

Vegtilsynet sine utgreiingar

1-2020 Sjølvredning i lange eitt-løpstunnelar

Innhald

1. Bakgrunn	3
1.1. Mandat.....	3
1.2. Val av problemstilling.....	3
1.3. Presiseringar og avgrensingar.....	4
1.4. Involverte.....	6
2. Problemskildring	6
2.1. Nosituasjon.....	6
2.2. Utvikling.....	16
2.3. Mål.....	16
3. Årsaker og moglege tiltak	17
3.1. Metode.....	17
3.2. Årsaker.....	17
3.3. Tiltak.....	18
3.4. Prinsipielle spørsmål.....	19
3.5. Val av tiltak.....	19
4. Verknader av utvalde tiltak	20
4.1. Metode.....	20
4.2. Tiltak 1: Krav om automatisk deteksjon og effektiv varsling.....	21
4.3. Tiltak 2: Ta i bruk mobilbasert lokalisering og varsling.....	30
4.4. Tiltak 3: Krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk (fluktmasker).....	38
4.5. Tiltak 4: Utarbeide mål for evakuering, med rettleiing for risikovurderingar.....	44
5. Anbefaling	49

1. Bakgrunn

1.1. Mandat

Vegtilsynet sine oppgåver omfattar å «foreslå endringer i regelverket dersom det er nødvendig for å betre sikkerheten knyttet til riksveiene»¹. Vegtilsynet forvaltar ikkje regelverk sjølv. Framlegg til endringar i regelverk må fremjast overfor ansvarleg myndigheit, som må gjere ei sjølvstendig utgreiing og saksførebuing i tråd med Utredningsinstruksen og forvaltningslova, før regelverket eventuelt vert endra.

Vegtilsynet sitt mandat for tilsynsoppgåva er avgrense til å kontrollere sikkerheita knytt til riksveginfrastrukturen². I lys av dette vil Vegtilsynet prioritere å sjå på problemstillingar som vi oppfattar at i stor grad kan løysast gjennom tiltak retta mot veginfrastrukturen.

1.2. Val av problemstilling

Vegtilsynet har gjennomført ei rekke tilsyn retta mot sikkerheita i tunnelane, og faktorar som påverkar mogelegheita til trygg evakuering. Fleire av tilsyna har avdekkat at føresetnadane for trygg evakuering ikkje er tilfredsstillande³. Dette har også Statens havarikommisjon sett i sine undersøkingar av fleire store tunnelbrannar i perioden 2011 til 2019⁴.

Vegtilsynet har oppfatta utfordringane som størst i eitt-løpstunnelar med møtande trafikk, mellom anna fordi desse har eit meir komplisert trafikkbilete og som oftast ikkje har nødutgangar jf. kapittel 2.

Den etablerte metoden for evakuering av vegtunnelar i Noreg er sjølvredning⁵. Vegtilsynet har difor valt å gjennomføre ei utgreiing for å undersøke mogelegheite til tiltak som kan medverke til at trafikantane har nødvendige føresetnader for å gjennomføre sjølvredning raskt og sikkert nok til å unngå å verta drepne eller hardt skadde, inkludert røykskadd og/eller påført psykiske lidningar, ved farlege hendingar i eitt-løpstunnelar med møtande trafikk.

Utgreiinga tek utgangspunkt i problemstillinga «Vellukka sjølvredning er ikkje sikra i alle eksisterande lange eitt-løpstunnelar».

¹ Instruks for Vegtilsynet, revidert 1. juli 2020, punkt 3.2, sjette avsnitt tredje strekpunkt

² Instruks for Vegtilsynet, revidert 1. juli 2020, punkt 3.2 første avsnitt

³ Vegtilsynet sine tilsynsrapportar for sakene 2018-01, 2018-14, 2018-17, 2018-18, 2019-03 og 2019-09.

⁴ Rapport Vei nr 2013/05, 2015/02, 2016/03, 2019/05, og 2020/04, Statens havarikommisjon

⁵ Handbok N500 Vegtunnelar, 2020, kapittel 4.1.3

1.3. Presiseringar og avgrensingar

I denne utgreiinga vil Vegtilsynet bruke desse definerte omgrepa:

AID: (Automatic incident detection) System for å automatisk oppdage uønskete hendingar på vegnettet.

Deteksjon: Varsling til Vegtrafikksentralen og/eller nødetat om at ei hending har oppstått.

eCall: Felles europeisk nødmeldingssystem for varsling av trafikkulykker. Skal installerast i personbilar og lette varebilar som er typegodkjent etter 31. mars 2018.

Eitt-løpstunnel: Vegtunnel med møtande trafikk i same tunnellop.

Evakuering: Forflytting frå ein utrygg stad til ein trygg stad.

Evakueringsfasen: Tidsrommet frå varsling er sett i verk til den enkelte trafikant har kome fram til ein trygg stad, jf. figur 1.

Nødsentral: 110-, 112- og/eller 113-sentralane

Nødstasjon: Formålet med nødstasjonar i tunnel er å gje alarm og stille sikkerhetsutstyr til rådighet. Nødstasjonar er plassert enten i kiosk eller skap, og skal innehalde ein nødtelefon og to brannslökkingsapparat jf. N500 kapittel 4.3.2.3

S-ITS: Samverkande intelligente transportsystem. Teknologi som utnyttar effektiv datautveksling mellom einingar, aktørar og infrastruktur i transportsystemet.

Sjølvredning: Kvar(t) trafikant eller reisefølge evakuerer seg sjølv ved hjelp av dei ressursar dei har tilgjengeleg på det tidspunktet ei farleg hending oppstår.

Sjølvredningsprinsippet: Infrastruktur og tilhøyrande beredskap skal planleggast og utformast med utgangspunkt i at trafikantane skal sette i verk sjølvredning ved hendingar som krev evakuering.

Tunnelforvaltar: Den som er ansvarleg for planlegging, prosjektering, bygging, drift og vedlikehald av tunnelar jf. tunnelsikkerheitsforskrifta § 5. For tunnelar på riksveg er dette Statens vegvesen eller Nye Veier AS.

Trygg stad: Stad med lågt sannsyn for at det oppstår personskade. Typisk i friluft med ein viss avstand frå tunnelportalen. Vil kunne omfatta evakueringsrom, avhengig av utrusting og dimensjonering.

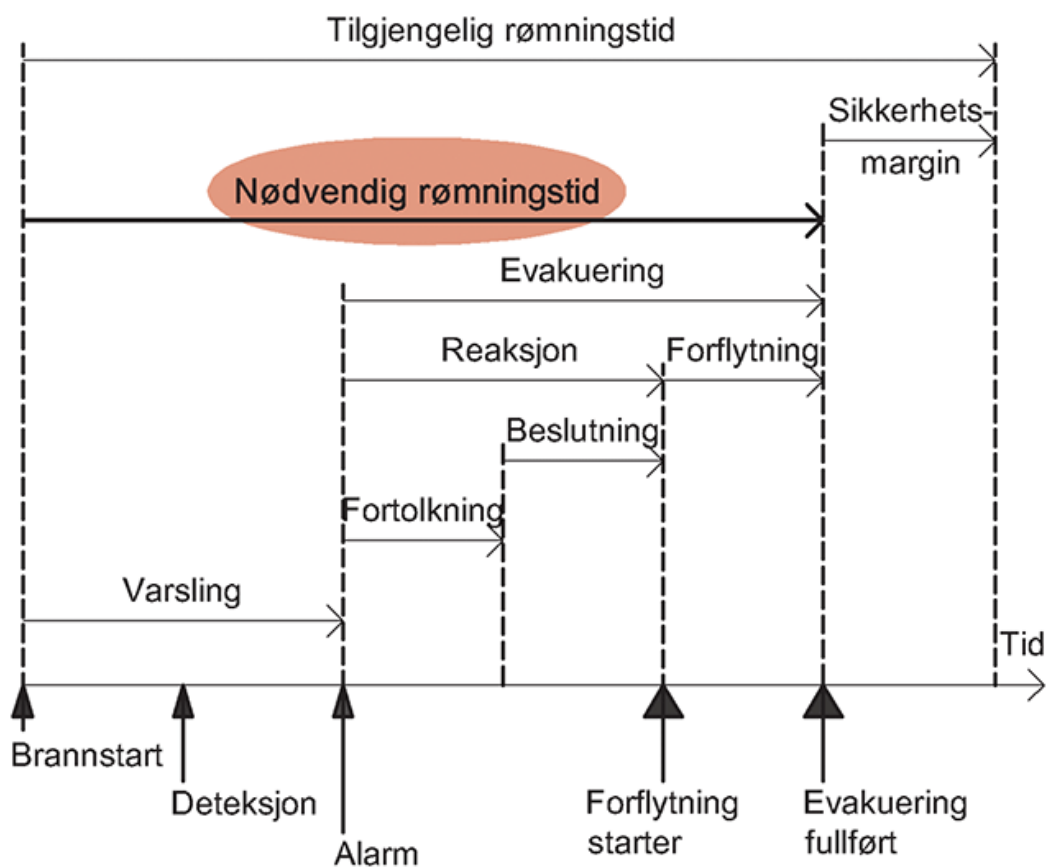
Varsling: Varsling til trafikantane om at ei hending har oppstått.

Varslingsfasen: Tidsrommet frå hendinga oppstår til varslings er sett i verk, jf. figur 1.

Vellukka sjølvredning: Ved å gjennomføre sjølvredning oppnår trafikantane å ta seg til ein trygg stad raskt og sikkert nok til å unngå å verta drepne eller hardt skadde, inkludert røykskadd og/eller påført psykiske lidningar, dersom det oppstår ei hending som krev evakuering.

VTS: Vegtrafikksentralen, har rolla som kontrollsentral etter tunnelsikkerheitsforskrifta § 8, vedlegg I jf. punkt 2.13.

Figur 1:⁶



I denne utgreiinga har Vegtilsynet også sett på årsaker og tiltak i varslingsfasen. Det er gjort fordi vi ved oppstart av utgreiinga såg indikasjonar på at varslingsfasen i eksisterande eitt-løpstunnelar kan vera lang og dermed medverke til at tilgjengeleg rømingstid vert kortare enn nødvendig rømingstid, jf. figur 1.

⁶ Byggforskserien 520.385

Evakuering vil vera nødvendig ved dei fleste farlege hendingar i tunnel, slik som brannar, eksplosjonar, giftspreiing eller terroraksjonar. Historisk er det brannar som har dominert dei alvorlege hendingane i tunnelar i Noreg, når ein ser bort frå ordinære vegtrafikkulykker. Dei grunnleggande utfordringane og strategiane for evakuering langt på veg vil vera gyldige for dei fleste typar hendingar, og at det difor er tilstrekkeleg å bruke brann som døme i denne utgreiinga.

1.4. Involverte

Utgreiinga er gjennomført av Vegtilsynet med støtte frå ekspertar frå Universitetet i Stavanger, Multiconsult Norge AS, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Statens havarikommisjon, Statens vegvesen, Nye Veier AS, Sivilforsvaret og Resq AS. Alle påstandar, vurderingar og anbefalingar står for Vegtilsynet si rekning.

Prosjektgruppa frå Vegtilsynet har bestått av Håvard Hanto-Haugse, Frode Himle Halrynjo og Liv Rørlien.

2. Problemskildring

2.1. Nosituasjon

2.1.1. Risiko

Ifølge tilgjengeleg statistikk for perioden 2008 til 2015 er det i snitt 24 brannar og 14 branntilløp i køyretøy i norske tunnelar kvart år.⁷ Ei rekke faktorar gjer at brann og andre ulykker i tunnel medfører ein særleg risiko samanliknar ein med veg i dagen, og med andre offentleg tilgjengelege byggverk. Døme på slike faktorar er:

- Gjennomsnittleg lengde for norske vegtunnelar er like over 1 km og den lengste eitt-løpstunnelen utan nødutgangar eller evakueringsrom er over 24 km. Tunnelane fungerer som ei stor branncelle. I ordinære bygg skal det vera maksimalt 50 meter frå «hvilket som helst sted i en branncelle» til utgang som fører ut i det fri, eller til rømingveg som er eiga branncelle, jf. Direktoratet for byggkvalitet sin rettleiar til byggt teknisk forskrift⁸ § 11-13 (1) saman med § 11-14 (1).
- Mange norske eitt-løpstunnelar har ikkje brannvarslingsanlegg. I desse tunnelane er deteksjon avhengig av at trafikantane melder hendinga. Det er også stor variasjon i utstyret for varsling av trafikantane. I nokre tunnelar er det ikkje mogeleg å varsle trafikantar som har kome inn i tunnelen. Statens havarikommisjon har også avdekka at dei

⁷ Kartlegging av kjøretøybranner i norske vegtunnelar 2008-2015, Transportøkonomisk institutt

⁸ <https://dibk.no/byggereglene/byggt-teknisk-forskrift-tek17/>

varslingsanlegga som er installerte ikkje klarer å varsle trafikantane på ein tilstrekkeleg måte⁹.

- Dei fleste eitt-løpstunnelar har langsgåande ventilasjon, som gjer at røyken følger tunnellopet til den når ein tunnelportal. Det kan føra til at trafikantar som er i trekkretninga mellom brannen og tunnelportalen, må evakuere i det same tunnelrommet som røyken vert transportert i.
- Dei fleste eitt-løpstunnelar har mekanisk ventilasjon. Ved ein brann tilfører den mekaniske ventilasjonen oksygen¹⁰. Det fører til auka varmetvikling og røykproduksjon, og at røyken flytter seg raskare.
- Tunnelveggar har sterk kjøleeffekt på røyken. Kjølinga motverkar røykskilje. Kombinert med turbulens frå mekanisk ventilasjon fører det til at røyken dekkjer heile tversnittet til tunnelen¹¹. Ein kan difor ikkje unngå røyken ved å bøye eller legge seg ned.
- Ved tap av sikt er tunnelveggen den naturlege ledelinja både for dei som evakuerer i køyretøy og dei som evakuerer til fots¹². Det fører til risiko for at dei som evakuerer til fots vert påkøyrd. Vidare er tunnelveggen i mange tunnelar råsprengt og/eller det er fylt grov pukke mellom tunnelveggen og asfaltkanten. Dette kan medføre at både dei som evakuerer med køyretøy skadar køyretøyet så mykje at det ikkje kan køyra ut av tunnelen. Dei som evakuerer til fots får låg evakueringshastigheit og står i fare for å pådra seg skadar som seinkar evakueringa ytterlegare.¹³
- Ein studie frå Sverige¹⁴ indikerer at gjennomsnittleg evakueringshastigheit i tunnel er 1,6 m/s ved fri sikt. Ventilasjonshastigheit ved brann er anbefalt å vera 2 m/s¹⁵. Det tilseier at berre eit fåtal av trafikantane som evakuerer til fots klarer å gå så fort at dei ikkje vert innhenta av røyken.

⁹ Statens havarikommisjon si sikkerhetstilråding VEI nr. 2013/08T, sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/03T, sikkerhetstilråding VEI nr. 2016/05T og rapport 2018/04 (Oslofjordtunnelen 2017) kapittel 2.4.3 og 2.4.4.

