alle tunnelene (inkl. tunneler som ikke fantes i 2008).

Tabell 31: Antal PSU, DHSU og branner etter fartsgrense.

Fgr. (km/t)	PSU					DHSU					Branner				
	Alle	Ett- toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per	Alle	Ett- toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per	Alle	Ett- toløps	Ett- løps	To-løps	Ram- per
30-50	62	57	48	9	5	7	7	5	2	0	5	5	5	0	5
60	98	93	49	44	5	11	11	6	5	0	17	17	9	8	17
70	392	388	175	213	4	47	46	36	10	1	69	69	44	25	69
80	398	398	304	94	0	92	92	77	15	0	182	182	160	22	182
90-110	89	89	1	88	0	12	12	0	12	0	23	23	3	20	23
Alle	1039	1025	577	448	14	169	168	124	44	1	296	296	221	75	296

Tabell 32: Antall tunneler, samlet tunnallengde, trafikkmengde og trafikkarbeid etter maksimal stigningsgrad (tunneler med kjent maksimal stigningsgrad).

Maks. stigning	Antall tunneler					Antall kilometer (samlet lengde)					ÅDT (gjennomsnitt) ¹				Trafikkarbeid (%) ²					
	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per
0-5 %	896	866	783	83	30	832	825	771	54	7	5 157	5 182	3 101	24 813	4 426	66 %	66 %	73 %	58 %	61 %
5-6,9 %	174	157	143	14	17	153	148	126	22	5	5 135	5 193	2 434	33 373	4 601	18 %	18 %	9 %	28 %	44 %
7 % +	111	107	103	4	4	190	188	176	12	2	2 518	2 533	1 719	23 482	2 121	16 %	16 %	18 %	14 %	4 %
Alle	1181	1130	1029	101	51	1175	1161	1073	88	14	4 905	4 933	2 870	25 947	4 905	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

¹Beregnet for ett (hvilket som helst) år, ut fra trendjustert trafikkmengde for samme år i alle tunnelene som inngår i modellberegningene.

²Gjelder år 2008 for alle tunnelene (inkl. tunneler som ikke fantes i 2008).

Tabell 33: Antal PSU, DHSU og branner etter maksimal stigningsgrad (tunneler med kjent maksimal stigningsgrad).

Maks. stigning	PSU					DHSU					Branner			
	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps
0-5 %	154	153	92	61	1	25	25	19	6	0	36	36	18	18
5-6,9 %	186	185	143	42	1	34	34	31	3	0	31	31	27	4
7 % +	699	687	342	345	12	110	109	74	35	1	229	229	176	53
Alle	1 039	1 025	577	448	14	169	168	124	44	1	296	296	221	75

Tabell 34: Antall tunneler, samlet tunnallengde, trafikkmengde og trafikkarbeid etter minste kurveradius (tunneler med kjent minimal kurveradius).

Maks. stigning	Antall tunneler					Antall kilometer (samlet lengde)					ÅDT (gjennomsnitt) ¹				Trafikkarbeid (%) ²					
	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per	Alle	Ett-/toløps	Ett-løps	To-løps	Ram-per
0-149 meter	466	426	406	20	40	444	432	404	28	12	3 303	3 219	1 898	30 024	4 204	33 %	33 %	24 %	43 %	86 %
150-299 meter	262	259	243	16	3	255	254	239	15	1	4 816	4 801	3 234	28 605	6 107	25 %	25 %	30 %	20 %	10 %
300-599 meter	160	157	145	12	3	226	226	213	13	0	5 983	6 007	3 928	31 130	4 704	21 %	21 %	26 %	14 %	2 %
600+ meter	156	153	112	41	3	138	137	114	23	0	8 814	8 924	4 070	22 182	3 195	19 %	19 %	17 %	22 %	1 %
Rett strekning	83	83	76	7	0	25	25	24	1	0	5 573	5 573	3 622	26 759	5 577	2 %	2 %	3 %	1 %	0 %
Alle	1 135	1 089	991	98	46	1 088	1 075	994	81	13	4 965	4 996	2 910	26 339	4 289	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

¹Beregnet for ett (hvilket som helst) år, ut fra trendjustert trafikkmengde for samme år i alle tunnelene som inngår i modellberegningene.

²Gjelder år 2008 for alle tunnelene (inkl. tunneler som ikke fantes i 2008).

Tabell 35: Antal PSU, DHSU og branner etter minste kurveradius (tunneler med kjent minimal kurveradius).

Fgr. (km/t)	PSU					DHSU					Branner			
	Alle	Ett-/ toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per	Alle	Ett-/ toløps	Ett- løps	To- løps	Ram- per	Alle	Ett-/ toløps	Ett- løps	To-løps
0-149 meter	422	408	195	213	14	64	63	46	17	1	72	72	45	27
150-299 meter	278	278	202	76	0	45	45	36	9	0	93	93	80	13
300-599 meter	178	178	112	66	0	36	36	29	7	0	73	73	61	12
600+ meter	105	105	52	53	0	18	18	11	7	0	44	44	30	14
Rett strekning	27	27	14	13	0	1	1	1	0	0	4	4	3	1
Alle	1 010	996	575	421	14	164	163	123	40	1	286	286	219	67

Brannmodellene

Tabell 36: Brannmodellene for alle branner – oversikt over alle modellene.

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6	Modell 7	Modell 8
Prediktor for stigning	Lengde bratt stigning	Maks. stigning (num.)	To dummier (5+%/7+%)	Syv dummier (2+%, ... 8+%)	Lengde bratt stigning	Maks. stigning (num.)	To dummier (5+%/7+%)	Syv dummier (2+%, ... 8+%)
Øvrige prediktorer	Alle	Alle	Alle	Alle	Uten kurver/høyde	Uten kurver/høyde	Uten kurver/høyde	Uten kurver/høyde
Antall tunnelår	7 953	7 593	7 593	7 593	8 157	8 170	8 173	8 170
LR chi2(12)	342	311	319	326	334	279	294	297
Prob > chi2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pseudo R2	0,1868	0,1694	0,1742	0,1780	0,1654	0,1375	0,1450	0,1462
Log likelihood	-745	-761	-757	-753	-842	-875	-868	-866

Tabell 37: Brannmodellene 1-4 for alle branner (alle prediktorvariabler; statistisk signifikante koeffisienter i fet skrift).

