

Statens vegvesen

► Risikovurdering ny tunnel på E39 Storehaugen – Førde

E39 Storehaugen – Førde

Oppdragsnr.: 52203560 Dokumentnr.: NO-RA-01 Versjon: J03 Dato: 28.10.2022



Oppdragsgiver: Statens vegvesen
Oppdragsgivers kontaktperson: Magna Fondenes Vangsnes
Rådgiver: Norconsult
Oppdragsleder: Mats Korneliussen
Fagansvarlig: Lene Bøkseth Jermstad
Andre nøkkelpersoner: Marthe Pedersen

J03	28.10.2022	For bruk	MaPede	LeJem	MatKor
J02	17.06.2022	For bruk	MaPede	LeJem	MatKor
B01	08.06.2022	Høringsutgave	MaPede	LeJem	MatKor
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

I forbindelse med reguleringsplanarbeidet med ny tunnel på E39 Storehaugen – Førde i Sunnfjord kommune, i regi av Statens vegvesen, er det gjennomført risiko- og beredskapsanalyse for tunnelen. Risiko- og beredskapsanalysene dokumenteres i separate rapporter. I denne rapporten oppsummeres gjennomført risikoanalyse.

Risikoanalysens formål er å avdekke forhold som bidrar til økt risiko og foreslå risikoreducerende tiltak.

I denne risikoanalysen er spesielle farlige forhold i tunnelen vurdert, og analysen tar for seg en risikovurdering av åtte uønskede hendelser. Analysen er i all hovedsak basert på tunnelens særtrekk, informasjon som har fremkommet i analysemøtet og generell ulykkesstatistikk for tunneler.

Resultatene fra analysen er presentert i en risikomatrix, som viser at tunnelen har et moderat risikonivå. Alle hendelsene kategoriseres i oransje/gul sone, hvor utforkjøring er vurdert å være hendelsen med høyest risiko i tunnelen. Resultatene representerer tunnelen med planlagte sikkerhetstiltak og -utrustning.

Sikkerhetsnivået i tunnelen med planlagte sikkerhetstiltak og -utrustning vurderes å være høyt. Gjennomgående evakueringslys, PA-anlegg (lyd og lyssignal), innsnakk via radio (DAB) samt nødstasjoner tilrettelegger for selvredning. Videre vil AID-kameraer bidra til tidlig deteksjon av uønskede hendelser i tunnelen og rask igangsetting av nødvendige tiltak. Det er vurdert i analysen at sikkerheten i tunnelen er ivaretatt uten at det etableres nødutganger.

Risikoreducerende tiltak identifisert gjennom analysemøtet er vurdert og anbefalt basert på en overordnet vurdering av effekt og kost/hytte, for å redusere risikoen i tunnelen ytterligere. Følgende tiltak er anbefalt for ny tunnel på E39 Storehaugen – Førde:

- Forbud mot traktor
- Viltgjerder i dagsoner for å hindre dyr i vegbanen og tunnelen
- Forsterket kantlinjer
- Forhåndsbestemt brannventilasjonsretning mot Storehaugen, med forsinket oppstart
- Ventilasjonsanlegget dimensjoneres for å ivareta kravet til brannventilasjon (50 MW, 3 m/s) i begge retninger i tunnelen

Innhold

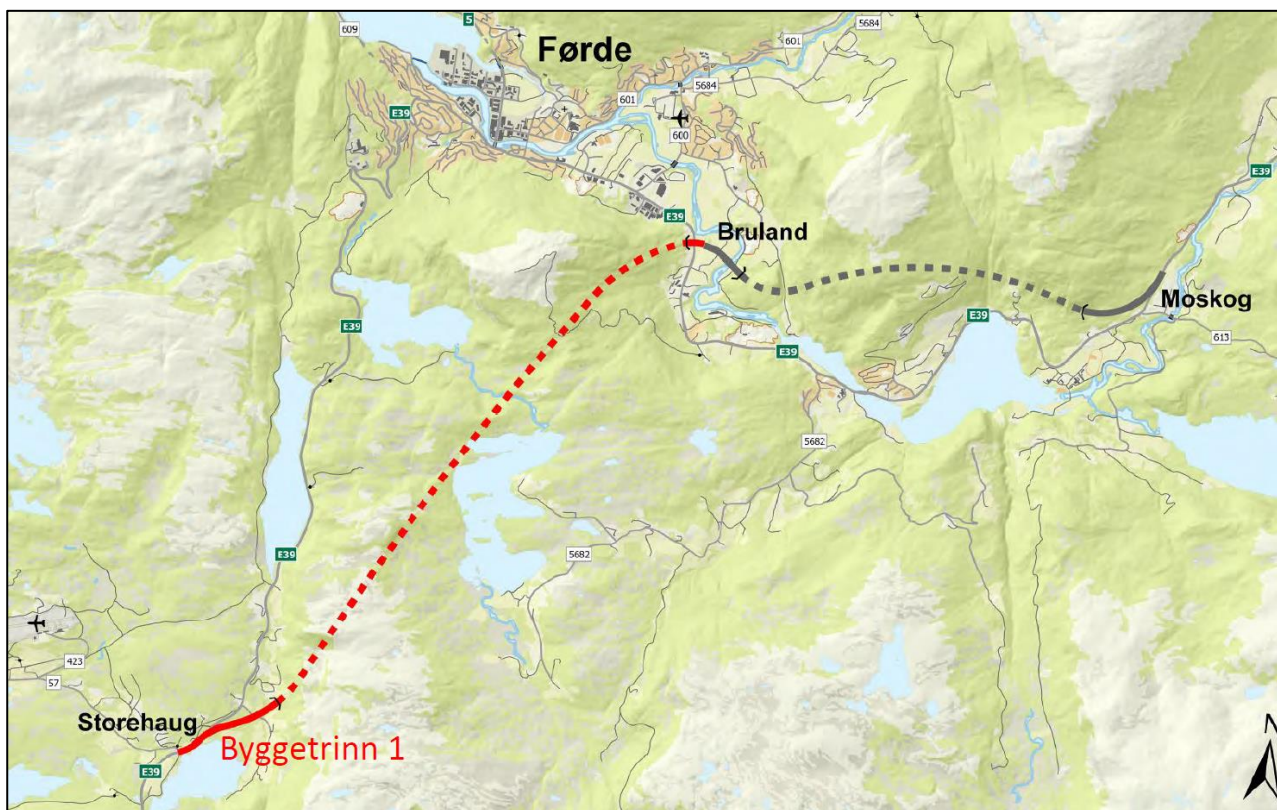
1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Formål	5
1.3	Avgrensninger og forutsetninger	5
2	Metodikk	6
2.1	Deltakere i analysegruppen	8
3	Analyseobjektet	9
3.1	Tekniske data og tunnelprofil	9
3.1.1	<i>Tunnelprofil</i>	10
3.2	Sikkerhetstiltak og utrustning	11
4	Datagrunnlag	12
4.1	TUSI-beregninger	12
5	Risikoanalyse E39 Storehaugen – Førde	13
5.1	Farlige forhold	13
5.2	Identifiserte uønskede hendelser.	15
5.3	Risikovurdering av uønskede hendelser	15
5.3.1	<i>Møteulykke</i>	15
5.3.2	<i>Påkjøring bakfra</i>	16
5.3.3	<i>Påkjøring myke trafikanter</i>	17
5.3.4	<i>Utforkjøring</i>	17
5.3.5	<i>Liten brann (<5MW)</i>	18
5.3.6	<i>Stor brann (>20MW)</i>	20
5.3.7	<i>Løkkasje av farlig gods</i>	22
5.3.8	<i>Velt</i>	23
5.4	Risikobilde for alle uønskede hendelser	24
6	Risikoreduserende tiltak	25
7	Konklusjon	28
8	Referanser	29

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Statens vegvesen utarbeider reguleringsplan for ny E39 på strekningen Storehaugen – Førde i Sunnfjord kommune. Prosjektet omfatter ca. 3 km veg i dagen med relativt korte dagsoner for å kople seg til dagens E39 i sørvest og nordøst og ca. 7,5 km tunnel. Dimensjoneringsklasse for veg er H2, og tunnelen er planlagt bygd med tunnelprofil T14 og tunnelklasse C med ett felt i nordgående retning og to felt i sørgående retning. Stigning i tunnelen er på 3,8 % fra Førde mot Storehaugen. Framtidig omkjøringsrute er via eksisterende veg.

I forbindelse med reguleringsplanarbeidet utføres det risiko- og beredskapsanalyse for tunnelen. Risikoanalysen er oppsummert i dette dokumentet. Beredskapsanalysen er oppsummert i en egen rapport.