¹⁰ [On the characteristics of fires in tunnels](#), Lönnermark, (2005) side 56

¹¹ <http://www.brannmannen.no/brann/fullskalaforsok-i-tunnel-3/>

¹² Statens havarikommisjon rapport 2013/05 og 2015/02

¹³ Statens havarikommisjon rapport 2013/05 og 2015/02

¹⁴ A tunnel evacuation experiment on movement speed and exit choice in smoke, Ronchi m.fl., Fire Safety Journal 97 (2018) 126–136, på side 131

¹⁵ N500 Vegtunnel kapittel 9.4.4.2 Ventilasjonsstyring og valg av ventilasjonsretning

Vegtilsynet kjenner ikkje til offentleg statistikk over personar som er skadd eller omkomne etter brann i vegtunnelar i Noreg. Det er mellom anna fordi røykskadar ikkje er registrert i Statistisk sentralbyrå (SSB) sin skadestatistikk over vegtrafikkulykker eller i Helsedirektoratet sitt register over personskadar.¹⁶

Det er likevel liten tvil om at konsekvensane av ein tunnelbrann kan vera alvorlege. Tal frå Statens havarikommisjon sine rapportar¹⁷, viser at mellom 84 og 123 personar har vorte skadd som følge av brannar i vegtunnelar i perioden 2011-2017. Av desse vart minst 32 hardt skadd.

Fagpersonar i redningsetatane¹⁸, og i andre fagmiljø for tunnelsikkerheit¹⁹, meiner at det er tilfeldigheter som har gjort at det ikkje har vore dødsfall knytt til tunnelbrannar i Noreg.

Det er også estimert at 40% av dei som opplever ein stor brann i ein lang tunnel vil pådra seg psykiske lidingar.²⁰

Statens havarikommisjon har i rapportane 2013/05, 2015/02, 2016/03, 2018/04 og 2019/05 kome til at dei undersøkte tunnelane ikkje var tilstrekkeleg tilrettelagt for sjølvredning og at det har påverka sikkerheita til trafikantane negativt. Alle dei undersøkte tunnelane i desse rapportane var eitt-løpstunnelar.

Dersom ein ser bort frå tradisjonelle vegtrafikkulykker, er Vegtilsynet ikkje kjent med at det har oppstått farlege hendingar i to-løpstunnelar som har ført til personskade, eller at det er andre indikatorar på at sjølvredningsprinsippet ikkje er ivareteke i to-løpstunnelar.

Tunnelane som er undersøkt i Statens havarikommisjon sine rapportar er alle over seks kilometer lange, bortsett frå Skatestraumtunnelen som er 1,9 kilometer. Alle desse tunnelane er lengre enn gjennomsnittet for vegtunnelar, som er på om lag 1,1 kilometer²¹.

Dersom ein ser bort frå tradisjonelle vegtrafikkulykker, er Vegtilsynet ikkje kjent med at det har oppstått farlege hendingar i tunnelar under 1,9 kilometer lengde som har ført til personskade, eller at det er andre klare indikatorar på at vellukka sjølvredning ikkje er sikra i tunnelar som har omlag gjennomsnittleg lengde.

Vegtilsynet meiner at det som er gjennomgått over er tilstrekkeleg til å konkludera med at vellukka sjølvredning ikkje er sikra i alle lange eitt-løpstunnelar med møtande trafikk pr. i dag.

¹⁶ Statens havarikommisjon rapport 2015/02 (Gudvangatunnelen 2013), Sikkerhetstilråding VEI nr. 2015/04T

¹⁷ Statens havarikommisjon rapport 2013/05, 2015/02, 2016/03, 2016/05, 2018/04 og 2019/05.

¹⁸ <https://www.nrk.no/sognogfjordane/-flaks-at-ingen-har-doydd-i-tunnelbrannar-1.13518713>

¹⁹ <https://forskning.no/partner-sikkerhet-sintef/enkle-sikkerhetstiltak-vil-redde-liv-i-tunneler/1284769>

²⁰ <https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/risikoanalyse-av-brann-i-tunnel-delrapport-til-nasjonalt-risikobilde-2014.pdf> kapittel 5.1 underkapittel 1

²¹ Tal henta frå Nasjonal vegdatabank 25.08.2020 for alle vegtypar.

2.1.2. Gjeldande strategi for evakuering

Utgangspunktet for planlegging av nye tunneler, og for utforming av beredskapsplanar, er at trafikantane skal redde seg sjølv ved brannar og andre farlege hendingar i norske vegtunneler. Statens vegvesen skildrar det slik i samband med innovasjonspartnerskapet «O-visjonen i norske vegtunneler»²²:

«Evakuering av tunnel ved brann eller en annen hendelse, har som utgangspunkt prinsippet om selvredning. Det vil si at trafikantene snarest mulig selv må ta seg ut av tunnelen enten til fots eller ved hjelp av kjøretøy. Selvredningsprinsippet er generelt akseptert i samfunnet, også internasjonalt, og gjelder for alle typer byggverk og hendelser.

For at selvredning i tunnel skal kunne fungere godt i praksis, må tunnelen være utformet for og utrustet med teknologi eller annet utstyr som gir støtte til trafikanter og innsatsmannskaper i en nødsituasjon. Dette er ikke tilfellet i dag. Det er også sentralt at befolkningen er klar over prinsippet og dets hensikt.

[...]

Der er gjennomført en rekke spørreundersøkelser om hva trafikantene mener om norske vegtunneler, og om hvordan det er å kjøre gjennom dem, eksempelvis intervjuene som er foretatt blant trafikantene som var i tunnelen under brannene i Gudvangatunnelen og Oslofjordtunnelen.

Flere offentlige granskinger (Statens Havarikommisjon for Transport, Vegtilsynet og Riksrevisjonen) påpeker imidlertid at selvredning i tett røyk er en stor påkjenning og stiller for store krav til trafikantene. De påpeker alle at det er stort behov for å forbedre forutsetningene for at selvredning skal kunne fungere.

Gjennomgående viser svarene fra de trafikantene som har vært utsett for branner og som har måttet redde seg ut av tunnelene at de savner følgende:

- Informasjon om hva som har skjedd
- Informasjon om hva de bør gjøre
- Bedre styring av ventilasjonen slik at så få som mulig blir innhentet av røyken
- De som har vært i røyken etterlyser håndlist eller en mulighet for å kunne føle seg ut
- Optisk bistand gjennom lys-list eller lignende
- Mulighet for å kunne oppholde seg i et røyktett rom»

²² <http://innovativeanskaffelser.no/tunnelsikkerhet/>

Omgrepet «prinsippet om selvredning» eller liknande formuleringar er brukt i fleire av Statens vegvesen sine handbøker²³. Dei stadene det er brukt, er det skildra som eit verkemiddel for evakuering, men Vegtilsynet har ikkje funne eksplisitte resultatkrav eller målsettingar for kor effektivt sjølvredning skal vera ved ei farleg hending.

2.1.3. Regulering

I dette punktet vert det gjort greie for kva krav som gjeld ved bygging av vegtunnelar, og krav som gjeld for vegtunnelar i drift.

2.1.3.1 Krav ved bygging av vegtunnelar

Tunnelane som inngår i dagens riksvegnett er bygd frå om lag 1960 og heilt frem til i dag. I denne perioden har reguleringa endra seg mange gonger, slik at det er dels store variasjonar i regelverket som gjaldt ved bygging av dei ulike tunnelane.

Vegnormalane og tunnelsikkerheitsforskrifta

Først og fremst er det vegnormalane som har vore førande for utforming og sikkerheitsutrusting ved bygging av tunnelar. I dag gjeld det slike krav til sikkerheitstiltak og -utrusting ved prosjektering av nye tunnelar som skildra i figur 2.

Tunnelsikkerheitsforskrifta²⁴ har sett minstekrav til sikkerheit i tunnelar for at desse skulle verta godkjent og opna for trafikk etter 1. desember 2006. Desse minstekrava skal vera dekkja av dei ulike utgåvene av handbok *N500 Vegtunnelar* frå og med 2006²⁵.

Krava i handbok *N500 Vegtunnelar* (tidlegare handbok 021) er gradvis skjerpa over tid, slik at dei langt fleste tunnelane har større eller mindre avvik frå det som er skildra over.

²³ Handbøkene *N500 Vegtunnelar*, 2020 og *R511 Sikkerhetsforvaltning av vegtunnelar*, 2019

²⁴ Forskrift 15. mai 2007 nr. 517 om minimumskrav sikkerhetskrav til visse vegtunnelar

²⁵ Handbok *N500 Vegtunnelar*, 2020, kap. 1.1. Generelt.

Figur 2²⁶:

Tabell 4.1 Tiltak for å sikre akseptabelt sikkerhetsnivå i tunneler

● Krav ○ Vurderes	Tunnelklasser						Merknader
	A	B	C	D	E	F	
SIKKERHETSTILTAK							
Havarinisjer		●	●	●	●	●	Se kapittel 3 Geometrisk utforming
Snunisjer		●	●	●			Se kapittel 3 Geometrisk utforming
Nødutganger			○	●	●	●	Se kap. 3.6
SIKKERHETSUTRUSTNING							
Strømforsyning, belysning og ventilasjon	Se kapittel 9 Tekniske anlegg						
Skilt og signaler	Se kapittel 5						
Nødstrømsystem	●	●	●	●	●	●	Belysning ved strømutfall. Se 4.3.2.1 og 9.3.6
Rømningslys	●	●	●	●	●	●	25 m avstand for tunneler < 5 km. Ettløpstunneler > 5 km skal ha håndlist. Se 4.3.2.2
Nødstasjon	●	●	●	●	●	●	Hver 125 m. Se kap. 4.3.2.3. Ved oppgradering min. hver 250 m (jf. 4.3.4). I tillegg utenfor hver tunnelåpning.
Slokkevann	●	●	●	●	●	●	Se 4.3.2.4
Fjernstyrte bommer for stengning		○	●	●	●	●	Se 4.3.2.5
ITV-overvåking		○	○	○	○	○	Krav i tunneler > 3 km og ÅDT > 4 000. Krav i tunneler > 5 km og ÅDT > 300. Se 4.3.2.6
Høyttalesystem		○	○	○			Krav i tunneler > 3 km og ÅDT > 4 000. Krav i tunneler > 5 km og ÅDT > 300. Se 4.3.2.7
Nødnett og radiokringkasting	●	●	●	●	●	●	Se 4.3.3
Høydehinder (avviser)	●	●	●	●	●	●	Se 4.3.2.8

Avstand mellom nisjer skal være i henhold til tabell 4.2. Toleranse i plassering er gitt i kap. 3.5.

Tabell 4.2 Normalavstand for havari- og snunisjer

Tunnelklasse	Normalavstand havarinisje	Normalavstand snunisje	Kommentar
A	–	–	Møteplasser
B	500 m	2 000 m	Snunisje bygges i tunneler > 4 km
C	375 m	1 500 m	Snunisje bygges i tunneler > 3 km
D	250 m	1 000 m	Snunisje bygges i tunneler > 2 km
E	500 m	–	Angitt avstand gjelder for hvert tunnelløp
F	250 m	–	Angitt avstand gjelder for hvert tunnelløp

²⁶ Handbok N500 Vegtunneler, 2020, kapittel 4.3.1 Generelt

Forskrifter om krav til saksbehandling og krav til byggverk

Plan- og bygningslovas²⁷ regler vert utfylt gjennom byggesaksforskrift²⁸ og forskrift om teknisk kvalitet²⁹.

Frå og med 1. juli 1997 vart det i byggesaksforskrifta³⁰ innført nye krav knytt til brannsikkerheit ved «oppføring, tilbygging, påbygging, underbygging eller plassering av bygning, konstruksjon eller anlegg samt fysiske eller bruksmessige endringer av slike tiltak med tilhørende installasjoner».

Dei nærare reglane gjekk fram av forskrift om krav til byggverk³¹, også kalla TEK97. Krava omfatta mellom anna at

- «det [skal] være forsvarlige muligheter for å redde mennesker og dyr»³²,
- «tiden som er tilgjengelig for rømning, skal være større enn den tiden som er nødvendig for rømning fra byggverket»³³
- «[d]et skal legges inn en tilfredsstillende sikkerhetsmargin [for rømning]»³⁴
- «[i] den tid branncelle eller rømningsvei skal benyttes til rømning av personer, skal det ikke kunne forekomme temperaturer, røykgasskonsentrasjoner eller andre forhold som hindrer rømning»³⁵

Krava er vidareført i seinare versjonar av byggteknisk forskrift (TEK).

For vegtunnelar gjaldt desse krava «så langt [de] passer», jf. den oppheva byggesaksforskrifta § 6-1 frå 1997. Reglane er vidareført i gjeldande byggesaksforskrift § 4-3 (1) bokstav a) og seinare versjonar av byggteknisk forskrift.

Dersom krav til sikkerheit ved brann i byggteknisk forskrift kapittel 11, og særleg §§ 11-1 (2) og 11-11, gjeld for vegtunnelar, så medfører det at det allereie er eit krav om at tunnelar som vart vedtatt bygd etter 1. juli 1997 skal vera utforma på ein måte som sikrar vellukka sjølvredning. Av tunnelar på riksveg som er over 2 kilometer lange, estimerer Vegtilsynet at det er bygd omlag 50 tunnelar etter 1997. Desse utgjer samla om lag 240 kilometer.

²⁷ Lov 27. juni 2008 nr. 71 om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)

²⁸ Forskrift 26.03.2010 nr 488 om byggesak (byggesaksforskriften)

²⁹ Forskrift 22.01.1997 nr 33 om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift)

³⁰ Forskrift 22.01.1997 nr. 34 om saksbehandling og kontroll i byggesaker [Opphevet]

³¹ Forskrift 22.01.1997 nr 33 om krav til byggverk og produkter til byggverk [Opphevet]

³² Jf. TEK97 § 7-2 (1), i dag TEK17 § 11-1 (2).

³³ Jf. TEK97 § 7-27 (1.), i dag TEK17 § 11-11 (2).

³⁴ Jf. TEK97 § 7-27 (1.), i dag TEK17 § 11-11 (2).

³⁵ Jf. TEK97 § 7-27 (1.), i dag TEK17 § 11-11 (5).

For dei tunnelane som er bygd før 1997 må ein eventuelt også ta stilling til om oppgraderingane for å oppfylle tunnelsikkerheitsforskrifta, sjå under, er av ein slik karakter at tunnelane vert omfatta av byggesaksreglane slik desse er på oppgraderingstidspunktet, jf. plan- og bygningslova § 20-1 (1) bokstav b) og f). Av tunnelar på riksveg som er over 2 kilometer lange, estimerer Vegtilsynet at det er bygd i underkant av 50 tunnelar før 1997. Desse utgjer samla om lag 170 kilometer.

Vurderingar av byggteknisk forskrift

Vegtilsynet har ikkje lukkast med å finna ut i kva grad byggteknisk forskrift kapittel 11 «passar»³⁶ for vegtunnelar. Krava i forskrifta er ikkje referert i vegnormalane. Dei er heller ikkje nemnt i *Retningslinjer for saksbehandling og ivaretaking av brann og elsikkerhet i vegtunnelar*, utarbeidd av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Vegdirektoratet.³⁷ Vegtilsynet har ikkje funne andre kjelder i lov, forskrift, forarbeid, rettspraksis eller litteratur som ein kan støtta seg på. Vi har vore i kontakt med ulike relevante myndigheiter for å få deira vurdering.

På vegne av Vegtilsynet har Samferdselsdepartementet kontakta Kommunal- og moderniseringsdepartementet for å få deira vurdering i kva grad byggteknisk forskrift kapittel 11 passar for vegtunnelar. Kommunal- og moderniseringsdepartementet er ansvarleg departement for plan- og bygningslova, byggesaksforskrifta og byggteknisk forskrift. Kommunal- og moderniseringsdepartementet har lagt problemstillinga fram for Direktoratet for byggkvalitet, som er nasjonalt kompetansesenter på bygningsområdet.