	Modell 1			Modell 2			Modell 3			Modell 4		
	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p
Ln(ÅDT)	0,457	0,061	0,000	0,527	0,061	0,000	0,496	0,060	0,000	0,489	0,060	0,000
Andel lange kjøretøy	-0,014	0,014	0,310	-0,025	0,013	0,054	-0,026	0,013	0,046	-0,027	0,014	0,045
To løp	0,944	0,252	0,000	0,616	0,249	0,013	0,740	0,259	0,004	0,842	0,267	0,002
Ett løp	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Fgr. 30-50 km/t	0,048	0,532	0,928	-0,171	0,543	0,753	-0,151	0,532	0,777	-0,114	0,535	0,831
Fgr. 60 km/t	0,188	0,305	0,538	-0,077	0,309	0,802	-0,031	0,307	0,921	0,013	0,308	0,966
Fgr. 70 km/t	0,104	0,180	0,562	0,034	0,177	0,847	-0,065	0,184	0,721	0,013	0,191	0,946
Fgr. 90-110 km/t	-0,245	0,359	0,495	-0,075	0,371	0,840	-0,390	0,371	0,293	-0,366	0,391	0,349
Fgr. 80 km/t	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Rampe i tunnel	0,422	0,282	0,135	0,459	0,281	0,103	0,226	0,300	0,452	0,381	0,315	0,226
Lengde stig. 5+ % (m)	0,00018	0,000	0,034	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lengde stig. 7+ % (m)	0,00020	0,000	0,051	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maks. stig. (num.)	-	-	-	0,253	0,024	0,000	-	-	-	-	-	-
Maks. stig. 5+ %	-	-	-	-	-	-	0,453	0,226	0,045	-	-	-
Maks. stig. 7+ %	-	-	-	-	-	-	1,112	0,224	0,000	-	-	-
Maks. stig. 0-5+ %	-	-	-	-	-	-	(ref.)			-	-	-
Maks. stig. 2+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,052	0,275	0,849
Maks. stig. 3+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,046	0,291	0,875
Maks. stig. 4+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,380	0,299	0,204
Maks. stig. 5+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,067	0,321	0,834
Maks. stig. 6+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,825	0,431	0,056
Maks. stig. 7+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,258	0,418	0,536
Maks. stig. 8+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,392	0,289	0,175
Maks. stig. 0-2 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(ref.)		
Kurve 0-149 meter	-0,369	0,236	0,118	-1,191	0,236	0,000	-0,923	0,234	0,000	-1,064	0,247	0,000
Kurve 150-299 meter	0,048	0,225	0,830	-0,557	0,225	0,013	-0,370	0,222	0,095	-0,521	0,239	0,029
Kurve 300-599 meter	-0,139	0,235	0,554	-0,308	0,230	0,182	-0,099	0,228	0,663	-0,213	0,243	0,381
Rett strekning	0,048	0,552	0,930	-0,401	0,560	0,474	-0,195	0,554	0,724	-0,261	0,561	0,642
Kurve 600+ meter	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Høy tunnel (>4,5 m)	-0,392	0,139	0,005	-0,339	0,137	0,013	-0,294	0,137	0,032	-0,344	0,145	0,017
År 2008	-0,110	0,273	0,687	-0,035	0,279	0,900	-0,036	0,276	0,897	-0,030	0,277	0,914
År 2009	-0,258	0,282	0,361	-0,197	0,288	0,494	-0,193	0,286	0,499	-0,191	0,286	0,505
År 2010	-0,206	0,275	0,454	-0,144	0,281	0,610	-0,135	0,279	0,628	-0,135	0,279	0,630
År 2011	0,250	0,242	0,301	0,317	0,249	0,203	0,294	0,247	0,234	0,296	0,247	0,232
År 2012	0,123	0,248	0,620	0,181	0,255	0,479	0,170	0,252	0,501	0,171	0,253	0,499
År 2013	0,264	0,241	0,273	0,334	0,247	0,177	0,303	0,245	0,217	0,304	0,246	0,216
År 2014	0,102	0,248	0,682	0,119	0,255	0,640	0,117	0,252	0,642	0,122	0,253	0,628
År 2015	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Konstant	-13,945	0,632	0,000	-14,70	0,653	0,000	-13,90	0,632	0,000	-13,84	0,648	0,000
Ln(lengde)	1,000			1,000			1,000			1,000		
<u>Overspredningspar.</u>												
Ln(lengde)	-1,554	0,520	0,003	-1,542	0,425	0,000	-1,485	0,455	0,001	-1,481	0,469	0,002
Konstant	10,29	3,532	0,004	10,94	2,938	0,000	10,31	3,154	0,001	10,29	3,238	0,001

Tabell 38: Brannmodellene 5-8 for alle branner (prediktorvariabler uten kurver og bøyde; statistisk signifikante koeffisienter i fet skrift).

	Modell 5			Modell 6			Modell 7			Modell 8		
	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p
Ln(ÅDT)	0,472	0,057	0,000	0,563	0,058	0,000	0,534	0,056	0,000	0,537	0,056	0,000
Andel lange kjøretøy	-0,006	0,013	0,632	-0,016	0,012	0,193	-0,018	0,012	0,140	-0,020	0,013	0,127
To løp	0,683	0,230	0,003	0,337	0,236	0,154	0,365	0,241	0,129	0,381	0,247	0,122
Ett løp	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Fgr. 30-50 km/t	0,149	0,473	0,752	-0,408	0,479	0,394	-0,341	0,475	0,473	-0,358	0,477	0,453
Fgr. 60 km/t	0,263	0,281	0,348	-0,084	0,285	0,768	0,003	0,283	0,991	0,017	0,284	0,952
Fgr. 70 km/t	0,262	0,163	0,108	0,071	0,171	0,680	0,024	0,173	0,890	0,035	0,183	0,848
Fgr. 90-110 km/t	0,077	0,301	0,797	0,368	0,316	0,244	0,165	0,314	0,600	0,241	0,331	0,467
Fgr. 80 km/t	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Rampe i tunnel	0,600	0,264	0,023	0,321	0,273	0,240	0,302	0,282	0,283	0,261	0,296	0,378
Lengde stig. 5+ % (m)	0,00014	0,000	0,099	-			-			-		
Lengde stig. 7+ % (m)	0,00025	0,000	0,011	-			-			-		
Maks. stig. (num.)	-			0,222	0,023	0,000	-			-		
Maks. stig. 5+ %	-			-			0,400	0,209	0,056	-		
Maks. stig. 7+ %	-			-			1,067	0,208	0,000	-		
Maks. stig. 0-5+ %	-			-			(ref.)			-		
Maks. stig. 2+ %	-			-			-			0,027	0,262	0,919
Maks. stig. 3+ %	-			-			-			0,127	0,277	0,647
Maks. stig. 4+ %	-			-			-			0,174	0,281	0,537
Maks. stig. 5+ %	-			-			-			0,081	0,300	0,787
Maks. stig. 6+ %	-			-			-			0,353	0,371	0,342
Maks. stig. 7+ %	-			-			-			0,838	0,355	0,018
Maks. stig. 8+ %	-			-			-			-0,011	0,254	0,965
Maks. stig. 0-2 %	-			-			-			(ref.)		
År 2008	-0,108	0,261	0,681	-0,080	0,272	0,770	-0,068	0,269	0,801	-0,068	0,269	0,802
År 2009	-0,206	0,266	0,439	-0,161	0,276	0,561	-0,156	0,273	0,569	-0,158	0,274	0,565
År 2010	-0,272	0,265	0,305	-0,217	0,274	0,429	-0,188	0,270	0,487	-0,195	0,271	0,472
År 2011	0,238	0,231	0,302	0,276	0,243	0,256	0,264	0,240	0,271	0,263	0,240	0,273
År 2012	0,068	0,238	0,774	0,115	0,249	0,645	0,108	0,246	0,660	0,108	0,247	0,661
År 2013	0,184	0,232	0,426	0,207	0,245	0,398	0,184	0,242	0,447	0,184	0,243	0,449
År 2014	0,103	0,234	0,662	0,101	0,245	0,681	0,108	0,243	0,657	0,103	0,243	0,671
År 2015	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Konstant	-14,54	0,545	0,000	-15,75	0,589	0,000	-14,85	0,550	0,000	-14,99	0,577	0,000
Ln(lengde)	1,000			1,000			1,000			1,000		
<u>Overspredningspar.</u>												
Ln(lengde)	-1,357	0,533	0,011	-0,900	0,360	0,012	-1,001	0,364	0,006	-0,996	0,366	0,007
Konstant	9,000	3,696	0,015	6,752	2,777	0,015	7,312	2,772	0,008	7,279	2,783	0,009

Tabell 39: Brannmodellene for branner med og uten tunge kjøretøy involvert (alle prediktorvariabler; statistisk signifikante koeffisienter i fet skrift).