Figur 1 E39 Storehaugen – Førde, tunnelen er vist med stiplet linje)

1.2 Formål

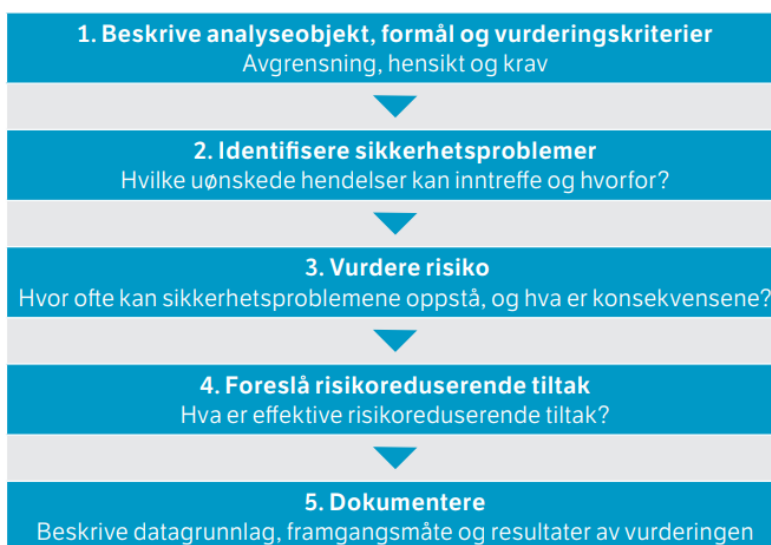
- Avdekke forhold som bidrar til økt risiko
- Foreslå tiltak som kan redusere risiko

1.3 Avgrensninger og forutsetninger

- Analysen omhandler risiko ift. liv og helse.
- Viljestyrte handlinger, for eksempel sabotasje, er ikke medtatt
- Analysen er kvalitativ og basert på faglig skjønn

2 Metodikk

Det er gjennomført en kvalitativ risikovurdering, med utgangspunkt i femtrinnsprosessen for risikoanalyser, som beskrevet i "Veileder for risikoanalyser av vegtunneler" [1] og "Risikovurderinger i vegtrafikken" [2]. Metodikken er illustrert i Figur 2.



Figur 2 Gjennomføring av risikoanalyse (ref. «Veileder for risikovurdering i vegtrafikken»)

I analysemøtet ble analyseobjektet gjennomgått. En liste over uønskede hendelser og farlige forhold i Statens vegvesens «Veileder for risikoanalyser av vegtunneler» [1] ble brukt som utgangspunkt for å identifisere uønskede hendelser og spesielle farlige forhold, se Tabell 1.

Resultatene fra analysen er synliggjort i en risikomatrix. Benyttet risikomatrix er vist i figur 3, og er hentet fra *Veilederen for risikovurderinger av vegtunneler* [1]. Statens vegvesen har ikke definert akseptkriterier for risiko. Fargekodene i risikomatriksen er benyttet som en veiledning til om risikoen er akseptabel eller ikke, og om tiltak må iverksettes for å redusere risikoen.





Kategoriseringen av uønskede hendelser i forhold til sannsynlighet og konsekvens gjøres på bakgrunn av innspill i analysemøtet, datagrunnlaget for analysen samt kvalitative vurderinger. Risikomatriksen er ment å gi et *bilde* av risikonivået, og ikke en nøyaktig estimering av frekvens og konsekvens. Matriksen gir også en indikasjon på hvilke farer som krever tiltak for å redusere risiko. Særtrekk eller spesielle forhold ved tunnelen tas med i estimering av frekvens og konsekvens.

Med risikoreducerende tiltak menes sannsynlighetsreducerende tiltak (forebygging) eller konsekvensreducerende tiltak (inkl. beredskap), som bidrar til å redusere risiko, for eksempel fra rød sone og ned til gul eller grønn sone i risikomatriksen. De risikoreducerende tiltakene medfører at klassifisering av risiko for en hendelse forskyves vertikalt, horisontalt eller på skrå i matriksen.

Risikoanalysen er sendt på høring til analysedeltakerne og VTS for innspill før ferdigstillelse.

Tabell 1 Liste over ønskede hendelser og spesielle farlige forhold
 (Ref. «Veileder for risikoanalyser av vegtunneler», s.18 [1])

Liste over uønskede hendelser		
Uønskede hendelser	Varianter	
1. Trafikkulykke	a) Moteulykke	Lette kjøretøy
		Lett mot tungt kjøretøy
	b) Påkjøring bakfra	Tunge kjøretøy
		Lette kjøretøy
		Lett kjøretøy påkjørt av tungt
c) Påkjøring av myke trafikanter	Etter motorhavari for eksempel	
d) Utforkjøring	Vegg, bankett, portal, havarilomme etc.	
2. Brann	a) Liten brann (5 MW)	Brann i lett kjøretøy
	b) Stor brann (> 20 MW)	Brann i tungt kjøretøy
3. Lekkasje av farlig gods	a) Drivstoff	
	b) Giftige stoffer	
4. Kjøretøystans	a) Lette kjøretøy	
	b) Tunge kjøretøy	
5. Velt	a) Buss	Særlig høye busser, bobiler og tilhengere med høyt tyngdepunkt
	b) Annet tungt kjøretøy	
Spesielle farlige forhold		Sikkerhetsparametere
<ul style="list-style-type: none"> • Sneformer i/ved åpning • Issvuller på bakken • Istapper som kan falle ned • Duggproblemer • Blending ved utkjøring av tunnel (solforhold) • Mangelfullt vedlikehold av tekniske systemer • Dårlig belysning • Forbikjøringsfelt etc. • Dårlig tilgang for utrykningskjøretøy ved kodannelse • Ulogisk beliggenhet (etter kurve) • Fallende gjenstander • Myke trafikanter (fotgjengere, syklist) • Kjent problem med oljesol • Høy andel tunge kjøretøy • Utbredt transport av farlig gods • Mye busstrafikk • Mye motorsykeltrafikk • Komplisert trafikkbilde (skilt etc.) • Fartsvariasjon (saktegående kjøretøy) • Gjenstander i vegbanen • Bratt stigning • Mange rapporterte ulykker og nestenulykker • Ikke sambandsdekning for nødnetter • PE-skum • Vanninntrengning • Strømbrudd 		<ul style="list-style-type: none"> • Tunnelengde • Antall løp • Antall kjørefelt • Tverrsnittgeometri • Vertikal og horisontal profil • Konstruksjonstype • Enveis- eller toveistrafikk • Trafikkvolum per løp (herunder fordeling i tid) • Risiko for trafikkork (per døgn eller sesongbestemt) • Atkomstid for redningstjenestene • Nærvar og prosentandel av tunge lastebiler • Sieretrekk ved atkomstveiene • Kjørefeltbredde • Hastighetsaspekter • Geografisk og meteorologisk miljø

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)					
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)					
Svært sjelden (en gang per 101-1000 år)					
Ekstremt sjelden (Sjeldnere enn hvert 1000. år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte
	Tiltak vurderes ikke nærmere		Tiltak bør vurderes		Tiltak skal vurderes
					Tiltak nødvendig

Figur 3 Risikomatrix (ref. «Veileder for risikoanalyser av vegtunneler»)

2.1 Deltakere i analysegruppen

Det ble avholdt analyse møte i Førde den 24. mai 2022. Deltakerne i analysen er presentert i Tabell 2. Deltakere på analysen består av personer fra relevante fag og funksjoner hos Statens vegvesen, Sunnfjord Brann og Redning, og Norconsult.

Tabell 2 Deltakere på analysen 24.mai 2022

Navn	Firma	Funksjon
Kristin Rygg Haugland	Statens vegvesen	Praktisk tunnelforvalter
Oddvar Andreas Skrede	Statens vegvesen	Transport og samfunn
Bernhard Hans Langer	Statens vegvesen	Drift og vedlikehold
Svein Rune Vie	Statens vegvesen	Brannvernleder
Marius Slinde	Statens vegvesen	Byggeleder og vegplanlegger
Svein Reidar Dale	Statens vegvesen	Prosjektleder
Roy Andre Solvåg-Hellevang	Sunnfjord Brann og Redning	Brann og redning
Kevin Medby	Norconsult	Beredskap, møteleder
Lene Bøkseth Jermstad	Norconsult	Risikovurdering, møteleder
Marthe Pedersen	Norconsult	Risikovurdering

3 Analyseobjektet

Dagens trase for E39 mellom Storehaugen og Førde sentrum skal bygges slik at E39 ikke går via Førde sentrum. Dette innebærer at trafikken flyttes inn i tunnel som strekker seg fra Storehaugen (kryss ved fylkesveg 57) og videre til Bruland (øst for Førde sentrum). Dagens trase for E39 benyttes som omkjøringsveg i forbindelse med tunnelen.