Direktoratet for byggkvalitet si vurdering er ³⁸:

«For tunnelanlegg vil overordnede krav etter TEK17 § 11-1 alltid være relevante. Tilsvarende gjelder overordnede krav etter paragrafene § 11-4, § 11-5, §11-6 (om det er relevant) § 11-9, § 11-10 og § 11-11, samt § 11-16 og § 11-17. Disse kravene fører til at det er overordnede krav til bæreevne og stabilitet ved brann, sikkerhet ved eksplosjon, krav til materialeegenskaper, tekniske installasjoner og generelle krav til rømning og redning, samt krav til tilrettelegging for slokkingsinnsats. For de aller fleste tunneler vil det kun være forskriftsteksten som er relevant, konkrete løsninger må prosjekteres analytisk.

Regler om brannseksjoner og branncelleinndeling i TEK17 § 11-7 og § 11-6 er lite tilpasset selve tunnelrommet med vegbane, men kan være aktuell for andre strukturer i en tunnel som sikkerhets/evakueringsrom mv.

³⁶ Forskrift 26.03.2010 nr. 488 om byggesak § 4-3

³⁷Datert oktober 2011

³⁸ Brev frå Kommunal- og moderniseringsdepartementet til Samferdseldepartementet datert 18. februar 2020.

De konkrete reglene om utgang fra branncelle og rømning fra byggverk i TEK17 § 11-12, § 11-13 og § 11-14 er lite egnet for tunnel, og må i prosjekteringen erstattes av andre mer egnede ytelser.»

Vegtilsynet har tidlegare vore i dialog med Statens vegvesen ved Vegdirektoratet for å få deira vurdering av det same spørsmålet. Vegdirektoratet forvaltar veglova med tilhøyrande forskrifter, inkludert vegnormalane og tunnelsikkerheitsforskrifta. Vegdirektoratet har gitt tilbakemelding om at dei meiner at ingen delar av byggtknisk forskrift kapittel 11 passar for vegtunnelar³⁹. Slik vi forstår tilbakemeldinga, er grunngjevinga for dette at veganlegg skal saksbehandlast i tråd med veglova, og veglova har eigne regelverk, i form av vegnormalane og tunnelsikkerheitsforskrifta, som trer inn i staden for byggtknisk forskrift.

Vegtilsynet har også vore i dialog med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) for å få deira vurdering. DSB har mellom anna forvaltningsansvaret for brann- og eksplosjonsvernlova⁴⁰ med tilhøyrande forskrifter. Ei av desse forskriftene er forskrift om brannførebygging⁴¹. Relevansen av denne forskrifta er nærare skildra under. Slik vi forstår DSB si tilbakemelding, meiner dei at ingen delar av byggtknisk forskrift passar for vegtunnelar⁴². Dei legg vekt på at offentlege veganlegg, inkludert vegtunnelar, er unnateke søknadsplikt etter plan- og bygningslova § 20-6, jf. byggesaksforskrifta § 4-3 (1) bokstav a).

Vegtilsynet konstaterer at det er ulike oppfatningar om i kva grad byggtknisk forskrift set krav til måten vegtunnelar vert prosjektert og bygd på. Vegtilsynet har ikkje konkludert i dette spørsmålet, men i arbeidet med å identifisera årsaker og tiltak, velja ut tiltak for analyse og gjennomføra analysane, har vi jobba ut frå ein hypotese om at byggtknisk forskrift kapittel 11 ikkje gjeld for vegtunnelar.

³⁹ E-post frå Statens vegvesen ved Økonomi og virksomhetsstyring til Vegtilsynet datert 15.01.2020.

⁴⁰ Lov 14.06.2002 nr. 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven)

⁴¹ Forskrift 17.12.2015 nr 1710 om brannførebygging

⁴² E-post frå Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap ved avdeling Brann og redning til Vegtilsynet datert 30.01.2020.

2.1.3.2 Krav til vegtunnelar i driftsfasen

Veglovgjeving

Tunnelsikkerhetsforskrifta gjeld også i driftsperioden. I tillegg til å gjelda drifta av tunnelar som vart godkjent og opna for trafikk etter 1. desember 2006, er forskrifta gitt tilbakeverkande kraft for tunnelar over 500 meters lengde på riksveg som var opna for trafikk før 1. desember 2006. Statens vegvesen er i gang med, og har delvis gjennomført, oppgradering av desse tunnelane i tråd med forskrifta, jf. kapittel 2.2.

Brannvernlovgjeving

Eigar av vegtunnel som er tatt i bruk pliktar vidare å «sørge for nødvendige sikringstiltak for å forebygge og begrense brann, eksplosjon eller annen ulykke», jf. brann- og eksplosjonsvernlova § 6 (1). Eigar av vegtunnel skal også «holde bygningstekniske konstruksjoner, sikkerhetsinnretninger og øvrige sikringstiltak til vern mot brann, eksplosjon eller annen ulykke i forsvarlig stand og påse at disse til enhver tid virker etter sin hensikt», jf. § 6 (2). Plikta er skildra i meir detalj i forskrift om brannførebygging. Den omfattar mellom anna at eigar skal kjenna til, og kontrollere at byggverket oppfyller, krava til brannsikkerheit som gjeld for bygget, jf. §§ 4 (1) og 5 (1). I den grad byggteknisk forskrift kapittel 11 gjeld for tunnelar, vil det vera eit eksempel på slike krav til brannsikkerheit.

Vegtunnelar som er over 500 meter lange er normalt å rekna som særskilt brannobjekt, jf. brann- og eksplosjonsvernlova § 13 (1). Kommunane skal syta for at det vert ført tilsyn med særskilde brannobjekt «for å påse at disse er tilstrekkelig sikret mot brann», jf. § 13 (2). Tilsynet skal omfatte alt som påverkar brannsikkerheita, jf. same. Ein sentral del av tilsyna er å kontrollere at eigar av byggverket oppfyller pliktene sine etter forskrift om brannførebygging.

Det har vore ulike oppfatningar om kva som skal til for at ein tunnel er «tilstrekkelig sikret mot brann». Mellom anna har det vore usemje mellom Statens vegvesen og Tromsø brann og redning om det er tilstrekkeleg at tunnelane oppfyller dei krava som følgde av vegnormalane ved bygging. Partane har også vore usamde om kommunen sin kompetanse til å pålegge stenging av offentlege veganlegg. Statens vegvesen har påklaga Tromsø brann og redning sitt vedtak om å delvis stenge av eit tunnelkompleks i Tromsø for store køyretøy, men fekk ikkje medhald då kommunestyret behandla klaga. Vegtilsynet vurderer likevel rettssituasjonen som framleis uavklart også på dette området. Ei avklaring av om byggteknisk forskrift kapittel 11 gjeld for vegtunnelar kan medverke til ei avklaring av kva som skal til for at tunnelar er «tilstrekkelig sikret mot brann».

2.2. Utvikling

Snittalderen på norske tunnelar på offentlege vegar er på over 30 år⁴³. I perioden 2008-2018 vart det i snitt opna litt over 17 nye tunnelar på offentlege vegar i Noreg kvart år⁴⁴. Det er meir enn ti gonger fleire per år enn snittet fram til 1960⁴⁵. Snittalderen er difor på veg ned. Men Vegtilsynet har ikkje funne informasjon som tyder på at opning av nye tunnelar fører til stenging av eit tilsvarende tal eldre tunnelar. Ein oppnår difor ikkje same netto standardheving som utfasing av gamle tunnelar ville medført.

Endra reisevanar etter opning av nye tunnelar kan også føre til at eldre tunnelar på konkurrerende strekningar får redusert trafikkbelastning. Ettersom den dominerande årsaka til investeringar i vegnettet er behov for framkommelegheit⁴⁶, anten for å motverka kø eller for å heva standarden der det ikkje er gode alternativ, kan etablering av ny, alternativ veg, og påfølgande redusert trafikk i dei eldre tunnelane, redusera sannsynet for at desse eldre tunnelane vert oppgradert. Det vil i så fall føra til stadig aukande sprik i standarden på norske vegtunnelar.

Dette vert moderert ved at alle tunnelar over 500 meters lengde på riksveg, som er opne for trafikk per 30. november 2006, er oppgradert, eller skal oppgraderast, i tråd med minstekrav i tunnelsikkerheitsforskrifta. Vegtilsynet har ikkje funne studie eller analysar som kan stadfesta eller avkrefta at etterleving av minstekrava i tunnelsikkerheitsforskrifta vil vera tilstrekkeleg til å sikre vellukka sjølvredning i lange eksisterande eitt-løpstunnelar.

Talet og lengda på nye tunnelar som vert opna kvart år fører også til at talet på køyrde kilometer i tunnel aukar. Saman med ein generell auke i vegtrafikken⁴⁷, tilseier det ein auke i sannsynet for at det oppstår farlege situasjonar i tunnelar.

Vegtilsynet meiner difor at det mest sannsynlege nullalternativet er at moglegheitene for vellukka sjølvredning vil verta noko betra, men at det ved alvorlege hendingar i eksisterande lange eitt-løpstunnelar framleis vil vera høg risiko for at trafikantar vert drepne og/eller hardt skadde.

2.3. Mål

Denne utgreiinga tek utgangspunkt i problemstillinga «Vellukka sjølvredning er ikkje sikra i alle eksisterande lange eitt-løpstunnelar».

Målet for denne utgreiinga er å fremje forslag til tiltak som kan føra til at vellukka sjølvredning er sikra i eksisterande lange eitt-løpstunnelar.

⁴³ Vegtilsynet si utrekning basert på https://no.wikipedia.org/wiki/Liste_over_veitunneler_i_Norge

⁴⁴ Vegtilsynet si utrekning basert på https://no.wikipedia.org/wiki/Liste_over_veitunneler_i_Norge

⁴⁵ Vegtilsynet si utrekning basert på https://no.wikipedia.org/wiki/Liste_over_veitunneler_i_Norge

⁴⁶ Concept rapport Nr 43: [Norsk vegplanlegging: Hvilke hensyn styrer anbefalingene?](#) NTNU mars 2015 s.107

⁴⁷ <https://www.vegvesen.no/fag/trafikk/transport/nokkeltall-transport/trafikk>

3. Årsaker og mogelege tiltak

3.1. Metode

Vegtilsynet har gjennomført eit arbeidsmøte med utgangspunkt i HAZID-metodikk⁴⁸. På arbeidsmøtet deltok tilsette i Vegtilsynet med erfaring frå tilsyn med sikkerheita i tunnelar, samt kompetanse frå Multiconsult om brannsikkerheit i bygningar og tunnelar. Resultatet av arbeidsmøtet er også sendt til Statens vegvesen, Nye Veier AS, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Statens havarikommisjon, som alle har kome med innspel.

3.2. Årsaker

I arbeidet vart det avdekka 31 mogelege årsaker til problemet. Desse går fram av vedlagt tabell (vedlegg 1).

Basert på Vegtilsynet sin kompetanse og det som er vektlagt av dei eksterne ekspertane, vil vi trekke fram 11 mogelege årsaker som vi trur kan vera med og forklare kvifor vellukka sjølvredning ikkje er sikra i alle eksisterande lange eitt-løpstunnelar:

ID	Mogelege årsaker til problemet (delproblem)(D)	Mogelege konsekvensar av problemet
D1	Deteksjon og påfølgande varsling i eksisterande tunnelar er ofte avhengig av at ein trafikant: 1) observerer hendinga, 2) forstår kva som har skjedd og korleis det påverkar risiko og 3) set i verk varsling.	Her er mange potensielle feilkjelder som kan føre til det tek lengre tid før varsling vert sett i gang. Det kan igjen føre til at 1) fleire trafikantar vert utsett for fare fordi tunnelen ikkje vert stengd 2) dei som er i tunnelen taper tid til evakuering fordi dei ikkje vert varsla og/eller 3) trafikantar som ikkje kan gjennomføre sjølvredning vert utsett for auka fare fordi nødetatane vert varsla seinare.
D3	Det manglar ofte løysingar for å detektere brann dersom trafikantane ikkje hentar slökkjeapparat i nødstasjon eller varslar VTS på annan måte ⁴⁹ .	Det fører igjen til at 1) fleire vert eksponert for fare fordi tunnelen ikkje vert stengt med det same, 2) andre trafikantar som er i tunnelen får mindre tid til evakuering fordi det tek lengre tid før dei vert varsla og/eller 3) trafikantar som ikkje kan gjennomføre sjølvredning vert utsett for auka fare fordi nødetatane vert varsla seinare.
D4	Trafikantane varslar ofte via mobiltelefon, i staden for telefon i nødstasjonane.	Det kan føra til at 1) fleire vert eksponert for fare fordi tunnelen ikkje vert stengt med det same, 2) andre trafikantar som er i tunnelen får mindre tid til evakuering fordi a) varsel ofte vil gå via ekstra ledd (nødsentral) og/eller b) VTS ikkje har validert informasjon om lokasjon for hendinga, og det difor går lengre tid før vert sett i verk varsling, 3) VTS gjer feil, for eksempel bruker ventilasjonen på ein måte som er ugunstig eller gjev trafikantar uriktig informasjon, fordi dei ikkje har validert informasjon om lokasjon for hendinga, 4) trafikanten får uriktig informasjon om korleis han/ho bør forhalda seg fordi operatøren dei kjem til på nødsentralen manglar informasjon eller kunnskap og/eller 5) trafikantar som ikkje kan gjennomføra sjølvredning vert utsett for auka fare fordi nødetatane ikkje har validert informasjon om lokasjon for hendinga og dermed kjem seinare fram.
D9	Varslinga til trafikantane i og utanfor tunnelane er ofte ikkje tilstrekkeleg til at dei forstår at det har oppstått ein farleg situasjon.	Det kan føra til at det tek lengre tid før trafikantane forstår at det er nødvendig å agere på ein annan måte enn normalt. Det kan igjen føra til at 1) dei som er i tunnelen får auka eksponering for fare fordi dei køyrer nærare den farlege situasjonen, 2) dei taper tid til evakuering fordi dei bruker lengre tid på å ta avgjerda om å evakuera, 3) dei treng meir

⁴⁸ <https://snl.no/HAZID>

⁴⁹ Å ta ut slökkjeapparat frå nødstasjon skal utløysa automatisk stenging av tunnelen og alarm hos VTS.

		tid til evakuering fordi evakueringsvegen vert lengre og/eller 4) fleire trafikantar vert utsett for fare fordi dei ikkje forstå at tunnelen er stengt.
D12	Trafikantane veit ikkje korleis dei kan evakuera mest effektivt.	Det kan føra til at trafikantane 1) brukar lengre tid på evakuering fordi dei ikkje klarer å velja strategi for evakuering, 2) vert utsett for auka fare fordi dei vel ein ugunstig strategi.
D17	Trafikantane får i liten grad tilbakemelding på val av strategi, særleg ved nedsett sikt.	Det kan føra til at trafikantane vert usikre på om dei har valt rett evakueringsstrategi. Det kan igjen føra til at trafikantane 1) brukar lengre tid på evakuering fordi dei stoppar for å søka informasjon og/eller 2) vert utsett for auka fare fordi dei byter til ein ugunstig strategi.
D19	Ved brann i eitt-løpstunnel er det nesten alltid nokon som får røyken ventilert i sin retning.	Det kan føra til at trafikantar som får røyken mot seg 1) har høg risiko for å pådra seg skade fordi dei vert eksponert for giftig røyk/gass, 2) vert ute av stand til å evakuera fordi dei vert forgifta, 3) bruker lengre tid på evakuering fordi a) dei mistar sikten og/eller b) vert forgifta, 4) vert utsett for auka fare fordi a) dei vert desorientert og uforvarande byter retning og/eller b) trafikantar som evakuerer i køyretøy ikkje ser trafikantar som evakuerer til fots.
D22	Ventilasjonshastigheit gjer at røyk/gass beveger seg fortare enn trafikantar som evakuerer til fots.	Det kan auka sannsynet for konsekvensar som skildra for D19.
D21	Det er ofte umogeleg å bruke køyretøyet til evakuering. Det kan kome av at 1) køyretøyet er for langt til å snu i tunnelen (for eksempel buss, lastebil eller bil med hengar), 2) trafikantane stoppar med så liten avstand at det verkar umogeleg å snu, 3) motgåande trafikk gjer at trafikantane vurderer det som for farleg å snu, 4) brann i køyretøyet	Det fører til 1) at fleire må evakuera til fots, som aukar sannsynet for og omfanget av konsekvensane skildra i dei to førre punkta, 2) attlatne køyretøy som kan utgjera eit hinder for andre som evakuerer og/eller 3) at ein brann kan spreie seg til nye køyretøy.
D28	Det er ikkje fastsett mål for kor vellukka sjølvredning skal vera.	Dette gjer at det kan vera uklart for tunnelforvaltar kva effekten av ulike tryggleikstiltak skal målast mot for å vurdere om dei er tilstrekkelege til å sikre sikkerheita på det nivået interessentane forventar.
D29	Det manglar kunnskap om kor godt sjølvredning vil fungere i den enkelte tunnel.	Det er vanskeleg for tunnelforvaltar og inspeksjons- eller tilsynsmyndigheiter å vurdere om det trengs ytterlegare tiltak og å planlegge beredskap for tunnelforvaltar og nødetatane.