	Branner uten tunge kjøretøy						Branner med tunge kjøretøy					
	Modell 1			Modell 7			Modell 1			Modell 7		
	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p
Ln(ÅDT)	0,460	0,076	0,000	0,491	0,066	0,000	0,449	0,101	0,000	0,603	0,098	0,000
Andel lange kjøretøy	-0,046	0,019	0,015	-0,045	0,016	0,005	0,036	0,020	0,074	0,024	0,019	0,207
To løp	0,923	0,304	0,002	0,586	0,262	0,025	0,947	0,426	0,026	-0,217	0,432	0,616
Ett løp	(ref.)			0,000			0,000			0,000		
Fgr. 30-50 km/t	0,368	0,525	0,483	0,049	0,464	0,917	-13,566	802,4	0,987	-14,020	699,4	0,984
Fgr. 60 km/t	0,501	0,329	0,127	0,360	0,292	0,217	-0,708	0,754	0,348	-1,138	0,762	0,135
Fgr. 70 km/t	-0,073	0,236	0,756	-0,120	0,218	0,583	0,339	0,273	0,215	0,183	0,267	0,492
Fgr. 90-110 km/t	-0,128	0,410	0,756	0,026	0,349	0,940	-0,534	0,669	0,425	0,515	0,547	0,346
Fgr. 80 km/t	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Rampe i tunnel	0,289	0,354	0,414	0,181	0,313	0,564	0,611	0,457	0,181	0,522	0,495	0,292
Lengde stig. 5+ % (m)	0,00020	0,000	0,084	-			0,00017	0,000	0,202	-		
Lengde stig. 7+ % (m)	0,00013	0,000	0,330	-			0,00027	0,000	0,073	-		
Maks. stig. 5+ %	-			0,253	0,248	0,308	-			0,565	0,339	0,096
Maks. stig. 7+ %	-			0,989	0,246	0,000	-			1,137	0,337	0,001
Maks. stig. 0-5+ %	-			(ref.)			-			(ref.)		
Kurve 0-149 meter	-0,591	0,289	0,041	-			-0,166	0,398	0,677	-		
Kurve 150-299 meter	-0,301	0,282	0,285	-			0,475	0,368	0,196	-		
Kurve 300-599 meter	-0,368	0,295	0,213	-			0,144	0,383	0,707	-		
Rett strekning	-0,430	0,750	0,566	-			0,497	0,796	0,532	-		
Kurve 600+ meter	(ref.)			-			(ref.)			-		
Høy tunnel (>4,5 m)	-0,377	0,177	0,033	-			-0,337	0,222	0,129	-		
År 2008	-0,181	0,348	0,604	-0,164	0,327	0,616	-0,019	0,438	0,965	0,138	0,440	0,755
År 2009	-0,264	0,353	0,455	-0,127	0,323	0,694	-0,256	0,464	0,582	-0,201	0,474	0,672
År 2010	-0,653	0,392	0,095	-0,565	0,359	0,116	0,264	0,405	0,514	0,373	0,416	0,369
År 2011	0,151	0,311	0,627	0,152	0,287	0,596	0,385	0,388	0,321	0,518	0,397	0,192
År 2012	0,297	0,301	0,324	0,243	0,281	0,387	-0,194	0,437	0,657	-0,113	0,450	0,801
År 2013	0,235	0,303	0,438	0,182	0,282	0,518	0,259	0,396	0,513	0,234	0,414	0,572
År 2014	0,049	0,315	0,878	-0,034	0,294	0,907	0,202	0,400	0,613	0,412	0,399	0,302
År 2015	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Konstant	-13,717	0,780	0,000	-14,52	0,644	0,000	-15,919	1,061	0,000	-17,13	0,984	0,000
Ln(lengde)	1,000			1,000			1,000			1,000		
<u>Overspredningspar.</u>												
Ln(lengde)	112,5	4045	0,978	177,2	14383	0,990	-1,232	0,718	0,086	-0,961	0,456	0,035
Konstant	-1029,06	36768	0,978	-1617	132401	0,990	9,277	5,697	0,103	8,184	3,731	0,028

Ulykkesmodellene - PSU

Tabell 40: PSU-modellene – oversikt over alle modellene.

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6	Modell 7	Modell 8
Prediktor for stigning	Lengde bratt stigning	Maks. stigning (num.)	To dummier (5+%/7+%)	Syv dummier (2+%, ... 8+%)	Lengde bratt stigning	Maks. stigning (num.)	To dummier (5+%/7+%)	Syv dummier (2+%, ... 8+%)
Øvrige prediktorer	Alle	Alle	Alle	Alle	Uten kurver/høyde	Uten kurver/høyde	Uten kurver/høyde	Uten kurver/høyde
Antall tunnelår	9 908	9 908	9 918	9 908	10 781	10 802	10 825	10 802
LR chi2(12)	998	999	998	1010	1090	1112	1111	1123
Prob > chi2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pseudo R2	0,1810	0,1812	0,1811	0,1833	0,1796	0,1815	0,1813	0,1833
Log likelihood	-2257	-2257	-2257	-2251	-2488	-2507	-2508	-2501

Tabell 41: PSU-modellene 1-4 (alle prediktorvariabler; statistisk signifikante koeffisienter i fet skrift).

	Modell 1			Modell 2			Modell 3			Modell 4		
	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p
Ln(ÅDT)	0,496	0,035	0,000	0,499	0,035	0,000	0,497	0,035	0,000	0,495	0,035	0,000
Andel lange kjøretøy	-0,048	0,009	0,000	-0,050	0,008	0,000	-0,050	0,008	0,000	-0,051	0,009	0,000
To løp	1,151	0,133	0,000	1,138	0,131	0,000	1,158	0,133	0,000	1,162	0,135	0,000
Rampe	0,024	0,299	0,937	0,000	0,299	0,999	0,023	0,299	0,938	-0,029	0,302	0,923
Ett løp	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Fgr. 30-50 km/t	1,122	0,173	0,000	1,120	0,172	0,000	1,127	0,172	0,000	1,160	0,173	0,000
Fgr. 60 km/t	0,546	0,147	0,000	0,545	0,146	0,000	0,564	0,147	0,000	0,625	0,147	0,000
Fgr. 70 km/t	0,742	0,099	0,000	0,733	0,099	0,000	0,740	0,099	0,000	0,761	0,101	0,000
Fgr. 90-110 km/t	-0,095	0,188	0,612	-0,065	0,188	0,728	-0,103	0,187	0,583	0,006	0,193	0,975
Fgr. 80 km/t	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Rampe i tunnel	0,318	0,164	0,052	0,287	0,161	0,075	0,302	0,162	0,062	0,322	0,163	0,048
Lengde stig, 5+ % (m)	-0,00003	0,000	0,712	-			-			-		
Lengde stig, 7+ % (m)	0,00006	0,000	0,596	-			-			-		
Maks, stig, (num,)	-			0,021	0,017	0,226	-			-		
Maks, stig, 5+ %	-			-			-0,054	0,116	0,641	-		
Maks, stig, 7+ %	-			-			0,151	0,145	0,298	-		
Maks, stig, 0-5+ %	-			-			(ref.)			-		
Maks, stig, 2+ %	-			-			-			0,360	0,132	0,006
Maks, stig, 3+ %	-			-			-			-0,030	0,130	0,816
Maks, stig, 4+ %	-			-			-			-0,210	0,153	0,170
Maks, stig, 5+ %	-			-			-			-0,040	0,170	0,816
Maks, stig, 6+ %	-			-			-			0,373	0,242	0,123
Maks, stig, 7+ %	-			-			-			-0,192	0,276	0,486
Maks, stig, 8+ %	-			-			-			0,090	0,234	0,700
Maks, stig, 0-2 %	-			-			-			(ref.)		
Kurve 0-149 meter	0,037	0,148	0,804	-0,006	0,149	0,970	0,031	0,148	0,832	-0,021	0,149	0,889
Kurve 150-299 meter	0,123	0,151	0,416	0,094	0,152	0,537	0,115	0,151	0,444	0,022	0,153	0,887
Kurve 300-599 meter	0,061	0,157	0,700	0,046	0,157	0,771	0,065	0,157	0,681	0,021	0,158	0,892
Rett strekning	0,526	0,249	0,035	0,513	0,248	0,039	0,526	0,249	0,034	0,426	0,250	0,088
Kurve 600+ meter	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Høy tunnel (>4,5 m)	-0,256	0,083	0,002	-0,250	0,082	0,002	-0,250	0,082	0,002	-0,265	0,083	0,001
Ulykkesår 2008	0,549	0,180	0,002	0,551	0,180	0,002	0,552	0,180	0,002	0,542	0,178	0,002
Ulykkesår 2009	0,686	0,176	0,000	0,689	0,176	0,000	0,688	0,176	0,000	0,684	0,174	0,000
Ulykkesår 2010	0,564	0,179	0,002	0,566	0,179	0,002	0,565	0,179	0,002	0,561	0,177	0,002
Ulykkesår 2011	0,501	0,178	0,005	0,503	0,177	0,005	0,502	0,177	0,005	0,501	0,176	0,004
Ulykkesår 2012	0,369	0,183	0,043	0,369	0,182	0,043	0,368	0,182	0,044	0,366	0,181	0,043
Ulykkesår 2013	0,287	0,182	0,115	0,289	0,182	0,111	0,287	0,181	0,113	0,287	0,180	0,110
Ulykkesår 2014	0,346	0,180	0,055	0,345	0,180	0,056	0,345	0,180	0,055	0,350	0,178	0,050
Ulykkesår 2015	0,215	0,188	0,254	0,215	0,188	0,252	0,215	0,188	0,254	0,221	0,187	0,235
Ulykkesår 2016	0,141	0,184	0,443	0,141	0,184	0,442	0,141	0,184	0,443	0,139	0,182	0,446
Ulykkesår 2017	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Konstant	-13,42	0,378	0,000	-13,47	0,382	0,000	-13,41	0,377	0,000	-13,55	0,379	0,000
Ln(lengde)	1,000			1,000			1,000			1,000		
<u>Overspredningspar,</u>												
Ln(lengde)	-0,094	0,201	0,640	-0,105	0,202	0,605	-0,122	0,202	0,545	-0,136	0,217	0,530
Konstant	0,311	1,455	0,831	0,364	1,463	0,804	0,490	1,453	0,736	0,518	1,552	0,739