Tunnelen er planlagt som ettløpstunnel på 7,5 km, med ett felt i nordgående retning og to felt i sørgående retning. Det er to korte dagsoner utenfor tunnelportalene, dette for å koble tunnelen på dagens E39. I sørvest flettes forbikjøringsfeltet i tunnelen sammen i dagsonen, før et planskilt kryss på Storehaug. I nordøst kobles tunnelen på rundkjøring i dagsonen, med avkjøring til riksveg 5 og E39.

Tunnelen er planlagt med veggelementer i innkjøringssoner og betongføringskant langs begge sider i tunnelen.

Det er stigning på 3,8 % fra Førde mot Storehaugen.

Tunnelen bygges med tunnelprofil T14 og er tunnelklasse C. Videre er det forsterket midtoppmerking med sinusfresing gjennom tunnelen.

Skiltet fartsgrense i tunnelen er 80 km/t.

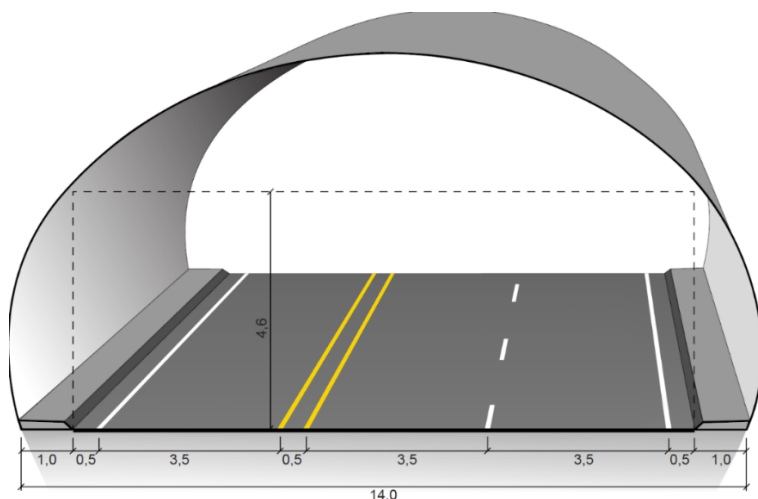
3.1 Tekniske data og tunnelprofil

Tabell 3 Nøkkeldata

Tunnelnavn	E39 Storehaugen – Førde
Lengde	7485 meter
ÅDT (2050)	6700
Fartsgrense	80 km/t
Tungtrafikkandel (2050)	19 %
Tunnelklasse	C
Tunnelprofil hovedløp	T14
Antall ramper	0
Max stigning	Maks 3,8 %
Fri høyde	4,6 meter
Kjørebanebredde	3 x 3,5 meter

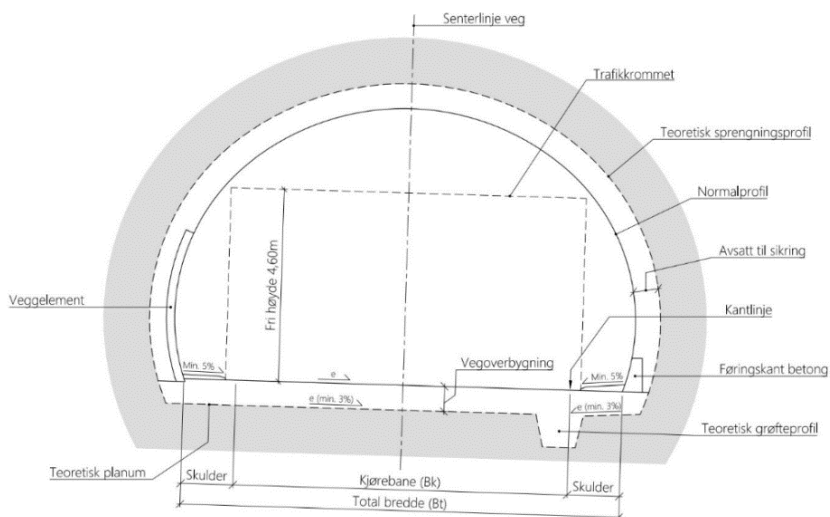
3.1.1 Tunnelprofil

Tunnelen bygges med tunnelprofil T14. Frihøyde i tunnelen er 4,6 meter og kjørebanebredde 3 x 3,5 meter. Mellom kjørefelt med motsatt trafikkdiring etableres forsterket midtoppmerking med 0,5 meter sinusfresing. Se Figur 4.



Figur 4 Tunnelprofil T14 benyttes i tunnelen (ref. N100 figur B.7)

Figur 5 illustrerer føringskant i betong på høyre side i tunnelprofilen. I planlagt tunnel langs strekningen E39 Storehaugen – Førde vil føringskanten etableres på begge sider.



Figur 5 Skjematisk tunnelprofil, vist med eksempel på veggelement og føringskant av betong (ref. N500 figur 4.4.1-1)

3.2 Sikkerhetstiltak og utrustning

Tunnelklasse C med ÅDT < 8000 legges til grunn for tunnelen. Dette medfører krav til følgende sikkerhetstiltak og -utrustning iht. håndbok N500 (datert 2022):

- Havarinisjer hver 375 meter (± 50 meter)
- Snunisjer hver 1500 meter (± 50 meter)
- Nødstrømsystem
- Sammenhengende evakueringslys
- Nødstasjoner
- Sløkkevann med kommunalt trykksatt vann
- Fjernstyrte bomber og rødt stoppblinksignal ved portaler
- Automatisk hendelsesdeteksjon (AID) og videoovervåkning (ITV)
- PA-system for trafikantinformasjon
- Nødnett og kringkasting
- Høydehinder
- Nødutganger

Havari- og snunisjer tilpasses lokale forhold som bergforhold og geometri. Havarinisjer utformes standard med 30 meter havarilomme med 3 meter ekstra kjørefeltbredde, samt 30 meter overgangsprofil i begge retninger mellom hovedløpprofil og havarinisje (iht. krav 4.5.1-2 i N500).

Det er ikke planlagt etablert nødutganger i tunnelen. Tunnelsikkerhetsforskriften (TSF) åpner for unntak fra krav dersom tunnelen er <10 km med ÅDT < 4000 kjøretøy per kjørefelt, og en risikoanalyse viser at sikkerheten er tilsvarende eller bedre.

Tunnelen dimensjoneres for 50 MW brann iht. krav for tunnelklasse C i N500.

4 Datagrunnlag

4.1 TUSI-beregninger

For vurderingen av planlagt tunnel langs E39 Storehaugen – Førde er det utført TUSI-beregninger. Resultatet fra TUSI-beregningene er vist i Tabell 4. I beregningen er det benyttet ÅDT (2050) estimert til 6700 for tunnelen.

Videre er det gjort estimeringer av branntilløp, hvor det skilles mellom branntilløp i lette og tunge kjøretøy.

Tabell 4 TUSI-beregninger for tunnel E39 Storehaugen – Førde

	E39 Storehaugen – Førde	
Type hendelse	Antall hendelser per år	Tid mellom hendelser
Kjøretøystopp u/personskader	229	1,6 dager
Trafikkuhell m/personskader	0,703	1,4 år
Branntilløp i lette kjøretøy	0,210	4,7 år
Branntilløp i tyngre kjøretøy	0,112	8,9 år

Merk at TUSI-beregninger er basert på eldre statistikk, og utvikling i kjøretøyparken eller innføring av risikoreduserende tiltak på vegnettet er ikke hensyntatt. Det antas derfor at beregningene overestimerer ulykkesfrekvensen noe, siden det her er snakk om en helt ny tunnel.

5 Risikoanalyse E39 Storehaugen – Førde

5.1 Farlige forhold

Med utgangspunkt i «Veileder for risikoanalyser av vegtunneler» [1], er spesielle farlige forhold ved tunnelen identifisert, se Tabell 5. Dette er benyttet videre i risikovurderingen i kapittel 5.3.