3.3. Tiltak

I arbeidet vart det avdekkja 41 moglege tiltak. Desse går fram av vedlagte tabell (vedlegg 1).

Basert på Vegtilsynet sin kompetanse og det som er vektlagt av dei eksterne ekspertane, vil vi trekka fram 12 moglege tiltak som vi trur kan vera med og betra moglegheita for vellukka sjølvredning i eksisterande lange eitt-løpstunnelar:

ID	Tiltak	Mogleg årsak (delproblem) som vert adressert
T11	Installera heilautomatisk varslingsanlegg for hendingstypar med størst risiko, t.d. brann, i a) alle tunneler eller b) alle tunneler med ein viss risiko.	Vil heilt eller delvis avhjelpa alle delproblem som vi har identifisert knytt til varsling (D1, D2, D4 og D9).
T12	Krav om effektive barrierar mot innkøyring i stengt tunnel/del av tunnel for fleire tunnelklassar.	Nye køyretøy kjem inn i tunnelen etter at evakueringsfasen har starta (D9).
T13	Krav om signalanlegg i alle tunneler som gjer det enkelt å forstå at det har oppstått behov for umiddelbar evakuering.	Varslinga til trafikantane er ofte ikkje tilstrekkeleg til at dei forstår at det har oppstått ein farleg situasjon (D9).
T15	Innføra krav om teknologi som lokaliserer personlege einingar med sendarar (t.d. mobiltelefonar)	VTS manglar oversikt over kor mange som er i tunnelen og kvar dei er (D7). Kombinert med T25 kan det gje tilpassa varsel og beslutningsstøtte til trafikantane (D9, D17, D19). Kombinert med T27 kan det brukast til aktiv ventilasjonsstyring. (D19, D22)

T16	Innføre krav om teknologi som automatisk varslar VTS dersom trafikantar i tunnel ringer nødsentralane frå mobil.	Det tek tid før VTS vert kjent med hendingar i tunnel (D4).
T24	Innføra krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk i alle eksisterande lange eitt-løpstunnelar.	Vil heilt eller delvis hindra helseskade som oppstår på grunn av røyk og/eller gass (D19, D22, D21).
T25	Innføra krav om teknologi som støttar varsling og beslutningsstøtte på personleg eining (t.d. mobiltelefon).	Trafikantane forstår ikkje at det har oppstått ei farleg hending, dei veit ikkje kva dei bør gjera og dei får ikkje tilbakemelding på val av strategi (D9, D12 og D17).
T27	Innføra plikt til å aktivt styre ventilering for å seinke spreiding av røyk/gass og minimera talet på trafikantar som får røyk/gass ventilert mot seg.	Nokon vil nesten alltid få røyken ventilert i si retning og røyken beveger seg fortare enn trafikantar til fots, og nokre typar køyretøy er ikkje mogeleg å snu (D19, D22 og D21).
T33	Innføra plikt til å gjennomføra simulering av ulike farlege situasjonar i samband med utarbeiding av beredskapsplan for alle tunnelar med ein viss risiko.	Kan gje informasjon om kor godt sjølvredning kan ventast å fungera i den enkelte tunnel ved å synleggjera utfordringar, og estimera effektiviteten av tiltak knytt til, ei rekke delproblem (D3, D4, D9, D12, D17, D19, D21, D22, med fleire).
T34	Utarbeida ein klarare definisjon av, og målsetting for, "sjølvredning".	Det er ikkje fastsett mål for kor vellykka sjølvredning skal vera (D28)
T35	Innføra krav om at sjølvredning skal vera mogeleg i alle tunnelar.	Dette gjer at det kan vera uklart for tunnelforvaltar kva effekten av ulike tryggleikstiltak skal målast mot for å vurdere om dei er tilstrekkelege til å sikre sikkerheita på det nivået interessentane forventar.(D28)
T42	Samla "beste praksis" for å vurdere om vellukka sjølvredning er sikra	Det manglar kunnskap om kor godt sjølvredning vil fungera i den enkelte tunnel (D29). Føresetnadane for sjølvredning er i liten grad vurdert og vareteke i samband med utforming av beredskapsplanar (D32).

3.4. Prinsipielle spørsmål

Vegtilsynet har ikkje identifisert prinsipielle spørsmål knytt til dei 12 tiltaka som er trekt fram i kapittel 3.3.

3.5. Val av tiltak

Av kapasitetsomsyn avgrensa Vegtilsynet vidare analyse til fire tiltak.

Desse tiltaka er:

1. Krav om automatisk deteksjon og effektiv varsling (kapittel 4.2)
2. Ta i bruk mobilbasert lokalisering og varsling (kapittel 4.3)
3. Krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk (fluktmasker) (kapittel 4.4)
4. Utarbeida mål for evakuering, med rettleiing for risikovurderingar (kapittel 4.5)

I utveljinga av tiltak la Vegtilsynet mest vekt på tiltak knytt til varslings- og reaksjonsfasane, jf. figur 1, fordi dette er dei mest kritiske fasane å lukkast med for å oppnå vellukka sjølvredning⁵⁰. Vi valde ut to tiltak, tiltak 1 og 2, som kan påverke desse fasane.

Vegtilsynet såg også at det alltid vil vera nokon som ikkje har høve til å evakuere i køyretøyet sitt, og at standard ventilasjonshastigheit medfører stor risiko for at desse vert utsett for røyk. Vi valde å sjå på eitt tiltak, tiltak 3, som kunne forlenga sikkerheitsmarginen, jf. figur 1.

Vegtilsynet er samstundes kjent med at det er store skilnadar mellom dei ulike lange eitt-løpstunnelane i Noreg når det gjeld mellom anna utforming, lengd og ulykkeshistorikk. Vi reknar difor med at det må gjerast ulike grep i ulike tunnelar for å oppnå vellukka sjølvredning i alle. Vegtilsynet har også inntrykk av at det er noko ulike forventningar til kor sikre tunnelane skal og kan verta. Vi valde difor eitt tiltak, tiltak 4, som vi såg for oss kunne medverke til at forventningane til sikkerheita i tunnelane vart tydelegare, og som kan hjelpa tunnelforvaltar med å gjera gode risikovurderingar for kvar tunnel, slik at dei lettare kan vurdere om det må gjerast tiltak og i så fall kva tiltak som bør prioriterast.

4. Verknader av utvalde tiltak

4.1. Metode

Vegtilsynet har gjennomført fleire arbeidsmøte for å identifisere moglege verknader av dei fire tiltaka. På arbeidsmøtet om automatisk deteksjon og varsling (kapittel 4.2), og utarbeiding av sikkerheitsmål og rettleiing (kapittel 4.5), deltok tilsette i Vegtilsynet, samt kompetanse frå Multiconsult Norge AS. I tillegg har Vegtilsynet innhenta synspunkt frå Statens havarikommisjon og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. På arbeidsmøtet om mobilbasert lokalisering og varsling, (kapittel 4.3), deltok tilsette i Vegtilsynet, samt kompetanse frå Sivilforsvaret og Statens havarikommisjon. På arbeidsmøtet om fluktmasker (kapittel 4.4), deltok tilsette i Vegtilsynet, samt kompetanse frå Resq AS og Statens havarikommisjon.

For å sikre at ein fekk avdekka flest moglege verknadar av kvart tiltak vart det i arbeidsmøta jobba med utgangspunkt i to ulike perspektiv. Først vart det spurd kva verknader kvart tiltak kunne få for ulike aktørar som påverkar, eller vert påverka av, veginfrastrukturen. Aktørane var: myndigheiter; byggherre; vegeigar; planleggarar/rådgjevarar; entreprenørar (bygging, drift og vedlikehald); trafikantgrupper som brukar vegen; 3. person som vert påverka av vegsystemet eller framlegget til tiltak; andre sektorar.

⁵⁰ Sikker atferd ved hendelser i vegtunnelar, Statens vegvesens rapporter nr 376 (2018) kapittel 4.2

Etterpå vart det spurd kva verknadar ein kunne sjå for seg at kvart tiltak ville føra til innanfor åtte ulike emne. Tre av emna var knytt direkte til sikkerheita på vegane: Ulykkesfrekvens; ulykkeskonsekvens; og sikkerheitsfokus i vegsektoren. To emne var knytt til andre mål i Nasjonal transportplan: framkommelegheit; miljøverknadar. Tre emne var knytt til andre samfunnsinteresser: samfunnssikkerheit; endringskostnad; innovasjon. I tillegg vart det spurd om tiltaket kunne ha andre verknadar som ikkje passa under dei opplista emna.

I etterkant vart verknadane for aktørane systematisert basert på kva emne det sorterte under.

Til slutt vart det spurd kva verknadar kvart tiltak kunne få for åtte barrierar mot alvorlege ulykker: trafikanten sin kompetanse; skilt og oppmerking; faren for at sjåføren vert tatt for regelbrot; god vegutforming; god drift og vedlikehald; sideareal som tilgjev; sikre bilar; og ulykkesberedskap.

Tilsette i Vegtilsynet har også gjort noko etterarbeid for å identifisere ytterlegare verknadar og å kvalitetssikre den samla vurderinga.

I gjennomgangen av verknadane av kvart tiltak under, omtalar vi berre dei emna eller barrierane der Vegtilsynet ser ein mogleg verknad.

4.2. Tiltak 1: Krav om automatisk deteksjon og effektiv varsling

4.2.1. Skildring av tiltaket

Tiltaket går ut på å sette krav om

- a) automatisk deteksjon og varsling av brann og andre farlege hendingar som kan føra til storulykker og
- b) varsling som effektivt gjer trafikantane merksame på at det har oppstått ein situasjon som krev evakuering

i alle lange eitt-løpstunnelar. Med «automatisk» meiner vi at både deteksjon og varsling av trafikantane skal skje utan menneskeleg involvering. Tunnelforvaltar vil vera ansvarleg for å oppfylle kravet.

Døme på liknande regulering av automatisk deteksjon og varsling er byggtknisk forskrift § 11-12 (2) bokstav a). Som nemnt over, er det uklart i kva grad byggtknisk forskrift gjeld for tunnelar. Dette bør avklarast før ein eventuelt utgreier tiltaket vidare.

Handbok *N500 Vegtunnelar* kapittel 4.3.2.6 første avsnitt første setning er eksempel på krav om bruk av ein spesifikk teknologi (videoovervaking) for automatisk deteksjon i visse tunnelar. *N500 Vegtunnelar* kapittel 4.3.2.7 er eksempel på krav om bruk av ein spesifikk teknologi (høgtalarsystem og melding på radio) for forsterka varsling for i visse tunnelar.

Forslaget skil seg frå eksisterande regulering i *N500 Vegtunneler* ved at det i) er teknologinøytralt, ii) set krav til resultatet og iii) krev at varsling av trafikantane startar utan aktivitet frå menneske.

Hypotesen er at tiltaket kan handtera desse risikomomenta:

- Fleirtalet av norske vegtunnelar har ikkje automatisk hendingsdeteksjon (AID). Utan dette er deteksjon og påfølgande varsling avhengig av at ein trafikant 1) observerer hendinga, 2) forstår kva som har skjedd og korleis det påverkar risiko og 3) set i verk varsling. Dei mange potensielle feilkjeldene, samt at nokre trafikantar prioriterer sløkking før varsling, kan føre til det tek lengre tid før varsling vert sett i gang.
- Trafikantane freistar ofte å varsle via mobiltelefon. Det kan igjen føre til at 1) fleire vert eksponert for fare fordi tunnelen ikkje vert stengt med det same, 2) andre trafikantar som er i tunnelen får mindre tid til evakuering fordi a) varsel ofte vil gå via ekstra ledd (nødsentral) og/eller b) VTS ikkje har validert informasjon om lokasjon for hendinga, og det difor går lengre tid før det vert sett i verk varsling, 3) VTS gjer feil, for eksempel bruker ventilasjonen på ein måte som er ugunstig eller gjev trafikantar uriktig informasjon, fordi dei ikkje har validert informasjon om lokasjon for hendinga, 4) trafikanten får uriktig informasjon om korleis han/ho bør forhalda seg fordi operatøren på nødsentralen manglar informasjon eller kunnskap og/eller 5) trafikantar som ikkje kan gjennomføre sjølvredning vert utsett for auka fare fordi nødetatane ikkje har validert informasjon om lokasjon for hendinga og dermed kjem seinare fram.
- Det er døme på at VTS har hatt for lite informasjon til å forstå kva type hending som har oppstått. Manglande informasjon hos operatør på VTS har ført til tidstap mellom deteksjonen og iverksetjing av varsling av trafikantar og nødetatar.
- I situasjonar der nokon er gitt autoritet, for eksempel ledebilsjåfør, trafikkdirigent eller bussjåfør, kan det vera ei forventning hos dei andre trafikantane om at denne personen varslar VTS og nødetatane. Det kan kome i konflikt med forventninga om at den same personen samtidig skal assistera trafikantane med evakuering.
- Mange nødstasjonar er ikkje universelt utforma. Personar med nedsett funksjonsevne må varsle via mobiltelefon. I tunnelar utan mobildekning er varsling krevjande for desse.
- Eksisterande varsling i tunnelane er ofte ikkje tilstrekkeleg til at trafikantane forstår at det har oppstått ein farleg situasjon. Det kan føra til at det tek lengre tid frå ei farleg hending er oppdaga til trafikantane startar evakuering.

- Trafikantane veit ikkje korleis dei skal agera ved ein farleg situasjon. Det kan føra til at 1) det tek lengre tid før dei forstår at det er nødvendig å evakuere, slik at dei tapar tid til evakuering, 2) dei brukar lengre tid på evakuering fordi dei ikkje klarer å velje strategi for evakuering og/eller 3) dei vert utsett for auka fare fordi dei vel ein ugunstig evakueringsstrategi.