Tabell 42: PSU-modellene 5-8 (prediktorvariabler uten kurver og høyde; statistiske signifikante koeffisienter i fet skrift).

	Modell 5			Modell 6			Modell 7			Modell 8		
	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p
Ln(ÅDT)	0,491	0,033	0,000	0,503	0,033	0,000	0,500	0,033	0,000	0,500	0,033	0,000
Andel lange kjøretøy	-0,044	0,008	0,000	-0,044	0,008	0,000	-0,044	0,008	0,000	-0,044	0,008	0,000
To løp	1,204	0,124	0,000	1,168	0,122	0,000	1,173	0,124	0,000	1,145	0,125	0,000
Rampe	-0,165	0,291	0,571	-0,198	0,290	0,494	-0,198	0,291	0,497	-0,213	0,292	0,467
Ett løp	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Fgr. 30-50 km/t	1,075	0,163	0,000	1,078	0,161	0,000	1,087	0,162	0,000	1,102	0,163	0,000
Fgr. 60 km/t	0,595	0,140	0,000	0,618	0,138	0,000	0,624	0,140	0,000	0,654	0,140	0,000
Fgr. 70 km/t	0,874	0,097	0,000	0,849	0,095	0,000	0,850	0,096	0,000	0,849	0,098	0,000
Fgr. 90-110 km/t	-0,305	0,166	0,066	-0,250	0,167	0,134	-0,280	0,165	0,089	-0,167	0,172	0,330
Fgr. 80 km/t	(ref.)			0,000	(ref.)		0,000	(ref.)		0,000	(ref.)	
Rampe i tunnel	0,237	0,157	0,133	0,120	0,150	0,426	0,133	0,152	0,379	0,085	0,154	0,583
Lengde stig, 5+ % (m)	-0,00005	0,000	0,594	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lengde stig, 7+ % (m)	0,00006	0,000	0,569	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maks, stig, (num,)	-	-	-	0,022	0,016	0,160	-	-	-	-	-	-
Maks, stig, 5+ %	-	-	-	-	-	-	0,025	0,110	0,820	-	-	-
Maks, stig, 7+ %	-	-	-	-	-	-	0,084	0,137	0,542	-	-	-
Maks, stig, 0-5+ %	-	-	-	-	-	-	(ref.)			-	-	-
Maks, stig, 2+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,341	0,124	0,006
Maks, stig, 3+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,034	0,126	0,785
Maks, stig, 4+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,305	0,147	0,038
Maks, stig, 5+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,178	0,161	0,269
Maks, stig, 6+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,021	0,203	0,917
Maks, stig, 7+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,137	0,248	0,580
Maks, stig, 8+ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,119	0,222	0,593
Maks, stig, 0-2 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(ref.)		
Ulykkesår 2008	0,634	0,174	0,000	0,641	0,172	0,000	0,642	0,172	0,000	0,631	0,171	0,000
Ulykkesår 2009	0,769	0,170	0,000	0,773	0,168	0,000	0,773	0,168	0,000	0,768	0,167	0,000
Ulykkesår 2010	0,629	0,172	0,000	0,627	0,171	0,000	0,628	0,171	0,000	0,621	0,170	0,000
Ulykkesår 2011	0,553	0,171	0,001	0,562	0,169	0,001	0,563	0,169	0,001	0,559	0,168	0,001
Ulykkesår 2012	0,413	0,176	0,019	0,413	0,174	0,018	0,414	0,174	0,017	0,406	0,173	0,019
Ulykkesår 2013	0,270	0,177	0,127	0,277	0,175	0,115	0,277	0,175	0,113	0,271	0,174	0,121
Ulykkesår 2014	0,348	0,175	0,047	0,342	0,174	0,049	0,344	0,174	0,047	0,345	0,173	0,046
Ulykkesår 2015	0,208	0,183	0,256	0,224	0,181	0,217	0,225	0,181	0,215	0,228	0,181	0,207
Ulykkesår 2016	0,140	0,177	0,429	0,141	0,176	0,423	0,140	0,176	0,424	0,137	0,175	0,433
Ulykkesår 2017	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Konstant	-13,57	0,332	0,000	-13,77	0,343	0,000	-13,68	0,332	0,000	-13,88	0,342	0,000
Ln(lengde)	1,000			1,000			1,000			1,000		
<u>Overspredningspar,</u>												
Ln(lengde)	-0,052	0,173	0,765	-0,075	0,175	0,668	-0,091	0,177	0,608	-0,075	0,185	0,685
Konstant	0,129	1,264	0,919	0,255	1,281	0,842	0,367	1,290	0,776	0,205	1,348	0,879

Ulykkesmodellene - DHSU

Tabell 43: DHSU-modellene – oversikt over alle modellene.

	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6	Modell 7	Modell 8
Prediktor for stigning	Lengde bratt stigning	Maks. stigning (num.)	To dummier (5+%/7+%)	Syv dummier (2+%, ... 8+%)	Lengde bratt stigning	Maks. stigning (num.)	To dummier (5+%/7+%)	Syv dummier (2+%, ... 8+%)
Øvrige prediktorer	Alle	Alle	Alle	Alle	Uten kurver/høyde	Uten kurver/høyde	Uten kurver/høyde	Uten kurver/høyde
Antall tunnelår	9 908	9 908	9 918	9 908	10 781	10 802	10 825	10 802
LR chi2(12)	144	142	143	147	153	149	151	154
Prob > chi2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pseudo R2	0,1003	0,0993	0,1000	0,1208	0,0967	0,0944	0,0954	0,0974
Log likelihood	-644	-645	-644	-642	-714	-716	-715	-714

Tabell 44: DHSU-modellene 1-4 (alle prediktorvariabler; statistisk signifikante koeffisienter i fet skrift).