Tabell 5 Identifiserte spesielle farlige forhold

Spesielle farlige forhold	Aktuelt	Beskrivelse
Snøfonner i/ved åpning	Nei	Ikke identifisert som et problem. Det er en høydemeterforskjell på ca. 300 moh. ved portal på Bruland og Storehaugen, hvor det kan oppstå miljøforandringer i form av ulike miljø ved portalene.
Issvuller på bakken	Nei	Det forutsettes at tunnelen bygges i henhold til krav.
Istapper som kan falle ned	Nei	Det forutsettes at tunnelen bygges i henhold til krav.
Duggproblemer	Nei	Det er ikke vurdert som sannsynlig at det vil være duggproblemer i tunnelen siden det er kontinuerlig stigning gjennom tunnelen.
Blending ved kjøring ut av tunnel (solforhold)	Ja	Tunnelen er lokalisert i østlig retning ved Bruland. Fjellene mot øst er ikke så høye at de vil hindre blending. Ved utkjøring i nord er det fare for å bli blendet når sola står lavt på himmelen på sommeren. I sør er tunnelen lokalisert i sørvestlig retning. Terrengtet er noe mer flatt i dette området, og det kan oppstå blendingsproblematikk vinterstid.
Mangelfullt vedlikehold av tekniske systemer	Nei	Forutsettes at vedlikehold utføres tilstrekkelig.
Dårlig belysning	Nei	Det forutsettes at all belysning er iht. krav.
Forbikjøringsfelt etc.	Nei	Ettløpstunnel med trafikk i begge retninger. Gjennomgående forbikjøringsfelt i retning mot Storehaugen.
Dårlig tilgang for utrykningskjøretøy ved kødannelse	Nei	Kort innsatstid, og tilgang fra begge sider av tunnelen. Brannvesenet er lokalisert i Førde og Sande.
Ulogisk beliggenhet (etter kurve)	Nei	Det er noe kurvatur i tunnelen. Venstrekurve ved innkjøring fra Storehaugen og høyrekurve ved utkjøring ved Bruland. Horisontalkurvaturen i tunnelen er tilpasset stoppsikt for fartsgrense 90 km/t.
Fallende gjenstander	Nei	Forutsettes ivaretatt som følge av ny tunnel. Ikke vurdert som et problem.
Myke trafikanter (fotgjengere, syklist)	Nei	Tunnelen er ingen naturlig snarvei for myke trafikanter, og ferdsel i tunnelen er ikke vurdert som et spesielt problem for tunnelen.

Spesielle farlige forhold	Aktuelt	Beskrivelse
Kjent problem med oljesøl	Nei	Ikke vurdert som et problem.
Høy andel tunge kjøretøy	Ja	19 % andel tungtrafikk.
Utbredt transport av farlig gods	Nei	Ikke spesielt høy andel farlig gods-trafikk. Hovedsakelig transport av drivstoff.
Mye busstrafikk	Nei	Forventes noe busstrafikk gjennom tunnelen, spesielt ekspress buss. Usikkerhet knyttet til rute og hyppighet. Det er planlagt kollektivt område i nærhet av planskilte kryss på sørsiden av tunnelen.
Mye motorsykeltrafikk	Nei	Ikke identifisert som et problem.
Komplisert trafikkbilde (skilt etc.)	Nei	Ikke komplisert trafikkbilde i tunnelen. Skilt monteres i henhold til krav. I dagsonen ved Storehaugen er det noe økt informasjonsmengde i forbindelse med planskilte kryss og fletting av trafikk.
Fartsvariasjon (saktegående kjøretøy)	Nei	Det er forbikjøringsfelt i tunnelen og saktegående kjøretøy er ikke identifisert som et sannsynlig problem i tunnelen. Traktor i tunnelen kan imidlertid skape noe fartsvariasjon, spesielt kjørende i nordgående retning, hvor det ikke er forbikjøringsfelt.
Gjenstander i vegbanen	Nei	Ikke identifisert som et problem.
Bratt stigning	Nei	3,8 % stigning fra Førde mot Storehaugen.
Mange rapporterte ulykker og nestenulykker	Nei	Ikke aktuelt som følge av ny tunnel.
Ikke sambandsdekning for nødnetter	Nei	Planlagt nødnett og kringkasting i tunnelen.
PE-skum	Nei	Vann- og frostsikring iht. krav.
Vanninntrenging	Nei	Forutsettes at tunnelen er tett og iht. krav.
Strømprudd	Nei	Tunnelen er planlagt med tosidig strømforsyning.

5.2 Identifiserte uønskede hendelser.

Uønskede hendelser som kan inntreffe er identifisert med utgangspunkt i sjekklisten fra Vegvesenets veileder i risikoanalyse [1], se Tabell 6.

Tabell 6 Identifiserte uønskede hendelser

Nr	Uønsket hendelse
1	Møteulykke
2	Påkjøring bakfra
3	Påkjøring myke trafikanter
4	Utforkjøring
5	Liten brann (5 MW)
6	Stor brann (>20MW)
7	Lekkasje av farlig gods
8	Velt
9	Feltskifteulykke
10*	Kjøretøystans

* Hendelse 10, kjøretøystans, er ikke behandlet videre i risikovurderingen i kapittel 5.35.3. Kjøretøystans skyldes i de fleste tilfeller enten motorstopp eller drivstoffmangel. Andre årsaker til kjøretøystans kan være punktering eller at det er mistet last fra bilen. Kjøretøystans i seg selv skader ikke personene inne i eller utenfor kjøretøyet, men en kjøretøystans kan imidlertid medføre følgeulykker. Slike hendelser relatert til kjøretøystans med etterfølgende ulykke er behandlet under øvrige hendelser (møteulykke, påkjøring bakfra, påkjøring myke trafikanter).

5.3 Risikovurdering av uønskede hendelser

5.3.1 Møteulykke

Mulige årsaker til hendelsen

Tunnelen er en ettløpstunnel med toveistrafikk. Møteulykke kan derfor oppstå. Uoppmerksom fører, høy fart, kurvatur eller forstyrrende elementer kan føre til at kjøretøyet kommer over i motsatt kjørefelt. Saktegående kø, gjenstander i vegbanen, myke trafikanter i tunnelen eller motorstans kan føre til forsøk på forbikjøring.

Traktor i tunnelen kan medføre forsøk på forbikjøring. Spesielt er traktor kjørende nordover i retning mot Bruland vurdert å være en sannsynlig årsak til forbikjøring siden det ikke er forbikjøringsfelt i denne retningen.

Vurdering av frekvens

Fra Statens vegvesens rapport om personsaker i vegtunneler [3] kommer det frem at møteulykker utgjør 25,1 % av ulykkene i ettløpstunneler. Basert på TUSI-beregningene tilsier dette en møteulykke ca. hvert 6. år i tunnelen langs E39 Storehaugen – Førde. Tunnelen vil imidlertid ha to kjørefelt for sørgående trafikk, hvor det er planlagt forbikjøringsfelt gjennom tunnelen. Forbikjøringsfelt vil kunne redusere sannsynligheten for forsøk på forbikjøring.

Videre er det planlagt etablert forsterket midtoppmerking med 0,5 meter sinusfresing mellom kjørefelt med motsatt trafikketretning. Dette vil kunne være sannsynlighetsreducerende for en hendelse med møtende trafikk ved at trafikanter varsles dersom kjøretøyet krysser over i motsatt kjørefelt.

Belysning i tunnelen vil være i henhold til krav, og gi trafikantene god oversikt over trafikkbildet og utforming.

Basert på overnevnte vurderes frekvens for møteulykke til sjelden.

Vurdering av konsekvens

Fartsnivå har stor betydning for konsekvens av en møteulykke og for førerens mulighet for å unngå en slik ulykke. Basert på erfaringsdata er det sannsynlig at de fleste overlever en frontkollisjon i 70 km/t [4]. Skadeomfang vil reduseres ved lavere fart. I tunnelen er vil planlagt fartsgrense bli 80 km/t.

Basert på vurderingene ovenfor vurderes konsekvens for møteulykke til å kunne medføre dødsfall.

Identifiserte risikoreduserende tiltak

- Forbud mot traktor (anbefales, se vurdering i kap. 6)
- Hastighetsmåling i tunnelen (anbefales ikke, se vurdering i kap.6)

5.3.2 Påkjøring bakfra

Mulige årsaker til hendelsen

Denne type hendelse oppstår oftere i forbindelse med kryss, møte med kø, rundkjøring og inngangs-/utgangssoner. Ved utkjøring både i sørvest og nordøst er det fare for at bilister kan bli blendet. Ved blanding kan bilister reagere med å bremse opp, og farlige situasjoner med fare for påkjørsel bakfra kan oppstå.