Ved Vegtilsynet si vurdering av verknader er det lagt til grunn at automatisk system vil verke saman med eksisterande system i tunnelane, mellom anna varsling til VTS, bommar, lys, ventilasjonsstyring og ledelys.

Vegtilsynet har ikkje tatt stilling til kor avansert eit slikt system bør vera. Ein kan sjå for seg alt frå enkle deteksjonssystem for brann som for eksempel temperaturdetekterande kabel, kombinert med varsellamper med jamne intervall, til videobasert «Automatic Incident Detection» (AID) kombinert med variable trafikkskilt som viser ulik informasjon avhengig av plassering i tunnelen. Ny teknologi er truleg under utvikling. Ein kan for eksempel sjå for seg at utviklinga fører til at kvart køyretøy har sitt eige AID-system, og at tunnelforvaltar oppfyllar plikta, heilt eller delvis, ved å sikre seg at tunnelen sine system automatisk får varsel frå køyretøya, samt automatisk melder tilbake til kvart køyretøy korleis dei bør gå fram for å evakuera frå sin posisjon.

4.2.2. Vurdering av verknader av tiltaket

Nedanfor kjem oversikt over moglege verknadane av kvart tiltak, med vår vurdering for kvart emne og barriere. Det er berre dei emna eller barrierane der Vegtilsynet ser ein mogleg verknad som vert omtala, jf. kapittel 4.1.

Emne	Vurdering av verknader av tiltaket «Krav om automatisk deteksjon og effektiv varsling»
Ulykkesfrekvens	<p>Automatisk deteksjon vil gjera at deteksjon ikkje er avhengig av at trafikantane melder inn brann. Det kan redusere tida det tek før hendinga vert detektert, som igjen gjev tidlegare stenging av tunnelen. Det fører til færre køyretøy i rørsle i tunnelen, som igjen kan redusere risikoen for ulykker under evakuering.</p> <p>Dersom installasjon og drift av det automatiske systemet fører til redusert oppetid, sjå under, kan det føre til auka belastning på omkøyringsvegar, som igjen aukar sannsynet for ulykker på desse. Løysingane som vert valt bør difor vera pålitelege.</p> <p>Vegtilsynet si vurdering er at tiltaket kan ha ubetydeleg verknad på ulykkesfrekvensen ved brann i tunnel.</p>

<p>Ulykkeskonsekvens</p>	<p>Automatisk deteksjon kan føre til tidlegare deteksjon, som igjen gjev mogelegheit for tidlegare stenging og varslings.</p> <p>Tidlegare stenging kan redusere talet på personar som vert eksponert for fare, samt redusere risikoen for følgeulykker, jf. «Ulykkesfrekvens».</p> <p>Under brannane i Oslofjordtunnelen⁵¹ var det installert automatisk deteksjon, i form av videobasert AID. Desse var medverkande til at VTS vart merksame på brannane svært tidleg.</p> <p>Det er Vegtilsynet si vurdering at brannen i Måbøtunnelen truleg hadde vorte detektert tidlegare dersom det var automatisk deteksjon⁵². Ved brannen i Fjærlandstunnelen er det vår vurdering at eit system for automatisk deteksjon kunne gitt VTS sikker kunnskap om lokasjon, og utelukka hypotesen om at alarm i nødstasjon var utløyst ved ein feil, minst ti minutt tidlegare⁵³.</p> <p>Sjølv enkle system for automatisk deteksjon gjev god kunnskap om brannstaden si relative plassering i tunnelen⁵⁴. Slik kunnskap kan senke terskelen for å ta i bruk tilpassa varslings, slik som dynamiske skilt, jf. D11. Systema kan også gje betre informasjon til VTS og nødetatar for å avgjere prioritering mellom sløkking og evakuering, optimal retning på ventilasjon og korleis dei som ikkje er i stand til å evakuera kan få raskast bistand av nødetatane. Sjå også tiltak 2 og 3.</p> <p>Tidlegare deteksjon kan også redusere tida frå hendinga oppstår til nødetatane er klare til å starte sløkke- og/eller redningsinnsats, samt yte helsehjelp. Dette kan i) auke sjansane for å få kontroll over hendinga før den eskalerer, ii) redusere eksponeringa for dei som ikkje klarer å gjennomføre sjølvredning og iii) redusere konsekvensane av nokre typar personskade.</p> <p>For at automatisk (tidlegare) deteksjon skal føre til reell reduksjon i nødvendig tid til evakuering, krev det raskare og meir effektiv varslings, jf. årsak D9.</p>
--------------------------	---

⁵¹ Statens havarikommisjon rapport veg 2013/05 og 2018/04

⁵² Statens havarikommisjon rapport veg 2017/07

⁵³ Statens havarikommisjon rapport veg 2019/05

⁵⁴ Statens vegvesen Publikasjon nr 97 *Samfunnstjenlige vegtunneler 1998-2001 SLUTTRAPPORT*, kapittel 4.8.7

I to⁵⁵ av brannane som er undersøkt av Statens havarikommisjon går det noko tid frå hendinga er detektert til VTS tek i bruk innsnakk på radio og/eller dynamisk skilt med «Snu og køyr ut». I tre⁵⁶ av brannane er desse hjelpemidla tilgjengeleg, men vert ikkje forsøkt brukt. Vegtilsynet si vurdering er at for desse brannane kunne automatisk varsling redusert tida frå deteksjon til varsling med mellom 7 og 16 minutt eller meir.

Vegtilsynet vil også vise til at Statens havarikommisjon påpeikar at ved hendinga i Skatestraumtunnelen hadde trafikantane eit vindauga på 2 minutt til å evakuere etter at brannen oppstod. Vi meiner det er vanskeleg å sjå for seg at det er mogeleg å varsle trafikantane raskt nok ved slike hendingar utan at både deteksjon og varsling skjer automatisk.

Forsterking av varslinga med enkle løysingar, som sirener, ringeklokker og/eller raude varsellys, vil truleg føra til at trafikantane reduserer hastigheita. Det kan igjen i) auka merksemda til trafikantane og ii) gje trafikantane betre tid til å samle og analysere informasjon. Slik kan dei lettare få med seg avvik frå normalsituasjonen og ha betre tid til å oppfatta kva type hending det er snakk om og vurdere korleis dei bør reagere. Det kan for eksempel auka sannsynet for at dei forstår at ein mørk tunnel lenger framme kan bety røyk i staden for straumbrot, og snur bilen før dei vert fanga i røyken.

Bruk av enkle løysingar for varsling kan også gje bussar og andre lange køyretøy tid og oppmoding til å stoppa ved snunisjer, sjølv om VTS ikkje har hatt tilstrekkeleg informasjon til å aktivere dynamisk skilting. Det vil auka sjansane for at dei er i ein optimal posisjon for å bruke køyretøyet til evakuering når det vert klart kva retning evakuering bør skje, jf. årsak D21.

Det er Vegtilsynet si vurdering at forsterka varsling med enkle løysingar kunne ført til raskare evakuering ved brannane i Fjærlandtunnelen, Oslofjordtunnelen (2011 og 2017) og Gudvangatunnelen (2015 og 2013). Meir avanserte løysingar for varsling kan potensielt føre til endå raskare evakuering, sjå døme i tiltak 2.

⁵⁵ Statens havarikommisjon rapport veg 2013/05 og 2016/03,

⁵⁶ Statens havarikommisjon rapport veg 2015/02, 2016/05 og 2019/05

	<p>Raskare iverksetjing av evakuering vil redusere risikoen for brann- og røykskadar og risikoen for andre skadar som følge av dårleg sikt, slik som kollisjonar eller påkøyrse av trafikantar som evakuerer til fots.</p> <p>Den langsiktige effekten av nye løysingar for deteksjon og varsling er truleg avhengig av at det ikkje oppstår "alarmtrøttheit" hos trafikantane. Dersom løysingane for deteksjon har for låg pålitelegheit, er det truleg betre å erstatte automatisk varsling med manuell varsling sett i verk av VTS. Men sjølv om ei løysing for automatisk deteksjon har for låg pålitelegheit som grunnlag for automatisk varsling, vil det styrke beslutningsgrunnlaget til VTS, jf. årsak D2, D4, D7 og D11.</p> <p>Vegtilsynet si vurdering er at tiltaket kan ha stor positiv verknad på ulykkeskonsekvensen ved brann i tunnel.</p>
Endringskostnadar	<p>Kostnadane knytt til etablering, drift og vedlikehald av automatiske system for deteksjon med forsterka varsling vil truleg variere sterkt avhengig av kor avanserte system ein vel. Det er også svært mange måtar å løysa forsterka varsling på. Vegtilsynet har difor ikkje funne det tenleg å gjera eigne estimat av kostnadar ved tiltaket. Vi viser til Statens vegvesen si utgreiing <i>AID i tunnel Teknologisammenligning</i>⁵⁷, der videobasert AID er døme på ein av dei meir avanserte og kostbare løysingane for automatisk deteksjon.</p> <p>Det er uansett klart at det vil medføra ein monaleg kostnad å innføra eit slikt krav for alle vegtunnelar.</p> <p>Samstundes er det venta at tiltaket vil redusera talet på omkomne og hardt skadde ved hendingar i tunnel. Denne reduksjonen vil medføre reduserte kostnadar knytt til behandling, sjukepengar, uføretrygd og andre realøkonomiske kostnadar.</p>

⁵⁷ *AID i tunnel Teknologisammenligning*, Statens vegvesen (2013)

Framkommelegheit	<p>Vegtilsynet er usikker på tiltaket sin netto effekt på framkommelegheit.</p> <p>Under installasjon og ved vedlikehald er det sannsynleg at det vil vera behov for stenging av tunnelane. I kva grad det vil føre til meir stenging enn det som uansett skjer pr i dag, er avhengig av løysinga som vert vald og om det er mogeleg å utføra installasjon og vedlikehald parallelt med andre aktivitetar som krev stenging.</p> <p>Innføring av automatiserte system medfører risiko for feilmeldingar, som igjen kan føra til auke i unødvendige stengingar av tunnelane.</p> <p>Samstundes skal det vera eksempel på at avanserte system har ført til færre stengingar, fordi VTS har hatt betre informasjon om hendingar som igjen har gjort at dei kan sette i verk tilpassa tiltak.</p> <p>Tidlegare deteksjon kan også gje raskare innsats frå nødetatane, som igjen kan redusere skadeomfanget i tunnelen sin konstruksjon og utstyr, og slik føre til raskare opning av tunnelen etter ei hending.</p>
Samfunns-sikkerheits-verknader	<p>Tiltaket er venta å føre til ein reduksjon av risikoen for at farlege hendingar utviklar seg til storulykker.</p>
Innovasjons-verknader	<p>Som gjort greie for over, vil innføring av eit krav om automatiske system for deteksjon med forsterka varsling utløysa ei behov for å bruke relativt store midlar til installasjon og vedlikehald av slike system. Markert auke i etterspurnad av eit produkt eller teneste fører normalt til at nye aktørar ynskjer å koma inn på den aktuelle marknaden, som igjen tek med seg ny teknologi og/eller aukar konkurransen på pris.</p> <p>Vegtilsynet ser også for seg at ved val av meir avanserte system for deteksjon, vil det vera tilgjengeleg informasjon om kvar hending som gjer det mogeleg å gje tilpassa rettleiing til kvar trafikant via S-ITS-løysingar eller med mobilvarsling, som skildra i tiltak 2.</p>

Verknad på barrierane mot alvorlege ulykker:

Barriere	Verknad
Trafikanten sin kompetanse	<p>Automatisk deteksjon kan redusere avhengigheita av at trafikantane har kompetanse til å oppdage og kjenne att farlege situasjonar og kjenner varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel.</p> <p>Meir effektiv varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel, som tenning av ledelys eller at tunnelen ser ut som den er mørklagt lenger framme.</p> <p>Avanserte system kan avhjelpe eventuell manglande kompetanse om effektiv evakuering av tunnel, ved at trafikantane vert gitt tilpassa rettleiing.</p>
Skilt og oppmerking	<p>Eit automatisk system for deteksjon med forsterka varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel, som tenning av ledelys eller at tunnelen ser ut som den er mørklagt lenger framme.</p> <p>Automatisk deteksjon vil styrke beslutningsgrunnlaget for VTS og kan auka sannsynet for at eksisterande varslingsanlegg vert brukt, jf. årsak D2, og brukt riktig.</p> <p>Meir effektiv varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel, som tenning av ledelys eller at tunnelen ser ut som den er mørklagt lenger framme.</p> <p>Meir effektiv varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel, som tenning av ledelys eller at tunnelen ser ut som den er mørklagt lenger framme.</p> <p>Meir effektiv varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel, som tenning av ledelys eller at tunnelen ser ut som den er mørklagt lenger framme.</p> <p>Meir effektiv varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel, som tenning av ledelys eller at tunnelen ser ut som den er mørklagt lenger framme.</p>
God vegutforming	<p>Automatisk deteksjon med meir effektiv varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel, som tenning av ledelys eller at tunnelen ser ut som den er mørklagt lenger framme.</p> <p>Automatisk deteksjon med meir effektiv varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel, som tenning av ledelys eller at tunnelen ser ut som den er mørklagt lenger framme.</p> <p>Automatisk deteksjon med meir effektiv varslingsprosedyrane for farlege hendingar i tunnel, som tenning av ledelys eller at tunnelen ser ut som den er mørklagt lenger framme.</p>

<p>God drift og vedlikehald</p>	<p>Kortsiktig og langsiktig effekt av tiltaket vil vera avhengig av at systemet fungerer med høgast mogeleg oppetid og færrest mogelege falske alarmer. Automatikk med låg pålitelegheit kan undergrave effekten og det må difor gjerast vurderingar av kor mange og hyppige feil det kan vera før automatisk varsling bør erstattast og/eller supplerast med manuell varsling. Viktigheita av god drift, vedlikehald og forvaltning vil dermed auke.</p>
<p>Sikre bilar</p>	<p>I takt med fornying av bilparken får stadig fleire bilar støtte for S-ITS. Samstundes får ein stadig større del av bilparken avanserte system for førarstøtte. Vegtilsynet ventar at dei avanserte systema for førarstøtte over tid vil nå eit nivå der det er system for AID i kvar bil. Gjennom S-ITS kan det utnyttast til deteksjon av hendingar i mellom anna tunnel. I tillegg finst det løysingar for bruk av flåteinformasjon, innhenta gjennom S-ITS, til hendingsdetektering.⁵⁸</p> <p>S-ITS har i dag støtte for varsling av farlege hendingar direkte til køyretoya. Varsel kan visast direkte i bilen sitt "infortainment"-system, utan at det krev aktive handlingar frå føraren. Ved utforming av meir effektiv varsling er det difor naturleg å vurdere om, og korleis, S-ITS-løysingar kan inngå i varslinga.</p>
<p>Ulykkesberedskap</p>	<p>Tiltaket vil truleg redusere behovet for redning, ved at fleire reddar seg sjølv, men det er ikkje venta å vera så effektivt av det vil gje grunnlag for å redusera ulykkesberedskapen.</p> <p>Tidlegare deteksjon vil også kunne redusere tida frå hendinga oppstår til nødetatane er klare til å starte slokke- og/eller redningsinnsats, samt yta helsehjelp, sjå over.</p> <p>Meir avanserte system for deteksjon kan gje betre beslutningsgrunnlag for nødetatane, jf. over.</p>

⁵⁸ Automated Incident Detection Using Real-Time Floating Car Data, Houbraken et al., [Article ID 8241545, Journal of Advanced Transportation](#) (2017)

4.2.3. Oppsummering

Vegtilsynet vurderer at eit skjerpa krav om

- a) automatisk deteksjon og varsling av brann og andre farlege hendingar som kan føra til storulykker, og
- b) varsling som effektivt gjer trafikantane merksame på at det har oppstått ein situasjon som krev evakuering,

i lange eitt-løpstunnelar vil ha stor positiv effekt på mogelegheitene for å gjennomføre sjølvredning raskt og sikkert nok til at trafikantane unngår å verta drepne eller hardt skadde.