	Modell 1			Modell 2			Modell 3			Modell 4		
	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p
Ln(ÅDT)	0,500	0,078	0,000	0,499	0,078	0,000	0,497	0,077	0,000	0,493	0,077	0,000
Andel lange kjøretøy	-0,024	0,017	0,175	-0,029	0,017	0,093	-0,029	0,017	0,093	-0,033	0,018	0,060
To løp	0,352	0,309	0,255	0,322	0,307	0,295	0,379	0,314	0,227	0,379	0,320	0,235
Rampe	-0,708	1,031	0,492	-0,757	1,031	0,463	-0,695	1,031	0,501	-0,761	1,034	0,461
Ett løp	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Fgr. 30-50 km/t	0,609	0,448	0,174	0,604	0,447	0,177	0,626	0,447	0,162	0,638	0,450	0,157
Fgr. 60 km/t	0,097	0,372	0,794	0,116	0,370	0,754	0,166	0,372	0,656	0,220	0,374	0,556
Fgr. 70 km/t	0,478	0,212	0,024	0,459	0,212	0,030	0,490	0,214	0,022	0,518	0,220	0,019
Fgr. 90-110 km/t	0,143	0,422	0,734	0,177	0,426	0,677	0,111	0,425	0,795	0,339	0,443	0,444
Fgr. 80 km/t	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Rampe i tunnel	0,307	0,370	0,407	0,184	0,362	0,611	0,213	0,371	0,566	0,225	0,382	0,556
Lengde stig, 5+ % (m)	-0,00022	0,000	0,269	-			-			-		
Lengde stig, 7+ % (m)	0,00027	0,000	0,239	-			-			-		
Maks, stig, (num,)	-			0,013	0,036	0,717	-			-		
Maks, stig, 5+ %	-			-			-0,266	0,274	0,331	-		
Maks, stig, 7+ %	-			-			0,291	0,323	0,368	-		
Maks, stig, 0-5+ %	-			-			(ref.)			-		
Maks, stig, 2+ %	-			-			-			0,526	0,293	0,073
Maks, stig, 3+ %	-			-			-			-0,089	0,283	0,752
Maks, stig, 4+ %	-			-			-			0,084	0,306	0,783
Maks, stig, 5+ %	-			-			-			-0,446	0,365	0,222
Maks, stig, 6+ %	-			-			-			0,203	0,590	0,731
Maks, stig, 7+ %	-			-			-			0,120	0,642	0,851
Maks, stig, 8+ %	-			-			-			0,029	0,490	0,953
Maks, stig, 0-2 %	-			-			-			(ref.)		
Kurve 0-149 meter	0,184	0,311	0,554	0,120	0,312	0,700	0,175	0,311	0,573	0,103	0,317	0,746
Kurve 150-299 meter	0,136	0,321	0,672	0,108	0,323	0,739	0,133	0,321	0,679	0,031	0,329	0,926
Kurve 300-599 meter	0,217	0,330	0,512	0,187	0,330	0,570	0,200	0,330	0,544	0,174	0,334	0,601
Rett strekning	-1,012	1,042	0,331	-1,032	1,040	0,321	-1,022	1,041	0,326	-1,131	1,043	0,278
Kurve 600+ meter	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Høy tunnel (>4,5 m)	-0,248	0,176	0,158	-0,220	0,175	0,209	-0,221	0,175	0,208	-0,219	0,180	0,223
Ulykkesår 2008	0,021	0,338	0,950	0,029	0,338	0,932	0,035	0,338	0,918	0,034	0,338	0,919
Ulykkesår 2009	-0,344	0,372	0,355	-0,336	0,372	0,367	-0,331	0,373	0,374	-0,330	0,372	0,375
Ulykkesår 2010	0,126	0,324	0,698	0,133	0,324	0,682	0,138	0,325	0,671	0,144	0,324	0,658
Ulykkesår 2011	-0,003	0,329	0,992	-0,010	0,330	0,975	-0,012	0,331	0,972	-0,007	0,330	0,982
Ulykkesår 2012	-0,550	0,383	0,151	-0,551	0,383	0,151	-0,548	0,384	0,153	-0,544	0,383	0,156
Ulykkesår 2013	-0,211	0,344	0,540	-0,213	0,344	0,536	-0,215	0,345	0,533	-0,208	0,345	0,545
Ulykkesår 2014	-0,479	0,366	0,190	-0,486	0,367	0,185	-0,482	0,367	0,189	-0,472	0,367	0,198
Ulykkesår 2015	-0,258	0,351	0,462	-0,260	0,351	0,459	-0,257	0,351	0,464	-0,245	0,351	0,485
Ulykkesår 2016	-0,981	0,425	0,021	-0,983	0,426	0,021	-0,980	0,426	0,021	-0,979	0,425	0,021
Ulykkesår 2017	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Konstant	-14,65	0,802	0,000	-14,60	0,806	0,000	-14,55	0,797	0,000	-14,81	0,808	0,000
Ln(lengde)	1,000			1,000			1,000			1,000		
<u>Overspredningspar,</u>												
Ln(lengde)	0,160	0,973	0,869	0,213	0,958	0,824	0,242	0,951	0,799	0,280	0,987	0,777
Konstant	-1,777	8,006	0,824	-2,201	7,920	0,781	-2,408	7,882	0,760	-2,788	8,184	0,733

Tabell 45: DHSU-modellene 5-8 (prediktorvariabler uten kurver og høyde; statistisk signifikante koeffisienter i fet skrift).

	Modell 5			Modell 6			Modell 7			Modell 8		
	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p	Koeff.	SD	p
Ln(ÅDT)	0,470	0,072	0,000	0,496	0,072	0,000	0,488	0,072	0,000	0,489	0,072	0,000
Andel lange kjøretøy	-0,028	0,017	0,091	-0,029	0,016	0,079	-0,029	0,016	0,074	-0,032	0,017	0,057
To løp	0,547	0,278	0,049	0,449	0,278	0,106	0,528	0,283	0,062	0,511	0,287	0,074
Rampe	-0,883	1,025	0,389	-0,956	1,024	0,351	-0,874	1,024	0,393	-0,917	1,026	0,372
Ett løp	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Fgr. 30-50 km/t	0,561	0,416	0,178	0,538	0,414	0,194	0,592	0,414	0,153	0,564	0,417	0,176
Fgr. 60 km/t	0,171	0,338	0,613	0,205	0,334	0,538	0,272	0,335	0,416	0,290	0,338	0,391
Fgr. 70 km/t	0,505	0,204	0,013	0,438	0,203	0,031	0,485	0,206	0,019	0,501	0,212	0,018
Fgr. 90-110 km/t	-0,290	0,382	0,448	-0,209	0,388	0,590	-0,302	0,386	0,435	-0,125	0,400	0,754
Fgr. 80 km/t	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Rampe i tunnel	0,248	0,344	0,470	-0,012	0,341	0,972	0,059	0,350	0,867	0,044	0,363	0,904
Lengde stig, 5+ % (m)	-0,00014	0,000	0,431	-			-			-		
Lengde stig, 7+ % (m)	0,00019	0,000	0,344	-			-			-		
Maks, stig, (num,)	-			0,030	0,032	0,353	-			-		
Maks, stig, 5+ %	-			-			-0,276	0,261	0,291	-		
Maks, stig, 7+ %	-			-			0,459	0,300	0,126	-		
Maks, stig, 0-5+ %	-			-			(ref.)			-		
Maks, stig, 2+ %	-			-			-			0,386	0,275	0,160
Maks, stig, 3+ %	-			-			-			-0,013	0,277	0,962
Maks, stig, 4+ %	-			-			-			0,119	0,291	0,682
Maks, stig, 5+ %	-			-			-			-0,432	0,348	0,214
Maks, stig, 6+ %	-			-			-			-0,075	0,505	0,882
Maks, stig, 7+ %	-			-			-			0,520	0,558	0,351
Maks, stig, 8+ %	-			-			-			-0,004	0,448	0,994
Maks, stig, 0-2 %	-			-			-			(ref.)		
Ulykkesår 2008	0,044	0,318	0,889	0,044	0,318	0,890	0,052	0,318	0,869	0,045	0,318	0,889
Ulykkesår 2009	-0,364	0,354	0,305	-0,363	0,354	0,306	-0,356	0,354	0,314	-0,364	0,354	0,304
Ulykkesår 2010	0,096	0,307	0,755	0,096	0,306	0,753	0,103	0,306	0,736	0,096	0,306	0,754
Ulykkesår 2011	-0,029	0,311	0,927	-0,037	0,311	0,905	-0,040	0,312	0,899	-0,048	0,312	0,878
Ulykkesår 2012	-0,510	0,355	0,151	-0,515	0,355	0,147	-0,510	0,355	0,151	-0,518	0,355	0,145
Ulykkesår 2013	-0,347	0,334	0,298	-0,349	0,334	0,295	-0,354	0,334	0,290	-0,360	0,335	0,282
Ulykkesår 2014	-0,523	0,348	0,133	-0,533	0,348	0,126	-0,525	0,348	0,131	-0,534	0,349	0,126
Ulykkesår 2015	-0,297	0,332	0,372	-0,309	0,333	0,353	-0,302	0,333	0,363	-0,302	0,333	0,364
Ulykkesår 2016	-0,949	0,387	0,014	-0,946	0,387	0,014	-0,936	0,386	0,015	-0,939	0,386	0,015
Ulykkesår 2017	(ref.)			(ref.)			(ref.)			(ref.)		
Konstant	-14,35	0,675	0,000	-14,65	0,703	0,000	-14,48	0,681	0,000	-14,76	0,707	0,000
Ln(lengde)	1,000			1,000			1,000			1,000		
<u>Overspredningspar,</u>												
Ln(lengde)	0,132	0,741	0,859	0,166	0,707	0,815	0,181	0,729	0,804	0,238	0,744	0,750
Konstant	-1,300	6,098	0,831	-1,525	5,813	0,793	-1,674	6,009	0,781	-2,142	6,142	0,727

Deskriptiv statistikk for ulykker i soner

Tabell 46: Trafikkarbeid, PSU og DHSU, andeler i inngangssoner for ett- og toløpstunneler – alle tunneler.