Videre er det ved utkjøring i nordøst (Bruland-siden) en kort dagsone før rundkjøring utenfor portalområdet. Dette er identifisert som et område hvor det muligens kan oppstå hendelser med påkjøring bakfra. Fartsgrensen blir imidlertid skiltet ned ca.100 meter inne i tunnelen før utkjøring, og samtidig er det vurdert lite sannsynlig med kødannelse i området. Det er rundkjøringskilt i tunneltaket ved utkjøring og det forventes god flyt i rundkjøringen.

Vurdering av frekvens

Påkjørsel bakfra utgjør en noe større andel av ulykkene i vegtunneler enn på veien ellers [3]. Påkjøring bakfra er en ulykkestype som det antas at underregistreres, da den ofte kun ender i materielle skader og derfor ikke meldes inn til nødteater. Fra Statens vegvesens rapport om personskader i vegtunneler [3] kommer det frem at påkjøring bakfra utgjør 29,2 % av ulykkene i ettløpstunneler.

Tunnelen planlegges med automatisk hendelsesdeteksjon (AID). Ved deteksjon av stanset kjøretøy eller en hendelse i tunnelen vil VTS får varsel og kan iverksette tiltak.

Det er kjent at trekk av vilt, eksempelvis hjort, til dagsonene utenfor tunnelen kan forekomme. Ved dyr i vegbanen vil trafikanter kunne reagere med oppbremsing som kan medføre situasjoner hvor påkjørsel bakfra kan oppstå. Viltgjerdet kan imidlertid bidra til å redusere sannsynligheten for påkjørsel bakfra som følge av dyr i vegbanen.

Påkjørsel bakfra vurderes til å kunne oppstå ofte.

Vurdering av konsekvens

Dybdeanalyser av dødsulykker viser at dødsulykker der kjøretøy kjører i samme kjøretretning er den minst hyppige ulykkestypen med drepte i trafikken (gjennomsnittlig 3 % av alle trafikkdrepte) [4]. Dette kan skyldes at hastigheten ofte er redusert før kollisjonen oppstår, og at bilen bak ofte har tid til å reagere og starte nedbremsingen.

Det er vurdert at den mest sannsynlige konsekvensen ved påkjøring bakfra vil være lettere skade.

Identifiserte risikoreduserende tiltak:

- Viltgjerder i dagsonene (anbefales, se vurdering i kap.6)
- Hastighetsmåling i tunnelen (anbefales ikke, se vurdering i kap.6)

5.3.3 Påkjøring myke trafikanter

Mulige årsaker til hendelsen

Mulige årsaker til påkjøring av myke trafikanter kan være at personer går ut av kjøretøy med motorstopp som følge av at tanken går tom, el-biler går tom for strøm etc.

Ved havari, mistet last eller ulykke vil personer kunne gå ut av kjøretøyet og oppholde seg i vegbanen. Enkelte myke trafikanter kan også benytte tunnelen som en snarvei.

Vurdering av frekvens

Tunnelen anses ikke som en naturlig snarvei for myke trafikanter, selv om det kan inntreffe at myke trafikanter og/eller syklende benytter tunnelen.

Tunnelen utstyres med AID-kameraer. Avhengig av valgte deteksjonstyper vil VTS få varsel om en hendelse i tunnelen og/eller indirekte varsel som kan redusere sannsynligheten for en følgehendelse med påkjørsel av myke trafikanter.

Tunnelen utstyres med havarilommer som muliggjør stans utenfor kjørebanelen dersom det er behov.

Påkjøring av myke trafikanter utgjør 1 % av ulykkene i ettløpstunneler og er den minst hyppige ulykkeshendelsen ifølge Statens vegvesens rapport [3]. Basert på dette og vurderingene ovenfor vurderes det at sannsynlighet for en hendelse hvor myke trafikanter er involvert vil oppstå svært sjelden, dvs. en gang per 101-1000 år.

Vurdering av konsekvens

Påkjøring av myke trafikanter er kritisk og konsekvens vurderes til å kunne medføre dødsfall.

Identifiserte risikoreduserende tiltak

- Hastighetsmåling i tunnelen (anbefales ikke, se vurdering i kap.6)

5.3.4 Utforkjøring

Mulige årsaker til hendelsen

Årsaker til utforkjøring kan være en unnamanøver, høy fart, et illebefinnende, uoppmerksomhet eller at sjåføren sovner bak rattet.

Vurdering frekvens

Singel utforkjøring er den hyppigste ulykkeshendelsen i ettløpstunneler og utgjør hele 38,1 % av ulykkene [3]. Basert på TUSI-beregningene tilsier dette en hendelse med utforkjøring ca. hvert 3-4 år i tunnelen på E39 Storehaugen – Førde.

Det er identifisert noe kjent problematikk med viltstyr som trekker ned til vegen i dagsonene utenfor tunnelen. Viltstyr i vegbanen kan også medføre en brå unnamanøver som potensielt kan medføre en utforkjøring.

Videre er tunnelen relativt lang, og det kan skje at sjåfør sovner bak rattet, eller blir uoppmerksom, og kjører utfor. Imidlertid vil forsterket kantlinjer og forsterket midtoppmerking kunne være sannsynlighetsreduserende for hendelsen, siden trafikanter blir varslet om at man forlater kjørefeltet. Det er planlagt med forsterket midtoppmerking i tunnelen, men ikke forsterket kantoppmerking.

Tunnelen er planlagt åpnet i 2030, og det forventes en positiv utvikling i kjøretøyparken innen åpningen. Nye biler har teknologi som reduserer sannsynligheten for blant annet utforkjøring.

Utforkjøring som medfører hardt skadde er likevel vurdert konservativt til å skje ofte, en gang per 2 til 10 år.

Vurdering av konsekvens

Dybdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken 2020 viser at utforkjøringsulykker er den nest største ulykkestypen som medfører drepte i trafikken (gjennomsnittlig 34% av alle trafikkdrepte) [4].

Det etableres midtrekkverk i dagsonen ved Storehaugen, samt rekkverk mot sideterrang. Dette vil kunne redusere konsekvens ved en utforkjøring i dette området. I selve tunnelen er nisjer utformet iht. regelverk, og det er betongføringskant gjennom hele tunnelen som reduserer konsekvensen ved utforkjøring, ved at bilen ledes langs tunnelveggen.

Fart er en faktor vil kunne påvirke skadeomfanget ved en hendelse, og sannsynlig medvirkende faktor. Skiltet hastighet i tunnelen vil være 80 km/t. Basert på dette forventes det at utforkjøring vil medføre skade på personer involvert i ulykken, og i verste fall dødsfall.

Konsekvens ved en utforkjøring vurderes til hardt skadd.

Identifiserte risikoreduserende tiltak:

- Viltgjerd i dagsonene for å hindre dyr i vegbanen og tunnelen (anbefales, se vurdering i kap.6)
- Forsterket kantlinjer (anbefales, se vurdering i kap.6)
- Hastighetsmåling i tunnelen (anbefales ikke, se vurdering i kap.6)

5.3.5 Liten brann (<5MW)

Mulige årsaker til hendelsen

Varmgang i bremses, teknisk feil (lettere brann i nyere biler enn gamle på grunn av mer ledninger/elektronikk) etc. kan være årsaker til brann i lettere kjøretøy. Det kan også oppstå brann i etterkant av en ulykke.

Det er ikke gitt at en brann vil eskalere til overtenning av kjøretøy. Trafikanter og/eller brannvesenet klarer i de fleste tilfeller å slukke og avverge utviklingen av en større hendelse.

Vurdering frekvens

Brann utgjør en liten andel ulykker i tunneler. I analysen av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006 utgjorde brann og branntilløp under 1% av alle hendelsene [3]. Videre påpekes det i TØIs rapport om kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015 [5] at brann oftere oppstår i tunge kjøretøy, undersjøiske tunneler og tunneler med bratt stigning (> 5%).

TUSI-beregninger anslår branntilløp i lette kjøretøy hvert 5 år.

Med bakgrunn i overnevnte frekvens for branntilløp vurderes sannsynligheten for en liten brann til sjelden, en gang per 11 til 100 år.

Vurdering av konsekvens

I norske tunneler er det selvredningsprinsippet som gjelder. Tunnelen utstyres med AID som muliggjør tidlig varslings til VTS og lokasjon av brannsted. Ved en brann vil VTS iverksette stenging og igangsette brannventilasjonen.