Tiltaket vil medføre kostnadar og har usikker effekt på framkommelegheit, men den forventade effekten på sikkerheita tilseier at tiltaket bør utgreiast vidare.

Vegtilsynet ser for seg at tiltaket kan utgreiast vidare og eventuelt gjennomførast av Samferdselsdepartementet eller Vegdirektoratet, som ansvarleg myndigheit for høvesvis tunnelsikkerheitsforskrifta på riksveg og vegnormalane.

4.3. Tiltak 2: Ta i bruk mobilbasert lokalisering og varsling

4.3.1. Skildring

Tiltaket går ut på å ta i bruk løysingar og prosedyrar, for tunnelar som har teknisk støtte for dette, som kan:

- a) gje VTS tidleg informasjon om mogeleg hending dersom nokon kontaktar nødsentralane på mobiltelefon frå ein tunnel,
- b) detektere mobiltelefonar, og andre personlege einingar med sendarar, som er i tunnelen og gjere denne informasjonen tilgjengeleg for VTS og nødetatar i sanntid ved ei hending, og
- c) sende varsel om at ei farleg hending har oppstått til mobiltelefonar, og andre personlege einingar med sendarar, med tilpassa rettleiing.

Tiltaket kan krevje aktivitet frå fleire aktørar, inkludert tunnelforvaltar, nødsentralane, VTS og potensielt nettverksoperatørar for mobiltelefoni.

Vegtilsynet kjenner ikkje til tiltak tilsvarande a) i andre sektorar. Tiltak tilsvarande b) og c) er i dag i bruk i samband med befolkningsvarsling. Vegtilsynet har etter analyse møtet vorte kjent med at Statens vegvesen har planlagt å sjå på bruk av SMS-basert befolkningsvarsling.

Døme på a) kan vere at 110-sentralane innfører som fast prosedyre å opprette kontakt med VTS dersom dei får oppringing via eCall, eller andre løysingar som opplyser om innringar sin posisjon, og posisjonsdata indikerer at køyretøyet er i ein tunnel. For tunnelar som har mobildekning via

eigen sektor⁵⁹ kan det også utviklast løysingar som "flaggar" oppringingar til nødsentralane frå slik sektor med informasjon om innringar sin posisjon.

Eksempel på b) kan vere logg frå varsling med mobilbasert befolkningsvarsling, jf. tiltak c. Meir avanserte løysingar kan vere bruk av 5G- eller Wifi-scannarar, etter kvart som tunnelane får støtte for S-ITS.

Eksempel på c) kan vera mobilbasert befolkningsvarsling med informasjon om sikkerheitstiltaka i den aktuelle tunnelen. For tunnelar som finst i 3D-modell kan det utviklast løysingar for "augmented reality" som kan hjelpa trafikantane med å navigera i røyk.

Hypotesen er at tiltaket kan ha effekt på desse risikomomenta:

- Det er eksempel på at VTS har hatt for lite informasjon til å forstå kva type hending som har oppstått. Manglande informasjon hos operatør hos VTS har ført til tidstap mellom deteksjonen og iverksetjing av varsling av trafikantar og nødetatar.
- Trafikantane varslar via mobiltelefon. Trafikantane har ofte ikkje presis informasjon om kvar dei er. Det kan igjen føre til at 1) fleire vert eksponert for fare fordi tunnelen ikkje vert stengt med det same, 2) andre trafikantar som er i tunnelen får mindre tid til evakuering fordi varsel ofte vil gå via ekstra ledd (nødsentral) og/eller VTS ikkje har validert informasjon om lokasjon for hendinga, og det difor går lengre tid før vert sett i verk varsling, 3) VTS gjer feil, for eksempel bruker ventilasjonen på ein måte som er ugunstig eller gjev trafikantar uriktig informasjon, fordi dei ikkje har validert informasjon om lokasjon for hendinga, 4) trafikantar får uriktig informasjon om korleis dei bør forhalda seg fordi operatøren dei kjem til på nødsentralen manglar informasjon eller kunnskap og/eller 5) trafikantar vert utsett for auka fare fordi nødetatane ikkje har validert informasjon om lokasjon for hendinga og dermed kjem seinare fram.
- Vegtilsynet har avdekka at det er risiko for at nødstasjon ikkje fungerer etter hensikta. Trafikantane må då varsle med mobiltelefon, sjå over.
- Mange nødstasjonar er ikkje universelt utforma. Personar med nedsett funksjonsevne må varsle med mobiltelefon, sjå over.
- Eksisterande varsling i tunnelane er ofte ikkje tilstrekkeleg til at trafikantane forstår at det har oppstått ein farleg situasjon. Det kan føre til at det tek lengre tid frå ei farleg hending er oppdaga til trafikantane startar evakuering.

⁵⁹ Statens vegvesens rapport om «Sikker adferd ved hendelser i vegtunneler», september 2018, kapittel 6.2.

- Trafikantane veit ikkje korleis dei skal agere ved ein farleg situasjon. Det kan føre til at 1) det tek lengre tid før dei forstår at det er nødvendig å evakuere, slik at dei tapar tid til evakuering, 2) dei brukar lengre tid på evakuering fordi dei ikkje klarer å velja strategi for evakuering og/eller 3) dei vert utsett for auka fare fordi dei vel ein ugunstig evakueringsstrategi.
- Trafikantane klarer ikkje å sjå for seg korleis den farlege situasjonen vil utvikle seg. Det kan føre til at dei brukar lang tid på informasjonsinnhenting. Det kan igjen føra til at dei tapar tid til evakuering.
- Nokre trafikantar bruker for lang tid på sløkking før evakuering. Desse vil utsette seg for auka eksponering for fare, medan dei freistar å sløkka. Dersom sløkking ikkje er effektivt vil dei som freista sløkking, samt dei som ventar på resultatet av sløkkeinnsatsen, ha tapt tid til evakuering.
- Trafikantane får i liten grad tilbakemelding på val av evakueringsstrategi, særleg ved redusert sikt. Det kan føre til at trafikantane vert usikre på om dei har valt rett. Det kan igjen føre til at trafikantane 1) brukar lengre tid på evakuering fordi dei stoppar for å søke informasjon og/eller 2) vert utsett for auka fare fordi dei byter til ein ugunstig strategi.
- Trafikantane kjenner ikkje sikkerheitsutstyret i tunnelen. Det kan føre til at trafikantane 1) leitar etter nødutgang/evakueringsrom som ikkje er der, 2) går forbi nødutgang/evakueringsrom og/eller 3) søker til rom som ikkje gjev vern (for eksempel i kiosk for nødstasjon).

4.3.2. Vurdering av verknader

Emne	Vurdering av verknader av tiltaket «Ta i bruk mobilbasert lokalisering og varsling»
Ulykkesfrekvens	<p>Det er ikkje venta at tiltaka kan hindre ulykker i å oppstå.</p> <p>Det er mogeleg at tiltak a) kan redusera sannsynet for sekundære hendingar, ved at færre personar går ut av køyretoyet sitt for å varsle, og slik unngår å bli utsett for fare for å verte påkøyrd.</p> <p>Vegtilsynet si vurdering er at tiltaket kan ha ubetydeleg verknad på ulykkesfrekvensen ved brann i tunnel.</p>

<p>Ulykkeskonsekvens</p>	<p>Tiltak a) kan føre til at VTS får tidlegare varsel om ei mogleg hending og sikrere informasjon om lokasjon. Dersom det kjem fleire meldingar om mogleg hending i same område, gjev det moglegheit for raskare avklaring av om det er same hending eller ulike hendingar.</p> <p>Dette opnar for a) tryggare evakuering for varslar, ved at varslar ikkje treng å stoppe og gå ut av køyretøyet ved ein nødstasjon for at VTS skal få tilstrekkeleg informasjon, b) raskare stenging av rett tunnel, slik at færre vert eksponert, c) raskare varsling til andre trafikantar via DAB og eventuell dynamisk skilting, slik at desse kan starte evakuering tidlegare, d) raskare aktivering av eventuelt anna sikkerheitsutstyr, som t.d. ventilasjon, e) tryggare evakuering for dei som søker rettleiing hos VTS, ved at VTS har betre informasjon og f) betre disponering av ressursar hos nødetatane.</p> <p>Tiltak b) kan føre til at VTS og nødetatane får betre beslutningsgrunnlag for planlegging og skalering av innsats. I tillegg kan det gje eit betre grunnlag for å vurdere kapasitetsbehov i helseapparatet. Meir avanserte løysingar kan gje grunnlag for å styre røyken den vegen det er færrast personar å evakuere eller den vegen personane som evakuerer vil verta eksponert i kortast periode. Det kan også gje betre beslutningsgrunnlag for prioritering mellom redning og sløkking og kva side av tunnelen innsats bør skje frå.</p> <p>Tiltak c) kan gjere at trafikantar som ikkje har DAB, på eit tidlegare tidspunkt vert merksame på at det har oppstått ein farleg situasjon. Det legg til rette for tidlegare oppstart av evakuering. Det gjev også moglegheit for å nå fram med informasjon til trafikantar som har gått ut av køyretøya. Informasjon om sikkerheitstiltak kan gje beslutningsstøtte til evakueringsstrategi, slik at risikoen for eksponering for varme og/eller røyk vert redusert. Meir avanserte system kan gje langt betre beslutningstøtte gjennom å tilpassa informasjonen og gje tilbakemelding på trafikantane sin evakueringsstrategi i sanntid.</p> <p>Vegtilsynet si samla vurdering er at tiltaket kan ha middels til stor positiv verknad på ulykkeskonsekvensen ved brann i tunnel avhengig av kor avanserte løysingar som vert brukt.</p>
--------------------------	---

Sikkerheitsfokus i vegsektoren	Det kan tenkast at trafikantane på sikt vert meir passive i å tileigne seg informasjon og planlegge sjølvredning, fordi dei forventar å få rettleiing.
Endringskostnadar	<p>Vegtilsynet har forstått det slik at den tekniske støtta for å innhente innringar sin posisjon ved bruk av eCall, og for å opprette kontakt mellom nødsentralane og VTS, er på plass, og at det einaste som skal til for å implementere eksempelet i tiltak a) er å endre prosedyrane hos 110-sentralane og VTS. Vegtilsynet ser også for seg at det vil vere ein moderat kostnad å leggja inn "flagging" hos nettverksoperatørane.</p> <p>Vegtilsynet har også forstått det slik at kostnadane ved å ta i bruk befolkningsvarsling er låge. Vi ser også for oss at forvaltarane av riksvegane vil ha nytte av dei same tenestene knytt til mellom anna fjellovergangar, slik at faste kostnadar kan delast på fleire operasjonar. Meir avanserte løysingar for tiltak b) vil truleg krevja monalege investeringskostnadar i alle dei lange eitt-løpstunnelane i landet. Samstundes kan det verta nødvendig å installera overlappende løysingar for å leggja til rette for S-ITS og autonome køyretøy i tunnelane. I så fall vil det truleg medføre små ekstrakostnadar å leggja til rette for at VTS og nødetatane kan hente ut sanntidsdata om trafikantane sin posisjon ved ei hending. For å vera sikre på at det er mogleg å hente ut relevant informasjon ved ei hending, må det truleg etablerast barrierar mot utfall på grunn av brann og straumbrot. Vegtilsynet har ikkje grunnlag for å vurdere omfanget av dei samla kostnadane ved avanserte løysingar.</p> <p>Meir avanserte løysingar for tiltak c) vil ha større kostnadar knytt til utvikling og drift. Dei kan også ha større terskel for at publikum tek dei i bruk, slik at det må gjennomførast kampanjar for å få effekt av tiltaket. For å vera sikre på at det er mogleg å sende varsel og gje tilpassa rettleiing ved ei hending bør det etablerast barrierar mot utfall av mobildekning på grunn av brann og straumbrot. Vegtilsynet har ikkje grunnlag for å vurder omfanget av dei samla kostnadane ved dette.</p> <p>Samstundes er det venta at tiltaket vil redusera talet på omkomne og hardt skadde ved hendingar i tunnel. Denne reduksjonen vil medføre reduserte kostnadar knytt til behandling, sjukepengar, uføretrygd, og andre realøkonomiske kostnadar.</p>

Framkommelegheit	<p>Tiltak a) opnar for tidlegare omdirigering av trafikken. Det vil betre både framkommelegheit for øvrige trafikantar og for nødetatane, ved at trafikkbelastninga vert mindre rundt ulykkesstaden.</p> <p>Meir avanserte løysingar for tiltak b) opnar for meir effektiv innsats frå brannvesenet. Det kan gje raskare sløkking, og potensielt reduserte skadar, og dermed raskare opning etter brannen.</p> <p>Tiltak c) kan medverke til tidlegare omdirigering av trafikken dersom det også er retta mot trafikantar i nærområdet til den aktuelle tunnelen.</p>
Samfunns-sikkerheits-verknader	<p>Alle tiltaka har element som må sikrast mot angrep for å hindre at dei ikkje vert brukt til å slå ut nødetatane og/eller sette trafikantane i fare.</p> <p>Ved bruk av befolkningsvarsling for tiltak b) og/eller c) må det vera klare retningsliner for bruk, slik at det ikkje oppstår "alarmtrøttheit" i befolkninga.</p>
Innovasjons-verknader	<p>Løysingar som skissert i tiltak a) eksisterer i dag. Auka kjennskap til teknologien kan føra til at den vert tatt i bruk også på andre område, som for eksempel i appar som "Hjelp 113".</p> <p>Mobilbasert befolkningsvarsling er ei etablert teneste. Det eksisterer også andre system for å samle informasjon om kor mange, og kva type, køyretøy som er innanfor ein gitt parsell, slik som ein tunnel. Dette er mellom anna under testing i Arnanipatunnelen. Vegtilsynet har også forstått det som at det er gjennomført testar i Bjørnegårdstunnelen av eit meir avansert system for presis lokalisering av kvart enkelt køyretøy, men at det er få aktørar som kan tilby slike avanserte system pr i dag.</p> <p>Gjennomføring av tiltak b) kan utløyse utvikling av alternative og/eller meir kostnadseffektive løysingar. Løysingane kan tenkast å ha overføringsverdi til fjelloverganger, jernbane, t-bane og store bygningskompleks i Noreg og internasjonalt.</p> <p>Etter det Vegtilsynet kjenner til, eksisterer det ikkje avanserte løysingar for beslutningsstøtte til trafikantane ved hendingar i tunnel. Initiativ til bruk av meir avanserte løysingar for tiltak c) kan difor utløyse utvikling av ny teknologi. Løysingane kan tenkast å ha overføringsverdi til fjelloverganger, jernbane, t-bane og store bygningskompleks i Noreg og internasjonalt.</p>