	Alle tunneler						Ettløpstunneler						Toløpstunneler					
	Antall tunneler	Trafikk- arb.:	PSU		DHSU		Antall tunneler	Trafikk- arb.:	PSU		DHSU		Antall tunneler	Trafikk- arb.:	PSU		DHSU	
		Andel in inng.	Andel i	Andel i	Andel i	Andel in inng.		Andel i	Andel i	Andel i	Andel i	Andel in inng.		Andel i	Andel i	Andel i	Andel i	
2008	957	17.4 %	107	46 %	19	21 %	899	17.1 %	67	45 %	18	22 %	58	22.0 %	40	48 %	1	0 %
2009	973	17.4 %	121	33 %	13	15 %	914	17.1 %	79	25 %	12	17 %	59	21.6 %	42	48 %	1	0 %
2010	1 002	17.2 %	107	40 %	22	36 %	929	16.9 %	71	42 %	16	38 %	73	21.5 %	36	36 %	6	33 %
2011	1 013	17.1 %	122	30 %	21	24 %	936	16.9 %	68	28 %	17	29 %	77	20.0 %	54	33 %	4	0 %
2012	1 021	17.2 %	103	32 %	12	42 %	943	16.9 %	57	28 %	6	33 %	78	20.1 %	46	37 %	6	50 %
2013	1 045	17.0 %	97	33 %	16	19 %	958	16.7 %	50	34 %	11	9 %	87	21.4 %	47	32 %	5	40 %
2014	1 066	16.9 %	108	29 %	14	21 %	975	16.6 %	52	31 %	7	29 %	91	21.7 %	56	27 %	7	14 %
2015	1 096	16.6 %	74	31 %	16	31 %	997	16.3 %	42	36 %	11	27 %	99	21.2 %	32	25 %	5	40 %
2016	1 114	16.7 %	97	33 %	10	40 %	1,013	16.4 %	46	39 %	6	50 %	101	20.0 %	51	27 %	4	25 %
2017	1 124	16.5 %	89	26 %	25	32 %	1,023	16.3 %	45	27 %	20	30 %	101	20.0 %	44	25 %	5	40 %
Sum		17.0 %	1,025	33 %	168	28 %		16.7 %	577	33 %	124	27 %		20.9 %	448	33 %	44	30 %

Tabell 47: Trafikkarbeid, PSU og DHSU, andeler i inngangssoner for ett- og toløpstunneler – lange tunneler (med midtsone).

	Alle tunneler						Ettløpstunneler						Toløpstunneler					
	Trafikk-		PSU		DHSU		Trafikk-		PSU		DHSU		Trafikk-		PSU		DHSU	
	Antall tunneler	arb.: Andel in inng.	Antall	Andel i inng.	Antall	Andel i inng.	Antall tunneler	arb.: Andel in inng.	Antall	Andel i inng.	Antall	Andel i inng.	Antall tunneler	arb.: Andel in inng.	Antall	Andel i inng.	Antall	Andel i inng.
2008	560	13.1 %	88	34 %	17	12 %	522	12.9 %	56	34 %	16	13 %	38	17.8 %	32	34 %	1	0 %
2009	573	13.1 %	104	22 %	13	15 %	534	12.9 %	70	16 %	12	17 %	39	17.5 %	34	35 %	1	0 %
2010	592	13.0 %	89	28 %	20	30 %	545	12.7 %	59	31 %	15	33 %	47	16.7 %	30	23 %	5	20 %
2011	602	12.9 %	104	18 %	19	16 %	552	12.8 %	58	16 %	15	20 %	50	15.5 %	46	22 %	4	0 %
2012	607	13.0 %	89	22 %	10	30 %	556	12.8 %	50	18 %	5	20 %	51	15.7 %	39	28 %	5	40 %
2013	622	12.8 %	87	25 %	15	13 %	568	12.5 %	45	27 %	11	9 %	54	16.1 %	42	24 %	4	25 %
2014	637	12.7 %	96	20 %	13	15 %	581	12.5 %	48	25 %	7	29 %	56	16.4 %	48	15 %	6	0 %
2015	657	12.5 %	66	23 %	14	21 %	598	12.2 %	37	27 %	10	20 %	59	15.9 %	29	17 %	4	25 %
2016	671	12.6 %	79	20 %	9	33 %	610	12.4 %	38	26 %	5	40 %	61	15.0 %	41	15 %	4	25 %
2017	682	12.5 %	83	22 %	22	23 %	621	12.3 %	41	20 %	17	18 %	61	15.0 %	42	24 %	5	40 %
Sum		12.8 %	885	23 %	152	20 %		12.6 %	502	24 %	113	20 %		16.0 %	383	23 %	39	21 %

Tabell 48: Trafikkarbeid, PSU og DHSU, andeler i inngangssoner for ett- og toløpstunneler – korte tunneler (uten midtsone).

	Alle tunneler						Ettløpstunneler						Toløpstunneler					
	Trafikk-		PSU		DHSU		Trafikk-		PSU		DHSU		Trafikk-		PSU		DHSU	
	Antall tunneler	arb.: Andel in inng.	Antall inng.	Andel i	Antall inng.	Andel i	Antall tunneler	arb.: Andel in inng.	Antall inng.	Andel i	Antall inng.	Andel i	Antall tunneler	arb.: Andel in inng.	Antall inng.	Andel i	Antall inng.	Andel i
2008	397	100 %	19	100 %	2	100 %	377	100 %	11	100 %	2	100 %	20	100 %	8	100 %	0	100 %
2009	400	100 %	17	100 %	0	100 %	380	100 %	9	100 %	0	100 %	20	100 %	8	100 %	0	100 %
2010	410	100 %	18	100 %	2	100 %	384	100 %	12	100 %	1	100 %	26	100 %	6	100 %	1	100 %
2011	411	100 %	18	100 %	2	100 %	384	100 %	10	100 %	2	100 %	27	100 %	8	100 %	0	100 %
2012	414	100 %	14	100 %	2	100 %	387	100 %	7	100 %	1	100 %	27	100 %	7	100 %	1	100 %
2013	423	100 %	10	100 %	1	100 %	390	100 %	5	100 %	0	100 %	33	100 %	5	100 %	1	100 %
2014	429	100 %	12	100 %	1	100 %	394	100 %	4	100 %	0	100 %	35	100 %	8	100 %	1	100 %
2015	439	100 %	8	100 %	2	100 %	399	100 %	5	100 %	1	100 %	40	100 %	3	100 %	1	100 %
2016	443	100 %	18	100 %	1	100 %	403	100 %	8	100 %	1	100 %	40	100 %	10	100 %	0	100 %
2017	442	100 %	6	100 %	3	100 %	402	100 %	4	100 %	3	100 %	40	100 %	2	100 %	0	100 %
Sum		100 %	140	100 %	16	100 %		100 %	75	100 %	11	100 %		100 %	65	100 %	5	100 %

Havarier: Tunnelene i havarianalysene

Tabell 49: Tunneler som inngår i havarianalysene.