Tunnelen dimensjoneres for en 50 MW brann i begge retninger. Ventilasjonsretning ved en brannhendelse anbefales å være fast med stigningen, mot Storehaugen, med forsinket oppstart. Dette er fordelaktig i startfasen ved en brannhendelse mtp. røykspredning, og siden hovedinnsatsen ved brann er fra Førde. Røyken vil naturlig trekke oppover på grunn av oppdriften, som gjør at ventilasjonen kan starte litt lengre ut i brannforløpet. Dette tilrettelegger bedre for selvevakuering enn om ventilasjonen igangsettes tidlig i brannforløpet, siden røyken kan ligge i taket en stund, og ikke fyller hele tverrsnittet med en gang slik den vil gjøre med ventilasjon.

Dersom driftsventilasjonen er i gang i tunnelen er det en forutsetning at den stoppes umiddelbart ved en brannhendelse i tunnelen.

Dersom naturlig trekkretning er nedover mot Bruland idet brannhendelsen oppstår, kan noe røyk rekke å trekke nedover før røyken snur på grunn av oppdriften fra den varme røyken, eventuelt på grunn av ventilasjonen. I dette tilfellet vil det uansett være hensiktsmessig med forsinket oppstart, siden røyken vil legge seg i taket i starten av brannforløpet. At røyken trekker i en retning, og deretter snur, kan medføre at noen velger feil evakueringsretning, og blir tatt igjen av røyk når ventilasjonen startes. Det er imidlertid lite sannsynlig at personer vil evakuere til fots i tunnelen.

Det forventes at naturlig trekkhastighet i tunnelen er lav siden det er toveistrafikk, og at behovet for driftsventilasjon er begrenset på grunn av lav ÅDT og jevn stigning i tunnelen. Siden det er høydeforskjell på portalene, vil temperaturforskjeller mellom utetemperatur og bergtemperaturen medføre noe naturlig trekk i tunnelen, spesielt når temperaturforskjellene er store. Sommerstid vil det naturlig trekke nedover mot Bruland, og vinterstid oppover mot Storehaugen. Det er lite sannsynlig at vindlast på portalene har stor effekt på den naturlige trekken i tunnelen på grunn av tunnelens lengde. Det vil være vindmålere i tunnelen slik at VTS/brannvesenet har informasjon om trekkretning og vindhastighet i tunnelen.

Ved en hendelse nær portalen mot Bruland kan tunnelen ventileres nedover for å unngå å røyklegge hele tunnelen dersom dette vurderes som hensiktsmessig. Kombinasjonen av kameraer, vindmålere og forsinket oppstart på ventilasjonen gir VTS/brannvesenet god oversikt over situasjonen i tunnelen, og mulighet til å styre ventilasjonen slik det vurderes hensiktsmessig i situasjonen.

Det installeres bom og rødstopplink utenfor portalområdene, som vil forhindre at trafikanter kjører inn i tunnelen. Kjøretøy som har passert brannstedet vil ha mulighet til å kjøre ut av tunnelen. Trafikanter på vei inn mot brannstedet vil kunne snu ved bruk av havarilommer og/eller snunisjer i tunnelen. Ved en brannhendelse i tunnelen aktiveres «Snu og kjør ut» skilt ved snunisjer. Tunnelens bredde muliggjør også at kjøretøy på vei inn mot brannstedet kan passere brannstedet i en tidlig fase. Evakuering til fots kan skje ut tunnelportaler.

Tunnelen er koblet opp mot VTS, som ved en brannhendelse har mulighet for innsnakk via radio (DAB). Ved innsnakk bryter VTS inn på radioanlegget i kjøretøyet med lydmeldinger, uavhengig av radiokanal. Kvaliteten

på lydmeldingene er essensiell. Lydmeldinger kan være forhåndsdefinerte eller manuelt innsnakk fra VTS eller nødstyrepanel.

Videre er tunnelen godt tilrettelagt for selvredning ved at det etableres langsgående evakueringslys i tunnelen og PA-system (lyd- og lyssignal) for trafikantinformasjon for å veilede trafikanter ut av tunnelen. Det er nødstasjoner i tunnelen som inneholder nødtelefoner og brannslukningsapparat som kan benyttes til å slukke en mindre brann.

Nødetater har kort innsatstid ved en hendelse, med mulighet for innsats fra begge portaler. Primær innsatsvei for brannvesenet forventes å være fra Førde. Det er hydrant utenfor portal ved Bruland. Brannvesenet har i etterkant av analysemøtet ytret ønske om at det tilrettelegges for trykksatt slukkevann på Bruland-siden iht. krav i N500, siden det er lett å tilrettelegges for, og det er behov for etterfylling ved en større brannhendelse.

Konsekvens som følge av en liten brann vurderes til å medføre lettere skadde.

Identifiserte risikoreduserende tiltak:

- Forhåndsbestemt brannventilasjonsretning mot Storehaugen, med forsinket oppstart (anbefales, se vurdering i kap.6)

5.3.6 Stor brann (>20MW)

Mulige årsaker til hendelsen

Årsaker til stor brann kan være tekniske problemer, varmgang i bremser etc. Brann kan også oppstå i etterkant av en ulykke eller som følge av lekkasje av farlig gods. Det er krav til å medbringe slukkeutstyr for større kjøretøy. Sjåføren klarer i de fleste branntilfeller å slukke brannen og avverge en større hendelse.

For tyngre kjøretøy er det krav til å medbringe slukkeutstyr, og sjåfør klarer i de fleste tilfeller å slukke brannen og avverge en større hendelse.

Vurdering frekvens

Brann utgjør en liten andel ulykker i tunneler. I analysen av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006 utgjorde brann og branntilløp under 1% av alle hendelsene [3]. Videre påpekes det i TØIs rapport om kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015 [5] at brann oftere oppstår i tunge kjøretøy, undersjøiske tunneler og tunneler med bratt stigning (> 5%).

TUSI-beregninger anslår 9 år mellom hvert branntilløp i tyngre kjøretøy.

Med bakgrunn i overnevnte, trafikkmengde og andel tyngre kjøretøy er det vurdert at en brann som medfører hardt skadde og som eskalerer til over 20 MW vil skje sjelden.

Vurdering av konsekvens

En brann over 20 MW er en farlig situasjon hvor tunnellopet vil kunne fylles med røyk, og som potensielt kan medføre store konsekvenser. Røykmengde, siktforhold og temperatur avhenger av hva som brenner, men vil også variere med brannutvikling, intensitet og det naturlige ventilasjonsnivået i tunnelen. Brann i vogntog med brennbar last og/eller stykkgoods kan medføre en svært krevende situasjon.

Ventilasjonsanlegget i tunnelen dimensjoneres for en 50 MW brann, og ved brannstart er anbefalt ventilasjonsretning fra Førde mot Storhaugen. Det vil være mulighet for å snu ventilasjonsretningen utover i brannforløpet dersom det vurderes hensiktsmessig, men det må i så fall gjøres på et tidlig stadium før brannen er overtent. På grunn av stigningen kan det bli utfordrende å snu ventilasjonsretningen når brannen har blitt stor.

Det installeres AID i tunnelen, som ved en brann kan gi tidlig varsling og iverksetting av tiltak fra VTS, samt lokasjon av brannsted. Nødetater har kort innsatstid ved en hendelse, med mulighet for innsats fra begge portaler. Primær innsatsvei for brannvesenet forventes å være fra Førde. Ved en større brannhendelse vil det imidlertid være standard innsats fra begge sider. Videre er det hydrant utenfor portal ved Bruland for sløkkevann. Brannvesenet har i etterkant av analysemøtet ytret ønske om at det tilrettelegges for trykksatt sløkkevann på Bruland-siden iht. krav i N500, siden det er lett å tilrettelegge for, og det er behov for etterfylling ved en større brannhendelse.

Tunnelen er planlagt med vindmålere, og ved en brannhendelse vil VTS kunne informere brannvesenet om vindretning og -hastighet som tidlig beslutningsstøtte. Vindmålere vil også kunne benyttes til styring av ventilasjon i tunnelen, og ved valg av ventilasjonsretning i starten av et brannforløp.

I vegtunneler er det selvredningsprinsippet som gjelder. Ved en hendelse vil trafikanter som har passert brannstedet kunne kjøre ut av tunnelen. Trafikanter på vei inn mot brannstedet vil bli varslet via innsnakk via radio (DAB), og kan evakuere til fots ut tunnelportaler. Ved innsnakk bryter VTS inn på radioanlegget med lydmedling, uavhengig av radiokanal. Lydmedlingen kan være forhåndsdefinert eller direkte innsnakk fra VTS eller nødstyrepanel med egen melding.