	<p>Vegtilsynet ser for seg at S-ITS-teknologi kan brukast i dei meir avanserte løysingane skissert for tiltak b) og c). Ved at det kjem fleire tenester som støttar denne teknologien kan det også medverke til at fleire produsentar og kundar vel å utstyra sine køyretøy med S-ITS-støtte.</p>
Andre verknadar	<p>Alle tiltaka vil medføre behandling av personopplysningar. Det er lite truleg at nokon av opplysningane som må behandlast fell innanfor dei særlege kategoriane skildra i personvernforordninga artikkel 9. Formålet med saksbehandlingane vil vere å betre sikkerheita til trafikantane, som i utgangspunktet kan reknast som ein "berettiget interesse", jf. personvernforordninga artikkel 5 punkt 1 bokstav f), og i akutte situasjonar kan det også vere for å verne trafikantane sin vitale interesser, jf. bokstav d). For å sikre utvetydig heimel og open debatt før ein startar saksbehandlinga, kan det vera aktuelt å lovregulere slik bruk.</p> <p>Tiltak c) kan medverke til at trafikantar som er i ein dramatisk situasjon får informasjon som gjer at dei opplever større grad av kontroll og ei kjensle av at "verda utanfor" veit om dei og vil freista å hjelpa. Begge deler kan medverka til lågare stress, som igjen kan redusere risikoen for psykiske skadar.</p>

Verknad på barrierane mot alvorlege ulykker:

Barriere	Verknad
Trafikanten sin kompetanse	<p>Tiltak a) vil understøtte bruken av eCall som korrekt måte å varsle alle typar ulykker på vegen. Det vil også redusere konsekvensane av manglande kunnskap om korrekt varslingsrutine for hendingar i tunnel, men slik kunnskap vil vera nødvendig for å kunne varsle i tunnelar utan telefondekning eller ved utfall av mobilnettet.</p> <p>Tiltak c) vil kunne kompensere for manglande kjennskap til sikkerheitsutstyr i den enkelte tunnelen. Avanserte løysingar vil kunne kompensere for manglande kunnskap om eigen plassering i tunnelen relativt til sikkerheitsutstyr og utgangar. Trafikantane må likevel ha eit minimum av kompetanse om desse tinga for å kunne handtere situasjonen dersom dei er så nær hendinga at dei vert eksponert for fare før varsel og beslutningsstøtte vert tilgjengeleg. Ved avanserte løysingar</p>

	<p>som krev installasjon av app eller anna førebuing, må trafikantane kjenne til tilbodet og korleis dei tek det i bruk.</p>
Skilt og oppmerking	<p>Tiltak a) kan føra til at VTS tidlegare får tilstrekkeleg informasjon til å stenge den aktuelle tunnelen.</p> <p>Tiltak c) kan underbygge bodskapen til variable skilt og anna varslings. Dersom varselet også vert sendt til trafikantar i nærområdet til tunnelen kan det føre til auka respekt for "raudblink" og bommar ved tunnelopninga.</p>
God vegutforming	<p>Tiltak c) kan gje meir effektiv varslings, som igjen kan auke effekten av snunisjer, ved at trafikantane kan få kjennskap til, og oppmoding om å bruke, desse.</p>
Sikre bilar	<p>Gjennomføring av tiltak a) kan auke effekten av implementering av eCall. Dersom eCall har eller får tilstrekkeleg påliteleg lokalisering i tunnel kan det overta som anbefalt varslingsmåte for farlege hendingar i tunnel.</p> <p>Meir avanserte løysingar på tiltak b) og c) kan truleg auke effekten av implementering av S-ITS-teknologi, samt føre til raskare implementering ved å syna nytten til teknologien.</p>
Ulykkesberedskap	<p>Tiltak a) kan gje sikker lokalisering av hendinga på eit tidlegare tidspunkt, slik at nødetatane raskare kan rette innsatsen mot rett tunnel og planlegge innsatsen ut frå forholda på skadestaden.</p> <p>Tiltak b) kan gje betre informasjongrunnlag for styring av innsats.</p> <p>Tiltak c) kan føre til at fleire reddar seg ut sjølv, slik at det er mindre behov for assistert evakuering.</p> <p>Vegtilsynet kan ikkje sjå at nokon av tiltaka vil auke eller redusere behovet for å oppretthalde dagens ulykkesberedskap.</p>

4.3.3. Oppsummering

Å ta i bruk løysingar og prosedyrar, for tunnelar som har teknisk støtte for dette, som kan:

- a) gje VTS tidleg informasjon om mogeleg hending dersom nokon kontaktar nødsentralane på mobiltelefon frå ein tunnel,
- b) detektere mobiltelefonar, og andre personlege einingar med sendarar, som er i kvar enkelt tunnel, og gjere denne tilgjengeleg for VTS og nødetaatar i sanntid ved ei hending, og
- c) sende varsel om at farlege hendingar har oppstått til mobiltelefonar, og andre personlege einingar med sendarar, med tilpassa rettleiing,

kan ha middels til stor positiv verknad på ulykkeskonsekvensen ved brann i tunnel. Tiltaket har låge kostnader og bygger på eksisterande infrastruktur.

Vegtilsynet ser for seg at tiltaket kan utgreiast vidare og eventuelt gjennomførast i regi av VTS.

For at gjennomføring av tiltaket «Ta i bruk mobilbasert lokalisering og varsling» (kapittel 4.3) skal oppnå best mogeleg effekt på sikt, vurderer Vegtilsynet det som viktig at VTS og tunnelforvaltar har fokus på tilrettelegging for desse løysingane i samband med installasjon, vedlikehald og oppgradering av mobildekning og S-ITS-løysingar i tunnelane.

4.4. Tiltak 3: Krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk (fluktmasker)

4.4.1. Skildring

Tiltaket går ut på å innføre krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk i alle eksisterande lange eitt-løpstunnelar. Tunnelforvaltar vil vera ansvarleg for å oppfylle kravet.

Vegtilsynet er ikkje kjent med at det er tilsvarende krav i andre sektorar, men denne typen verneutstyr kan vere eit tiltak for å oppfylle funksjonskrav knytt til brannsikkerheit. Vi syner til *Temaveiledning om brann i kraftforsyning*, DSB (2003), kapittel 4.4 og kapittel 7.

For denne analysen legg vi til grunn at kravet vert oppfylt slik:

Det vert plassert skap med 40 fluktmasker med inntil 250 meters mellomrom. Det svarar til full dekning dersom bilane stoppar så tett som ein bil pr. 10 meter og det er 1,5 personar i kvar bil. Vi legg til grunn at det ikkje er behov for skap med fluktmasker dei første 250 meterane frå tunnelopningane. Skap for fluktmasker vert samlokalisert med eksisterande nødstasjon og merka med nytt serviceskilt for fluktmasker, montert i tråd med N500 *Vegtunnelar* kapittel 5.2.2. Opning av skap med fluktmasker utløyer alarm til VTS, tilsvarende som ved opning av nødstasjon. Kvar fluktmasker skal ha filter med verketid på minst 45 minutt og heile maska skal ha ei levetid på fem år.

Hypotesen er at tiltaket kan ha effekt på dette risikomomentet:

- Ved brann i eitt-løpstunnel er det nesten alltid nokon som får røyken ventilert i si retning og ventilasjonshastigheita gjer at røyk/gass beveger seg fortare enn trafikantar som evakuerer til fots. Det fører til auka sannsyn for at trafikantar 1) pådreg seg skade fordi dei vert eksponert for giftig røyk/gass, 2) vert ute av stand til å evakuere fordi dei vert forgifta, 3) bruker lengre tid på evakuering fordi dei vert forgifta og/eller 4) vert utsett for auka fare fordi dei vert desorientert og uforvarande byter retning.

4.4.2. Vurdering av verknader

Emne	Vurdering av verknader av tiltaket «Innføring av krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk (fluktmasker)»
Ulykkesfrekvens	<p>Det er ikkje venta at tiltaket vil påverke frekvensen av farlege hendingar i tunnel.</p> <p>Etter at ei hending har oppstått kan det vera at trafikantar, som i utgangspunktet kan evakuera trygt i køyretøyet dei er i, stoppar for å henta ut fluktmasker. Det kan auke risikoen for sekundærulykker.</p> <p>Vegtilsynet si vurdering er at tiltaket kan ha ubetydeleg verknad på ulykkesfrekvensen ved brann i tunnel.</p>
Ulykkeskonsekvens	<p>Røykskadar er dei vanlegaste skadane etter tunnelbrann i Noreg. Fluktmasker gjev trafikantane mogelegheit til å verne seg mot giftig røyk og andre gassar som vert frigitt ved brann. Fluktmasker godkjent for 45 minutt gje 90 % av trafikantane høve til å evakuere knappe 1,8 kilometer til fots utan å pusta inn farlege gassar, dersom sikten er 2 meter⁶⁰.</p> <p>Personar med svært låg gangfart (0,2 m/s) vil kunne evakuere i overkant av 500 meter. I lange tunnelar kan det vere for lite til at alle trafikantar kjem seg ut i friskluft. Samstundes ville det vore tilstrekkeleg til å verna dei to personane som evakuerte i røyk under brannen i Gudvangatunnelen i 2019. Dersom VTS og brannvesen kjenner lokasjonen til brannen, er det også mogeleg å styre røyken mot næraste utgang, slik at dei som ender opp med å evakuere i røyk har best sjanse for å kunne evakuere til friskluft utan å skifta maske. Ved at det er fleire</p>

⁶⁰ Basert på ganghastigheit i *Walking speed in smoke: Representation in life safety verifications*, Fridolf m. fl., *SFPE Europe Issue 10* (2018)

	<p>depot med masker er det også mogeleg å byte maske dersom ein ikkje er ute når verketida til filteret i fluktmaska nærmar seg utløp. Trafikantane vil vere utsett for røyk og gassar medan ein skiftar maske, men det er eit kort tidsrom samanlikne med å halde fram utan maske. Det er også truleg at ei fluktmaska vil gje vern sjølv om den sertifiserte verketida til filteret er ute, slik at bruk av fluktmaska etter 45 minutt er betre enn å evakuere utan fluktmaske.</p> <p>Avhengig av kva filter som er i fluktmaskene, kan dei potensielt verna mot andre giftige gassar.</p> <p>Bruk av fluktmasker reduserer irritasjonen frå røykgassane og lukta av brann. Det kan senka stressnivået til trafikantane, som igjen kan bidra til meir rasjonelle beslutningar. Det aukar sjansane for at trafikantane vel effektive evakueringsstrategiar.</p> <p>Barn pustar inn så små volum med luft at dei har vanskar med å skifta ut lufta i dødrom i fluktmasker og dei øvre luftvegane. Det kan føre til kveling på grunn av oksygenmangel. For at barn og unge skal kunne bruke fluktmasker trygt vil det difor vera viktig at desse er utforma på ein måte som minimerer dødrommet i fluktmaska. Sjølv med slike tiltak er det risiko for at bruk av fluktmasker vil vere farleg for mindre barn, og Vegtilsynet legg difor til grunn at utplassering av fluktmasker ikkje vil gje noko vern for desse. Ved ei eventuell innføring av fluktmasker vil det også vere viktig å sjå på tiltak for å hindre at dei fører til kvelingsulykker for mindre barn.</p> <p>Vegtilsynet si samla vurdering er at tiltaket kan ha stor positiv verknad på ulykkeskonsekvensen ved brann i tunnel, men at risikoen for mindre barn må handterast.</p>
<p>Sikkerheitsfokus i vegsektoren</p>	<p>Vegtilsynet si vurdering er at fluktmasker kan avhjelpe den akutte faren for forgifting ved brann i tunnel for fleirtalet av trafikantane, men at dei ikkje kan gje same sikkerheit som evakuering i parallelt løp eller bruk av evakueringsrom. På grunn av skilnaden i estimert kostnad mellom fluktmasker og slike tiltak er det fare for at det vil verta tatt i bruk fluktmasker der det elles ville blitt bygd parallelt løp eller evakueringsrom.</p>

<p>Endringskostnadar</p>	<p>Det er fluktmasker tilgjengeleg på marknaden i dag til under kr 800 pr stk. Desse har ei brukstid på inntil 60 minutt. For å ta høgde for behov for andre kvalitetar ved oppbevaring i tunnel har Vegtilsynet skjønsmessig estimert kostnaden pr fluktmaska til kr 1.500. Kostnaden med skap til oppbevaring av fluktmaskene er estimert til kr 15.000 pr stykk, ferdig montert på tunnelvegg. Kostnaden med skilt med lys er også estimert til kr 15.000 kr pr stykk, ferdig montert på tunnelvegg. Til saman er kostnaden med innkjøp og montering av skap med fluktmasker og skilt estimert til kr 90.000 pr stk.</p> <p>Det er i dag 96 tunnelar på riksveg med lengde på 2 km eller meir. Utplassering av skap med fluktmasker som skildra over vil krevja omlag 1550 skap totalt.</p> <p>Basert på dette er investeringskostnaden estimert til 140 millionar kroner.</p> <p>Dimensjonerande brukstid på tekniske installasjonar i tunnel er 25 år. Denne er difor lagt til grunn for skap og lys. Det er ikkje fluktmasker på marknaden med så lang brukstid. Basert på det som er tilgjengeleg har Vegtilsynet lagt til grunn 5 år brukstid for fluktmaskene. Då vil det måtte kjøpast inn ytterlegare fire sett med fluktmasker før heile installasjonen er moden for utskifting. Kostnaden med dette er estimert til kr 372 millionar.</p> <p>Skap, fluktmasker og skilt vil krevja tilsyn. Hyppigheit og tidsbruk ved vedlikehald vil variere ut frå val av løysingar. For denne utgreiinga legg vi til grunn at det trengs 1 time pr skap pr år til vanleg drift og 1 time ekstra pr skap dei åra det er utskifting av fluktmasker. Basert på timepris kr 1.500, utgjer det 65 millionar kroner over 24 år.</p> <p>Samla kostnad vil då vera kr 577 millionar over 25 år. I tillegg kjem kontroll av skap og supplering av masker etter hendingar.</p> <p>Det kan vera aktuelt å berre plassere masker i tunnelar med særleg høg risiko for brann. Dersom ein bruker Gudvangatunnelen som eksempel, estimerer vi kostnaden med montering av skap med fluktmasker og skilt til om lag kr 4 millionar. Drift og vedlikehald av desse er estimert til kr 1,9 millionar over 24 år. Fire sett med masker for utskifting kvart femte år er estimert til om lag kr 10,8 millionar. Total kostnad vil då vere om lag 16,7</p>
--------------------------	--

	<p>millionar over 25 år. I tillegg kjem kontroll av skap og supplering av masker etter hendingar.</p> <p>Samstundes er det venta at tiltaket vil redusere talet på omkomne og hardt skadde ved hendingar i tunnel. Denne reduksjonen vil medføre reduserte kostnader knytt til behandling, sjukepengar, uføretrygd, og andre realøkonomiske kostnader.</p>
Framkommelegheit	Det vil vere redusert framkommelegheit ved montering og vedlikehald av skapa. Ut over dette er det ikkje venta å påverke framkommelegheita.
Miljøverknader	Filter og masker som går ut på dato vil generere avfall. Basert på volum brukt i kostnadsanalysen og ei gjennomsnittleg vekt på 600g pr maske utgjer det 7 tonn avfall i snitt pr år. Mengda kan reduserast dersom det er mogeleg å forlenge levetida til fluktmaskene ved å bytte filter.
Innovasjonsverknader	Tiltaket bygger på bruk av eksisterande teknologi. Innføring av fluktmasker i eit omfang som skissert kan stimulere til utvikling av fluktmasker som er meir brukarvennelege, har lengre verketid for filter og/eller lengre levetid dersom det vert lagt vekt på i innkjøpet.