Tunnel	Region	ITV	AID	Totalt antall havarier	Havarier per mill. kjøretøy-km
Askimporten	Øst	ITV	AID	4	0,51
Aurtunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Bjørnabakktunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Borviktunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	34,08
Brattheiatunnelen	Sør	ITV	Ikke AID	16	1,08
Brattåstunnelen	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	4	0,77
Breitindtunnelen	Nord	Ikke ITV	Ikke AID	1	6,36
Breviktunnelen	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Bringåkertunnelen	Sør	ITV	Ikke AID	12	0,72
Bryningslandstunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Brynstunnelen	Øst	ITV	AID	2	0,16
Bukkaskår tunnel	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Byfjordtunnelen	Vest	ITV	AID	183	4,98
Eidettunnelen	Øst	ITV	AID	33	1,83
Eldsvolltunnelen	Øst	ITV	AID	10	0,86
Eiksundtunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	44	2,90
Ellingsøyntunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	87	3,73
Eversviktunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Finnøytunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	5	1,10
Fjærlandstunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	6	0,96
Florvågtunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Fløyfjellstunnelen	Vest	ITV	Ikke AID	180	1,69
Fodnestunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	10	1,01
Frøyatunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	29	4,32
Furubergtunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	2	2,07
Goksøyrtunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Grillstadttunnelen	Midt	ITV	AID	15	1,01
Grønliatunnelen	Øst	ITV	AID	2	0,72
Gudvangatunnelen	Vest	ITV	Ikke AID	21	1,28
Gullhammartunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Halsatunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Hammersborgtunnelen	Øst	ITV	Ikke AID	17	6,04
Harangtunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Haukanetunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	0,45
Hobeksetertunnelen	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	2	0,46
Honganviktunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	2	2,64
Hornnestunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	2	3,61
Hvalertunnelen	Øst	ITV	AID	25	4,03
Hyllestadttunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Høyviktunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Indre Sandviktunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Isetunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	2,94
Karmøytunnelen	Vest	ITV	AID	9	0,44
Kipletunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Kleivviktunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Klubbstraumentunnel	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Knappetunnelen	Vest	ITV	AID	31	0,37
Knudsjuvtunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	3	1,322,09
Kobbkartunnelen	Nord	Ikke ITV	Ikke AID	9	2,40
Kvernåstunnelen	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	1	0,62
Landsnestunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Langnestunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	0,06
Langarennet II	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Liksteintunnelen	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Ljoraskreotunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-

Forts.: Tunneler som inngår i havarianalysene.

Tunnel	Region	ITV	AID	Totalt antall havarier	Havarier per mill. kjøretøy-km
Lundevatntunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	3,72
Løheittunnelen	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	1	0,29
Løvstakktunnelen	Vest	ITV	Ikke AID	32	2,08
Malerødtunnelen	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	6	2,41
Midttun Miljøtunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	1,02
Molvikhammartunnelen	Nord	Ikke ITV	Ikke AID	1	1,60
Mydland	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Nappstraumen	Nord	Ikke ITV	Ikke AID	2	0,96
Narheimstunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	47,75
Nestunnelen	Sør	ITV	AID	10	0,94
Nordrepollentunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	3,61
Operatunnelen	Øst	ITV	AID	210	1,19
Oslofjordtunnelen	Øst	ITV	AID	83	1,91
Ramsun miljøtunnel	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Røsslandsåstunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Røyrdalen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Seimsdaltunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	1,01
Seljeviktunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Sentrumstangenten	Nord	Ikke ITV	Ikke AID	2	0,17
Skjåholmentunnelen	Nord	Ikke ITV	Ikke AID	1	1,41
Skodjevågtunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Skrøtotunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	2	0,89
Skuitunnelen	Øst	ITV	AID	9	0,68
Steinetunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Steinsåstunnelen	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	17	0,78
Stetind	Nord	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Storefosstunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	2	37,75
Strindheimtunnelen	Midt	ITV	AID	56	1,56
Struksentunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Strømsåstunnelen	Sør	ITV	AID	69	1,53
Svartisen	Nord	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Svinviktunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Svoldaltunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Svoragrovatunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Svoritunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	1	60,14
Svotunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	2	0,43
Sædalstunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Sørlandsporten	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	2	3,25
Tuftåstunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	2	0,78
Tveitatunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Valatunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Vamråktunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Vassbygd tunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Viggjatunnelen	Midt	ITV	Ikke AID	15	0,93
Vikanøstunnelen	Midt	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Vågsbygdporten tunnel	Sør	ITV	AID	11	0,55
Økstratunnelen	Vest	Ikke ITV	Ikke AID	0	-
Ørgenviktunnelen	Sør	ITV	AID	4	0,42
Ørneheitunnelen	Sør	Ikke ITV	Ikke AID	1	0,54
Øyertunnelen	Øst	ITV	AID	5	0,26
Alle tunnelene				1 322	1,38

Tabell 50: Antall havarier i tunneler med og uten ITV og AID (kun kombinasjoner av kjøretøytype og type havari som er avhengige variabler i modellberegningene).

	Uten ITV	ITV (og ikke AID)	AID	Alle tunneler
Lette kjøretøy - Motorhavarier	45	29	249	323
Lette kjøretøy - Øvrig tek.	7	5	49	61
Lette kjøretøy - Drivstoff	2	16	62	80
Lette kjøretøy - Ukjent/annet	139	180	254	573
Lette kjøretøy - Punkttert	14	30	65	109
Lette kjøretøy - Alle havarier	207	260	679	1 146
Tunge kjøretøy - Motorhavarier	4	4	20	28
Tunge kjøretøy - Annet tek.	4	6	11	21
Tunge kjøretøy - Ukjent/annet	40	18	40	98
Tunge kjøretøy - Alle havarier	49	30	78	157
Alle kjøretøy - Motorhavarier	49	33	271	353
Alle kjøretøy - Øvrig tek.	11	11	60	82
Alle kjøretøy - Drivstoff	2	16	66	84
Alle kjøretøy - Ukjent/annet	181	201	304	686
Alle kjøretøy - Punkttert	15	32	70	117
Alle kjøretøy - Alle havarier	258	293	771	1 322

Havarier: Modellene

Tabell 51: Havarimodellene for havarier med *alle* typer kjøretøy.

	Alle havarier		Motorhavari		Øvrig teknisk havari		Drivstoffmangel ^a		Annet/ukjent		Punktering	
LR chi ²	69,04		81,97		32,39				30,69		45,94	
Prob > chi ²	0		0		0,0007				0,0012		0	
Pseudo R ²	0,1321		0,2922		0,1854				0,0713		0,2356	
Log likelihood	-226,7		-99,3		-71,1				-199,8		-74,5	
	Alle havarier		Motorhavari		Øvrig teknisk havari		Drivstoffmangel		Annet/ukjent		Punktering	
	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p
Ln(ÅDT)	0,693	0,000	1,277	0,000	0,662	0,081			0,498	0,008	0,876	0,003
Andel lange kjt.	-0,004	0,853	0,027	0,442	0,102	0,095			-0,022	0,508	0,030	0,398
Toløpstunnel (vs. ett løp)	0,283	0,495	-0,953	0,109	0,126	0,867			0,821	0,219	1,050	0,037
Fartsgr. 30-50 km/t	0,370	0,530	1,407	0,082	2,938	0,002			-0,192	0,821	1,743	0,218
Fartsgr. 60 km/t	0,313	0,572	-0,247	0,764	-1,226	0,276			-0,005	0,995	0,633	0,402
Fartsgr. 70 km/t	-0,037	0,906	0,029	0,955	0,236	0,732			-0,096	0,854	-0,047	0,918
Fartsgr. 90-110 km/t	0,043	0,922	1,878	0,001	-0,191	0,789			-0,936	0,189	-0,758	0,192
Fartsgr. 80 km/t	(referanse)		(referanse)		(referanse)				(referanse)		(referanse)	
Maks. stigning >5%	0,175	0,618	0,429	0,392	-0,671	0,316			-0,086	0,871	-1,154	0,017
Maks. stigning >7%	0,915	0,021	1,632	0,003	1,695	0,053			0,996	0,128	0,780	0,140
ITV (vs. ikke ITV)	0,711	0,067	0,562	0,252	1,536	0,033			0,698	0,246	0,671	0,173
AID (vs. ikke AID)	0,234	0,411	0,477	0,270	1,511	0,012			-0,243	0,568	0,053	0,904
Konstant	-11,866	0,000	-19,688	0,000	-16,328	0,000			-10,108	0,000	-15,904	0,000
Ln(lengde)	1,000		1,000		1,000				1,000		1,000	
Overdispersjonsparameter (Ln(alpha))												
Ln(lengde)	-0,389	0,119	0,170	0,767	2,972	0,169			-0,126	0,618	-2,251	0,006
Konstant	2,246	0,241	-2,277	0,619	-25,860	0,171			1,125	0,571	15,594	0,005

^a Ingen modell beregnet.