Det er ikke planlagt etablert nødutganger i tunnelen. Trafikanter som har behov for nødutganger, vil være trafikanter stående på røykfylt side i tunnelen som evakuerer til fots. Det er relativt lav ÅDT i tunnelen, og det er ikke identifisert fare for kødannelse. Det forventes at de fleste trafikanter vil snu og kjøre ut av tunnelen ved bruk av tilrettelagte snu- og havarinisjer. Skilt med «Snu og kjør ut» aktiveres ved en brann. Videre er det stort tverrsnitt og ekstra kjørefelt i sørgående retning som vil kunne bidra positivt i form av at det er lettere å snu. Dersom det er behov for å evakuere til fots etableres imidlertid PA-anlegg (lyd og lyssignal) og gjennomgående evakueringslys som vil kunne veilede trafikanter ut tunnelportalene. Det anbefales også forsinket oppstart på ventilasjonen, noe som gjør at det vil gå noe mer tid før hele tunneltverrsnittet fylles med røyk og dermed noe bedre tid til evakuering til fots. Det er lav ÅDT i tunnelen, liten fare for kø og lite sannsynlig at det oppstår hendelser hvor det vil være behov for evakuering til fots. I tillegg er det planlagt sikkerhetsutrustning i tunnelen som går utover kravene i tunnelsikkerhetsforskriften, blant annet kortere avstand mellom havarinisjer, gjennomgående forbikjøringsfelt og snunisjer. Sikkerheten ansees derfor å være ivaretatt uten nødutganger i tunnelen.

På utsiden av portaler det fjernstyrte bommer og rødt stoppblyksignal som forhindrer at trafikanter kjører inn i tunnelen.

Ifølge TØIs kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015 [5] konkluderes det med at tilløp til brann og brann som oftest ikke medfører skade på personer. Det nevnes samtidig at store branner involverer røykskader [5]. Med bakgrunn i vurderingene over vurderes konsekvens som følge av en stor brann (konservativt) å kunne medføre hardt skade.

Identifiserte risikoreduserende tiltak:

- Forhåndsbestemt brannventilasjonsretning mot Storehaugen, med forsinket oppstart (anbefales, se vurdering i kap.6)
- Ventilasjonsanlegget dimensjoneres for å ivareta kravet til brannventilasjon (50 MW, 3 m/s) i begge retninger i tunnelen (anbefales, se vurdering i kap.6)

5.3.7 Lekkasje av farlig gods

Mulige årsaker til hendelsen

En lekkasje av farlig gods kan for eksempel inntreffe som følge av en ulykke der en tankbil med drivstoff er involvert, eller drivstofftanken til et kjøretøy går lekk/får sprekker. Lekkasje av farlig gods kan også oppstå som følge av en utforkjøring.

Vurdering av frekvens

Mengden farlig gods som transporteres langs E39 i dag, og som vil transporteres i tunnelen er ikke kjent.

Generelt skal kjøretøy for transport av farlig gods være i god teknisk stand, merket og underlagt strenge krav.

Den initierende hendelsen for farlig gods-ulykke er typisk en kollisjon eller utforkjøring/velt [6].

Det er vurdert at lekkasje av farlig gods vil skje svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år).

Vurdering av konsekvens

Konsekvens som følge av lekkasje av farlig gods vil være avhengig av type farlig gods og mengden. Typiske konsekvenser kan være trafikkulykke uten utslipp, ikke-antent utslipp/lekkasje, eksplosjon, flashbrann eller væskebrann. I de fleste tilfellene fører en hendelse med farlig gods til lokalt akutt utslipp til grunnen. Farlig gods-hendelsene domineres av utslipp av bensin som ikke antennes, men frigjør (giftig) bensindamp [6].

Tunnelen utstyres med system for oppsamling av brannfarlige og giftige gasser i henhold til gjeldende krav. Planlagt drens-system i tunnelen etableres med brannsikre dykkere i sandfang og oppsamling før utløp til resipient på Bruland-siden. Oppsamlingskapasiteten dimensjoneres til å håndtere tankbilvelt (minimum 12 000 l + kapasitet til spylevann). Drens-systemet vil også benyttes ved tunnelvask, samt ved drift og vedlikehold.

Med utgangspunkt i overnevnte vurderes konsekvensen ved en lekkasje av farlig gods å være hardt skadd.

Identifiserte risikoreduserende tiltak:

Det er ikke identifisert behov for ytterligere risikoreduserende tiltak.

5.3.8 Velt

Mulige årsaker til hendelsen

Dekkekspløsjon, høy hastighet mot tunnelvegg, i forbindelse med en brå unnamanøver, sving eller rundkjøring, gjerne kombinert med høyt tyngdepunkt på buss/tungtransport. I tillegg kan velt oppstå som følge av utforkjøring.

Vurdering av frekvens

Det er ikke spesielt mye busstrafikk i tunnelen. Det er imidlertid noe høy andel tungtrafikk, og det vil være kjøretøy med høyt tyngdepunkt i tunnelen.

Utforkjøring utgjør 38,1% av ulykker med personskader i ettløpstunneler [3], men det fremgår ikke av statistikken hvor stor andel av ulykkene som er velt. Det er mulig at enkelte slike hendelser kan resultere i velt ved en høyere hastighet.

Basert på overnevnte er det vurdert at velt vil oppstå svært sjeldent.

Vurdering av konsekvens

Konsekvens vil være avhengig av type kjøretøy som har veltet. En buss har potensial for mange personskader. Dette blant annet som følger av flere passasjerer i en buss og at det potensielt ikke benyttes sikkerhetsbelter. I personbiler er det naturlig å forvente at alle passasjerer benytter sikkerhetsbelte. Ved bruk av motorsykkel er det også å forvente at nødvendig beskyttelsesutstyr er i bruk.

Kjøretøy med farlig gods har også potensial for å forårsake større konsekvenser, og medføre en følgehendelse hvor det oppstår lekkasje.

Konsekvens som følge av velt vurderes til å være hardt skadd.

Identifiserte risikoreduserende tiltak

- Hastighetsmåling i tunnelen (anbefales ikke, se vurdering i kap.6)

5.4 Risikobilde for alle uønskede hendelser

Risikovurderingen gir et bilde av at tunnelen har moderat risiko, se Figur 7. Vurderingen er i all hovedsak tunnelens særtrekk, innspill fra analyse møtet, generell ulykkesstatistikk fra tunneler. Alle de uønskede hendelsene er i gul sone, med unntak av hendelsen utforkjøring som er i oransje sone.

Svært ofte (minst en gang per år)					
Ofte (en gang per 2 til 10 år)	Påkjøring bakfra	Utforkjøring			
Sjelden (en gang per 11 til 100 år)	Liten brann (<5 MW)	Møteulykke Stor brann (>20 MW)			
Svært sjelden (en gang per 101 til 1000 år)		Lekkasje av farlig gods Velt	Påkjøring av myke trafikanter		
Ekstremt sjelden (sjeldnere enn hvert 1000 år)					
	Lettere skadd	Hardt skadd	1-4 drepte	5-20 drepte	Mer enn 20 drepte

Figur 6 Risikobilde for alle uønskede hendelser

6 Risikoreduserende tiltak

I dette kapittelet beskrives de foreslåtte risikoreduserende tiltakene for tunnelen. Tabell 7 oppsummerer alle tiltakene, og for hvilke hendelser i tunnelen tiltaket vil ha effekt.

Tabell 7 Risikoreduserende tiltak og aktuelle hendelser i E39 Storehaugen - Førde