Verknad på barrierane mot alvorlege ulykker:

Barriere	Verknad
Trafikanten sin kompetanse	<p>For at utplassering av fluktmasker skal ha effekt ved ein brann må trafikantane ha kjennskap til at dei er der og kunne ta dei på seg rett, slik at dei får tilstrekkeleg forsegling rundt ansiktet, og kunne aktivere filteret. Det vil vera ein fordel om skap og fluktmasker er utforma slik at filteret vert aktivert automatisk når fluktmaska vert fjerna frå skapet.</p> <p>Bruk av fluktmasker reduserer irritasjonen frå røykgassane og lukta av røyk. Det kan senka stressnivået og gje trafikanten ro til å ta i bruk annan kompetanse for å redde seg ut.</p>

Skilt og oppmerking	For å gje trafikantane kunnskap om at det er utplassert masker må det monterast egne skilt ved kvart skap. Nødstasjonar som ikkje har skap med fluktmasker bør ha informasjon om avstanden til nødstasjonar med fluktmasker. I tillegg bør kvart skap med fluktmasker ha informasjon om avstanden til neste skap med fluktmasker, i tilfelle det er tomt.
God drift og vedlikehald	For at fluktmaskene skal fungere som tiltenkt er det viktig med god drift og vedlikehald, men Vegtilsynet vurderer at tiltaket i seg sjølv ikkje fører til noko endring i viktigheita av dette.
Sideareal som tilgir	Skapa til fluktmaskene må utformast og/eller plasserast slik at dei ikkje er farlege å køyra på.
Ulykkesberedskap	Vegtilsynet kan ikkje sjå at utplassering av fluktmasker vil gje grunnlag for vesentlege endringar i omfanget, eller innrettinga, av ulykkesberedskapen.

4.4.3. Oppsummering

Vegtilsynet si vurdering er at eit krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk i alle eksisterande lange eitt-løpstunnelar truleg vil ha stor positiv verknad for trafikantane sine mogelegheiter til å evakuere frå brann i tunnel utan å pådra seg alvorleg skade frå røyk eller giftige gassar. Vi viser også til at tiltaket kan vera ein måte å følge opp Statens havarikommisjon si sikkerheitstilråding VEG nr. 2020/05T.

Tiltaket vil også ha låge kostnadar samanlikna med alternative tiltak, som evakueringsrom eller parallelt tunnellop. Samstundes må ein vurdere supplerande tiltak for å trygge grupper som ikkje kan bruka fluktmasker.

Vegtilsynet ser for seg at tiltaket kan utgreiast vidare og eventuelt gjennomførast av Samferdselsdepartementet eller Vegdirektoratet, som ansvarleg myndigheit for høvesvis tunnelsikkerheitsforskriftene og vegnormalane.

For at gjennomføring av tiltaket «Krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk (fluktmasker)» (kapittel 4.4) skal få best mogeleg effekt bør det settast i verk opplæringstiltak knytt til bruk av utstyret som vert installert. Opplæringa bør omfatta kven som ikkje kan bruke det, når utstyret bør brukast og korleis det skal brukast. Vegtilsynet trur også det er lurt å gjennomføre studiar for å avklare om trafikantane klarar å bruke fluktmasker riktig. Det må også utviklast nytt serviceskilt for fluktmasker.

4.5. Tiltak 4: Utarbeide mål for evakuering, med rettleiing for risikovurderingar

4.5.1. Skildring

Tiltaket går ut på å

- a) fastsette mål for vellukka evakuering av eitt-løpstunnelar på riksveg som er breitt forankra i vegsektoren, og
- b) samle, kvalitetssikre og gjere tilgjengeleg kunnskap som kan gjere det lettare å gjennomføre gode vurderingar av om den enkelte eitt-løpstunnelen støttar måla for vellukka evakuering.

Som del av a) ser Vegtilsynet for seg at det vert tatt tydeleg standpunkt til kva skadeomfang som er akseptabelt ved ulike typar hendingar og for ulike trafikantgrupper, dersom det er variasjonar.

Som del av b) ser Vegtilsynet for seg at det vert utarbeidd rettleiande verdiar for simulering av evakueringssituasjonar, for eksempel typiske handlingsmønster hos ulike trafikantgrupper og ganghastigheit i fri sikt og i røyk, og kvalitetssikre eventuelle føresetnader som er vanlege å legge til grunn for risikovurderingar, for eksempel om det er realistisk å kunne bruke køyretøy under evakuering og om ein kan gå ut frå at visse trafikantgrupper alltid vil ha assistanse, slik som barn eller personar med funksjonshemmingar.

Resultatet kan for eksempel innarbeidast i ein oppdatert versjon av *Retningslinjer for saksbehandling og ivaretagelse av brann- og elsikkerhet i vegtunnelar*, utarbeidd av DSB og Vegdirektoratet.

Hypotesen er at tiltaket kan ha effekt på desse risikomomenta:

- Det er ikkje fastsett mål for kor vellukka sjølvredning skal vera. Det kan føre til at det er uklart for beslutningstakar kva effekten av ulike sikkerheitsstiltak skal målast mot, for å vurdere om dei er tilstrekkelege til å sikre sikkerheita på det nivået interessentane forventar.
- Føresetnadane for sjølvredning er i liten grad vurdert og varetatt i samband med utforming av beredskapsplanar. Det kan føra til at VTS, tunnelforvaltar og/eller nødetatar 1) ikkje er kjent med kor godt føresetnadane for sjølvredning er varetatt i den aktuelle tunnelen, og/eller 2) gjer tiltak og set prioriteringar som skadar føresetnadane for sjølvredning.

4.5.2. Vurdering av verknader

Emne	Vurdering av verknader av tiltaket «Utarbeide mål for evakuering med rettleiing for risikovurderingar»
Ulykkesfrekvens	<p>Direkte: Tiltaket i seg sjølv vil truleg ikkje ha effekt på ulykkesfrekvensen.</p> <p>Indirekte: Auka merksemd rundt sikkerheit i evakueringsfasen kan føre til tiltak som reduserer sannsynet for følgeulykker.</p> <p>Auka kunnskap om eventuelle utfordringar med sjølvredning i ein tunnel kan også føre til auka fokus på kva som kan gjerast for å redusere sannsynet for farlege hendingar.</p> <p>Vegtilsynet si vurdering er at tiltaket på sikt kan ha positiv verknad på ulykkesfrekvensen ved brann i tunnel.</p>
Ulykkeskonsekvens	Jf. «Sikkerheitsfokus i vegsektoren»
Sikkerheitsfokus i vegsektoren	<p>Direkte: Gjennomføring av tiltaket kan føre til auka merksemd på trafikantane sine moglegeheiter for vellukka sjølvredning hos dei som er involvert i gjennomføringa. Dersom tiltaket vert gjennomført med offentleg høyring kan det også auke sektoren og publikum si merksemd på problematikken, og slik gje grunnlag for demokratisk kontroll med, og legitimitet til, mål for vellukka evakuering.</p> <p>Indirekte: Vegtilsynet forventar at tydeleggjering av akseptabelt skadeomfang, saman med betre kunnskap om kva det er rimeleg å forvente av trafikantar og om andre føresetnadar for vellukka evakuering, vil auke sannsynet for at føresetnadane for vellukka evakuering får større merksemd hos dei aktuelle aktørane. Særleg gjeld det i samband med utarbeiding av beredskapsplanar, jf. årsak D32. Vi forventar også at det gjer det lettare for desse å avdekka gap mellom anbefalt risiko og estimert risiko, samt gjera det lettare å sjå kva tiltak som bør prioriterast. Synleggjering av eit slikt gap kan igjen føre til at tunnelforvaltar får insentiv til å identifisera, og prioritere, ytterlegare tiltak som gjev reduserte konsekvensar ved farlege hendingar i tunnel.</p>

	<p>Det kan senke terskelen for at rådgjevarar og entreprenørar foreslår tiltak ut over minstekrava.</p> <p>Dersom det vert avdekka store og/eller gjentakande avvik mellom anbefalt og estimert risiko, kan det gje grunnlag for endringar i vegnormalane og/eller anna relevant regulering.</p> <p>Det er også sannsynleg at nødetatane som skal rykke ut til ein tunnelen som har gap mellom anbefalt og estimert risiko, vil ta omsyn til det ved utforming av sin beredskap og søke å gjennomføre avbøtande tiltak.</p> <p>Auka kjennskap til mål og føresetnadar for vellukka evakuering kan gjera det lettare for publikum å drive demokratisk kontroll med budsjettprioriteringar, val av løysingar og gjennomføring av tiltak knytt til sikkerheit i tunnelar.</p> <p>Vegtilsynet si vurdering er at tiltaket kan ha middels positiv verknad på sikkerheitsfokuset i vegsektoren knytt til brann i tunnel.</p>
Endringskostnadar	<p>Direkte:</p> <p>Gjennomføring av tiltaket er estimert til å ligga mellom kr 200.000 og kr 1 million. Kostnadane vil variere avhengig av i korleis ein går fram for å sikre forankring av tiltak a) og kor omfattande ein gjer tiltak b).</p> <p>Indirekte:</p> <p>Det vil vera opp til aktørane å avgjere om dei vil bruke resultatet av tiltaket i sitt arbeid med risikovurderingar, i kva grad dei ynskjer å "lukka" eit eventuelt gap mellom anbefalt og estimert risiko og korleis dei skal gå fram for å gjera det. Det er difor stor usikkerheit knytt til indirekte endringskostnadar.</p> <p>Ved å heve kunnskapen om faktorar som påverkar moglegheita for sjølvredning, kan ein auke sannsynet for at tunnelforvaltar prioriterer dei tiltaka som gjev størst effekt innanfor tilgjengelege midlar.</p>
Samfunnssikkerheitsverknader	<p>Direkte:</p> <p>Vegtilsynet ser for seg at resultatet og erfaringane frå prosjektet kan ha overføringsverdi til andre samfunnsområde, som skinnegåande transport.</p>

	<p>Indirekte:</p> <p>I den grad aktørane prioriterer tiltak som gjev betring av føresetnadane for vellukka sjølvredning, vil det i utgangspunktet redusere risikoen for storulykker, inkludert konsekvensane av terroranslag eller liknande hendingar.</p> <p>På den andre sida kan personar som ynskjer å skad samfunnet bruka informasjon om gap mellom anbefalt og estimert risiko til å identifisere tunnelar der det er høgt sannsyn for at eit åtak vil få store konsekvensar. Det kan difor vera nødvendig å gjera tiltak for å hindre at informasjonen kan misbrukast.</p>
Innovasjonsverknader	<p>Direkte:</p> <p>Vegtilsynet antar at det vil vera mogleg å gjennomføre prosjektet basert på eksisterande kunnskap.</p> <p>Indirekte:</p> <p>Den indirekte effekten på innovasjon er usikker, fordi det vil vere opp til aktørane om dei ynskjer å etterspørje løysingar for å lukka gap. Samstundes kan det at det vert sett klare mål, i seg sjølv inspirere leverandørar til å sette i gang utvikling.</p>

Verknad på barrierane mot alvorlege ulykker:

Barriere	Verknad
Trafikanten sin kompetanse	<p>Direkte:</p> <p>Vegtilsynet forventar ingen direkte effekt.</p> <p>Indirekte:</p> <p>Dersom tunnelforvaltar avdekkar gap mellom anbefalt og estimert risiko og prioriterer avbøtande tiltak retta mot infrastruktur eller beredskap, vil det avhjelpe eventuell manglande kompetanse om sjølvredning hos trafikantane. Samstundes kan det tenkast at nokre tiltak vil vere retta mot kompetanseheving hos trafikantane.</p> <p>Dersom kunnskap om gap mellom anbefalt og estimert risiko vert styrka, kan det føre til at fleire trafikantar sjølv gjer avbøtande tiltak. Denne</p>

	effekten er usikker, fordi det i utgangspunktet ikkje vert lagt opp til publisering av gap.
Ulykkesberedskap	<p>Direkte: Vegtilsynet forventar ingen direkte effekt.</p> <p>Indirekte: Effekten er avhengig av kva tiltak tunnelforvaltar prioriterer for å lukke eventuelle gap. Vegtilsynet forventar likevel at ein del tiltak vil verta gjennomført, og at det vil redusere behovet for at trafikantar vert redda av nødetatane.</p> <p>Det er også sannsynleg at nødetatane som skal rykke ut til ein tunnel som har gap mellom anbefalt og estimert risiko, vil ta omsyn til det ved utforming av sin beredskap og søke å gjennomføra avbøtande tiltak.</p>

4.5.3. Oppsummering

Vegtilsynet vurderer at eit tiltak som går ut på å

- a) fastsette mål for vellukka evakuering av eitt-løpstunnelar på riksveg som er breitt forankra i vegsektoren, og
- b) samle, kvalitetssikre og gjere tilgjengeleg kunnskap som kan gjere det lettare å gjennomføre gode vurderingar av om den enkelte eitt-løpstunnelen støttar måla for vellukka evakuering,

kan vera positivt for kvaliteten på risikovurderingar, simuleringar og annan informasjon som ligg til grunn for råd og avgjerder om bygging, drift og beredskap av tunnelar. Det kan også legge til rette for auka demokratisk kontroll med tryggleiken i tunnelane. På sikt kan dette føre til middels til stor positiv effekt for mogelegheita til å gjennomføre sjølvredning raskt og sikkert nok til at trafikantane unngår å verta drepne eller hardt skadde.

Tiltaket vil utløyse låge kostnadar, og kan gjennomførast basert på eksisterande teknologi og kompetanse.

Vegtilsynet ser for seg at tiltaket kan gjennomførast av Direktoratet for samfunnssikkerheit og beredskap, som ansvarleg kompetanseorgan og nasjonal normgjevar for brann og redning, og/eller Vegdirektoratet, som forvaltningsmyndigheit etter tunnelsikkerheitsforskrifta. Dersom det ikkje er aktuelt for Direktoratet for samfunnssikkerheit og beredskap eller Vegdirektoratet å gjennomføre tiltaket, kan det vera aktuelt for Vegtilsynet å samarbeide med eit relevant kompetansmiljø om gjennomføring av heile eller deler av tiltaket.

5. Anbefaling

Vegtilsynet har kome fram til at alle dei fire tiltaka skildra i kapittel 4 truleg vil ha middels til stor positiv effekt på sikkerheita i tunnelane og at ingen av dei har så sterke negative verknader på andre område at dei klart bør forkastast i eit vidare arbeid. Vegtilsynet anbefaler at det vert jobba vidare med alle tiltaka.

Vi vil særleg trekke fram tiltaka «Ta i bruk mobilbasert lokalisering og varsling» (kapittel 4.3) og «Krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk (fluktmasker)» (kapittel 4.4). Vegtilsynet viser særleg til at desse tiltaka er venta å ha låg kostnad og kan gjennomførast med eksisterande teknologi.

For tiltaket «Ta i bruk mobilbasert lokalisering og varsling» viser vi til at det støttar opp om Statens havarikommisjon si sikkerheitstilråding VEI nr. 2016/05T og nr. 2015/03T. Vegtilsynet meiner at tiltaket kan gjennomførast utan endring i regelverk.

For tiltaket «Krav om utplassering av personleg verneutstyr mot røyk (fluktmasker)» viser vi til at det støttar opp om Statens havarikommisjon si sikkerheitstilråding VEG nr. 2020/05T. Vegtilsynet ser for seg at tiltaket kan utgreiast vidare og eventuelt gjennomførast av Samferdselsdepartementet eller Vegdirektoratet, som ansvarleg myndigheit for høvesvis tunnelsikkerheitsforskriftene og vegnormalane.