Tabell 52: Havarimodellene for havarier med *lette* kjøretøy.

	Alle havarier		Motorhavari		Øvrig teknisk havari		Drivstoffmangel		Annet/ukjent		Punktering	
LR chi ²	105.24		79.77		41.88		76.77		55.3		45.93	
Prob > chi ²	0		0		0		0		0		0	
Pseudo R ²	0.2212		0.2983		0.2961		0.5212		0.1453		0.245	
Log likelihood	-185.2		-93.8		-49.8		-35.3		-162.7		-70.8	
	Alle havarier		Motorhavari		Øvrig teknisk havari		Drivstoffmangel		Annet/ukjent		Punktering	
	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p
Ln(ÅDT)	1,041	0,000	1,314	0,000	0,979	0,029	1,807	0,002	1,018	0,000	0,778	0,008
Andel lange kjøt.	-0,002	0,941	0,010	0,809	0,142	0,038	-0,155	0,232	-0,020	0,564	0,013	0,721
Toløpstunnel (vs. ett løp)	0,112	0,759	-0,829	0,190	0,492	0,560	-0,695	0,457	0,437	0,438	1,167	0,029
Fartsgr. 30-50 km/t	0,323	0,535	1,034	0,271	4,117	0,000	2,240	0,094	-0,755	0,371	1,703	0,227
Fartsgr. 60 km/t	-0,026	0,955	-0,054	0,949	-1,345	0,252	1,929	0,093	-0,352	0,587	0,734	0,326
Fartsgr. 70 km/t	-0,357	0,242	0,001	0,998	0,810	0,249	1,363	0,050	-0,646	0,179	0,210	0,647
Fartsgr. 90-110 km/t	0,054	0,882	1,934	0,001	-0,301	0,689	3,050	0,002	-0,989	0,103	-0,675	0,260
Fartsgr. 80 km/t	(referanse)		(referanse)		(referanse)		(referanse)		(referanse)		(referanse)	
Maks. stigning >5%	-0,111	0,739	0,461	0,395	-1,301	0,092	0,098	0,895	-0,077	0,878	-1,344	0,010
Maks. stigning >7%	1,420	0,000	1,623	0,006	2,935	0,008	2,280	0,045	1,249	0,046	0,967	0,082
ITV (vs. ikke ITV)	0,899	0,008	0,392	0,461	1,534	0,076	1,738	0,055	0,786	0,123	0,750	0,138
AID (vs. ikke AID)	0,230	0,359	0,502	0,260	2,050	0,003	1,996	0,036	-0,412	0,274	0,132	0,773
Konstant	-15,180	0,000	-19,978	0,000	-20,719	0,000	-26,439	0,000	-14,816	0,000	-15,022	0,000
Ln(lengde)	1,000		1,000		1,000		1,000		1,000		1,000	
Overdispersjonsparameter (Ln(alpha))												
Ln(lengde)	0,007	0,985	0,293	0,590	12,225	0,000	-5,967	0,003	0,207	0,575	-2,227	0,010
Konstant	-1,254	0,647	-3,122	0,475	-106,956	0,000	37,171	0,003	-1,818	0,550	15,366	0,009

Tabell 53: Havarimodellene for havarier med tunge kjøretøy.

	Alle havarier		Motorhavari ^a		Øvrig teknisk havari		Annet/ukjent	
LR chi ²	14,98				11,66		8,98	
Prob > chi ²	0,1835				0,3901		0,6237	
Pseudo R ²	0,0561				0,1395		0,0412	
Log likelihood	-125,9				-35,9		-104,5	
	Alle havarier		Motorhavari		Øvrig teknisk havari		Drivstoffmangel	
	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p
Ln(ÅDT)	0,150	0,418			0,579	0,401	0,083	0,755
Andel lange kjøt.	0,012	0,699			0,078	0,359	0,000	0,993
Toløpstunnel (vs. ett løp)	0,709	0,189			-2,383	0,184	0,557	0,595
Fartsgr. 30-50 km/t	1,031	0,101			1,947	0,248	1,307	0,223
Fartsgr. 60 km/t	-0,360	0,598			-15,725	0,994	0,306	0,773
Fartsgr. 70 km/t	-0,283	0,605			-1,534	0,306	-0,301	0,712
Fartsgr. 90-110 km/t	-1,757	0,015			0,595	0,754	-2,085	0,135
Fartsgr. 80 km/t	(referanse)				(referanse)		(referanse)	
Maks. stigning >5%	0,160	0,736			0,902	0,467	0,017	0,982
Maks. stigning >7%	0,667	0,239			0,196	0,884	0,634	0,510
ITV (vs. ikke ITV)	1,362	0,021			2,840	0,030	0,523	0,560
AID (vs. ikke AID)	0,097	0,837			0,740	0,503	-0,159	0,806
Konstant	-9,058	0,000			-16,036	0,008	-8,442	0,000
Ln(lengde)	1,000				1,000			
Overdispersjonsparameter (Ln(alpha))								
Ln(lengde)	1,363	0,147			0,695	0,657	-0,252	0,572
Konstant	-11,632	0,148			-5,739	0,665	2,528	0,478

^a Ingen modell beregnet.

Tabell 54: Havarimodell for alle kjøretøy uten ITV og AID blant prediktorvariablene; resultatene fra havarimodellen for alle kjøretøy med ITV og AID blant prediktorvariablene er til sammenligning vist til høyre i tabellen.

	Lette kjøretøy				Tunge kjøretøy			
	Uten ITV og AID		Med ITV og AID		Uten ITV og AID		Med ITV og AID	
LR chi ²	98.06		105.24		11.44		14,98	
Prob > chi ²	0		0		0.2465		0,1835	
Pseudo R ²	0.2061		0.2212		0.0429		0,0561	
Log likelihood	-188.8		-185.2		-127.7		-125,9	
	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p	Koeff.	p
Ln(ÅDT)	1.083	0.000	1,041	0,000	0.259	0.209	0,150	0,418
Andel lange kjt.	0.001	0.969	-0,002	0,941	0.024	0.472	0,012	0,699
Toløpstunnel (vs. ett løp)	0.180	0.659	0,112	0,759	0.344	0.635	0,709	0,189
Fartsgr. 30-50 km/t	0.478	0.376	0,323	0,535	1.545	0.078	1,031	0,101
Fartsgr. 60 km/t	0.451	0.348	-0,026	0,955	0.379	0.663	-0,360	0,598
Fartsgr. 70 km/t	-0.168	0.585	-0,357	0,242	-0.162	0.769	-0,283	0,605
Fartsgr. 90-110 km/t	0.031	0.940	0,054	0,882	-1.141	0.198	-1,757	0,015
Fartsgr. 80 km/t	0.000		(referanse)		0.000		(referanse)	
Maks. stigning >5%	0.084	0.808	-0,111	0,739	0.210	0.711	0,160	0,736
Maks. stigning >7%	1.163	0.003	1,420	0,000	0.490	0.451	0,667	0,239
ITV (vs. ikke ITV)	-	-	0,899	0,008	-	-	1,362	0,021
AID (vs. ikke AID)	-	-	0,230	0,359	-	-	0,097	0,837
Konstant	-15.436	0,000	-15,180	0,000	-9,887	0,000	-9,058	0,000
Ln(lengde)	1,000		1,000		1,000		1,000	
Overdispersjonsparameter (Ln(alpha))								
Ln(lengde)	-0.198	0.462	0,007	0,985	-0.376	0.196	1,363	0,147
Konstant	0.544	0.796	-1,254	0,647	3.139	0.167	-11,632	0,148

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 Forskningscenter 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 transport 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
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

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