ID	Tiltak	Vurdering
1	Forbud mot traktor	<p>Forbud mot traktor eller forbud mot traktor og saktegående kjøretøy (moped) i tunnelen vil kunne redusere sannsynlighet for forbikjøringer. Dette gjelder spesielt trafikk i nordgående retning, hvor det ikke er gjennomgående forbikjøringsfelt. Tiltaket vil også redusere fartsvariasjon mellom kjøretøy i tunnelen.</p> <p>Det er gode omkjøringsmuligheter for traktorer dersom det innføres forbud i tunnelen.</p> <p>Tiltaket anbefales.</p>
2	Viltgjerd i dagsonene for å hindre dyr i vegbanen og tunnelen	<p>Viltgjerd er et fysisk hinder for å redusere sannsynligheten for vilt påkjørsler og/eller dyr i vegbanen og tunnelen som kan forårsake farlige situasjoner.</p> <p>Ved dagsonen på Brulandsiden av tunnelen er det kjent ifølge analysedeltakerne at vilt dyr trekker ned mot vegen, spesielt hjort. Det er samtidig kjent problematikk knyttet til påkjørsel av vilt i dette området. Ved Storehaugen er det også kjent vilttrekk.</p> <p>Ifølge Håndbok V134 er viltgjerd ikke anbefalt for veger med ÅDT < 10.000. Imidlertid bemerkes det at viltgjerd kan benyttes på veger med ÅDT > 5000 ved spesielle årsaker slik som mye vilttrekk eller flere påkjørsler [7]. Ved bruk av viltgjerd vil det være nødvendig å undersøke nærmere behov for viltsluser og/eller faunapassasjer.</p> <p>Det er midtrekkverk i dagsonen ved Storehaugen, og dersom dyr trekker ned i vegbanen kan midtrekkverket medføre at de blir værende i vegbanen.</p> <p>Tiltaket anbefales. Det er nødvendig å vurdere nærmere utforming og hensiktsmessig utstrekning av viltgjerdene.</p>
3	Forsterket kantlinjer	<p>Det er ikke planlagt forsterket kantlinjer i tunnelen. Det er imidlertid planlagt forsterket midtoppmerking.</p> <p>Forsterket kantlinjer (freste rumleriller/sinusfresing) medfører vibrasjon og/eller støy som følge av skiftninger i vegdekket. Trafikanter som er uoppmerksom, sovner bak rattet eller plasserer kjøretøyet for langt ut mot kantlinje vil derav bli varslet om at man forlater kjørefeltet. Statistikk fra TØI viser at forsterket kantoppmerking har god effekt som risikoreduserende tiltak på veg i dagen, ca. 26 % reduksjon for utforkjøringer til høyre, gitt at skulderbredden er over 60 cm [8].</p>

ID	Tiltak	Vurdering
		<p>Forsterket vegoppmerking (sinusfresing) gir mer støy i kjøretøyet sammenlignet med profilert vegoppmerking uten rumleriller, og har dermed bedre effekt blant annet for tyngre kjøretøy. Det er vist gjennom studier at det kun er freste rumleriller som kan lage tilstrekkelig mye støy og vibrasjoner i tunge kjøretøy [8]. I planlagt tunnel på E39 Storehaugen – Førde er det noe høy andel tungtrafikk (19%).</p> <p>Forsterket kantlinjer vil ha positiv effekt blant annet for hendelsen utforkjøring.</p> <p>Tiltaket anbefales.</p> <p>Planlagt åpning av tunnelen er i 2030. Positiv utvikling i kjøretøyparken med tanke på sikkerhet medfører noe usikkerhet i behovet for tiltaket, da nye kjøretøy har barrierer mot ufrivillig kryssing av midt- og kantlinje. Behovet for tiltaket kan eventuelt vurderes på nytt i en senere fase av prosjektet.</p>
4	<p>Forhåndsbestemt ventilasjonsretning mot Storehaugen, med forsinket oppstart</p>	<p>Forhåndsbestemt ventilasjonsretning med stigningen (fra Førde mot Storehaugen) ved en brannhendelse vil være fordelaktig i startfasen mtp. røykspredning og for å tilrettelegge for innsats fra Førde. Primær innsatsvei for brannvesenet forventes å være fra Førde.</p> <p>Røyken vil trekke naturlig oppover, og ventilasjonen kan starte litt lengre ut i brannforløpet. Dette vil også være fordelaktig med hensyn på tilrettelegging for selvevakuering ved at røyken kan ligge i taket en stund fremfor å fylle hele tverrsnittet med en gang slik det gjør med ventilasjon.</p> <p>Dersom driftsventilasjonen er i gang i tunnelen er det en forutsetning at den stoppes umiddelbart ved en brannhendelse i tunnelen.</p> <p>Tiltaket anbefales. Styringen bør vurderes nærmere i samarbeid med VTS og brannvesenet i forbindelse med utarbeidelse av beredskapsplanen for tunnelen.</p>
5	<p>Ventilasjonsanlegget dimensjoneres for å ivareta kravet til brannventilasjon (50 MW, 3m/s) i begge retninger i tunnelen</p>	<p>Det anbefales å ha fast ventilasjonsretning med stigningen (fra nord mot syd), for å tilrettelegge for innsats fra Førde og begrense røykspredningen i startfasen ved brann. Det kan likevel oppstå hendelser der det er ønskelig å snu ventilasjonsretningen i løpet av brannforløpet, enten på grunn av at det er identifisert evakuerende på røykfylt side, eller på grunn av brannplassering langt nord i tunnelen. For å tilrettelegge for mulighet for å snu ventilasjonsretningen, eller ventilere tunnelen mot stigningen, anbefales det å dimensjonere ventilasjonen i tunnelen for å kunne oppnå kriteriet i N500 i begge retninger.</p> <p>Tiltaket anbefales.</p>

ID	Tiltak	Vurdering
6	Hastighetsmåling i tunnelen	<p>Skiltet hastighet i tunnelen er 80 km/t. Ved en uønsket hendelse vil skadeomfanget være avhengig av flere faktorer, slik som fart.</p> <p>Hastighetsreduserende tiltak slik som eksempelvis streknings – ATK eller fotoboks etc. vil kunne bidra til å redusere skadeomfanget ved en hendelse, og derav være risikoreduserende for alle hendelsene.</p> <p>Det er imidlertid ikke kjent om hastighetsoverskridelse vil være et problem i planlagt tunnel på E39 Storehaugen – Førde. Med bakgrunn i dette anbefales ikke tiltaket. Dersom det ved et senere tidspunkt vurderes som aktuelt kan hastighetsreduserende tiltak vurderes ved behov.</p> <p>Tiltaket anbefales ikke.</p>

7 Konklusjon

Det er gjennomført en risikoanalyse av ny tunnel på E39 Storehaugen – Førde. Formålet med analysen er å avdekke forhold som bidrar til økt risiko og foreslå tiltak som kan redusere risiko.

Det er gjennomført en vurdering av spesielle farlige forhold for tunnelen, før risikovurdering av åtte uønskede hendelser er gjennomført. Risikovurderingen er hovedsakelig basert på tunnelens særtrekk, innspill fra analysemøtet og generell ulykkesstatistikk for tunneler.

Resultatene er presentert i en risikomatrix, og viser at tunnelen har et moderat risikonivå. Alle hendelsene kategoriseres i gul sone, med unntak av hendelsen utforkjøring som er kategorisert i oransje sone. Resultatene representerer tunnelen med planlagte sikkerhetstiltak og -utrustning, som presentert i beskrivelsen av analyseobjektet.

Sikkerhetsnivået i tunnelen vurderes å være høyt som følge av planlagte sikkerhetstiltak og -utrustning i henhold til krav med blant annet gjennomgående evakueringslys, PA-anlegg (lyd og lyssignal), innsnakk via radio (DAB) og AID-kameraer. AID-kameraer vil bidra til tidlig deteksjon av uønskede hendelser i tunnelen og rask igangsetting av nødvendige tiltak. Videre dimensjoneres brannventilasjonen for en 50 MW brann og det etableres nødstasjoner med nødtelefon og brannslukkere. Det er vurdert i analysen at sikkerheten i tunnelen er ivaretatt uten at det etableres nødutganger.

Risikoreduserende tiltak identifisert gjennom analysemøtet er vurdert og anbefalt basert på en overordnet vurdering av effekt og kost/nytte, for å redusere risikoen i tunnelen ytterligere. Følgende tiltak er anbefalt for E39 Storehaugen – Førde:

- Forbud mot traktor
- Viltgjerder i dagsoner for å hindre dyr i vegbanen og tunnelen
- Forsterket kantlinjer
- Forhåndsbestemt brannventilasjonsretning mot Storehaugen, med forsinket oppstart
- Ventilasjonsanlegget dimensjoneres for å ivareta kravet til brannventilasjon (50 MW, 3m/s) i begge retninger i tunnelen

8 Referanser

- [1] Veileder for risikoanalyser av vegtunneler, Rapport Nr: TS2007 (revidert), oktober 2007, Statens vegvesen
- [2] Håndbok V721 Risikovurdering i vegtrafikken, 2007, Statens Vegvesen
- [3] Trafikkulykker i Vegtunneler 2: En analyse av trafikkulykker i vegtunneler på riksvegnettet for perioden 2001-2006, desember 2008, Statens vegvesen
- [4] Dybdeanalyser av dødsulykker i vegtrafikken 2020, juli 2021, Statens vegvesen
- [5] Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunneler 2008-2015, desember 2016, Transportøkonomisk institutt (TØI)
- [6] Risikovurdering av farlig gods i Strømsåstunnelen og Bragernestunnelen, Rapport STF50 A06015, datert 07.02.2006, SINTEF
- [7] Håndbok V134 Veger og dyreliv, 2005, Statens vegvesen
- [8] Trafikksikkerhetshåndboken, Trafikkregulering, 2016, TØI